

# FASE DE DIAGNÓSTICO VOL 01 CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA

FORMULACIÓN  
**POMCA**  
RÍO YAGUARÁ  
Plan de Ordenación y Manejo  
de la Cuenca Hidrográfica



**2023**



## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
1. CARACTERIZACIÓN BÁSICA DE LA CUENCA.....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Ubicación geográfica de la Cuenca del río Yaguará.....	1
1.3. Cartografía base.....	5
1.4. Plantilla general.....	7
1.4.1. Sistema de Referencia.....	8
1.5. Imágenes satelitales.....	9
1.6. Modelo Digital de Evaluación.....	11
1.6.1. Fuentes de Información.....	11
1.6.2. Metodología.....	11
1.7. División político – administrativa.....	17
1.7.1. Resguardo Indígena Huila.....	24
2. GEOLOGÍA.....	25
2.1. Alcance.....	26
2.2. Aspectos generales.....	26
2.2.1. Información utilizada.....	26
2.2.2. Metodología.....	26
2.3. Marco Geológico Regional.....	55
2.3.2. Evolución geológica.....	57
2.3.3. Geología estructural regional.....	59
2.4. Marco geologico local.....	62
2.4.1. Estratigrafía.....	62
2.4.2. Geología estructural.....	85
2.4.3. Sismicidad.....	86
2.5. Unidades Geológicas Superficiales (UGS).....	89
2.5.1. Metodología.....	90
2.5.2. Unidades Geológica Superficial de la Cuenca Hidrográfica de La Río Yaguará.....	130



2.6. Conclusiones.....	148
3. GEOMORFOLOGÍA .....	150
3.1. Geomorfología Con Criterio Morfoestructural .....	150
3.1.1. Alcance.....	151
3.1.2. Metodología .....	151
3.1.3. Geomorfología de la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará.....	155
3.1.4. Conclusiones.....	196
3.2. Geomorfología Con Fines Edafológicos.....	197
3.2.1. Metodología .....	197
3.2.2. Caracterización de Unidades Geomorfológicas .....	204
4. HIDROGEOLOGÍA.....	224
4.1. Introducción.....	224
4.1.1. Objetivos .....	225
4.1.2. Marco de Referencia.....	225
4.1.3. Metodología .....	225
4.2. Inventario De Puntos De Agua Subterránea, Usos Actuales Y Usuarios Del Río Yaguará .....	226
4.2.1. Pozos Profundos .....	227
4.2.2. Aljibes .....	229
4.2.3. Manantiales.....	231
4.2.4. Registro fotográfico.....	233
4.2.5. Análisis de la información.....	240
4.2.6. Información complementaria.....	242
4.3. Geotomografía.....	242
4.3.1. Prospección geofísica.....	242
4.3.2. Método de geotomografía de resistividad eléctrica .....	242
4.3.3. Localización.....	249
4.3.4. Resultados obtenidos.....	254
4.3.5. Registro fotográfico.....	267
4.3.6. Análisis de los resultados.....	269
4.3.7. Conclusiones.....	288
4.3.8. Consideraciones generales.....	288



4.4. Estimación De La Oferta Hídrica Subterránea.....	289
4.4.1. Determinación de la retención pluvial (Ret) .....	290
4.4.2. Determinación de la precipitación infiltrada, Pin.....	290
4.4.3. Balance del suelo .....	291
4.4.4. Cálculo de la recarga potencial (Rp).....	291
4.5. Prueba De Bombeo .....	293
4.5.1. Objetivos .....	293
4.5.2. Metodología .....	294
4.5.3. Localización .....	299
4.5.4. POZO PB No. 1 – AVÍCOLA SAMARA.....	301
4.5.5. POZO PB NO. 2 – PISCÍCOLA HUINAGRO.....	305
4.5.6. POZO PB No. 3 – FINCA DE INDULGENCIA LÓPEZ.....	309
4.5.7. POZO PB No. 4 – FINCA SANTA ROSITA .....	314
4.5.8. Registro fotográfico.....	318
4.5.9. Conclusiones.....	322
4.6. Hidrogeoquímica de la Cuenca .....	323
4.6.1. Análisis “in situ” .....	323
4.6.2. Clasificación del tipo de agua subterránea diagramas de piper.....	325
4.7. Unidades Hidrogeológicas.....	334
4.7.1. Sedimentos con flujo intergranular .....	335
4.7.2. Formaciones rocosas de media y alta pendiente .....	343
4.7.3. Mapa unidades hidrogeológicas .....	343
4.8. Vulnerabilidad De Los Acuíferos A La Contaminación .....	345
4.8.1. Fundamento teórico .....	345
4.8.2. Vulnerabilidad del acuífero del río yaguará.....	349
4.9. Modelo Conceptual .....	350
4.9.1. Generalidades.....	350
4.9.2. Recarga y descarga: .....	352
4.10. Análisis De Criterios De Priorización De Acuíferos Objeto De Medidas De Manejo Ambiental.....	355
4.11. Necesidades De Conocimiento Hidrogeológico .....	356
5. HIDROGRAFÍA .....	357



5.1. Metodología .....	357
5.1.1. Recopilación de información y delimitación de unidades hidrográficas.....	357
5.1.2. Revisión y ajuste de los límites geográficos de la cuenca.....	358
5.2. Delimitación y codificación de las unidades hidrográficas para la cuenca del río Yaguará.....	360
5.2.2. Codificación de las Unidades Hidrográficas .....	362
5.3. Codificación de la cuenca hidrográfica del río Yaguará.....	364
5.3.1. Codificación Nivel I Unidades Hidrográficas .....	364
5.3.2. Codificación Nivel II Unidades Hidrográficas.....	366
5.4. Identificación de microcuencas abastecedoras de centros urbanos y centros poblados .....	371
5.5. Caracterización de la red de drenaje.....	377
5.5.1. Jerarquización de la red de drenaje para la cuenca río Yaguará.....	377
5.5.2. Patrones de drenaje y alineamiento.....	380
5.6. Conclusiones y recomendaciones .....	408
6. CLIMA.....	409
6.1. Introducción.....	409
6.2. Objetivos .....	409
6.2.1. Objetivo General.....	409
6.2.2. Objetivos Específicos.....	409
6.3. Caracterización Climática.....	410
6.3.1. Metodología .....	410
6.3.2. Caracterización de la Red Meteorológica.....	413
6.3.3. Análisis espacio-temporal de brillo solar, evaporación, humedad relativa, nubosidad, velocidad y dirección del viento.....	439
6.3.4. Análisis de precipitación .....	449
6.3.5. Análisis de Temperatura.....	479
6.4. Períodos secos en la microcuenca .....	485
6.5. Zonificación Climática .....	489
6.6. Índice de Aridez.....	491
6.6.1. Evapotranspiración Potencial.....	491
6.6.2. Evapotranspiración real .....	497
6.6.3. Resultado del índice de Aridez .....	500



6.7. Balance Hídrico (de largo plazo) .....	502
6.8. Conclusión .....	504
7. HIDROLOGÍA.....	506
7.1. Objetivo .....	506
7.2. Generalidades.....	506
7.2.1. Inventario de infraestructuras hidráulicas .....	506
7.2.2. Sistemas lénticos naturales .....	507
7.2.3. Información utilizada.....	508
7.3. Análisis de los datos de las estaciones hidrológicas .....	509
7.3.1. Descripción y evaluación de la red de estaciones hidrológicas.....	510
7.3.2. Análisis de frecuencia de máximos y mínimos de las estaciones.....	513
7.4. Caracterización del régimen hidrológico.....	529
7.4.1. Descripción conceptual del modelo GR4J.....	530
7.4.2. Calibración del modelo.....	534
7.4.3. Simulación de caudales medios diarios .....	537
7.4.4. Cálculo de caudales mínimos.....	551
7.4.5. Cálculo de caudales máximos .....	553
7.4.6. Caudales ambientales .....	559
7.5. Estimación de la oferta hídrica .....	566
7.6. Demanda hídrica .....	572
7.6.1. Metodología .....	573
7.6.2. Demanda hídrica potencial .....	577
7.7. Demanda hídrica potencial total.....	615
7.8. Indicadores de estado del recurso hídrico.....	618
7.8.1. Índice de retención y regulación hídrica -IRH .....	618
7.8.2. Índice de uso de agua (IUA) .....	625
7.8.3. Índice de vulnerabilidad hídrica por desabastecimiento (IVH) .....	640
7.9. Conclusiones y recomendaciones .....	652
8. MORFOMETRÍA.....	654
8.1. Generalidades.....	654
8.2. Parámetros físicos de la cuenca .....	659
8.2.1. Área de drenaje de la cuenca (Ac) [km <sup>2</sup> ] .....	659

8.2.2. Perímetro de la cuenca .....	660
8.2.3. Longitud recta de la cuenca .....	660
8.2.4. Ancho de la cuenca (w) [km] .....	660
8.2.5. Resultados y análisis de los parámetros físicos de la cuenca .....	660
8.3. Parámetros de forma de la cuenca .....	663
8.3.1. Índice de compacidad o índice de Gravelius.....	664
8.3.2. Factor de Forma (Kf) .....	664
8.3.3. Índice de alargamiento .....	665
8.3.4. Índice asimétrico .....	666
8.3.5. Resultados y análisis de los parámetros de forma de las unidades hidrográficas de nivel I, II y microcuencas abastecedoras.....	666
8.4. Características de relieve de la cuenca .....	668
8.4.1. Pendiente media de la cuenca.....	669
8.4.2. Elevación media de la cuenca .....	669
8.4.3. Resultados y análisis de las características del relieve de la cuenca .....	670
8.5. Características del sistema de drenaje.....	686
8.5.1. Longitud del cauce (L) [km] .....	686
8.5.2. Perfil del cauce.....	686
8.5.3. Pendiente media del cauce .....	686
8.5.4. Tiempo de concentración.....	687
8.5.5. Resultados y análisis de las características del sistema de drenaje.....	691
8.6. Conclusiones.....	706
9. PENDIENTES.....	707
9.1. Introducción.....	707
9.2. Objetivos .....	707
9.2.1. General.....	707
9.2.2. Específicos .....	707
9.3. Generalidades.....	708
9.4. Metodología .....	710
10. CALIDAD DE AGUA Y SANEAMIENTO .....	717
10.1. Redes de monitoreo existentes en la cuenca .....	717
10.1.1. Red de monitoreo IDEAM .....	717



10.1.2. Red de monitoreo departamento del Huila .....	719
10.2. Estaciones de monitoreo para la cuenca del río Yaguará .....	725
10.2.1. Factores considerados para la ubicación de los puntos de muestreo .....	725
10.2.2. Propuesta de puntos de muestreo .....	729
10.2.3. Descripción de los puntos de monitoreo y resultados de monitoreo .....	732
10.2.4. Objetivos de calidad .....	807
10.2.5. Análisis de los resultados del monitoreo .....	808
10.3. Actividades generadoras de vertimientos .....	826
10.4. Manejo de vertimientos y residuos sólidos .....	834
10.4.2. Yaguará .....	837
10.4.3. Municipio de Iquira .....	840
10.4.4. Municipio de Teruel .....	842
10.5. Índice de calidad de agua .....	845
10.5.1. Metodología de cálculo .....	845
10.5.2. Resultados de evaluación del ICA .....	846
10.6. Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua .....	849
10.6.1. Metodología de cálculo .....	850
10.6.2. Resultados de la evaluación del IACAL .....	851
11. CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS .....	856
11.1. Introducción .....	856
11.2. Objetivos .....	857
11.2.1. General .....	857
11.2.2. Específicos .....	857
11.3. Desarrollo Metodológico .....	857
11.3.1. Etapa 1: Análisis y evaluación de la información existente en el área de la cuenca .....	858
11.3.2. Etapa 2: Oferta de Información generada por el POMCA. ....	863
11.3.3. Etapa 3: Mosaico edáfico de la cuenca del río modificado y complementado con los mapas generados por el POMCA .....	870
11.3.4. Etapa 4: clasificación de las tierras por su capacidad de uso .....	938
11.4. Conclusiones .....	1016
12. COBERTURAS Y USOS DE LA TIERRA .....	1018
12.1. Cobertura de la Tierra .....	1018

12.1.1. Metodología Corine Land Cover .....	1018
12.1.2. Resultados De Las Coberturas Identificadas .....	1022
12.1.3. Conclusiones .....	1049
12.2. Usos de la Tierra .....	1050
12.2.2. Resultados De Grupos de Usos y Usos Actuales .....	1053
12.2.3. Conclusiones .....	1059
12.3. Análisis Multitemporal de las Coberturas de la Tierra .....	1060
12.3.1. Análisis Multitemporal .....	1060
12.3.2. Indicador de tasa de cambio de las coberturas naturales (TCCN) .....	1074
12.3.3. Índice de Fragmentación (IF) .....	1077
12.3.4. Índice de Vegetación Remanente (IVR) .....	1080
12.3.5. Índice de Presión Demográfica (IPD) .....	1087
12.3.6. Índice de Ambiente Crítico (IAC) .....	1089
12.3.7. Índice del Estado Actual de las Coberturas Naturales .....	1091
12.4. Acciones de restauración en cuencas abastecedoras de acueductos municipales y rurales .....	1094
13. VEGETACIÓN Y FLORA .....	1099
13.1. Información Secuandaria .....	1099
13.1.1. Zonas de vida .....	1099
13.1.2. Ecosistemas .....	1101
13.1.3. Áreas naturales protegidas .....	1101
13.1.4. Especies focales .....	1102
13.2. Información Primaria .....	1103
13.2.1. Resultados generales caracterización florística de la cuenca .....	1106
13.2.2. Caracterización estructural y florística de las coberturas vegetales .....	1114
13.2.3. Especies de la Vegetación y Flora amenazadas y/o endémicas .....	1158
13.2.4. Especies de valor sociocultural y económico .....	1159
13.2.5. Conclusiones .....	1159
14. FAUNA .....	1161
14.1. Información Secundaria .....	1161
14.1.1. Anfibios .....	1162
14.1.2. Reptiles .....	1163

14.1.3. Aves .....	1164
14.1.4. Mamíferos .....	1164
14.1.5. Peces .....	1165
14.2. Información Primaria.....	1165
14.2.1. Anfibios .....	1167
14.2.2. Reptiles.....	1173
14.2.3. Aves .....	1178
14.2.4. Mamíferos .....	1187
14.2.5. Peces .....	1194
14.2.6. Conclusiones .....	1195
15. ÁREAS Y ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS.....	1197
15.1. Introducción .....	1197
15.2. Metodología.....	1198
15.2.1. Compilación y evaluación de información geográfica de áreas y ecosistémicas estratégicos.....	1198
15.2.2. Procesamiento de información .....	1199
15.2.3. Definición de áreas y ecosistémicas estratégicos .....	1199
15.2.4. Mapa consolidado de áreas y ecosistemas estratégicos .....	1199
15.3. Áreas Protegidas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas – SINAP .....	1199
15.3.1. Parque Nacional Natural Nevado del Huila .....	1200
15.3.2. Distrito Regional de Manejo Integrado Cerro Banderas -Ojo Blanco .....	1201
15.3.3. Reserva natural de la sociedad civil El Viche.....	1204
15.4. Áreas Complementarias para la Conservación.....	1206
15.4.1. Áreas Protegidas de Orden Internacional.....	1206
15.4.2. Áreas Protegidas de Orden Nacional .....	1209
15.4.3. Áreas Protegidas de Orden Nacional declaradas por Municipios.....	1211
15.4.4. Áreas de conservación y protección de los recursos naturales y paisajísticos de Yaguará.....	1214
15.5. Áreas de Importancia Ambiental.....	1215
15.5.1. Humedales .....	1216
15.5.2. Paramos: Páramo del Nevado Huila, Moras.....	1221
15.5.3. Zonas de recarga de acuíferos .....	1222



15.5.4. Otras subzonas de importancia ambiental identificadas de interés para la protección de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en la cuenca .....	1224
15.6. Áreas con reglamentación especial.....	1228
15.6.1. Territorios Étnicos.....	1228
15.7. Análisis Porcentual.....	1230
BIBLIOGRAFÍA.....	1234

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1. Macro localización de la cuenca hidrográfica del río Yaguará.....	2
Figura 1.2. Codificación de Cuencas Hidrográficas -IDEAM 2013.....	3
Figura 1.3. División hidrográfica del departamento del Huila.....	4
Figura 1.4. Localización cuenca río Yaguará dentro de las Subregiones departamento del Huila.....	5
Figura 1.5. Distribución de planchas, escala 1:25.000.....	6
Figura 1.6. Catálogo de objetos cartografía básica POMCA río Yaguará a escala 1:25.000....	6
Figura 1.1. Estructura de la plantilla general.....	8
Figura 1.7. Imágenes Sentinel-2 para la cuenca .....	10
Figura 1.8. Visualización de las capas y herramienta topo to raster .....	12
Figura 1.9. Rectificación DEM con el Embalse .....	13
Figura 1.10. Inconsistencias curvas de nivel y cota máxima de inundación.....	14
Figura 1.11. Comparación de curvas generados con el DEM propuesto y el método ArcGIS con las curvas originales .....	14
Figura 1.12. Resultados DEM generado con las curvas de nivel de la cartografía base .....	15
Figura 1.13. DEM cuenca del río Yaguará.....	16
Figura 1.14. Porcentaje de participación de los municipios en la cuenca.....	18
Figura 1.15. División municipal de la cuenca río Yaguará.....	18
Figura 1.16. Acercamiento municipios.....	19
Figura 1.17. División político administrativa de la cuenca río Yaguará.....	23
Figura 1.18. Límite del resguardo indígena Huila dentro de la cuenca del río Yaguará.....	24

Figura 2.1. Esquema del proceso de elaboración del Mapa de Geología Básica para el POMCA.....	27
Figura 2.2. Índice de planchas topográficas y ubicación fisiográfica de la zona de estudio ESC 1:100.000 para el área de la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará.....	28
Figura 2.3. Ubicación de las estaciones levantadas durante los recorridos en campo en la cuenca hidrográfica del río Yaguará.....	51
Figura 2.4. Insumos para la interpretación de la geología básica local de la cuenca hidrográfica del río Yaguará.....	54
Figura 2.5. Mapa de geología regional escala 1:100.000 de la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará.....	55
Figura 2.6. Localización geológica regional en el mapa litotectónico y morfoestructural del noroccidental de Sur América.....	57
Figura 2.7. Geología estructural regional escala 1:100.000, Modificado de SGC.....	60
Figura 2.8. Mapa de geología básica local con fines de ordenamiento escala 1:25.000.....	64
Figura 2.9. Exposición de roca volcanosedimentaria que conforman la Formación Saldaña en el Municipio de Nátaga. N: 1842126, E:4689751.....	66
Figura 2.10. Exposición del batolito de Ibagué en la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará. N:1845249, E:4692707.....	68
Figura 2.11. Afloramiento a borde de carretera de la formación Caballos en la vereda Upar. Coordenadas: N: 1859987, E: 4722556.....	69
Figura 2.12. muestra de arenisca cuarzosa de color pardo perteneciente a la Formación Caballos en la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará. N: 1860217, E: 4723023.....	70
Figura 2.13. Exposición de la Formación Hondita-Formación Loma Gorda en la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará. N: 1842483, E: 4695614.....	72
Figura 2.14. Exposición del grupo Olini en la quebrada el Medio, Vereda La Paz – Municipio Yaguará. N: 1857810, E: 4722603.....	73
Figura 2.15. Exposición de la Formación La Tabla en el Municipio Yaguará. N: 1858838, E: 4725484.....	74
Figura 2.16. Exposición de la Formación Seca en la vía nacional Yaguará – Neiva, en la quebrada Chichayaco. N: 1855419, E: 4720565.....	75
Figura 2.17. Exposición de la Formación Palermo en la vereda Estambul municipio de Teruel. N: 1856597, E: 4709828.....	76
Figura 2.18. Exposición de la Formación Bache en la vía Iquira – Teruel, en la Vereda la Cañada. N: 1857738, E: 4715873.....	77
Figura 2.19. Exposición de la Formación Tesalia en ladera de contrapendiente del Sinclinal de Tesalia. N: 1835920, E: 4710352.....	78

Figura 2.20. Exposición de la Formación potrerillo en la vereda El Guamal – Municipio de Tesalia. N: 1848132, E: 4704442. ....	79
Figura 2.21. Exposición de la Formación Doima en la vereda Vilu – Municipio de Yaguará. N: 1851693, E: 4725258. ....	81
Figura 2.22. Exposición del Grupo Honda ubicado en la vereda Vilu, en inmediaciones de la represa Betania, al oriente del Campo los Mangos de Ecopetrol. N: 1848594, E: 4723675. ....	82
Figura 2.23. Exposición de las terrazas pumíticas, observadas en la vereda El Chaparro. N: 1850410, E: 4708077. ....	84
Figura 2.24. Exposición de depósitos aluviales observadas en la vereda Santa Lucía sobre el cauce del río Yaguará. N: 1845998, E: 4708491. ....	85
Figura 2.25. Geología estructural con fines de ordenamiento .....	86
Figura 2.26. Marco neotectónico de la región Caribe y el norte de los Andes. ....	87
Figura 2.27. Mapa nacional de amenaza sísmica de Colombia NSR-10. ....	88
Figura 2.28. Flujograma de actividades en la generación de la cartografía de la Unidades Geológicas Superficiales (UGS). ....	91
Figura 2.29. Insumos de apoyo utilizados en la generación de la cartografía de la Unidades Geológicas Superficiales (UGS) en la Cuenca de la Río Yaguará .....	92
Figura 2.30. Puntos de control y muestreo para Unidades Geológicas Superficiales en la Cuenca de la Río Yaguará. ....	94
Figura 2.31. Unidades Geológicas Superficiales para la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará .....	124
Figura 2.32. Geológico-Geomorfológico para la Cuenca Hidrográfica de Río Yaguará .....	132
Figura 2.33. Leyenda Geológico-Geomorfológico para la Cuenca Hidrográfica de Río Yaguará .....	133
Figura 2.34. Afloramiento de roca dura del Batolito de Ibagué (Ridji). N: 1857402, E: 4708227. ....	134
Figura 2.35. Afloramiento de roca dura de la Formación Seca (Rsdfs). N: 1848974, E: 4707918. ....	135
Figura 2.36. Afloramiento de roca dura del Grupo Olini – Formación La Tabla (Rsdgoft). N: 1844212, E: 4696497. ....	136
Figura 2.37. Afloramiento de roca intermedia de la Formación Saldaña (Rvifs). N: 1852717, E: 4705702. ....	137
Figura 2.38. Afloramiento de roca intermedia de la Formación Caballos (Rvifc). N: 1842031, E: 4692009. ....	138
Figura 2.39. Afloramiento de roca intermedia del Grupo Olini (Rsigo). N: 1854970, E: 4716095. ....	139



Figura 2.40. Afloramiento de roca intermedia de la formación La Tabla (Rsifta). N: 1859799, E: 4725688. ....	140
Figura 2.41. Afloramiento de roca intermedia de la formación Potrerillos (Rsifpo). N: 1848132, E: 4704442. ....	141
Figura 2.42. Afloramiento de roca intermedia del Grupo Honda (Rsigh). N: 1846253, E: 4719450. ....	142
Figura 2.43. Afloramiento de roca blanda de la formación Hondita – Loma Gorda (Rsbhfl). N: 1842483, E: 4695614. ....	143
Figura 2.44. Afloramiento de roca blanda de la formación Palermo (Rsbfp). N: 1856597, E: 4709828. ....	144
Figura 2.45. Afloramiento de roca blanda de la formación Bache (Rsbfb). N: 1857738, E: 4715873. ....	145
Figura 2.46. Afloramiento de roca blanda de la formación Bache (Rsbfb). N: 1851693, E: 4725258. ....	146
Figura 2.47. Afloramiento de unidad de suelo transportado volcánico (Stv). N: 1853109, E: 1853109. ....	147
Figura 3.1. Análisis e interpretación del modelo de sombras para la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará. ....	153
Figura 3.2. Localización de los puntos de estaciones levantado en la fase de campo para la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará. ....	154
Figura 3.3. Esquema de jerarquización geomorfológica para la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará. ....	155
Figura 3.4. Fotografía aérea del centro poblado de Yaguará. ....	160
Figura 3.5. Geoforma Cima (Dc), al suroeste de la Cuenca Yaguará, sobre el flanco occidental del Sinclinal de Tesalia. ....	161
Figura 3.6. Geoforma de cono de deslizamiento indiferenciado (Ddi).al suroeste de la Río Yaguará. ....	162
Figura 3.7. Cono o lóbulo de flujo de detritos (Dlfd), Ubicado al norte de la Cuenca de la Río Yaguará. ....	162
Figura 3.8. Escarpe de erosión menor (Deeme), ubicado al noreste de la Cuenca de la Río Yaguará. ....	163
Figura 3.9. Ladera erosiva (Dle). N: 1860829, E: 4715329. ....	164
Figura 3.10. Loma desnuda (Dld). N: 1847966, E: 4703114. ....	165
Figura 3.11. Loma residual (Dlor), al suroeste del embalse de Betania. ....	165
Figura 3.12. Lomeríos disectados (Dldi), en el sinclinal de Tesalia al suroeste de la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará. ....	166

Figura 3.13. Lomeríos poco disectados (Dlpd), eje de Sinclinal de Tesalia. N: 1847966, E: 4703114.....	167
Figura 3.14. Montículos y ondulaciones denudacionales (Dmo). N: 1841294, E: 4696764.	168
Figura 3.15. Sierra denudada (Dsd) al oeste de la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará. N: 1860152, E: 4714757.....	168
Figura 3.16. Barras homoclinal (Sbh) en la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará. N: 1860829, E: 4715329.....	169
Figura 3.17. Cornisa estructural (Scor) en el municipio de Yaguará. N: 1858839, E: 4725484.....	170
Figura 3.18. Escarpe de línea de falla (Slfe) al este del centro poblado de Yaguará.....	171
Figura 3.19. Espinazo (Se) al noreste de la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará.....	171
Figura 3.20. Espolón alto de longitud larga (Sesal) en el municipio de Teruel.....	172
Figura 3.21. Espolón festoneado alto de longitud larga (Sefcal) en el municipio de Teruel.....	173
Figura 3.22. Perfil longitudinal de ladera contrapendiente de cuesta (Sclc) en la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará.....	173
Figura 3.23. Ladera contrapendiente de sierra homoclinal (Sshlc) en el municipio de Yaguará. N: 1850343, E: 4726527.....	174
Figura 3.24. Ladera contrapendiente (Slcp) en el municipio de Iquira. N: 1834394, E: 4708374.....	174
Figura 3.25. Ladera contrapendiente de sierra sinclinal (Ssslc) en el municipio de Tesalia. N: 1841293, E: 4696763.....	175
Figura 3.26. Ladera estructural (Sle) en el municipio de Yaguará al noreste de la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará.....	176
Figura 3.27. Ladera estructural de cuesta (Scl) en la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará. N: 1835920, E: 4710352.....	177
Figura 3.28. Ladera estructural de sierra homoclinal (Sshle) en el municipio de Yaguará..	177
Figura 3.29. Ladera estructural de sierra sinclinal (Sssle) en el municipio de Tesalia. N: 1837968, E: 4712386.....	178
Figura 3.30. Sierra anticlinal (Ssan) en la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará.....	179
Figura 3.31. Sierra homoclinal (Ssh) en el municipio de Yaguará.....	179
Figura 3.32. Sierra y lomo de presión (Sslp) en el municipio de Iquira.....	180
Figura 3.33. Barras longitudinales (Fbl) en el municipio de Yaguará sobre el cauce del río Magdalena.....	181
Figura 3.34. Cauce aluvial (Fca) del río Iquira. N: 1845998, E:4708491.....	182

Figura 3.35. Escarpe de terraza de acumulación (Ftae) en el municipio de Yaguará.....	182
Figura 3.36. Planicies o llanura de inundación (Fpi) en el municipio de Yaguará. N: 1849011, E: 4721004.....	183
Figura 3.37. Planicies aluviales confinados (Fpac) en la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará. N: 1849487, E: 4712380.....	183
Figura 3.38. Terraza de acumulación (Fta) en la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará. N: 1850343, E: 4726527.....	184
Figura 3.39. Perfil longitudinal de terraza de acumulación subreciente (Ftas) en la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará.....	184
Figura 3.40. Lago en media luna (Flm) en la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará.....	185
Figura 3.41. Flujo lahárico aterrazado (Vfla) en cercanías al embalse de Betania en el municipio de Yaguará. N: 1849011, E: 4721004.....	186
Figura 3.42. Escarpe de Flujo laharico aterrazado (Vflae) en el municipio de Yaguará. ....	186
Figura 3.43. Mapa de subunidades geomorfológicas con criterios morfogenéticos en la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará. ....	187
Figura 3.44. Análisis multitemporal año 2011 en la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará. ....	189
Figura 3.45. Análisis multitemporal año 2013 en la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará. ....	190
Figura 3.46. Análisis multitemporal año 2021 en la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará. ....	191
Figura 3.47. Procesos Morfodinámicos en el área de la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará.....	192
Figura 3.48. Caída de rocas en el Municipio de Yaguará. N: 1857847, E: 4727065.....	193
Figura 3.49. Deslizamiento rotacional en el Municipio de Teruel. N: 1868665, E: 4712765. ....	194
Figura 3.50. Deslizamiento traslacional en el Municipio de Teruel. N: 1867357, E: 4713892. ....	194
Figura 3.51. Flujo de detritos en la vereda Upar - Municipio de Yaguará. N: 1858839, E: 4725484.....	195
Figura 3.52. Reptaciones continuas en el municipio de Yaguará. N: 1860953, E:4717602.	196
Figura 3.53. Insumos para la interpretación geomorfológica.....	202
Figura 3.54. Recorridos realizados en campo .....	203
Figura 3.55. Paisajes geomorfológicos cuenca del Río Yaguará.....	204
Figura 3.56. Revés de espinazo en paisaje de montaña .....	206

Figura 3.57. Frente de espinazo de paisaje de Lomerío.....	210
Figura 3.58. Vallecito de Lomerío .....	213
Figura 3.59. Abanico subreciente .....	215
Figura 3.60. Terraza media del río Yaguará .....	217
Figura 4.1. Actividades para el desarrollo de la Fase de diagnóstico .....	226
Figura 4.2. Localización de los puntos inventariados.....	227
Figura 4.3. Geología de los puntos inventariados en el área de estudio .....	229
Figura 4.4. Esquema de un pozo tipo aljibe .....	230
Figura 4.5. Pozo tipo aljibe Pa01 .....	233
Figura 4.6. Pozo tipo aljibe Pa02.....	233
Figura 4.7. Pozo profundo Pp03 .....	234
Figura 4.8. Manantial Pm04 .....	234
Figura 4.9. Manantial Pm05 .....	235
Figura 4.10. Pozo tipo aljibe Pa06 .....	235
Figura 4.11. Pozo tipo aljibe Pa07 .....	236
Figura 4.12. Pozo tipo aljibe Pa08 .....	236
Figura 4.13. Pozo profundo Pp09.....	237
Figura 4.14. Pozo tipo aljibe Pa010.....	237
Figura 4.15. Pozo tipo aljibe Pa011 .....	238
Figura 4.16. Pozo tipo aljibe Pa012.....	238
Figura 4.17. Análisis de calidad del agua "In situ" .....	239
Figura 4.18. Análisis de calidad del agua "In situ" .....	239
Figura 4.19. Usos del agua de los pozos tipo aljibe visitados .....	240
Figura 4.20. Usos del agua de los pozos profundos visitados .....	241
Figura 4.21. Usos del agua de los Manantiales visitados .....	241
Figura 4.22. Perfil de resistividad y distribución de electrodos en la Geotomografía.....	243
Figura 4.23. Esquema general de configuración de la Geotomografía TRE – 2D.....	244
Figura 4.24. Arreglo Wenner .....	245
Figura 4.25. Arreglo Schlumberger .....	246
Figura 4.26. Arreglo DIPOLO-DIPOLO .....	247
Figura 4.27. Distribución del perfil de resistividad en el subsuelo.....	248
Figura 4.28. Valores de resistividad para las rocas más comunes y algunos minerales .....	248



Figura 4.29. Localización general de las líneas de Geotomografía de Resistividad Eléctrica .....	250
Figura 4.30. Localización de detalle de las líneas de Geotomografía de Resistividad Eléctrica .....	252
Figura 4.31. Vista 3D de Geotomografía de Resistividad Eléctrica (Foto Google Earth).....	253
Figura 4.32. Modelo de resistividad de la Geotomografía No. 1, método Wenner .....	255
Figura 4.33. Modelo de resistividad de la Geotomografía No. 1, método Schlumberger..	256
Figura 4.34. Modelo de resistividad de la Geotomografía No. 1, método Dipolo-Dipolo .	257
Figura 4.35. Modelo de resistividad de la Geotomografía No. 2, método Wenner .....	258
Figura 4.36. Modelo de resistividad de la Geotomografía No. 2, método Schlumberger..	259
Figura 4.37. Modelo de resistividad de la Geotomografía No. 2, método Dipolo-Dipolo .	260
Figura 4.38. Modelo de resistividad de la Geotomografía No. 3, método Wenner .....	261
Figura 4.39. Modelo de resistividad de la Geotomografía No. 3, método Schlumberger..	262
Figura 4.40. Modelo de resistividad de la Geotomografía No. 3, método Dipolo-Dipolo .	263
Figura 4.41. Modelo de resistividad de la Geotomografía No. 4, método Wenner .....	264
Figura 4.42. Modelo de resistividad de la Geotomografía No. 4, método Schlumberger..	265
Figura 4.43. Modelo de resistividad de la Geotomografía No. 4, método Dipolo-Dipolo .	266
Figura 4.44. Geotomografía No. 1, realizada en la vereda Venecia, sobre la vía que conduce al municipio de Iquira .....	267
Figura 4.45. Geotomografía No. 2, realizada en la vereda El Coco, frente a la Casa de Campo Las Palmas .....	267
Figura 4.46. Geotomografía No. 3, realizada en la vereda El Cucharro, en cercanía a la represa de Betania.....	268
Figura 4.47. Geotomografía No. 4, realizada en la vereda El Chaparro cerca de la granja Piscícola Huinagro.....	268
Figura 4.48. Equipo ABEM modelo TERRAMETER LS, usado para realizar el estudio.....	269
Figura 4.49. Geología de la Geotomografía realizada en la vereda Venecia .....	270
Figura 4.50. Línea de Geotomografía No. 1 realizada en la vereda Venecia.....	271
Figura 4.51. Interpretación de la línea de Geotomografía No. 1 y Perfil de elevación asociado .....	273
Figura 4.52. Geología de la Geotomografía realizada en la vereda El Coco .....	274
Figura 4.53. Línea de Geotomografía No. 2 realizada en la vereda El Coco .....	274
Figura 4.54. Interpretación de la línea de Geotomografía No. 2 y Perfil de elevación asociado .....	277

Figura 4.55. Geología de la Geotomografía realizada en la vereda El Cucharo.....	279
Figura 4.56. Línea de Geotomografía No. 3 realizada en la vereda El Cucharo.....	280
Figura 4.57. Interpretación de la línea de Geotomografía No. 3 y Perfil de elevación asociado .....	282
Figura 4.58. Geología de la Geotomografía realizada al suroriente del municipio de Iquira, en la vereda El Chaparro .....	284
Figura 4.59. Línea de Geotomografía No. 4 realizada al suroriente del municipio de Iquira, en la vereda El Chaparro .....	285
Figura 4.60. Interpretación de la línea de Geotomografía No. 4 y Perfil de elevación asociado .....	287
Figura 4.61. Recarga potencial anual en acuíferos de la cuenca del río Yaguará .....	293
Figura 4.62. Grafica de Jacob-Cooper: Abatimiento vs log de tiempo (min) (Tendencia lineal) .....	295
Figura 4.63. Curvas Patrón de Schosinsky .....	297
Figura 4.64. Ubicación general de los pozos en donde se realizaron las Pruebas de Bombeo .....	299
Figura 4.65. Ubicación en detalle de los pozos en donde se realizaron las Pruebas de Bombeo .....	300
Figura 4.66. Superposición de las Curvas Patrón de Schosinsky con la gráfica de campo	302
Figura 4.67. Grafica de Jacob-Cooper de la prueba de recuperación No. 1 .....	305
Figura 4.68. Grafica de Jacob-Cooper de la prueba de Bombeo en la Piscícola Huinagro	306
Figura 4.69. Grafica de Jacob-Cooper de la prueba de recuperación No. 2 .....	309
Figura 4.70. Superposición de las Curvas Patrón de Schosinsky con la gráfica de campo	311
Figura 4.71. Grafica de Jacob-Cooper de la prueba de recuperación No. 3 .....	312
Figura 4.72. Grafica de Jacob-Cooper de la prueba de Bombeo en la Finca Santa Rosita.	316
Figura 4.73. Grafica de Jacob-Cooper de la prueba de recuperación No. 4 .....	318
Figura 4.74. Toma de niveles durante la prueba de bombeo del pozo PB No. 1 (Avícola Samara).....	318
Figura 4.75. Medición de caudal durante la prueba de bombeo del pozo PB No. 1 (Avícola Samara).....	319
Figura 4.76. Toma de niveles durante la prueba de bombeo del pozo PB No. 2 (Piscícola Huinagro).....	319
Figura 4.77. Medición de caudal durante la prueba de bombeo del pozo PB No. 2 (Piscícola Huinagro).....	320

Figura 4.78. Toma de niveles durante la prueba de bombeo del pozo PB No. 3 (Indulgencia López).....	320
Figura 4.79. Medición de caudal durante la prueba de bombeo del pozo PB No. 3 (Indulgencia López).....	321
Figura 4.80. Toma de niveles durante la prueba de bombeo del pozo PB No. 4 (Finca Santa Rosita) .....	321
Figura 4.81. Medición de caudal durante la prueba de bombeo del pozo PB No. 4 (Finca Santa Rosita).....	322
Figura 4.82. Localización de los pozos inventariados sobre la parte baja de la cuenca del río Yaguará.....	324
Figura 4.83. Localización de los pozos de muestreados.....	326
Figura 4.84. Diagrama de Piper (1944) para la clasificación del agua subterránea.....	328
Figura 4.85. Hidrogeoquímica con Diagramas de Piper de los pozos localizados en la cuenca del río Yaguará.....	332
Figura 4.86. Toma de muestras en el pozo localizado en la Piscícola Huinagro .....	333
Figura 4.87. Toma de muestras en el pozo localizado en el predio de Indulgencia López	333
Figura 4.88. Toma de muestras en el pozo localizado en el predio Santa Rosita.....	334
Figura 4.89. Formaciones con potencial acuífero en la cuenca del río Yaguará.....	335
Figura 4.90. Localización de los depósitos Aluviales (Qal) en la cuenca del río Yaguará....	336
Figura 4.91. Localización de los Depósitos Pumíticos en la cuenca del río Yaguará .....	338
Figura 4.92. Localización de los depósitos de Abanicos Antiguos en la cuenca del río Yaguará .....	340
Figura 4.93. Localización del Grupo Honda en la cuenca del río Yaguará.....	342
Figura 4.94. Superposición las Unidades Hidrogeológicas resultado del presente estudio con las mostradas por el Mapa Unidades Hidrogeológicas del PMAA.....	344
Figura 4.95. Parámetros del método DRASTIC para definir Vulnerabilidad en Acuíferos...	345
Figura 4.96. Vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación en la Cuenca del río Yaguará .....	350
Figura 4.97. Esquema de sedimentación .....	351
Figura 4.98. Zonas de recarga directa y zona de descarga.....	352
Figura 4.99. Zonas Protección de recarga del Acuífero del río Yaguará.....	354
Figura 4.100. Esquema del Modelo Conceptual Regional del acuífero del río Yaguará.....	355
Figura 5.1. Insumos para delimitación hidrográfica cuenca río Yaguará.....	358
Figura 5.2. Límite obtenido para la caracterización hidrográfica de la cuenca del río Yaguará .....	359

Figura 5.3. Jerarquización hidrográfica cuenca río Yaguará- IDEAM, 2013 .....	360
Figura 5.4. Delimitación de subcuencas CAM-ERA 2019, escala 1:25.000 .....	361
Figura 5.5. Sistema de codificación de unidades hidrográficas .....	362
Figura 5.6. Código de la confluencia de la cuenca río Yaguará .....	364
Figura 5.7. Delimitación Cuenca río Yaguará Nivel I unidades hidrográficas .....	365
Figura 5.8. Codificación Cuenca río Yaguará Nivel I Unidades Hidrográficas .....	366
Figura 5.9. Codificación segundo unidad hidrológica nivel II cuenca río Yaguará .....	366
Figura 5.10. Codificación Nivel II unidades hidrográficas .....	367
Figura 5.11. Unidades abastecedoras .....	372
Figura 5.12. Áreas aferentes de acueductos de cabeceras urbanas y centros poblados ....	374
Figura 5.13. Sistema de Strahler (1957) para determinar el orden de las corrientes.....	378
Figura 5.14. Jerarquización del drenaje de la Cuenca Río Yaguará .....	379
Figura 6.1. Estaciones propuestas para el análisis de precipitación.....	419
Figura 6.2. Estaciones de precipitación .....	420
Figura 6.3. Estaciones climáticas propuestas .....	423
Figura 6.4. Estaciones climáticas para brillo solar .....	428
Figura 6.5. Estaciones climáticas para evaporación .....	429
Figura 6.6. Estaciones climáticas para humedad relativa y nubosidad .....	431
Figura 6.7. Estaciones climáticas para dirección y velocidad del viento .....	432
Figura 6.8. Resultados gráficos análisis de consistencia precipitación Nátaga.....	434
Figura 6.9. Océano Pacífico tropical a nivel superficial y en profundidad sobre la región de desarrollo del ENSO.....	436
Figura 6.10. El Índice (ONI) Oceanic Niño Index (1990 – presente).....	437
Figura 6.11. Ciclo mensual multianual de la precipitación bajo la influencia del ENSO.....	437
Figura 6.12. Distribución temporal del Brillo Solar media mensual multianual.....	440
Figura 6.13. Distribución espacial del brillo solar medio multianual .....	441
Figura 6.14. Distribución temporal de la evaporación total mensual multianual .....	442
Figura 6.15. Distribución temporal de la humedad relativa media mensual multianual.....	444
Figura 6.16. Distribución espacial de la humedad relativa media en la cuenca del río Yaguará. ....	445
Figura 6.17. Distribución temporal de la nubosidad media mensual multianual.....	447
Figura 6.18. Rosa de vientos – dirección en que llega el viento .....	448
Figura 6.19. Rosa de vientos – dirección hacia la que va el viento .....	449



Figura 6.20. Precipitación media mensual multianual (mm) por estación.....	452
Figura 6.21. Precipitación máxima total mensual multianual por estación .....	456
Figura 6.22. Precipitación mínima total mensual multianual por estación .....	457
Figura 6.23. Precipitación diaria máxima mensual multianual por estación .....	460
Figura 6.24. Análisis de frecuencias de precipitación máxima en 24 horas para la estación El Hatillo.....	462
Figura 6.25. Análisis de frecuencias de precipitación máxima en 24 horas para la estación Las Herreras .....	462
Figura 6.26. Análisis de frecuencias de precipitación máxima en 24 horas para la estación El Hobo.....	463
Figura 6.27. Análisis de frecuencias de precipitación máxima en 24 horas para la estación La Mina.....	463
Figura 6.28. Análisis de frecuencias de precipitación máxima en 24 horas para la estación Nátaga .....	464
Figura 6.29. Análisis de frecuencias de precipitación máxima en 24 horas para la estación San Rafael.....	464
Figura 6.30. Análisis de frecuencias de precipitación máxima en 24 horas para la estación Santa Rosa Hacienda.....	465
Figura 6.31. Análisis de frecuencias de precipitación máxima en 24 horas para la estación Tesalia 2.....	465
Figura 6.32. Análisis de frecuencias de precipitación máxima en 24 horas para la estación El Volcán .....	466
Figura 6.33. Análisis de frecuencias de precipitación máxima en 24 horas para la estación Yaguará.....	466
Figura 6.34. Análisis de frecuencias de precipitación máxima en 24 horas para la estación Yarumal.....	467
Figura 6.35. Análisis de frecuencias de precipitación máxima en 24 horas para la estación Papagayo Hacienda .....	467
Figura 6.36. Análisis de frecuencias de precipitación máxima en 24 horas para la estación Los Rosales.....	468
Figura 6.37. Curva IDF para el río Yaguará (2108).....	471
Figura 6.38. Curvas IDF para las Unidades Hidrográficas de la cuenca del río Yaguará.....	472
Figura 6.39. Polígonos de Thiessen de precipitación.....	475
Figura 1.35 Precipitación total anual media multianual para la cuenca del río Yaguará.....	478
Figura 6.36. Temperaturas mínimas mensuales multianuales .....	479

Figura 6.37. temperaturas máximas mensuales multianuales .....	480
Figura 6.38. Temperaturas medias mensuales multianuales.....	481
Figura 6.39. Correlación temperatura media anual vs. Altitud para las estaciones de estudio .....	483
Figura 6.40. Temperatura media anual multianual para la cuenca del río Yaguará .....	485
Figura 6.41. Diagrama ombrotérmico – Estación San Rafael .....	486
Figura 6.42. Diagrama ombrotérmico – Estación Los Rosales.....	487
Figura 6.43. Número medio de meses secos .....	488
Figura 6.44. Zonificación climática para la microcuenca del río Yaguará.....	490
Figura 6.45. Ráster de temperatura promedio mes a mes.....	492
Figura 6.46. Herramienta Map Algebra para el cálculo del índice de calor anual. ....	492
Figura 6.47. Resultado Cálculo del índice de calor anual .....	493
Figura 6.48. Herramienta Map Algebra para el cálculo de la función del índice de calor anual. ....	493
Figura 6.49. Resultado cálculo de la función del índice de calor anual. ....	494
Figura 6.50. Herramienta Map Algebra para el cálculo de la evapotranspiración potencial sin corregir mes a mes.....	495
Figura 6.51. Resultado cálculo de la evapotranspiración potencial sin corregir mes a mes. ....	495
Figura 6.52. Factor de corrección mes a mes.....	495
Figura 6.53. Herramienta Map Algebra para el cálculo de la evapotranspiración corregida. ....	496
Figura 6.54. Herramienta Map Algebra para el cálculo de la evapotranspiración potencial anual.....	496
Figura 6.55. Evapotranspiración potencial para la Cuenca .....	497
Figura 6.56. Ráster de temperatura promedio mes a mes.....	498
Figura 6.57. Ráster de precipitación promedio mes a mes.....	498
Figura 6.58. Herramienta Map Algebra cálculo factor L. ....	498
Figura 6.59. Herramienta Map Algebra cálculo evapotranspiración real. ....	499
Figura 6.60. Evapotranspiración real para la Cuenca .....	500
Figura 6.61. Herramienta Map Algebra cálculo Índice de Aridez.....	501
Figura 6.62. Índice de Aridez .....	502
Figura 6.63. Balance hídrico de largo plazo.....	504
Figura 7.1. Localización estaciones hidrológicas .....	509

Figura 7.2. Caudales medios mensuales en la Estación Jardín El Hacienda .....	511
Figura 7.3. Caudales medios mensuales en la Estación Hacienda Venecia - AUT .....	511
Figura 7.4. Caudales medios mensuales en la Estación Bocatoma.....	512
Figura 7.5. Caudales medios mensuales en la Estación Hidroeléctrica .....	512
Figura 7.6. Caudales medios mensuales en la Estación Yerbabuena.....	513
Figura 7.7. Ajuste de distribuciones de probabilidad caudal máximo mensual. Estación Jardín El Hacienda.....	514
Figura 7.8. Ajuste de distribuciones de probabilidad caudal máximo mensual. Estación Hacienda Venecia .....	516
Figura 7.9. Ajuste de distribuciones de probabilidad caudal máximo mensual. Estación Bocatoma.....	517
Figura 7.10. Ajuste de distribuciones de probabilidad caudal máximo mensual. Estación Hidroeléctrica.....	519
Figura 7.11. Ajuste de distribuciones de probabilidad caudal máximo mensual. Estación Yerbabuena.....	520
Figura 7.12. Ajuste de distribuciones de probabilidad caudal mínimo mensual. Estación Jardín El Hacienda.....	522
Figura 7.13. Ajuste de distribuciones de probabilidad caudal mínimo mensual. Estación Hacienda Venecia .....	524
Figura 7.14. Ajuste de distribuciones de probabilidad caudal mínimo mensual. Estación Bocatoma.....	525
Figura 7.15. Ajuste de distribuciones de probabilidad caudal mínimo mensual. Estación Hidroeléctrica.....	527
Figura 7.16. Ajuste de distribuciones de probabilidad caudal mínimo mensual. Estación Yerbabuena.....	529
Figura 7.17. Diagrama del modelo GR4J.....	531
Figura 7.18. Series de tiempo de caudales para las series modeladas mediante el modelo de tanques y las series medidas para la estación Hacienda Venecia - Calibración .....	535
Figura 7.19. Curva de duración de caudales - Calibración.....	535
Figura 7.20. Series de tiempo de caudales para las series modeladas mediante el modelo de tanques y las series medidas para la estación Hacienda Venecia - Validación .....	536
Figura 7.21. Curva de duración de caudales - Validación .....	536
Figura 7.22. Curva de duración de caudales para las unidades hidrográficas de nivel II....	540
Figura 7.23. Curva de duración de caudales para las unidades hidrográficas de nivel III...	542

Figura 7.24. Curva de duración de caudales para las microcuencas abastecedoras de los centros poblados y cabeceras .....	550
Figura 7.25. Ajuste potencial de los caudales medios máximos con los caudales medios de las estaciones .....	556
Figura 7.26. Ajuste potencial de las desviaciones estándar de los caudales máximos a los caudales medios de largo plazo en cada una de las estaciones .....	556
Figura 7.27. Demanda Doméstica.....	588
Figura 7.28. Demanda Doméstica por microcuenca abastecedora.....	589
Figura 7.29. Cultivos en las subcuencas de estudio.....	593
Figura 7.30. Demanda Agrícola por Microcuenca.....	600
Figura 7.31. Demanda Agrícola por Microcuenca abastecedora.....	601
Figura 7.32. Demanda hídrica subsector Bovino .....	604
Figura 7.33. Demanda hídrica subsector Porcino.....	606
Figura 7.34. Demanda hídrica subsector Avícola.....	607
Figura 7.35. Demanda hídrica Subsector Equino, Caprino y Ovino.....	608
Figura 7.36. Demanda hídrica Bufalina.....	610
Figura 7.37. Demanda total Pecuaria (m <sup>3</sup> /año) .....	615
Figura 7.38. Ejemplo de curva de duración de caudales .....	619
Figura 7.39. Índice de regulación hídrica por unidades hidrográficas de nivel II.....	623
Figura 7.40. Índice de regulación hídrica para las unidades hidrográficas de nivel III.....	624
Figura 7.41. Índice de regulación hídrica para las microcuencas abastecedoras.....	625
Figura 7.42. Índice de uso del agua condición hidrológica media para las unidades hidrográficas de nivel II .....	635
Figura 7.43. Índice de uso del agua condición hidrológica seca para las unidades hidrográficas de nivel II .....	636
Figura 7.44. Índice de uso del agua condición hidrológica media para las unidades hidrográficas de nivel III.....	637
Figura 7.45. Índice de uso del agua condición hidrológica seca para las unidades hidrográficas de nivel III.....	638
Figura 7.46. Índice de uso del agua condición hidrológica media para las microcuencas abastecedoras.....	639
Figura 7.47. Índice de uso del agua condición hidrológica seca para las microcuencas abastecedoras.....	640
Figura 7.48. Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico para las unidades hidrográficas de nivel II para la condición hidrológica media.....	647

Figura 7.49. Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico para las unidades hidrográficas de nivel II para la condición hidrológica seca .....	648
Figura 7.50. Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico para las unidades hidrográficas de nivel III para la condición hidrológica media .....	649
Figura 7.51. Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico para las unidades hidrográficas de nivel III para la condición hidrológica seca .....	650
Figura 7.52. Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico para las microcuencas abastecedoras para la condición hidrológica media .....	651
Figura 7.53. Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico para las microcuencas abastecedoras para la condición hidrológica seca .....	652
Figura 8.1. Delimitación de las unidades hidrográficas nivel I – cuenca hidrográfica de los Río Yaguará.....	657
Figura 8.2. Delimitación de las unidades hidrográficas nivel II – cuenca hidrográfica de los Río Yaguará.....	658
Figura 8.3. Área de drenaje típica.....	659
Figura 8.4. Área de drenaje vista en 3D .....	660
Figura 8.5. Relación entre la forma de algunas cuencas y el caudal pico para eventos máximos de precipitación.....	665
Figura 8.6. Curva hipsométrica para la subzona hidrográfica del río Yaguará.....	674
Figura 8.7. Curva hipsométrica para las unidades hidrográficas de nivel I.....	675
Figura 8.8. Curva hipsométrica para las unidades hidrográficas de nivel II .....	677
Figura 8.9. Curva hipsométrica para las microcuencas abastecedoras de centros urbanos y poblados .....	685
Figura 8.10. Perfil del cauce principal de la subzona hidrográfica del río Yaguará.....	694
Figura 8.11. Perfil del cauce principal para las unidades hidrográficas de nivel I .....	695
Figura 8.12. Perfil del cauce principal para las unidades hidrográficas de nivel II.....	697
Figura 8.13. Perfil del cauce principal para las microcuencas abastecedoras de centros urbanos y poblados .....	705
Figura 9.1. Rangos de pendiente utilizados con propósitos de análisis de ingeniería y zonificación de amenazas por movimientos en masa.....	709
Figura 9.2. Ventana ampliada del mapa inicial de pendientes en porcentaje.....	710
Figura 9.3. Ventana ampliada mapa de pendientes inicial reclasificado en categorías IGAC .....	711
Figura 9.4. Ventana ampliada resultado del SIEVE.....	711
Figura 9.5. Ventana ampliada resultado del smooth line.....	712

Figura 9.6. Ventana ampliada resultado del Eliminate .....	712
Figura 9.7. Imágenes del proceso de elaboración de la capa de pendientes en grados SG	
.....	713
Figura 9.8. Mapa de pendientes cuenca río Yaguará según rangos del IGAC .....	715
Figura 9.9. Mapa de pendientes cuenca río Yaguará según rangos del Servicio Geológico Colombiano .....	716
Figura 10.1. Estación de monitoreo Hacienda Venecia – AUT.....	717
Figura 10.2. Índice de calidad de agua estación Hacienda Venecia 21087080.....	718
Figura 10.3. Red de monitoreo departamento Huila .....	719
Figura 10.4. ICA estaciones de monitoreo IDEAM en la cuenca .....	721
Figura 10.5. Índice de calidad de agua en vertiente 2108-1 Río Yaguará y otros – ERA 2019 .....	724
Figura 10.6. Red de drenaje y asentamientos de la cuenca del río Yaguará.....	726
Figura 10.7. Coberturas de la tierra (2018) presentes en la cuenca .....	728
Figura 10.8. Ubicación propuesta de estaciones de muestreo de calidad de agua.....	730
Figura 10.9. Conducción de agua teruel – Yaguará para sector agrícola.....	734
Figura 10.10. Punto de monitoreo Rio Yaguara - Est Hacienda Venecia época normal.....	734
Figura 10.11. Vertimiento zona suroriental.....	735
Figura 10.12. Registro de corredor en punto de monitoreo P1.....	736
Figura 10.13. Explotación de material de playa localización de estación IDEAM.....	738
Figura 10.14. Área de playa en zona norte del punto de monitoreo.....	739
Figura 10.15. Estación Rio Yaguara aguas abajo vert Iquirá (Q La Palma).....	741
Figura 10.16. Desembocadura de quebrada la Palma sobre río Yaguará .....	742
Figura 10.17. Fango depositado sobre lecho de río Yaguará después desembocadura Q. Palma .....	743
Figura 10.18. Bocatoma distrito riego sobre río Pedernal .....	745
Figura 10.19. Zona occidental del punto de monitoreo .....	745
Figura 10.20. Aguas servidas cerca estación 4 .....	746
Figura 10.21. Deslizamientos sector estación P5.....	748
Figura 10.22. Río Macurí – época seca .....	749
Figura 10.23. Vertimiento en margen sur del punto .....	751
Figura 10.24. Vista noroccidental punto monitoreo 6 – aguas arriba .....	752
Figura 10.25. Estación P7 .....	753



Figura 10.26. Deslizamientos estación P8 .....	756
Figura 10.27. Presencia de algas en segunda jornada de monitoreo.....	757
Figura 10.28. Trazas de grasas estación P9.....	759
Figura 10.29. Lama evidenciada en el lecho de río Pacarní - .....	760
Figura 10.30. Captaciones sobre río Pacarní .....	762
Figura 10.31. Escenario y actividades identificadas cerca de estación P11 .....	764
Figura 10.32. Piscícola Huinagro .....	765
Figura 10.33. Captación sobre río Yaguará piscícola Huinagro .....	766
Figura 10.34. Taques piscícolas Gran Pez.....	767
Figura 10.35. Captación piscícola Gran Pez .....	767
Figura 10.36. Actividad minera de material sobre estación.....	768
Figura 10.37. Estación P11 en época de monitoreo época seca.....	768
Figura 10.38. Vertimiento cerca de estación P11 .....	769
Figura 10.39. Estación P12.....	771
Figura 10.40. Estación P12.....	772
Figura 10.41. Aguas empozadas en inmediaciones de estación P12.....	773
Figura 10.42. Estación P13.....	775
Figura 10.43. Inmediaciones estación P14 .....	777
Figura 10.44. Estación P13.....	778
Figura 10.45. Estación P14.....	780
Figura 10.46. Vertimientos aguas abajo de P15.....	780
Figura 10.47. Cobertura de ronda Q. Hormiga.....	782
Figura 10.48. Actividades de deforestación aguas arriba estación P16.....	783
Figura 10.49. Bocatoma Iquira .....	785
Figura 10.50. Estación P17 – actividades en márgenes .....	786
Figura 10.51. Cultivo de cacao en sector oriental P17.....	786
Figura 10.52. Actividad de tala cerca de bocatoma Iquira.....	787
Figura 10.53. Vertimiento PTAR Yaguará sobre Q. Agua Hedionda.....	789
Figura 10.54. Estación P18.....	790
Figura 10.55. Panorama sector norte de estación P19.....	792
Figura 10.56. Trazas de aceite y grasas en márgenes de estación P19.....	793
Figura 10.57. Cultivos de arroz en sector occidental P19.....	793

Figura 10.58. PCH Iquira II .....	795
Figura 10.59. Vertimiento PCH a río Pedernal , aguas arriba de P20.....	796
Figura 10.60. Vertimiento Teruel aguas arriba P21.....	798
Figura 10.61. Evidencia de tránsito de fauna margen oriental P21 .....	799
Figura 10.62. Deslizamiento sector oriental aguas arriba P21.....	799
Figura 10.63. Rocas en estación P22 .....	801
Figura 10.64. Presencia de macroinvertebrados en P22.....	802
Figura 10.65. Obras de adecuación bocatoma Teruel rio Pedernal.....	804
Figura 10.66. Actividades y estado de coberturas aguas arriba P23.....	805
Figura 10.67. Rastros de avenida torrencial año 2017 sector bocatoma y escuela corrales (abajo) .....	806
Figura 10.68. pH campañas de monitoreo cuenca río Yaguará.....	809
Figura 10.69. Oxígeno disuelto en campaña normal y seca cuenca río Yaguará.....	810
Figura 10.70. Temperatura registrada en campañas de monitoreo cuenca Yaguará.....	812
Figura 10.71. Conductividad eléctrica época normal y seca cuenca Yaguará .....	813
Figura 10.72. Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO <sub>5</sub> época normal y seca cuenca Yaguará .....	815
Figura 10.73. Demanda Química de Oxígeno – DQO época normal y seca cuenca Yaguará .....	816
Figura 10.74. Coliformes fecales época normal y seca – estaciones 1 a 12 .....	818
Figura 10.75. Coliformes fecales época normal y seca – estaciones 1 a 12 .....	819
Figura 10.76. Punto 18 Q. Agua Hedionda – receptor de vertimiento casco urbano Yaguará .....	820
Figura 10.77. Nitrógeno en época normal y seca cuenca río Yaguará.....	822
Figura 10.78. Fósforo en época normal y seca cuenca río Yaguará .....	823
Figura 10.79. Sólidos suspendidos totales época normal y seca cuenca río Yaguará.....	824
Figura 10.80. Estación 1 Río Yaguara - Est Hacienda Venecia en época normal.....	825
Figura 10.81. Estación 2 Río Yaguara - Estación La Floresta época normal .....	825
Figura 10.82. Estación 8 Río Pacarní antes desembocadura R Yaguará época normal.....	826
Figura 10.83. Recolección de residuos en casco urbano Íquira .....	827
Figura 10.84. Bocatoma acueducto de Honduras – Nátaga.....	829
Figura 10.85. Estado de agua acueducto Buenavista – Nátaga al llegar a los hogares.....	829
Figura 10.86. Estado del agua que llega a la escuela de Buenavista – Nátaga.....	830

Figura 10.87. Recolección de residuos en casco urbano .....	831
Figura 10.88. Disposición de residuos domésticos en área rural de la cuenca .....	832
Figura 10.89. Punto de acopio RESPEL (envases de agroquímicos) .....	833
Figura 10.90. Cobertura alcantarillado urbano y rural por municipio 2021 .....	834
Figura 10.91. Cobertura de aseo en las cabeceras municipales 2021 .....	836
Figura 10.92. PTAR Yaguará.....	839
Figura 10.93. Localización de vertimientos íquira .....	840
Figura 10.94. Vertimientos conejo y lagartija (concha) íquira .....	841
Figura 10.95. Localización de PTAR Teruel.....	843
Figura 10.96. Localización STAR.....	843
Figura 10.97. Vertimientos PTAR (izquierda) y STAR (derecha) .....	844
Figura 10.98. ICA en condición hidroclimática normal - cuenca río Yaguará.....	847
Figura 10.99. ICA en condiciones hidroclimáticas secas - cuenca río Yaguará .....	849
Figura 10.100. Metodología para el cálculo del IACAL .....	850
Figura 10.101. IACAL para la cuenca del río Yaguará .....	855
Figura 11.1. Suelos reportados por el estudio general .....	859
Figura 11.2. Mapa de pendientes .....	864
Figura 11.3. Geología POMCA .....	865
Figura 11.4. Mapa Geomorfología .....	868
Figura 11.5. Clima para suelos cuenca río Yaguará .....	869
Figura 11.6. Número total de observaciones suelos .....	872
Figura 11.7. Áreas piloto .....	873
Figura 11.8. Ubicación perfiles representativos en la cuenca .....	880
Figura 11.9. Mapa geomorfopedológico.....	881
Figura 11.10. Suelos Typic Humudepts familia franco fina Isomésica.....	899
Figura 11.11. Suelos Typic Dystrudepts Familia franca fina Isotérmica .....	901
Figura 11.12. Suelo Typic Dystrudepts Familia franca fina Isotérmica .....	902
Figura 11.13. Suelo Typic Dystrudepts Familia franca fina Isotérmica .....	904
Figura 11.14. Suelos Typic Dystrudepts Familia franca fina Isotérmica .....	906
Figura 11.15. Suelos Typic Dystrudepts Familia franca fina Isohipertérmica .....	909
Figura 11.16. Suelos Typic Udorthents familia esquelética Isohipertérmica .....	910
Figura 11.17. Suelo Typic Humudepts Familia fina Isotérmica.....	915

Figura 11.18. Suelos Typic Hapludalfs Familia franco fina Isohipertérmica.....	926
Figura 11.19. Suelo Typic Dystrudepts familia franco fina Isotérmica .....	931
Figura 11.20. Suelo Oxic Haplustepts franco grueso sobre esquelético Isohipertérmica .....	937
Figura 11.21. Mapa Capacidad de Uso de las Tierras .....	944
Figura 11.22. Distribución porcentual clases agrologica .....	945
Figura 11.23. Panorámica Clase 3.....	967
Figura 11.24. Distribución espacial clase 3.....	968
Figura 11.25. Panorámica clase 4.....	974
Figura 11.26. Distribución espacial clase 4.....	975
Figura 11.27. Panorámica Clase 5.....	986
Figura 11.28. Distribución espacial clase 5.....	987
Figura 11.29. Panorámica Clase 6.....	988
Figura 11.30. Distribución espacial clase 6.....	989
Figura 11.31. Panorámica Clase 7.....	1000
Figura 11.32. Distribución espacial clase 7.....	1001
Figura 11.33. Panorámica Clase 8.....	1007
Figura 11.34. Distribución espacial clase 8.....	1008
Figura 11.35. Distribución espacial usos propuestos Cuenca río Yaguará.....	1012
Figura 11.36. Distribución porcentual usos propuestos cuenca río Yaguará.....	1013
Figura 12.1. Modelo general de la metodología Corine Land Cover (CLC) .....	1019
Figura 12.2. Localización del proyecto en las imágenes Sentinel 2A – 2022 - T18NVJ (arriba) y T18NVH (abajo).....	1021
Figura 12.3. Coberturas de la tierra año 2022 – 2023, escala 1:160000.....	1026
Figura 12.4. Leyenda mapa coberturas de la tierra 2022 - 2023 .....	1027
Figura 12.5. Cinco patrones de coberturas del grupo 1 – Territorios artificializados.....	1029
Figura 12.6. Cuatro patrones de coberturas del grupo 1 – Territorios artificializados.....	1030
Figura 12.7. Cinco patrones de coberturas del grupo 2 - Territorios agrícolas .....	1032
Figura 12.8. Cinco patrones de coberturas del grupo 2 – Territorios agrícolas.....	1034
Figura 12.9. Seis patrones de coberturas del grupo 2 – Territorios agrícolas .....	1037
Figura 12.10. Patrones de coberturas del grupo 3 - Bosques y áreas seminaturales.....	1040
Figura 12.11. Patrones de plantación forestal .....	1042
Figura 12.12. Cinco patrones de coberturas del grupo 3 - Bosques y áreas seminaturales .....	1045

Figura 12.13. Patrones de cobertura del grupo 3 - Bosques y áreas seminaturales.....	1046
Figura 12.14. Patrón de cobertura del grupo 4 - Áreas húmedas, humedal El Cementerio .....	1047
Figura 12.15. Cuatro patrones de coberturas del grupo 5 - Superficies de agua.....	1049
Figura 12.16. Usos de la tierra 2022 - 2023, escala 1:160000 .....	1055
Figura 12.17. Leyenda Usos de la tierra .....	1056
Figura 12.18. Indicadores de cambio para el análisis multitemporal.....	1062
Figura 12.19. Prioridades para agregación CLC .....	1064
Figura 12.20. Comparación capas escalas 1:25000 vs 1:100000 Paso 1.....	1065
Figura 12.21. Comparación capas escalas 1:25000 vs 1:100000 Paso 2.....	1066
Figura 12.22. Comparación capas escalas 1:25000 vs 1:100000 Paso 3.....	1067
Figura 12.23. Comparación coberturas años 2002 - 2022 .....	1068
Figura 12.24. Indicadores de cambio ordenados porcentualmente.....	1071
Figura 12.25. Indicadores de cambio 2002 - 2022, escala 1:160000.....	1072
Figura 12.26. Distribución espacial TCCN, escala 1:160000.....	1077
Figura 12.27. Espacialización del índice de fragmentación de la cuenca del río Yaguará, escala 1:160000.....	1080
Figura 12.28. Representación de Biomas PNNC 2014.....	1082
Figura 12.29. Estado general de los biomas.....	1084
Figura 12.30. Estado actual de los biomas de la cuenca del río Yaguará, escala 1:160000 .....	1085
Figura 12.31. Índice de vegetación remanente (IVR) , escala 1:160000 .....	1086
Figura 12.32. Espacialización del Índice de Presión Demográfica, escala 1:160000.....	1089
Figura 12.33. Distribución espacial IAC, escala 1:160000 .....	1092
Figura 12.34. Estado actual de las coberturas naturales IEACN, escala 1:160000.....	1094
Figura 12.35. Microcuencas Abastecedoras .....	1097
Figura 12.36. Microcuencas Abastecedoras Leyenda .....	1098
Figura 13.1. Áreas naturales protegidas del Departamento del Huila.....	1102
Figura 13.2. Imagen satelital coberturas vegetales de la cuenca del río Yaguará (Ícono "árbol": ubicación parcela de muestreo).....	1105
Figura 13.3. Riqueza de especies a nivel de orden taxonómico .....	1107
Figura 13.4. Riqueza de especies a nivel de familia taxonómica.....	1107
Figura 13.5. Riqueza de especies nativas e introducidas en la cuenca del río Yaguará.....	1110

Figura 13.6. Dendrograma de similitud (índice de Bray-Curtis) para coberturas en cuenca Yaguará.....	1113
Figura 13.7. Bosque denso en sede de guardabosques del NN Nevado del Huila.....	1119
Figura 13.8. Vista del sotobosque del bosque denso con juveniles en desarrollo.....	1119
Figura 13.9. Sectores aledaños al Parque Natural Regional del Cerro Banderas .....	1120
Figura 13.10. Vista del dosel superior del bosque denso alto de tierra firme.....	1120
Figura 13.11. Detalle del sotobosque del bosque denso .....	1121
Figura 13.12. Vista de palma de cera al interior del bosque denso. ....	1121
Figura 13.13. Helecho arborescente o palma boba ( <i>Cyathea</i> sp), interior de bosque denso .....	1122
Figura 13.14. Detalle de quebrada en Iquira con tala del bosque ripario para pastizales	1126
Figura 13.15. Vista del bosque ripario en la ronda del río Pedregal .....	1127
Figura 13.16. Caracolí ( <i>Anacardium excelsum</i> ) en franja de bosque ripario, río Yaguará .	1127
Figura 13.17. Vista del bosque ripario en la ronda del río Yaguará .....	1128
Figura 13.18. Presencia de guaduales en bosques riparios de cuenca del río Yaguará ....	1128
Figura 13.19. Tala selectiva al interior del bosque ripario árboles de gran porte (Caracolí) .....	1129
Figura 13.20. Vista de individuos de cedro ( <i>Cedrela odorata</i> ) en bosque ripario río Pedegral. ....	1129
Figura 13.21. Brinzales de cedro ( <i>Cedrela odorata</i> ) en bosque ripario del río Pedegral...	1130
Figura 13.22. Vista de fragmento boscoso bordeado de pastizales, arbustales y herbazales .....	1133
Figura 13.23. Vista interior del bosque fragmentado en parcela de caracterización. ....	1133
Figura 13.24. Detalle del dosel del bosque fragmentado y especies de epífitas asociadas .....	1134
Figura 13.25. Cultivo de cacao alternado con individuos de mango.....	1134
Figura 13.26. Vista del interior de la vegetación secundaria alta.....	1137
Figura 13.27. Detalle de individuos arbóreos de la vegetación secundaria alta.....	1138
Figura 13.28. Vista del interior de la vegetación secundaria baja.....	1140
Figura 13.29. Estrato herbáceo de la vegetación secundaria baja.....	1141
Figura 13.30. Vista de un herbazal arbolado.....	1144
Figura 13.31. Detalle del desarrollo de individuos arbóreos al interior del herbazal denso .....	1144
Figura 13.32. Vista general de un herbazal denso .....	1145



Figura 13.33. Detalle de pastos y bromelia en un herbazal denso .....	1145
Figura 13.34. Vista de arbustal abierto .....	1147
Figura 13.35. Detalle del arbustal abierto y crecimiento incipiente de arbustales .....	1148
Figura 13.36. Vista del arbustal denso con desarrollo consolidado y altura hasta 5 m.....	1148
Figura 13.37. Vista de un arbustal denso en inmediaciones del río Pedernal .....	1149
Figura 13.38. Vista general del agroecosistema en la cuenca del río Yaguará .....	1150
Figura 13.39. Pastizal limpio de <i>Brachiaria decumbens</i> en lomeríos, municipio de Iquira.....	1151
Figura 13.40. Pastizal limpio de <i>Cynodon dactylon</i> .....	1151
Figura 13.41. Pastizal limpio de <i>Cynodon dactylon</i> , zonas escarpadas de Teruel.....	1152
Figura 13.42. Vista de un mosaico de cultivos con espacios naturales.....	1154
Figura 13.43. Áreas en municipio de Yaguará descapotadas y aradas para siembra de cultivos .....	1155
Figura 13.44. Mosaicos de cultivos de café, especies de pancoger, pastos y espacios naturales .....	1155
Figura 13.45. Cultivo de cacao en sombrío con especies arbóreas propias del bosque seco .....	1156
Figura 13.46. Detalle de fruto de cacao con plagas tratadas con agroquímicos .....	1156
Figura 13.47. Cultivos de café extendidos en zona montañosa de Teruel.....	1157
Figura 13.48. Cultivo de arroz en municipio de Yaguará.....	1158
Figura 14.1. Reporte de <i>Leptodactylus fragilis</i> en jaguey y VS en municipio de Iquira.....	1170
Figura 14.2. Reporte de <i>Boana platanera</i> en pastizal del municipio de Iquira .....	1171
Figura 14.3. Reporte de <i>Rhinella marina</i> en pastizal del municipio de Teruel.....	1171
Figura 14.4. Registro de <i>Rheobates palmatus</i> en bosque ripario del río Pedregal .....	1172
Figura 14.5. Registro de <i>Dendrobates truncatus</i> en bosque ripario de río Pedregal .....	1172
Figura 14.6. Registro de babilla en jaguey.....	1176
Figura 14.7. Geko cabeciamarillo observado en casa abandonada en área de la cuenca .....	1176
Figura 14.8. Tortuga tapaculo en borde el bosque ripario.....	1177
Figura 14.9. Lagartija <i>Cnemidophorus lemniscatus</i> sobre área abierta de pastizales.....	1177
Figura 14.10. Composición porcentual de gremios tróficos de aves registradas. (I: insectívoro, G: Granívoro, F: Frugívoro, Ca: Carnívoro, N: Nectarívoro, Cr: Carroñero, P: Piscívoro).....	1181
Figura 14.11. Registro de <i>Tyrannus savana</i> en herbazal denso, municipio de Iquira.....	1183
Figura 14.12. Registro de <i>Stilpnia vitriolina</i> en arbustal abierto.....	1183
Figura 14.13. Registro de <i>Myiozetetes similis</i> en arbustal denso.....	1184

Figura 14.14. Registro de <i>Tyrannus melancholicus</i> en pastizal limpio, municipio de Teruel.	1184
Figura 14.15. Garzas <i>Ardea alba</i> y <i>Bubulcus ibis</i>	1185
Figura 14.16. Registro de <i>Coragyps atratus</i> en carretera del municipio de Teruel	1185
Figura 14.17. Macho de <i>Tachyphonus Rufus</i> en pastizal arbolado	1186
Figura 14.18. Hembra de <i>Tachyphonus Rufus</i> en pastizal arbolado.	1186
Figura 14.19. Registro de <i>Syrigma sibilatrix</i> en pastizal limpio, municipio de Yaguará	1187
Figura 14.20. Registro de <i>Ortalis columbiana</i> en herbazal arbolado.	1187
Figura 14.21. Rastro de oso andino	1191
Figura 14.22. Otro rastro de oso andino	1191
Figura 14.23. Huellas de zorro perro en pastizal.	1192
Figura 14.24. Huella de venado al borde de quebrada al interior del bosque denso	1192
Figura 14.25. Registro de ardilla en vegetación secundaria alta	1193
Figura 14.26. Registro de murciélago frutero en casa abandonada	1193
Figura 15.1. Esquema conceptual de las Áreas y Ecosistemas Estratégicos a nivel de cuenca.	1198
Figura 15.2. Parque Nacional Natural Nevado del Huila	1200
Figura 15.3. Distrito Regional de Manejo Integrado Cerro Banderas Ojo Blanco	1202
Figura 15.4. Zonificación del DRMI Cerro Banderas Ojo Blanco	1204
Figura 15.5. Reserva natural de la sociedad civil El Viche.	1205
Figura 15.6. Reserva de la Biósfera Cinturón Andino	1207
Figura 15.7. AICA PNN Nevado del Huila.	1209
Figura 15.8. Prioridades de Conservación Nacional CONPES 3680 de 2010	1210
Figura 15.9. Parques Naturales Municipales.	1211
Figura 15.10. Predios de conservación municipio de Teruel	1213
Figura 15.11. Áreas de conservación y protección de los recursos naturales y paisajísticos de Yaguará.	1215
Figura 15.12. Humedales en la cuenca	1218
Figura 15.13. Humedal Casa Roja	1220
Figura 15.14. Humedal Casa Roja 2023	1220
Figura 15.15. Páramo del Nevado Huila, Moras.	1222
Figura 15.16. Zonas de recarga de acuíferos en la cuenca	1223
Figura 15.17. Cobertura de Bosques en la cuenca	1225

Figura 15.18. Rondas Hídricas en la cuenca .....	1226
Figura 15.19. Capacidad de uso-suelos clase 8.....	1227
Figura 15.20. Límite del resguardo indígena Huila dentro de la cuenca del río Yaguará .	1229
Figura 15.21. Áreas y ecosistemas estratégicos en la cuenca.....	1232

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1. Parámetros de la proyección cartográfica Origen Nacional .....	8
Tabla 1.2. Relación de las imágenes de satélite utilizadas.....	10
Tabla 1.3. Distribución municipal en la cuenca .....	17
Tabla 1.4. División político administrativa de la cuenca río Yaguará.....	20
Tabla 2.1. Recorridos desarrollados en campo.....	29
Tabla 2.2. Estaciones levantadas en campo en la cuenca hidrográfica del río Yaguará. ....	30
Tabla 2.3. Nomenclaturas de las unidades geológica presente en la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará .....	53
Tabla 2.4. Tipo de roca y edad de las unidades geológicas presentes en la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará.....	63
Tabla 2.5. Valores de aceleración sísmica $\text{cm/s}^2$ .....	89
Tabla 2.6. Unidades Geológicas Superficiales (UGS) según su origen. ....	90
Tabla 2.7. Puntos de control y de observación para caracterización de las unidades geológicas superficiales en la Cuenca Río Yaguará, con el apoyo del componente de capacidad uso de las tierra. ....	94
Tabla 2.8. Perfiles de meteorización para macizos rocosos según Deere y Patton (1971), Dearman (1974,1991) y Forero Et Al, (1999).....	125
Tabla 2.9. Índices para la determinación de resistencia a la compresión simple en campo. ....	126
Tabla 2.10. Rangos de valor de RQD para clasificación de macizon rocosos.....	127
Tabla 2.11. Descripción del tamaño de bloque a partir del índice de fracturamiento ( $J_v$ ).	127
Tabla 2.12. Factor GSI para macizos rocosos homogéneos. ....	128
Tabla 2.13. Sistema de clasificación RMR para determinar la calidad del macizo rocoso según Bieniawski (1989). ....	129

Tabla 2.14. Valores típicos de parámetros de resistencia para rocas. ....	129
Tabla 2.15. Valores generales para porosidad total y porosidad eficaz. ....	129
Tabla 2.16. Clasificación genética de los suelo utilizada para la Cuenca Hidrográfica de Río Yaguará.....	130
Tabla 2.17. Unidades geológicas superficiales en la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará .....	131
Tabla 3.1. Ambientes morfogenéticos aplicados a la zonificación de amenaza por movimientos en masa.....	157
Tabla 3.2. Subunidades geomorfológicas de la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará. ..	158
Tabla 3.3. Sistema de clasificación de las unidades geomorfológicas aplicado a los levantamientos de suelos.....	198
Tabla 3.4. Atributos morfográficos.....	199
Tabla 3.5. Atributos morfocronológicos .....	200
Tabla 3.6. Atributos morfogenéticos .....	200
Tabla 3.7. Atributos morfométricos .....	201
Tabla 3.8. Descripción de los insumos.....	201
Tabla 3.9. Síntesis explicativa para formas de terreno, relieve y paisaje .....	220
Tabla 4.1. Inventario de puntos de agua: Coordenadas de Localización y Propietario .....	228
Tabla 4.2. Inventario de puntos de agua: Material del revestimiento, Geometría y Usos ..	228
Tabla 4.3. Inventario de puntos de agua: Nivel Piezométrico, Parámetros Fisicoquímicos “In situ” y Tipo de Equipo de Bombeo .....	228
Tabla 4.4. Inventario de puntos de agua: Coordenadas de Localización y Propietario .....	230
Tabla 4.5. Inventario de puntos de agua: Material del revestimiento, Geometría y Usos ..	231
Tabla 4.6. Inventario de puntos de agua: Nivel Piezométrico, Parámetros Fisicoquímicos “In situ” y Tipo de Equipo de Bombeo .....	231
Tabla 4.7. Inventario de puntos de agua: Coordenadas de Localización y Propietario .....	232
Tabla 4.8. Inventario de puntos de agua: Material del revestimiento, Geometría y Usos ..	232
Tabla 4.9. Inventario de puntos de agua: Nivel Piezométrico, Parámetros Fisicoquímicos “In situ” y Tipo de Equipo de Bombeo .....	232
Tabla 4.10. Análisis general de los pozos inventariados.....	240
Tabla 4.11. Coordenadas MAGNA-SIRGAS – Origen Nacional de los puntos inventariados .....	242
Tabla 4.12. Ventajas y limitaciones del método.....	249

Tabla 4.13. Coordenadas geográficas GMS del primero y el ultimo electrodo de las Geotomografías realizadas .....	251
Tabla 4.14. Coordenadas geográficas GMS del primero y el ultimo electrodo de las Geotomografías realizadas .....	252
Tabla 4.15. Coordenadas MAGNA-SIRGAS – Origen Nacional del primero y el ultimo electrodo de las Geotomografías realizadas .....	253
Tabla 4.16. Resumen de recargas por unidad hidrográfica de primer nivel .....	292
Tabla 4.17. Recarga potencial anual en acuíferos de la cuenca del río Yaguará .....	292
Tabla 4.18. Valores de permeabilidad en formaciones sedimentarias .....	298
Tabla 4.19. Coordenadas geográficas GMS de los pozos en donde se realizaron las Pruebas de Bombeo .....	300
Tabla 4.20. Datos de campo de la prueba de bombeo No. 1, realizada en la Avícola Samara .....	303
Tabla 4.21. Datos de campo de la prueba de recuperación, realizada en la Avícola Samara .....	304
Tabla 4.22. Datos de campo de la prueba de bombeo No. 2, realizada en la Piscícola Huinagro .....	306
Tabla 4.23. Datos de campo de la prueba de recuperación, realizada en la Piscícola Huinagro .....	308
Tabla 4.24. Datos de campo de la prueba de bombeo No. 3, realizada en la Finca de Indulgencia López .....	310
Tabla 4.25. Datos de campo de la prueba de recuperación, Finca de Indulgencia López .....	313
Tabla 4.26. Datos de campo de la prueba de bombeo No. 4, realizada en la Finca Santa Rosita .....	315
Tabla 4.27. Datos de campo de la prueba de recuperación, realizada en la Finca Santa Rosita .....	317
Tabla 4.28. Resultados de los parámetros hidráulicos calculados en las Pruebas de Bombeo .....	322
Tabla 4.29. Coordenadas MAGNA-SIRGAS – Origen Nacional de los pozos en donde se realizaron las Pruebas de Bombeo .....	323
Tabla 4.30. Resultados de los parámetros de calidad tomados “In situ” .....	324
Tabla 4.31. Coordenadas geográficas GMS de los pozos en donde se tomaron las muestras para realizarles análisis fisicoquímicos .....	326
Tabla 4.32. Resultados de laboratorio de los pozos Pz PB No. 1 y Pz PB No. 2 .....	329
Tabla 4.33. Resultados de laboratorio de los pozos Pz PB No. 3 y Pz PB No. 4 .....	329

Tabla 4.34. Clasificación del tipo de agua subterránea de los pozos localizados en la cuenca del río Yaguará.....	332
Tabla 4.35. Índice multiplicador de cada parámetro (peso según su importancia) .....	346
Tabla 4.36. Puntaje según la profundidad del nivel freático .....	346
Tabla 4.37. Puntaje según la recarga (infiltración) promedio en la zona .....	347
Tabla 4.38. Puntaje según el tipo de acuífero.....	347
Tabla 4.39. Puntaje basado en las características del suelo .....	348
Tabla 4.40. Puntaje basado en la pendiente del terreno .....	348
Tabla 4.41. Puntaje basado en las características del suelo .....	348
Tabla 4.42. Puntaje basado en la conductividad hidráulica (Permeabilidad).....	349
Tabla 5.1. Código de áreas hidrográficas. ....	363
Tabla 5.2. Código zonas hidrográficas.....	363
Tabla 5.3. Codificación II nivel unidades hidrográficas cuenca río Yaguará.....	368
Tabla 5.4. Unidades abastecedoras.....	373
Tabla 5.5. Áreas aferentes de acueductos de cabeceras urbanas y centros poblados .....	377
Tabla 5.6. Orden de la red de drenaje Horton (1945).....	380
Tabla 5.7. Caracterización patrones y alineación.....	380
Tabla 5.8. Patrón de drenaje y alineamiento II nivel unidades hidrográficas .....	385
Tabla 6.1. Criterios para la selección de estaciones de la red meteorológica .....	410
Tabla 6.2. Estaciones climáticas propuestas para el análisis de precipitación.....	417
Tabla 6.3. Estaciones climáticas utilizadas para el análisis de precipitación .....	421
Tabla 6.4. Estaciones climáticas propuestas .....	422
Tabla 6.5. Estaciones climáticas para temperatura .....	424
Tabla 6.6. Estaciones climáticas para brillo solar .....	424
Tabla 6.7. Estaciones climáticas para evaporación.....	425
Tabla 6.8. Estaciones climáticas para humedad relativa y nubosidad .....	425
Tabla 6.9. Estaciones climáticas para velocidad y dirección del viento.....	426
Tabla 6.10. Área por estación de Brillo Solar en la cuenca del río Yaguará .....	427
Tabla 6.11. Área por estación de Evaporación en la cuenca del río Yaguará .....	429
Tabla 6.12. Área por estación de Humedad Relativa en la cuenca del río Yaguará.....	430
Tabla 6.13. Área por estación de Nubosidad en la cuenca del río Yaguará.....	430
Tabla 6.14. Pruebas de homogeneidad y tendencias series de precipitación.....	433



Tabla 6.15. Valores medios mensuales multianuales de brillo solar en las estaciones analizadas .....	440
Tabla 6.16. Valores totales mensuales multianuales de evaporación en las estaciones analizadas .....	442
Tabla 6.17. Valores medios mensuales multianuales de humedad relativa en las estaciones analizadas .....	443
Tabla 6.18. Cifra de la clave para nubosidad .....	446
Tabla 6.19. Valores medios mensuales multianuales de nubosidad en las estaciones analizadas .....	446
Tabla 6.20. Valores medios mensuales multianuales de velocidad del viento en la estación analizada .....	448
Tabla 6.21. Valores medios mensuales multianuales de dirección del viento en la estación analizada .....	448
Tabla 6.22. Proporción de datos faltantes de precipitación por estación .....	449
Tabla 6.23. Valores de precipitación total media mensual multianual por estación .....	453
Tabla 6.24. Valores máximos de precipitación total mensual multianual .....	453
Tabla 6.25. Valores mínimos de precipitación total mensual multianual .....	454
Tabla 6.26. Valores precipitación diaria máxima mensual multianual .....	459
Tabla 6.27. resultados de precipitaciones máximas en 24 horas por período de retorno .	461
Tabla 6.28. Coeficientes de relación de lluvias de 24 horas .....	470
Tabla 6.29. Valores parámetros de ajuste para curvas IDF por Unidad Hidrográfica .....	470
Tabla 6.30. Porcentaje de área por estación de precipitación en la cuenca del río Yaguará .....	474
Tabla 6.31. Porcentaje de influencia de las estaciones de precipitación por subcuencas ..	476
Tabla 6.32. Proporción de datos faltantes de temperatura media diaria en las estaciones con incidencia en la cuenca, para el período 1981 - 2021 .....	482
Tabla 6.33. Correlación temperatura media va. Altitud para las estaciones de estudio .....	484
Tabla 6.34. Clasificación expuestos por Caldas .....	489
Tabla 6.35. Clasificación expuestos por Lang .....	489
Tabla 6.36. Área por zona climática en la microcuenca .....	491
Tabla 6.37. Balance Hídrico (de largo plazo) por unidad hidrográfica .....	503
Tabla 7.1. Captaciones en la zona de estudio .....	507
Tabla 7.2. Estaciones hidrológicas y su Área de influencia .....	508

Tabla 7.3. Resumen de los resultados del análisis de homogeneidad para cambio en la media, la varianza y la tendencia.....	510
Tabla 7.4. Valores de los periodos de retorno con diferentes distribuciones. Estación Jardín El Hacienda.....	514
Tabla 7.5. Caudales máximos con diferentes períodos de retorno con la distribución seleccionada. Estación Jardín El Hacienda .....	515
Tabla 7.6. Valores de los periodos de retorno con diferentes distribuciones. Estación Hacienda Venecia .....	515
Tabla 7.7. Caudales máximos con diferentes períodos de retorno con la distribución seleccionada. Estación Hacienda Venecia .....	516
Tabla 7.8. Valores de los periodos de retorno con diferentes distribuciones. Estación Bocatoma.....	517
Tabla 7.9. Caudales máximos con diferentes períodos de retorno con la distribución seleccionada. Estación Bocatoma.....	518
Tabla 7.10. Valores de los periodos de retorno con diferentes distribuciones. Estación Hidroeléctrica.....	518
Tabla 7.11. Caudales máximos con diferentes períodos de retorno con la distribución seleccionada. Estación Hidroeléctrica .....	519
Tabla 7.12. Valores de los periodos de retorno con diferentes distribuciones. Estación Yerbabuena.....	520
Tabla 7.13. Caudales máximos con diferentes períodos de retorno con la distribución seleccionada. Estación Yerbabuena.....	521
Tabla 7.14. Valores de los periodos de retorno con diferentes distribuciones. Estación Jardín El Hacienda.....	521
Tabla 7.15. Caudales mínimos con diferentes períodos de retorno con la distribución seleccionada. Estación Jardín El Hacienda .....	522
Tabla 7.16. Valores de los periodos de retorno con diferentes distribuciones. Estación Hacienda Venecia .....	523
Tabla 7.17. Caudales mínimos con diferentes períodos de retorno con la distribución seleccionada. Estación Hacienda Venecia .....	523
Tabla 7.18. Valores de los periodos de retorno con diferentes distribuciones. Estación Bocatoma.....	525
Tabla 7.19. Caudales mínimos con diferentes períodos de retorno con la distribución seleccionada. Estación Bocatoma.....	526
Tabla 7.20. Valores de los periodos de retorno con diferentes distribuciones. Estación Hidroeléctrica.....	526

Tabla 7.21. Caudales mínimos con diferentes períodos de retorno con la distribución seleccionada. Estación Hidroeléctrica.....	527
Tabla 7.22. Valores de los periodos de retorno con diferentes distribuciones. Estación Yerbabuena.....	528
Tabla 7.23. Caudales mínimos con diferentes períodos de retorno con la distribución seleccionada. Estación Yerbabuena.....	528
Tabla 7.24. Parámetros del modelo GR4J.....	534
Tabla 7.25. Estaciones Hidrológicas.....	534
Tabla 7.26. Parámetros óptimos obtenidos para las cuencas con información de caudales para la zona del Río Yaguará.....	535
Tabla 7.27. Resultados de la prueba de bondad .....	537
Tabla 7.28. Caudales medios mensuales y rendimiento hídrico para las unidades hidrográficas de nivel II (caudal m <sup>3</sup> /s) .....	537
Tabla 7.29. Caudales medios mensuales y rendimiento hídrico para las unidades hidrográficas de nivel III (caudal m <sup>3</sup> /s).....	538
Tabla 7.30. Caudales medios mensuales y rendimiento hídrico para las microcuencas abastecedoras de los centros poblados y cabeceras (caudal m <sup>3</sup> /s).....	539
Tabla 7.31. Caudales mínimos para diferentes períodos de retorno en las unidades hidrográficas de nivel II (Caudal m <sup>3</sup> /s).....	551
Tabla 7.32. Caudales mínimos para diferentes períodos de retorno para las unidades hidrográficas de nivel III (Caudal m <sup>3</sup> /s) .....	551
Tabla 7.33. Caudales mínimos para diferentes períodos de retorno para las microcuencas abastecedoras (Caudal m <sup>3</sup> /s).....	553
Tabla 7.34. Caudales máximos instantáneos registrados en las estaciones hidrológicas...	554
Tabla 7.35. Estadísticos de las estaciones de caudal usadas en el proceso de regionalización de caudales máximos.....	555
Tabla 7.36. Caudales máximos para diferentes periodos de retorno para las unidades hidrográficas de nivel II (caudal m <sup>3</sup> /s) .....	557
Tabla 7.37. Caudales máximos para diferentes periodos de retorno para las unidades hidrográficas de nivel III (caudal m <sup>3</sup> /s).....	557
Tabla 7.38. Caudales máximos para diferentes periodos de retorno para las microcuencas abastecedoras (caudal m <sup>3</sup> /s) .....	559
Tabla 7.39. Caudales ambientales para las unidades hidrográficas de nivel II aplicando las metodologías 1 y 2 (caudal m <sup>3</sup> /s) – Condición normal.....	560
Tabla 7.40. Caudales ambientales para las unidades hidrográficas de nivel III aplicando las metodologías 1 y 2 (caudal m <sup>3</sup> /s) Condición normal .....	561

Tabla 7.41. Caudales ambientales para las microcuencas abastecedoras aplicando las metodologías 1 y 2 (caudal m <sup>3</sup> /s) Condición normal .....	563
Tabla 7.42. Caudales ambientales para las unidades hidrográficas de nivel II aplicando las metodologías 1 y 2 (caudal m <sup>3</sup> /s) – Condición seca .....	563
Tabla 7.43. Caudales ambientales para las unidades hidrográficas de nivel III aplicando las metodologías 1 y 2 (caudal m <sup>3</sup> /s) Condición seca.....	563
Tabla 7.44. Caudales ambientales para las microcuencas abastecedoras aplicando las metodologías 1 y 2 (caudal m <sup>3</sup> /s) Condición seca.....	565
Tabla 7.45. Oferta disponible para las tres condiciones hidrológicas en las unidades hidrográficas de nivel II (caudal m <sup>3</sup> /s) – condición Normal.....	566
Tabla 7.46. Oferta disponible para las tres condiciones hidrológicas en las unidades hidrográficas de nivel II (caudal m <sup>3</sup> /s) – condición Seca .....	566
Tabla 7.47. Oferta disponible para las tres condiciones hidrológicas en las unidades hidrográficas de nivel II (caudal m <sup>3</sup> /s) – condición Húmeda .....	567
Tabla 7.48. Oferta disponible para las tres condiciones hidrológicas en las unidades hidrográficas de nivel III (caudal m <sup>3</sup> /s) – condición Normal .....	567
Tabla 7.49. Oferta disponible para las tres condiciones hidrológicas en las unidades hidrográficas de nivel III (caudal m <sup>3</sup> /s) – condición Seca .....	568
Tabla 7.50. Oferta disponible para las tres condiciones hidrológicas en las unidades hidrográficas de nivel III (caudal m <sup>3</sup> /s) – condición Húmeda .....	570
Tabla 7.51. Oferta disponible para las tres condiciones hidrológicas en las microcuencas abastecedoras (caudal m <sup>3</sup> /s) – Condición Media .....	571
Tabla 7.52. Oferta disponible para las tres condiciones hidrológicas en las microcuencas abastecedoras (caudal m <sup>3</sup> /s) – Condición Seca.....	572
Tabla 7.53. Oferta disponible para las tres condiciones hidrológicas en las microcuencas abastecedoras (caudal m <sup>3</sup> /s) – Condición Húmeda.....	572
Tabla 7.54. Dotación Máxima neta para poblaciones con clima cálido .....	574
Tabla 7.55. Módulo de consumo Uso Avícola. ....	575
Tabla 7.56. Módulo de consumo Uso Porcino.....	575
Tabla 7.57. Módulo de consumo Uso Bovinos. ....	577
Tabla 7.58. Módulos de Consumo manejo, beneficio y sacrificio animal .....	577
Tabla 7.59. Dotación doméstica proyectada. ....	578
Tabla 7.60. Cabeceras municipales dentro de las subcuencas. ....	579
Tabla 7.61. Cabeceras municipales dentro de las microcuencas abastecedoras.....	580
Tabla 7.62. Perdidas máximas admisibles de pérdidas técnicas según el RAS. ....	581

Tabla 7.63. Población por Microcuenca .....	582
Tabla 7.64. Población por Microcuenca abastecedora.....	584
Tabla 7.65. Demanda Doméstica .....	585
Tabla 7.66. Demanda Doméstica para microcuencas abastecedoras.....	587
Tabla 7.67. Coeficientes de escorrentía.....	592
Tabla 7.68. Cultivos por Cobertura Vegetal.....	594
Tabla 7.69. Cultivos por Cobertura Vegetal por microcuenca abastecedora .....	596
Tabla 7.70. Demanda Agrícola por microcuenca.....	597
Tabla 7.71. Demanda Agrícola por microcuenca abastecedora .....	599
Tabla 7.72. Densidad Bovina .....	603
Tabla 7.73. Demanda hídrica para Bovinos.....	603
Tabla 7.74. Densidad Porcina .....	604
Tabla 7.75. Demanda hídrica para Porcinos .....	605
Tabla 7.76. Densidad Avícola.....	606
Tabla 7.77. Demanda hídrica Avícola .....	607
Tabla 7.78. Densidad Equina, Caprino y Ovino.....	608
Tabla 7.79. Demanda hídrica subsector Equino.....	609
Tabla 7.80. Densidad Bufalina.....	609
Tabla 7.81. Demanda hídrica subsector Ovino.....	610
Tabla 7.82. Demanda pecuaria potencial.....	611
Tabla 7.83. Demanda pecuaria potencial por microcuenca abastecedora .....	614
Tabla 7.84. Demanda Total (m <sup>3</sup> /año) .....	615
Tabla 7.85. Demanda total Potencial por subcuenca.....	617
Tabla 7.86. Demanda total Potencial por microcuenca abastecedora. ....	617
Tabla 7.87. Clasificación de los rangos de valores IRH.....	619
Tabla 7.88. Resultados del índice de retención y regulación hídrica en las unidades hidrográficas de nivel II .....	620
Tabla 7.89. Resultados del índice de retención y regulación hídrica en las unidades hidrográficas de nivel III.....	620
Tabla 7.90. Resultados del índice de retención y regulación hídrica en las microcuencas abastecedoras.....	622
Tabla 7.91. Rangos y categorías del índice de uso de agua (IUA) .....	627

Tabla 7.92. Índice de uso del agua condición hidrológica media para las unidades hidrográficas de nivel II .....	627
Tabla 7.93. Índice de uso de agua condición hidrológica seca para las unidades hidrográficas de nivel II .....	628
Tabla 7.94. Índice de uso del agua condición hidrológica media para las unidades hidrográficas de nivel III .....	629
Tabla 7.95. Índice de uso del agua condición hidrológica seca para las unidades hidrográficas de nivel III .....	631
Tabla 7.96. Índice de uso del agua condición hidrológica media para las microcuencas abastecedoras .....	633
Tabla 7.97. Índice de uso del agua condición hidrológica seca para las microcuencas abastecedoras .....	634
Tabla 7.98. Matriz de relación para caracterizar el índice de vulnerabilidad al desabastecimiento (IVH) .....	641
Tabla 7.99. Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico para las unidades hidrográficas de nivel II para la condición hidrológica media .....	641
Tabla 7.100. Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico para las unidades hidrográficas de nivel II para la condición hidrológica seca .....	642
Tabla 7.101. Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico para las unidades hidrográficas de nivel III para la condición hidrológica media .....	642
Tabla 7.102. Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico para las unidades hidrográficas de nivel III para la condición hidrológica seca .....	644
Tabla 7.103. Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico para las microcuencas abastecedoras para la condición hidrológica media .....	645
Tabla 7.104. Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico para las microcuencas abastecedoras para la condición hidrológica seca .....	646
Tabla 8.1. Relación numeración de las unidades hidrográficas nivel I delimitadas en la cuenca hidrográfica del Río Yaguará .....	654
Tabla 8.2. Relación numeración de las unidades hidrográficas nivel II delimitadas en la cuenca hidrográfica del Río Yaguará .....	655
Tabla 8.3. Relación numeración microcuencas abastecedoras de centros urbanos y poblados delimitadas .....	658
Tabla 8.4. Resultados de los parámetros físicos de la subzona hidrográfica del río Yaguará y la unidad hidrográfica de nivel I. ....	660
Tabla 8.5. Resultados de los parámetros físicos de la unidad hidrográfica de nivel II .....	661
Tabla 8.6. Resultados de los parámetros físicos de las microcuencas abastecedoras de centros urbanos y poblados .....	663



Tabla 8.7. Índice de compacidad para la evaluación de la forma .....	664
Tabla 8.8. Clasificación del factor de forma.....	665
Tabla 8.9. Índice de alargamiento .....	666
Tabla 8.10. Índice asimétrico .....	666
Tabla 8.11. Resultados de los parámetros de forma de la subzona hidrográfica del río Yaguará y la unidad hidrográficas de nivel I .....	667
Tabla 8.12. Clasificación de las cuencas de acuerdo con la pendiente .....	669
Tabla 8.13. Resultados de las características del relieve de la subzona hidrográfica del río Yaguará y la unidad hidrográficas de nivel I .....	670
Tabla 8.14. Resultados de las características del relieve la unidad hidrográficas de nivel II .....	671
Tabla 8.15. Resultados de las características del relieve de las microcuencas abastecedoras de centros urbanos y poblados.....	674
Tabla 8.16. Resultados de las características del sistema de drenaje de la subzona hidrográfica del río Yaguará y la unidad hidrográficas de nivel I.....	691
Tabla 8.17. Resultados de las características del sistema de drenaje de las unidades hidrográficas de nivel II .....	691
Tabla 8.18. Resultados de las características del sistema de drenaje de las microcuencas abastecedoras de centros urbanos y poblados .....	694
Tabla 9.1. Clases e intervalos en porcentaje y grados, utilizados por el IGAC para clasificar las pendientes del terreno .....	709
Tabla 9.2. Resultados de las clases por pendiente y su correspondiente área en hectáreas y porcentaje IGAC .....	713
Tabla 9.3. Resultados de las clases por pendiente y su correspondiente área en hectáreas y porcentaje Servicio Geológico Colombiano.....	714
Tabla 10.1. Estaciones en la cuenca fuera de operación IDEAM .....	718
Tabla 10.2. Estaciones de monitoreo IDEAM en la cuenca .....	720
Tabla 10.3. Resultados IACAL para subzona hidrográfica 2108 Río Yaguará – Río Íquira – IDEAM .....	722
Tabla 10.4. Red de estaciones de monitoreo en vertiente 2108-1 .....	723
Tabla 10.5. Descripción de las estaciones de muestreo de calidad de agua propuestas ...	730
Tabla 10.6. Programación de monitoreo en época normal y seca .....	732
Tabla 10.7. Puntos de monitoreo POMCA Yaguará sobre río Pedernal y tributarios.....	807
Tabla 10.8. Objetivos de calidad Río Pedernal – Quebrada La María .....	807
Tabla 10.9. Objetivos de calidad Res. 825/2006 y Res. 3543/2019.....	808

Tabla 10.10. Estaciones con mayor fluctuación de registros en la cuenca – Coliformes fecales .....	818
Tabla 10.11. Estaciones con mayor fluctuación de registro NT , cuenca río Yaguará .....	822
Tabla 10.12. Aportes ruta de calidad de agua – municipio de Íquira .....	826
Tabla 10.13. Aportes ruta de calidad de agua – municipio de Nátaga .....	828
Tabla 10.14. Aportes ruta calidad de agua – municipio de Tesalia .....	830
Tabla 10.15. Aportes ruta calidad de agua – municipio de Yaguará.....	831
Tabla 10.16. Aspectos generales, tipo de sistema y descarga final de residuos líquidos en las cabeceras municipales 2018.....	835
Tabla 10.17. Porcentaje de aguas tratadas y verificación de la Resolución 631 de 2015 sobre vertimientos .....	835
Tabla 10.18. Volumen de disposición de residuos sólidos 2019 .....	836
Tabla 10.19. Aspectos generales y recolección del servicio de aseo en las cabeceras de los municipios 2018.....	836
Tabla 10.20. Vertimientos identificados en Yaguará .....	837
Tabla 10.21. Estado actual del servicio de alcantarillado en casco urbano de Yaguará .....	837
Tabla 10.22. Estado del servicio de recolección de residuos en Yaguará .....	838
Tabla 10.23. Localización de vertimientos Iquira.....	840
Tabla 10.24. Estado del servicio de recolección de residuos en Íquira .....	841
Tabla 10.25. Localización de PTAR y STAR Teruel .....	842
Tabla 10.26. Localización de vertimientos Teruel.....	843
Tabla 10.27. Estado del servicio de recolección de residuos en Teruel .....	844
Tabla 10.28. Variables involucradas en cálculo ICA.....	845
Tabla 10.29. Categorías de descripción del ICA.....	846
Tabla 10.30. Resultados ICA condición normal .....	846
Tabla 10.31. Resultados ICA condición seca.....	848
Tabla 10.32. Alteración potencial de la calidad del agua en condición hidrológica normal .....	852
Tabla 10.33. Alteración potencial de la calidad del agua en condición hidrológica seca .....	853
Tabla 11.1. Unidades cartográficas del estudio general dentro de la cuenca .....	860
Tabla 11.2. Rango de pendientes IGAC.....	864
Tabla 11.3. Leyenda Geomorfológica escala 1:25.000 .....	867
Tabla 11.4. Cálculo de la cantidad de observaciones de suelos .....	871

Tabla 11.5. Distribución de unidades y observaciones por zona piloto .....	873
Tabla 11.6. Perfiles representativos.....	877
Tabla 11.7. Leyenda Geomorfopedológica .....	882
Tabla 11.8. Calificación de acuerdo con la pendiente .....	940
Tabla 11.9. Calificación de acuerdo con la erosión del suelo. ....	940
Tabla 11.10. Calificación de acuerdo con el drenaje del suelo.....	941
Tabla 11.11. Calificación de acuerdo con las propiedades físicas de los suelos.....	941
Tabla 11.12. Calificación de acuerdo con las condiciones químicas de los suelos.....	941
Tabla 11.13. Distribución clases agrologicas a nivel municipal.....	945
Tabla 11.14. Leyenda Capacidad de uso de las tierras cuenca Yaguará .....	946
Tabla 12.1. Área en hectáreas y porcentaje por cobertura (categoría tercer nivel).....	1023
Tabla 12.2. Área en hectáreas y porcentaje por cobertura (categoría multinivel) .....	1024
Tabla 12.3. Grupos de uso de la tierra .....	1051
Tabla 12.4. Usos actuales de la tierra .....	1052
Tabla 12.5. Grupo de uso y usos actuales, área en hectáreas, porcentaje.....	1053
Tabla 12.6. Caracterización y relación en función de las coberturas identificadas.....	1056
Tabla 12.7. Pasos para la generalización cartográfica .....	1063
Tabla 12.8. Indicador de cambio.....	1071
Tabla 12.9. Análisis de comparación de coberturas entre 2002 y 2022.....	1073
Tabla 12.10. Calificación del Indicador TCCN .....	1075
Tabla 12.11. TCCN para las coberturas naturales.....	1076
Tabla 12.12. Interpretación de los resultados del índice de fragmentación .....	1079
Tabla 12.13. Calificación del índice de fragmentación .....	1079
Tabla 12.14. Categorías de interpretación del IVR.....	1081
Tabla 12.15. Estado general de los biomas en la cuenca .....	1083
Tabla 12.16. Índice de vegetación remanente (IVR) para la cuenca del río Yaguará.....	1084
Tabla 12.17. Calificación del Índice de Presión Demográfica .....	1087
Tabla 12.18. Descriptores del IPD.....	1088
Tabla 12.19. Matriz de calificación del índice de ambiente crítico .....	1090
Tabla 12.20. Categorías de IAC identificadas.....	1091
Tabla 12.21. Interpretación .....	1091
Tabla 12.22. Categorías del IEACN.....	1093

Tabla 12.23. Principales coberturas pertenecientes a la microcuenca abastecedora.....	1095
Tabla 13.1. Coberturas vegetales naturales caracterizadas en la cuenca del río Yaguará	1104
Tabla 13.2. Distribución de las coberturas vegetales en la cuenca del río Yaguará.....	1106
Tabla 13.3. Listado taxonómico especies de flora en la cuenca Yaguará.....	1107
Tabla 13.4. Índices de diversidad alfa para coberturas naturales arbóreas, cuenca del río Yaguará.....	1110
Tabla 13.5. Listado taxonómico de flora identificada en Bosque denso alto de tierra firme .....	1115
Tabla 13.6. Índices de análisis estructurales en cobertura vegetal del BDATF con valores del IVI.....	1116
Tabla 13.7. Listado taxonómico de flora identificada en Bosque de galería y ripario.....	1122
Tabla 13.8. Índices de análisis estructurales en cobertura vegetal BGR con los valores del IVI. ....	1124
Tabla 13.9. Listado taxonómico especies en Bosques fragmentados con pastos y cultivos. ....	1131
Tabla 13.10. Índices de análisis estructurales de especies del BFPC con valores de IVI....	1132
Tabla 13.11. Listado taxonómico especies identificadas en la Vegetación secundaria alta .....	1135
Tabla 13.12. Índices de análisis estructurales de especies de la VSA con los valores del IVI .....	1136
Tabla 13.13. Listado taxonómico especies de flora identificadas en la Vegetación secundaria baja.....	1138
Tabla 13.14. Índices de análisis estructurales de especies de cobertura VSB con los valores del IVI .....	1139
Tabla 13.15. Listado taxonómico especies arbóreas en herbazales densos arbolados .....	1141
Tabla 13.16. Índices de análisis estructurales de especies del HDTFA con valores del IVI.....	1142
Tabla 13.17. Listado taxonómico especies arbóreas en los Arbustales abierto y denso...	1146
Tabla 13.18. Listado taxonómico especies de flora identificadas en Mosaicos .....	1153
Tabla 13.19. Listado taxonómico especies de flora en alguna categoría de amenaza o veda .....	1158
Tabla 14.1. Listado taxonómico de anfibios observados en la cuenca del río Yaguará.....	1168
Tabla 14.2. Listado taxonómico de especies de reptiles observadas en cuenca del río Yaguará .....	1173
Tabla 14.3. Listado taxonómico de especies de aves observadas en cuenca del río Yaguará .....	1178

Tabla 14.4. Listado taxonómico de mamíferos observados en cuenca del río Yaguará....	1188
Tabla 15.1. Parques Naturales Municipales .....	1212
Tabla 15.2. Predios de conservación municipio de Teruel.....	1212
Tabla 15.3. Humedales SIG-CAM.....	1219
Tabla 15.4. Análisis de áreas y ecosistemas estratégicos en la cuenca.....	1230

## 1. CARACTERIZACIÓN BÁSICA DE LA CUENCA

### 1.1. Introducción

La caracterización del Plan de Ordenamiento y Manejo-POMCA de la Cuenca del río Yaguará pretende disponer la descripción de elementos asociados a su localización espacial, generados a partir de la cartografía oficial del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) a escala 1:25.000, las especificaciones del modelo digital de elevación e imágenes satelitales, además de identificar las unidades político administrativas haciendo énfasis en los límites tanto departamentales, municipales, de veredas y centros poblados o cabeceras municipales.

El estudio está encaminado a describir las diferentes particularidades de la cuenca, a su vez se enfoca en revisar, consolidar, depurar, estructurar y validar la información cartográfica base fundamentada en los requerimientos técnicos del IGAC y de las normas técnicas colombianas NTC 5043 "Información geográfica". Así mismo la información cartográfica producto del estudio se presenta en formato geodatabase y se diseña la plantilla general para la elaboración de los diferentes productos cartográficos y temáticos resultantes del POMCA en la fase de diagnóstico.

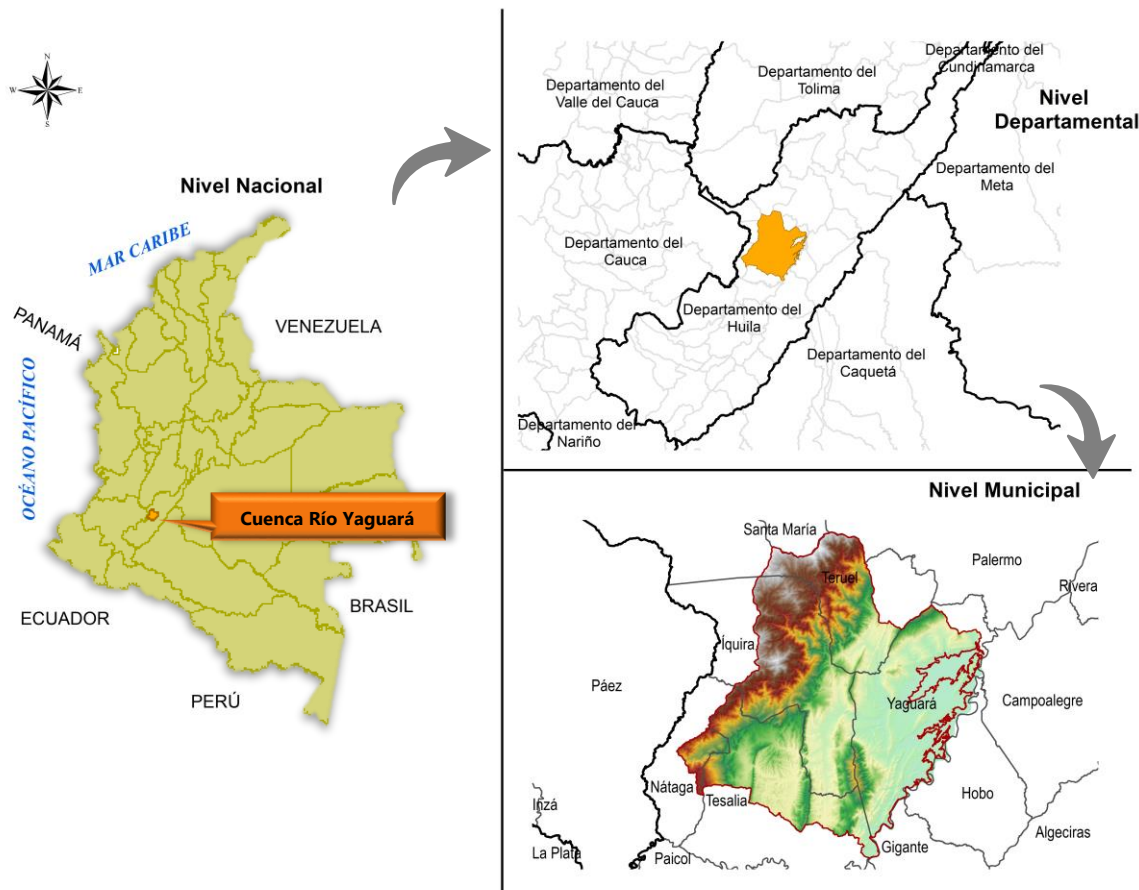
### 1.2. Ubicación geográfica de la Cuenca del río Yaguará

La cuenca del río Yaguará se localiza en la parte noroccidental del Departamento del Huila entre las coordenadas: 2° 50' 59,191" y 2° 27' 42,171" de latitud norte y 75° 47' 57,720" y 75° 26' 5,948" de longitud oeste de Greenwich. Con un área aproximada de 89.476,6 ha (perímetro: 291,4 km), la red de drenaje de la cuenca nace en inmediaciones del flanco oriental de la Cordillera Central a una altura de 1.923 msnm en el municipio de Nátaga sobre las veredas Alto Carmelo, Las Honduras y Buenavista, y recorre una distancia cerca de 51,71 km hasta su desembocadura en El Embalse de Betania, pertenece a la subzona hidrográfica del Alto Magdalena y se encuentra bajo la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM).

En la Figura 1.1 se ilustra la ubicación espacial de la cuenca hidrográfica del río Yaguará en el contexto nacional, regional y municipal.



**Figura 1.1. Macro localización de la cuenca hidrográfica del río Yaguará**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

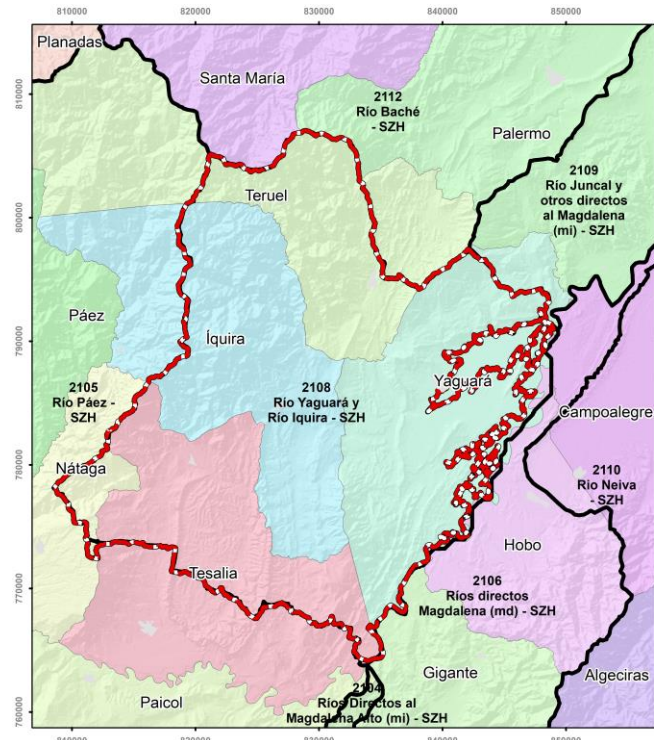
En el ámbito de estudio la cuenca del río Yaguará, se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas planas del sistema de referencia MAGNA Colombia Origen Único:

X min: 4.688.883,7112  
Y min: 1.873.289,9869

X max: 4.729.322,0302  
Y max: 1.830.282,8682

Ante la necesidad de dar cumplimiento a lo dispuesto en el decreto 1076 de 2015 (Decreto 1640 de 2012), y los aspectos metodológicos contenidos en la Guía Metodológica para la Formulación de los POMCA adoptada mediante Resolución No. 1907 de 2013, la cuenca del río Yaguará es priorizada por la CAM para su ordenación.

**Figura 1.2. Codificación de Cuencas Hidrográficas -IDEAM 2013**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

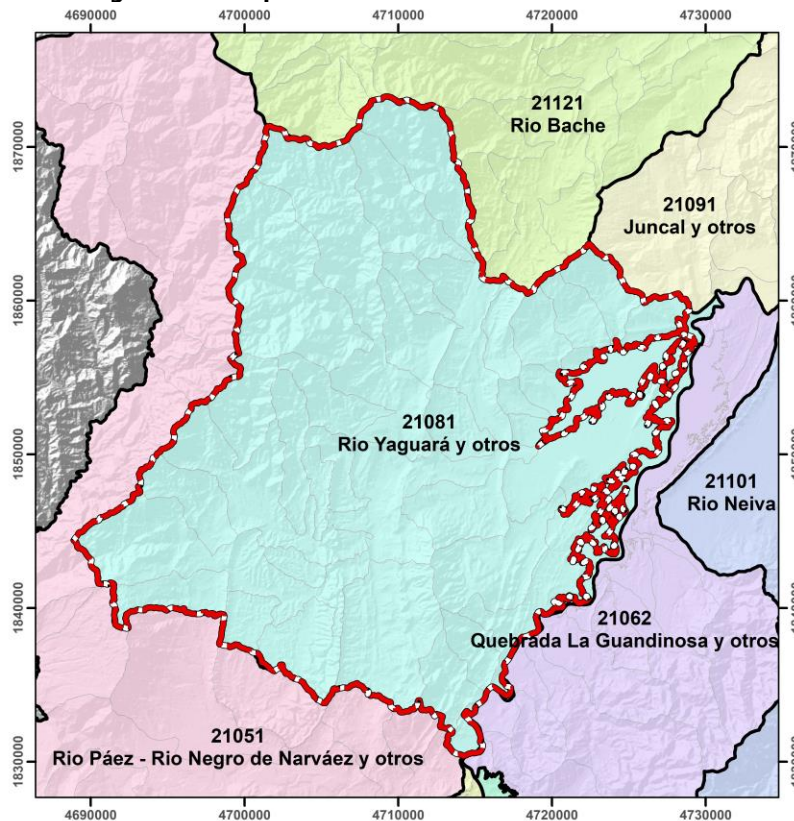
De acuerdo a la codificación de Cuencas Hidrográficas del IDEAM (2013) y el mapa de unidades hidrográficas del IDEAM, la cuenca del río Yaguará esta denominada como Río Yaguará y Río Iquira - SZH (2108) y comparte los siguientes límites hidrográficos a nivel de subzona hidrográfica:

- Norte: Cuenca Río Baché – SZH (2112) y Cuenca Río Juncal y otros directos al Magdalena (mi) – SZH (2109)
- Oeste: Cuenca Río Páez – SZH (2105)
- Sureste: Cuenca Ríos directos Magdalena (md) – SZH (2106)

Conforme al instrumento de Evaluación Regional del Agua del departamento del Huila-ERA publicado en 2019 la delimitación de la cuenca del río Yaguará corresponde a una superficie de 94.241,95 hectáreas (ha), identificada como cuenca hidrográfica de nivel subsiguiente con el código CNS 21081, tal como se observa en la Figura 1.3 comparte los sucesivos límites de nivel subsiguiente del departamento del Huila:

- Norte: Río Baché – CNS (21121)
- Oeste: Río Páez -Río Negro de Narváez y otros– CNS (21051)
- Este: Juncal y otros – CNS (21091)
- Sureste: Quebrada La Guandinos y otros – CNS (21062)

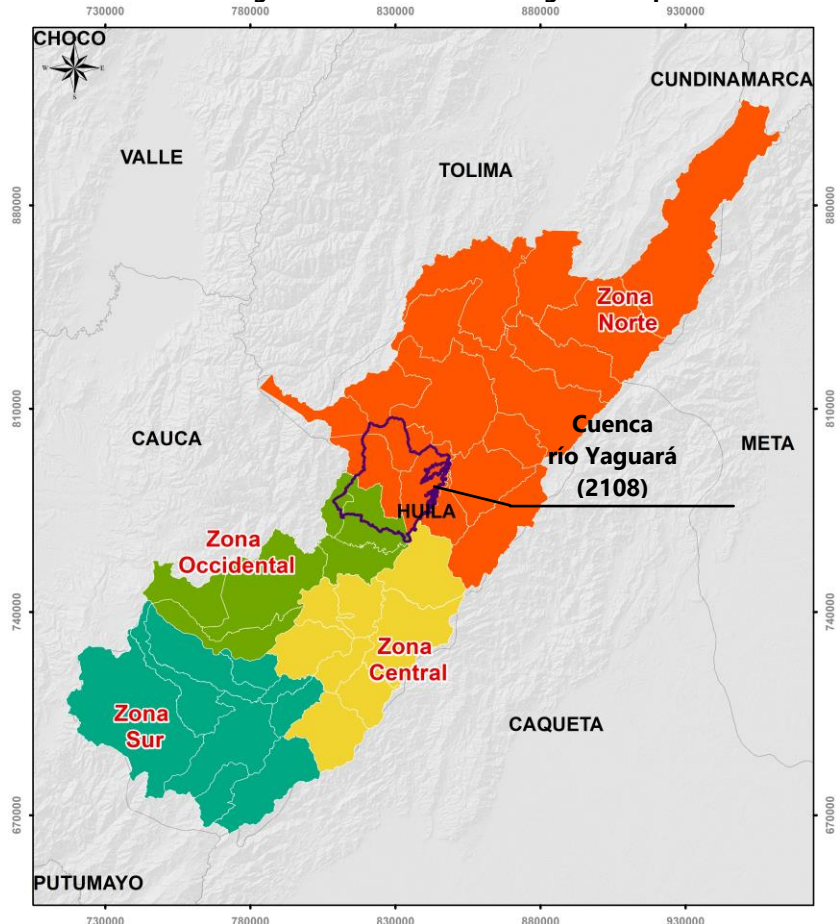
**Figura 1.3. División hidrográfica del departamento del Huila.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022. tomado de la ERA, 2019

Debido a su importancia a nivel regional en el desarrollo económico y turístico, en el marco de las subregiones del departamento del Huila identificadas como áreas que asocian municipios de acuerdo a sus características físicas, ambientales, sociales, económicas y culturales en regiones más amplias, por su ubicación la cuenca comparte la subregión occidental y la zona norte, tal como se observa en la Figura 1.4

**Figura 1.4. Localización cuenca río Yaguará dentro de las Subregiones departamento del Huila**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.-Tomado del Plan de Ordenamiento Territorial Departamental del Huila, 2019

### 1.3. Cartografía base

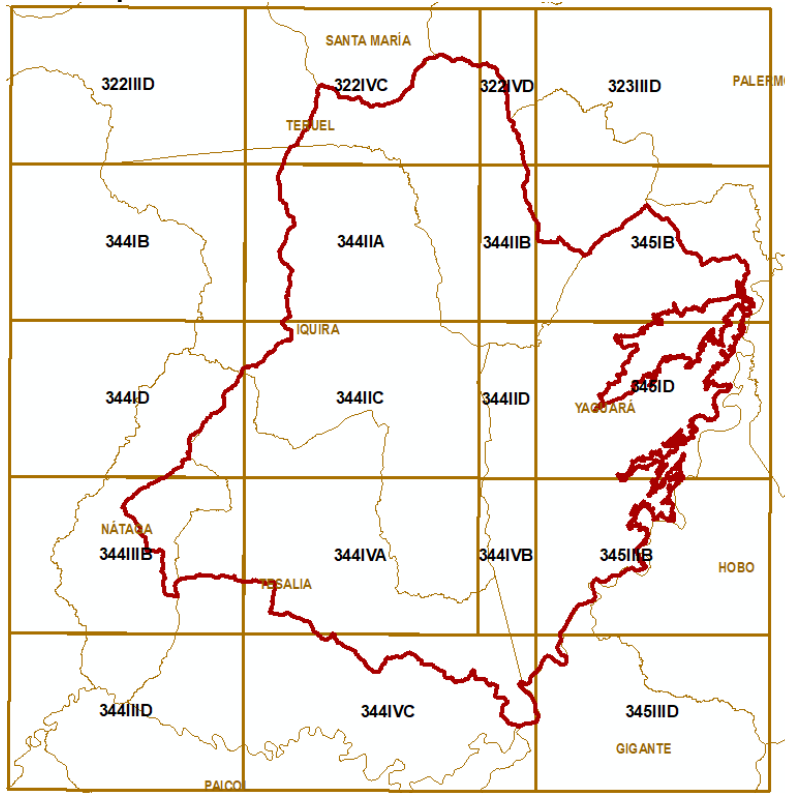
Se incluyó como información de cartografía base el modelo de datos geográfico publicado y de acceso libre por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC<sup>1</sup>), que comprende 19 planchas a escala 1:25.000 sin empalmar identificadas con los códigos: 322IVC, 322IVD, 344IIA, 344IIB, 345IB, 344ID, 344IIC, 344IID, 345ID, 344IIIB, 344IVA, 344IVB, 345IIIB, 344IVC y 345IIID que cubren en totalidad el área de la cuenca, se hace mención de la inclusión de las planchas 322IIID, 344IB, 323IIID, 344IID para completar la extensión de la representación de los productos cartográficos como mapas y salidas cartográficas.

Así mismo se integró la estructura de la base de datos geográfica manteniendo la integridad espacial, lo cual facilita su manipulación y además permite cumplir con los alcances del proyecto, tal como se aprecia en la Figura 1.5.

<sup>1</sup> <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-cartografia-y-geografia>



**Figura 1.5. Distribución de planchas, escala 1:25.000**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

En el catálogo de objetos se encuentran estructurados y organizados los datos geográficos de la cuenca, el cual está constituido por 13 conjuntos de datos espaciales asociados por temática (dataset) como se observa en la Figura 1.6, lo que facilita la lectura actual y futura de los resultados del POMCA.

**Figura 1.6. Catálogo de objetos cartografía básica POMCA río Yaguará a escala 1:25.000**

- BaseCartografica25k.gdb
  - Cobertura\_Vegetal
  - Edificacion\_ObraCivil
  - Entidades\_Territoriales\_y\_Unidades\_Administrativas
  - Impresion
  - Indice\_Mapas
  - Instalaciones\_Construcciones\_Para\_Transporte
  - Puntos\_de\_Control
  - Relieve
  - Superficies\_Agua
  - Toponimos
  - Transporte\_Aereo
  - Transporte\_Maritimo\_Fluvial
  - Transporte\_Terrestre

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022. -tomado del Modelo de datos IGAC 1:25.000, basado en NTC 5661

La actualización de cartografía base se elaboró con base en los lineamientos técnicos del IGAC y de las normas técnicas colombianas NTC 5043 – “Información geográfica. Conceptos básicos de calidad de los datos geográficos”, y la NTC 4611 “Información geográfica. Metadato geográfico”. Las especificaciones técnicas cartográficas detalladas se desarrollan en el Volumen 07 (07\_CartSIG).

#### **1.4. Plantilla general**

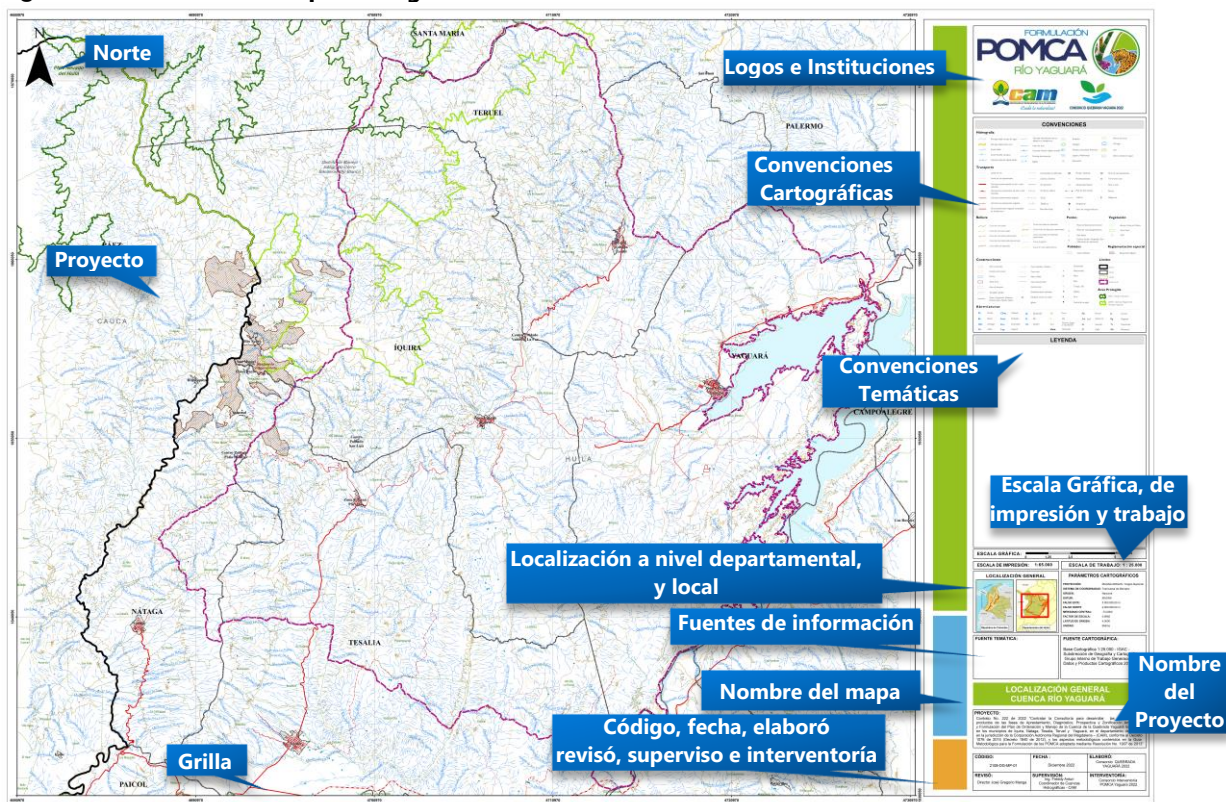
La descripción de las especificaciones técnicas para los productos cartográficos incluye, entre muchos otros componentes, el diseño e implementación de un conjunto de imágenes, colores, simbología, leyendas, escalas y diagramación que conforman un estilo cartográfico, en tal virtud, para la presentación de todos los productos cartográficos del POMCA del Río Yaguará se diseñó la plantilla general a escala 1:25.000 tanto para las salidas cartográficas como para los mapas.

El diseño de las plantillas provee los elementos gráficos: norte, escala gráfica, escala numérica, grilla, sistema de coordenadas y proyección, leyenda y convenciones, fuentes de información, logos del proyecto e instituciones, mapa de localización, participantes, fechas de publicación y elaboración, título y numeración del mapa o salida cartográfica.

Conforme a lo anterior, la información de cartografía base se estructuró en formato geodatabase, y se diseñó la plantilla general para la generación de los diferentes productos cartográficos y mapas temáticos resultantes del POMCA en la fase de diagnóstico.



**Figura 1.1. Estructura de la plantilla general**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### 1.4.1. Sistema de Referencia

De acuerdo con lo establecido en la Resolución 471 y 529 de 2020, todos los productos de la cartografía básica deben hacer uso del Marco Geocéntrico Nacional de Referencia es MAGNA-SIRGAS, establecido mediante Resolución 068 de 2005, o aquel que lo modifique o lo sustituya.

La información geográfica recopilada se encuentra organizada conforme a la Resolución 471 de 2020 a través de la cual se establece un sistema de proyección cartográfico con un único origen para Colombia, denominado «origen nacional», lo cual facilita su manipulación y, además, permite cumplir con los alcances del proyecto. La proyección cartográfica se encuentra definida en un único origen de coordenadas, con los parámetros establecidos en la Tabla 1.1.

**Tabla 1.1. Parámetros de la proyección cartográfica Origen Nacional**

Parámetro	Valor
<b>Proyección</b>	Transversa Mercator
<b>Elipsoide</b>	GRS80
<b>Origen Latitud</b>	4° N
<b>Origen Longitud</b>	73° W



Parámetro	Valor
Falso este	5.000.000
Falso norte	2.000.000
Unidades	metros
Factor de escala	0.9992
Datum	MAGNA-SIRGAS

Fuente: Resolución 471 de 2020

### 1.5. Imágenes satelitales

Es importante señalar que las imágenes satelitales son insumo básico en la elaboración y evaluación de cartografía temática de los diferentes componentes del POMCA, igualmente permite valorar las consecuencias producidas en el ambiente por eventos naturales o antrópicos; convirtiéndose en un insumo esencial dentro de los estudios de planificación y ordenamiento territorial.

En tal sentido para efectos del desarrollo del proyecto y realizar productos posteriores como análisis multitemporal es necesario la adquisición de imágenes de satélites o fotografías aéreas para facilitar el monitoreo de las coberturas de la tierra, usos de suelo, masas de agua, o la detección de fenómenos naturales o provocados por la actividad humana, evaluando la satisfacción de la escala requerida y teniendo en cuenta aspectos generales como nubosidad y contraste. Se recopilaron imágenes satelitales del programa Copernicus correspondiente al satélite Sentinel 2, estas presentan una resolución espacial de entre 10 a 60 metros, lo que facilita la interpretación y adecuación de la información en escala 1:25.000. Además, el programa proporciona imágenes multiespectrales con gran resolución y amplitud lo que permite la aplicación de diversas combinaciones de bandas para el monitoreo de coberturas de la tierra, usos de suelo, masas de agua, o la detección de fenómenos naturales o provocados por la actividad humana, por ende, se le otorga una alta calificación para el análisis de pertinencia, calidad, fiabilidad y actualidad.

Adicionalmente se descargaron imágenes del satélite LDCM (Landsat Data Continuity Mission) que proporciona la capacidad de realizar observaciones en varias combinaciones de 8 bandas de longitud de onda infrarroja que son útiles en el desarrollo del proyecto

En la Tabla 1.2 se visualizan las imágenes obtenidas para la formulación del POMCA del río Yaguará:

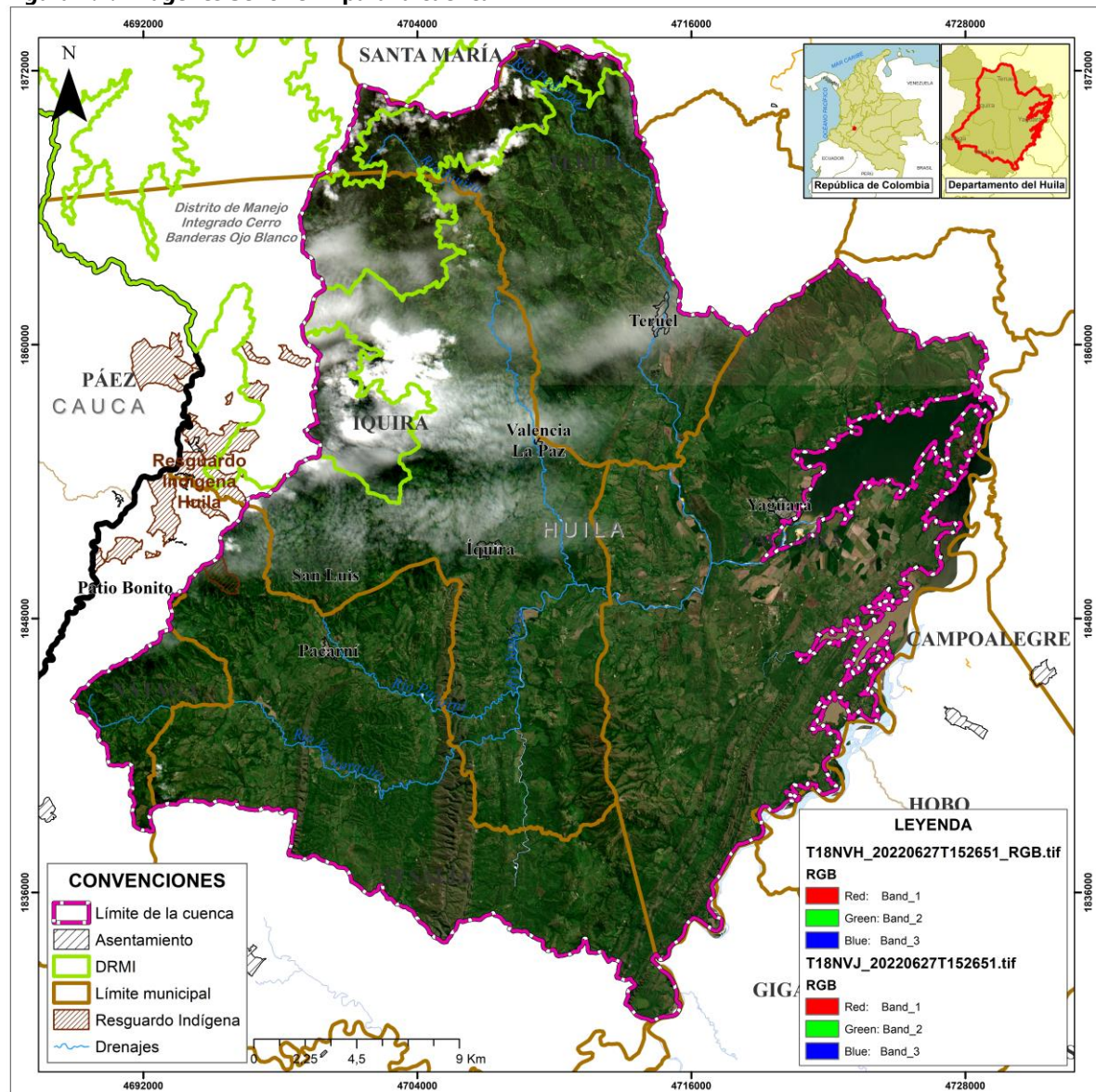


**Tabla 1.2. Relación de las imágenes de satélite utilizadas.**

Nombre de la capa o imagen	Resolución	Fuente	Año
LC08_L1TP_009058_20190818_20200827_02_T1	30 m	Landsat 8	2020
LC08_L1TP_008058_20200306_20200822_02_T1	30 m	Landsat 8	2020
S2A_MSIL1C_20220627T152651_N0400_R025_T18NVH_20220627T202753.SAFE	10,20,60 m	SENTINEL	2020
S2A_MSIL1C_20220627T152651_N0400_R025_T18NVJ_20220627T202753.SAFE	10,20,60 m	SENTINEL	2020

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 1.7. Imágenes Sentinel-2 para la cuenca**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

## 1.6. Modelo Digital de Evaluación

El Modelo Digital de Elevación (DEM) hace referencia a una estructura numérica de datos que representa la distribución espacial de una variable (cota o altura de terreno) en relación con un sistema de referencia, en una grilla ordenada de píxeles. Los DEM proveen información asociada a altura, pendientes, aspecto y dimensiones del terreno, que se utilizan para la obtención de mapas y modelos tridimensionales de la superficie terrestre.

El conocimiento del factor topográfico es un insumo básico para comprender gran parte de los procesos ocurridos en la superficie de la tierra y su aplicación en la modelación del territorio con fines de ordenamiento ambiental en áreas como geomorfología, geología, riesgos e hidrología.

A continuación, se describe la información empleada para la cuenca y la metodología aplicada para la generación del DEM mediante herramientas del software ArcGis Desktop 10.8 con las extensiones: 3D Analyst y Spatial Analyst.

### 1.6.1. Fuentes de Información

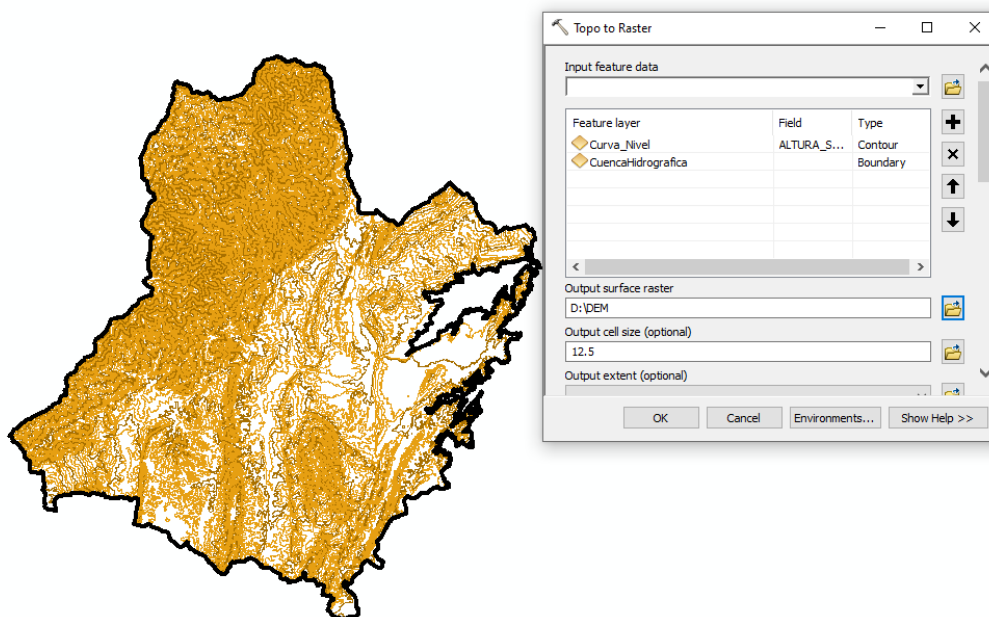
Se utilizó como información fuente la cartografía básica a escala 1:25.000 generada por el IGAC, los rasgos empleados corresponden a los contornos de curvas de nivel con equidistancias de 50 metros tipo línea, la red de drenajes, el polígono delimitado y licenciado correspondiente al Embalse de Betania y el límite definido para la cuenca del río Yaguará.

### 1.6.2. Metodología

Para la obtención del DEM, se realizó el siguiente procedimiento:

1. Identificar el relieve para cuenca, se utilizó la herramienta "topo to raster" del menú "Spatial análisis tools" en la cual se cargaron capas tales como: curvas de nivel y límite de la cuenca, con lo que se generó el DEM de la zona de estudio, exceptuando la cota 575 ya que se presentan algunas inconsistencias con la cota máxima de inundación del Embalse de Betania. El algoritmo Topo to raster consiste en un proceso iterativo de interpolación de diferencias finitas a través de una función spline finamente discretizada, en la cual la penalización sobre la rugosidad ha sido modificada para permitir que el modelo resultante acoja cambios bruscos en el terreno, como los que pueden producirse en las depresiones debidas a los arroyos en la vecindad de topografías empinadas provenientes de las curvas de nivel, tal como se observa en la Figura 1.8.

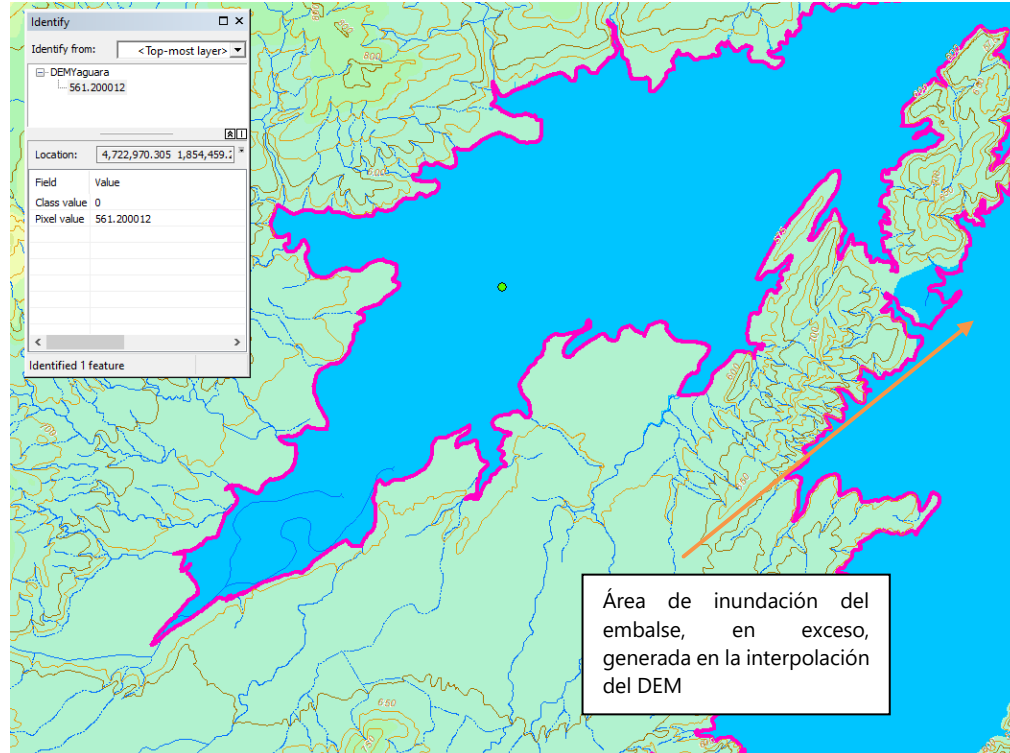
Figura 1.8. Visualización de las capas y herramienta topo to raster



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

2. El siguiente paso es el rellenado de sumideros de la superficie generada para quitar imperfecciones de los datos con la herramienta "Fill Sinks" del módulo ArcHydro para ArcGis, este proceso modifica el valor de elevación sobre el que quedaría atrapada el agua, permitiendo que esta fluya a través del modelo sin problema.
3. Con la función *Level DEM* del módulo ArcHydro para ArcGis se definió un nivel hidrostático constante a partir del polígono del Embalse de Betania, tomando en consideración que en el cuerpo de agua del embalse el espejo de agua toma valores uniformes de nivel, según su operación y la cota máxima de inundación de 561,2 msnm.

**Figura 1.9. Rectificación DEM con el Embalse**

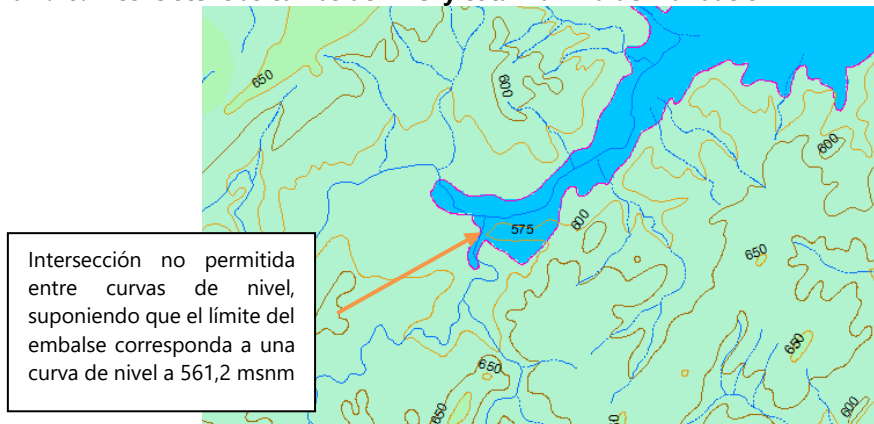


Se precisa que, a juicio del Consorcio, el límite oficial del embalse entregado por la ANLA mediante oficio No. 2022280107-2-000 de fecha 13 de diciembre de 2022, no corresponde en su totalidad a la definición de la cota máxima de inundación del embalse en 561,2 msnm. Esto se evidencia en la anterior figura, donde el proceso de interpolación y nivelado del DEM para el ajuste del embalse, genera un área de inundación que está por fuera del límite del embalse; esta área se produce por la ausencia de curvas de nivel en la zona del embalse que permitan una interpolación más detallada.

Otro hecho que confirma esta hipótesis es una zona pequeña del embalse donde el límite de su polígono intersecta curvas de nivel de otra altitud, lo cual no es posible entre curvas de nivel como se muestra en la siguiente figura



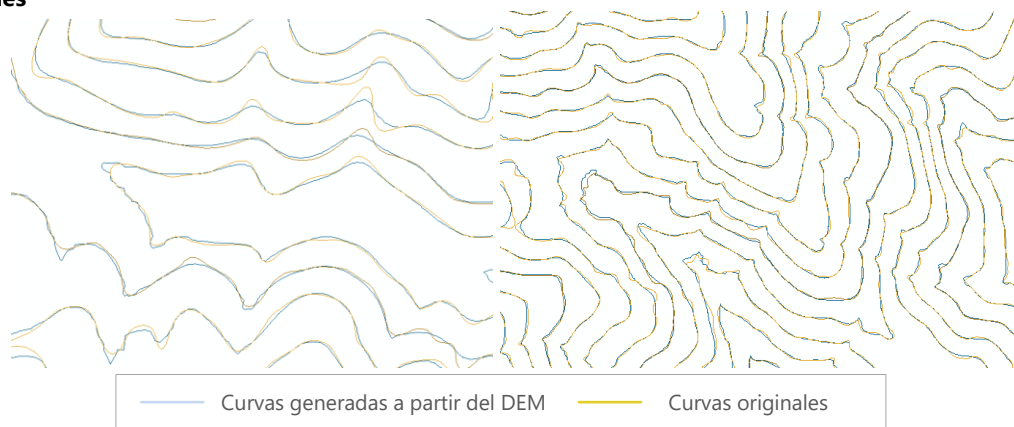
**Figura 1.10. Inconsistencias curvas de nivel y cota máxima de inundación**



4. Con la función *DEM Reconditioning* del módulo ArcHydro para ArcGis se imponen las entidades lineales que representan la red de drenaje en el DEM, lo que permite corregir efectos de la variación de la pendiente a lo largo de las corrientes, ocasionados por coberturas boscosas en las rondas de los ríos y quebradas.
5. Por último, se corrige hidrológicamente el DEM, eliminando los llamados huecos o depresiones en donde no quede el agua estancada, lo que permite el adecuado tránsito o movimiento del agua en la cuenca. Eso se realizó con la función *Fill Sink* del módulo ArcHydro para ArcGis.

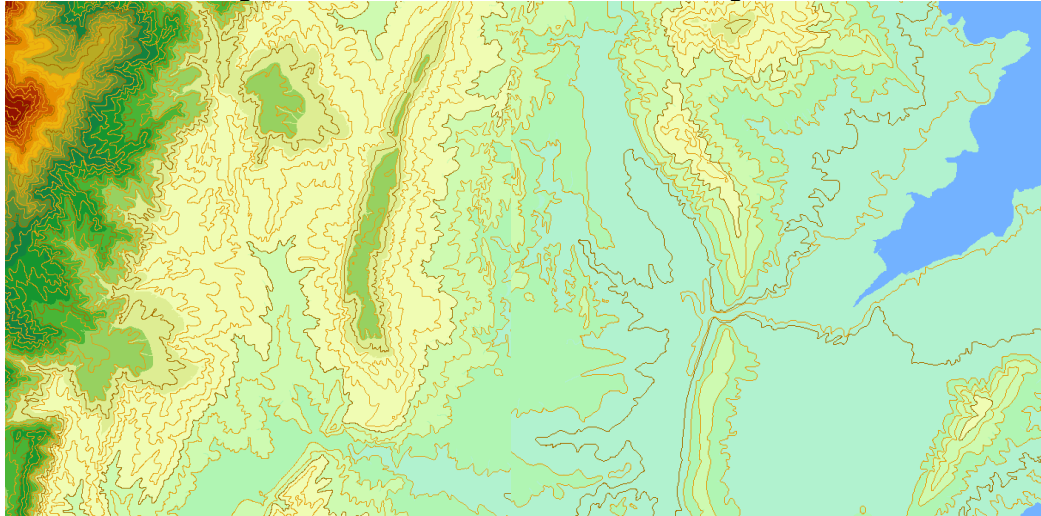
Se realizó la comparación del DEM con las curvas de nivel de la cartografía básica como se ilustra en la Figura 1.11 y Figura 1.12 encontrando que, en la mayoría de los casos, las curvas de nivel generadas por la propuesta del DEM se ajustan muy bien a las líneas de contorno originales.

**Figura 1.11. Comparación de curvas generados con el DEM propuesto y el método ArcGIS con las curvas originales**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 1.12. Resultados DEM generado con las curvas de nivel de la cartografía base**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Finalmente se obtuvo el modelo final de la Cuenca del río Yaguará (Figura 1.13), este se evaluó como el mejor insumo de aproximación al territorio debido a la topografía de la misma.

**CONVENCIONES**

- Límite de la cuenca
- ▨ Asentamiento
- DRMI
- Límite municipal
- ▨ Resguardo Indígena
- Drenajes

**LEYENDA**

**DEM**

Valor

- Alto : 3.262,26
- Bajo : 553,976

Carrera 51B N° 82 - 254, Piso 2, Oficina 26,  
C.C. Bahía, Barranquilla D.E.I.P.  
Correo electrónico: [yaguara@ecocialt.com](mailto:yaguara@ecocialt.com)

### 1.7. División político – administrativa

La caracterización de las unidades político-administrativas dentro del área de la cuenca del río Yaguará, se generó a partir de la fuente oficial del Marco Geoestadístico Nacional (MNG<sup>2</sup>) del Departamento Nacional de Estadística DANE, de acuerdo a la resolución 2222 de 2018 corresponde al sistema para referenciar la información estadística a su localización geográfica. Está constituido por áreas geográficas (departamentos, municipios, cabeceras municipales, centros poblados, veredas, rural disperso, entre otras) delimitadas principalmente por accidentes naturales y culturales, identificables en terreno y su respectiva codificación.

Conforme a la información descrita anteriormente y el MNG 2021 y 2020, se identificaron las unidades político administrativas presentes en la cuenca. Inicialmente se realizó la sobre posición de la capa de límites municipales con la capa del límite de la cuenca, y se estableció la intersección entre las dos, obteniendo como resultado la presencia de 11 municipios: Paicol, Palermo, Santa María, Gigante, Campoalegre, Hobo, Nátaga, Teruel, Tesalia, Íquira, Yaguará (Ver Figura 1.15).

El municipio con mayor porcentaje sobre el área de la cuenca corresponde al municipio de Yaguará con el 29,3%, seguido del municipio de Íquira con el 29,25%, en tercer lugar se encuentra el municipio de Tesalia con el 21,85%, le sigue el municipio de Teruel 16,7% y por último con el 2,73% se encuentra el municipio de Nátaga, es importante señalar que de los ocho municipios, tres señalados con (\*) tienen injerencia despreciable dentro de la cuenca, con porcentajes de áreas menores al 0,04% del área total, razón por la cual no fueron tomados en cuenta en el estudio, tal como se detalla en la Tabla 1.3.

**Tabla 1.3. Distribución municipal en la cuenca**

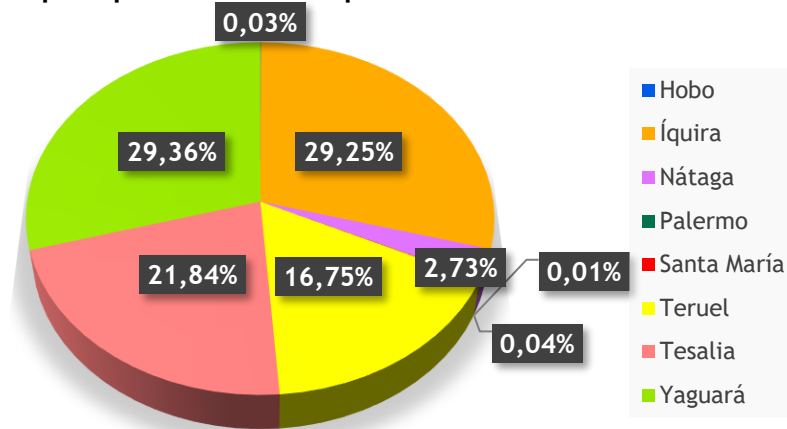
Departamento	Municipio	Área (ha)	% del municipio en la cuenca
Huila	Hobo (*)	25,96	0,03%
	Íquira	26.170,0	29,25%
	Nátaga	2.442,41	2,73%
	Palermo (*)	7,19	0,01%
	Santa María (*)	32,84	0,04%
	Teruel	14.984,44	16,75%
	Tesalia	19.541,15	21,84%
	Yaguará	26.272,62	29,36%
Total		89.476,60	100%

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

<sup>2</sup> <https://geoportal.dane.gov.co/servicios/descarga-y-metadatos/descarga-mgn-marco-geoestadistico-nacional/>

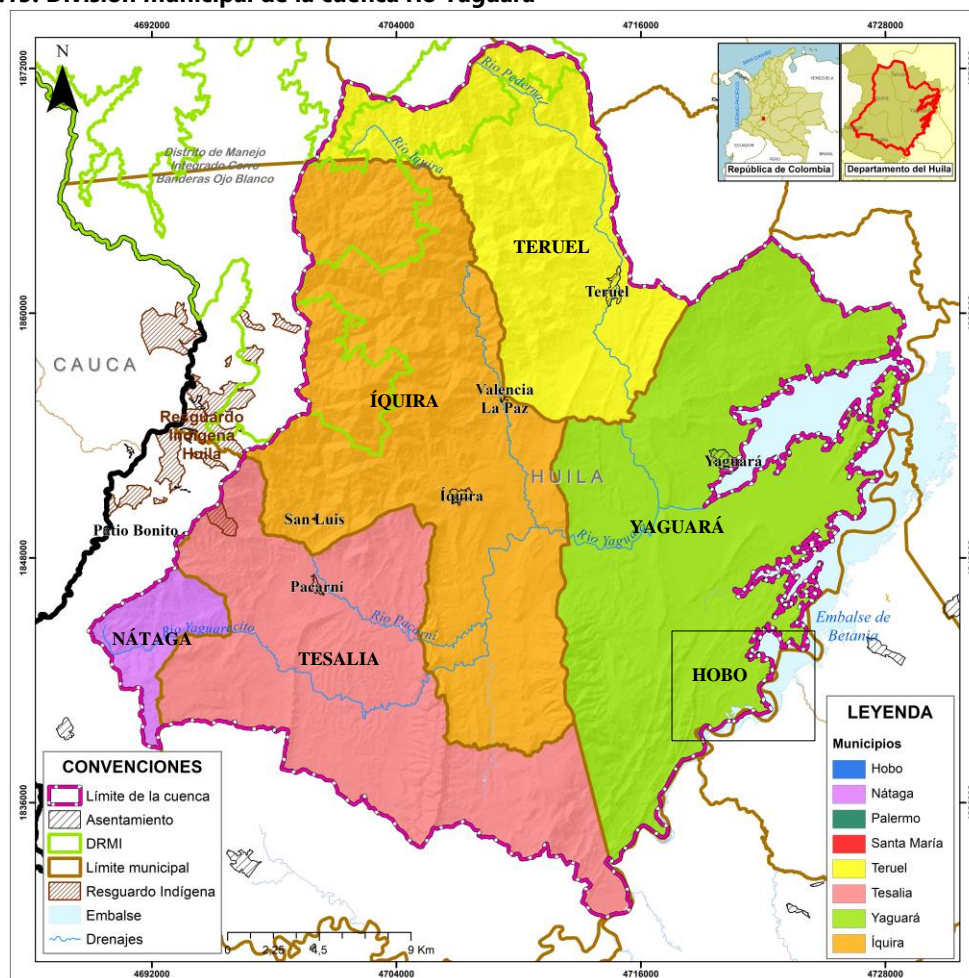


**Figura 1.14. Porcentaje de participación de los municipios en la cuenca**



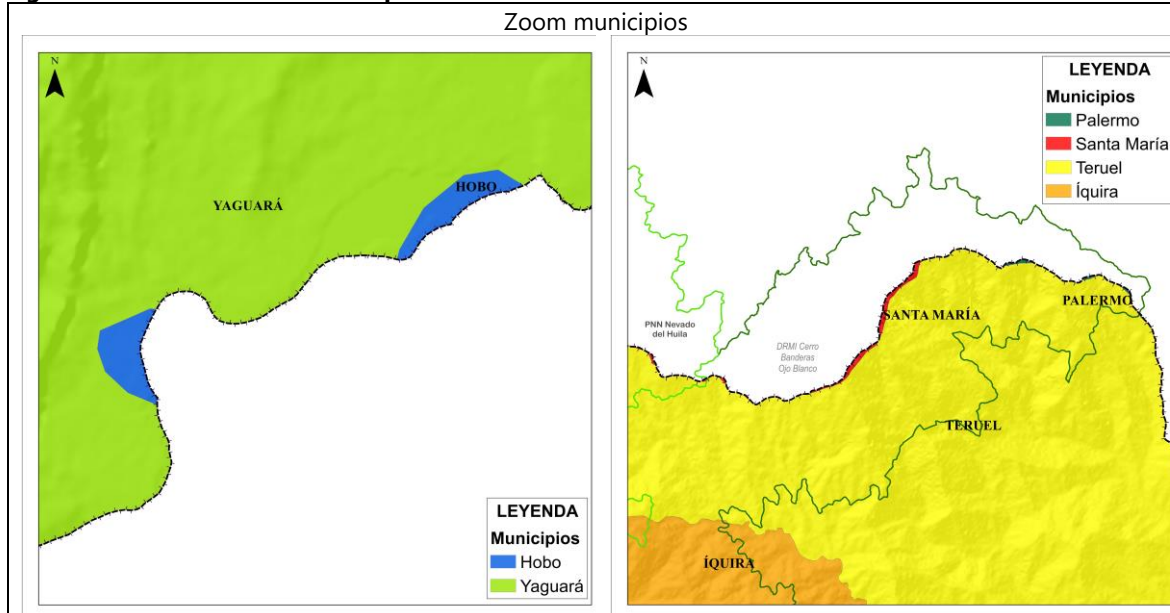
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 1.15. División municipal de la cuenca río Yaguará**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 1.16. Acercamiento municipios**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Tal como se evidencia en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, los municipios de Nátaga, Teruel, Tesalia, Íquira y Yaguará presenta una cobertura dentro de la cuenca equivalente al 99,94% del total del área, mientras que los municipios de: Palermo, Santa María y El Hobo representan una cobertura inferior al 1% (0,07 %). Tomando como referencia la delimitación de la cuenca generada por el consorcio a escala 1:25.000 y el error producido por el procesamiento cartográfico a escalas diferentes, se establece que desde el nivel municipal para la cuenca Yaguará solo presenta cobertura de los municipios de Nátaga, Teruel, Tesalia, Íquira y Yaguará.

La generalización en la cartografía establece que áreas menores de 5% del área total son menospreciadas a escalas detalladas como la 25.000 y 10.000, además con el atenuante del relieve, donde la divisoria de aguas (limite cuenca) que geográficamente forma "Cuchillas", "Filos", "Riscos", "Laderas", las cuales popularmente son divisiones políticas de predios, veredas, corregimientos, se opta por normalizar los límites a nivel de veredas con el fin de que cartográficamente sea admisible junto con el análisis de la cuenca en todas las temáticas. Estas áreas se redelimitaron hacia el municipio contiguo o con mayor área, sin embargo, el limite municipal al ser oficial no se modificó y se respetó.

El 99,7% del área de la cuenca se encuentra en el sector rural, mientras que el 0,24% corresponde a las cabeceras municipales de Íquira, Teruel y Yaguará, los centros poblados de Valencia La Paz y San Luis perteneciente al municipio de Íquira, el centro poblado de Patio Bonito en jurisdicción del municipio de Nátaga y el centro poblado de Pacarní ubicado en Tesalia. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y la Figura 1.17 se detalla el porcentaje de la división política (vereda, centro poblado y cabecera municipal) de



la cuenca, señalando que en total se encuentran 96 veredas, 4 centros poblados y 3 cabeceras municipales y el resguardo Indígena Huila.

**Tabla 1.4. División político administrativa de la cuenca río Yaguará**

Municipio	Entidad Territorial	Nombre	Área (Ha)	Porcentaje %
ÍQUIRA	Cabecera municipal	Íquira	50,20	0,06%
	Centro Poblado	San Luis	0,93	0,001%
		Valencia La Paz	5,30	0,01%
	Vereda	Alto Damitas	161,85	0,18%
		Buenos Aires	305,68	0,34%
		Cachimbo	204,57	0,23%
		Cachimbo Bajo	226,80	0,25%
		Cerro Damitas	283,53	0,32%
		Cucuana	306,77	0,34%
		El Carmen	49,06	0,05%
		El Chaparro	1.573,20	1,76%
		El Jardín	441,02	0,49%
		El Pato	893,88	1,00%
		El Recreo	314,87	0,35%
		El Rosario	645,73	0,72%
		El Tote	483,31	0,54%
		Garvanzal	386,72	0,43%
		Ibirco	971,80	1,09%
		Jaho	642,82	0,72%
		Juancho	474,23	0,53%
		La Hocha	406,42	0,45%
		Las Brisas	235,82	0,26%
		Lejanías	453,60	0,51%
		Limonar	1.081,33	1,21%
		Nazaret	1.127,46	1,26%
		Porvenir	82,05	0,09%
		Potreritos	1.077,96	1,20%
		Quebradon	2.199,09	2,46%
		Río Íquira	604,83	0,68%
		Narvaez	1.803,20	2,02%
		Río Negro	7,37	0,01%
		San Francisco	1.026,30	1,15%
		San Isidro	490,08	0,55%
		San Luis	270,62	0,30%
		Santa Barbara	2.353,58	2,63%



Municipio	Entidad Territorial	Nombre	Área (Ha)	Porcentaje %
		Santa Lucia	3.411,38	3,81%
		Villa María	1.087,32	1,22%
		Zaragoza	29,36	0,03%
Total ÍQUIRA			26.170,01	29,25%
NÁTAGA	Centro Poblado	Patio Bonito	2,37	0,003%
	Vereda	Buena Vista	330,68	0,37%
		El Alto Carmelo	109,71	0,12%
		El Orozco	178,34	0,20%
		El Teniente	155,29	0,17%
		El Triunfo	43,25	0,05%
		Las Honduras	1.001,62	1,12%
		Los Laureles	99,13	0,11%
		Patio Bonito	19,40	0,02%
		San Isidro	498,46	0,56%
Total NATÁGA			2.438,26	2,73%
TERUEL	Cabecera municipal	Teruel	78,07	0,09%
	Vereda	Almorzadero	294,10	0,33%
		Beberrecio	388,55	0,43%
		Cajuchal	92,26	0,10%
		Corrales	1.312,93	1,47%
		Estambul	1.974,08	2,21%
		Gualpi	282,21	0,32%
		La Armenia	1.917,64	2,14%
		La Cañada	1.903,95	2,13%
		La Floresta	501,07	0,56%
		La María	280,71	0,31%
		La Mina	579,61	0,65%
		Loas Herreras	347,79	0,39%
		Los Arrayanes	279,37	0,31%
		Monserrate	645,24	0,72%
		Nevado Del Huila	792,44	0,89%
		Paraiso	134,83	0,15%
		Pederal	997,39	1,11%
		Portachuelo	260,51	0,29%
		Primavera	715,76	0,80%
		Río Iquirá	310,70	0,35%
		Sinaí	318,70	0,36%
		Varas Mesón	616,06	0,69%
Total TERUEL			15.023,97	16,79%

Municipio	Entidad Territorial	Nombre	Área (Ha)	Porcentaje %
TESALIA	Centro Poblado	Pacarní	26,53	0,03%
	Resguardo Indígena	Resguardo Indígena Huila	132,01	0,15%
	Vereda	Alto de La Hocha	1.591,02	1,78%
		El Dave	1.403,82	1,57%
		El Guamal	1.428,96	1,60%
		El Moral	295,73	0,33%
		El Palmito	696,99	0,78%
		El Vergel	576,22	0,64%
		Espinal	2.709,48	3,03%
		La Esperanza	980,37	1,10%
		La Florida	812,36	0,91%
		Los Yuyos	1.855,53	2,07%
		Piedra Gorda	2.433,67	2,72%
		Potrero grande	3.386,53	3,78%
		Raspayucos	755,55	0,84%
		Sinaí	460,52	0,51%
Total TESALIA			19.545,30	21,84%
YAGUARÁ	Cabecera municipal	Yaguará	87,24	0,10%
	Vereda	Alto de La Hocha	1.129,19	1,26%
		Arenoso	3.229,21	3,61%
		Bajo Mirador	74,74	0,08%
		El Viso	2.145,85	2,40%
		Flandes	1.214,85	1,36%
		Jaguar	1.332,71	1,49%
		La Floresta	2.565,73	2,87%
		La Paz	1.061,45	1,19%
		Letran	391,85	0,44%
		Upar	1.862,49	2,08%
		Vilu	11.203,78	12,52%
Total YAGUARÁ			26.299,08	29,39%
Total general			89.476,60	100,00%

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

En la Figura 1.17 se observa el mapa de las veredas que se encuentran en la cuenca del río Yaguará.

**Figura 1.17. División político administrativa de la cuenca río Yaguará**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



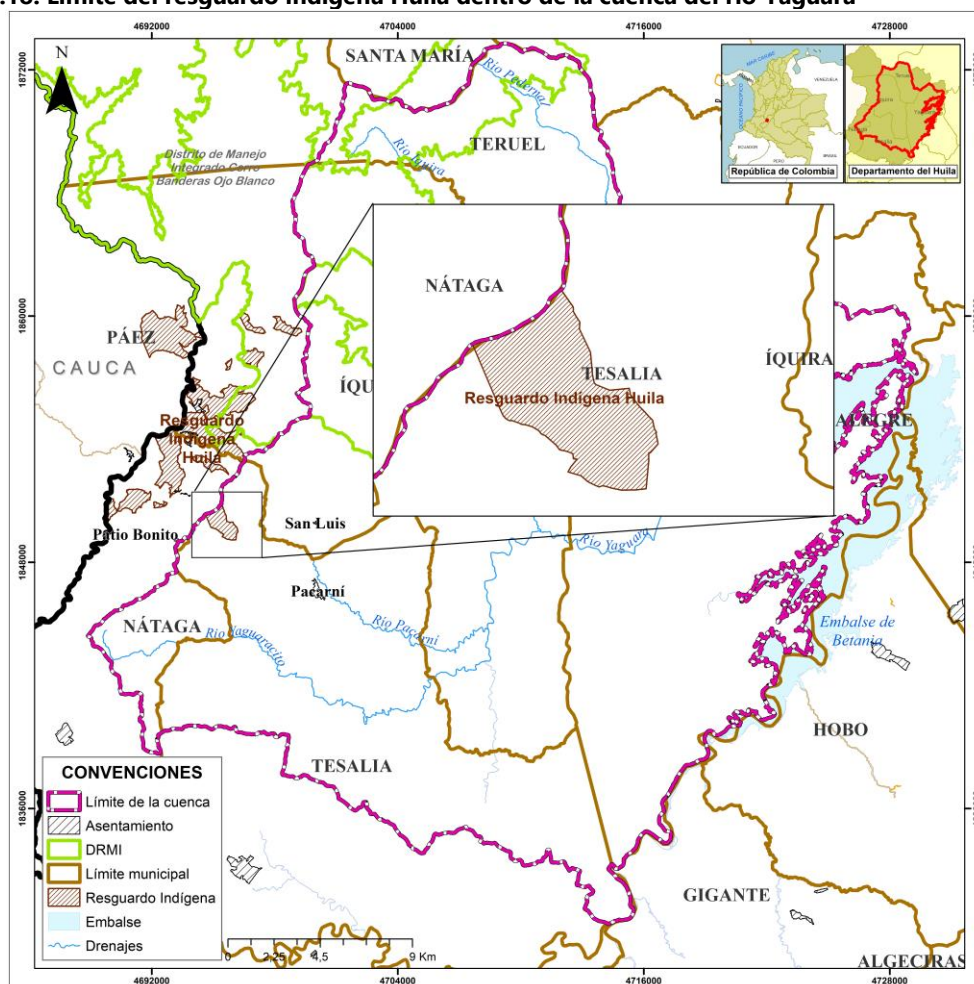
### 1.7.1. Resguardo Indígena Huila

Dentro de la cuenca del río Yaguará se encuentra ubicado el resguardo indígena Huila de la etnia Nasa/Páez con 132,01 ha en el municipio de Tesalia correspondiente al 0,15% del área total de la cuenca, fue reconocido como institución legal, territorial y sociopolítica de carácter especial mediante la Resolución No. 008 del 21 de julio de 2003

El área del resguardo Huila abarca 1.838,20 ha, comprendiendo los municipios de Nátaga, Tesalia e Íquira en el departamento del Huila y el municipio de Páez en el departamento del Cauca.

En tal sentido la formulación del Plan de Ordenamiento y Manejo de la cuenca del río Yaguará reconoce como parte del territorio el resguardo indígena Huila como se observa en la Figura 1.18.

**Figura 1.18. Límite del resguardo indígena Huila dentro de la cuenca del río Yaguará**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022..

## 2. GEOLOGÍA

La geología se utiliza como herramienta esencial para la interpretación, manejo, y desarrollo de la información litológica presente en una determinada área. Además, postulando las unidades geológicas, estructuras, y geoformas, se logra un óptimo entendimiento de las condiciones que controlan el terreno a nivel físico y composicional. Mediante la tectónica se busca el entendimiento de los fenómenos y amenazas geológicas, observados en una determinada zona.

Con la suma de estos componentes se contribuye a la determinación de agentes composicionales, procesos evolutivos, y geodinámica externa de los materiales presentes en la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará

La realización del presente informe, se basa en el manejo de dos temáticas. La primera temática corresponde a la geología básica local de la cuenca, esta se divide en (3) fases de ejecución, en ellas se desarrolla la metodología que compila y analiza la información, ejecutando así las actividades que establecen las etapas del desarrollo del POMCA. Dentro de las fases desarrolladas en la metodología del presente estudio se encuentran fase de pre-campo, fase de campo y fase postcampo; para la fase pre-campo se realizó una revisión bibliográfica de estudios anteriores realizados en la zona de la cuenca, se obtiene información que permiten el desarrollo del alcance y objeto del POMCA, desarrollando de esta forma la información descrita en los ejes de geología regional, estratigrafía, litología, geología estructural y geología económica de la zona de estudio. Además, a través del software ArcGIS se realizó la foto interpretación que sirvió para evaluar y diseñar las rutas de acceso, así como también para visualizar los tipos de drenajes, las estructuras, lineamientos y geoformas de dicha zona. Para la fase de campo se hace una revisión de toda la información obtenida de la fase anterior, además de corroborar su exactitud se hacen correcciones si así lo amerita y se proceden a hacer levantamientos en forma de estaciones a los componentes litológicos, geomorfológicos, y estructurales, toda vez que esto sea realizado se procede a la tercera fase postcampo, en esta toda la información obtenida en la primera fase se compara con la levantada en campo segunda fase, para generar un producto final que sea el complemento de las dos fases iniciales, teniendo como resultado mapas finales, determinación de zonas críticas a nivel de amenaza y vulnerabilidad por acciones dinámicas del terreno, además de un entendimiento general de los factores geológicos estudiados a detalle.

Las unidades geológicas superficiales (UGS) o geología para ingeniería corresponde la segunda temática desarrollada, relacionadas al conjunto de materiales que conforman la superficie; estas se encuentran vinculadas con la geología básica local, pero el desarrollo metodológico se basa en cruce de capas vinculadas a otras temáticas en las que se encuentra la geomorfología, la zonificación preliminar de amenazas y como se mencionó anteriormente la reinterpretación de la información de la cartografía geológica del S.G C.



El informe geológico plasmado en este documento y los mapas de geología básica local y unidades geológicas superficiales-UGS, conforman a los productos entregados en el desarrollo de este capítulo de geología, en el que se describen las características litológicas y estructurales de la Cuenca Hidrográfica del Río Yaguará, constituyéndose con un insumo multipropósito para el desarrollo de las demás temáticas requeridas para la realización del POMCA de la cuenca hidrográfica del río Yaguará.

## **2.1. Alcance**

El alcance del informe geológico es desarrollar y generar la cartografía geológica a escala 1:25.000 y caracterización de las unidades geológicas superficiales de geología para ingeniería de la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará, de acuerdo con los términos de referencia establecidos por la Corporación Autónoma Regional Del Alto Magdalena y la Guía del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, constituyéndose un insumo para el desarrollo de las demás temáticas requeridas. En la ejecución de la caracterización geológica de la cuenca del Río Yaguará se realizaron procesos de fotointerpretación geológica requerida en escala 1:25000, se ajustaron los contactos de las unidades geológicas y se caracterizaron y describieron las UGS.

## **2.2. Aspectos generales**

### **2.2.1. Información utilizada**

- La información secundaria utilizada fue el "LEVANTAMIENTO GEOLÓGICO PLANCHA 322 SANTA MARÍA, GEOLOGÍA DE LA PLANCHA 345 CAMPOALEGRE y MAPA GEOLÓGICO DE COLOMBIA PLANCHA 344 TESALIA". A escala 1:100.000".
- La información primaria levantada, en esta se involucra la fotointerpretación obteniendo de este proceso las unidades geológicas superficiales, los recorridos a realizar, los levantamientos de perfiles de campo, muestreo, descripción de las unidades de roca y suelo se levantaron en la fase de campo.

### **2.2.2. Metodología**

Para este capítulo se sigue la estructura definida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), estructura utilizada en la guía técnica para la formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas, implementando en ella una fase de aprestamiento y una fase de diagnóstico.

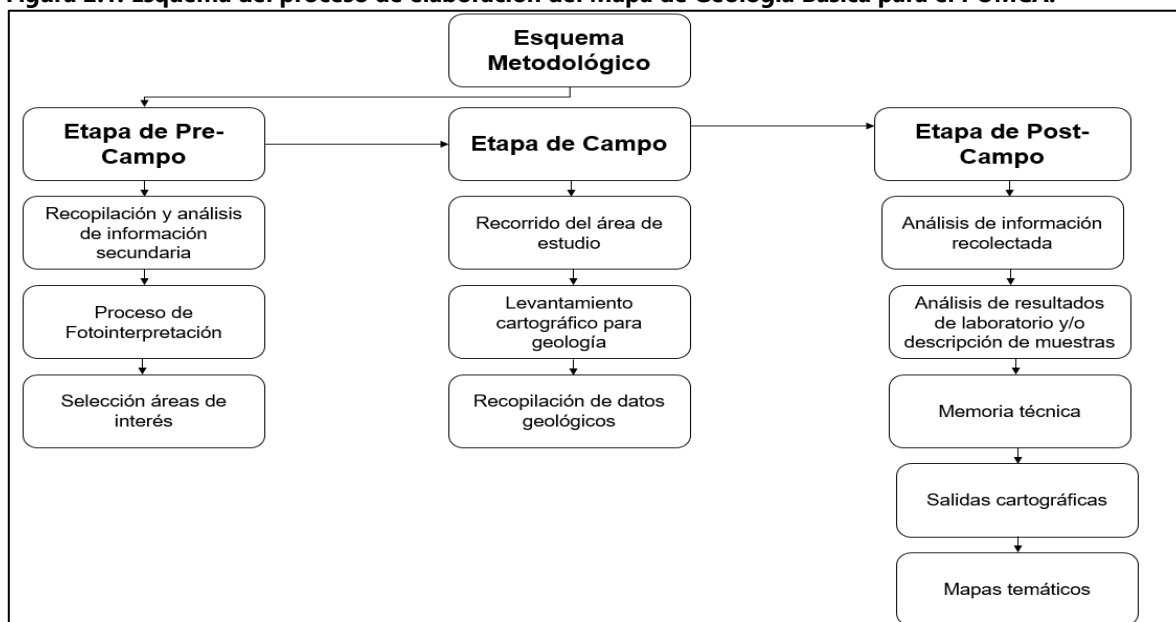
- Fase de Aprestamiento: para esta fase se realiza un plan de trabajo, recopilación y análisis de información existente (información bibliográfica, descarga de memorias y planchas del Servicio Geológico Colombiano (SGC).

- Fase de Diagnóstico: para esta fase se proceden a realizar las salidas de campo, caracterización geológica de la cuenca, compilación, análisis, consolidación de la información, y elaboración de la cartografía geológica.

Como primera instancia para el componente de geología, es la obtención como producto e insumo principal el mapa de geología básica con su respectivo informe geológico, esto con el fin de identificar y localizar los diferentes tipos de rocas, depósitos geológicos, la distribución de las unidades litoestratigráfica, y las características estructurales existentes en la cuenca.

En el siguiente esquema se muestra en resumen las actividades desarrolladas para la obtención de los productos mencionados.

**Figura 2.1. Esquema del proceso de elaboración del Mapa de Geología Básica para el POMCA.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

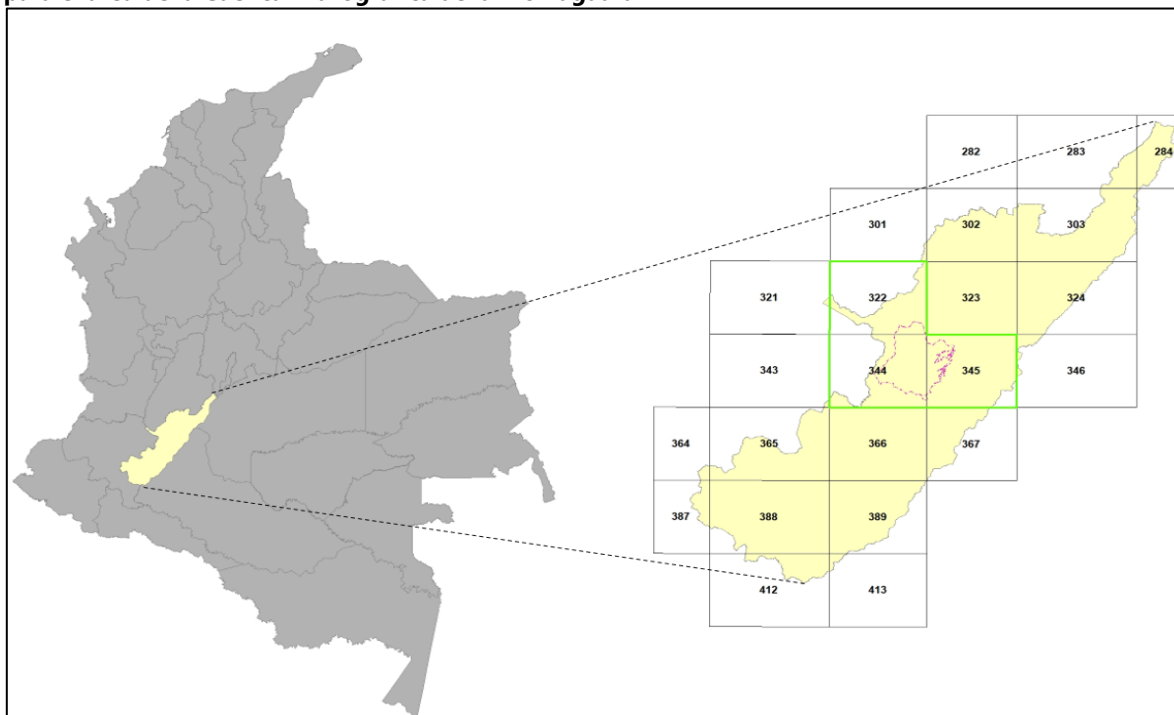
La metodología empleada en el desarrollo del eje temático de Geología para llegar a la elaboración del Mapa de Geología Básica con Fines de Ordenación de Cuencas Hidrográficas y su memoria técnica, permite agrupar las actividades ya mencionadas de la siguiente manera:

#### **2.2.2.2. Etapa de Pre-Campo**

Esta fase hace referencia a la compilación, revisión, análisis y validación de información secundaria existen. En el que se determinó emplear como principal insumo para la cartografía geológica:

LEVANTAMIENTO GEOLÓGICO PLANCHA 322 SANTA MARÍA, GEOLOGÍA DE LA PLANCHA 345 CAMPOALEGRE y MAPA GEOLÓGICO DE COLOMBIA PLANCHA 344 TESALIA". A escala 1:100.000 del Servicio Geológico Colombiano-SGC, antiguo INGEOMINAS, en el que se incluye de manera fiable información primaria para el análisis y elaboración del contexto geológico presentado.

**Figura 2.2. índice de planchas topográficas y ubicación fisiográfica de la zona de estudio ESC 1:100.000 para el área de la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

El apoyo en la fotointerpretación de ortofoto y modelo digital de terreno con resolución espacial a 12.5 m, permitió la construcción de los modelos de sombras del terreno y mapa de pendientes de la Cuenca, los cuales fueron insumos fundamentales para la obtención de las salidas cartográficas preliminares a la salida de campo.

Basado en la compilación, revisión, análisis e interpretación de los insumos anteriormente mencionados, se generó la salida cartográfica preliminar a escala 1:25.000, en el que se muestra la distribución de las unidades expuestas en el área de estudio y los principales rasgos estructurales que tienen incidencia en esta zona; sobre esta salida cartográfica se realizó la planeación de los puntos de control en campo sobre las vías de acceso y drenajes, con el fin de corroborar distribución especiales de las unidades y determinar las características que embarca el contexto geológico de la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará

### 2.2.2.3. Etapa de Campo

Se realizó el trabajo de campo en un área aproximadamente de 938.92 km<sup>2</sup>, incluida en la plancha topográfica a una escala de 1: 100.000 y sirvió para verificar y realizar un control litológico-estructural donde se definieron las características de las unidades.

De acuerdo con lo propuesto para la fase de campo se realizaron los recorridos, en los que se verificaron 94 puntos de control, recorriendo aproximadamente un 60% del área de estudio de la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará. En los puntos de control realizados se suministró cada detalle de los afloramientos encontrados en los formatos de caracterización geológica del Servicio Geológico Colombiano, como también en la libreta de campo. En estos colectores de información se llenó: fecha, hora, coordenadas, altura descripción de dicho afloramiento, descripción geomorfológica, descripción de la muestra de mano y a su vez se tomaron como referencia diagramas de clasificación como el de Streckeisen (1976), Folk (1962), Castro Dorado (1989) y Schmidt (1981), los cuales permitieron describir las características composicionales y texturales de las rocas. Cabe resaltar que fueron recogidas muestras de roca en cada afloramiento para verificar su composición mineralógica y así conocer qué tipo de roca aflora en cada estación. Además, se tomaron datos estructurales de estratificaciones, familias de diaclasas, foliación, planos de falla, bandeamiento, plano axial y flancos de pliegues y se establecieron la relación espacial entre las diferentes unidades. En la siguiente tabla se muestra el tramo recorrido en campo

**Tabla 2.1. Recorridos desarrollados en campo**

RECORRIDO	JUSTIFICACIÓN DEL RECORRIDO	RESULTADO OBTENIDOS	FOTOGRAFIA DEL RECORRIDO
Vía Iquira, Pacarní, Nátaga, Tesalia.	Identificación de las rocas pertenecientes a las formaciones Bache, Potrerillo, Tesalia, Hondita – Loma Gorda, Saldaña, y depósitos aluviales.	Verificación de unidades ígneas Plutónicas y vulcano sedimentarias, Rocas Metamórficas, Rocas sedimentarias, deposito aluvial.	

RECORRIDO	JUSTIFICACIÓN DEL RECORRIDO	RESULTADO OBTENIDOS	FOTOGRAFIA DEL RECORRIDO
Vía Iquira, Valencia, La paz, Teruel.	Identificación de las Rocas pertenecientes a las formaciones Palermo, La Tabla, y Seca, además del complejo Aleluya, Grupo Olini, Terrazas Pumiticas y Batolito de Ibagué.	Verificación de unidades ígneas Plutónicas y vulcano sedimentarias, Rocas Metamórficas, Rocas sedimentarias, deposito aluvial.	 
Vía Iquira, Yaguará.	Identificación de las Rocas pertenecientes a las formaciones, La Tabla, Seca, Bache, Hondita, Loma gorda, además del, Grupo Olini, Terrazas Pumiticas,	Verificación de unidades ígneas Plutónicas y vulcano sedimentarias, Rocas Metamórficas, Rocas sedimentarias, deposito aluvial.	 

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

En la fase de campo, se obtuvo información de las características de las rocas y depósitos aflorantes en el área de estudio, se verificaron los contactos, las estructuras locales (fallas, lineamientos y pliegues), datos de foliación y se identificaron procesos erosivos activos e inactivos que se desarrollan sobre los materiales observados. A continuación, se muestra la tabla que contiene información acerca de las estaciones recopiladas en campo de la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará

**Tabla 2.2. Estaciones levantadas en campo en la cuenca hidrográfica del rio Yaguará.**

ESTACIÓN	COOR ESTE	COOR NORTE	ALTURA (M.S.N.M)	DESCRIPCIÓN
<b>AMRKPY-001</b>	4689751,0	1842126,5	1686	Se evidencia un macizo rocoso fracturado, moderadamente competente, con un grado de meteorización moderado a avanzado con abundante vegetación, de color blanco a verdoso.
<b>AMRKPY-002</b>	4690307,2	1842077,9	1809	Se observa un macizo rocoso muy fracturado, con una meteorización moderada, competente de color rojizo, con

ESTACIÓN	COOR ESTE	COOR NORTE	ALTURA (M.S.N.M)	DESCRIPCIÓN
				bastante vegetación alrededor, dimensiones de 3 metros de alto por 4 metros de ancho, asociado a la formación Saldaña.
<b>AMRKPY-003</b>	4692185,8	1844483,1	1370	Estación para descripción geomorfológica en la que se observan laderas estructurales, lomeríos, se ubican en el suroeste de la cuenca Yaguará, sobre la formación caballo, Litológicamente compuesta por arenisca cuarzosa de grano medio a grueso.
<b>AMRKPY-004</b>	4692707,1	1845079,1	1410	El afloramiento se encuentra en un corte de la ladera, muy meteorizado y con abundante vegetación, poco competente y fracturado hacia la parte superior, se observa la intrusión de un dique de pocos centímetros, la dimensión del afloramiento es de aproximadamente 4 metros de alto por 8 metros de ancho; perteneciente al batolito de Ibagué.
<b>AMRKPY-005</b>	4693720,2	1845249,9	1388	Se observa un movimiento en masa y procesos de erosión sobre una ladera escarpada. El movimiento se asocia a las lluvias con una estabilidad latente, presenta extensión lateral, se caracteriza el movimiento traslacional.
<b>AMRKPY-006</b>	4695508,6	1844703,4	1120	El afloramiento se encuentra en un corte lateral de la ladera, donde se observa capas estratificadas, meteorización moderada y cubierto por capa vegetal sobre la ladera.
<b>AMRKPY-007</b>	4696498,0	1844213,0	1078	Se observa un afloramiento en un talud muy fracturado, con meteorización baja, abundante vegetación de color amarillo a blanco.
<b>AMRKPY-008</b>	4691493,5	1841851,4	1936	Descripción geomorfológica en la que se observan laderas estructurales y lomeríos, se ubica al suroeste de la cuenca, sobre la



ESTACIÓN	COOR ESTE	COOR NORTE	ALTURA (M.S.N.M)	DESCRIPCIÓN
				formación caballos, compuesta por areniscas principalmente.
<b>AMRKPY-009</b>	4692009,9	1842031,7	1905	Afloramiento sobre el corte de la vía se observa muy meteorizado, con abundante vegetación, roca poco competente estratificada con estructuras de cargas o erosión como surcos en la base de la capa.
<b>AMRKPY-010</b>	4692474,3	1842315,7	1780	Macizo rocoso al pie de la ladera, muy meteorizado y poco competente, la roca se encuentra muy alterada se observa fracturado con dos familias de diaclasas principales.
<b>AMRKPY-011</b>	4695614,2	1842483,9	1244	Se observa un afloramiento en corte de un talud, estratificado perteneciente al grupo Olini - Formación la Tabla, se observa fracturado, poco competente y meteorizado de poca vegetación.
<b>AMRKPY-012</b>	4696763,8	1841293,7	1038	Estación para descripción geomorfológica en la que se observan lomas estructurales y laderas contrapendiente, Lomerío ubicado al suroriente de la cuenca, en la formación la tabla y grupo Olini.
<b>AMRKPY-013</b>	4702503,5	1847518,9	1136	Afloramiento en la ladera abrupta, muy fracturado, competente, poca vegetación se ubica en la formación Saldaña, presenta un color negro con oxidación de color amarillo y naranja.
<b>AMRKPY-014</b>	4704442,5	1848132,8	1158	El afloramiento se encuentra en el corte de la vía, en una curva que expone la estratificación de la formación potrerillo, se observan capas gruesas y medias de areniscas conglomerados y arcillas principalmente meteorizado.
<b>AMRKPY-015</b>	4705702,1	1852717,4	1349	Se observa un macizo muy meteorizado con presencia de fallamiento, el talud se encuentra muy fracturado y meteorizado, con moderada vegetación, perteneciente a la formación Saldaña, no se logra distinguir la roca parental por el estado de saprolitización; sin embargo,

ESTACIÓN	COOR ESTE	COOR NORTE	ALTURA (M.S.N.M)	DESCRIPCIÓN
				en el piso de la vía se logra una muestra moderadamente competente identificada como toba.
<b>AMRKPY-016</b>	4705381,4	1852532,8	1327	Se observa movimiento en masa, y proceso de erosión sobre una ladera escarpada, el movimiento se asocia a lluvias encontrándose latente, y sin ninguna obra o medida de contención.
<b>AMRKPY-017</b>	4712419,8	1838452,3	1244	Se observa un pequeño afloramiento sobre un camino de herradura; muy meteorizado con rastros de oxidación y materia orgánica.
<b>AMRKPY-018</b>	4712386,7	1837968,6	1260	Descripción geomorfológica, se observan pendientes suaves a abruptas, con laderas estructurales lomeríos ubicados hacia el NE y SW de la cuenca de Yaguará.
<b>AMRKPY-019</b>	4711033,9	1835874,5	1109	Se observa un afloramiento en un corte de talud estratificado con capas de baja inclinación, poca vegetación y meteorización, se observa un fracturamiento laminar en las capas o unidades de rocas.
<b>AMRKPY-020</b>	4710953,0	1835920,4	1100	El afloramiento se ubica sobre la vía y una parte superior al pie de la ladera, un macizo muy fracturado y meteorizado, con abundante vegetación en la ladera.
<b>AMRKPY-021</b>	4710842,0	1836016,0	1078	Esta estación se ubica a pocos metros de la estación anterior, se observa en perspectiva una inclinación diferente al estrato anterior, y la litología varía, e la vía se observa rodados de rocas calcáreas y con ciertos porcentajes de fósiles.
<b>AMRKPY-022</b>	4710352,5	1835920,8	1009	Se describe la geomorfología observada y los procesos de erosión presentes, se observan pendientes suaves, abruptas, y muy abruptas a escarpadas, lomeríos suaves laderas alargadas y alomadas

ESTACIÓN	COOR ESTE	COOR NORTE	ALTURA (M.S.N.M)	DESCRIPCIÓN
				sobre las unidades geológicas, de la formación Bache, Palermo, y la Seca.
<b>AMRKPY-023</b>	4708374,8	1834394,3	867,68	Estación geomorfológica se observa una ladera abrupta y escarpada, definidas por estratos dentro del cerro negro parte este del sinclinal de Tesalia; esta estratificación se asocia a las formaciones Palermo, Bache, y Tesalia.
<b>AMRKPY-024</b>	4708491,8	1845998,3	720	Descripción del cuaternario sobre las terrazas pumíticas, se observa una terraza del río callejón, con una geomorfología plano a llanuras de inundación, se realiza una descripción del perfil de suelo encontrado en la pared de la terraza de aproximadamente 3 a 4 metros de altura. las terrazas se identifican tres granulometrías de base a techo se identifican unas arcillas rojas con intercalaciones grises y areniscas finas, seguido de cantos redondeados a subredondeados con un plano caótico; el conglomerado se distingue pumítico, y seguido se observa nuevamente una capa de arcillas rojas.
<b>AMRKPY-025</b>	4707918,5	1848974,8	841	Afloramiento que se encuentra en una ladera de baja pendiente alomada larga, muy meteorizada con abundante vegetación y poca compactación, se observa fractura concoide o modelamientos irregular y ondulares por erosión.
<b>AMRKPY-026</b>	4707498,3	1847995,3	748	Capa estratificada muy meteorizada y fracturada con abundante vegetación, el afloramiento se ubica en la formación Palermo.
<b>AMRKPY-027</b>	4708077,4	1850410,1	998	El afloramiento se encuentra en una balastera de material con clastos y arenas, cuerpo conglomerático de gran espesor con procesos emocionales como surcos y cárcavas de color rojizo, se observan cantos de depositación.

ESTACIÓN	COOR ESTE	COOR NORTE	ALTURA (M.S.N.M)	DESCRIPCIÓN
<b>AMRKPY-028</b>	4708823,9	1853109,4	926	El afloramiento corresponde a un material conglomerático en el cual funciona una balastera, capas gruesas de conglomerados con lentes arenosos y arcillosos de color rojizo correlacionable con la estación anterior.
<b>AMRKPY-029</b>	4714757,3	1860152,4	827	Estación geomorfológica, se observa una planicie sobre el cuaternario que corresponde a las terrazas puniticas, laderas denudacionales correspondientes a la formación seca y hacia el noreste el batolito de Ibagué como sierras denudadas.
<b>AMRKPY-030</b>	4706364,8	1858890,8	1263	Descripción geomorfológica, en la que se observa lomeríos con crestas subredondeadas y agudas, así como laderas largas y alomadas que moldean la unidad geológica del batolito de Ibagué.
<b>AMRKPY-031</b>	4706404,5	1858189,8	1221	El afloramiento se encuentra sobre una ladera, muy meteorizada y fracturada, con tres familias de diaclasas principales, abundante vegetación, de color amarillo a naranja la roca no es competente en algunos sectores del talud y un poco más fresca en otra.
<b>AMRKPY-032</b>	4708227,5	1857403,0	1079	Se observa un afloramiento sobre el talud en una ladera muy inclinada correspondiente a un cuerpo ígneo del batolito de Ibagué.
<b>AMRKPY-033</b>	4709743,0	1856246,4	977	Se observa un deslizamiento tipo flujo asociado a las lluvias, latentes sin ninguna obra de contención, se presenta de modo simple y con <50% en finos, se observan algunos efectos de erosión, como superficies laminares en un estado medio detonado por las lluvias.
<b>AMRKPY-034</b>	4709828,1	1856597,8	936	El afloramiento se encuentra al costado de la vía, y al pie de una balastrea, de la balastrea se extrae un material conglomerático poco o nada maduro, es un material muy suelto y erosionado.

ESTACIÓN	COOR ESTE	COOR NORTE	ALTURA (M.S.N.M)	DESCRIPCIÓN
<b>AMRKPY-035</b>	4710204,5	1857728,9	1130	El afloramiento se encuentra en el frente de explotación de una mina, no se distingue una roca fresca encajaste, macroscópicamente se observa una roca de color blanco correspondiente a la mineralización de la dolomita, sus colores varían de blanco a gris y presentan minerales como la pirolusita.
<b>AMRKPY-036</b>	4710817,6	1857888,7	698	Se evidencia un proceso de deslizamiento, asociado a lluvias, latente sin medida u obra de contención, se presenta de modo simple, traslacional con el <50% de finos, se observa pequeños efectos de erosión laminar por lluvias.
<b>AMRKPY-037</b>	4714310,6	1854436,8	700	Extracción de dolomita y material de recebo, se evidencia un frente de explotación muy fracturado por acción de procesos de extracción, la mineralización llega hasta la superficie, no se distingue la roca caja, pero en el recorrido se logra evidenciar cuerpos ígneos correspondientes al Batolito de Ibaqué.
<b>AMRKPY-038</b>	4710692,5	1869572,4	1764	Estación geomorfológica en la que se observan lomeríos ubicados en la formación Saldaña, con morfología de lomas alargadas pendientes abruptas, inclinadas laderas rectas, convexas y cóncavas con drenajes tipo galería dendrítico.
<b>AMRKPY-039</b>	4712765,2	1868665,8	1449	Se evidencia un movimiento en masa tipo flujo asociado a las lluvias, sin ninguna obra o medida de contención, el movimiento se realiza de manera traslacional.
<b>AMRKPY-040</b>	4712882,9	1868455,9	1435	Movimiento en masa asociados a lluvias en estado latente y sin medida u obra de contención, relaciona a un flujo traslacional simple de >50% de gruesos, se evidencia proceso de erosión laminar incipiente asociado a lluvias.

ESTACIÓN	COOR ESTE	COOR NORTE	ALTURA (M.S.N.M)	DESCRIPCIÓN
<b>AMRKPY-041</b>	4713169,0	1868054,9	1376	Se evidencian movimientos en masa asociados a las lluvias, de manera latente y sin ninguna medida u obra de contención, deslizamiento traslacional simple >50% de grueso, no se observan procesos erosivos sobre el movimiento.
<b>AMRKPY-042</b>	4713301,0	1867819,9	1346	Se observa un movimiento en masa, clasificado como deslizamiento traslacional simple con >80% de gruesos, asociados a lluvias se encuentra latente sin ninguna obra o medida de contención.
<b>AMRKPY-043</b>	4713397,5	1867736,9	1337	Movimiento en masa clasificado como un deslizamiento traslacional simple con >50% de gruesos latente, sin ninguna obra o medida de contención, el factor desencadenante del fenómeno es asociado a lluvias.
<b>AMRKPY-044</b>	4713846,0	1867381,2	1446	Se observa movimiento en masa ocasionado por un deslizamiento traslacional simple >50% de grueso asociado a lluvias, latente sin ninguna obra o medida de contención.
<b>AMRKPY-045</b>	4713892,9	1867357,9	1285	Se observa movimiento en masa de tipo flujo de detritos asociado a lluvias, inestable sin ninguna medida de control movimiento simple >50% de gruesos, pérdida de material de media a alta.
<b>AMRKPY-046</b>	4717601,5	1860953,1	913	Estación geomorfológica, en la que se observan lomeríos de laderas cortas sobre la formación seca, con morfología de laderas convexas y cóncavas, cortas pendientes suaves a inclinadas drenajes subdendrítico a dendrítico en un ambiente denudacional de laderas erosivas, barras homoclinales.
<b>AMRKPY-047</b>	4717006,2	1860942,1	880	El afloramiento se encuentra en el piso del camino, en el que se observa un montículo con continuidad lateral, erosionado, moderadamente meteorizado, y poco competente.





ESTACIÓN	COOR ESTE	COOR NORTE	ALTURA (M.S.N.M)	DESCRIPCIÓN
<b>AMRKPY-048</b>	4715329,1	1860828,9	873	Estación geomorfológica, se observan lomeríos denudados, erosionados con laderas cortas y alargadas de morfología alomada y colinada con pendientes suaves a inclinadas además se observan morfologías montañosas a colinadas y cimas agudas, con drenajes sub-paralelos, en un ambiente denudacional en la que se identifican sierras homoclinales principalmente.
<b>AMRKPY-049</b>	4709726,4	1866844,7	1632	La estación con un proceso de movimiento en masa antiguo, roca en alto estado de saprolitización, afloramiento bioturbado varicoloreado con tonalidades pardas a amarillas, no se evidencian planos para toma de datos estructurales.
<b>AMRKPY-050</b>	4708728,8	1866929,9	1740	En la estación se observa un movimiento en masa clasificado como una avalancha de material rocoso, arenoso, y arcilloso, con presencia de materia orgánica, en extremo húmedo ubicado al pie de un drenaje tipo galería, el fenómeno ocurrido hace 15 días aproximadamente, con una velocidad alta de arrastre, asociado al agua del drenaje que arrastra el material de la parte alta de la zona.
<b>AMRKPY-051</b>	4709760,2	1866737,1	1607	Estación que corresponde a un movimiento en masa, deslizamiento traslacional con más de un año de ocurrencia, asociado a lluvias y sobre un cultivo, material suelto de 25 metros de la corona y 12 metros en los pies.
<b>AMRKPY-052</b>	4710121,4	1866622,6	1512	Se observa deslizamientos múltiples sobre ladera cultivada, presencia de pequeños surcos y de terraceo por pata de ganado, la dirección del movimiento es SW, se observa reptación en la corona de uno de los deslizamientos observados.



ESTACIÓN	COOR ESTE	COOR NORTE	ALTURA (M.S.N.M)	DESCRIPCIÓN
<b>AMRKPY-053</b>	4710337,3	1866496,1	1502	Estación correspondiente a un deslizamiento por flujo de gran tamaño de tipo rotacional, con materiales lodosos y rocosos, alta presencia de material orgánico (árboles y plantas). Se asocia a las lluvias, se encuentra muy húmedo con un potencial muy alto de reactivación por el flujo moderado de agua.
<b>AMRKPY-054</b>	4710987,3	1865652,9	1487	Afloramiento perteneciente al batolito de Ibagué, se observa bastante meteorizado con algunos procesos de erosión y movimiento en masa de detritos, en la parte superior, roca saprolitizada, abundante vegetación; la roca se describe como un granito, el afloramiento tiene unas dimensiones de aproximadamente 13 metros de largo por 12 metros de alto en su parte más alta.
<b>AMRKPY-055</b>	4710987,3	1865654,4	1487	Afloramiento muy meteorizado y alterado, se observa proceso avanzado estado de saprolitización, pertenece al Batolito de Ibagué. Se observan dos familias de diaclasas con dirección 135/37SW y 65/38SE, se identifica la roca como un granito. Esta estación se ubica en la finca Buenos Aires, en la vereda La María.
<b>AMRKPY-056</b>	4713059,0	1865098,4	1427	Afloramiento ubicado en la vereda la primavera vía que conduce de a vereda la primavera a Teruel, macizo rocoso muy meteorizado con 5 m de altura y 7 m de largo, se observan tres familias predominantes de diaclasas con direcciones 120/80SW; 245/75SE y 167/62NE. La roca se describe como un granito.
<b>AMRKPY-057</b>	4713916,6	1864540,5	1072	macizo rocoso, localizado en la vereda Portachuelo, fracturado, abundante vegetación moderadamente competente; se Observan tres familias de diaclasas 250/74NW; 10/64NW y



ESTACIÓN	COOR ESTE	COOR NORTE	ALTURA (M.S.N.M)	DESCRIPCIÓN
				325/62SW. Litológicamente la roca es igual a la estación anterior un granito.
<b>AMRKPY-058</b>	4703113,9	1847966,4	1121	Estación geomorfológica, se observan lomeríos con pendientes muy inclinadas a abruptas, de ladera rectas, cóncavas y convexas; se presentan procesos de erosión muy intensas, se observan un patrón de drenaje dendrítico a sub-paralelos. Estas geoformas son de un ambiente denudativo relacionadas a laderas erosivas.
<b>AMRKPY-059</b>	4700223,0	1841400,9	885	Afloramiento en el margen izquierdo del río Yaguaracito aguas abajo, arenisca de grano fino varicoloreado con tonalidades pardas a rosas, Suprayaciendo el afloramiento se encuentra un conglomerado de composición polimítica con clastos subangulosos o subredondeados, matriz arcillosa, en las orillas del río se evidencia pirita granular, el afloramiento se encuentra sobre la formación Doima de 3 m de largo por 1.5 de alto aprox.
<b>AMRKPY-060</b>	4699663,5	1841334,5	860	Conglomerado de gran espesor, de composición polimítica, cantos orientación NW, se asocia esta estación a la Fm Potrerillo; el afloramiento tiene 12 m de largo por 7 m de alto en su parte más alta.
<b>AMRKPY-061</b>	4700481,9	1839590,6	877	Conglomerado de gran espesor con matriz limosa, sin estratificación evidente, de composición polimítica, predominando el cuarzo lechoso, chert negro; además de encontrar fragmentos de rocas metamórficas, intercalada con areniscas muy fina de color gris claro, aflorando hacia el NE.

ESTACIÓN	COOR ESTE	COOR NORTE	ALTURA (M.S.N.M)	DESCRIPCIÓN
<b>AMRKPY-062</b>	4723223,2	1852827,2	578	Afloramiento rocoso sobresaliente al costado izquierdo de la vía, moderadamente meteorizado y poco competente al golpe, macroscópicamente se describe como una arenisca según folk 1972, de grano medio, composicionalmente se observa lítico, cuarzo y feldespato de mayor a menor concentración, lo que permite clasificar la roca como una sublitarenita según folk 1972.
<b>AMRKPY-063</b>	4723675,3	1848594,2	602	Afloramiento correspondiente a un talud rocoso correspondiente a rocas sedimentaria, se presenta motorizo, moderadamente competente, en la base se observa un conglomerado polimítico, se distinguen cuarzo y chert negros de tamaño guijos y guijarros, no se observa una orientación preferencial de imbricación, la roca que lo subrayase se identifica como una arenisca grano soportada de tamaño medio de color gris oscuro, mineralógicamente se distingue líticos cuarzo y accesorios de minerales opacos, clasificando se la roca como una arenisca de composición sublitarenita, perteneciente a la formación del Grupo Honda.
<b>AMRKPY-064</b>	4726527,8	1850343,0	610	Estación geomorfológica, en la que se observan terraza de acumulación principalmente características de un ambiente fluvial, bordeada del embalse de Betania, esta geoforma se caracteriza por formar terraza elongadas, planas modeladas por sedimentos aluviales.
<b>AMRKPY-065</b>	4725258,5	1851693,8	620	Afloramiento que corresponde a la Fm Doima, ubicado en la pared de un talud, se describe como conglomerados de gran espesor y de composición polimítico cuarzo y chert principalmente, roca de color rojiza a naranja clasto soportado, de matriz arenosa, poco competente y muy meteorizado.

ESTACIÓN	COOR ESTE	COOR NORTE	ALTURA (M.S.N.M)	DESCRIPCIÓN
<b>AMRKPY-066</b>	4716653,7	1843720,5	647	Macizo rocoso aflorando en la margen derecha de un río sobre la ladera, meteorizado, con abundante vegetación la parte superior de la ladera, de color blancuzco a naranja por oxidación sobre la roca, este afloramiento corresponde al Fm Doima. Macroscópicamente se clasifica como una arenisca de grano medio según folk 1972, y composicionalmente como un cuarzo arenita según folk 1972.
<b>AMRKPY-067</b>	4716733,8	1843615,9	657	Afloramiento ubicado en el lecho del río margen derecha, perteneciente al Fm La Tabla, macizo rocoso estratificado ubicado en la ladera del cerro, competentes, poco meteorizado. Macroscópicamente la roca presenta un color gris verdoso, presenta olor a azufre al igual que el lecho del río, según folk 1972 se describe texturalmente como una limolita, lodosoportada, competente.
<b>AMRKPY-068</b>	4713877,8	1844580,0	831	Afloramiento ubicado en una quebrada ubicada 1,2 al NW de la escuela vereda arenoso, correspondiente a la formación Saldaña, el macizo se en cuenta modernamente meteorizado y fracturado e irregular; macroscópicamente la roca se distingue como una toba cristalina, inequigranular con cristales subeuhedrales a anhedrales, principales minerales observables son la plagioclasa, cuarzo y feldespato de mayor a menor proporción, composicionalmente se puede clasificar como una toba Dacítica. Diaclasas medidas 235/70SE y 152/41SW.



ESTACIÓN	COOR ESTE	COOR NORTE	ALTURA (M.S.N.M)	DESCRIPCIÓN
<b>AMRKPY-069</b>	4714907,9	1844665,5	751	Afloramiento que se ubica desde la finca Buenos Aires hacia la finca la pampa, en la margen izquierda de la vía. Afloramiento muy meteorizado en un alto avance de saprolitización, macroscópicamente se identifica en el piso una arenisca rojiza con líticos y cuarzo, grano medio de composición arcosa según folk 1972, le subráyese una capa de arenisca de color gris de aprox 1,2 m de espesor composicionalmente se distingue fragmentos líticos, cuarzo y feldespato para clasificarla como una arenisca de grano medio, de composición sublitarenita según folk 1972; se distingue otra capa de color naranja, la cual presenta laminación interna plano paralela, grano soportado, matriz limosa y armazón principalmente arena fina a media, se observan minerales de cuarzo y accesorios como micas.
<b>AMRKPY-070</b>	4719450,3	1846253,2	590	Afloramientos ubicados en la represa El Neme, predio el tutumito, macizo sobre el lecho del río margen izquierda, poco meteorizado, muy competente. macroscópicamente se distingue capas de rocas tipo arenisca fina, limolita y shales. Unidad correspondiente al Fm del Grupo Honda. Esta unidad presenta olor a gas, además se identifica sectores asociados con el escape o derrame de crudo, en condiciones lentas, se observan antiguos emanaciones de material.
<b>AMRKPY-071</b>	4720100,5	1847064,7	527	Afloramiento ubicado en la formación Honda, sobre el corte de vía, macizo rocoso muy fracturado, y moderadamente meteorizado, poco competente, presenta abundante vegetación. No se observa claramente el comportamiento de la estratificación. Roca de color gris amarillento, roca





ESTACIÓN	COOR ESTE	COOR NORTE	ALTURA (M.S.N.M)	DESCRIPCIÓN
				maciza, lodo soportado, se clasifica como una arenisca fina.
<b>AMRKPY-072</b>	4717223,0	1850532,8	605	Afloramiento rocoso ubicado sobre la margen izquierda de la vía que comunica desde la vereda de Flandes hacia Yaguará, macizo fracturado, meteorizado con moderada vegetación sobre la ladera, se observan arenisca finas y arcillolitas de menor espesor, rocas de color blancuzco estructura maciza, las litologías asociadas a arcillolitas presenta fractura laminar, presenta estructuras de diaclasas 190°/45°NE; 94°/87°SW
<b>AMRKPY-073</b>	4717398,4	1850621,4	617	Estación para descripción de deslizamiento caracterizado por la caída de bloque, mayor del 50% de detritos, perteneciente a la Fm del Grupo Olini, detonado principalmente por lluvias, no presenta alguna obra, se encuentra latente, la roca encontrada se describe como arcillolita y limolitas principalmente, con suelo residual, suelto y seco.
<b>AMRKPY-074</b>	4715349,5	1856070,4	666	Estación ubicada sobre el cuaternario, como depósitos aluviales con dos niveles de terraza de depositación, la primera corresponde a la acumulación de variación de tamaños de cantos, el segundo nivel se asocia a las terrazas pumíticas y en la cual se cultiva arroz, no se observa un perfil para la descripción de la materia de esta última terraza.
<b>AMRKPY-075</b>	4715873,6	1857738,8	742	Afloramiento correspondiente a la formación Bache, Litológicamente se observan capas gruesas de conglomerado seguido de arcillolita y arcillolita líticas de color rojizo a amarillenta. Los conglomerados son polimícticos con variación de tamaños de granos. Esta unidad es poco



ESTACIÓN	COOR ESTE	COOR NORTE	ALTURA (M.S.N.M)	DESCRIPCIÓN
				competente y cementada se disgrega con facilidad.
<b>AMRKPY-076</b>	4715961,7	1857578,3	716	Afloramiento correspondiente a la descripción de un movimiento en masa, ubicado sobre la ladera, de la formación seca, el movimiento de caracteriza por un movimiento de tipo traslacional, sin alguna obra, latente, asociado a sísmica según los dueños del predio, pero no se pudo corroborar la información. La descripción la relacionamos a procesos de erosión fuerte tipo cárcava asociado a lluvias.
<b>AMRKPY-077</b>	4716095,4	1854970,7	779	Afloramiento estratificado, perteneciente a la formación Hondita-Loma Gorda, macizo rocoso, muy fracturado y meteorizado, poco competente de color amarillo a marrón claro, caracterizado por limolitas en la capa más competente y arcillolitas como intercalaciones de menor espesor y más erosionada que las limolitas. Presenta estructuras como diaclasas con datos de 250/60SE; 340/87NW; 250/70NW y estratificación N60°E/19NW.
<b>AMRKPY-078</b>	4712078,3	1849462,4	731	Afloramiento del Grupo Olini-Formación La Tabla, macizo ubicado en la ladera del cerro, muy fracturado, presenta fracturamiento laminar que coinciden con la estructura laminar interna que presenta la roca, descripta como una arcillolita de color blancuzco a amarillento.
<b>AMRKPY-079</b>	4712380,9	1849487,6	727	Estación geomorfológica en la se observan montículos y lomeríos, de ladera corta, cóncavas y convexas, pendiente inclinada, asociada proceso de erosión y meteorización, para lo cual se define una unidad de montículos y ondulaciones denudacionales, así como



ESTACIÓN	COOR ESTE	COOR NORTE	ALTURA (M.S.N.M)	DESCRIPCIÓN
				un ambiente estructural asociado a la geoforma de sierra anticlinal, con morfología de cima colinada o alomada, altas pendientes, laderas rectas, convexas, y cóncavas.
<b>AMRKPY-080</b>	4721004,6	1849011,8	835	Estación geomorfológica en la se observan terrazas aluviales y laderas estructurales, con morfología alargada y estratificaciones a favor de la pendiente, morfología recta y pendientes inclinadas, en un ambiente estructural.
<b>AMRKPY-081</b>	4721096,5	1848880,7	835	Afloramiento correspondiente a la formación del Grupo Olini, ubicado en el mirador Alto del Cucharó, el macizo se ubica en una pequeña ladera donde se puede distinguir la estratificación de la unidad, macizo componente de color amarillo claro, con abundante vegetación y fracturado, la roca se describe como una limolita maciza, presenta bioturbación.
<b>AMRKPY-082</b>	4722556,8	1859987,6	789	Afloramiento a borde de carretera, muy meteorizado, fracturado, poco competente y con abundante vegetación, de tonalidades grises a crema, perteneciente a la Fm Caballos, con unas dimensiones de 15 m de largos por 2 m en su parte más alta, la unidad de roca se describe como una arenisca de grano muy fino, grano soportado, de estructura interna maciza.
<b>AMRKPY-083</b>	4723023,8	1860217,1	773	Afloramiento a orilla y centro de vía, muy meteorizado, con abundante vegetación, de la Fm Hondita, correspondiente a una arenisca cuarzosa según folk 1972, de color pardo, con intercalaciones plano-paralelas muy delgadas de lodolitas negras, con estratificación 250/12SE.



ESTACIÓN	COOR ESTE	COOR NORTE	ALTURA (M.S.N.M)	DESCRIPCIÓN
<b>AMRKPY-084</b>	4723560,1	1861137,5	803	Afloramiento de gran tamaño, sobre quebrada activa, cauce de agua constante, muy meteorización moderada a alta se encuentra en la entrada del ecoparque la cueva los tigres, identificando arenisca cuarzosa varicoloreada con tonalidades pardas a tonos grises y crema, erosión directa del agua, con formas asociadas a procesos cavernosos. Estratificación 230°/34°SE.
<b>AMRKPY-085</b>	4725688,9	1859799,9	903	Afloramiento a orillas de vía, estratificada con una leve deformación por plegamiento, muy fracturado y moderadamente meteorizado, identificando capas principalmente de lodolitas silíceas de color pardo a tonos crema, con estratificación plano-paralela, estratificación N50W/9SE.
<b>AMRKPY-086</b>	4728245,5	1858486,9	577	Afloramiento estratificado, fracturado, moderadamente meteorizado con abundante vegetación. Esta unidad de roca se ubica sobre unos depósitos aluviales en la base del servicio geológico, sin embargo, esta unidad puede ser correlacionable con la formación Hondita, la roca se describe como una limolita de color anaranjado, con colores de oxidación. Su estratificación 50/32SE y diaclasa 135°/80SE.
<b>AMRKPY-087</b>	4728253,5	1858168,9	590	Estación con capas estratificadas, de color naranja y gris claro en la cara fresca, macizo rocoso muy competente, poco meteorizado con moderada vegetación, se observa un proceso de silicificación en la roca, en la base del afloramiento se distingue una arcillolita salificada en una capa gruesa, seguido de una capa gruesa de arenisca muy fina. Dato estructural de estratificación, 40/20SE.



ESTACIÓN	COOR ESTE	COOR NORTE	ALTURA (M.S.N.M)	DESCRIPCIÓN
<b>AMRKPY-088</b>	4727779,9	1857911,7	600	Afloramiento ubicado en la dualidad del Grupo Olini-Formación La Tabla, macizo roco muy fracturado, en la que se observan capas competentes de arenisca finas y limolitas con intercalaciones de arcillolitas, de color amarillento a pastel, con dirección de estrato 320/20NE. En el mismo punto se observa caída de bloque, asociado a lluvias y al comportamiento mecánico del macizo, ubicado lateral a la vía nacional Yaguará-Neiva, el movimiento continuo latente, no presenta alguna obra de contingencia, no se observan procesos de erosión fuerte, el material suelo arcilloso y rocas es suelto y se encuentra ligeramente húmedo.
<b>AMRKPY-089</b>	4727065,3	1857831,5	633	Estación para descripción de movimiento en masa, en vía nacional de Yaguará hacia Neiva, detonado por lluvias, sin ninguna obra y en condiciones latente de estabilidad, se caracterizar por ser un deslizamiento traslacional, mayor 50% de detritos, no se observan procesos de erosión fuertes, la unidad geológica donde se ubica esta eventualidad es del Grupo Olini-Formación La Tabla, presenta suelo residual, arcilla y roca suelta y duro, ligeramente húmedo. La roca se describe como una limolita
<b>AMRKPY-090</b>	4726898,1	1857847,1	641	Estación para descripción de movimiento en masa, en vía nacional de Yaguará hacia Neiva, detonado por lluvias, sin ninguna obra y en condiciones latente de estabilidad, se caracterizar por ser un deslizamiento traslacional, mayor 50% de detritos, no se observan procesos de erosión fuertes, la unidad geológica donde se ubica esta eventualidad es del Grupo Olini-Formación La Tabla, presenta suelo residual, arcilla y roca suelta y duro, ligeramente húmedo. La roca se describe como una limolita de



ESTACIÓN	COOR ESTE	COOR NORTE	ALTURA (M.S.N.M)	DESCRIPCIÓN
				color gris claro a blanco, con estructura maciza.
AMRKPY-091	4725484,3	1858838,9	840	<p>Estación para descripción de movimiento en masa y control de unidad geológica, el movimiento en masa es detonado por lluvias, sin ninguna obra y en condiciones latente de estabilidad, se caracterizar por ser un deslizamiento traslacional, como un flujo de detritos, mayor 50% de detritos, no se observan procesos de erosión fuertes, la unidad geológica donde se ubica esta eventualidad es de la Formación La Tabla, presenta suelo residual, arcilla y roca suelta y duro, muy húmedo. La roca se describe como una limolita de color gris claro a blanco, con estructura maciza, con intercalaciones de arcillolitas con estructura interna plano paralelo, el macizo se encuentra muy fracturado y meteorizado, modernamente con vegetación en la cara del talud; presenta estratificación 320/12SW. Así mismo, se realizar una descripción geomorfológica de la zona, la cual se caracterizar por un área colinada, como salientes estructurales marcadas tubularmente, se observan contrapendientes irregulares a escalonada, asociado a procesos de erosión diferencial, esta unidad se clasifica como cornisas estructurales; también se observan sierra alomadas a largadas hacia el cerro La Cueva El Tigre, como laderas estructurales, con morfología regular a irregular, pendiente inclinadas a escarpadas.</p>

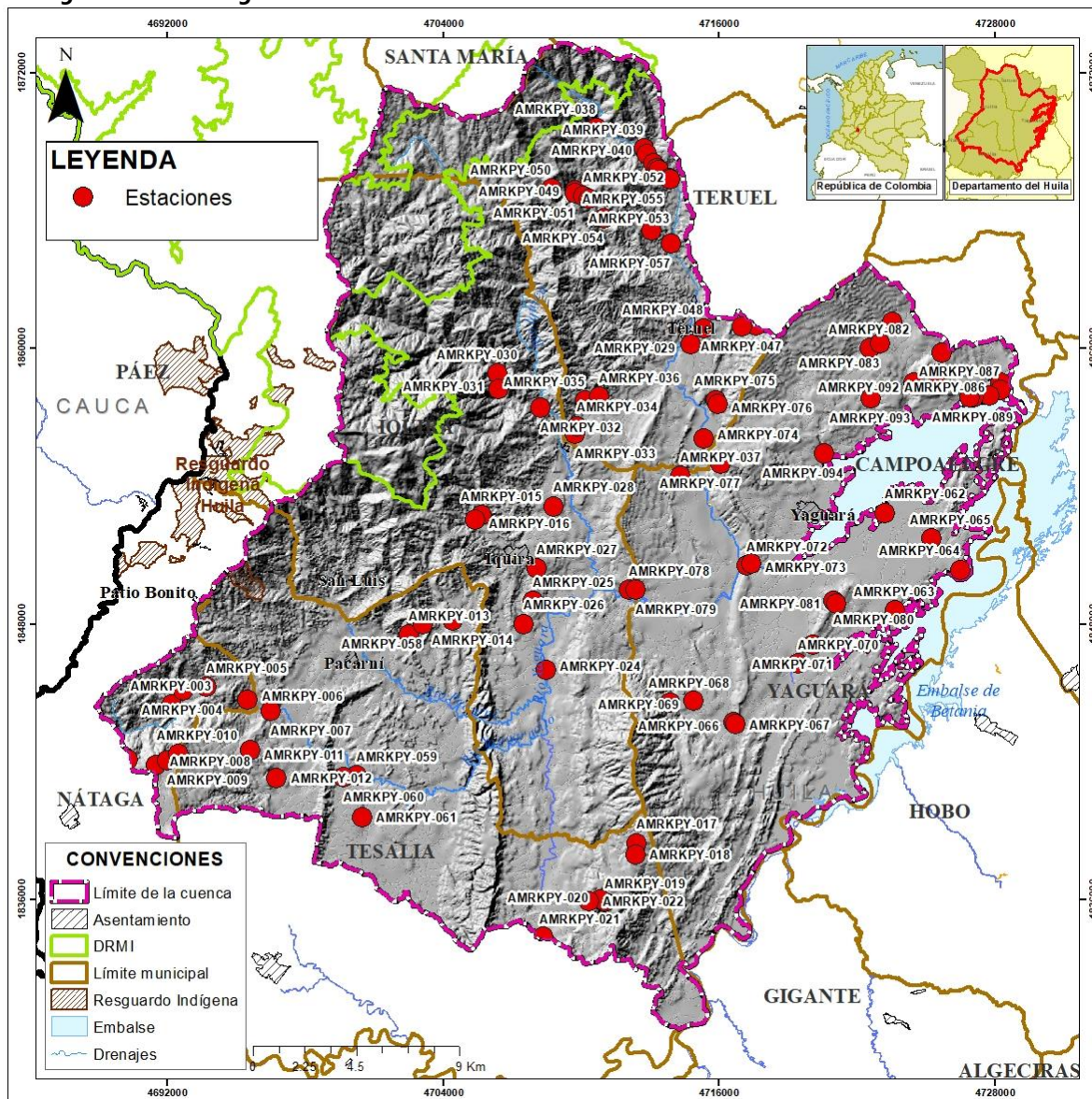




ESTACIÓN	COOR ESTE	COOR NORTE	ALTURA (M.S.N.M)	DESCRIPCIÓN
<b>AMRKPY-092</b>	4724484,8	1858478,5	700	Descripción geomorfológica para un ambiente fluvial y estructural, el primero hace relación al embalse de la represa de Betania, y el segundo a las colinas alargadas con cretas agudas o/y redondeadas, pendientes inclinadas y abruptas, afectados por una erosión diferencial en un ambiente estructural a la cual se le denomina con una geoforma de espinazo.
<b>AMRKPY-093</b>	4722603,0	1857810,5	610	Estación con capas estratificada ubicada en la margen izquierda del río, macizo rocoso muy fracturado y meteorizado, capas de roca que varían desde arenisca de grano muy fino a shales, principalmente esta última, así mismo intercalaciones de lodolitas con alto contenido de materia orgánica, y la presencia de nódulos con variación de tamaño. Esta unidad se asocia a la formación del Grupo Olini.
<b>AMRKPY-094</b>	4720565,7	1855420,0	577	Estación ubicada en la formación Seca; en el restaurante Taitacoco, macizo rocoso estratificado, meteorizado y modelado por el lecho del río, competente en algunas capas lodo soportadas como arcillolitas y menos competentes en arenisca de grano medio a grueso. las rocas presentan un color gris oscuro, las arcillolitas con estructura interna plano paralelas y las areniscas y limolitas con una estructura masiva. Estratificación 60/70/12SE.

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 2.3. Ubicación de las estaciones levantadas durante los recorridos en campo en la cuenca hidrográfica del río Yaguará**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### 2.2.2.4. Etapa post campo

En esta fase se lleva a cabo la validación y correlación de información secundaria y primaria de las dos fases anteriores, encaminadas a elaborar los productos finales de la temática de geología, los cuales corresponden a la memoria explicativa con sus respectivos mapas finales denominados, Mapa de Geología Regional, Mapa de Geología Básica local y Mapa de Geología para ingeniería.

Basándonos en la revisión, análisis y compilación de la información anteriormente mencionada, se desarrolló un modelo conceptual para la construcción de la memoria explicativa a escala de análisis 1:25.000, la cual presenta de forma descriptiva de la caracterización de la información geológica de la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará, de igual forma se desarrolló el Mapa Geológico definitivo donde se observa la distribución de las diferentes unidades existente en la Cuenca, tipo de depósitos y rasgos estructurales; es de mencionar que el mapa de geología básica local de la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará, tuvo como base el levantamiento geológico de la plancha 322 Santa María, geología de la plancha 345 Campoalegre y mapa geológico de Colombia plancha 344 Tesalia". a escala 1:100.000, la cual se definió en una escala de producción de 1: 25.000, sin embargo, es de aclarar que, a pesar de la cantidad de estaciones levantada en campo, se presentaron zonas a las cuales no se pudo acceder para tomar información primaria por presencia de grupos armados, lo que en estas zonas se optó por realizar fotointerpretación y adaptar los datos y la información presentada en la Plancha a escala 1:100.000 del SGC.

Para la realización de esta etapa fue necesario la revisión, reinterpretación y análisis de herramientas como: imágenes satelitales y la incorporación del Modelo de Elevación Digital del Terreno, con resolución de 12.5 m, con el que se elaboró el modelo de sombras del terreno y mapa de pendiente, con el fin de definir con mayor precisión la ubicación y extensión de las unidades y depósitos cuaternarios que se encuentran en la Cuenca, como también los rasgos estructurales que inciden en la evolución geológica de la zona. La memoria contiene información de cada una de las unidades geológicas que afloran en la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará vistas en campo, como también cada uno de los contactos, fallas geológicas y pliegues que se presentan en el área de la Cuenca, a su vez, se describe la geología general que habla acerca de la evolución geológica de cada una de las unidades aflorantes en el área de estudio.

La información levantada en campo, fue analizada, interpretada y cartografiada, la cual fue superpuesta a la información existente de la plancha geológica a escala 1:100.000 del SGC, en lo que se dio como resultado ajuste, redefinición de los trazos de los contactos y estructuras de falla e inclusión de depósitos cuaternarios. La nomenclatura de las unidades geológicas se unificó con la utilizada por el SGC.

Posterior a la interpretación de los sensores remotos, se realizó la digitalización y edición de contactos geológicos, estructuras, fallas, pliegues y datos estructurales, de acuerdo en la Base de Datos Geográficos del Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, GDB; se realizó conversión de contacto geológicos a unidades geológica, asignándole la simbología y colores empleando los estilos definidos por SGC.

**Tabla 2.3. Nomenclaturas de las unidades geológicas presente en la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará**

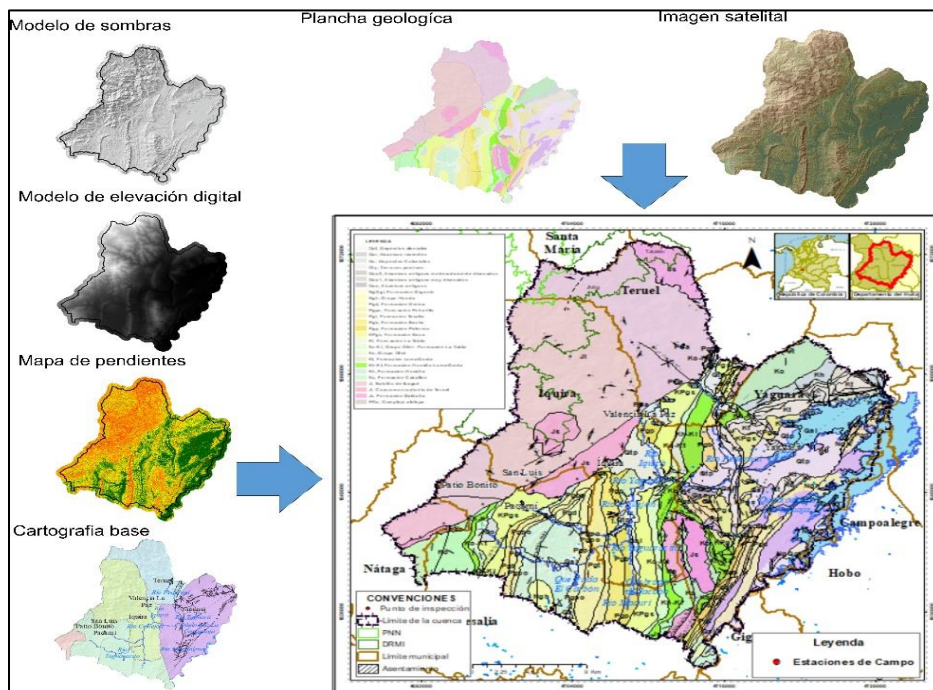
<b>NOMBRE UNIDAD GEOLÓGICA</b>	<b>SIMBOLO EMPLEADO EN MAPA GEOLOGICO BASICO LOCAL ESC 1:25.000</b>
Depósitos aluviales	Qal
Depósitos Coluviales	Qc
Terrazas pumíticas	Qtp
Abanicos antiguos moderadamente disecados	Qaa2
Formación Gigante	NgQgi
Grupo Honda	Ngh
Formación Doima	Pgd
Formación Potrerillo	Pgpo
Formación Tesalia	Pgt
Formación Bache	Pgb
Formación Palermo	Pgp
Formación Seca	KPgs
Formación La Tabla	Kt
Grupo Olini - Formación La Tabla	Ko-Kt
Grupo Olini	Ko
Formación Loma Gorda	Kl
Formación Hondita-Loma Gorda	Kh-Kl
Formación Hondita	Kh
Formación Caballos	Kc
Batolito de Ibagué	Ji
Cuarzomonzodiorita de Teruel	Jt
Formación Saldaña	Js

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

En el documento técnico para la formulación del Plan de Manejo de la cuenca hidrográfica del río Yaguará, dentro del alcance propuesto es la caracterización geológica regional evolutiva desde un marco regional a partir del ambiente de formación de cada una de las unidades litoestratigráficas, salida que se desarrolló a escala 1:100.000 y a partir de la información primaria y secundaria recolectada se desarrollara elaboración de salidas cartográficas geológica básica local y de las unidades geológicas superficiales a escala 1:25.000.

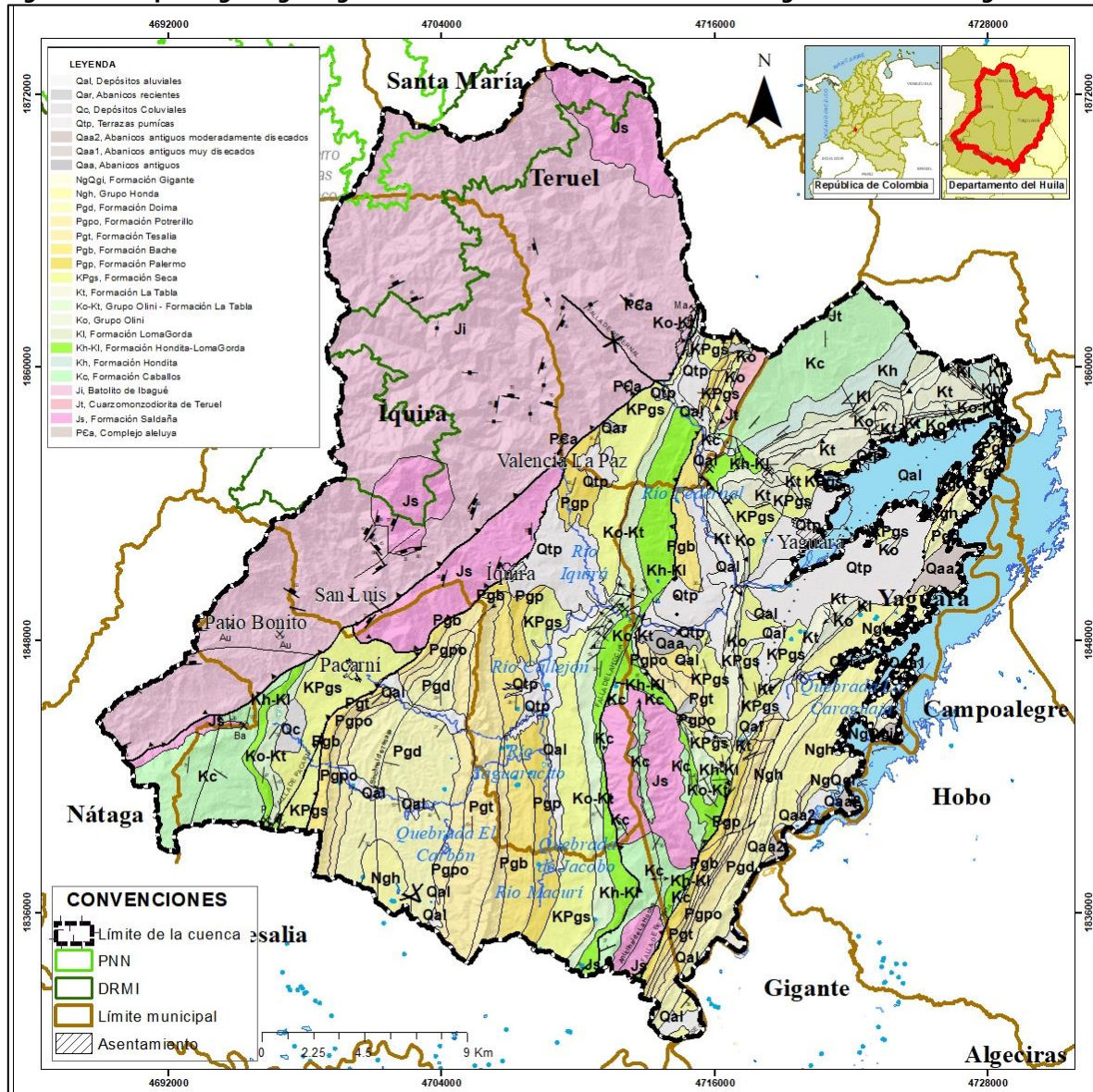


**Figura 2.4. Insumos para la interpretación de la geología básica local de la cuenca hidrográfica del río Yaguará.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 2.5. Mapa de geología regional escala 1:100.000 de la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

### 2.3. Marco Geológico Regional

La cuenca sedimentaria del valle superior del río Magdalena posee una morfología plana a ligeramente alargada, y una morfología abrupta conformada por las estribaciones occidentales de la cordillera oriental, y una mínima parte del oriente de la cordillera central. Teniendo como afluente principal el río Magdalena, y sobresaliendo los ríos Neiva, Blanco, Yaguará, y Pedernal. (Carlos J. Morales et, 2001).

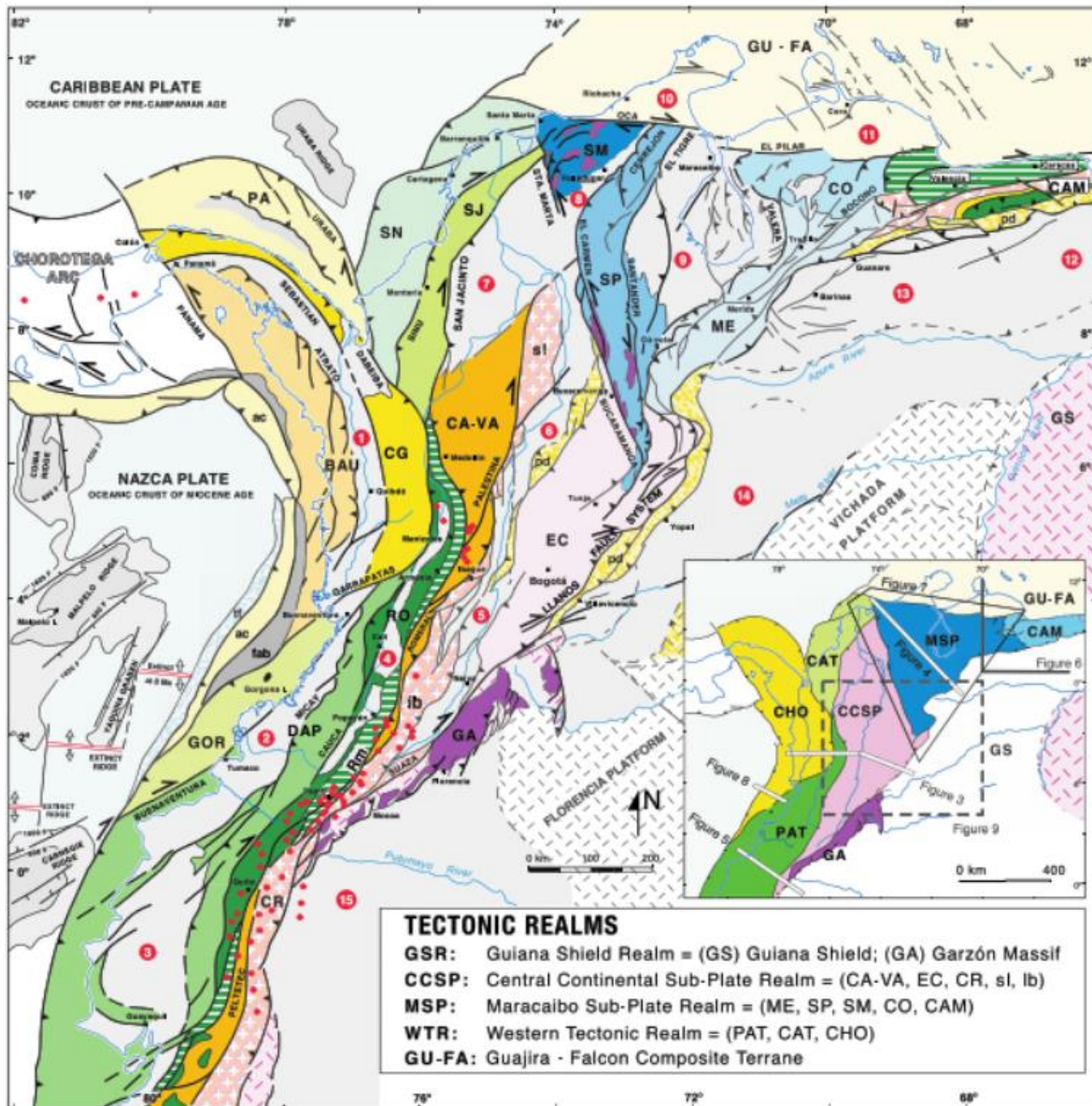


En la región cartografiada afloran rocas metamórficas, ígneas y sedimentarias, con edades entre el Proterozoico y el Cuaternario, que constituyen diversas unidades litoestratigráficas del flanco oriental de la Cordillera Central de Colombia (Jorge G. 2003). Las rocas más antiguas del Proterozoico corresponden a metamorfitas agrupadas en los Neises y Anfibolitas de Tierradentro y el Complejo Cajamarca. El Paleozoico está representado por rocas metasedimentarias en facies esquistos verde del Complejo Aleluya (Jorge G. 2003).

La secuencia sedimentaria del Triásico, Jurásico y Cretácico aflora al este de la zona, restringida principalmente en un bloque tectónico de dirección N-S. Las unidades de base a techo son: Formación Luisa, Formación Payandé, Formación Saldaña, Formación Caballos y las Rocas Sedimentarias de la Quebrada Barranco. La Formación Seca constituye el límite Cretácico - Paleógeno y sobre ésta yace el Grupo Chicoral del Paleógeno, representado por las formaciones Baché y Tesalia (Jorge G. 2003).

La secuencia sedimentaria del Cretácico aflora con bajos espesores relativos y se encuentra muy fracturada. Se emplea la siguiente nomenclatura, de base a techo: Formación Caballos, Formación Hondita, Formación Loma Gorda, Grupo Olini y Formación La Tabla. La Formación Seca constituye el límite Cretácico-Paleógeno y sobre ésta afloran el Grupo Chicoral (formaciones Palermo, Baché y Tesalia), las formaciones Potrerillo y Doima y el Grupo Honda. Sobre el Grupo Honda sobreyace discordante la Formación Gigante. (Carlos J. Morales et, 2001).

**Figura 2.6. Localización geológica regional en el mapa litotectónico y morfoestructural del noroccidental de Sur América.**



### 2.3.2. Evolución geológica

La evolución geológica de la cuenca del Río Yaguará desde el punto de vista regional se relaciona con la compleja evolución del Valle Superior del Magdalena y la Cordillera Central. Los comienzos evolutivos de esta zona datan del Proterozoico evidenciado por la orogenia Nickeriense de aproximadamente 1200 Ma, y representado por la unidad de El Ortogranito de La Plata y el Macizo de Garzón, según Kroonenberg (1981, 1982, en Carlos J. Morales et, 2001) el metamorfismo y las intrusiones sintectónicas en el Macizo de Garzón, obedecen a la colisión continental entre los escudos de Guayana y Canadiense. Jorge Gómez (2003), sugiere que durante el Paleozoico temprano durante la orogenia Caledoniana, se dio origen

a un metamorfismo regional en la facies esquisto verde en una secuencia sedimentaria compuesta principalmente por rocas calcárea que dieron origen a la que se conoce como el Complejo Aleluya; además para el Paleozoico tardío no se observa registro litológico en la cuenca de estudio, lo que puede indicar según Jorge Gómez (2003), que durante este tiempo el área de la cuenca permaneció levantada y sometida a procesos erosivos durante este periodo o que las rocas de esta edad fueron depositadas y luego erosionadas.

Mojica & Macía (1981) y Mojica & Franco (1990, en Carlos J. Morales et al. 2001), mencionan que durante el Mesozoico temprano (Triásico temprano a Jurásico) la zona se caracterizaba por la formación de un graben supracontinental, el cual corresponde geográficamente con el actual Valle Superior del Río Magdalena. Durante el Jurásico en la zona de estudio se presentaron las condiciones adecuadas que originaron una fuerte vulcanismo en ambiente continental, que se representa en la Formación Saldaña, este evento se caracterizó inicialmente por ser de composición básica, posteriormente de composición intermedio y al final del evento por presentar composiciones ácidas; mientras que Toussaint & Restrepo (1976), Barrero (1979) y Sillitoe et al., (1982), sugieren que las vulcanitas y sedimentitas que representan la Formación Saldaña son producto de un depósito de tipo continental generados en un ambiente de retroarco (Carlos J. Morales et al., 2001).

Posterior a la fase volcánica se emplazaron los cuerpos intrusivos del Batolito de Ibagué, afectando las principales rocas de edad precámbrica constituida por el Ortogranito de La Plata. Durante el Jurásico tardío y el Cretácico temprano no se evidencia registro litológico, por lo que Carlos J. Morales et al., (2001) sugieren que en este periodo en la zona de la cuenca se presentó una fuerte erosión de las unidades existentes y una acumulación nula de sedimentos.

A finales del Cretácico temprano se presenta una transgresión marina, originando depositaciones de conglomerados y areniscas pertenecientes a las formaciones Yaví y Caballos, posterior se da la depositación de las formaciones Hondita producto de la subsidencia continua de la cuenca, que da paso al depósito de sedimentos finos orgánicos de mayor profundidad. A comienzo del Cretácico tardío se presenta una regresión marina propiciando la acumulación de las rocas de las formaciones Lomo Gorda y del Grupo Olini, en ciclos granodecrecientes productos del nivel de mar en la zona, esta regresión culmina de manera forzada a finales del Cretácico por levantamientos tectónicos, registrado en las areniscas cuarzosas de la Formación La Tabla.

Durante el Maastrichtiano-Paleógeno se presenta un cambio de ambiente depositación marina a uno continental de oxidación, registrado en la Formación Seca, Irving (1971, en Carlos J. Morales et al., 2001) postula que esta regresión marina se asocia a el levantamiento de la Cordillera Occidental y el emplazamiento de batolitos en la Cordillera Central. El Eoceno está representado con el levantamiento de forma cíclica de la Cordillera Central en forma de pulso, esto genera la depositación de las formaciones Palermo, Baché, Tesalia, Potrerillo y

Doima, conformadas por rocas sedimentarias del Cretácico y Jurásicas del Valle del Magdalena y la Cordillera Central.

En el Mioceno se presentan depositaciones de ambiente típico continental con influencia de aporte fluvial muy importante, permitiendo la acumulación de los sedimentos pertenecientes del Grupo Honda, de igual manera en la parte superior de esta formación se manifiestan inicio de nuevas fases de vulcanismo en la Cordillera Central, intensificándose a finales del Mioceno durante la depositación de la Formación Gigante (Kronenberg & Diederix, 1982, en Carlos J. Morales et al., 2001).

A finales del Plioceno y comienzo del Pleistoceno en la cordillera Central los eventos volcánicos tomaron gran importancia, generando flujos piroclásticos y depósitos de caída, que sumados a la fusión de los glaciales originaron depósitos de abanicos antiguos como lo que se observan al sureste del Centro poblado de Tesalia. Posterior estos depósitos sufrieron procesos de erosión y transporte conformando niveles de terraza pumíticas, con alto contenido de poméz embebido en una matriz arcillosa, estos depósitos han sido erosionados por los cauces de los ríos que se encuentran en la cuenca, permitiendo la depositación de terrazas de acumulación recientes, adyacente a los márgenes actuales.

### **2.3.3. Geología estructural regional**

A continuación, se describen las principales estructuras geológicas que modelan y modifican la cuenca del Río Yaguará, con base en información de la memoria explicativa de la geología de las planchas 322, 344 y 345 del servicio geológico colombiano (SGC). En la Figura 2.7, se observan las principales estructuras geológicas regionales.

#### **2.3.3.1. Fallas**

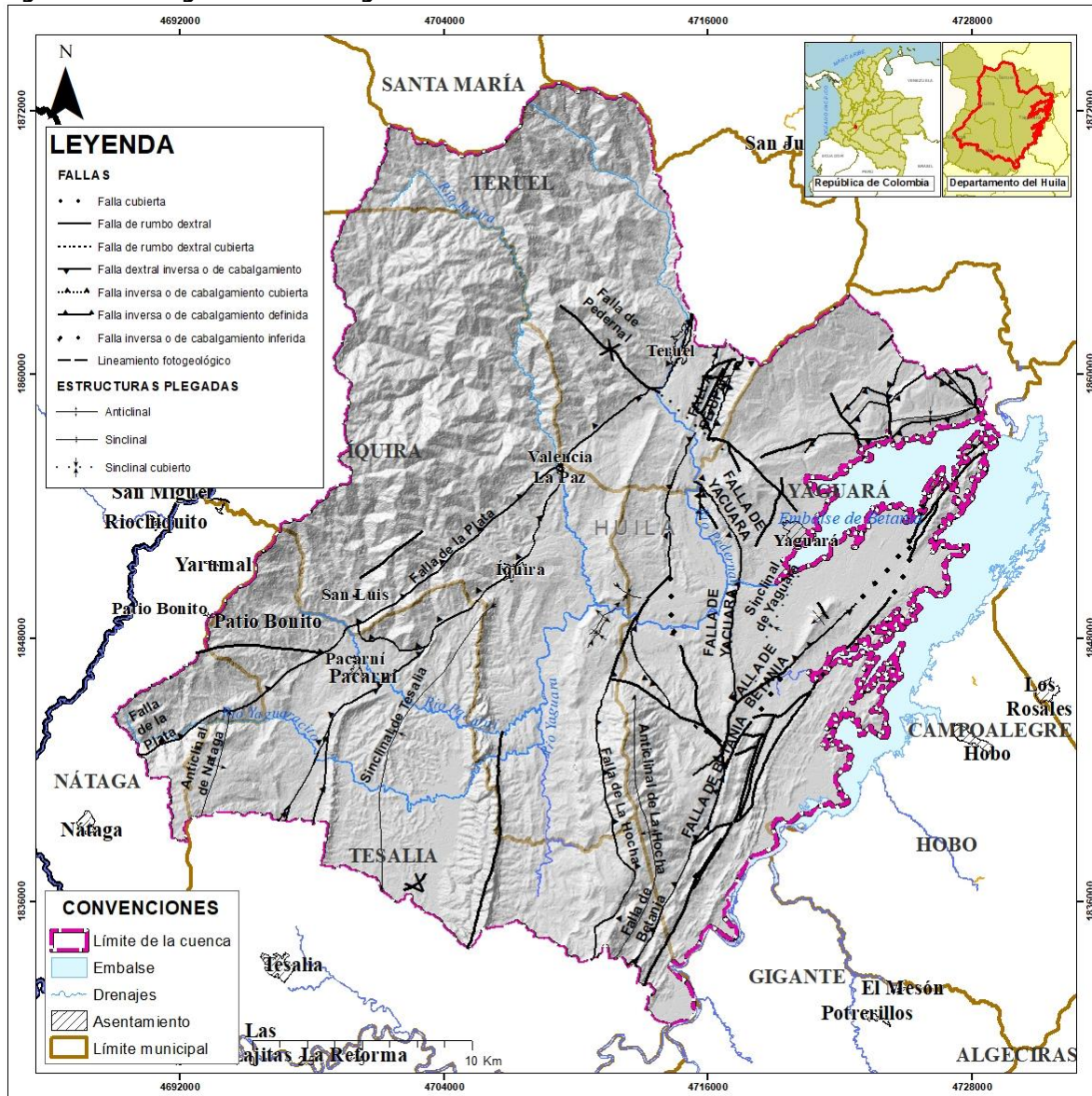
Estructuralmente la zona de estudio se encuentra en una región fraccionada en bloque o cuñas tectónicas, que se orientan en dirección SW-NE y limitada por fallas de cabalgamiento que vergen hacia el SE.

##### **2.3.3.1.1. Falla La Plata**

La falla La Plata pertenece al Sistema de Fallas de Chusma, se localizó en la parte occidental de la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará, permitiendo el cabalgamiento de las rocas plutónicas del batolito de Ibagué pertenecientes a la cordillera oriental sobre la secuencia de rocas sedimentaria que afloran en valle del río Magdalena. La Falla La Plata es una falla de tipo inversa de cabalgamiento, con una dirección de N42°E y una vergencia hacia el este, con un plano de falla inclinado entre 50° y 65° en superficie (Germán Marquínez et. al., 2002).



Figura 2.7. Geología estructural regional escala 1:100.000, Modificado de SGC.



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

### 2.3.3.1.2. Falla de Pacarní

Falla de cabalgamiento de carácter regional con dirección NE-SW y vergencia SW, posee una longitud de 40 km. Se localiza al suroccidente de la Cuenca de la Río Yaguará permitiendo el cabalgamiento de rocas de edad jurásicas y cretácicas de las formaciones Saldaña, Caballos, Hondita y Seca, y el Grupo Olini, y sobre rocas de edad paleógenas correspondiente al Grupo Chicoral (Germán Marquínez et. al., 2002).

#### **2.3.3.1.3. Falla de La Hocha**

La Falla de la Hocha es una falla inversa de cabalgamiento, con un trazo de falla bastante irregular en superficie, con rumbo N-S y longitud de 25 Km aproximadamente. Su vergencia es hacia el este y tectónicamente se comporta como un retrocabalgamiento de la Falla de Betania, con la que forman una cuña tectónica, que morfológicamente se distingue con el nombre de Alto de La Hocha (Germán Marquínez et. al., 2002).

#### **2.3.3.1.4. Falla de Pedernal**

Corresponde a una estructura de cabalgamiento, con una longitud de 15 km y dirección N-S, con una vergencia hacia el este, esta estructura pone en contacto rocas de la Formación Hondita con rocas del Grupo Chicoral (Germán Marquínez et. al., 2002).

#### **2.3.3.1.5. Falla de Upar**

La Falla de Upar tiene una traza con dirección N10°E y vergencia al NW, según Butler & Schamel (1988), se enmarca como un retrocabalgamiento de la Falla de Dina (Sistema de Fallas Betania), haciendo parte del Sistema de Fallas de Chusmas (Germán Marquínez et. al., 2002).

#### **2.3.3.1.6. Falla de Yaguará**

Estructura de cabalgamiento de cobertura delgada con vergencia al este y dirección de su traza hacia el N-NW, con una longitud de 12 Km, colocando rocas de la Formación La Tabla y el Grupo Olini sobre arcillolitas de la Formación Seca. Esta falla contribuye en la generación de estructuras aptas para la exploración de hidrocarburos en el campo Los Mangos (Carlos J. Morales et, 2001).

#### **2.3.3.1.7. Falla de Betania**

La Falla Betania es una estructura de falla inversa de cabalgamiento que pertenece al Sistema de Fallas Betania, que presenta una dirección 45°NE y posee una vergencia hacia el SE, es la encargada de poner en contacto a las rocas jurásicas de la Formación Saldaña y del Cretácico sobre rocas sedimentarias del Paleógeno – Neógeno, interrumpiendo la secuencia que viene normal del este. El trazo de esta falla en el sector norte está cubierta por depósitos recientes, pero su traza se infiere por la presencia cercana de las rocas que cabalgan al sur (Carlos J. Morales et, 2001).

### **2.3.3.2. Pliegues**

Asociados a la tectónica de cabalgamiento sobre el cual se encuentran la cuenca del Río Yaguará existen importante anticlinales y sinclinales, en los que se destacan el Sinclinal de Tesalia y los anticlinales de Nátaga y La Hocha.

#### **2.3.3.2.1. Sinclinal de Tesalia**

El Sinclinal de Tesalia es un pliegue que cubre un área aproximada de 150 Km<sup>2</sup> en la zona suroccidental de la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará Se trata de una estructura



asimétrica cuyo flanco oeste cubre menos área que el flanco contrario. El eje tiene una dirección N-NE y cierra hacia el norte en cercanías de la población de Íquira. Su límite sur no es preciso, por cuanto se encuentra cubierto por los depósitos cuaternarios del valle del río Páez (Germán Marquíñez et. al., 2002).

#### **2.3.3.2.2. Anticlinal de Nátaga**

El anticlinal de Nátaga es una estructura amplia y asimétrica, limitada al oeste por las fallas de La Plata e Itaibe y al este por la Falla de Pacarní. Su eje tiene una dirección NE-SW y desaparece al norte, bajo el plano de Falla de La Plata. Este anticlinal involucra rocas de las formaciones Saldaña y Caballos, y cubre la mayor parte del área, y las formaciones Hondita, Seca y el Grupo Olini, con menor extensión (Germán Marquíñez et. al., 2002).

#### **2.3.3.2.3. Anticlinal de La Hocha**

El anticlinal de La Hocha es una estructura angosta y alargada con dirección N-NE, limitados entre las fallas de La Hocha y Betania. El límite norte de la estructura es una falla de tipo inverso de dirección NE-SE que ocasiona la pérdida del registro geológico de parte de las formaciones Caballos y Hondita. Hacia el sur, el eje de la estructura se pierde al ser cortado por la Falla de Betania. Esta estructura compromete rocas de las formaciones Saldaña, Caballos, Hondita y el Grupo Olini (Germán Marquíñez et. al., 2002).

### **2.4. Marco geológico local**

#### **2.4.1. Estratigrafía**

El contexto geológico local de la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará hace referencia a un conjunto de formaciones que comprende edades desde el Jurásico hasta el reciente y con diferentes eventos que dieron origen al modelado sobre el que se ubica la cuenca. El presente estudio se basa en la información obtenida en las memorias explicativas de las Planchas 322 SANTA MARÍA, 345 CAMPOALEGRE y 344 TESALIA". a escala 1:100.000, realizada por el Servicio Geológico Colombiano, donde se presentan las descripciones litológicas de las formaciones presente, sin embargo, durante observaciones realizadas en los recorridos en campo y el análisis e interpretación de sensores remotos, las distribuciones geográficas de las unidades geológicas presentaron variaciones. El área de estudio comprende unidades cronoestratigráficas como la Formación Saldaña, Cuarzomonzodiorita de Teruel, Batolito de Ibagué, Formación Caballos, Formación Hondita, Formación Loma Gorda, Grupo Olini, Formación La Tabla, Formación Seca, Formación Palermo, Formación Bache, Formación Tesalia, Formación Potrerillo, Formación Doima, Grupo Honda, Formación Gigante y depósitos cuaternarios en donde se encuentran depósitos aluviales, terrazas Pumiticas, abanicos antiguos moderadamente disecados y depósitos coluviales.

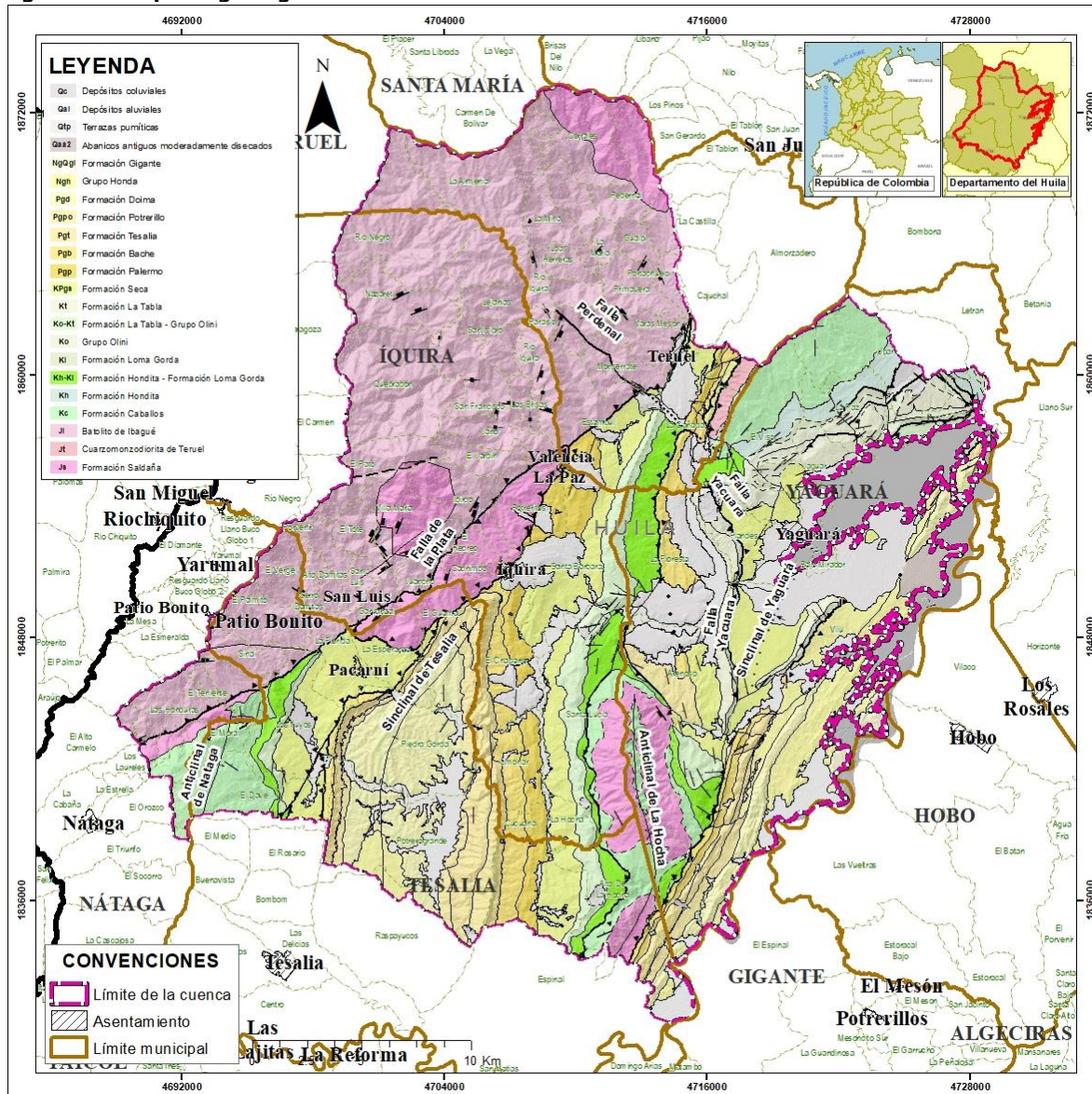
**Tabla 2.4. Tipo de roca y edad de las unidades geológicas presentes en la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará**

UNIDAD GEOLOGICA	SIMBOLO	PERIODO	ÉPOCA	EDAD	TIPO DE ROCA	
Depósitos coluviales	Qc	Cuaternario	Holoceno		Depósitos Sedimentarios	
Depósitos aluviales	Qal	Cuaternario	Holoceno			
Terrazas pumíticas	Qtp	Cuaternario	Pleistoceno	-		
Abanicos moderadamente disecados	Qaa2	Cuaternario	Pleistoceno	-		
Formación Gigante	NgQgi	Neógeno	Mioceno	medio	Sedimentarias	
Grupo Honda	Ngh					
Formación Doima	Pgd	Paleógeno	Oligoceno	-		
Formación Potrerillo	Pgpo		Eoceno	Superior		
Formación Tesalia	Pgt		Eoceno	Tardío		
Formación Bache	Pgb					
Formación Palermo	Pgp					
Formación Seca	KPgs	Cretácico	Superior	Maastrichtiense		
Formación La Tabla	Kt			Santonense		
Grupo Olini	Ko			Coniacense		
Formación LomaGorda	Kl		Inferior	Albiense		
Formación Hondita	Kh					
Formación Caballos	Kc					
Batolito de Ibagué	Ji	Jurásico	Medio	-	Ígneo Intrusivo	
Cuarzomonzodiorita de Teruel	Jt			-	Ígneo Intrusivo	
Formación Saldaña	Js			-	vulcano - sedimentarias	

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

A continuación, se describen cada una de las unidades geológicas que rodean a la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará, las unidades se ordenan desde las más antigua a la más reciente, en donde se encuentran rocas ígneas, sedimentarias y depósitos recientes.

**Figura 2.8. Mapa de geología básica local con fines de ordenamiento escala 1:25.000.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### 2.4.1.2. Rocas ígneas.

Las rocas ígneas son aquellas que se forman por solidificación de un material rocoso llamado magma, este proceso llamado cristalización resulta del enfriamiento de los minerales y del entrelazamiento de sus partículas, este tipo de rocas también son formadas por la acumulación y consolidación de lava, palabra que se utiliza para un magma que se enfría en la superficie al ser expulsado por los volcanes.

Las unidades geológicas aflorantes en el área de la cuenca que presentan rocas ígneas volcano sedimentarias y plutónicas se describen a continuación.

#### 2.4.1.2.1. **Formación Saldaña (Js)**

El nombre de la Formación Saldaña fue propuesto por Cediell et al. 1980 y 1981, para designar una secuencia de rocas volcano sedimentarias que afloran a lo largo del río Saldaña, esta unidad aflora en el VSM, y en la cuenca superior del Magdalena, anteriormente denominada como Formación Post-Payandé, con base en relaciones geológicas y similitudes litológicas (Carlos J. Morales et, 2001).

La litología dominante de la Formación Saldaña en el área de estudio, corresponde a tobas que varían de vítreas a cristalina y líticas con ligeras variaciones texturales y de composición. los líticos son en general de origen ígneo granítico o de otras tobas. Los minerales que predominan en las tobas cristalinas son la biotita, plagioclasas y anfíboles. A veces se observan estructuras de flujo dentro de la matriz vítrea y cristales o líticos orientados. Ocasionalmente se observan aglomerados volcánicos y rocas sedimentarias como limolitas tobáceas (Carlos J. Morales et, 2001).

Las dataciones radiométricas realizadas en la Formación Saldaña le atribuyen una edad Triásico – Jurásico. Sin embargo, la Formación Saldaña suprayace a la Formación Payandé que contienen fósiles del Triásico. Además, la Formación Saldaña esta intruida por el Batolito de Ibagué, para el cual se ha asumido una edad jurásica. De otra parte, se acepta que la Formación Saldaña es el equivalente volcánico del magma que dio origen a los cuerpos intrusivos que aparecen después de la extrusión (Carlos J. Morales et, 2001).

La mejor exposición de esta unidad se localiza al oeste de la cuenca entre las veredas La Esperanza, Garvanzal, Juancho, El Guamal, Cachimbo, Cahimbo Bajo, Villa Maria, Ibirco, El Pato, Potreritos, Jaho, Santa Barbara, Estambul, Los Laureles, Las Honduras, San Isidro, Corrales, Sinai y Corrales y al suroriente de la cuenca sobre el anticlinal de la Hocha en las veredas Arenoso, Santa Lucia, Vilu, Alto de la Hocha y Espinal. Donde se observa macizos rocosos altamente meteorizados de color morados grisáceos afectados por la tectónica de la cuenca, esta unidad se compone principalmente por tobas líticas y tobas cristalinas. Las tobas líticas se caracterizan por presentar composicionalmente más de un 30% de líticos en su estructura y se clasifican como: tobas líticas riolíticas de estructura fragmental, con una composición promedio del 22% de cuarzo, 68% de feldespato potásicos y 10% de plagioclasas, del total de la composición de la roca, de igual manera se observan tobas líticas dacíticas de estructura fragmental, que contienen en general un 23% de cuarzo, 17% de feldespato potásico y 60% plagioclasas y tobas líticas andesíticas de estructura fragmental con porcentajes en general de 15% cuarzo, feldespatos potásicos 15% y plagioclasas 70%. Las tobas cristalinas que se evidenciaron en esta unidad se caracterizan por tener un alto contenido de fenocristales y poca matriz y se clasifican como tobas Cristalinas Dacíticas y tobas cristalinas Riolíticas, litológicamente conformadas por minerales félsicos como cuarzos, plagioclasas, feldespato potásico y pocos minerales máficos.



**Figura 2.9. Exposición de roca volcanosedimentaria que conforman la Formación Saldaña en el Municipio de Nátaga. N: 1842126, E:4689751**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### **2.4.1.2.2. Cuarzomonzodiorita de Teruel (Jt)**

Se utiliza el nombre Cuarzomonzodiorita de Teruel para designar un cuerpo ígneo intrusivo que aflora al noreste de la población de Teruel. El cuerpo plutónico se presenta normalmente fracturado y meteorizado (Carlos J. Morales et, 2001).

La Cuarzomonzodiorita de Teruel se localiza al noreste de la cuenca en las veredas Almorzadero y Cañada del municipio de Yaguará, donde se describe una roca de composición cuarzomonzonítica a cuarzomonzodiorítica, fanerítica de grano grueso, con cuarzo (>30%), feldespato potásico en menor proporción que plagioclasa, hornblenda y biotita. Los minerales de alteración son sericita y epidota. Presenta diques afaníticos y zonas epidotizadas. La mayoría de las rocas tienen un alto grado de meteorización a nivel de regolito y saprolito. Los afloramientos muestran una roca holocristalina, fanerítica, levemente porfirítica, de color rosado a gris (Carlos J. Morales et, 2001). Esta unidad se cartografió de acuerdo con la información de la plancha 345- CAMPOALEGRE a escala 1:100.000 del SGC, además se corroboró con la ayuda de sensores remotos y procesos de fotointerpretación realizados en la zona de estudio.

Se encuentra en contacto discordante con la Formación Caballos y en relación fallada con sedimentitas del Grupo Olini y de la Formación Seca en su parte topográfica más baja (Carlos J. Morales et, 2001).

#### **2.4.1.2.3. Batolito de Ibagué (Ji)**

El Batolito Ibagué describe un cuerpo ígneo de composición granítica en los alrededores de Ibagué, que se extiende en dirección norte-sur, a lo largo de la parte baja del flanco oriental de la Cordillera Central. "Geológicamente este cuerpo se encuentra limitado al oriente por la Falla de cabalgamiento de la Plata del sistema de fallas de Chusmas, colocando en contacto con rocas volcano-sedimentaria de la formación Saldaña y rocas sedimentarias de la formación Caballos, Hondita, Seca, Potrerillos y Doima y los Grupos Olini y Chicoral" (German Marquínez et. al., 2002). Litológicamente su composición varía de monzogranítica y cuarzomonzodiorítica, atravesado por diques de composición diorítica, por lo general las rocas del batolito de Ibagué se caracterizan por presentar rocas de color blanco-grisáceo, con moteado negro, de textura fanerítica granular de grano fino a medio y inequigranular de grano medio a grueso. Compuesta por cuarzo, plagioclasa y feldespato potásico, con minerales accesorios como biotita, hornblenda, opacos, circón, esfena y rutilo (Carlos J. Morales et, 2001).

El Batolito de Ibagué cubre gran parte de sector occidental de la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará, en los municipios de Nátaga, Tesalia, Iquira y Teruel, limitado por la Falla de La Plata en este sector, presenta localmente una composición variada de granitos, monzogranitos, granodioritas y Cuarzomonzodiorita, de color blanco a grisáceo, con tonalidades negras por el contenido minerales máficos en su composición, las rocas que componen esta unidad son de textura fanerítica granular de grano fino a medio y ocasionalmente inequigranular de grano medio a grueso, los minerales principales que conforman esta unidad son cuarzo, plagioclasa y feldespatos potásicos y como minerales máficos biotita y hornblenda, ocasionalmente se observan minerales de alteración como la clorita, sericita y epidota. En la zona de estudio de la cuenca de la Río Yaguará esta unidad se encuentra cortados por enjambre de diques de composición diorítica.



**Figura 2.10. Exposición del batolito de Ibagué en la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará. N:1845249, E:4692707.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### **2.4.1.3. Rocas sedimentarias**

Las rocas sedimentarias son el producto de la erosión, transporte y acumulación de partículas de diversos tamaños, los cuales sufren procesos físicos y químicos, los cuales transforman los materiales no consolidados en materiales consolidados. En el área que comprende la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará estas rocas cubren el mayor porcentaje del área, con edades desde el cretácico hasta el cenozoico, de diferentes ambientes de formación, que evidencian los diferentes eventos y paleo ambientes transcurridos a lo largo de la configuración de nuestro territorio.

##### **2.4.1.3.1. Formación Caballos (Kc)**

La Formación Caballos, fue definida por Corrigan (1967), en el cerro Caballos al oeste de Olaya Herrera, como una unidad arenosa, depositada en ambiente transgresivo a marino somero; la ubicó estratigráficamente como suprayacente las unidades precretácicas e infrayacentes a la Formación Villeta (Carlos J. Morales et, 2001).

Litológicamente la Formación Caballos está constituida por areniscas cuarzosas con glauconita, de tonos amarillentos y verdoso, grano fino, matriz arcillosa, cemento ferruginoso, regularmente cementadas; además se encuentran areniscas cuarzosas de grano grueso a medio, de color blanco, pobremente seleccionadas con lentes conglomeráticos irregulares, con gradación normal y presencia de láminas delgadas de lodo carbonoso e intercalación de lodolitas y areniscas de grano medio a fino con estratificación ondulosa y



plana paralela. El contacto inferior de la Formación Caballos es discordante sobre la Formación Saldaña y su contacto superior con la Formación Hondita en concordante transicional rápido (Carlos J. Morales et, 2001).

El autor de esta formación le asigna una edad en el intervalo Albiano inferior a medio basado en la microfauna; sin embargo, otros autores amplían el rango de edad a Aptiano medio – Albiano medio, mediante interpretaciones paleoambientales y regional (Carlos J. Morales et, 2001).

En la zona de la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará se rocas sedimentarias compuestas principalmente arenisca de grano fino con matriz limosa, y lodolitas de color naranja. Además, se visualizan secuencias sedimentarias con estratos centimétricos de lodolitas y areniscas métricas de grano fino, arenisca con matriz limosa, de grano fino clástica consolidada, con un grado de meteorización moderado y cuarzo areniscas caracterizadas por tener un alto porcentaje de cuarzo y tamaño de grano de fino a medio. La mejor expresión de esta unidad en el área de la Cuenca de la Río Yaguará observa al nororiente del centro de poblado de Yaguará en las veredas El Viso, La Paz y Upar, de la igual manera de observa suroccidente de la cuenca limitado por la falla La Plata en las veredas Buena Vista, El Dave, El Moral, El Orozco, El Truinfo, Los Laureles, Las Honduras, San Isidro y Los Yuyos, además esta formación se observa al suroriente en el anticlinal de La Hocha.

**Figura 2.11. Afloramiento a borde de carretera de la formación Caballos en la vereda Upar. Coordenadas: N: 1859987, E: 4722556.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



**Figura 2.12. muestra de arenisca cuarzosa de color pardo perteneciente a la Formación Caballos en la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará. N: 1860217, E: 4723023.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### **2.4.1.3.2. Formación Hondita (Kh)**

De Porta (1965) describe la Formación Hondita, como una sucesión de intercalaciones de calizas arenosas, lutitas y shales con presencia de concreciones calcáreas hasta de 2 m de diámetro. En la plancha 345, la Formación Hondita aflora en la parte oeste y noroeste, a manera de franjas orientadas en sentido norte y noreste, morfológicamente constituye zonas planas a levemente onduladas con altitud entre los 600 y 900 msnm (Carlos J. Morales et, 2001).

El contacto inferior de la Formación Hondita con la Formación Caballos es concordante transicional y es marcado en la base de las lodolitas arenosas monótonas que predominan en la Formación Hondita, mientras que el contacto superior con la Formación Loma Gorda es neto y marcado por la base de los primeros niveles de lodolitas silíceas y chert (Carlos J. Morales et, 2001).

Patarroyo (1993) indica que, con base en la fauna de amonitas colectadas, se puede afirmar que esta formación abarca una edad desde el Albiano medio hasta el Coniaciano (Carlos J. Morales et, 2001).

La Formación Hondita en el área de Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará se localiza el sector nororiental de la cuenca, en las veredas El Viso, La Paz y Upar del municipio de Yaguará, sin embargo, en los recorridos esta unidad no se pudo identificar por lo que se cartografió de acuerdo con la información de la plancha 345- CAMPOALEGRE a escala 1:100.000 del SGC, además se corroboró con la ayuda de sensores remotos y procesos de fotointerpretación realizados en la zona de estudio.

#### **2.4.1.3.3. Formación Loma Gorda (Kl)**

La Formación Loma Gorda fue descrita por De Porta (1965), para designar una secuencia de lodolitas, lutitas, calizas y niveles muy delgados de chert, con niveles de concreciones calcáreas. En la Plancha 345 esta formación se observa en la loma El Cucharó, al este del campo petrolero Los Mangos; en la cuchilla El Sapo, al oeste de Yaguará, y en dos franjas con dirección noreste en el alto Volcancillos y loma Larga; abarca un área de 8 km<sup>2</sup> y constituye zonas de relieve prominente con pendientes poco pronunciadas, con dirección general noreste y norte-sur (Carlos J. Morales et, 2001).

Litológicamente la Formación Loma Gordas presenta lutitas lodolitas silíceas y chert estratificados en capas delgadas a medias, con abundantes foraminíferos, muy replegadas y repetidas, ubicadas en la parte superior de la unidad. La base de la unidad se caracteriza por la presencia de lodolitas calcáreas laminadas y algunas intercalaciones de calizas micríticas negras (Carlos J. Morales et, 2001).

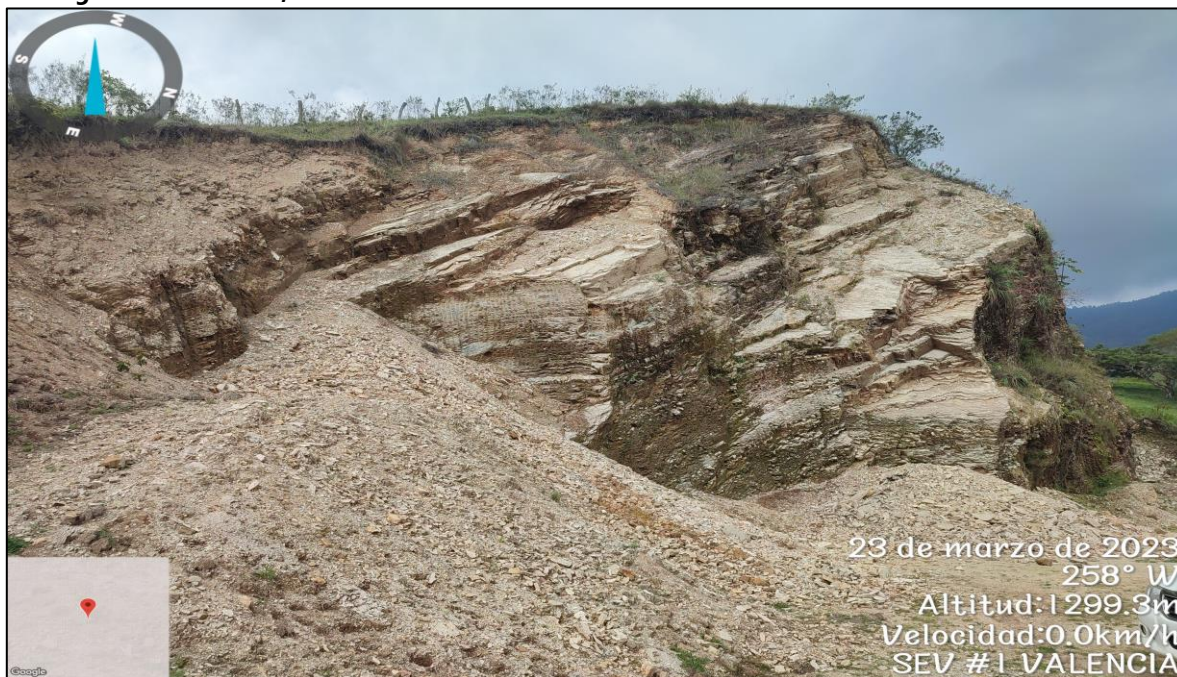
El contacto inferior y superior con la Formación Hondita y con el Grupo Olini, respectivamente, se observan como concordantes netos. El límite inferior es la base de los primeros niveles de lodolitas silíceas, mientras que el tope está determinado por la aparición de la primera capa de chert. La Formación Loma Gorda es de edad Coniaciano, de acuerdo con la fauna amonitas reportada por diversos autores (Carlos J. Morales et, 2001).

La Formación Hondita en el área de Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará se localiza el sector nororiental de la cuenca, en las veredas El Viso, La Paz y Upar del municipio de Yaguará, sin embargo, en los recorridos esta unidad no se pudo identificar por lo que se cartografió de acuerdo con la información de la plancha 345- CAMPOALEGRE a escala 1:100.000 del SGC, además se corroboró con la ayuda de sensores remotos y procesos de fotointerpretación realizados en la zona de estudio. Sin embargo, en la zona suroccidental del área de estudio se observó una secuencia sedimentaria bastante fracturada por el replegamiento que presenta, esta roca se describe como una lutita grisácea, debido al replegamiento, lo bastante fracturada y lo cubierta que esta unidad en la zona, no se puede distinguir y catalogar a cual formación pertenece esta secuencia por lo que se opta



cartografiar esta unidad como lo cartografía la plancha 344 – TESALIA y denominarla Formación Hondita – Formación Loma Gorda (Kh-KI).

**Figura 2.13. Exposición de la Formación Hondita-Formación Loma Gorda en la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará. N: 1842483, E: 4695614.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### **2.4.1.3.4. Grupo Olini (Ko)**

Unidad descrita por Petters (1954) y De Porta (1965), compuestas por dos niveles silíceos denominados Lidita Inferior y Lidita Superior, separados por un nivel de lutitas (Carlos J. Morales et, 2001).

Esta Unidad aflora en el sector oriental y nororiental de la plancha 345 – Campoalegre y se observa en cuchilla El Sapo, la loma El Cucharero, al noroeste de la Represa de Betania, desde el río Magdalena, a la quebrada La Boa y al sur del campo petrolero Los Mangos. Esta unidad corresponde a una secuencia de lodolitas silíceas con foraminíferos, limolitas blancas grisáceas, niveles de chert color crema en el tope y la base y shales grises oscuros intercalados con areniscas de grano fino a medio en la parte media de la secuencia, en capas tabulares con laminación plana paralela y levemente ondulosa, bioturbadas. El contacto inferior con la Formación Loma Gorda es Concordante neto, marcado por la aparición de una capa de chert negro y pardo, mientras que el contacto superior con la formación La Tabla se marca en el primer nivel de areniscas de grano fino en capas medias que yacen sobre el tope. En base en microfósiles, le asignan una edad en el Santoniano – Campaniano superior (Carlos J. Morales et, 2001).



El Grupo Olini en la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará aflora en la zona nororiental del municipio de Yaguará y el noroccidente del campo petrolero Los Mangos, donde se observa una secuencia sedimentaria altamente fracturada y meteorizada, con capas de areniscas de grano muy fino y capas medias de shale negro, con intercalaciones de lodolitas con alto contenido de materia orgánica, y presencia de nódulos con variación de tamaños. La mejor exposición de esta unidad en la cuenca de la Río Yaguará se observa en las veredas Vilu, Upar, La Paz, Jaguar, Flandes y El Viso en el municipio de Yaguará.

**Figura 2.14. Exposición del grupo Olini en la quebrada el Medio, Vereda La Paz – Municipio Yaguará. N: 1857810, E: 4722603.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### **2.4.1.3.5. Formación La Tabla (Kt)**

Unidad definida originalmente por De Porta (1965), en el camino de Piedras – La Tabla y tomo su nombre del caserío de La Tabla en el departamento del Tolima; esta unidad consta de areniscas cuarzosas, predominantes hacia la basa y el tope, que alternan con lutitas grises. La parte media consta principalmente, de lutitas con pequeñas intercalaciones de arenisca, que pasan a conglomerados de cantos de cuarzo, lodolita silícea y chert (Carlos J. Morales et, 2001).



El contacto inferior de esta unidad corresponde a un contacto concordante neto con el Grupo Olini y está marcado en el tope del nivel denominado “Primera Lidita”, mientras que el contacto superior está en paraconformidad con el nivel inferior de arcillolitas de la Formación Seca; en algunos sitios la relación es fallada. La edad asignada para esta formación corresponde a Maastrich – Tiano, registrado mediante asociación de foraminíferos (Carlos J. Morales et, 2001).

En la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará esta unidad se observa al nororiente del casco urbano del municipio de Yaguará y al occidente del campo petrolero Los Mango, se caracteriza por presentar areniscas grises amarillentas de grano fino, estratificadas en capas medias, con estratificación plano paralela y laminación interna, se observan ocasionalmente bastante plegadas y altamente fracturadas.

**Figura 2.15. Exposición de la Formación La Tabla en el Municipio Yaguará. N: 1858838, E: 4725484.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### **2.4.1.3.6. Formación La Seca (KPGs)**

La Formación Seca fue definida por De Porta (1965), para designar una unidad compuesta por una «sucesión de capas de arenitas y lutitas rojas y grises verdosos que se encuentran entre la Formación Cimarrona y la Formación Hoyón». La sección tipo se halla en la quebrada Seca, al sur de Cambao (Cundinamarca) (Carlos J. Morales et, 2001).

La unidad aflora al sur y oeste del campo petrolero Los Mangos hasta el norte de Yaguará; al oeste de la cuchilla de Upar, en el carretable hacia la hacienda el Hatillo, por la carretera

Tesalia - Pacarní y en otros sitios aislados donde se observa pequeños remanentes. Parte de esta unidad fue cubierta por aguas de la Represa de Betania. Litológicamente se caracteriza por presentar una alternancia de lutitas y arcillolitas rojizas intercaladas con capas de areniscas líticas de grano fino a medio (Jorge G. 2003).

La Formación Seca es de edad Maastrichtiano-paleocena de acuerdo con De Porta (1965) y se puede correlacionar por edad y posición estratigráfica con las formaciones Teruel y San Francisco pertenecientes al Grupo Guaduala y con la parte inferior de la Formación Guadas (Carlos J. Morales et, 2001).

En la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará la formación seca se distribuye en gran parte del área de la cuenca, comprendiendo como una de las formaciones de mayor distribución dentro del área de estudio y en zonas cercanas a la quebrada Chichayaco en el municipio de Yaguará se observa una secuencia sedimentaria compuesta por arcillolitas masivas competentes, intercaladas con areniscas líticas, de color gris de grano medio a grueso, granodecreciente, con una estratificación de 70/12SE. Sobre esta formación se localiza el campo petrolero de Los Mangos en la cuenca de la Río Yaguará.

**Figura 2.16. Exposición de la Formación Seca en la vía nacional Yaguará – Neiva, en la quebrada Chichayaco. N: 1855419, E: 4720565.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### **2.4.1.3.7. Formación Palermo (Pgp)**

La Formación Palermo está constituida por conglomerados con lentes de arenitas de grano grueso. Los conglomerados presentan guijarros que gradan normalmente hacia el tope; están compuestos de chert, de color negro, gris y pardo, y cuarzo, con esporádicos



fragmentos de origen ígneo (intrusivo - extrusivo); la matriz, en general, es tamaño arena gruesa, cuarzosa; el cemento es silíceo - ferruginoso; están dispuestos en capas muy gruesas, en cuña y lenticular y con estratificación cruzada de bajo ángulo a gran escala (Carlos J. Morales et, 2001).

Dentro del área de estudio esta unidad se evidencio en la vereda Estambul como una secuencia sedimentaria, compuesta por conglomerados matriz soportado, con una matriz de arena cuarzosa de grano grueso, de color rojizo, los conglomerados están compuestos principalmente por cuarzo y chert de color negro y gris, se observan esporádicamente fragmentos de rocas ígneas.

**Figura 2.17. Exposición de la Formación Palermo en la vereda Estambul municipio de Teruel. N: 1856597, E: 4709828.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### **2.4.1.3.8. Formación Bache (Pgb)**

La Formación Baché es una unidad constituida por arcillolitas, conglomerados y areniscas. Las arcillolitas son de color rojo y en menor proporción amarillentas, grises y gris verdosas; por sectores tienen fragmentos de cuarzo tamaño arena gruesa; se observa canales de conglomerados con estratificación cruzada y contactos irregulares; los conglomerados están compuestos por guijos finos a medios de chert y cuarzo y suelen convertirse en capas hasta de 5 m de espesor. Las capas medianas de areniscas que se intercalan en la secuencia son arcillosas, subliticas, de color gris y rojizo, de grano fino a ligeramente conglomerático,

medianamente cementadas. Los contactos son irregulares entre lodolitas y conglomerados y entre éstos y las arenas son graduales (Carlos J. Morales et, 2001).

En la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará se expone en el suroccidente de la cuenca en las laderas estructurales del sinclinal de Tesalia y al suroriente de la cuenca. La Formación Bache se evidencio en la vereda la Cañada, compuesta litológicamente por capas de conglomerados polimícticos subangulares, con diámetros variables, estas capas se observan poco competente y medianamente cementada, se disgregan con facilidad, intercaladas con los conglomerados se observan capas de arcillolitas de color rojizo a amarillenta.

**Figura 2.18. Exposición de la Formación Bache en la vía Iquira – Teruel, en la Vereda la Cañada. N: 1857738, E: 4715873.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

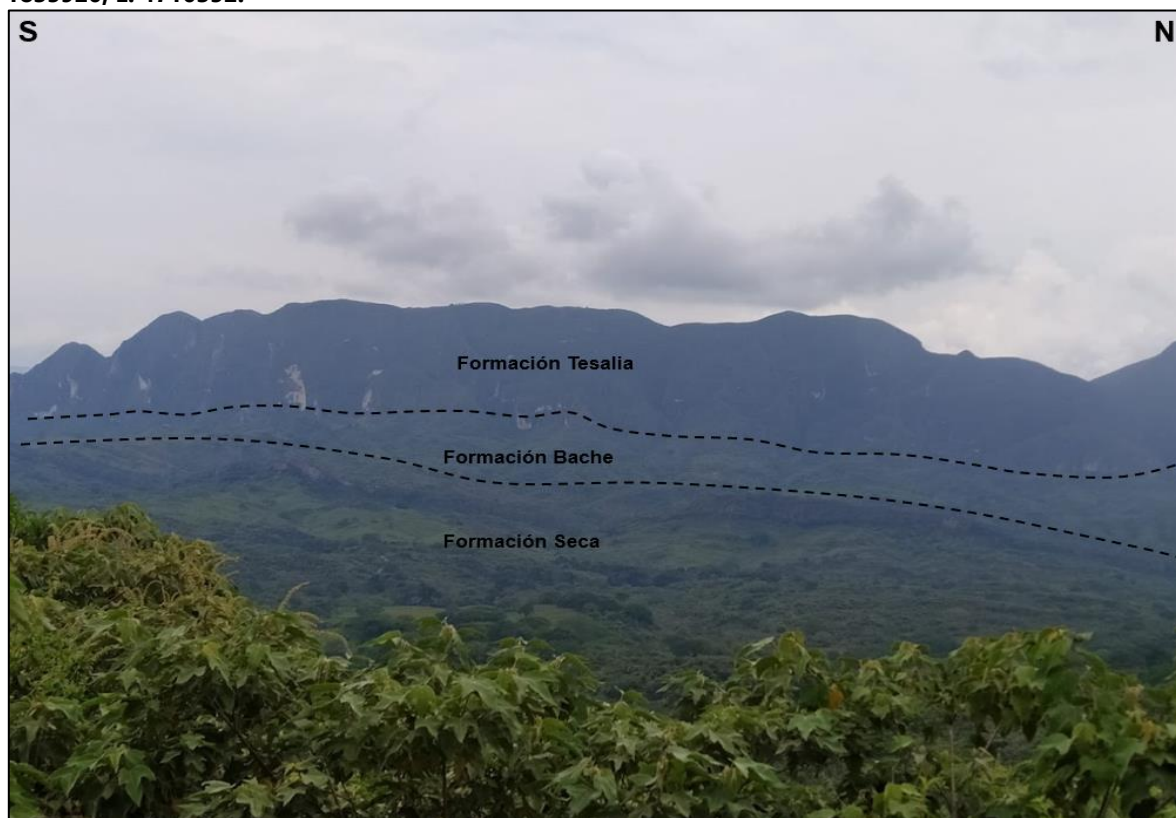
#### **2.4.1.3.9. Formación Tesalia (Pgt)**

La Formación Tesalia está conformada por una secuencia de conglomerados polimícticos, estratificados en capas muy gruesas lenticulares, separadas por niveles de arenitas en capas delgadas a medias. Los conglomerados están compuestos por guijos de cuarzo lechoso, chert negro, pardo y gris, con matriz de arena fina y cemento ferruginoso. Las arenitas son cuarzosas, de color rojo y tono amarillento, de grano fino a conglomerático, localmente arcillosas, con gradación normal e inversa. Los contactos entre las capas de conglomerados y areniscas son netos paralelos a levemente ondulados. Por su morfología esta unidad sobresale en el área, pues presenta escarpes fuertes que alcanzan 50 m, correspondientes a parte del espesor total de la unidad, la cual se encuentra con plegamientos y en relación fallada con el Batolito de Ibagué en la Cordillera Central (Carlos J. Morales et, 2001).



La Formación Tesalia en el área de Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará se localiza en el sector suroccidental de la cuenca en el sinclinal de Tesalia y al suroriente de la cuenca, sin embargo en los recorridos esta unidad no se pudo identificar por lo que se cartografió de acuerdo con la información de la plancha 345- CAMPOALEGRE y plancha 344 - Tesalia a escala 1:100.000 del SGC, además se corroboró con la ayuda de sensores remotos y procesos de fotointerpretación realizados en la zona de estudio.

**Figura 2.19. Exposición de la Formación Tesalia en ladera de contrapendiente del Sinclinal de Tesalia. N: 1835920, E: 4710352.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### **2.4.1.3.10. Formación Potrerillo (Pgpo)**

La Formación Potrerillo fue definida originalmente por geólogos de la Richmond Petroleum Company, en 1938, para designar una unidad compuesta básicamente por arcillolitas de tonos rojizos intercaladas con areniscas de grano grueso hacia la base y fino hacia el tope. Posteriormente, Beltrán & Gallo (1968) adoptan el nombre en un recorrido por los alrededores de Neiva (Carlos J. Morales et, 2001).

La Formación Potrerillo está constituida por una alternancia de arcillolitas, lodolitas, arenitas, arenitas lodosas y conglomerados arenosos; predominan las arcillolitas y lodolitas de tono rojizo y violáceo; a veces se presentan con moteamiento de color gris blaucuzco, en capas

gruesas a muy gruesas, con fragmentos de cuarzo. Las arenitas son de colores gris, rojo y amarillo, de grano fino a ligeramente conglomerático, con gradación normal, compuestas por fragmentos de chert negro, vulcanitas y plutonitas, en matriz arcillosa. Los conglomerados son bien cementados, constituidos por guijos finos y medios, redondeados, principalmente de cuarzo y chert y en menor proporción vulcanitas, que son escasos en la secuencia (Jorge G. 2003).

El contacto inferior de esta unidad con el Grupo Chicoral es concordante, neto y brusco y se marca litológicamente en el tope del último nivel conglomerático de la Formación Tesalia que está en contacto con las arcillolitas y areniscas de la Formación Potrerillo, mientras el contacto superior de la unidad es igualmente concordante neto y brusco, y se ubica en la base del primer paquete masivo de conglomerados pertenecientes a la Formación Doima. La edad de la unidad corresponde al Eoceno tardío (Carlos J. Morales et, 2001).

En el área de estudio esta formación se localiza en el suroccidente de la cuenca en el sinclinal de Tesalia y al suroriente entre el río Magdalena y el anticlinal de Hocha. Durante los recorridos su mejor exposición se evidencio en la vereda El Guamal, en el que se observa una secuencia sedimentaria compuesta por capas gruesas de arcillolitas de color rojizo, intercalas con arenisca finas conglomeráticas que color gris, los conglomerados se componen de cuarzo y chert negro principalmente.

**Figura 2.20. Exposición de la Formación potrerillo en la vereda El Guamal – Municipio de Tesalia. N: 1848132, E: 4704442.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### **2.4.1.3.11. Formación Doima (Pg)**

El nombre de Formación Doima fue determinado por geólogos de la Richmond Petroleum Company en 1939 y su localidad tipo está ubicada en los cerros cercanos a la localidad de Doima, en el Municipio de Ibagué, Departamento del Tolima. Posteriormente, Beltrán &

Gallo (1968) extienden el uso del nombre al sector de Neiva, determinando que está constituida por conglomerados potentes, arenitas e intercalaciones menores de lodolitas (Jorge G. 2003).

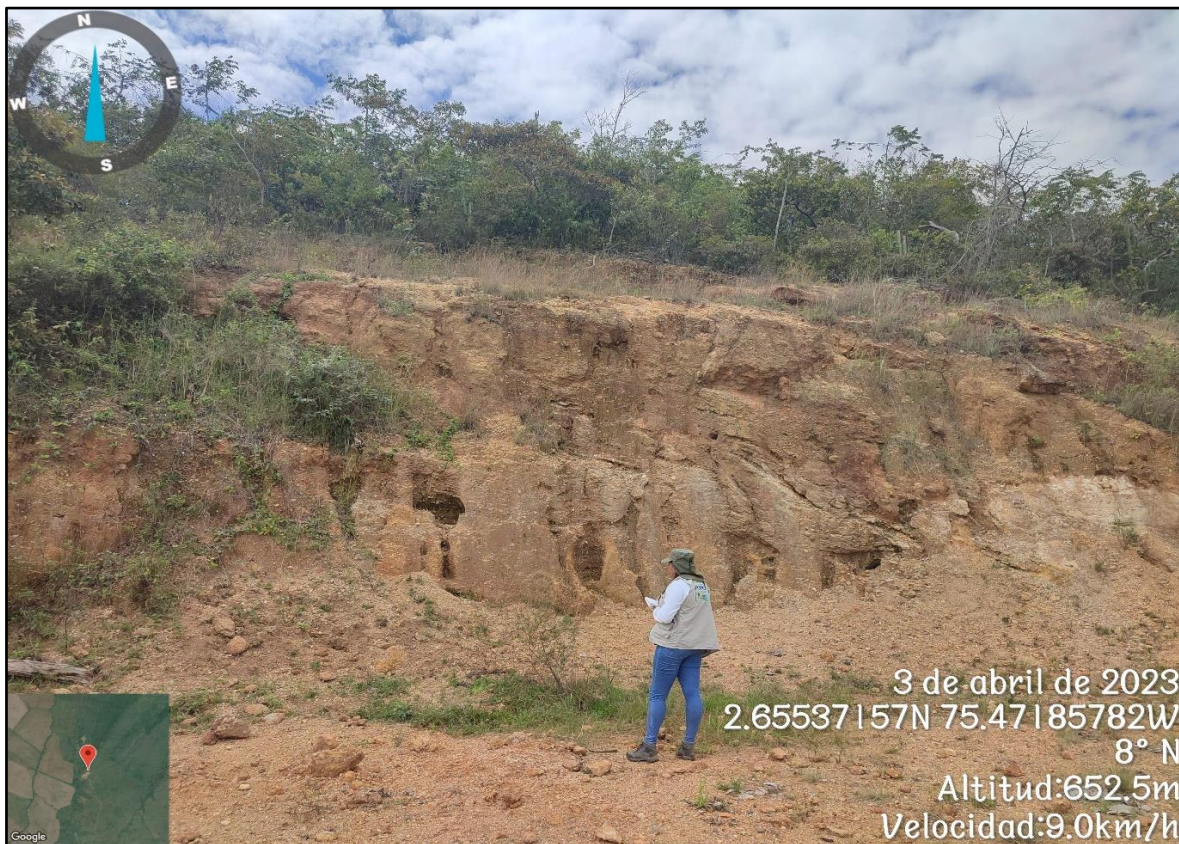
La Formación Doima aflora en forma de una delgada faja con dirección aproximada de 45° NE entre la Falla de Betania y el río Magdalena, constituyendo cerros de morfología escarpada, ligeramente prominentes. Ocupa un área aproximada de 10 km<sup>2</sup>; las mejores exposiciones se encuentran al sur de la Hacienda Totumito (1E), en la vía que de Puerto Seco va a Tesalia y en la Represa de Betania (Jorge G. 2003) y en el núcleo del Sinclinal de Tesalia y constituye cerros de morfología ligeramente prominente. La mejor exposición de las rocas correspondientes a esta formación se encuentra en el núcleo del Sinclinal de Tesalia, a lo largo del cauce del río Yaguaracito (Carlos J. Morales et, 2001), constituida por conglomerados potentes, sin estratificación evidente, que consta de guijarros redondeados de cuarzo, chert negro, fragmentos de rocas intrusivas y metamórficas. Al sur de la quebrada Caraguaja se observa conglomerados con abundante cuarzo lechoso suprayacido por niveles conglomeráticos lodosoportados con matriz con feldespatos de color gris claro a crema. Al norte de la quebrada Puerto Seco se observa conglomerados con cantos lustrosos de cuarzo y chert y en menor proporción de tobas de hasta 4 cm de diámetro y un promedio general de 1 cm, intercalados con arenitas levemente conglomeráticas con estratificación cruzada tangencial (Jorge G. 2003).

El contacto inferior con la Formación potrerrillos es concordante neto marcado en donde aparecen los conglomerados potentes, aunque en el suroeste de es fallado con rocas sedimentarias, mientras que el contacto superior es discordante con el Grupo Honda, que cubre parcialmente los conglomerados con lodolitas rojas con lentes conglomeráticos de chert negro. La edad de esta formación se ubica en el Oligoceno – Mioceno inferior (Jorge G. 2003).

En el área de estudio esta unidad se localiza en el centro del Sinclinal de Tesalia al suroriente de la cuenca y al suroccidente de la cuenca entre el Anticlinal de la Hocha y el río Magdalena, se caracteriza por presentar zonas bajas, de morfología a colinadas en formas de montículos y lomeríos denudacionales. La mejor exposición de la formación dentro de la cuenca se localiza en el centro del Sinclinal de Tesalia donde se observan conglomerados clastos soportados, con matriz arenosa poco competente, de gran espesor, constituido de guijarros de cuarzo, chert, rocas plutónicas y metamórficas, esta unidad presenta una coloración rojiza a amarillenta.



**Figura 2.21. Exposición de la Formación Doima en la vereda Vilu – Municipio de Yaguará. N: 1851693, E: 4725258.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### **2.4.1.3.12. Formación Honda (Ngh)**

El Grupo Honda fue definido por Hettner (1892), cerca de la población de Honda, Tolima. Posteriormente, fue redefinida por Butler (1942), en la Cordillera de San Antonio. Recientemente, Guerrero (1993) realizó el estudio del Grupo Honda en el área de Villavieja, al norte del Departamento del Huila, proponiendo su subdivisión en las formaciones La Colorada y Villavieja (Jorge G. 2003).

El grupo aflora, en su mayoría, en la margen occidental del río Magdalena, donde una parte ha sido cubierta por aguas de la Represa de Betania. Entre El Hobo y la Central Hidroeléctrica de Betania hay una secuencia importante; están en forma de colinas bajas y onduladas; también se observan desde el cruce de la vía a Gigante, hasta el límite más suroccidental de la Cuenca. Cubre un área de aproximadamente 47 km<sup>2</sup> (Jorge G. 2003).

El Grupo Honda, en el área, tiene cerca de 450 m de espesor y está constituido por arenitas, con lentes conglomeráticos y arcillas. Las arenitas son de grano medio a grueso, color gris verdoso y blanco, en capas gruesas a muy gruesas; están compuestas de cuarzo, líticos, feldespato, biotita y anfíbol; la matriz es arcillosa y la cementación es regular; presenta



estratificación cruzada de ángulo bajo, con gradación normal cíclica y están separadas por niveles de arcillolitas rojas y verde claras. Se observa lentes conglomeráticos en las arenitas; son de color gris verdoso y a veces rojizo; están compuestos por chert negro, en gran porcentaje, y cuarzo. Como característica general, las arenitas presentan la denominada textura sal y pimienta y concreciones más duras que el material de la matriz encajante, del mismo material con cemento calcáreo, con formas redondeadas, ovaladas y algunas formas caprichosas, asemejando estructuras de bioturbación, las cuales se encuentran ubicadas en los niveles arenosos más altos, cercanos al contacto con las arcillolitas suprayacentes (Jorge G. 2003).

El Grupo Honda yace discordante sobre las rocas sedimentarias del Grupo Chicoral, cubriendo parte de la Formación Tesalia y de la Formación Baché, al sur del campo petrolero Los Mango, también se encuentra en relación fallada con rocas del mismo grupo, mientras que el contacto superior es discordante con la Formación Gigante. De acuerdo con Guerrero (1993) la edad de esta unidad es miocena media (Jorge G. 2003).

En el área de estudio el Grupo Honda se localiza en el sector suroriental de la cuenca en el municipio de Tesalia y en el suroccidente en el Sinclinal de Tesalia. La mejor exposición de esta unidad se observa en la vereda Vilu, al oriente del campo petrolero Los Mangos, donde se puede observar una secuencia sedimentaria de areniscas de grano medio a grueso, de color gris verdoso con lentes conglomeráticos, de color gris verdoso, compuestos de chert negro y cuarzo

**Figura 2.22. Exposición del Grupo Honda ubicado en la vereda Vilu, en inmediaciones de la represa Betania, al oriente del Campo los Mangos de Ecopetrol. N: 1848594, E: 4723675.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



#### **2.4.1.3.13. Formación Gigante (Nggi)**

La Formación Gigante descrita por geólogos de la Richmond Petroleum Company, en 1939, como depósitos tobáceos expuesto en la quebrada Guandinosa, al norte de la población Gigante. la Formación Gigante constituye zonas de morfología de colinas altas y bajas, redondeadas y zonas planas a moderadamente onduladas, algo escarpadas, que se prolongan desde el sur del valle Superior del Magdalena. Esta unidad está restringida al valle del río Magdalena (Jorge G. 2003).

Esta unidad presenta un espesor de 400 m, aproximadamente y consta de arenisca y arcillolitas, con niveles de piroclastitas y epiclastitas; hacia la base presentan capas muy gruesas de gravas polimícticas, constituidas por cantos y bloques de rocas volcánicas de la Formación Saldaña y rocas metamórficas, ígneas y sedimentarias, redondeados a subredondeados, con matriz areno-lodosa, leve imbricación de los cantos y algunas capas lenticulares de areniscas conglomeráticas con estratificación cruzada y regularmente cementadas. Estas capas de gravas esta interdigitadas con areniscas y arcillolitas que rellenan una paleotopografía (Jorge G. 2003).

La Formación Gigante se observa en contacto fallado con las rocas del monzogranito de Algeciras y reposa discordantemente sobre el Grupo Honda. Con dataciones realizada por Van der Wiel (1991) se le atribuye una edad Mioceno a la Formación Gigante, y es correlacionable con la Formación Mesa del área de Honda, en el extremo norte del Valle Superior del Magdalena (Jorge G. 2003).

La Formación Gigante en el área de Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará se localiza en el suroriente de la cuenca en la vereda Vilu en inmediaciones del Río Magdalena, sin embargo, en los recorridos esta unidad no se pudo identificar por lo que se cartografió de acuerdo con la información de la plancha 345- CAMPOALEGRE a escala 1:100.000 del SGC, además se corroboró con la ayuda de sensores remotos y procesos de fotointerpretación realizados en la zona de estudio.

#### **2.4.1.3.14. Abanicos antiguos (Qaa2)**

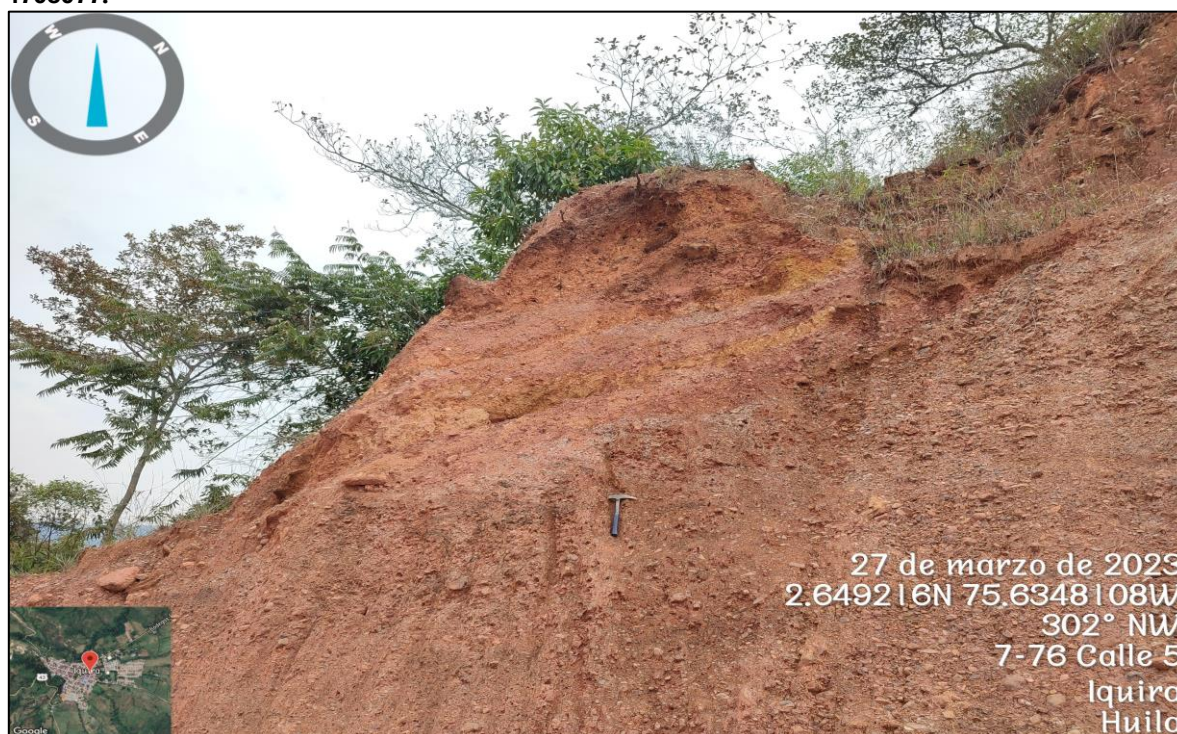
Los abanicos antiguos corresponden a terrazas o remanentes relativamente altos y con notable disección. Son una serie de abanicos coalescentes que se han interdigitado, cuando los más nuevos han cubierto los remanentes de los más antiguos. Los materiales que conforman esta formación son bloques subredondeados a subangulares clasto soportados y matriz soportados, con rocas ígneas y metamórficas (Jorge G. 2003). Esta unidad en el área de estudio se localiza en el sector suroriental de la cuenca en la vereda Vilu en inmediaciones del Río Magdalena, sin embargo, en los recorridos esta unidad no se pudo identificar por lo que se cartografió de acuerdo con la información de la plancha 345- CAMPOALEGRE a escala 1:100.000 del SGC, además se corroboró con la ayuda de sensores remotos y procesos de fotointerpretación realizados en la zona de estudio.

#### 2.4.1.3.15. Terrazas Pumíticas (Qtp)

Estos depósitos pumíticos son niveles no consolidados acumulados en ambas márgenes de los ríos Magdalena, Yaguará y Pedernal; se identificaron especialmente en Yaguará y sus alrededores; constituyen terrazas amplias y altas aptas para cultivos (Carlos J. Morales et, 2001).

Dentro del área de estudio, este tipo de depósito se identifican en las veredas El Chaparro, Santa Barbara, Potreritos, Estambul, La Cañada, La Floresta, Arenoso, Flandes, Vilu y Jaguar, donde se evidencia zonas amplias planas a levemente inclinadas, en su mayoría con cultivos de arroz, que se compone de arenas pumíticas de grano grueso a fino con gradación normal de color rojizo que se intercalan con capas de aglomerados de guijos clasto soportado compuestos por rocas volcánicas, plutónicas, cuarzo, calizas y areniscas de grano fino a medio, también se observa intercalación de arcillas de color verdoso.

**Figura 2.23. Exposición de las terrazas pumíticas, observadas en la vereda El Chaparro. N: 1850410, E: 4708077.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### 2.4.1.3.16. Depósitos coluviales (Qc)

Los depósitos coluviales se identifican como depósitos de pendientes asociados con trazos de fallas en zonas montañosas, compuestos de material conglomerático angular polimictico extensos asociados con lineamientos importantes con dirección NW-SE (Carlos J. Morales et, 2001). Esta unidad en el área de estudio se localiza en el sector suroccidental de la cuenca en la vereda Los Yuyos en el municipio de Tesalia, sin embargo, en los recorridos esta unidad



no se pudo identificar por lo que se cartografió de acuerdo con la información de la plancha 344- TESALIA a escala 1:100.000 del SGC, además se corroboró con la ayuda de sensores remotos y procesos de fotointerpretación realizados en la zona de estudio.

#### **2.4.1.3.17. Depósitos aluviales (Qal)**

Los depósitos aluviales están asociados a los cauces aluviales principales y su zona de inundación, que cubre todas las zonas planas y de bajas pendiente de la cuenca. Están constituidos por depósitos que varían de granulometría desde gravas de material de arrastre hasta arcillas, esto asociado a la dinámica fluvial de las corrientes hídricas de la zona.

**Figura 2.24. Exposición de depósitos aluviales observados en la vereda Santa Lucia sobre el cauce del río Yaguará. N: 1845998, E: 4708491.**



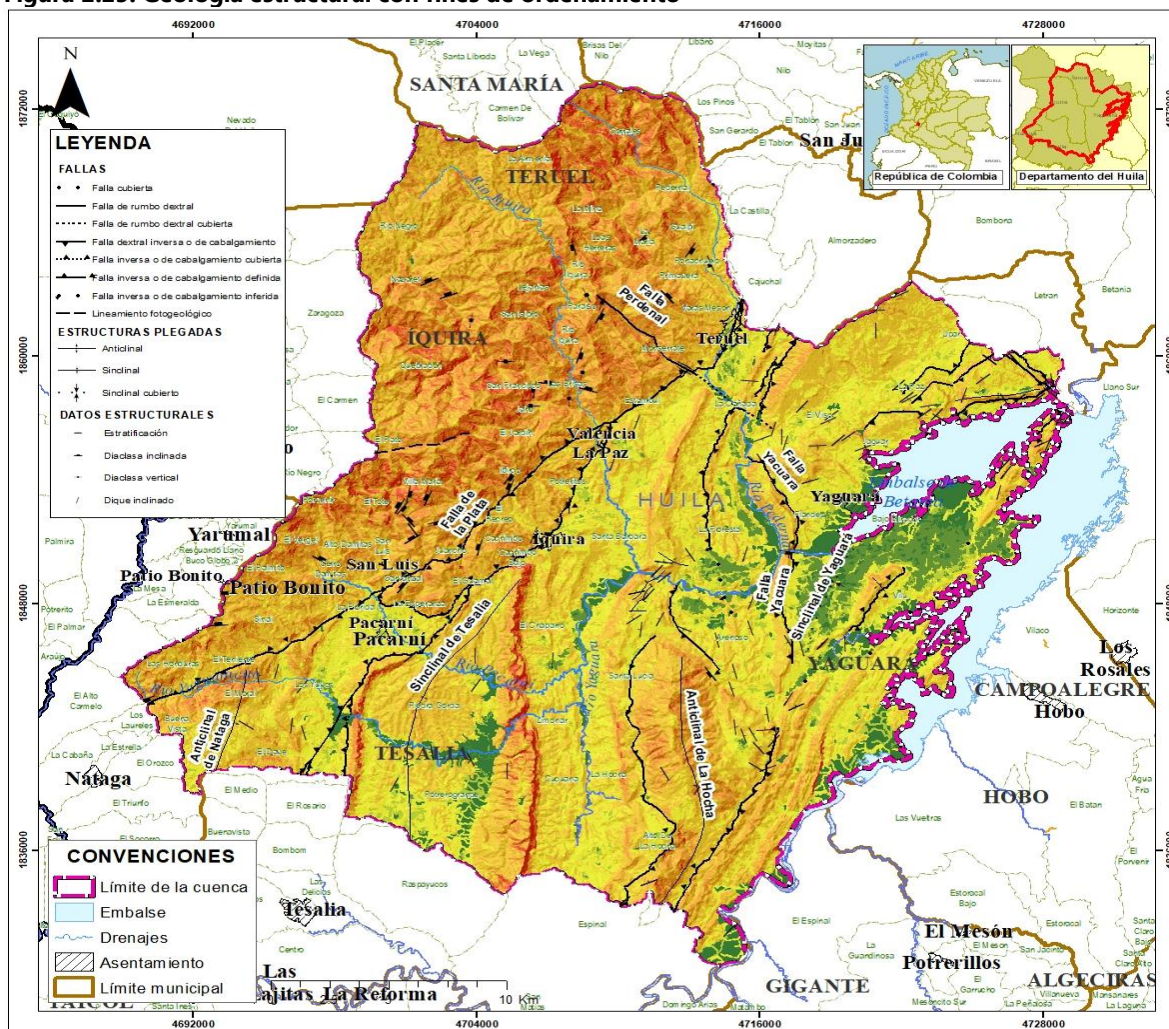
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### **2.4.2. Geología estructural**

En el área de la cuenca hidrográfica del río Yaguará se destacan fallas de cabalgamiento que se orientan en dirección SW-NE y que vergen hacia el SE, siendo la más representativa la Falla La Plata la cual pertenece al Sistema de Fallas de Chusma, localizada en la parte occidental de la cuenca, permitiendo el cabalgamiento de las rocas plutónicas del batolito de Ibagué pertenecientes a la cordillera oriental sobre la secuencia de rocas sedimentaria que afloran en valle del río Magdalena. Además, se observan estructuras de fallas de cabalgamiento como la falla de La Hocha, la cual tectónicamente tiene un comportamiento de retrocabalgamiento de la Falla de Betania y que forman una cuña tectónica denominada el Alto de La Hocha y de igual manera hacia oriente de la cuenca se observa la Falla Yaguará una estructura de dirección N-S, de tipo inversa, que contribuye con las estructuras aptas para el entrapamiento de hidrocarburos en la cuenca.

Durante los recorridos de campo se observaron facturas que controlan la red de drenaje principalmente en la zona de máxima elevación. En la zona suroccidental se observa un plegamiento representado por el Sinclina de Tesalia comprendiendo una estructura asimétrica, que expone las formaciones Potrerillo, Tesalia, Baché, Palermo, Seca, Hondita y el Grupo Olini, el núcleo del sinclina aflora la Formación Doima y El Grupo Honda. En el Alto de la Hocha se observa una estructura anticlinal que compromete las rocas de las formaciones Saldaña, Caballos, Hondita y el Grupo Olini, denominada Anticlina de La Hocha.

**Figura 2.25. Geología estructural con fines de ordenamiento**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

### 2.4.3. Sismicidad

El territorio colombiano comprende un dominio continental deformado situado en el límite de tres placas tectónicas mayores: la placa suramericana, la placa de Nazca y la placa Caribe. Los movimientos relativos de estas placas durante la era Cenozoica dieron origen al sistema orogénico de los Andes del Norte, compuesto por distintas cadenas montañosas separadas

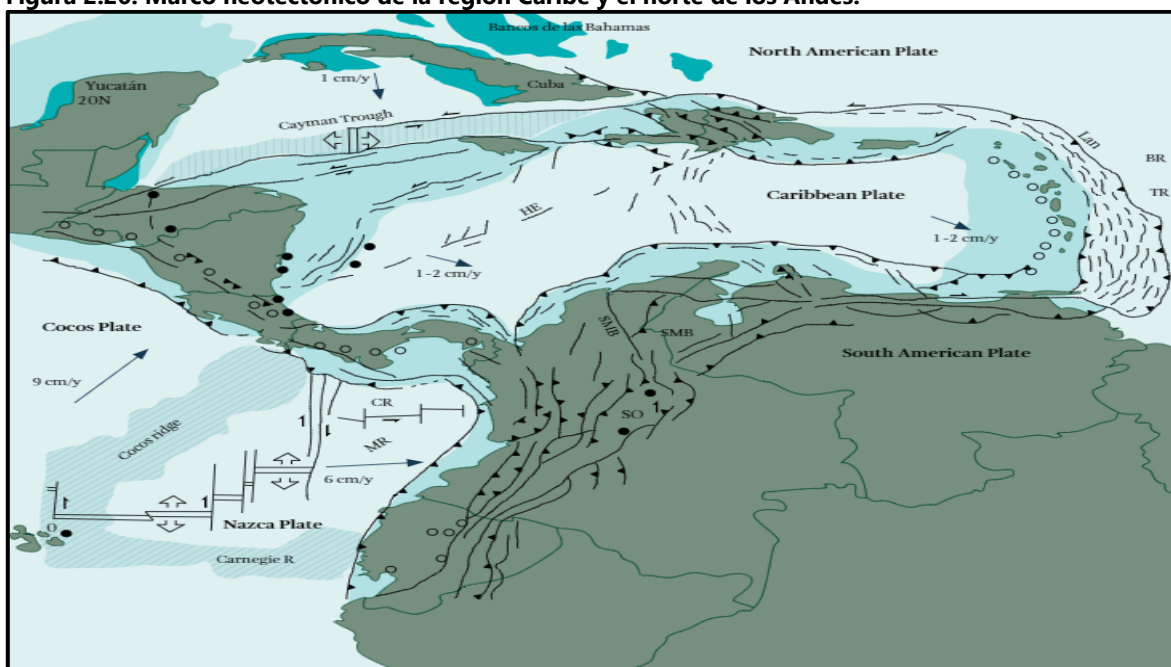


por valle y depresiones intramontañosas (Ee.g., Megard, 1987; Meijer y Wortel 1992; Stefanick y Jurdy 1992; Coblenz y Richardson, 1996, en Taboada, A. Dimaté, C. y Fuenzalida, A. (1998)).

La placa de Nazca converge hacia el este con respecto a la placa Sudamericana, a una velocidad de aproximadamente 7 cm/año. La convergencia relativa entre estas dos placas de absorber entre la zona de subducción del Pacífico y a lo largo de los sistemas de fallas y pliegues activos que se observan en las tres cordilleras y valles de la cadena Andina Colombiana (Taboada, A. Dimaté, C. y Fuenzalida, A. (1998)).

La placa del Caribe converge en dirección ESE con respecto a la placa Suramericana, a una velocidad de 1-2 cm/año. La convergencia relativa entre estas placas es responsable de la deformación observada al norte del territorio colombiano (Taboada, A. Dimaté, C. y Fuenzalida, A. (1998)).

**Figura 2.26. Marco neotectónico de la región Caribe y el norte de los Andes.**



Fuente: Arcila, M. García, J., Montejo, J., Eraso, J., Valcarcel, J., Mora, M., Viganò, D., Pagani, M. y Díaz, F. (2020). Modelo nacional de amenaza sísmica para Colombia. Bogotá: Servicio Geológico Colombiano y Fundación Global Earthquake Model.

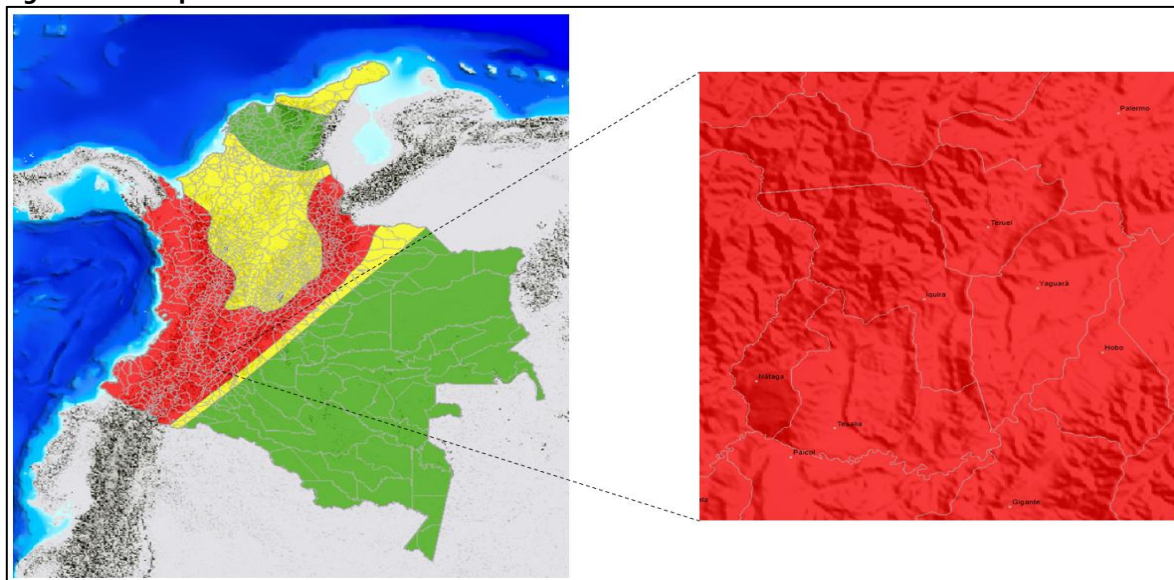
La sismicidad en el territorio colombiano está asociado a la convergencia de las placas litosféricas de Nazca, Sur América y Caribe, cuya compleja dinámica da origen a sismos de diferentes características a lo largo del territorio nacional, los cuales pueden tener un alto potencial destructivo (SGC & GEM, 2018).

El área de estudio de la Cuenca de la Quebrada Yaguará, se encuentra dentro de una región catalogada como una zona de alta sismicidad, debido a que en términos generales en Colombia los eventos sísmicos se concentran en su mayoría en la Región Andina y la Costa Pacífica.

El Servicio Geológico Colombiano (SGC) es la entidad encargada de dar a conocer la información sobre las amenazas y riesgos físicos de origen geológico a la comunidad en general, estos con fines de planificación, ordenamiento territorial y gestión del riesgo, para así contribuir al conocimiento del peligro sísmico del país, el territorio colombiano presenta diferentes niveles de amenazas sísmicas altas, intermedias y bajas. Aproximadamente el 83% de la población nacional está ubicada en zonas de amenazas sísmicas intermedias y altas. (INDIGER, <https://www.idiger.gov.co/rsismico>), además del SGC hay otras entidades encargadas como el Instituto Geofísico de los Andes en Bogotá y el Observatorio Vulcanológico de Manizales, que se encargan del estudio y vigilancia de la sismicidad y la actividad volcánica en el país. Otras entidades como la Universidad Nacional también han adelantado estudios al respecto y trabajos conjuntos han producido el Mapa de Nacional de Amenaza Sísmica.

El tamaño de un sismo se puede calcular por su magnitud e intensidades. La magnitud es un valor único relacionado con la cantidad de energía liberada, y la intensidad, con los efectos y daños generados en superficie. La intensidad es una descripción cualitativa de la severidad de un sismo en un área determinada y difiere de la magnitud en que los efectos pueden variar de un punto a otro, mostrando valores de intensidad distintos (SGC, 2020). La siguiente figura muestra el Mapa de Nacional de Amenaza Sísmica.

**Figura 2.27. Mapa nacional de amenaza sísmica de Colombia NSR-10.**



Fuente: [http://srvags.sgc.gov.co/JSViewer/Amenaza\\_Sismica/](http://srvags.sgc.gov.co/JSViewer/Amenaza_Sismica/)

La intensidad sísmica es consecuencia directa de los parámetros de movimiento fuerte en superficie, como aceleración y velocidad máxima del suelo (Peak Ground Acceleration –PGA– y Peak Ground Velocity –PGV–, respectivamente), los cuales dependen de la magnitud del evento y de la atenuación sufrida por la energía sísmica en su trayectoria desde el hipocentro hasta un punto en superficie. A su vez, dichos valores están fuertemente condicionados por las características de la geología, depósitos de suelo, topografía, etc., que modifican la señal sísmica y son la razón principal de que la distribución del movimiento fuerte no sea homogénea, y en ocasiones los mayores valores de intensidad no se localizan en el epicentro del sismo (SGC, 2020).

En la siguiente tabla muestra la información de aceleración específica para los municipios que hace parte de la Cuenca de la Río Yaguará, los cuales se ubican dentro de la Zona de Amenaza sísmica alta (rojo).

**Tabla 2.5. Valores de aceleración sísmica  $\text{cm/s}^2$ .**

MUNICIPIO	ACELERACIÓN SISMICA $\text{cm/s}^2$	ZONA DE AMENAZA SÍSMICA
Nátaga	150-200 $\text{cm/s}^2$	Alta
Yaguará	200-250 $\text{cm/s}^2$	Alta
Íquira	150-200 $\text{cm/s}^2$	Alta
Tesalia	150-200 $\text{cm/s}^2$	Alta

Fuente:

<https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=2836c44b6e8d429d9379276660e0eeae>

Los eventos tectónicos en la zona de estudio según la Red Sismológica Nacional de Colombia (RSNC) en el Valle Superior del Magdalena presentan una alta sismicidad, esto asociado a las fallas que cruzan la región. El departamento del Huila registra eventos sísmicos históricos como el ocurrido en 1827, que fue considerado uno de los más grandes, en donde alcanzo una intensidad epicentral de 10, además otro evento sísmico se presentó en el año 1967 lo cual tuvo una magnitud de 6.7 en la escala de Richter. No obstante, el registro de actividad sísmica histórica muestra magnitudes importante y actividad neotectónica de algunas de las fallas de la zona, lo cual deben ser tenido en cuenta al momento de evaluar la amenaza sísmica de la cuenca.

## 2.5. Unidades Geológicas Superficiales (UGS)

Las unidades geológicas superficiales (UGS) corresponde a un conjunto (homogéneo) de materiales geológicos que afloran en la superficie, que provienen del mismo origen y conservan en general las mismas características físicas y de comportamiento geomecánico, hasta algunas decenas de metros por debajo de la superficie del terreno (Hermelín, 1985, Tomado de SGC,2017).

En la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará se elabora a escala 1:25.000, las unidades geológicas superficiales, partiendo de los insumos de geología básica a escala 1:25.000 y la delimitación cartográfica de las unidades litológicas regionales, representando sus características geomecánicas, ingenieriles y de estabilidad.

**Tabla 2.6. Unidades Geológicas Superficiales (UGS) según su origen.**

ORIGEN DE LA UGS	TIPO DE UGS
Derivadas de roca In situ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Roca inalterada</li> <li>- Saprolito</li> <li>- Suelos Residual</li> </ul>
Depósitos aluviales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aluviones recientes o de lecho de río</li> <li>- Llanuras aluviales</li> <li>- Abanicos o conos aluviales</li> <li>- Terrazas aluviales</li> <li>- Depósitos torrenciales</li> <li>- Depósitos fluvio torrenciales.</li> </ul>
Depósitos lacustres y paludales	- Depósitos lacustres
Depósitos de ladera, o coluviales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coluviones</li> <li>- Talus</li> <li>- Flujos (de lodo, tierra y de escombros)</li> <li>- Derrubios de pendiente</li> </ul>
Depósitos costeros	- Deltas, Barras, Playas, etc.
Depósitos volcánicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tefras</li> <li>- Surges</li> <li>- Flujos Piroclásticos</li> <li>- Ignimbritas</li> <li>- Flujos de lodos Volcánicos</li> <li>- Lahares</li> <li>- Cenizas</li> <li>- Coladas de Lava.</li> </ul>
Depósitos eólicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dunas</li> <li>- Loess</li> <li>- Cenizas volcánicas</li> </ul>
Depósitos glaciares	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Morrenas y Tillitas</li> <li>- Fluvioglaciares</li> </ul>
Depósitos antrópicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rellenos sanitarios o de basuras</li> <li>- Rellenos de excavaciones</li> <li>- Escombreras o botaderos</li> </ul>

Fuente: SGC, 2017.

### 2.5.1. Metodología

Para la cartografía de las Unidades Geológicas Superficiales (UGS) en la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará realizó en 4 pasos sistemáticos, con el fin de realizar la caracterización y el análisis de los materiales observados en campo. El flujograma de actividades se realizó bajo el diagrama de procesos propuesto por el Servicio Geológico Colombiano, en la guía de gestión del riesgo, el cual resume las siguientes fases: 1. Recopilación y análisis de la



información, 2. Interpretación de información temática e imágenes de sensores remotos, 3. Validación en campo, 4. Resultados.

**Figura 2.28. Flujograma de actividades en la generación de la cartografía de la Unidades Geológicas Superficiales (UGS).**



Fuente: SGC, 2017.

### 2.5.1.1. Recopilación y análisis de la información

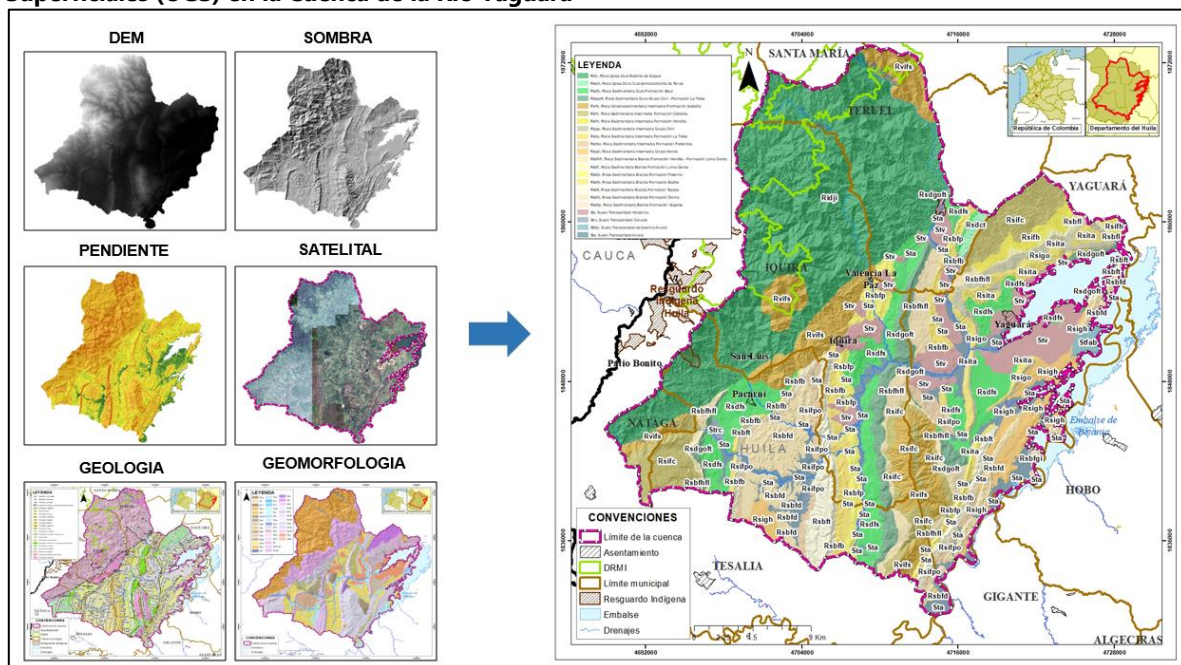
La etapa de recopilación y análisis de la información, consiste en recopilar, sintetizar y analizar insumos básicos e información temática secundaria existente en estudios anteriormente realizados en el área de la Cuenca por entidades oficiales, como información de la geología y geomorfología disponibles a escala regional y detallada, estudios de suelo, geotécnicos, hidrogeológicos y ambientales.

### 2.5.1.2. Interpretación de información temática e imágenes de sensores remotos

Esta segunda etapa se realiza de acuerdo el análisis de la información temática secundaria, donde se compila e integra con la información cartográfica realizada a escala 1:25.000 de las unidades geológicas básicas para la Cuenca de la Río Yaguará, realizando actividad de procesamiento e interpretación se obtiene el mapa a escala 1:25.000 de los materiales que componen la cuenca.

Además, con ayuda el Modelo Digital de Elevación de 12.5 m x 12.5 m y la imagen área, a escala 1:25.000, se interpretan los sensores remotos, donde se obtiene el modelo de sombras y el mapa de pendientes, los cuales sirvieron para desarrollar la delimitación cartográfica detallada de las diferentes unidades geológicas superficiales, donde visualizaron macizos rocosos y depósitos de suelos en cada unidad geológica.

**Figura 2.29. Insumos de apoyo utilizados en la generación de la cartografía de la Unidades Geológicas Superficiales (UGS) en la Cuenca de la Río Yaguará**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

### 2.5.1.3. Validación de campo

La etapa de validación de campo tuvo como objetivo la toma de datos y muestras, que permiten caracterizar y delimitar las unidades geológicas superficiales identificadas, partiendo desde sus propiedades geomecánicas como son génesis, litología, propiedades ingenieriles (Dureza, consistencia, condición de humedad, densidad relativa y compacidad), clasificación geomecánica, grado de meteorización y rasgos estructurales.

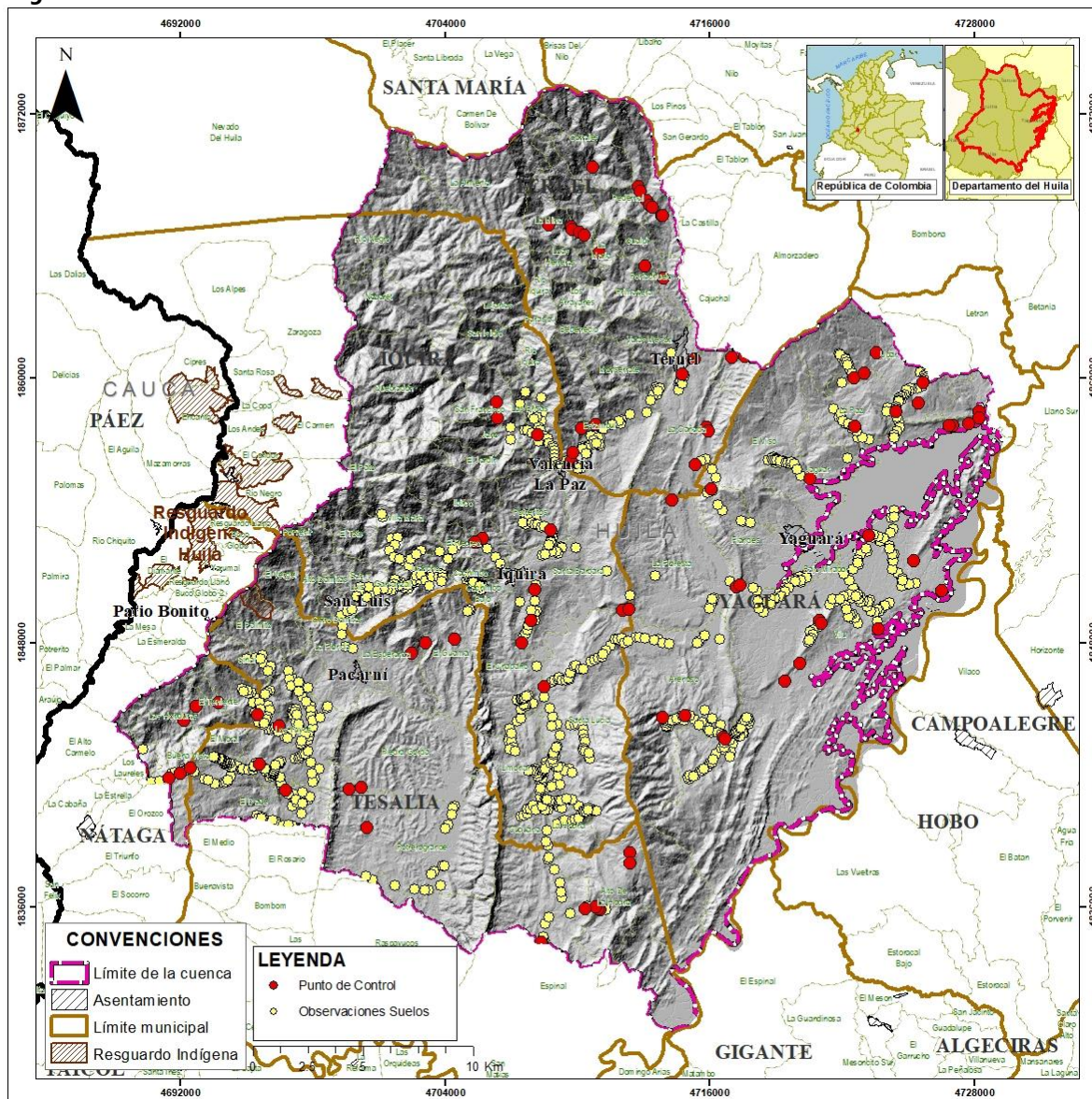
En la Cuenca de la Río Yaguará, se realizaron recorridos para la caracterización de las Unidades Geológicas Superficiales, donde se levantaron 94 puntos de control (Anexo 1. Cartera de campo, archivo **LIBRETA DE CAMPO POMCA YAGUARA**), donde se realizaron descripción de muestra de mano, se caracterizaron los macizos rocosos y se ejecutaron 11 ensayos de carga puntual a muestras representativas de las unidades geológicas superficiales clasificadas como rocas, con la finalidad de determinar la resistencia a la compresión de cada unidad de roca encontrada en la Cuenca ( Anexo 2.Laboratorios, carpeta **ROCA**), estos ensayos estuvieron a cargo de la empresa AMGEOMING SAS.

En apoyo con el componente de capacidad de uso de la tierra se desarrollaron puntos de observación para las unidades de suelo, en los cuales se realizaron 72 apiques y 108 tomas de muestra para caracterización en laboratorio (Anexo 2.Laboratorios, carpeta **SUELO**). En la Tabla 2.7 se expresan los puntos de observaciones de suelos y rocas, con sus principales características de ubicación.

Las observaciones y descripciones de macizos rocosos que se realizaron en la Cuenca del Río Yaguará, se desarrollaron teniendo en cuenta las zonas y materiales que se observaron susceptibles a presentar fenómenos de movimientos en masa, como lo fue la zona alta y media de la cuenca. Además, en las zonas bajas de la cuenca se llevaron a cabo puntos de observación y apiques, debido a que estas zonas son susceptibles a fenómenos de inundación y avenidas torrenciales; teniendo una relación de la unidades geológicas superficiales con aquellas zonas susceptibles a presentarse fenómenos naturales.



**Figura 2.30. Puntos de control y muestreo para Unidades Geológicas Superficiales en la Cuenca de la Río Yaguará**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 2.7. Puntos de control y de observación para caracterización de las unidades geológicas superficiales en la Cuenca Río Yaguará, con el apoyo del componente de capacidad uso de las tierra.**

ID	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	VEREDA	ESTE	NORTE	ALTURA	OBSERVACIONES
JR1	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.695.987.695	1.845.125.166	1136	Observacion de suelo
JR2	HUILA	TESALIA	SINAI	4.695.003.485	1.847.275.324	1628	Observacion de suelo
JR3	HUILA	TESALIA	SINAI	4.695.709.573	1.847.429.287	1446	Observacion de suelo
JR4	HUILA	YAGUARÁ	FLANDES	4.717.527.370	1.853.488.253	887	Observacion de suelo
JR5	HUILA	TESALIA	POTREROGRANDE	4.703.517.979	1.837.585.448	1467	Observacion de suelo





ID	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	VEREDA	ESTE	NORTE	ALTURA	OBSERVACIONES
JR6	HUILA	TESALIA	SINAI	4.695.775.851	1.847.032.928	1505	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
JR7	HUILA	NÁTAGA	LOS LAURELES	4.690.315.708	1.843.160.874	1355	Observacion de suelo
JR8	HUILA	TESALIA	SINAI	4.696.101.840	1.846.935.301	1398	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
JR9	HUILA	TESALIA	SINAI	4.695.990.210	1.846.722.829	1251	Observacion de suelo
JR10	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.065.825	1.845.819.683	1225	Observacion de suelo
JR11	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.695.927.239	1.845.752.729	1197	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
JR12	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.695.841.653	1.845.636.043	1116	Observacion de suelo
JR13	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.044.528	1.844.945.590	1082	Observacion de suelo
JR14	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.695.951.913	1.844.631.199	1060	Observacion de suelo
JR15	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.695.884.458	1.844.518.007	1080	Observacion de suelo
JR16	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.164.894	1.844.084.017	1110	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
JR17	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.491.047	1.844.224.065	951	Observacion de suelo
JR18	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.697.795.470	1.840.857.304	888	Observacion de suelo
JR19	HUILA	TESALIA	ESPINAL	4.708.370.406	1.834.346.884	893	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
JR20	HUILA	TESALIA	ESPINAL	4.708.520.263	1.834.462.468	883	Observacion de suelo
JR21	HUILA	TESALIA	ESPINAL	4.708.450.827	1.834.639.238	866	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
JR22	HUILA	TESALIA	ESPINAL	4.708.529.294	1.835.229.908	858	Observacion de suelo
JR23	HUILA	TESALIA	ESPINAL	4.708.708.055	1.835.546.976	1158	Observacion de suelo
JR24	HUILA	TESALIA	ALTO DE LA HOCHA	4.711.281.413	1.835.860.758	1109	Observacion de suelo
JR25	HUILA	TESALIA	ALTO DE LA HOCHA	4.710.999.277	1.835.954.030	1060	Observacion de suelo
JR26	HUILA	TESALIA	ESPINAL	4.710.436.144	1.836.035.513	909	Observacion de suelo
JR27	HUILA	TESALIA	ESPINAL	4.709.691.312	1.835.685.467	903	Observacion de suelo
JR28	HUILA	TESALIA	ESPINAL	4.709.294.293	1.836.440.321	849	Observacion de suelo
JR29	HUILA	TESALIA	ESPINAL	4.709.216.767	1.837.097.566	806	Observacion de suelo
JR30	HUILA	TESALIA	ALTO DE LA HOCHA	4.708.688.896	1.838.151.763	801	Observacion de suelo
JR31	HUILA	TESALIA	ESPINAL	4.708.727.751	1.838.220.825	796	Observacion de suelo
JR32	HUILA	TESALIA	ESPINAL	4.708.677.559	1.838.779.646	815	Observacion de suelo
JR33	HUILA	ÍQUIRA	CUCUANA	4.708.590.692	1.838.980.509	782	Observacion de suelo
JR34	HUILA	ÍQUIRA	CUCUANA	4.708.698.421	1.840.401.941	780	Observacion de suelo
JR35	HUILA	ÍQUIRA	CUCUANA	4.708.568.916	1.840.418.732	769	Observacion de suelo
JR36	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.708.428.364	1.842.138.552	794	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
JR37	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.708.853.848	1.842.779.731	887	Observacion de suelo
JR38	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.709.243.154	1.843.797.076	869	Observacion de suelo
JR39	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.709.082.285	1.844.274.599	820	Observacion de suelo
JR40	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.708.873.659	1.844.616.111	753	Observacion de suelo
JR41	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.708.773.960	1.845.033.098	743	Observacion de suelo

ID	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	VEREDA	ESTE	NORTE	ALTURA	OBSERVACIONES
JR42	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.708.498.012	1.845.536.326	744	Observacion de suelo
JR43	HUILA	ÍQUIRA	EL CHAPARRO	4.708.173.778	1.846.916.009	1052	Observacion de suelo
JR44	HUILA	ÍQUIRA	EL CHAPARRO	4.708.127.572	1.850.611.018	800	Observacion de suelo
JR45	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.706.919.078	1.843.630.298	797	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
JR46	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.707.010.203	1.843.666.165	810	Observacion de suelo
JR47	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.706.920.005	1.843.535.156	836	Observacion de suelo
JR48	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.707.038.957	1.843.475.855	861	Observacion de suelo
JR49	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.707.102.179	1.843.230.018	861	Observacion de suelo
JR50	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.706.933.858	1.843.148.974	863	Observacion de suelo
JR51	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.707.178.715	1.843.084.475	777	Observacion de suelo
JR52	HUILA	ÍQUIRA	EL CHAPARRO	4.706.952.215	1.844.074.944	779	Observacion de suelo
JR53	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.707.016.078	1.843.874.270	780	Observacion de suelo
JR54	HUILA	ÍQUIRA	EL CHAPARRO	4.707.278.053	1.844.415.291	780	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
JR55	HUILA	ÍQUIRA	EL CHAPARRO	4.707.464.584	1.844.528.507	825	Observacion de suelo
JR56	HUILA	ÍQUIRA	EL CHAPARRO	4.707.458.435	1.844.970.631	818	Observacion de suelo
JR57	HUILA	ÍQUIRA	EL CHAPARRO	4.707.687.882	1.845.134.512	814	Observacion de suelo
JR58	HUILA	ÍQUIRA	EL CHAPARRO	4.707.979.052	1.845.237.612	934	Observacion de suelo
JR59	HUILA	TESALIA	POTREROGRANDE	4.700.701.207	1.837.231.696	885	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
JR60	HUILA	TESALIA	POTREROGRANDE	4.703.900.339	1.837.875.362	882	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
JR61	HUILA	TESALIA	POTREROGRANDE	4.704.457.477	1.840.579.285	889	Observacion de suelo
JR62	HUILA	TESALIA	POTREROGRANDE	4.703.824.346	1.836.959.355	1551	Observacion de suelo
JR63	HUILA	TESALIA	SINAI	4.695.436.022	1.847.308.688	881	Observacion de suelo
JR64	HUILA	TESALIA	POTREROGRANDE	4.703.978.065	1.837.857.730	888	Observacion de suelo
JR65	HUILA	TESALIA	POTREROGRANDE	4.703.372.160	1.837.486.467	888	Observacion de suelo
JR66	HUILA	TESALIA	POTREROGRANDE	4.703.259.050	1.836.767.293	890	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
JR67	HUILA	TESALIA	POTREROGRANDE	4.703.072.422	1.836.758.670	888	Observacion de suelo
JR68	HUILA	TESALIA	POTREROGRANDE	4.702.610.855	1.836.790.151	904	Observacion de suelo
JR69	HUILA	TESALIA	POTREROGRANDE	4.701.719.075	1.836.961.718	920	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
JR70	HUILA	TESALIA	POTREROGRANDE	4.700.429.250	1.837.374.318	882	Observacion de suelo
JR71	HUILA	TESALIA	POTREROGRANDE	4.704.350.755	1.840.492.650	883	Observacion de suelo
JR72	HUILA	TESALIA	POTREROGRANDE	4.704.326.018	1.840.184.463	884	Observacion de suelo
JR73	HUILA	TESALIA	POTREROGRANDE	4.704.153.843	1.839.717.702	884	Observacion de suelo
JR74	HUILA	TESALIA	POTREROGRANDE	4.704.012.397	1.839.574.307	853	Observacion de suelo
JR75	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.707.440.563	1.840.101.540	838	Observacion de suelo
JR76	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.707.575.545	1.840.138.158	852	Observacion de suelo
JR77	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.707.726.443	1.840.211.810	833	Observacion de suelo
JR78	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.707.730.580	1.840.424.301	873	Observacion de suelo

ID	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	VEREDA	ESTE	NORTE	ALTURA	OBSERVACIONES
JR79	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.707.886.760	1.840.434.220	854	Observacion de suelo
JR80	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.708.014.111	1.840.596.256	849	Observacion de suelo
JR81	HUILA	ÍQUIRA	CUCUANA	4.708.124.960	1.840.419.294	823	Observacion de suelo
JR82	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.708.409.655	1.840.564.816	813	Observacion de suelo
JR83	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.708.341.580	1.840.981.401	822	Observacion de suelo
JR84	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.708.301.763	1.841.301.800	796	Observacion de suelo
JR85	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.708.348.517	1.841.655.877	762	Observacion de suelo
JR86	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.708.580.811	1.842.551.888	823	Observacion de suelo
JR87	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.709.003.702	1.842.850.365	841	Observacion de suelo
JR88	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.709.106.169	1.843.296.327	786	Observacion de suelo
JR89	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.708.669.495	1.841.418.402	818	Observacion de suelo
JR90	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.708.884.315	1.841.542.831	820	Observacion de suelo
JR91	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.709.121.188	1.841.664.629	807	Observacion de suelo
JR92	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.709.154.245	1.841.978.020	834	Observacion de suelo
JR93	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.708.854.840	1.844.230.044	906	Observacion de suelo
JR94	HUILA	TESALIA	ESPINAL	4.709.286.835	1.836.658.615	841	Observacion de suelo
JR95	HUILA	TESALIA	ESPINAL	4.708.966.524	1.837.705.106	792	Observacion de suelo
JR96	HUILA	ÍQUIRA	CUCUANA	4.708.649.109	1.839.464.736	861	Observacion de suelo
JR97	HUILA	ÍQUIRA	LA HOCHA	4.709.374.127	1.839.881.443	885	Observacion de suelo
JR98	HUILA	ÍQUIRA	LA HOCHA	4.709.619.216	1.839.801.673	991	Observacion de suelo
JR99	HUILA	ÍQUIRA	LA HOCHA	4.710.177.387	1.840.134.778	921	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
JR100	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.710.081.718	1.840.578.068	1105	Observacion de suelo
JR101	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.710.616.488	1.840.421.673	1115	Observacion de suelo
JR102	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.710.687.421	1.840.367.634	1094	Observacion de suelo
JR103	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.710.800.788	1.840.376.275	1080	Observacion de suelo
JR104	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.710.861.251	1.840.348.186	1073	Observacion de suelo
JR105	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.710.499.090	1.840.473.922	831	Observacion de suelo
JR106	HUILA	ÍQUIRA	LA HOCHA	4.709.091.701	1.839.762.171	774	Observacion de suelo
JR107	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.708.846.608	1.846.190.850	795	Observacion de suelo
JR108	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.708.959.417	1.846.274.715	837	Observacion de suelo
JR109	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.709.141.782	1.846.306.907	835	Observacion de suelo
JR110	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.709.190.653	1.846.400.746	869	Observacion de suelo
JR111	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.709.316.027	1.846.299.974	897	Observacion de suelo
JR112	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.709.491.785	1.846.271.185	940	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
JR113	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.709.645.858	1.846.342.488	921	Observacion de suelo
JR114	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.709.597.727	1.846.361.537	940	Observacion de suelo
JR115	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.709.728.706	1.846.631.578	929	Observacion de suelo
JR116	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.709.686.324	1.846.614.559	960	Observacion de suelo

ID	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	VEREDA	ESTE	NORTE	ALTURA	OBSERVACIONES
JR117	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.709.864.302	1.846.939.314	979	Observacion de suelo
JR118	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.709.950.927	1.846.966.517	1012	Observacion de suelo
JR119	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.710.158.462	1.846.792.722	1022	Observacion de suelo
JR120	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.710.272.339	1.846.807.881	858	Observacion de suelo
JR121	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.711.509.631	1.847.860.191	829	Observacion de suelo
JR122	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.711.732.912	1.848.134.813	794	Observacion de suelo
JR123	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.711.948.403	1.848.090.908	815	Observacion de suelo
JR124	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.711.852.258	1.848.160.456	787	Observacion de suelo
JR125	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.712.038.223	1.848.172.613	771	Observacion de suelo
JR126	HUILA	YAGUARÁ	ARENOSO	4.712.151.405	1.847.978.512	716	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
JR127	HUILA	YAGUARÁ	ARENOSO	4.712.660.545	1.848.223.032	709	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
JR128	HUILA	YAGUARÁ	ARENOSO	4.712.809.365	1.848.246.468	705	Observacion de suelo
JR129	HUILA	YAGUARÁ	ARENOSO	4.713.067.386	1.848.173.806	700	Observacion de suelo
JR130	HUILA	YAGUARÁ	ARENOSO	4.713.653.383	1.848.139.458	702	Observacion de suelo
JR131	HUILA	YAGUARÁ	ARENOSO	4.713.509.794	1.848.086.245	697	Observacion de suelo
JR132	HUILA	YAGUARÁ	ARENOSO	4.713.883.376	1.847.997.483	693	Observacion de suelo
JR133	HUILA	YAGUARÁ	ARENOSO	4.714.183.941	1.847.951.934	1559	Observacion de suelo
JR134	HUILA	ÍQUIRA	JUANCHO	4.702.687.395	1.850.712.628	1545	Observacion de suelo
JR135	HUILA	ÍQUIRA	JUANCHO	4.702.324.530	1.850.532.632	1539	Observacion de suelo
JR136	HUILA	ÍQUIRA	JUANCHO	4.702.426.760	1.850.571.252	1579	Observacion de suelo
JR137	HUILA	ÍQUIRA	JUANCHO	4.702.476.500	1.850.689.712	1582	Observacion de suelo
JR138	HUILA	ÍQUIRA	JUANCHO	4.702.641.677	1.850.802.616	1548	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
JR139	HUILA	ÍQUIRA	JUANCHO	4.702.858.729	1.850.862.228	1521	Observacion de suelo
JR140	HUILA	ÍQUIRA	JUANCHO	4.702.727.722	1.851.013.495	1469	Observacion de suelo
JR141	HUILA	ÍQUIRA	JUANCHO	4.702.954.289	1.851.044.183	1474	Observacion de suelo
JR142	HUILA	ÍQUIRA	JUANCHO	4.702.939.149	1.851.055.292	1431	Observacion de suelo
JR143	HUILA	ÍQUIRA	JUANCHO	4.703.114.157	1.850.817.851	1365	Observacion de suelo
JR144	HUILA	ÍQUIRA	JUANCHO	4.703.312.801	1.850.558.531	1439	Observacion de suelo
JR145	HUILA	ÍQUIRA	JUANCHO	4.703.394.407	1.851.007.739	1406	Observacion de suelo
JR146	HUILA	ÍQUIRA	JUANCHO	4.703.441.124	1.850.999.718	1426	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
JR148	HUILA	ÍQUIRA	JUANCHO	4.703.720.134	1.851.138.026	1433	Observacion de suelo
JR149	HUILA	ÍQUIRA	JUANCHO	4.703.712.401	1.850.987.288	1502	Observacion de suelo
JR150	HUILA	ÍQUIRA	JUANCHO	4.703.905.274	1.851.083.175	1505	Observacion de suelo
JR151	HUILA	ÍQUIRA	JUANCHO	4.703.883.442	1.850.931.453	1557	Observacion de suelo
JR152	HUILA	ÍQUIRA	JUANCHO	4.703.862.363	1.850.779.245	1546	Observacion de suelo
JR153	HUILA	ÍQUIRA	CACHIMBO	4.704.167.429	1.851.774.506	1470	Observacion de suelo
JR154	HUILA	ÍQUIRA	EL RECREO	4.704.517.476	1.852.373.159	906	Observacion de suelo



ID	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	VEREDA	ESTE	NORTE	ALTURA	OBSERVACIONES
JR155	HUILA	ÍQUIRA	SANTA BARBARA	4.708.165.497	1.849.436.188	887	Observacion de suelo
JR156	HUILA	ÍQUIRA	SANTA BARBARA	4.708.083.794	1.849.274.476	887	Observacion de suelo
JR157	HUILA	ÍQUIRA	SANTA BARBARA	4.708.083.794	1.849.274.476	868	Observacion de suelo
JR158	HUILA	ÍQUIRA	SANTA BARBARA	4.707.992.384	1.849.021.185	877	Observacion de suelo
JR159	HUILA	ÍQUIRA	SANTA BARBARA	4.708.071.544	1.849.000.440	797	Observacion de suelo
JR160	HUILA	ÍQUIRA	SANTA BARBARA	4.707.585.945	1.848.311.007	810	Observacion de suelo
JR161	HUILA	ÍQUIRA	SANTA BARBARA	4.707.652.137	1.848.417.505	818	Observacion de suelo
JR162	HUILA	ÍQUIRA	SANTA BARBARA	4.707.731.282	1.848.561.025	847	Observacion de suelo
JR163	HUILA	ÍQUIRA	SANTA BARBARA	4.707.805.811	1.848.778.305	936	Observacion de suelo
JR164	HUILA	ÍQUIRA	EL CHAPARRO	4.707.917.328	1.849.470.193	968	Observacion de suelo
JR165	HUILA	ÍQUIRA	SANTA BARBARA	4.708.074.836	1.849.880.564	929	Observacion de suelo
JR166	HUILA	ÍQUIRA	EL CHAPARRO	4.707.401.830	1.849.848.308	1762	Observacion de suelo
JR167	HUILA	ÍQUIRA	VILLA MARIA	4.702.899.563	1.852.174.485	1852	Observacion de suelo
JR168	HUILA	ÍQUIRA	VILLA MARIA	4.702.217.100	1.851.665.065	1964	Observacion de suelo
JR169	HUILA	ÍQUIRA	VILLA MARIA	4.701.551.774	1.852.739.440	1949	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
JR170	HUILA	ÍQUIRA	VILLA MARIA	4.701.179.965	1.853.698.199	2023	Observacion de suelo
JR171	HUILA	ÍQUIRA	VILLA MARIA	4.701.154.585	1.853.829.043	2040	Observacion de suelo
JR172	HUILA	ÍQUIRA	VILLA MARIA	4.701.855.787	1.852.756.776	1927	Observacion de suelo
JR173	HUILA	ÍQUIRA	VILLA MARIA	4.701.748.048	1.852.417.165	1907	Observacion de suelo
JR174	HUILA	ÍQUIRA	VILLA MARIA	4.701.480.607	1.852.180.000	1903	Observacion de suelo
JR175	HUILA	ÍQUIRA	VILLA MARIA	4.701.708.611	1.851.870.624	1904	Observacion de suelo
JR176	HUILA	ÍQUIRA	VILLA MARIA	4.701.966.185	1.851.778.995	1861	Observacion de suelo
JR177	HUILA	ÍQUIRA	JUANCHO	4.702.368.039	1.851.510.749	1845	Observacion de suelo
JR178	HUILA	ÍQUIRA	VILLA MARIA	4.702.460.774	1.851.780.695	1832	Observacion de suelo
JR179	HUILA	ÍQUIRA	VILLA MARIA	4.702.722.315	1.851.978.755	1643	Observacion de suelo
JR180	HUILA	ÍQUIRA	JUANCHO	4.703.760.539	1.852.146.601	1497	Observacion de suelo
JR181	HUILA	ÍQUIRA	EL RECREO	4.704.371.253	1.852.194.382	1352	Observacion de suelo
JR182	HUILA	ÍQUIRA	EL RECREO	4.705.489.675	1.852.525.037	1290	Observacion de suelo
JR183	HUILA	ÍQUIRA	EL RECREO	4.705.935.427	1.852.248.056	1242	Observacion de suelo
JR184	HUILA	ÍQUIRA	EL RECREO	4.706.289.533	1.851.863.835	1174	Observacion de suelo
JR185	HUILA	ÍQUIRA	EL RECREO	4.706.537.114	1.851.556.273	1498	Observacion de suelo
JR186	HUILA	YAGUARÁ	LA FLORESTA	4.716.204.515	1.849.999.430	705	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
JR187	HUILA	YAGUARÁ	LA FLORESTA	4.716.180.012	1.849.879.699	726	Observacion de suelo
JR188	HUILA	YAGUARÁ	LA FLORESTA	4.716.081.238	1.849.758.126	734	Observacion de suelo
JR189	HUILA	YAGUARÁ	LA FLORESTA	4.715.986.185	1.849.560.010	1137	Observacion de suelo
JR191	HUILA	YAGUARÁ	FLANDES	4.717.861.681	1.853.421.727	1071	Observacion de suelo
JR192	HUILA	TESALIA	SINAI	4.695.647.288	1.847.270.219	1251	Observacion de suelo
JR193	HUILA	YAGUARÁ	FLANDES	4.717.430.272	1.853.506.493	1162	Observacion de suelo

ID	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	VEREDA	ESTE	NORTE	ALTURA	OBSERVACIONES
JR194	HUILA	YAGUARÁ	FLANDES	4.716.601.609	1.854.005.469	1243	Observacion de suelo
JR195	HUILA	YAGUARÁ	FLANDES	4.716.377.074	1.854.230.343	1138	Observacion de suelo
JR197	HUILA	YAGUARÁ	FLANDES	4.716.108.233	1.854.877.901	1126	Observacion de suelo
JR199	HUILA	YAGUARÁ	EL VISO	4.716.145.537	1.855.852.887	1059	Observacion de suelo
JR200	HUILA	TERUEL	LA CA ÑADA	4.715.844.424	1.856.309.237	1049	Observacion de suelo
JR201	HUILA	TERUEL	LA CA ÑADA	4.715.621.252	1.856.249.995	984	Observacion de suelo
JR202	HUILA	YAGUARÁ	FLANDES	4.715.901.283	1.854.781.884	1066	Observacion de suelo
JR203	HUILA	YAGUARÁ	EL VISO	4.716.279.833	1.855.474.525	983	Observacion de suelo
S00	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.697.457.476	1.846.077.082	1220	Observacion de suelo
S01	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.697.805.521	1.845.941.437	1186	Observacion de suelo
S010	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.695.722.641	1.840.049.748	1180	Observacion de suelo
S010A	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.697.249.937	1.846.002.099	1189	Observacion de suelo
S011	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.695.755.576	1.839.948.816	1053	Observacion de suelo
S012	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.696.378.331	1.839.865.978	1281	Observacion de suelo
S013	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.696.361.766	1.839.783.488	1198	Observacion de suelo
S014	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.696.647.292	1.839.687.243	1040	Observacion de suelo
S015	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.697.076.473	1.839.663.909	1025	Observacion de suelo
S016	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.697.069.104	1.840.566.162	950	Observacion de suelo
S02	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.697.537.963	1.845.513.678	937	Observacion de suelo
S03	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.698.002.880	1.844.745.443	936	Observacion de suelo
S04	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.695.832.264	1.839.941.986	924	Observacion de suelo
S05	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.696.150.474	1.839.881.778	904	Observacion de suelo
S06	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.696.196.680	1.839.929.841	907	Observacion de suelo
S07	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.697.096.923	1.846.383.882	908	Observacion de suelo
S08	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.696.918.501	1.839.727.289	927	Observacion de suelo
S09	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.909.098	1.846.700.189	962	Observacion de suelo
S1	HUILA	TESALIA	EL GUAMAL	4.705.156.599	1.849.444.024	902	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
S10	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.697.220.215	1.842.745.295	1017	Observacion de suelo
S100	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.722.617.921	1.850.347.855	907	Observacion de suelo
S101	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.722.532.164	1.850.289.276	926	Observacion de suelo
S102	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.722.517.140	1.850.487.375	934	Observacion de suelo
S103	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.721.656.530	1.849.822.027	952	Observacion de suelo
S104	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.721.443.316	1.849.732.292	943	Observacion de suelo
S11	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.697.386.000	1.842.716.686	938	Observacion de suelo
S110	HUILA	ÍQUIRA	POTRERITOS	4.708.740.421	1.853.125.409	1016	Observacion de suelo
S111	HUILA	ÍQUIRA	POTRERITOS	4.708.896.379	1.853.013.071	1084	Observacion de suelo
S112	HUILA	ÍQUIRA	POTRERITOS	4.708.899.878	1.852.979.481	1069	Observacion de suelo
S113	HUILA	ÍQUIRA	POTRERITOS	4.708.908.828	1.852.822.568	1048	Observacion de suelo

ID	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	VEREDA	ESTE	NORTE	ALTURA	OBSERVACIONES
S114	HUILA	ÍQUIRA	POTRERITOS	4.708.896.969	1.852.708.387	1052	Observacion de suelo
S115	HUILA	ÍQUIRA	POTRERITOS	4.708.800.389	1.852.626.084	985	Observacion de suelo
S116	HUILA	ÍQUIRA	POTRERITOS	4.708.788.999	1.852.603.143	1051	Observacion de suelo
S117	HUILA	ÍQUIRA	SANTA BARBARA	4.708.798.015	1.852.528.587	1031	Observacion de suelo
S118	HUILA	ÍQUIRA	SANTA BARBARA	4.708.634.744	1.852.162.121	1006	Observacion de suelo
S119	HUILA	ÍQUIRA	SANTA BARBARA	4.709.265.054	1.852.336.608	992	Observacion de suelo
S12	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.697.413.752	1.842.807.534	999	Observacion de suelo
S120	HUILA	ÍQUIRA	SANTA BARBARA	4.709.305.278	1.852.277.054	979	Observacion de suelo
S121	HUILA	ÍQUIRA	SANTA BARBARA	4.709.134.612	1.852.040.138	968	Observacion de suelo
S122	HUILA	ÍQUIRA	SANTA BARBARA	4.709.064.631	1.852.119.426	987	Observacion de suelo
S123	HUILA	ÍQUIRA	SANTA BARBARA	4.708.827.620	1.852.112.329	960	Observacion de suelo
S124	HUILA	ÍQUIRA	SANTA BARBARA	4.708.701.660	1.852.387.927	949	Observacion de suelo
S125	HUILA	ÍQUIRA	SANTA BARBARA	4.708.728.906	1.852.420.534	936	Observacion de suelo
S126	HUILA	ÍQUIRA	POTRERITOS	4.708.140.166	1.853.553.763	947	Observacion de suelo
S127	HUILA	ÍQUIRA	POTRERITOS	4.707.627.739	1.853.839.086	978	Observacion de suelo
S128	HUILA	ÍQUIRA	POTRERITOS	4.707.666.563	1.853.626.532	952	Observacion de suelo
S129	HUILA	ÍQUIRA	POTRERITOS	4.707.659.664	1.853.353.292	950	Observacion de suelo
S129A	HUILA	ÍQUIRA	POTRERITOS	4.707.805.012	1.853.561.952	1228	Observacion de suelo
S13	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.697.489.973	1.842.859.241	951	Observacion de suelo
S130	HUILA	ÍQUIRA	POTRERITOS	4.707.543.335	1.853.428.755	970	Observacion de suelo
S130A	HUILA	ÍQUIRA	POTRERITOS	4.707.954.361	1.853.443.232	1028	Observacion de suelo
S131	HUILA	ÍQUIRA	POTRERITOS	4.708.101.342	1.853.365.008	1011	Observacion de suelo
S132	HUILA	ÍQUIRA	POTRERITOS	4.708.242.512	1.853.311.095	991	Observacion de suelo
S133	HUILA	ÍQUIRA	POTRERITOS	4.708.231.301	1.853.357.628	979	Observacion de suelo
S134	HUILA	ÍQUIRA	POTRERITOS	4.708.373.983	1.853.219.760	986	Observacion de suelo
S135	HUILA	ÍQUIRA	POTRERITOS	4.708.521.163	1.853.256.570	1004	Observacion de suelo
S136	HUILA	ÍQUIRA	SANTA BARBARA	4.708.422.716	1.851.951.515	1027	Observacion de suelo
S137	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.724.250.225	1.853.658.330	1030	Observacion de suelo
S138	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.724.399.272	1.853.978.260	1244	Observacion de suelo
S139	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.724.362.149	1.853.683.547	1182	Observacion de suelo
S14	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.697.567.060	1.842.950.477	1417	Observacion de suelo
S140	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.724.329.593	1.853.148.563	1473	Observacion de suelo
S141	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.724.211.675	1.852.955.528	1374	Observacion de suelo
S142	HUILA	YAGUARÁ	JAGUAR	4.724.595.487	1.858.025.935	1224	Observacion de suelo
S143	HUILA	YAGUARÁ	UPAR	4.725.853.421	1.860.417.014	1115	Observacion de suelo
S144	HUILA	YAGUARÁ	UPAR	4.725.839.746	1.860.303.067	1315	Observacion de suelo
S145	HUILA	YAGUARÁ	UPAR	4.725.554.281	1.860.260.505	1189	Observacion de suelo
S146	HUILA	YAGUARÁ	UPAR	4.725.816.966	1.860.185.709	1185	Observacion de suelo
S147	HUILA	YAGUARÁ	UPAR	4.725.718.612	1.860.092.553	1132	Observacion de suelo

ID	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	VEREDA	ESTE	NORTE	ALTURA	OBSERVACIONES
S148	HUILA	YAGUARÁ	UPAR	4.725.771.816	1.860.001.071	1195	Observacion de suelo
S149	HUILA	YAGUARÁ	UPAR	4.725.748.722	1.859.921.719	1097	Observacion de suelo
S15	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.697.668.167	1.842.957.183	1191	Observacion de suelo
S150	HUILA	YAGUARÁ	UPAR	4.725.699.308	1.859.784.972	1168	Observacion de suelo
S151	HUILA	YAGUARÁ	UPAR	4.725.632.930	1.859.684.935	1352	Observacion de suelo
S152	HUILA	YAGUARÁ	UPAR	4.725.654.745	1.859.614.064	1159	Observacion de suelo
S153	HUILA	YAGUARÁ	UPAR	4.725.443.154	1.859.550.224	1141	Observacion de suelo
S154	HUILA	YAGUARÁ	UPAR	4.725.182.436	1.859.495.349	1136	Observacion de suelo
S155	HUILA	YAGUARÁ	UPAR	4.725.112.195	1.859.536.103	1095	Observacion de suelo
S156	HUILA	YAGUARÁ	UPAR	4.725.054.081	1.859.396.900	1182	Observacion de suelo
S157	HUILA	YAGUARÁ	UPAR	4.724.919.822	1.859.318.897	1071	Observacion de suelo
S157A	HUILA	YAGUARÁ	UPAR	4.724.945.111	1.859.434.880	1071	Observacion de suelo
S158	HUILA	YAGUARÁ	UPAR	4.724.827.276	1.859.254.385	1107	Observacion de suelo
S159	HUILA	YAGUARÁ	UPAR	4.724.753.280	1.859.159.452	1083	Observacion de suelo
S16	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.697.805.128	1.843.087.638	1059	Observacion de suelo
S160	HUILA	YAGUARÁ	UPAR	4.724.733.180	1.859.012.419	1054	Observacion de suelo
S160A	HUILA	YAGUARÁ	UPAR	4.724.691.159	1.859.164.856	1038	Observacion de suelo
S161	HUILA	YAGUARÁ	UPAR	4.724.597.358	1.859.076.364	1027	Observacion de suelo
S162	HUILA	YAGUARÁ	UPAR	4.724.579.341	1.858.995.950	1016	Observacion de suelo
S163	HUILA	YAGUARÁ	UPAR	4.724.599.905	1.858.932.661	1012	Observacion de suelo
S164	HUILA	YAGUARÁ	LA PAZ	4.724.081.118	1.858.635.519	1088	Observacion de suelo
S165	HUILA	YAGUARÁ	UPAR	4.724.454.211	1.858.702.419	1016	Observacion de suelo
S166	HUILA	YAGUARÁ	UPAR	4.724.463.945	1.858.623.155	1051	Observacion de suelo
S167	HUILA	YAGUARÁ	LA PAZ	4.724.044.585	1.858.465.510	1307	Observacion de suelo
S169	HUILA	YAGUARÁ	UPAR	4.724.487.082	1.858.485.643	1296	Observacion de suelo
S17	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.697.799.084	1.843.581.448	1269	Observacion de suelo
S170	HUILA	YAGUARÁ	JAGUAR	4.724.526.191	1.858.225.180	1555	Observacion de suelo
S171	HUILA	YAGUARÁ	JAGUAR	4.724.619.500	1.857.736.886	1048	Observacion de suelo
S172	HUILA	YAGUARÁ	JAGUAR	4.724.504.980	1.857.585.036	1114	Observacion de suelo
S173	HUILA	YAGUARÁ	JAGUAR	4.724.394.384	1.857.437.044	1126	Observacion de suelo
S174	HUILA	YAGUARÁ	JAGUAR	4.724.390.927	1.857.296.003	1142	Observacion de suelo
S175	HUILA	ÍQUIRA	SANTA BARBARA	4.708.558.179	1.851.992.487	1186	Observacion de suelo
S18	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.697.832.894	1.843.730.063	1192	Observacion de suelo
S19	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.697.881.782	1.843.956.438	1205	Observacion de suelo
S2	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.972.172	1.846.332.470	1225	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
S20	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.697.853.815	1.843.907.303	1233	Observacion de suelo
S21	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.698.014.516	1.844.188.113	1260	Observacion de suelo
S22	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.697.796.382	1.845.199.981	1275	Observacion de suelo



ID	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	VEREDA	ESTE	NORTE	ALTURA	OBSERVACIONES
S23	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.697.913.804	1.845.079.116	1331	Observacion de suelo
S24	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.697.942.186	1.844.927.114	1286	Observacion de suelo
S25	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.697.912.894	1.844.652.571	1317	Observacion de suelo
S26	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.698.027.688	1.844.447.317	1320	Observacion de suelo
S27	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.698.358.296	1.844.610.761	1320	Observacion de suelo
S28	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.698.664.793	1.845.002.563	1345	Observacion de suelo
S29	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.698.676.102	1.845.118.211	1306	Observacion de suelo
S3	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.697.035.493	1.846.043.570	1283	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
S30	HUILA	ÍQUIRA	R ÍO IQUIRA	4.708.419.732	1.858.383.074	1240	Observacion de suelo
S31	HUILA	ÍQUIRA	R ÍO IQUIRA	4.708.398.116	1.859.129.956	1257	Observacion de suelo
S32	HUILA	ÍQUIRA	LAS BRISAS	4.707.675.965	1.859.380.632	1284	Observacion de suelo
S33	HUILA	ÍQUIRA	LAS BRISAS	4.707.398.259	1.858.830.324	1524	Observacion de suelo
S34	HUILA	ÍQUIRA	LAS BRISAS	4.708.118.022	1.858.422.405	1524	Observacion de suelo
S35	HUILA	ÍQUIRA	R ÍO IQUIRA	4.708.360.021	1.858.042.541	1271	Observacion de suelo
S36	HUILA	ÍQUIRA	LAS BRISAS	4.707.971.189	1.858.279.640	1286	Observacion de suelo
S37	HUILA	ÍQUIRA	LAS BRISAS	4.708.162.652	1.858.213.200	1286	Observacion de suelo
S38	HUILA	ÍQUIRA	LAS BRISAS	4.708.044.503	1.858.126.190	1217	Observacion de suelo
S39	HUILA	ÍQUIRA	LAS BRISAS	4.708.253.790	1.857.749.092	1266	Observacion de suelo
S4	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.697.390.636	1.846.181.533	1405	Observacion de suelo
S40	HUILA	ÍQUIRA	R ÍO IQUIRA	4.708.359.712	1.857.635.428	1048	Observacion de suelo
S41	HUILA	ÍQUIRA	JAHO	4.708.406.347	1.857.161.985	1383	Observacion de suelo
S42	HUILA	ÍQUIRA	SAN FRANCISCO	4.706.996.406	1.857.746.727	1180	Observacion de suelo
S43	HUILA	ÍQUIRA	JAHO	4.707.003.273	1.857.200.276	1438	Observacion de suelo
S44	HUILA	ÍQUIRA	SAN FRANCISCO	4.707.609.143	1.857.616.307	1533	Observacion de suelo
S45	HUILA	ÍQUIRA	SAN FRANCISCO	4.707.732.068	1.857.618.659	1544	Observacion de suelo
S46	HUILA	ÍQUIRA	SAN FRANCISCO	4.707.952.121	1.857.497.811	1608	Observacion de suelo
S47	HUILA	ÍQUIRA	LAS BRISAS	4.708.244.581	1.857.399.388	1522	Observacion de suelo
S48	HUILA	ÍQUIRA	JAHO	4.708.273.440	1.857.126.469	1499	Observacion de suelo
S48A	HUILA	ÍQUIRA	R ÍO IQUIRA	4.708.461.941	1.857.370.845	1528	Observacion de suelo
S49	HUILA	ÍQUIRA	R ÍO IQUIRA	4.708.669.973	1.857.246.570	1516	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
S5	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.697.388.742	1.845.779.542	1522	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
S50	HUILA	ÍQUIRA	JAHO	4.708.738.072	1.857.046.809	1383	Observacion de suelo
S51	HUILA	ÍQUIRA	JAHO	4.708.870.951	1.856.914.678	1527	Observacion de suelo
S52	HUILA	ÍQUIRA	JAHO	4.708.928.398	1.856.828.480	1551	Observacion de suelo
S53	HUILA	ÍQUIRA	JAHO	4.708.977.310	1.856.684.040	1535	Observacion de suelo
S54	HUILA	ÍQUIRA	JAHO	4.708.979.383	1.856.534.861	1530	Observacion de suelo
S55	HUILA	ÍQUIRA	JAHO	4.708.993.016	1.856.339.094	1530	Observacion de suelo
S56	HUILA	ÍQUIRA	JAHO	4.708.974.619	1.856.169.107	1542	Observacion de suelo

ID	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	VEREDA	ESTE	NORTE	ALTURA	OBSERVACIONES
S57	HUILA	ÍQUIRA	JAHO	4.708.776.708	1.856.006.076	1567	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
S58	HUILA	ÍQUIRA	JAHO	4.709.149.919	1.856.072.298	1532	Observacion de suelo
S6	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.697.712.746	1.845.309.709	1516	Observacion de suelo
S60	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.721.090.260	1.848.857.162	1334	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
S61	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.720.910.888	1.848.705.102	1466	Observacion de suelo
S62	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.720.683.598	1.848.570.094	1556	Observacion de suelo
S63	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.720.563.122	1.848.482.876	1405	Observacion de suelo
S64	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.720.686.379	1.848.373.254	1387	Observacion de suelo
S65	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.720.600.932	1.848.199.412	1362	Observacion de suelo
S66	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.720.505.916	1.848.013.666	1341	Observacion de suelo
S67	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.720.520.072	1.848.100.281	1287	Observacion de suelo
S67A	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.722.189.133	1.849.856.332	1277	Observacion de suelo
S68	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.722.399.386	1.849.101.926	1247	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
S69	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.722.176.124	1.849.688.969	1222	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
S7	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.695.465.697	1.840.155.069	1498	Observacion de suelo
S70	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.722.496.350	1.850.009.324	1156	Observacion de suelo
S71	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.722.367.418	1.850.173.178	1337	Observacion de suelo
S72	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.722.552.194	1.849.043.489	1298	Observacion de suelo
S73	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.722.741.811	1.848.880.447	837	Observacion de suelo
S74	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.722.608.242	1.849.110.101	939	Observacion de suelo
S75	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.722.463.594	1.849.290.175	897	Observacion de suelo
S76	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.722.403.094	1.849.265.526	775	Observacion de suelo
S77	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.722.297.404	1.849.146.028	1440	Observacion de suelo
S78	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.722.205.399	1.849.483.993	1329	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
S79	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.723.604.303	1.848.968.930	1282	Observacion de suelo
S8	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.695.549.643	1.840.012.607	1256	Observacion de suelo
S80	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.723.820.969	1.849.542.326	1182	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
S81	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.724.705.230	1.850.905.868	1138	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
S82	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.723.722.698	1.852.628.779	1539	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
S83	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.723.930.596	1.849.653.196	1096	Observacion de suelo
S84	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.724.069.297	1.849.730.243	791	Observacion de suelo
S85	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.724.174.491	1.849.787.792	832	Observacion de suelo
S86	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.723.958.923	1.849.675.654	785	Observacion de suelo
S87	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.723.723.636	1.849.430.843	791	Observacion de suelo
S88	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.723.623.985	1.849.483.895	813	Observacion de suelo
S89	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.723.481.960	1.849.380.261	813	Observacion de suelo

ID	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	VEREDA	ESTE	NORTE	ALTURA	OBSERVACIONES
S9	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.695.677.409	1.840.020.546	1102	Observacion de suelo
S90	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.723.309.979	1.849.403.426	781	Observacion de suelo
S91	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.723.164.504	1.849.633.405	814	Observacion de suelo
S92	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.723.292.670	1.849.921.622	782	Observacion de suelo
S93	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.723.192.315	1.849.834.001	780	Observacion de suelo
S94	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.722.982.168	1.849.900.686	791	Observacion de suelo
S95	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.722.869.220	1.849.832.188	820	Observacion de suelo
S96	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.722.853.256	1.850.061.559	829	Observacion de suelo
S97	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.722.767.493	1.849.986.187	833	Observacion de suelo
S98	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.722.744.232	1.850.193.454	846	Observacion de suelo
S99	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.722.651.093	1.850.113.256	838	Observacion de suelo
CR1	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.693.987.376	1.841.628.497	817	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
CR10	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.696.831.414	1.841.270.890	787	Observacion de suelo
CR100	HUILA	ÍQUIRA	CACHIMBO BAJO	4.705.688.431	1.850.374.729	776	Observacion de suelo
CR101	HUILA	ÍQUIRA	CACHIMBO BAJO	4.705.660.938	1.850.373.714	771	Observacion de suelo
CR102	HUILA	ÍQUIRA	CACHIMBO BAJO	4.705.627.707	1.850.401.916	784	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
CR103	HUILA	ÍQUIRA	CACHIMBO BAJO	4.705.583.259	1.850.499.990	783	Observacion de suelo
CR104	HUILA	ÍQUIRA	CACHIMBO BAJO	4.705.668.492	1.850.553.291	799	Observacion de suelo
CR105	HUILA	ÍQUIRA	CACHIMBO BAJO	4.705.631.937	1.850.578.472	1439	Observacion de suelo
CR106	HUILA	ÍQUIRA	CACHIMBO BAJO	4.705.533.422	1.850.570.755	856	Observacion de suelo
CR107	HUILA	ÍQUIRA	CACHIMBO BAJO	4.705.520.122	1.850.574.602	839	Observacion de suelo
CR108	HUILA	ÍQUIRA	CACHIMBO BAJO	4.705.468.989	1.850.667.479	889	Observacion de suelo
CR109	HUILA	ÍQUIRA	CACHIMBO BAJO	4.705.425.306	1.850.684.532	788	Observacion de suelo
CR11	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.694.815.523	1.842.242.736	840	Observacion de suelo
CR110	HUILA	ÍQUIRA	CACHIMBO BAJO	4.705.387.107	1.850.694.963	834	Observacion de suelo
CR111	HUILA	ÍQUIRA	CACHIMBO BAJO	4.705.213.343	1.850.747.838	951	Observacion de suelo
CR112	HUILA	ÍQUIRA	CACHIMBO BAJO	4.705.179.371	1.850.774.213	796	Observacion de suelo
CR114	HUILA	ÍQUIRA	CACHIMBO BAJO	4.705.177.169	1.850.776.158	994	Observacion de suelo
CR115	HUILA	ÍQUIRA	CACHIMBO	4.705.014.241	1.850.866.428	1012	Observacion de suelo
CR116	HUILA	ÍQUIRA	CACHIMBO	4.705.091.410	1.850.924.115	1047	Observacion de suelo
CR116A	HUILA	ÍQUIRA	CACHIMBO	4.705.121.394	1.850.965.807	1048	Observacion de suelo
CR117	HUILA	ÍQUIRA	CACHIMBO	4.705.190.232	1.850.993.847	1057	Observacion de suelo
CR118	HUILA	ÍQUIRA	CACHIMBO	4.705.254.041	1.850.828.978	1292	Observacion de suelo
CR119	HUILA	ÍQUIRA	CACHIMBO	4.705.306.764	1.850.790.215	1065	Observacion de suelo
CR12	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.694.172.588	1.841.701.507	1068	Observacion de suelo
CR13	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.694.172.588	1.841.701.507	1080	Observacion de suelo
CR14	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.695.396.012	1.842.452.234	1080	Observacion de suelo
CR15	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.695.780.174	1.842.310.134	1076	Observacion de suelo

ID	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	VEREDA	ESTE	NORTE	ALTURA	OBSERVACIONES
CR16	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.695.780.174	1.842.310.134	1071	Observacion de suelo
CR17	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.064.133	1.841.885.295	1091	Observacion de suelo
CR18	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.695.608.921	1.842.497.707	1080	Observacion de suelo
CR19	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.694.365.717	1.842.487.885	1138	Observacion de suelo
CR2	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.696.831.845	1.841.266.537	958	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
CR20	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.694.568.656	1.842.375.766	741	Observacion de suelo
CR200	HUILA	TESALIA	LA FLORIDA	4.699.501.455	1.847.810.977	642	Observacion de suelo
CR201	HUILA	ÍQUIRA	SAN LUIS	4.700.427.755	1.850.243.034	665	Observacion de suelo
CR202	HUILA	ÍQUIRA	JUANCHO	4.702.320.411	1.850.433.055	942	Observacion de suelo
CR203	HUILA	ÍQUIRA	JUANCHO	4.702.160.516	1.850.459.275	916	Observacion de suelo
CR204	HUILA	ÍQUIRA	JUANCHO	4.702.009.241	1.850.743.503	901	Observacion de suelo
CR205	HUILA	ÍQUIRA	JUANCHO	4.702.000.346	1.850.579.336	865	Observacion de suelo
CR206	HUILA	ÍQUIRA	JUANCHO	4.701.903.354	1.850.552.964	898	Observacion de suelo
CR207	HUILA	ÍQUIRA	JUANCHO	4.701.870.671	1.850.774.841	678	Observacion de suelo
CR208	HUILA	ÍQUIRA	JUANCHO	4.701.795.277	1.850.826.624	1272	Observacion de suelo
CR209	HUILA	ÍQUIRA	JUANCHO	4.701.735.628	1.850.871.975	633	Observacion de suelo
CR21	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.694.566.645	1.842.375.917	1196	Observacion de suelo
CR210	HUILA	ÍQUIRA	GARVANZAL	4.701.690.445	1.850.630.585	1199	Observacion de suelo
CR211	HUILA	ÍQUIRA	GARVANZAL	4.701.663.901	1.850.526.868	1280	Observacion de suelo
CR213	HUILA	ÍQUIRA	GARVANZAL	4.701.662.467	1.850.391.012	1185	Observacion de suelo
CR214	HUILA	ÍQUIRA	GARVANZAL	4.701.664.709	1.850.390.366	761	Observacion de suelo
CR215	HUILA	ÍQUIRA	GARVANZAL	4.701.549.020	1.850.343.936	752	Observacion de suelo
CR216	HUILA	ÍQUIRA	GARVANZAL	4.701.402.745	1.850.371.867	698	Observacion de suelo
CR217	HUILA	ÍQUIRA	GARVANZAL	4.701.232.979	1.850.440.366	1210	Observacion de suelo
CR218	HUILA	ÍQUIRA	GARVANZAL	4.700.875.509	1.850.336.973	1112	Observacion de suelo
CR219	HUILA	ÍQUIRA	GARVANZAL	4.700.605.824	1.850.140.354	1067	Observacion de suelo
CR22	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.694.802.345	1.842.241.007	1147	Observacion de suelo
CR220	HUILA	ÍQUIRA	GARVANZAL	4.700.456.063	1.850.035.357	1038	Observacion de suelo
CR221	HUILA	ÍQUIRA	JUANCHO	4.702.341.558	1.850.606.160	1002	Observacion de suelo
CR222	HUILA	ÍQUIRA	SAN LUIS	4.700.540.205	1.850.499.295	949	Observacion de suelo
CR223	HUILA	ÍQUIRA	SAN LUIS	4.700.180.091	1.850.527.205	1052	Observacion de suelo
CR224	HUILA	ÍQUIRA	SAN LUIS	4.700.124.158	1.850.340.710	1084	Observacion de suelo
CR225	HUILA	ÍQUIRA	SAN LUIS	4.700.019.321	1.850.075.638	1287	Observacion de suelo
CR226	HUILA	ÍQUIRA	SAN LUIS	4.699.593.267	1.849.334.300	1112	Observacion de suelo
CR227	HUILA	ÍQUIRA	SAN LUIS	4.699.263.032	1.849.213.984	1101	Observacion de suelo
CR228	HUILA	TESALIA	LA FLORIDA	4.699.355.070	1.848.743.657	1060	Observacion de suelo
CR229	HUILA	TESALIA	LA FLORIDA	4.699.315.312	1.848.350.085	950	Observacion de suelo
CR23	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.694.285.776	1.841.910.622	973	Observacion de suelo



ID	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	VEREDA	ESTE	NORTE	ALTURA	OBSERVACIONES
CR230	HUILA	TESALIA	LA FLORIDA	4.699.818.414	1.847.715.211	966	Observacion de suelo
CR231	HUILA	ÍQUIRA	SAN LUIS	4.699.562.944	1.849.436.728	949	Observacion de suelo
CR232	HUILA	ÍQUIRA	SAN LUIS	4.699.799.295	1.849.482.806	934	Observacion de suelo
CR233	HUILA	YAGUARÁ	LA FLORESTA	4.716.918.830	1.850.775.742	932	Observacion de suelo
CR234	HUILA	ÍQUIRA	SANTA BARBARA	4.709.960.608	1.852.293.127	1033	Observacion de suelo
CR235	HUILA	YAGUARÁ	LA FLORESTA	4.716.126.704	1.849.961.861	1305	Observacion de suelo
CR236	HUILA	ÍQUIRA	SANTA BARBARA	4.711.355.487	1.851.244.611	1020	Observacion de suelo
CR237	HUILA	YAGUARÁ	LA FLORESTA	4.712.403.555	1.850.146.594	1021	Observacion de suelo
CR238	HUILA	YAGUARÁ	LA FLORESTA	4.713.539.398	1.851.030.858	1002	Observacion de suelo
CR24	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.694.301.535	1.842.338.597	985	Observacion de suelo
CR25	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.694.832.459	1.842.268.281	966	Observacion de suelo
CR26	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.695.164.002	1.842.207.870	935	Observacion de suelo
CR27	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.695.973.796	1.842.090.003	935	Observacion de suelo
CR28	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.198.893	1.841.914.866	1051	Observacion de suelo
CR29	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.500.990	1.841.890.575	1046	Observacion de suelo
CR3	HUILA	TERUEL	LA CA ÑADA	4.714.724.359	1.860.166.490	1007	Observacion de suelo
CR30	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.694.052.112	1.841.659.029	1327	Observacion de suelo
CR31	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.578.837	1.841.522.708	997	Observacion de suelo
CR32	HUILA	TERUEL	LA CA ÑADA	4.713.146.764	1.858.448.613	979	Observacion de suelo
CR33	HUILA	TERUEL	LA CA ÑADA	4.714.617.620	1.859.692.092	975	Observacion de suelo
CR34	HUILA	TERUEL	MONSERRATE	4.713.631.905	1.859.225.423	959	Observacion de suelo
CR35	HUILA	TERUEL	MONSERRATE	4.713.440.995	1.859.232.919	873	Observacion de suelo
CR36	HUILA	TERUEL	ESTAMBUL	4.713.316.065	1.858.999.749	863	Observacion de suelo
CR37	HUILA	TERUEL	LA CA ÑADA	4.714.836.996	1.860.109.069	880	Observacion de suelo
CR38	HUILA	TERUEL	ESTAMBUL	4.713.316.065	1.858.999.749	923	Observacion de suelo
CR39	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.721.592.339	1.849.987.137	928	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
CR4	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.575.497	1.841.646.583	911	Observacion de suelo
CR40	HUILA	YAGUARÁ	LA PAZ	4.723.255.468	1.857.208.171	1376	Observacion de suelo
CR41	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.725.342.518	1.850.667.144	911	Observacion de suelo
CR42	HUILA	YAGUARÁ	JAGUAR	4.722.251.941	1.856.376.024	899	Observacion de suelo
CR43	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.708.673.584	1.840.884.517	873	Observacion de suelo
CR44	HUILA	ÍQUIRA	LA HOCHA	4.709.084.910	1.840.664.833	896	Observacion de suelo
CR45	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.708.537.323	1.840.927.973	936	Observacion de suelo
CR46	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.708.702.464	1.840.834.322	926	Observacion de suelo
CR47	HUILA	ÍQUIRA	LA HOCHA	4.708.884.438	1.840.755.050	1072	Observacion de suelo
CR48	HUILA	ÍQUIRA	LA HOCHA	4.709.082.886	1.840.603.266	1068	Observacion de suelo
CR49	HUILA	ÍQUIRA	LA HOCHA	4.709.132.554	1.840.557.898	1076	Observacion de suelo
CR5	HUILA	TERUEL	VARAS MESON	4.714.273.997	1.861.139.881	999	Observacion de suelo

ID	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	VEREDA	ESTE	NORTE	ALTURA	OBSERVACIONES
CR50	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.709.406.135	1.840.869.509	1345	Observacion de suelo
CR51	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.709.648.891	1.840.857.109	983	Observacion de suelo
CR52	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.709.229.630	1.841.558.029	1295	Observacion de suelo
CR53	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.708.312.468	1.841.283.594	1174	Observacion de suelo
CR54	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.708.378.427	1.841.785.883	1018	Observacion de suelo
CR55	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.708.465.122	1.841.962.514	961	Observacion de suelo
CR56	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.708.426.393	1.842.104.549	950	Observacion de suelo
CR57	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.709.021.332	1.842.372.990	1145	Observacion de suelo
CR58	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.709.064.307	1.842.336.471	811	Observacion de suelo
CR59	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.709.276.871	1.842.344.990	834	Observacion de suelo
CR6	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.694.310.591	1.842.343.539	738	Observacion de suelo
CR60	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.709.631.973	1.842.258.337	795	Observacion de suelo
CR61	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.709.427.683	1.842.189.949	734	Observacion de suelo
CR62	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.709.770.613	1.842.093.940	759	Observacion de suelo
CR62A	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.709.137.274	1.842.356.999	944	Observacion de suelo
CR63	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.709.797.618	1.840.861.415	1434	Observacion de suelo
CR63A	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.709.374.756	1.840.843.571	1433	Observacion de suelo
CR64	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.709.684.163	1.844.236.824	1433	Observacion de suelo
CR64A	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.708.842.028	1.841.454.981	1439	Observacion de suelo
CR65	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.709.921.687	1.844.259.940	1447	Observacion de suelo
CR66	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.710.023.919	1.844.299.916	1458	Observacion de suelo
CR67	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.710.222.764	1.844.171.945	1453	Observacion de suelo
CR68	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.710.268.077	1.844.028.989	1451	Observacion de suelo
CR69	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.710.290.835	1.843.826.538	1464	Observacion de suelo
CR7	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.695.090.023	1.842.222.576	1463	Observacion de suelo
CR70	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.710.312.116	1.843.627.040	1476	Observacion de suelo
CR71	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.710.389.848	1.843.472.405	1478	Observacion de suelo
CR72	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.710.278.057	1.843.200.550	1479	Observacion de suelo
CR73	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.710.265.276	1.843.115.043	1485	Observacion de suelo
CR74	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.710.358.622	1.843.070.611	1508	Observacion de suelo
CR75	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.710.551.919	1.842.766.794	1519	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
CR76	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.710.599.893	1.842.746.050	1510	Observacion de suelo
CR77	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.710.537.874	1.842.970.148	1523	Observacion de suelo
CR8	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.515.635	1.841.893.479	1530	Observacion de suelo
CR80	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.710.613.055	1.847.114.676	1268	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
CR81	HUILA	YAGUARÁ	ARENOSO	4.712.329.344	1.848.054.111	1258	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
CR82	HUILA	YAGUARÁ	ARENOSO	4.715.735.221	1.848.287.492	1261	Observacion de suelo
CR83	HUILA	YAGUARÁ	ARENOSO	4.715.534.600	1.848.077.997	1269	Observacion de suelo

ID	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	VEREDA	ESTE	NORTE	ALTURA	OBSERVACIONES
CR84	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.710.780.310	1.847.214.694	1265	Observacion de suelo
CR85	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.710.942.602	1.847.294.599	1238	Observacion de suelo
CR86	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.711.119.796	1.847.353.890	1212	Observacion de suelo
CR87	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.711.313.251	1.847.641.748	1207	Observacion de suelo
CR88	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.711.178.599	1.847.448.505	1166	Observacion de suelo
CR89	HUILA	YAGUARÁ	ARENOSO	4.715.450.051	1.847.965.013	1160	Observacion de suelo
CR9	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.695.426.666	1.842.506.684	1173	Observacion de suelo
CR90	HUILA	YAGUARÁ	ARENOSO	4.715.774.353	1.848.295.094	1160	Observacion de suelo
CR91	HUILA	YAGUARÁ	ARENOSO	4.716.449.180	1.848.131.168	1153	Observacion de suelo
D00	HUILA	TESALIA	EL GUAMAL	4.705.125.926	1.849.480.411	1143	Observacion de suelo
D01	HUILA	TESALIA	EL GUAMAL	4.705.042.444	1.849.420.725	1140	Observacion de suelo
D1	HUILA	NÁTAGA	SAN ISIDRO	4.695.380.668	1.845.466.857	1139	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
D10	HUILA	NÁTAGA	SAN ISIDRO	4.695.515.520	1.845.140.558	1134	Observacion de suelo
D100	HUILA	YAGUARÁ	ARENOSO	4.714.877.425	1.844.613.873	1107	Observacion de suelo
D101	HUILA	YAGUARÁ	ARENOSO	4.715.305.985	1.844.518.202	1107	Observacion de suelo
D102	HUILA	YAGUARÁ	ARENOSO	4.715.905.392	1.844.129.081	1110	Observacion de suelo
D103	HUILA	YAGUARÁ	ARENOSO	4.716.083.051	1.843.893.252	1104	Observacion de suelo
D104	HUILA	YAGUARÁ	ARENOSO	4.716.604.492	1.843.831.934	1102	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
D105	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.716.715.898	1.843.452.331	1125	Observacion de suelo
D106	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.716.820.428	1.843.197.942	1125	Observacion de suelo
D107	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.717.049.372	1.843.417.773	1126	Observacion de suelo
D108	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.717.411.798	1.843.838.857	1124	Observacion de suelo
D109	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.717.585.522	1.843.889.151	1129	Observacion de suelo
D11	HUILA	NÁTAGA	SAN ISIDRO	4.695.399.259	1.844.820.671	1120	Observacion de suelo
D110	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.717.327.795	1.843.731.702	1138	Observacion de suelo
D111	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.717.213.315	1.844.009.041	1143	Observacion de suelo
D112	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.717.351.311	1.844.085.651	838	Observacion de suelo
D113	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.717.443.511	1.844.247.112	833	Observacion de suelo
D114	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.717.519.162	1.844.350.546	828	Observacion de suelo
D115	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.717.624.658	1.844.502.845	789	Observacion de suelo
D116	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.717.768.354	1.844.299.669	841	Observacion de suelo
D117	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.717.825.222	1.844.433.984	838	Observacion de suelo
D118	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.717.794.540	1.844.533.368	810	Observacion de suelo
D119	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.719.723.454	1.850.743.068	799	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
D12	HUILA	NÁTAGA	SAN ISIDRO	4.695.561.314	1.844.393.399	799	Observacion de suelo
D120	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.720.149.643	1.850.737.236	790	Observacion de suelo
D121	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.720.383.414	1.851.025.051	821	Observacion de suelo
D122	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.720.103.679	1.850.967.851	819	Observacion de suelo

ID	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	VEREDA	ESTE	NORTE	ALTURA	OBSERVACIONES
D123	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.719.914.847	1.850.835.904	825	Observacion de suelo
D124	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.719.518.115	1.850.639.281	830	Observacion de suelo
D125	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.719.426.194	1.850.476.634	830	Observacion de suelo
D126	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.719.382.122	1.850.330.864	824	Observacion de suelo
D127	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.719.182.299	1.850.219.997	821	Observacion de suelo
D128	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.718.974.265	1.849.981.288	818	Observacion de suelo
D129	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.718.643.522	1.849.837.706	820	Observacion de suelo
D13	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.012.659	1.844.045.393	818	Observacion de suelo
D130	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.718.437.818	1.849.372.167	817	Observacion de suelo
D131	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.718.210.372	1.849.866.914	819	Observacion de suelo
D132	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.718.138.431	1.850.346.263	882	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
D133	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.717.975.569	1.850.489.766	872	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
D134	HUILA	YAGUARÁ	UPAR	4.721.905.298	1.861.099.011	906	Observacion de suelo
D135	HUILA	YAGUARÁ	UPAR	4.722.005.324	1.860.931.043	932	Observacion de suelo
D136	HUILA	YAGUARÁ	UPAR	4.722.183.782	1.860.877.599	960	Observacion de suelo
D137	HUILA	YAGUARÁ	UPAR	4.722.138.886	1.860.709.563	1029	Observacion de suelo
D138	HUILA	YAGUARÁ	UPAR	4.722.290.815	1.860.644.494	1053	Observacion de suelo
D139	HUILA	YAGUARÁ	UPAR	4.722.406.279	1.860.318.299	1068	Observacion de suelo
D14	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.419.520	1.844.055.584	1075	Observacion de suelo
D140	HUILA	YAGUARÁ	UPAR	4.722.469.577	1.860.047.633	836	Observacion de suelo
D141	HUILA	YAGUARÁ	LA PAZ	4.722.007.831	1.859.794.996	865	Observacion de suelo
D142	HUILA	YAGUARÁ	LA PAZ	4.721.645.492	1.858.607.879	807	Observacion de suelo
D143	HUILA	YAGUARÁ	LA PAZ	4.721.867.539	1.858.210.398	817	Observacion de suelo
D144	HUILA	YAGUARÁ	LA PAZ	4.722.187.331	1.857.904.905	832	Observacion de suelo
D145	HUILA	YAGUARÁ	LA PAZ	4.722.021.489	1.858.124.776	832	Observacion de suelo
D146	HUILA	YAGUARÁ	LA PAZ	4.722.487.784	1.857.726.649	786	Observacion de suelo
D147	HUILA	YAGUARÁ	LA PAZ	4.722.720.702	1.857.285.256	781	Observacion de suelo
D148	HUILA	YAGUARÁ	LA PAZ	4.722.934.448	1.857.273.802	781	Observacion de suelo
D149	HUILA	YAGUARÁ	EL VISO	4.718.676.651	1.856.274.519	781	Observacion de suelo
D15	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.879.767	1.843.678.285	797	Observacion de suelo
D150	HUILA	YAGUARÁ	EL VISO	4.718.903.326	1.856.411.429	791	Observacion de suelo
D151	HUILA	YAGUARÁ	EL VISO	4.719.037.787	1.856.306.699	806	Observacion de suelo
D152	HUILA	YAGUARÁ	EL VISO	4.719.008.538	1.856.156.491	780	Observacion de suelo
D153	HUILA	YAGUARÁ	EL VISO	4.719.223.283	1.856.155.763	775	Observacion de suelo
D154	HUILA	YAGUARÁ	EL VISO	4.719.343.716	1.856.237.710	786	Observacion de suelo
D155	HUILA	YAGUARÁ	EL VISO	4.719.778.971	1.856.153.058	800	Observacion de suelo
D156	HUILA	YAGUARÁ	JAGUAR	4.720.167.183	1.855.535.711	802	Observacion de suelo
D16	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.697.054.806	1.843.881.747	815	Observacion de suelo



ID	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	VEREDA	ESTE	NORTE	ALTURA	OBSERVACIONES
D17	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.697.496.223	1.843.493.886	837	Observacion de suelo
D18	HUILA	NÁTAGA	SAN ISIDRO	4.695.798.872	1.844.232.068	841	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
D19	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.161.600	1.844.033.286	841	Observacion de suelo
D2	HUILA	NÁTAGA	SAN ISIDRO	4.695.221.442	1.845.736.747	838	Observacion de suelo
D20	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.294.387	1.844.078.516	833	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
D21	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.481.141	1.843.953.415	848	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
D22	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.733.528	1.843.737.694	854	Observacion de suelo
D23	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.697.496.563	1.843.378.165	764	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
D24	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.697.499.566	1.840.251.678	766	Observacion de suelo
D25	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.697.624.601	1.841.051.922	775	Observacion de suelo
D26	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.697.879.739	1.841.006.281	786	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
D27	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.698.091.617	1.841.798.191	793	Observacion de suelo
D28	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.698.292.091	1.842.272.363	812	Observacion de suelo
D29	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.696.915.538	1.841.210.414	804	Observacion de suelo
D3	HUILA	NÁTAGA	SAN ISIDRO	4.695.085.798	1.845.707.264	838	Observacion de suelo
D30	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.696.985.706	1.841.101.669	1249	Observacion de suelo
D31	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.697.114.240	1.840.990.882	1231	Observacion de suelo
D32	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.697.350.915	1.840.953.451	1292	Observacion de suelo
D33	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.697.282.987	1.840.736.461	1303	Observacion de suelo
D34	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.697.539.790	1.840.752.911	1305	Observacion de suelo
D35	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.697.994.838	1.841.654.024	1182	Observacion de suelo
D36	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.697.911.047	1.842.556.502	1178	Observacion de suelo
D37	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.697.136.754	1.844.969.719	1188	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
D38	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.697.081.462	1.844.891.113	1214	Observacion de suelo
D39	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.697.073.652	1.844.779.489	1083	Observacion de suelo
D4	HUILA	NÁTAGA	SAN ISIDRO	4.695.044.713	1.845.820.262	1107	Observacion de suelo
D40	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.697.139.165	1.844.707.101	1963	Observacion de suelo
D41	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.697.229.081	1.844.399.180	1792	Observacion de suelo
D42	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.697.403.431	1.844.080.046	1653	Observacion de suelo
D43	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.697.658.958	1.843.832.879	1037	Observacion de suelo
D44	HUILA	TERUEL	ESTAMBUL	4.712.010.263	1.858.108.791	1966	Observacion de suelo
D45	HUILA	TERUEL	ESTAMBUL	4.712.419.571	1.858.362.087	1948	Observacion de suelo
D46	HUILA	TERUEL	ESTAMBUL	4.711.971.810	1.857.929.343	1971	Observacion de suelo
D47	HUILA	TERUEL	ESTAMBUL	4.711.531.334	1.857.882.175	1987	Observacion de suelo
D48	HUILA	TERUEL	ESTAMBUL	4.710.927.735	1.857.624.886	1963	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
D49	HUILA	TERUEL	ESTAMBUL	4.710.835.172	1.857.360.146	1943	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio



ID	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	VEREDA	ESTE	NORTE	ALTURA	OBSERVACIONES
D5	HUILA	NÁTAGA	SAN ISIDRO	4.694.812.942	1.845.883.825	1929	Observacion de suelo
D50	HUILA	TERUEL	ESTAMBUL	4.710.627.302	1.857.385.079	1891	Observacion de suelo
D51	HUILA	TERUEL	ESTAMBUL	4.710.827.023	1.857.039.708	1874	Observacion de suelo
D52	HUILA	TERUEL	ESTAMBUL	4.711.049.822	1.856.930.127	954	Observacion de suelo
D53	HUILA	TERUEL	ESTAMBUL	4.710.927.911	1.856.984.990	952	Observacion de suelo
D54	HUILA	TERUEL	ESTAMBUL	4.710.508.432	1.856.892.175	990	Observacion de suelo
D55	HUILA	TERUEL	ESTAMBUL	4.710.222.889	1.856.862.487	1025	Observacion de suelo
D56	HUILA	TERUEL	ESTAMBUL	4.710.217.862	1.856.006.712	1035	Observacion de suelo
D57	HUILA	TERUEL	ESTAMBUL	4.710.083.718	1.856.029.550	1016	Observacion de suelo
D58	HUILA	TERUEL	ESTAMBUL	4.710.157.634	1.855.901.523	1945	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
D59	HUILA	TERUEL	ESTAMBUL	4.710.442.589	1.856.569.532	1940	Observacion de suelo
D6	HUILA	NÁTAGA	SAN ISIDRO	4.694.874.427	1.845.761.359	988	Observacion de suelo
D60	HUILA	TERUEL	ESTAMBUL	4.709.524.336	1.856.245.542	999	Observacion de suelo
D61	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.724.969.559	1.850.655.934	964	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
D62	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.724.823.596	1.850.688.788	934	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
D63	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.724.736.947	1.850.539.088	1031	Observacion de suelo
D65	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.724.537.284	1.851.156.041	1022	Observacion de suelo
D66	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.724.284.089	1.851.736.364	997	Observacion de suelo
D67	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.724.392.428	1.852.006.416	973	Observacion de suelo
D68	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.724.161.112	1.852.386.862	1978	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
D69	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.723.728.496	1.852.583.829	893	Observacion de suelo
D7	HUILA	NÁTAGA	SAN ISIDRO	4.695.296.420	1.845.271.708	912	Observacion de suelo
D70	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.723.902.095	1.852.721.766	910	Observacion de suelo
D71	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.723.399.855	1.852.744.631	905	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
D72	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.723.146.067	1.852.122.138	898	Observacion de suelo
D73	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.722.854.662	1.851.985.566	884	Observacion de suelo
D74	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.722.728.826	1.851.760.087	896	Observacion de suelo
D75	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.722.756.071	1.851.515.750	873	Observacion de suelo
D76	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.722.508.757	1.851.331.207	887	Observacion de suelo
D77	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.722.365.331	1.850.814.250	935	Observacion de suelo
D78	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.722.100.076	1.851.105.879	1911	Observacion de suelo
D79	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.722.114.050	1.850.105.828	1080	Observacion de suelo
D8	HUILA	NÁTAGA	SAN ISIDRO	4.695.594.772	1.845.280.151	944	Observacion de suelo
D80	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.721.930.484	1.849.951.972	1002	Observacion de suelo
D81	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.715.049.414	1.841.804.573	1720	Observacion de suelo y ensayo de laboratorio
D82	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.715.350.854	1.841.975.124	1019	Observacion de suelo
D83	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.715.563.991	1.842.121.142	1012	Observacion de suelo

ID	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	VEREDA	ESTE	NORTE	ALTURA	OBSERVACIONES
D84	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.715.929.285	1.842.353.566	978	Observacion de suelo
D85	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.716.062.881	1.842.517.177	939	Observacion de suelo
D86	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.716.964.871	1.843.037.133	916	Observacion de suelo
D87	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.716.307.233	1.842.922.245	841	Observacion de suelo
D88	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.716.535.932	1.843.194.953	830	Observacion de suelo
D89	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.716.738.473	1.843.111.484	1704	Observacion de suelo
D9	HUILA	NÁTAGA	SAN ISIDRO	4.695.619.144	1.844.954.397	799	Observacion de suelo
D90	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.716.933.321	1.842.798.223	806	Observacion de suelo
D91	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.716.691.372	1.843.243.194	813	Observacion de suelo
D92	HUILA	YAGUARÁ	ARENOSO	4.714.088.587	1.844.265.391	806	Observacion de suelo
D93	HUILA	YAGUARÁ	ARENOSO	4.714.152.459	1.844.151.791	781	Observacion de suelo
D94	HUILA	YAGUARÁ	ARENOSO	4.716.524.136	1.844.234.776	767	Observacion de suelo
D95	HUILA	YAGUARÁ	ARENOSO	4.715.681.097	1.844.386.452	773	Observacion de suelo
D96	HUILA	YAGUARÁ	ARENOSO	4.716.141.744	1.844.536.106	767	Observacion de suelo
D97	HUILA	YAGUARÁ	ARENOSO	4.714.441.171	1.844.464.620	752	Observacion de suelo
D98	HUILA	YAGUARÁ	ARENOSO	4.715.779.430	1.844.932.455	745	Observacion de suelo
D99	HUILA	YAGUARÁ	ARENOSO	4.714.851.444	1.844.471.704	1521	Observacion de suelo
YGU1	HUILA	TERUEL	ESTAMBUL	4.710.199.600	1.856.772.241	1278	Observacion de suelo
YGU2	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.694.228.156	1.842.503.258	1057	Observacion de suelo
YGU3	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.694.132.906	1.842.437.641	692	Observacion de suelo
YGU4	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.694.109.623	1.842.520.191	653	Observacion de suelo
YGU5	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.694.050.356	1.842.467.274	643	Observacion de suelo
YGU6	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.694.011.595	1.842.519.353	644	Observacion de suelo
YGU7	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.693.983.152	1.842.535.228	627	Observacion de suelo
YGU8	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.693.985.136	1.842.505.462	695	Observacion de suelo
YGU9	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.694.017.548	1.842.566.978	691	Observacion de suelo
YGU10	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.693.972.568	1.842.604.681	804	Observacion de suelo
YGU11	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.693.968.600	1.842.650.322	794	Observacion de suelo
YGU12	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.693.893.193	1.842.680.749	812	Observacion de suelo
YGU13	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.693.844.245	1.842.676.780	742	Observacion de suelo
YGU14	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.693.819.110	1.842.718.452	780	Observacion de suelo
YGU15	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.693.765.532	1.842.712.499	620	Observacion de suelo
YGU16	HUILA	TESALIA	EL MORAL	4.693.600.828	1.842.750.864	620	Observacion de suelo
YGU17	HUILA	TESALIA	EL MORAL	4.693.564.448	1.842.769.385	618	Observacion de suelo
YGU18	HUILA	TESALIA	EL MORAL	4.693.598.182	1.842.784.598	661	Observacion de suelo
YGU19	HUILA	TESALIA	EL MORAL	4.693.562.463	1.842.818.994	661	Observacion de suelo
YGU20	HUILA	TESALIA	EL MORAL	4.693.531.375	1.842.823.624	599	Observacion de suelo
YGU21	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.695.282.920	1.842.201.588	598	Observacion de suelo
YGU22	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.695.332.882	1.842.332.910	599	Observacion de suelo

ID	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	VEREDA	ESTE	NORTE	ALTURA	OBSERVACIONES
YGU23	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.695.336.851	1.842.406.993	599	Observacion de suelo
YGU24	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.695.863.665	1.842.217.413	600	Observacion de suelo
YGU25	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.695.885.890	1.842.134.599	720	Observacion de suelo
YGU26	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.032.999	1.842.151.664	933	Observacion de suelo
YGU27	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.097.557	1.842.079.168	923	Observacion de suelo
YGU28	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.098.880	1.842.042.656	912	Observacion de suelo
YGU29	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.221.118	1.842.014.874	908	Observacion de suelo
YGU30	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.237.787	1.842.034.718	902	Observacion de suelo
YGU31	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.190.162	1.842.084.724	883	Observacion de suelo
YGU32	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.211.593	1.842.137.112	850	Observacion de suelo
YGU33	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.229.849	1.842.176.006	873	Observacion de suelo
YGU34	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.267.155	1.842.249.825	862	Observacion de suelo
YGU35	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.353.674	1.842.464.138	832	Observacion de suelo
YGU36	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.361.347	1.842.481.600	843	Observacion de suelo
YGU37	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.412.677	1.842.482.923	827	Observacion de suelo
YGU38	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.547.374	1.842.564.269	818	Observacion de suelo
YGU39	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.565.101	1.842.581.203	811	Observacion de suelo
YGU40	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.549.491	1.842.585.436	796	Observacion de suelo
YGU41	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.575.949	1.842.597.872	787	Observacion de suelo
YGU42	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.586.532	1.842.605.015	784	Observacion de suelo
YGU43	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.442.971	1.842.461.889	690	Observacion de suelo
YGU44	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.473.787	1.842.482.685	735	Observacion de suelo
YGU45	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.477.716	1.842.513.509	743	Observacion de suelo
YGU46	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.484.304	1.842.553.501	696	Observacion de suelo
YGU47	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.481.129	1.842.540.166	725	Observacion de suelo
YGU48	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.500.774	1.842.567.373	728	Observacion de suelo
YGU49	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.298.112	1.842.361.744	668	Observacion de suelo
YGU50	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.309.489	1.842.435.563	661	Observacion de suelo
YGU51	HUILA	TERUEL	LA CA ÑADA	4.714.643.728	1.859.789.488	648	Observacion de suelo
YGU52	HUILA	TERUEL	LA CA ÑADA	4.714.645.449	1.859.604.213	650	Observacion de suelo
YGU53	HUILA	TERUEL	LA CA ÑADA	4.714.605.311	1.859.462.714	851	Observacion de suelo
YGU54	HUILA	TERUEL	MONSERRATE	4.713.670.239	1.859.539.452	828	Observacion de suelo
YGU55	HUILA	TERUEL	LA CA ÑADA	4.714.699.035	1.859.880.837	777	Observacion de suelo
YGU56	HUILA	TERUEL	LA CA ÑADA	4.714.769.061	1.859.987.600	741	Observacion de suelo
YGU57	HUILA	TERUEL	LA CA ÑADA	4.714.764.544	1.859.731.020	808	Observacion de suelo
YGU58	HUILA	TERUEL	MONSERRATE	4.713.602.810	1.859.590.194	803	Observacion de suelo
YGU59	HUILA	TERUEL	MONSERRATE	4.713.623.767	1.859.490.144	791	Observacion de suelo
YGU60	HUILA	TERUEL	MONSERRATE	4.713.766.895	1.859.547.341	786	Observacion de suelo
YGU61	HUILA	TERUEL	MONSERRATE	4.713.663.216	1.859.425.959	631	Observacion de suelo



ID	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	VEREDA	ESTE	NORTE	ALTURA	OBSERVACIONES
YGU62	HUILA	ÍQUIRA	EL CHAPARRO	4.707.654.859	1.845.088.134	645	Observacion de suelo
YGU63	HUILA	ÍQUIRA	EL CHAPARRO	4.707.672.492	1.845.167.052	639	Observacion de suelo
YGU64	HUILA	ÍQUIRA	EL CHAPARRO	4.707.597.103	1.845.188.526	625	Observacion de suelo
YGU65	HUILA	ÍQUIRA	EL CHAPARRO	4.707.327.476	1.845.354.892	624	Observacion de suelo
YGU66	HUILA	ÍQUIRA	EL CHAPARRO	4.707.267.973	1.845.378.702	640	Observacion de suelo
YGU67	HUILA	ÍQUIRA	EL CHAPARRO	4.707.464.045	1.845.447.616	642	Observacion de suelo
YGU68	HUILA	ÍQUIRA	EL CHAPARRO	4.707.512.449	1.845.432.119	637	Observacion de suelo
YGU69	HUILA	ÍQUIRA	EL CHAPARRO	4.707.567.258	1.845.441.874	638	Observacion de suelo
YGU70	HUILA	ÍQUIRA	EL CHAPARRO	4.707.609.800	1.845.470.999	647	Observacion de suelo
YGU71	HUILA	ÍQUIRA	EL CHAPARRO	4.707.760.361	1.845.562.700	654	Observacion de suelo
YGU72	HUILA	ÍQUIRA	EL CHAPARRO	4.707.782.273	1.845.598.841	659	Observacion de suelo
YGU73	HUILA	ÍQUIRA	EL CHAPARRO	4.707.716.498	1.845.565.044	653	Observacion de suelo
YGU74	HUILA	ÍQUIRA	LA HOCHA	4.709.513.689	1.839.870.261	634	Observacion de suelo
YGU75	HUILA	ÍQUIRA	LA HOCHA	4.709.453.445	1.839.921.966	611	Observacion de suelo
YGU76	HUILA	ÍQUIRA	LA HOCHA	4.709.758.293	1.839.887.661	603	Observacion de suelo
YGU77	HUILA	ÍQUIRA	LA HOCHA	4.709.922.607	1.839.990.493	626	Observacion de suelo
YGU78	HUILA	ÍQUIRA	LA HOCHA	4.710.087.698	1.840.016.317	627	Observacion de suelo
YGU79	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.710.292.870	1.840.367.664	632	Observacion de suelo
YGU80	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.710.344.398	1.840.325.715	628	Observacion de suelo
YGU81	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.710.420.588	1.840.306.612	634	Observacion de suelo
YGU82	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.710.500.956	1.840.390.139	633	Observacion de suelo
YGU83	HUILA	ÍQUIRA	LA HOCHA	4.709.179.946	1.840.523.788	630	Observacion de suelo
YGU84	HUILA	ÍQUIRA	LA HOCHA	4.709.314.818	1.840.465.878	631	Observacion de suelo
YGU85	HUILA	ÍQUIRA	LA HOCHA	4.709.074.099	1.840.796.393	626	Observacion de suelo
YGU86	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.709.136.858	1.840.810.477	623	Observacion de suelo
YGU87	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.709.253.575	1.840.806.292	625	Observacion de suelo
YGU88	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.709.506.256	1.840.891.046	623	Observacion de suelo
YGU89	HUILA	ÍQUIRA	LA HOCHA	4.708.823.066	1.840.767.774	623	Observacion de suelo
YGU90	HUILA	ÍQUIRA	LA HOCHA	4.708.747.703	1.840.803.457	622	Observacion de suelo
YGU91	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.708.595.265	1.840.851.868	623	Observacion de suelo
YGU92	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.708.630.242	1.840.873.615	619	Observacion de suelo
YGU93	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.708.357.118	1.841.608.806	622	Observacion de suelo
YGU94	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.708.376.031	1.841.538.235	623	Observacion de suelo
YGU95	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.708.356.642	1.841.376.156	664	Observacion de suelo
YGU96	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.708.431.670	1.841.823.408	628	Observacion de suelo
YGU97	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.708.401.461	1.842.064.542	658	Observacion de suelo
YGU98	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.708.325.142	1.842.020.485	635	Observacion de suelo
YGU99	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.708.294.421	1.842.012.126	649	Observacion de suelo
YGU100	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.708.244.732	1.841.926.727	626	Observacion de suelo

ID	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	VEREDA	ESTE	NORTE	ALTURA	OBSERVACIONES
YGU101	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.708.193.691	1.841.938.642	695	Observacion de suelo
YGU102	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.708.156.892	1.842.063.992	675	Observacion de suelo
YGU103	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.708.126.405	1.842.169.326	678	Observacion de suelo
YGU104	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.708.064.122	1.842.257.883	671	Observacion de suelo
YGU105	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.708.060.816	1.842.194.726	654	Observacion de suelo
YGU106	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.707.985.525	1.842.135.929	645	Observacion de suelo
YGU107	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.707.900.926	1.842.184.528	643	Observacion de suelo
YGU108	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.707.803.531	1.842.188.939	647	Observacion de suelo
YGU109	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.708.587.794	1.842.397.608	673	Observacion de suelo
YGU110	HUILA	ÍQUIRA	LIMONAR	4.708.535.126	1.842.270.600	651	Observacion de suelo
YGU111	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.708.812.525	1.842.534.000	656	Observacion de suelo
YGU112	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.708.923.728	1.842.551.931	649	Observacion de suelo
YGU113	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.708.886.705	1.842.696.492	645	Observacion de suelo
YGU114	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.708.937.922	1.842.890.612	638	Observacion de suelo
YGU115	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.708.919.031	1.842.971.184	634	Observacion de suelo
YGU116	HUILA	ÍQUIRA	SANTA LUCIA	4.709.041.583	1.843.244.085	631	Observacion de suelo
YGU117	HUILA	ÍQUIRA	CACHIMBO BAJO	4.705.482.501	1.850.634.418	609	Observacion de suelo
YGU118	HUILA	ÍQUIRA	CACHIMBO BAJO	4.705.513.131	1.850.600.664	620	Observacion de suelo
YGU119	HUILA	ÍQUIRA	CACHIMBO BAJO	4.705.367.077	1.850.715.054	616	Observacion de suelo
YGU120	HUILA	ÍQUIRA	CACHIMBO BAJO	4.705.331.635	1.850.726.447	608	Observacion de suelo
YGU121	HUILA	ÍQUIRA	CACHIMBO BAJO	4.705.302.801	1.850.733.615	610	Observacion de suelo
YGU122	HUILA	ÍQUIRA	CACHIMBO BAJO	4.705.697.080	1.850.591.705	609	Observacion de suelo
YGU123	HUILA	ÍQUIRA	CACHIMBO BAJO	4.705.722.485	1.850.559.411	614	Observacion de suelo
YGU124	HUILA	ÍQUIRA	CACHIMBO BAJO	4.705.636.446	1.850.549.725	614	Observacion de suelo
YGU125	HUILA	ÍQUIRA	CACHIMBO BAJO	4.705.582.241	1.850.574.514	610	Observacion de suelo
YGU126	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.717.782.841	1.844.557.916	624	Observacion de suelo
YGU127	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.717.718.791	1.844.517.254	632	Observacion de suelo
YGU128	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.717.320.852	1.843.834.565	639	Observacion de suelo
YGU129	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.717.298.236	1.843.774.741	636	Observacion de suelo
YGU130	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.717.512.826	1.843.880.892	605	Observacion de suelo
YGU131	HUILA	TERUEL	LA CA ÑADA	4.714.845.920	1.860.093.032	612	Observacion de suelo
g10	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.295.610	1.844.154.153	742	Observacion de suelo
g100	HUILA	YAGUARÁ	LA PAZ	4.721.972.263	1.858.395.198	672	Observacion de suelo
g101	HUILA	YAGUARÁ	LA PAZ	4.722.036.806	1.858.067.289	680	Observacion de suelo
g102	HUILA	YAGUARÁ	LA PAZ	4.722.295.565	1.857.921.090	661	Observacion de suelo
g103	HUILA	YAGUARÁ	LA PAZ	4.722.517.368	1.857.777.140	662	Observacion de suelo
g104	HUILA	YAGUARÁ	LA PAZ	4.722.687.084	1.857.571.513	644	Observacion de suelo
g105	HUILA	YAGUARÁ	EL VISO	4.718.897.808	1.856.336.835	624	Observacion de suelo
g106	HUILA	YAGUARÁ	EL VISO	4.718.831.536	1.856.366.229	631	Observacion de suelo

ID	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	VEREDA	ESTE	NORTE	ALTURA	OBSERVACIONES
g107	HUILA	YAGUARÁ	EL VISO	4.718.886.023	1.856.258.741	819	Observacion de suelo
g108	HUILA	YAGUARÁ	EL VISO	4.718.952.387	1.856.274.440	799	Observacion de suelo
g109	HUILA	YAGUARÁ	EL VISO	4.719.038.916	1.856.273.245	774	Observacion de suelo
g11	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.460.973	1.843.972.585	798	Observacion de suelo
g110	HUILA	YAGUARÁ	EL VISO	4.719.218.423	1.856.241.627	784	Observacion de suelo
g111	HUILA	YAGUARÁ	EL VISO	4.719.481.777	1.856.136.165	763	Observacion de suelo
g112	HUILA	YAGUARÁ	EL VISO	4.719.569.979	1.856.142.312	738	Observacion de suelo
g113	HUILA	YAGUARÁ	EL VISO	4.719.693.942	1.856.125.404	655	Observacion de suelo
g114	HUILA	YAGUARÁ	EL VISO	4.719.734.751	1.856.183.418	637	Observacion de suelo
g115	HUILA	YAGUARÁ	EL VISO	4.719.863.176	1.856.093.933	625	Observacion de suelo
g116	HUILA	YAGUARÁ	JAGUAR	4.719.978.153	1.855.866.820	623	Observacion de suelo
g117	HUILA	NÁTAGA	BUENA VISTA	4.690.662.425	1.841.624.411	605	Observacion de suelo
g118	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.692.633.930	1.842.128.314	602	Observacion de suelo
g119	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.693.578.905	1.841.569.274	601	Observacion de suelo
g12	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.696.859.134	1.843.676.892	598	Observacion de suelo
g120	HUILA	NÁTAGA	EL OROZCO	4.690.860.319	1.841.604.108	601	Observacion de suelo
g121	HUILA	NÁTAGA	BUENA VISTA	4.691.170.891	1.841.689.407	601	Observacion de suelo
g122	HUILA	NÁTAGA	BUENA VISTA	4.691.541.566	1.841.915.521	627	Observacion de suelo
g123	HUILA	NÁTAGA	BUENA VISTA	4.691.616.141	1.842.041.030	605	Observacion de suelo
g124	HUILA	NÁTAGA	BUENA VISTA	4.691.916.079	1.842.051.643	603	Observacion de suelo
g125	HUILA	NÁTAGA	BUENA VISTA	4.692.034.598	1.842.108.152	604	Observacion de suelo
g127	HUILA	NÁTAGA	BUENA VISTA	4.692.114.846	1.842.146.549	612	Observacion de suelo
g128	HUILA	NÁTAGA	BUENA VISTA	4.692.151.570	1.842.258.547	607	Observacion de suelo
g129	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.692.319.320	1.842.283.538	613	Observacion de suelo
g13	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.697.452.233	1.843.421.849	612	Observacion de suelo
g14	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.697.499.416	1.843.522.828	626	Observacion de suelo
g15	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.697.537.352	1.841.208.660	629	Observacion de suelo
g16	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.696.989.217	1.841.134.050	883	Observacion de suelo
g17	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.697.126.375	1.841.136.339	825	Observacion de suelo
g18	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.696.913.260	1.841.120.034	671	Observacion de suelo
g1	HUILA	NÁTAGA	BUENA VISTA	4.690.691.684	1.841.672.004	744	Observacion de suelo
g2	HUILA	NÁTAGA	BUENA VISTA	4.691.080.296	1.841.694.004	697	Observacion de suelo
g20	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.697.306.870	1.840.755.298	675	Observacion de suelo
g20	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.697.236.249	1.840.849.051	694	Observacion de suelo
g21	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.697.545.883	1.840.691.071	679	Observacion de suelo
g22	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.697.983.106	1.842.044.904	682	Observacion de suelo
g23	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.697.229.189	1.844.979.735	717	Observacion de suelo
g24	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.697.209.057	1.844.865.888	634	Observacion de suelo
g25	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.697.308.013	1.844.737.864	635	Observacion de suelo

ID	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	VEREDA	ESTE	NORTE	ALTURA	OBSERVACIONES
g26	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.697.357.312	1.844.289.212	645	Observacion de suelo
g3	HUILA	NÁTAGA	BUENA VISTA	4.691.742.949	1.842.105.885	646	Observacion de suelo
g30	HUILA	TERUEL	ESTAMBUL	4.711.889.915	1.858.047.908	644	Observacion de suelo
g31	HUILA	TERUEL	ESTAMBUL	4.711.612.553	1.857.886.414	656	Observacion de suelo
g32	HUILA	TERUEL	ESTAMBUL	4.711.166.375	1.857.674.674	653	Observacion de suelo
g33	HUILA	TERUEL	ESTAMBUL	4.711.053.023	1.857.284.913	648	Observacion de suelo
g34	HUILA	TERUEL	ESTAMBUL	4.710.978.613	1.857.270.706	638	Observacion de suelo
g35	HUILA	TERUEL	ESTAMBUL	4.710.753.196	1.857.148.902	632	Observacion de suelo
g36	HUILA	TERUEL	ESTAMBUL	4.710.740.724	1.856.976.552	800	Observacion de suelo
g37	HUILA	TERUEL	ESTAMBUL	4.711.015.735	1.856.979.044	801	Observacion de suelo
g38	HUILA	TERUEL	ESTAMBUL	4.710.893.137	1.857.046.060	811	Observacion de suelo
g39	HUILA	TERUEL	ESTAMBUL	4.710.407.827	1.856.837.344	798	Observacion de suelo
g4	HUILA	NÁTAGA	BUENA VISTA	4.692.210.773	1.842.163.260	773	Observacion de suelo
g40	HUILA	TERUEL	ESTAMBUL	4.710.018.845	1.855.897.846	777	Observacion de suelo
g40	HUILA	TERUEL	ESTAMBUL	4.710.253.483	1.856.769.390	763	Observacion de suelo
g41	HUILA	TERUEL	ESTAMBUL	4.710.418.074	1.856.556.421	752	Observacion de suelo
g42	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.725.044.852	1.850.632.715	739	Observacion de suelo
g43	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.724.777.585	1.850.900.645	731	Observacion de suelo
g44	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.724.309.901	1.851.302.490	732	Observacion de suelo
g45	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.724.351.113	1.851.719.340	706	Observacion de suelo
g45	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.724.296.126	1.851.999.908	640	Observacion de suelo
g46	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.724.149.579	1.852.375.182	615	Observacion de suelo
g47	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.724.190.321	1.852.269.835	605	Observacion de suelo
g47	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.723.683.530	1.852.816.520	602	Observacion de suelo
g48	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.723.450.909	1.852.901.015	602	Observacion de suelo
g49	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.723.114.253	1.852.258.895	594	Observacion de suelo
g5	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.693.092.185	1.841.817.131	601	Observacion de suelo
g50	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.722.721.513	1.851.603.178	598	Observacion de suelo
g51	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.715.035.116	1.841.868.149	604	Observacion de suelo
g52	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.715.131.396	1.841.958.544	602	Observacion de suelo
g53	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.715.272.926	1.841.919.504	609	Observacion de suelo
g54	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.715.655.911	1.842.179.284	800	Observacion de suelo
g55	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.715.767.351	1.842.245.085	780	Observacion de suelo
g56	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.716.132.770	1.842.561.355	616	Observacion de suelo
g57	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.716.158.764	1.842.697.088	701	Observacion de suelo
g58	HUILA	YAGUARÁ	ARENOSO	4.714.063.464	1.844.159.490	675	Observacion de suelo
g59	HUILA	YAGUARÁ	ARENOSO	4.714.055.874	1.844.191.880	672	Observacion de suelo
g6	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.693.269.201	1.841.763.495	673	Observacion de suelo
g60	HUILA	YAGUARÁ	ARENOSO	4.714.099.075	1.844.347.703	665	Observacion de suelo



ID	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	VEREDA	ESTE	NORTE	ALTURA	OBSERVACIONES
g61	HUILA	YAGUARÁ	ARENOSO	4.714.149.209	1.844.436.998	645	Observacion de suelo
g62	HUILA	YAGUARÁ	ARENOSO	4.714.208.253	1.844.474.930	653	Observacion de suelo
g63	HUILA	YAGUARÁ	ARENOSO	4.714.288.048	1.844.484.437	663	Observacion de suelo
g64	HUILA	YAGUARÁ	ARENOSO	4.714.526.328	1.844.554.849	665	Observacion de suelo
G64	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.724.748.760	1.850.820.796	662	Observacion de suelo
g65	HUILA	YAGUARÁ	ARENOSO	4.714.780.806	1.844.666.951	651	Observacion de suelo
g66	HUILA	YAGUARÁ	ARENOSO	4.714.845.844	1.844.654.941	642	Observacion de suelo
g67	HUILA	YAGUARÁ	ARENOSO	4.714.973.384	1.844.674.815	646	Observacion de suelo
g68	HUILA	YAGUARÁ	ARENOSO	4.715.109.999	1.844.695.637	643	Observacion de suelo
g69	HUILA	YAGUARÁ	ARENOSO	4.715.534.930	1.844.254.290	639	Observacion de suelo
g7	HUILA	TESALIA	EL DAVE	4.694.172.819	1.841.756.491	609	Observacion de suelo
g70	HUILA	YAGUARÁ	ARENOSO	4.716.007.951	1.844.013.906	618	Observacion de suelo
g71	HUILA	YAGUARÁ	ARENOSO	4.716.385.016	1.843.904.074	619	Observacion de suelo
g72	HUILA	YAGUARÁ	ARENOSO	4.716.531.483	1.843.811.159	619	Observacion de suelo
g73	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.716.663.032	1.843.449.898	623	Observacion de suelo
g74	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.716.917.581	1.843.566.271	622	Observacion de suelo
g75	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.717.402.843	1.843.747.537	629	Observacion de suelo
g76	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.717.201.822	1.843.822.850	623	Observacion de suelo
g77	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.717.156.402	1.843.866.975	634	Observacion de suelo
g78	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.717.206.708	1.843.922.475	633	Observacion de suelo
g79	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.717.244.550	1.843.950.701	847	Observacion de suelo
g8	HUILA	TESALIA	LOS YUYOS	4.695.831.245	1.842.250.500	845	Observacion de suelo
g80	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.717.331.091	1.844.008.449	897	Observacion de suelo
g81	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.717.406.299	1.844.071.513	845	Observacion de suelo
g82	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.717.456.647	1.844.143.302	845	Observacion de suelo
g83	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.717.626.363	1.844.481.065	933	Observacion de suelo
g84	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.717.705.677	1.844.591.059	946	Observacion de suelo
g85	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.719.781.413	1.850.800.406	880	Observacion de suelo
g86	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.720.395.656	1.850.932.311	936	Observacion de suelo
g87	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.720.140.658	1.850.822.440	900	Observacion de suelo
g88	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.719.915.191	1.850.784.088	934	Observacion de suelo
g89	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.719.591.957	1.850.468.688	966	Observacion de suelo
g9	HUILA	NÁTAGA	SAN ISIDRO	4.695.816.762	1.844.321.898	973	Observacion de suelo
g90	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.719.410.207	1.850.326.420	957	Observacion de suelo
g91	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.719.258.660	1.850.078.796	945	Observacion de suelo
g92	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.718.972.985	1.849.991.339	924	Observacion de suelo
g93	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.718.805.619	1.849.716.278	871	Observacion de suelo
g94	HUILA	YAGUARÁ	VILU	4.718.238.347	1.849.528.732	822	Observacion de suelo
g95	HUILA	YAGUARÁ	UPAR	4.721.935.425	1.861.077.465	964	Observacion de suelo



ID	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	VEREDA	ESTE	NORTE	ALTURA	OBSERVACIONES
g96	HUILA	YAGUARÁ	UPAR	4.722.177.765	1.860.853.745	958	Observacion de suelo
g97	HUILA	YAGUARÁ	UPAR	4.722.202.380	1.860.715.056	937	Observacion de suelo
g98	HUILA	YAGUARÁ	UPAR	4.722.253.750	1.860.587.236	912	Observacion de suelo
g99	HUILA	YAGUARÁ	UPAR	4.722.467.943	1.860.227.119	866	Observacion de suelo
AMRKPY-001	HUILA	Nátaga	Los Laureles	4.689.750.994	1.842.126.524	1686	Puntos de control
AMRKPY-002	HUILA	Nátaga	Los Laureles	4.690.307.151	1.842.077.946	1809	Puntos de control
AMRKPY-003	HUILA	Nátaga	Las Honduras	4.692.185.804	1.844.483.112	1370	Puntos de control
AMRKPY-004	HUILA	Nátaga	Las Honduras	4.692.707.062	1.845.079.068	1410	Puntos de control
AMRKPY-005	HUILA	Nátaga	El teniente	4.693.720.184	1.845.249.877	1388	Puntos de control
AMRKPY-006	HUILA	Nátaga	San Isidro	4.695.508.588	1.844.703.359	1120	Puntos de control
AMRKPY-007	HUILA	Tesalia	Los Yuyos	4.696.497.965	1.844.212.991	1078	Puntos de control
AMRKPY-008	HUILA	Nátaga	Buena Vista	4.691.493.500	1.841.851.421	1936	Puntos de control
AMRKPY-009	HUILA	Nátaga	Buena Vista	4.692.009.921	1.842.031.688	1905	Puntos de control
AMRKPY-010	HUILA	Tesalia	El Dave	4.692.474.273	1.842.315.718	1780	Puntos de control
AMRKPY-011	HUILA	Tesalia	Los Yuyos	4.695.614.249	1.842.483.939	1244	Puntos de control y ensayo de roca
AMRKPY-012	HUILA	Tesalia	El Dave	4.696.763.753	1.841.293.749	1038	Puntos de control
AMRKPY-013	HUILA	Tesalia	La Esperanza	4.702.503.524	1.847.518.863	1136	Puntos de control y ensayo de roca
AMRKPY-014	HUILA	Tesalia	El Guamal	4.704.442.545	1.848.132.771	1158	Puntos de control
AMRKPY-015	HUILA	Íquira	El Recreo	4.705.702.061	1.852.717.438	1349	Puntos de control
AMRKPY-016	HUILA	Íquira	El Recreo	4.705.381.367	1.852.532.807	1327	Puntos de control
AMRKPY-017	HUILA	Tesalia	Alto de La Hocha	4.712.419.784	1.838.452.315	1244	Puntos de control
AMRKPY-018	HUILA	Tesalia	Alto de La Hocha	4.712.386.671	1.837.968.627	1260	Puntos de control
AMRKPY-019	HUILA	Tesalia	Alto de La Hocha	4.711.033.873	1.835.874.534	1109	Puntos de control
AMRKPY-020	HUILA	Tesalia	Alto de La Hocha	4.710.952.963	1.835.920.385	1100	Puntos de control
AMRKPY-021	HUILA	Tesalia	Alto de La Hocha	4.710.842.008	1.836.015.979	1078	Puntos de control
AMRKPY-022	HUILA	Tesalia	Espinal	4.710.352.507	1.835.920.756	1009	Puntos de control
AMRKPY-023	HUILA	Tesalia	Espinal	4.708.374.757	1.834.394.282	868	Puntos de control
AMRKPY-024	HUILA	Íquira	Santa Lucia	4.708.491.750	1.845.998.342	720	Puntos de control
AMRKPY-025	HUILA	Íquira	Santa Barbara	4.707.918.513	1.848.974.811	841	Puntos de control
AMRKPY-026	HUILA	Íquira	El Chaparro	4.707.498.276	1.847.995.301	748	Puntos de control
AMRKPY-027	HUILA	Íquira	El Chaparro	4.708.077.444	1.850.410.054	998	Puntos de control



ID	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	VEREDA	ESTE	NORTE	ALTURA	OBSERVACIONES
AMRKPY-028	HUILA	Íquira	Potreros	4.708.823.877	1.853.109.354	926	Puntos de control
AMRKPY-029	HUILA	Teruel	La Cañada	4.714.757.254	1.860.152.403	827	Puntos de control
AMRKPY-030	HUILA	Íquira	San Francisco	4.706.364.803	1.858.890.767	1263	Puntos de control
AMRKPY-031	HUILA	Íquira	San Francisco	4.706.404.546	1.858.189.793	1221	Puntos de control y ensayo de roca
AMRKPY-032	HUILA	Íquira	Las Brisas	4.708.227.464	1.857.402.959	1079	Puntos de control y ensayo de roca
AMRKPY-033	HUILA	Teruel	Estambul	4.709.743.046	1.856.246.373	977	Puntos de control
AMRKPY-034	HUILA	Teruel	Estambul	4.709.828.067	1.856.597.782	936	Puntos de control
AMRKPY-035	HUILA	Teruel	Estambul	4.710.204.486	1.857.728.872	1130	Puntos de control
AMRKPY-036	HUILA	Teruel	Estambul	4.710.817.579	1.857.888.686	698	Puntos de control
AMRKPY-037	HUILA	Yaguará	La Floresta	4.714.310.584	1.854.436.801	700	Puntos de control
AMRKPY-038	HUILA	Teruel	Corrales	4.710.692.543	1.869.572.416	1764	Puntos de control
AMRKPY-039	HUILA	Teruel	Pedernal	4.712.765.217	1.868.665.775	1449	Puntos de control
AMRKPY-040	HUILA	Teruel	Pedernal	4.712.882.931	1.868.455.926	1435	Puntos de control
AMRKPY-041	HUILA	Teruel	Pedernal	4.713.169.016	1.868.054.852	1376	Puntos de control
AMRKPY-042	HUILA	Teruel	Pedernal	4.713.301.008	1.867.819.904	1346	Puntos de control
AMRKPY-043	HUILA	Teruel	Pedernal	4.713.397.479	1.867.736.909	1337	Puntos de control
AMRKPY-044	HUILA	Teruel	Sinai	4.713.845.971	1.867.381.164	1446	Puntos de control
AMRKPY-045	HUILA	Teruel	Sinai	4.713.892.890	1.867.357.929	1285	Puntos de control
AMRKPY-046	HUILA	Teruel	Almorzadero	4.717.601.502	1.860.953.059	913	Puntos de control
AMRKPY-047	HUILA	Teruel	Almorzadero	4.717.006.189	1.860.942.115	880	Puntos de control
AMRKPY-048	HUILA	Teruel	La Cañada	4.715.329.134	1.860.828.936	873	Puntos de control
AMRKPY-049	HUILA	Teruel	La Mina	4.709.726.434	1.866.844.678	1632	Puntos de control
AMRKPY-050	HUILA	Teruel	La Mina	4.708.728.769	1.866.929.852	1740	Puntos de control
AMRKPY-051	HUILA	Teruel	La Mina	4.709.760.177	1.866.737.071	1607	Puntos de control
AMRKPY-052	HUILA	Teruel	La Floresta	4.710.121.374	1.866.622.593	1512	Puntos de control
AMRKPY-053	HUILA	Teruel	La Floresta	4.710.337.346	1.866.496.149	1502	Puntos de control
AMRKPY-054	HUILA	Teruel	La Maria	4.710.987.329	1.865.652.899	1487	Puntos de control
AMRKPY-055	HUILA	Teruel	La Maria	4.710.987.333	1.865.654.435	1487	Puntos de control
AMRKPY-056	HUILA	Teruel	Primavera	4.713.059.037	1.865.098.415	1427	Puntos de control y ensayo de roca
AMRKPY-057	HUILA	Teruel	Portachuelo	4.713.916.643	1.864.540.468	1072	Puntos de control

ID	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	VEREDA	ESTE	NORTE	ALTURA	OBSERVACIONES
AMRKPY-058	HUILA	Tesalia	El Guamal	4.703.113.947	1.847.966.446	1121	Puntos de control
AMRKPY-059	HUILA	Tesalia	Potrero grande	4.700.222.991	1.841.400.896	885	Puntos de control
AMRKPY-060	HUILA	Tesalia	Potrero grande	4.699.663.539	1.841.334.479	860	Puntos de control
AMRKPY-061	HUILA	Tesalia	Potrero grande	4.700.481.855	1.839.590.630	877	Puntos de control
AMRKPY-062	HUILA	Yaguará	Vilu	4.723.223.182	1.852.827.175	578	Puntos de control
AMRKPY-063	HUILA	Yaguará	Vilu	4.723.675.287	1.848.594.224	602	Puntos de control
AMRKPY-064	HUILA	Yaguará	Vilu	4.726.527.815	1.850.343.021	610	Puntos de control
AMRKPY-065	HUILA	Yaguará	Vilu	4.725.258.498	1.851.693.787	620	Puntos de control
AMRKPY-066	HUILA	Yaguará	Vilu	4.716.653.677	1.843.720.537	647	Puntos de control
AMRKPY-067	HUILA	Yaguará	Vilu	4.716.733.799	1.843.615.923	657	Puntos de control y ensayo de roca
AMRKPY-068	HUILA	Yaguará	Arenoso	4.713.877.846	1.844.579.980	831	Puntos de control
AMRKPY-069	HUILA	Yaguará	Arenoso	4.714.907.940	1.844.665.466	751	Puntos de control
AMRKPY-070	HUILA	Yaguará	Vilu	4.719.450.348	1.846.253.174	590	Puntos de control
AMRKPY-071	HUILA	Yaguará	Vilu	4.720.100.457	1.847.064.653	527	Puntos de control
AMRKPY-072	HUILA	Yaguará	Flandes	4.717.223.047	1.850.532.770	605	Puntos de control y ensayo de roca
AMRKPY-073	HUILA	Yaguará	Flandes	4.717.398.402	1.850.621.409	617	Puntos de control
AMRKPY-074	HUILA	Teruel	La Cañada	4.715.349.494	1.856.070.416	666	Puntos de control
AMRKPY-075	HUILA	Teruel	La Cañada	4.715.873.601	1.857.738.834	742	Puntos de control
AMRKPY-076	HUILA	Teruel	La Cañada	4.715.961.744	1.857.578.262	716	Puntos de control
AMRKPY-077	HUILA	Yaguará	Flandes	4.716.095.443	1.854.970.716	779	Puntos de control
AMRKPY-078	HUILA	Íquira	Santa Barbara	4.712.078.320	1.849.462.410	731	Puntos de control
AMRKPY-079	HUILA	Íquira	Santa Barbara	4.712.380.902	1.849.487.588	727	Puntos de control
AMRKPY-080	HUILA	Yaguará	Vilu	4.721.004.592	1.849.011.778	835	Puntos de control
AMRKPY-081	HUILA	Yaguará	Vilu	4.721.096.522	1.848.880.676	835	Puntos de control
AMRKPY-082	HUILA	Yaguará	Upar	4.722.556.847	1.859.987.616	789	Puntos de control
AMRKPY-083	HUILA	Yaguará	La Paz	4.723.023.791	1.860.217.051	773	Puntos de control
AMRKPY-084	HUILA	Yaguará	Upar	4.723.560.129	1.861.137.550	803	Puntos de control
AMRKPY-085	HUILA	Yaguará	Upar	4.725.688.878	1.859.799.902	903	Puntos de control
AMRKPY-086	HUILA	Yaguará	Letran	4.728.245.454	1.858.486.865	577	Puntos de control
AMRKPY-087	HUILA	Yaguará	Letran	4.728.253.462	1.858.168.895	590	Puntos de control y ensayo de roca



ID	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	VEREDA	ESTE	NORTE	ALTURA	OBSERVACIONES
AMRKPY-088	HUILA	Yaguará	Jaguar	4.727.779.865	1.857.911.723	600	Puntos de control
AMRKPY-089	HUILA	Yaguará	Jaguar	4.727.065.302	1.857.831.528	633	Puntos de control
AMRKPY-090	HUILA	Yaguará	Jaguar	4.726.898.086	1.857.847.062	641	Puntos de control
AMRKPY-091	HUILA	Yaguará	Upar	4.725.484.275	1.858.838.926	840	Puntos de control y ensayo de roca
AMRKPY-092	HUILA	Yaguará	Upar	4.724.484.810	1.858.478.517	700	Puntos de control
AMRKPY-093	HUILA	Yaguará	La Paz	4.722.603.019	1.857.810.466	610	Puntos de control y ensayo de roca
AMRKPY-094	HUILA	Yaguará	Jaguar	4.720.565.679	1.855.419.982	577	Puntos de control y ensayo de roca

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

De los 958 puntos de observación (entre muestreo, observaciones y apiques) realizados en campo con apoyo del componente de capacidad uso de las tierra para la caracterización de depósitos y suelo se ejecutaron 108 ensayos de laboratorio (Anexo 2. Labortarios, carpeta **SUELO**), en estos ensayos, se analizaron las propiedades como densidad, granulometría, entre otros; dando como resultado las características geotécnicas de las unidades de suelos en la cuenca.

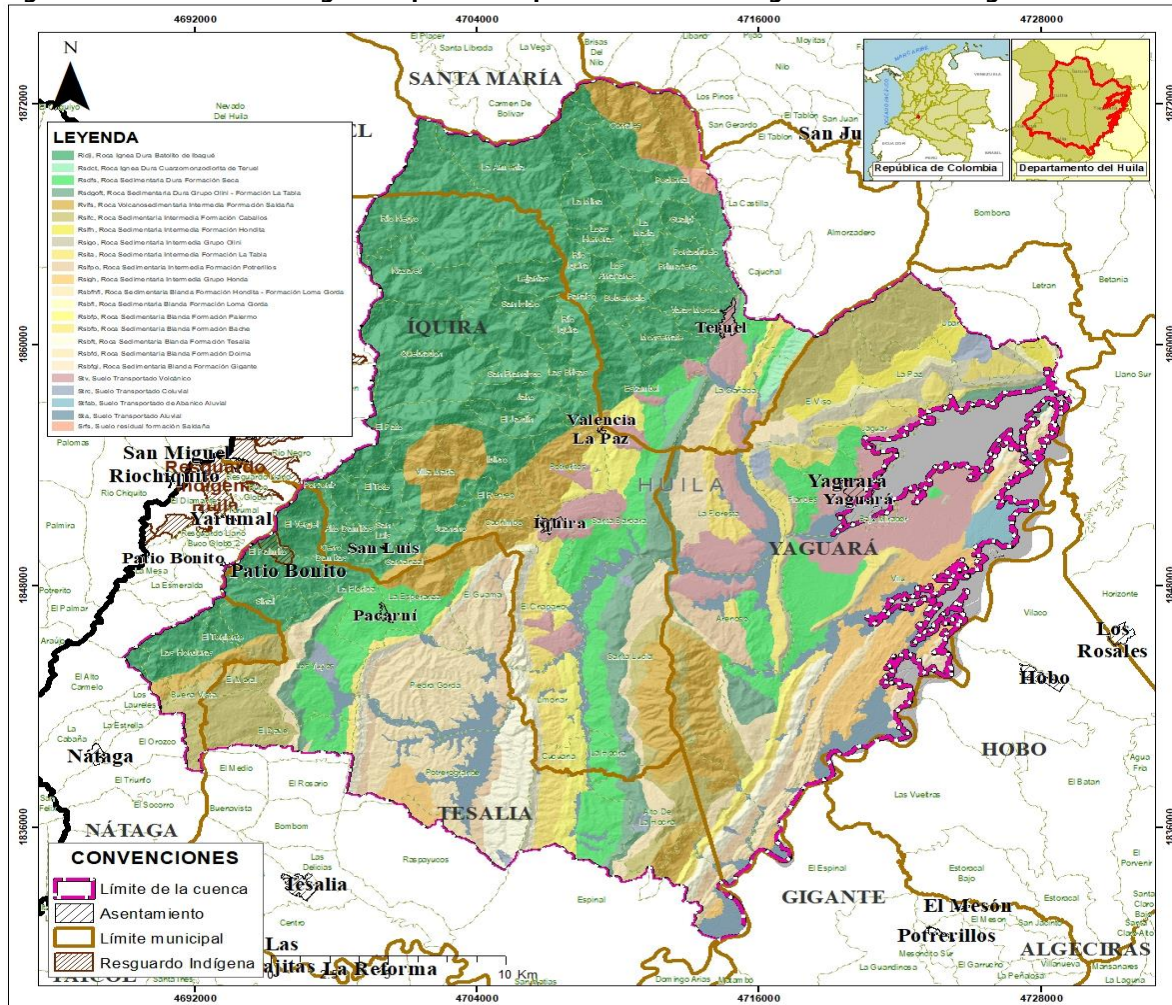
En el proceso de observaciones de las unidades de suelos desarrollado con el componente de capacidad uso de las tierra en la Cuenca del Río Yaguará, se identificaron espesores de suelo residuales de las formaciones circundantes con espesores muy delgados y no cartografiables a la escala de trabajo requerida, por lo cual se le dio prioridad a la observaciones y parámetros utilizados para la descripción y caracterización de unidades de roca en estos puntos.

#### 2.5.1.4. Resultados

En la etapa final, se realiza la digitalización de la información obtenida en campo, con el fin de definir los límites, partiendo de la reinterpretación, con apoyo de los modelos generados a partir de Modelo Digital del terreno, que sirvieron con la identificación de los materiales superficiales que comprende la cuenca, clasificados de acuerdo a su génesis, litología y características geomecánicas, con lo que se elaboró el mapa de Unidades Geológicas Superficiales y elaboración del informe técnico desarrollado bajo los estándares del Servicio Geológico Colombiano.

Una vez realizado todos los procesos anteriores, se obtuvieron 23 unidades geológicas superficiales definitivas, representados en 4 unidades de suelo transportados y 19 unidades de rocas y suelo residuales de roca (Figura 2.31).

**Figura 2.31. Unidades Geológicas Superficiales para la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### 2.5.1.5. Factores para caracterizar las unidades de rocas

La descripción y caracterización de las unidades de rocas dentro de las unidades geológicas superficiales, se realiza teniendo en cuenta la características físicas y mecánicas que esta tenga, dependiendo del origen, litología, propiedades mecánicas, grado de metamorfismo, eventos tectónicos y procesos de meteorización que afectan o determinen el comportamiento geomecánico de los materiales en la superficie.

A continuación, se describen los parámetros tenidos en cuenta para la descripción de las unidades de rocas en la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaquará

### 2.5.1.5.1. Litología

La composición litológica de una roca describe el contenido mineralógico que este posee, determinando de esta manera el comportamiento que presenta un macizo rocoso a diferentes agentes externos.

### 2.5.1.5.2. Grado de meteorización

Describe de forma cualitativa el estado de meteorización de los materiales tomando en cuenta la distribución y proporción relativa de la meteorización en el macizo rocoso y en sus discontinuidades. La meteorización tiene un efecto sobre la resistencia y comportamiento mecánico del macizo rocoso, por lo tanto, es importante definir el grado de meteorización de las rocas (SGC, 2017). Para la determinación del grado de meteorización se tuvieron en cuenta los perfiles propuestos por Deere – Patton (1971) y Dearman (1976).

**Tabla 2.8. Perfiles de meteorización para macizos rocosos según Deere y Patton (1971), Dearman (1974,1991) y Forero Et Al, (1999).**

DEERE Y PATTON (1971) (TODAS LAS ROCAS)		DEARMAN (1974-1991) (TODAS LAS ROCAS)		FORERO ET AL, (1999) (TODAS LAS ROCAS)		DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE CAMPO
ZONA	ZONA	GRADO	UNIDAD			
I- SUELO RESIDUAL	IA. HORIZONTE A (Capa vegetal)	VI	SUELO	SUELO RESIDUAL TROPICAL (SUELO IN SITU) >50% Suelo		<ul style="list-style-type: none"> <li>Las capas superiores, ricas en materia orgánica, contienen humus y restos de raíces de plantas; generalmente de color gris oscuro.</li> <li>Todo el material rocoso es convertido a suelo.</li> <li>La macro fábrica y la estructura original es destruida. Característicamente arcillo-limoso. Suelo sin estructuras heredadas.</li> </ul>
	IB. HORIZONTE B					
	IC. HORIZONTE C (SAPROFITO) (Roca descompuesta)	V	SUELO	SAPROLITO FINO		<ul style="list-style-type: none"> <li>Roca decolorada pasando generalmente a colores variados.</li> <li>Macizo rocoso completamente descompuesto y/o desintegrado a suelo, pero aun conservando algo de la macro fábrica original.</li> <li>Las estructuras heredadas (planos de estratificación, foliación, diaclasas y fallas) se conservan.</li> <li>Presencia de fragmentos rocosos entre 10 y 35%, fácilmente excavable y desmenuzable, aun sin ayuda del martillo. Ocasionalmente pueden recobrase núcleos. Suelos con estructuras heredadas.</li> </ul>
II-ROCA METEORIZADA	IIA TRANSICIÓN DESDE SAPROLITO HASTA ROCA METEORIZADA	IV	ROCA Y SUELO - MATERIAL INTERMEDIO	SAPROLITO GRUESO		<ul style="list-style-type: none"> <li>Roca decolorada y altamente alterada, en la cual más del 50% del material rocoso está descompuesto o desintegrado a suelo.</li> <li>Fragmentos rocosos rompibles y desmenuzables sin ayuda del martillo.</li> <li>Las estructuras heredadas (planos de estratificación, foliación, diaclasas y fallas) se mantienen, en general se presentan oxidadas, abiertas, con o sin relleno. Saprolito con fragmentos pequeños de roca.</li> <li>Las estructuras heredadas (planos de estratificación, foliación, diaclasas y fallas) se conservan.</li> <li>Las estructuras heredadas (planos de estratificación, foliación, diaclasas y fallas) se conservan.</li> <li>La meteorización esferoidal es común.</li> <li>Presencia de fragmentos de roca sin meteorizar entre 35 y 70%.</li> </ul>
	IIIB ROCA PARCIALMENTE METEORIZADA	III				
III-ROCA NO METEORIZADA	IIIC ROCA DÉBILMENTE METEORIZADA (Rdm)	II	ROCA	MACIZO ROCOSO METEORIZADO >50% Roca		<ul style="list-style-type: none"> <li>La roca se presenta altamente decolorada con notable meteorización, en la cual menos del 50% del material rocoso está descompuesto o desintegrado a suelo.</li> <li>Material rocoso rompible y excavable con ayuda del martillo y otras herramientas.</li> <li>Las discontinuidades pueden estar oxidadas y abiertas, con o sin relleno. Bloques de roca sin entramamiento.</li> </ul>
	IIIR ROCA FRESCA	I				
				MACIZO ROCOSO NO METEORIZADO		<ul style="list-style-type: none"> <li>Roca fresca sin signos visibles de meteorización.</li> <li>Las discontinuidades mayores pueden presentar ocasionalmente decoloración y oxidación. +C1.19</li> </ul>

Fuente: SGC,2017.

### 2.5.1.5.3. Rasgos estructurales

Los rasgos estructurales representan una serie de procesos geodinámicos endógenos propios de la evolución de la corteza terrestre. En consideración a que la deformación de la corteza es proporcional a la cantidad de pliegue y facturas (fallas, lineamientos y diaclasas), en un área determinada se debe evaluar la densidad de estos rasgos estructurales (SGC, 2017).

### 2.5.1.5.4. Propiedades ingenieriles

Cada tipo de roca posee propiedades ingenieriles relacionado de manera directa con su origen y composición y, por consiguiente, con el comportamiento geomecánico de los materiales de los materiales (SGC, 2017). Las propiedades ingenieriles evaluadas en la Cuenca de la Río Yaguará corresponden: Resistencia, grado de fracturamiento, índice de fracturamiento y el índice geológico de resistencia (GSI).

#### ❖ Resistencia

En la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará se determinaron parámetros de resistencia por método cualitativos y ensayos de carga puntual realizado a muestras de mano (**Anexo 2. Laboratorios\_Carpeta Rocas**), estimando los valores de resistencia a la compresión simple se realizó según índices de campo de la International Society of Rock Mechanics (ISRM) (Tabla 2.9) y en base correlaciones propuesta del ensayo de carga puntual.

**Tabla 2.9. Índices para la determinación de resistencia a la compresión simple en campo.**

Clase	Descripción	Identificación de campo	Resistencia a la compresión (MPa)
R <sub>0</sub>	Roca extremadamente blanda	Se puede marcar con la uña	0.25-1
R <sub>1</sub>	Roca muy blanda	Al golpear con la punta del martillo la roca se desmenuza, con la navaja se talla con dificultad	1-5
R <sub>2</sub>	Roca blanda	Al golpear con la punta del martillo se producen ligeras marcas, con la navaja se talla con dificultad	5-25
R <sub>3</sub>	Roca moderadamente dura	Con un golpe fuerte del martillo puede fracturarse, con la navaja no puede tallarse	25-50
R <sub>4</sub>	Roca dura	Se requiere más de un golpe del martillo para fracturarla	50-100
R <sub>5</sub>	Roca muy dura	Se requieren muchos golpes del martillo para fracturarla	100-250
R <sub>6</sub>	Roca extremadamente dura	Al golpear con el martillo solo saltan esquirlas	>250

Fuente: ISRM, 1981.

#### ❖ Grado de fracturamiento

El grado de fracturamiento de un macizo rocoso está definido por el número, espacio y condiciones de las discontinuidades que presente el macizo, independiente del origen y clase, este se expresa mediante el parámetro RQD (Rock Quality Designation), que



representa la relación entre la suma de las longitudes de los fragmentos de testigos mayores a 10 cm y la longitud total del tramo considerado.

**Tabla 2.10. Rangos de valor de RQD para clasificación de macizos rocosos.**

<b>Calidad del Macizo</b>	<b>Valor RQD (%)</b>
Muy Buena	90 - 100
Buena	75 - 90
Media	50 - 75
Mala	25 - 50
Muy Mala	< 25

Fuente: Gonzales y Vallejo, 2002.

❖ *Índice de Fracturamiento (Jv)*

El índice de fracturamiento de un macizo rocoso describe la sumatoria de discontinuidades por familia, que se observan por metro cúbico, identificados en afloramientos, estimando el tamaño del bloque según lo sugerido en el ISRM (1981) (Tabla 2.11).

**Tabla 2.11. Descripción del tamaño de bloque a partir del índice de fracturamiento (Jv).**

<b>Grado de fracturación del macizo rocoso</b>	<b>Descripción del tamaño de bloque</b>	<b>Jv (diaclasas/m<sup>3</sup>)</b>
Masivo	Bloques considerablemente grandes.	< 0,3
Muy ligeramente fracturado	Bloques muy grandes	0,3 - 1
Ligeramente fracturado	Bloques grandes	1 - 3
Moderadamente fracturado	Bloques medianos	3 - 10
Fuertemente fracturado	Bloques pequeños	10 - 30
Considerablemente fracturado	Bloques muy pequeños	30 - 100
Triturado	Bloques considerablemente pequeños.	> 100

Fuente: ISRM, 1981.

❖ *Índice geológico de resistencia (GSI)*

El índice geológico de resistencia (GSI) de un macizo rocoso describe visualmente la estructura rocosa, en términos de bloques y de la condición superficial de las discontinuidades indicada por la rugosidad y alteración de las diaclasas, estimando la disminución de la resistencia que presenta un macizo rocoso con diferentes condiciones geológicas (SGC, 2017).

**Tabla 2.12. Factor GSI para macizos rocosos homogéneos.**

## ÍNDICE DE RESISTENCIA GEOLÓGICA PARA ROCAS DIACLASADAS (Hoek y Marinos, 2000)

A partir de la litología, la estructura y las condiciones superficiales de las discontinuidades, se debe estimar el valor promedio de GSI. No intentar ser tan preciso. Considerar un rango de 33 a 37 es más realista que indicar un GSI=35. Nótese que la tabla no aplica para fracturas controladas estructuralmente. Donde existen planos estructurales débiles con una orientación desfavorable con respecto a la superficie de la excavación, estos controlarán el comportamiento de todo el macizo rocoso. La resistencia al corte de superficies en rocas que están propensas a deteriorarse como resultados de cambios de humedad, se reducirá si hay agua presente. Cuando se trabaja con rocas en las categorías regular a muy pobre, puede hacerse un movimiento hacia la derecha para condiciones húmedas. La presión del agua es considerada mediante análisis de esfuerzos efectivos.

### CONDICIONES DE SUPERFICIE DE LAS DISCONTINUIDADES

Muy buena: Superficies muy rugosas intactas.

Buena: Superficies rugosas ligeramente alteradas con manchas de oxidación.

Regular: Superficies suaves, alteradas a moderadamente alteradas.

Pobre: Superficies rugosas pulidas, altamente alteradas, con rellenos compactos o fragmentos angulares.

Muy pobre: Superficies pulidas, altamente alteradas con rellenos arcillosos blandos.

### ESTRUCTURA

### DECRECE LA CALIDAD DE LA SUPERFICIE

**Masiva o intacta:** Muestras de roca intacta o masiva in situ, con pocas discontinuidades espaciadas ampliamente.

**Blocosa:** Macizo rocoso sin alterar, bien entabado que consiste en bloques cúbicos formados por tres familias de discontinuidades intersectadas.

**Muy blocosa:** Macizo parcialmente alterado, entabado, con bloques de varias caras angulares formados por cuatro o más familias de discontinuidades.

**Blocosa / Alternada:** Plegado, con bloques angulares formados por muchas intersecciones de familias de discontinuidades. Persistencia de planos de estratificación o esquistosidad.

**Desintegrada:** Macizo rocoso muy fracturado, pobremente entabado, con mezclas de fragmentos de roca angulares y redondeados.

**Laminada / Cizallada:** Ausencia de bloques debido a espacios cerrados de tenue esquistosidad o planos de cizalla.

### DECRECE EL ENTABAMIENTO DE BLOQUES DE ROCA

90				
80				N/A
70				N/A
60				
50				
40				
30				
20				
N/A	N/A			10

Fuente: SGC, 2017.

#### 2.5.1.5.5. Clasificación geomecánica

El comportamiento geomecánico de un macizo rocoso puede ser analizado y clasificado de acuerdo con su potencial para ser usado en determinadas aplicaciones (González de Vallejo et al., 2002 citado en SGC, 2017). La clasificación geomecánica en la cuenca de la Río Yaguaráse realizó bajo el método de clasificación desarrollado por Bieniawski (1989) denominada método Rock Mass Rating (RMR), uno de los métodos más usuales para clasificar macizos rocosos y valorar la estabilidad de los taludes, partiendo de las propiedades o características del macizo, estas características son resistencia, GSI, RQD, espaciamiento y condiciones de discontinuidades. Este método asigna un valor a cada factor evaluado, y realiza una sumatoria con el fin de obtener un valor que corresponde a la calidad del macizo rocoso, como se observa en la Tabla 2.13.

**Tabla 2.13. Sistema de clasificación RMR para determinar la calidad del macizo rocoso según Bieniawski (1989).**

Resistencia de la Roca (Mpa)	RQD (Calidad)	Espaciamiento de discontinuidades (mm-m)	Condición de las discontinuidades	Agua subterránea (Lit/Min)	Clases RMR
1-25 (0-2)	<25 Muy mala (3)	<60 mm (5)	Relleno blando >5 mm (0)	Flujo (0)	Roca muy pobre <20
25-50 (4)	25-50 Mala (8)	60-200 mm (8)	Superficies pulidas, gouge <5 mm (10)	Goteo (4)	Roca pobre (21-40)
50-100 (7)	50-75 Media (13)	200-600 mm (10)	Superficie ligeramente rugosa, altamente meteorizada, separación <1 mm (25)	Mojado (7)	Regular (41-60)
100-250 (12)	75-90 Buena (17)	0.6 m – 0.2 m (15)	Superficie ligeramente rugosa, ligeramente meteorizada, separación <1 mm (25)	Húmedo (10)	Buena (61-80)
<250 (15)	90-100 Muy buena (20)	>2 m (20)	Superficie muy rugosa, no continua, cerradas, no meteorizadas (30)	Seco (15)	Muy buena (81-100)

La determinación de los parámetros como peso unitarios secc, cohesión, ángulo de fricción y porosidad se realizó mediante información secundaria como se observa en la Tabla 2.14 y Tabla 2.15.

**Tabla 2.14. Valores típicos de parámetros de resistencia para rocas.**

Tipo de Roca	Peso Unitario Seco kN/m <sup>3</sup>	Cohesión (MPa)	Ángulo de fricción (°)
Rocas Ígneas duras: granito, basalto	25 - 30	35 - 55	35 - 45
Rocas Metamórficas: cuarcita, gneis, pizarras	25 - 28	20 - 40	30 - 40
Rocas Sedimentarias duras: caliza, dolomita, arenisca	23 - 28	10 - 30	35 - 45
Rocas Sedimentarias blandas: arenisca, lutitas, limolitas	17 - 23	1 - 20	25 - 35

Fuente: Suarez, 1998, modificado de Hoek y Bray, 1981.

**Tabla 2.15. Valores generales para porosidad total y porosidad eficaz.**

MATERIAL	POROSIDAD TOTAL (%)	POROSIDAD EFICAZ (%)
<b>Rocas masivas</b>	0,3 - 8	0,2 - 0,5
<b>Rocas Volcánicas</b>	2 - 30	1 - 20
<b>Rocas Sedimentarias Consolidadas</b>	5 - 20	1 - 10
<b>Rocas Sedimentarias Seltas</b>	25 - 50	2 - 25

Fuente: Collazos y Montaña, 2012.

### 2.5.1.6. Factores para caracterizar las unidades de suelos

Las unidades de suelo corresponden a depósitos de suelto o blando de origen natural formados en la superficie de la tierra, este se puede formar a partir de erosión o meteorización de rocas más duras o de materiales más antiguos "in situ" o puede ser material transportado o depositado como una formación geológica débil. Cualquiera que sea su origen, se puede definir como un material particulado, cuyas propiedades están controladas por el tamaño de las partículas que lo conforman, forma, gradación, composición mineralógica, consistencia, densidad relativa, estructura y humedad (SGC, 2017). En la Cuenca de la Río Yaguará las unidades de suelo encontradas corresponde a depósitos transportados que se originan por la acumulación de material que es arrastrado por la acción del agua, erupciones volcánicas o por efecto de la gravedad. Para la clasificación de estas unidades se tomó como base la clasificación genética utilizada por el servicio geológico, 2017, ver Tabla 2.16.

**Tabla 2.16. Clasificación genética de los suelo utilizada para la Cuenca Hidrográfica de Río Yaguará**

TIPO DE MATERIAL	ORIGEN DE LA UGS	TIPO DE UGS
<b>Suelo</b>	Derivadas de roca in situ	<ul style="list-style-type: none"> <li>Suelo residual: Horizontes IV (saprolito grueso), V (saprolito fino) y VI.</li> </ul>
	Depósitos volcánico-lásticos primarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flujos piroclásticos (ignimbrita), oleada piroclástica, caídas piroclásticas (bombas, bloques y ceniza).</li> </ul>
	Depósitos volcánico-lásticos secundarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lahar, avalancha de escombros</li> </ul>
	Depósitos aluviales	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aluviones recientes y de cauce activo</li> <li>Llanura aluvial</li> <li>Abanicos o conos aluviales</li> <li>Terrazas aluviales</li> <li>Depósitos fluvio-torrenciales</li> </ul>
	Depósitos lacustres y paludales	<ul style="list-style-type: none"> <li>Suelos fluvio-lacustre</li> <li>Suelos paludales</li> </ul>
	Depósitos costeros	<ul style="list-style-type: none"> <li>Deltas, Barras, Playas, etc.</li> </ul>
	Depósitos eólicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dunas y Médanos</li> <li>Loess</li> </ul>
	Depósitos glaciares	<ul style="list-style-type: none"> <li>Morrenas y Tillitas</li> <li>Suelos Fluvio-glaciares</li> </ul>
	Depósitos de gravedad y ladera	<ul style="list-style-type: none"> <li>Coluvial</li> <li>Talus, derrubios de pendiente</li> <li>Flujos (de lodo, tierra y de escombros)</li> </ul>
	Depósitos antrópicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Llenos de basuras</li> <li>Llenos de Escombros</li> <li>Llenos mixtos</li> </ul>

Fuente: SGC, 2017.

### 2.5.2. Unidades Geológica Superficial de la Cuenca Hidrográfica de La Río Yaguará

De acuerdo con el análisis e interpretación de la información geológica y geomorfológica obtenida del Servicio Geológico Colombiano (SGC), la información cartográfica del IGAC y la validación en los recorridos en campo, se definieron las Unidades Geológicas Superficiales de la Cuenca de la Río Yaguará, de acuerdo con las propuestas por Hermelín (1985), caracterizadas por la génesis y tipo de UGS.



Los materiales geológicos superficiales que se distribuyen en el área de la cuenca de la Río Yaguará, se caracterizan y clasifican en unidades de roca y suelo. Las unidades de roca se categorizaron en duras, intermedias y blandas, teniendo en cuenta su génesis, litologías y propiedades geomecánicas obtenidas en campo y ensayos de carga puntual realizados a muestra seleccionada por unidad (Anexo 2.Laboratorios Carpeta Rocas), mientras que las unidades de suelo se clasificaron en transportado y coluviales, subdivididas de acuerdo a su génesis y litología, teniendo en cuenta las observaciones realizadas en campo.

**Tabla 2.17. Unidades geológicas superficiales en la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará**

TIPO DE MATERIAL	ORIGEN	TIPO DE UGS	UNIDAD GEOLOGICA	NOMBRE DE LA UGS	NOMENCLATURA
Roca	Igneo	Dura	Batolito de Ibagué	Roca ignea dura Batolito de Ibagué	Ridji
			Cuarzomonzodiorita de Teruel	Roca ignea dura Cuarzomonzodiorita de Teruel	Ridct
	Volcanosedimentario	Intermedia	Formación Saldaña	Roca ignea volcanosedimentaria Formación Saldaña	Rvifs
			Formación Seca	Roca sedimentaria dura Formación Seca	Rsdfs
		Dura	Grupo Olini - Formación La Taba	Roca sedimentaria dura Grupo Olini - Formación La Taba	Rsdgoft
			Formación Caballos	Roca sedimentaria intermedia Formación Caballos	Rsifc
		Intermedia	Formación Hondita	Roca sedimentaria intermedia Formación Hondita	Rsifh
			Grupo Olini	Roca sedimentaria intermedia Grupo Olini	Rsigo
			Formación La Tabla	Roca sedimentaria intermedia Formación La Tabla	Rsita
			Formación Potrerillos	Roca sedimentaria intermedia Formación Potrerillos	Rsifpo
			Grupo Honda	Roca sedimentaria intermedia Grupo Honda	Rsigh
		Blanda	Formación Hondita - Formación Loma Gorda	Roca sedimentaria blanda Formación Hondita - Formación Loma Gorda	Rsbhfl
			Formación Loma Gorda	Roca sedimentaria blanda Formación Loma Gorda	Rsbfl
			Formación Palermo	Roca sedimentaria blanda Formación Palermo	Rsbfp
			Formación Bache	Roca sedimentaria blanda Formación Bache	Rsbfb
			Formación Tesalia	Roca sedimentaria blanda Formación Tesalia	Rsbft
			Formación Doima	Roca sedimentaria blanda Formación Doima	Rsbfd
			Formación Gigante	Roca sedimentaria blanda Formación Gigante	Rsbfgi
suelo	Transportado	Volcánico	Terrazas pumíticas	Suelo transportado volcánico	Stv
		Depósitos de gravedad y ladera	Depósito Coluvial	Suelo transportado coluvial	Strc
		Aluvial	Abanicos antiguos	Suelo transportado abanicos aluviales	Stfab
			Depósito aluviales	Suelo transportado aluviales	Sta

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

### 2.5.2.1. Unidad de Roca

Las unidades de rocas que se identificaron en la cuenca de la Río Yaguará, corresponde a las unidades de mayor cubrimiento del área dentro de la zona de estudio, clasificadas entre la relación de las características de las formaciones geológicas, el grado de meteorización de la roca, fracturamiento y morfología, agrupándolas en conjunto de materiales de similar comportamiento geomecánico.

Una vez terminada la caracterización geológica y geomorfológica de la cuenca del Río Yaguará, así como organizado y analizado los datos obtenidos en los recorridos realizados en campo, se realizó una superposición de la geología con la geomorfología, con el fin de detallar y delimitar de forma más precisa la unidades geológicas superficiales obtenidas en la fase de campo y validas con las propiedades descritita en esta fase (Figura 2.32).

[illegible]

Carrera 51B N° 82 - 254, Piso 2, Oficina 26,  
C.C. Bahía, Barranquilla D.E.I.P.  
Correo electrónico: [yaquara@ecocialt.com](mailto:yaquara@ecocialt.com)

**Figura 2.33. Leyenda Geológico-Geomorfológico para la Cuenca Hidrográfica de Río Yaguará**

GMF, GEO	Deeme, Pgp	Dlor, Kt	Fca, KPgs	Fta, KPgs	Sole, Qc	Slop, Kh-Kl	Sahlo, Kh-Kl	Sslp, Pgt
Acp, Ji	Deeme, Pgt	Dlps, Js	Fca, Kc	Fta, Pgb	Soor, Kc	Slop, Ko-Kt	Sahlo, Ko-Kt	Sslp, Qtp
Acp, Js	Dld, Js	Dlps, Pgd	Fca, Kh	Fta, Qaa2	Soor, Kt	Sle, Kc	Sahlo, Kt	Sslp, Js
Acp, KPgs	Dld, KPgs	Dlps, Pgp	Fca, Kh-Kl	Fta, Qal	Se, Ji	Sle, Kh	Sahlo, Ngh	Sslp, KPgs
Acp, Ko-Kt	Dld, Kc	Dlps, Pgt	Fca, Kl	Ftae, Qaa2	Se, Kc	Sle, Ji	Sahlo, Pgb	Sslp, Kh-Kl
Acp, Pgp	Dld, Kh-Kl	Dlps, Qal	Fca, Ko	Ftae, Qal	Se, Kh	Sle, Js	Sahlo, Pgd	Sslp, Ko
Acp, Qtp	Dld, Ko-Kt	Dmo, Ji	Fca, Ko-Kt	Ftae, Qal	Se, Kh-Kl	Sle, KPgs	Sahlo, Pgp	Sslp, Ko-Kt
Aemb, Kt	Dld, Pgb	Dmo, Js	Fca, Kt	Sbh, Jt	Se, Kt	Sle, Kc	Sahlo, Pgp	Sslp, Pgb
Aemb, NgQgi	Dld, Pgp	Dmo, KPgs	Fca, Ngh	Sbh, KPgs	Se, Kc	Sle, Ko-Kt	Sahlo, Pgt	Sslp, Pgp
Aemb, Pgd	Dldi, Pgd	Dmo, Kc	Fca, Pgb	Sbh, Ngh	Se, Ko-Kt	Sle, Kt	Sahlo, Qal	Sslp, Pgt
Aemb, Qaa2	Dldi, Pgp	Dmo, Kh-Kl	Fca, Pgd	Sbh, Pgd	Se, Kt	Se, Ji	Sahlo, Qc	Sslp, Qc
Aemb, Qal	Dldi, Qal	Dmo, Ko	Fca, Pgp	Sbh, Pgd	Se, Qal	Se, Ji	Sahlo, Ji	Sslp, Qc
Aemb, Qtp	Dldi, Qc	Dmo, Ko-Kt	Fca, Pgp	Sbh, Pgp	Se, Qc	Se, Kc	Sahlo, KPgs	Sslp, Pgd
Dc, Js	Dle, Ji	Dmo, Kt	Fca, Pgt	Sbh, Pgp	Sefes al, Ji	Se, Kh-Kl	Sahlo, Kc	Sslp, Pgp
Dc, KPgs	Dle, Js	Dmo, NgQgi	Fca, Qaa2	Sbh, Qal	Sefes al, Js	Se, Ko-Kt	Sahlo, Kh-Kl	Sslp, Pgt
Dc, Kh-Kl	Dle, Jt	Dmo, Ngh	Fca, Qal	Sdc, KPgs	Sefes al, KPgs	Se, Pgb	Sahlo, Kc	Sslp, Qc
Dc, Kc	Dle, KPgs	Dmo, Pgb	Fca, Qc	Sdc, Kc	Sefes al, Kc	Se, Pgp	Sahlo, Ko-Kt	Vlla, Ji
Dc, Ko-Kt	Dle, Kc	Dmo, Pgd	Fca, Qtp	Sdc, Kh	Sefes al, Kh-Kl	Se, Pgp	Sahlo, Ngh	Vlla, Js
Dc, Kt	Dle, Kh-Kl	Dmo, Pgp	Fca, Qal	Sdc, Kl	Sefes al, Ko-Kt	Se, KPgs	Sahlo, Pgb	Vlla, KPgs
Dc, Pgb	Dle, Ko-Kt	Dmo, Pgp	Fpac, Js	Sdc, Ko	Sefes al, Pgp	Se, Kh	Sahlo, Pgd	Vlla, Ko-Kt
Dc, Pgd	Dle, Kt	Dmo, Pgt	Fpac, Kh	Sdc, Ko-Kt	Sefes al, Qtp	Se, Kh-Kl	Sahlo, Pgp	Vlla, Kt
Dc, Pgp	Dle, Ngh	Dmo, Qal	Fpac, Kc	Sdc, Kt	Sefes al, Ji	Se, Kl	Sahlo, Pgp	Vlla, Pgp
Dc, Pgp	Dle, Pgb	Dmo, Qc	Fpac, Kt	Sdc, Pgb	Sefes al, Js	Se, Kc	Sahlo, Pgt	Vlla, Qal
Dc, Pgt	Dle, Pgd	Dmo, Qtp	Fpac, Qal	Sdc, Qal	Sefes al, KPgs	Se, Ko-Kt	Sahlo, Qal	Vlla, Qtp
Dc, Qc	Dle, Pgp	Dmo, Pgp	Fpi, KPgs	Sdc, Ji	Sefes al, Kc	Se, Kt	Sahlo, Qc	Vlla, Ji
Ddi, Qc	Dle, Pgp	Dsd, Js	Fpi, Kh-Kl	Sdc, Js	Sefes al, Kh-Kl	Se, Pgt	Sslp, Ji	Vlla, Js
Deeme, Js	Dle, Pgt	Dsd, Kc	Fpi, Ko-Kt	Sdc, KPgs	Sefes al, Ko-Kt	Se, Qal	Sslp, Js	Vlla, KPgs
Deeme, KPgs	Dle, Qal	Dsd, Kh-Kl	Fpi, Pgb	Sdc, Kc	Sefes al, Pgp	Se, Qtp	Sslp, KPgs	Vlla, Kc
Deeme, Ko	Dle, Qtp	Dsd, Qc	Fpi, Pgp	Sdc, Kh-Kl	Sefes al, Qtp	Sahlo, Ji	Sslp, Kc	Vlla, Ko-Kt
Deeme, Ko-Kt	Dld, Qc	Fbi, Qal	Fpi, Pgt	Sdc, Kl	Sesal, Ji	Sahlo, Js	Sslp, Kh-Kl	Vlla, Pgp
Deeme, Kt	Dlor, KPgs	Fca, Ji	Fpi, Qal	Sdc, Kt	Slop, Jt	Sahlo, KPgs	Sslp, Pgb	Vlla, Qal
Deeme, Pgb	Dlor, Ko	Fca, Js	Fpi, Qtp	Sdc, Pgb	Slop, Kc	Sahlo, Kc	Sslp, Pgp	Vlla, Qc
								Vlla, Qtp

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

### 2.5.2.1.1. Roca Dura

Esta unidad de roca se identifica con la letra Rd, son rocas con una resistencia a la compresión alta mayor a 100 Mpa, masivas a poco fracturadas, con espaciamiento de las discontinuidades entre los 60 cm y 2 m, generalmente presenta un grado de meteorización I – III según la clasificación de Dearman (1976), con un índice de fracturamiento entre 1 – 3 Fr/ m<sup>3</sup> correspondiente a bloques grandes a muy grandes y con una calidad del macizo roco según el método RMR, se clasifica entre buena a muy buena.

#### ❖ Roca dura del Batolito de Ibagué (Ridji)

Unidad de roca que aflora en el sector occidental de la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará, en los municipios de Nátaga, Tesalia, Iquira y Teruel, limitado por la Falla de La Plata, comprendido por macizos rocosos debilmente descompuesto, en el grado II del perfil de meteorización de Dearman (1976), con una resistencia a la compresión entre 188.16 – 200.16 Mpa. de acuerdo con información secundaria, esta unidad presenta porosidad eficaz entre 0,2 y 0,5 % y porosidad total ente 0,3 y 8%, además la cohesión que presenta varía entre 35 – 55 Mpa, ángulo de fricción 35° y 45°, y peso unitario seco entre 25 - 30 KN/ m<sup>3</sup>. Esta unidad presenta una composición variada de granitos, monzogranitos, granodioritas y Cuarzomonzodiorita, de color blanco a grisáceo, con tonalidades negras por el contenido minerales máficos en su composición, las rocas que componen esta unidad son de textura



fanerítica granular de grano fino a medio y ocasionalmente inequigranular de grano medio a grueso.

**Figura 2.34. Afloramiento de roca dura del Batolito de Ibagué (Ridji). N: 1857402, E: 4708227.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

❖ *Roca dura de la Cuarzomonzonodiorita de Teruel (Ridct)*

Unidad geológica superficial localizada al noreste de la cuenca en las veredas Almorzadero y Cañada del municipio de Yaguará, donde se observan rocas de composición cuarzomonzonítica a cuarzomonzodiorítica, fanerítica de grano grueso, con macizos rocosos debilmente descompuesto, en el grado II del perfil de meteorización de Dearman (1976), según el ISRM (1981) se le atribuye una resistencia a la roca entre 100 – 200 Mpa, con calidad de roca buena, un índice de fracturamiento  $J_v$  entre 1 – 3 Fr/ m<sup>3</sup> correspondiente a bloques grandes a muy grandes. De acuerdo con información secundaria, esta unidad presenta porosidad eficaz entre 0,2 y 0,5 % y porosidad total entre 0,3 y 8%, además la cohesión que presenta varía entre 35 – 55 Mpa, ángulo de fricción 35° y 45°, y peso unitario seco entre 25 - 30 KN/m<sup>3</sup>.

❖ *Roca dura de la Formación Seca (Rsdfs)*

Unidad de roca que aflora en gran parte del área de la cuenca, comprendida por una secuencia sedimentaria dura compuesta por arcillolitas masivas competentes, intercaladas



con areniscas líticas, de color gris de grano medio a grueso, granodecreciente, donde se observan macizos rocosos debilmente descompuesto, en el grado II del perfil de meteorización de Dearman (1976), con resistencia a la compresión simple promedio de 147 Mpa, un índice de fracturamiento  $J_v$  entre 1 – 3 Fr/ m<sup>3</sup>, de acuerdo a la clasificación RMR los macizos son de calidad buena con valores entre 61 y 80. De acuerdo con información secundaria, esta unidad presenta porosidad eficaz entre 1 y 10 % y porosidad total ente 5 y 20%, además la cohesión que presenta varía entre 10 – 30 Mpa, ángulo de fricción 35° y 45°, y peso unitario seco entre 23 - 28 KN/m<sup>3</sup>.

**Figura 2.35. Afloramiento de roca dura de la Formación Seca (Rsdfs). N: 1848974, E: 4707918.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

❖ *Roca dura del Grupo Olini - Formación La Tabla (Rsdgoft)*

Unidad de roca sedimentaria comprendida por macizos rocosos debilmente descompuesto, en el grado II del perfil de meteorización de Dearman (1976), con resistencia a la compresión simple promedio de 128 Mpa, un índice de fracturamiento  $J_v$  entre 1 – 3 Fr/ m<sup>3</sup> correspondiente a tamaño de bloques grandes – muy grandes, que presenta un índice de resistencia geológico GSI de 60 – 80. De acuerdo con información secundaria, esta unidad presenta porosidad eficaz entre 1 y 10 % y porosidad total ente 5 y 20%, además la cohesión que presenta varía entre 10 – 30 Mpa, ángulo de fricción 35° y 45°, y peso unitario seco entre 23 - 28 KN/m<sup>3</sup>.



**Figura 2.36. Afloramiento de roca dura del Grupo Olini – Formación La Tabla (Rsdgoft). N: 1844212, E: 4696497.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### **2.5.2.1.2. Roca Intermedia**

Esta unidad de roca se identifica con la letra Ri, son rocas con una resistencia a la compresión media entre 50 - 100 Mpa, moderadamente fracturadas, con espaciamiento de las discontinuidades entre los 20 y 60 cm, generalmente presenta un grado de meteorización II – IV según la clasificación de Dearman (1976), con un índice de fracturamiento entre 4 – 30 Fr/ m<sup>3</sup> correspondiente a bloques medianos a pequeños y con una calidad del macizo roco según el método RMR, se clasifica entre regular y pobre.

##### **❖ Roca intermedia de la Formación Saldaña (Rvifs)**

Unidad geológica superficial, que se localiza en el anticlinal de la Hocha y al oeste de la cuenca, corresponde a rocas moderadamente descompuestas, muy fracturada, índice de fracturamiento de 4 – 30 Fr/m<sup>3</sup> de bloques mediano a pequeños, calidad del macizo rocos regular y resistencia a la compresión simple de 50 y 100 Mpa, de acuerdo de información secundaria esta unidad presenta una porosidad total de 2 – 30% y porosidad eficaz de 1 – 20%. Representada por rocas volcano-sedimentarias de afinidades félsicas y con bajos porcentajes de minerales máficos; compuestas por tobas líticas y tobas cristalinas.

**Figura 2.37. Afloramiento de roca intermedia de la Formación Saldaña (Rvifs). N: 1852717, E: 4705702.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

❖ *Roca intermedia de la Formación Caballos (Rsifc)*

Unidad de roca que comprenden secuencias sedimentarias compuestas principalmente de arenisca de grano fino con matriz limosa, y lodolitas de color naranja, con un grado de meteorización moderado, en macizos rocosos de débil a moderadamente descompuestos, una resistencia a la compresión simple de 50 y 100 Mpa, según información secundaria esta unidad presenta un peso unitario de  $23 - 28 \text{ KN/m}^3$ , una cohesión de 10 – 30 Mpa, un ángulo de fricción de 35° a 45°, una porosidad total de 5 – 20% y porosidad eficaz de 1 – 10%.



**Figura 2.38. Afloramiento de roca intermedia de la Formación Caballos (Rvifc). N: 1842031, 4692009.**

**E:**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

❖ *Roca intermedia de la Formación Hondita (Rsifh)*

Unidad de roca comprendida por una sucesión de intercalaciones de calizas arenosas, lutitas y shales con presencia de concreciones calcáreas hasta de 2 m de diámetro, con macizos rocosos moderadamente descompuestos grado III del perfil de meteorización de Dearman (1976), según ISRM (1981) presenta una resistencia a la compresión simple entre 50 y 100 Mpa, con una calidad de roca media, con un índice de fracturamiento  $J_v$  entre 4 – 30 Fr/m<sup>3</sup>, con macizos rocosos de calidad regular según la clasificación RMR. De acuerdo con información secundaria, esta unidad presenta porosidad eficaz entre 1 y 10 % y porosidad total entre 5 y 20%, además la cohesión que presenta varía entre 10 – 30 Mpa, ángulo de fricción 35° y 45°, y peso unitario seco entre 23 - 28 KN/m<sup>3</sup>.

❖ *Roca intermedia de la Grupo Olini (Rsigo)*

Unidad geológica superficial que aflora al nororiente del municipio de Yaguará y al noroccidente del campo petrolero Los Mangos, compuestos por una secuencia sedimentaria altamente fracturada y meteorizada, con macizos rocosos de moderado a



altamente descompuestos, con una resistencia a la compresión simple entre 55 y 64 Mpa, índice de fracturamiento  $J_v$  entre 4 – 30 Fr/m<sup>3</sup>, con calidad de macizos regular según la clasificación RMR. De acuerdo con información secundaria, esta unidad presenta porosidad eficaz entre 1 y 10 % y porosidad total entre 5 y 20%, además la cohesión que presenta varía entre 10 – 30 Mpa, ángulo de fricción 35° y 45°, y peso unitario seco entre 23 - 28 KN/m<sup>3</sup>.

**Figura 2.39. Afloramiento de roca intermedia del Grupo Olini (Rsigo). N: 1854970, E: 4716095.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

❖ *Roca intermedia de la Formación La Tabla (Rsifta)*

Unidad que aflora al nororiente del casco urbano del municipio de Yaguará y al occidente del campo petrolero Los Mango, se caracteriza por presentar areniscas grises amarillentas de grano fino, altamente fracturadas, se presentan en capas medias, con macizos rocosos moderadamente descompuesto, en el grado III de acuerdo al perfil de meteorización de Dearman (1976), con una resistencia a la compresión simple promedio de 95 Mpa, índice de fracturamiento correspondiente a bloques medianos – pequeños con  $J_v$  entre 4- 30 Fr/m<sup>3</sup>, calidad de macizo rocoso de acuerdo con RMR de regular a pobre. De acuerdo con información secundaria, esta unidad presenta porosidad eficaz entre 1 y 10 % y porosidad total entre 5 y 20%, además la cohesión que presenta varía entre 10 – 30 Mpa, ángulo de fricción 35° y 45°, y peso unitario seco entre 23 - 28 KN/m<sup>3</sup>.



**Figura 2.40. Afloramiento de roca intermedia de la formación La Tabla (Rsifta). N: 1859799, E: 4725688.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

❖ *Roca intermedia de la Formación Potrerillos (Rsifpo)*

Unidad geológica superficial que aflora al suroccidente de la cuenca en el sinclinal de Tesalia y al suroriente entre el río Magdalena y el anticlinal de Hocha, constituida por una secuencia sedimentaria compuesta por capas gruesas de arcillolitas de color rojizo, intercalas con arenisca finas conglomeráticas de color gris, en el que se observan macizos rocosos moderadamente descompuestos, resistencia a la compresión simple entre los 50 y 100 Mpa, con calidad de roca media, índice de fracturamiento con valores de  $J_v$  entre 4 y 30 Fr/m<sup>3</sup>. De acuerdo con información secundaria, esta unidad presenta porosidad eficaz entre 1 y 10 % y porosidad total entre 5 y 20%, además la cohesión que presenta varía entre 10 – 30 Mpa, ángulo de fricción 35° y 45°, y peso unitario seco entre 23 - 28 KN/m<sup>3</sup>.



**Figura 2.41. Afloramiento de roca intermedia de la formación Potrerillos (Rsifpo). N: 1848132, E: 4704442.**



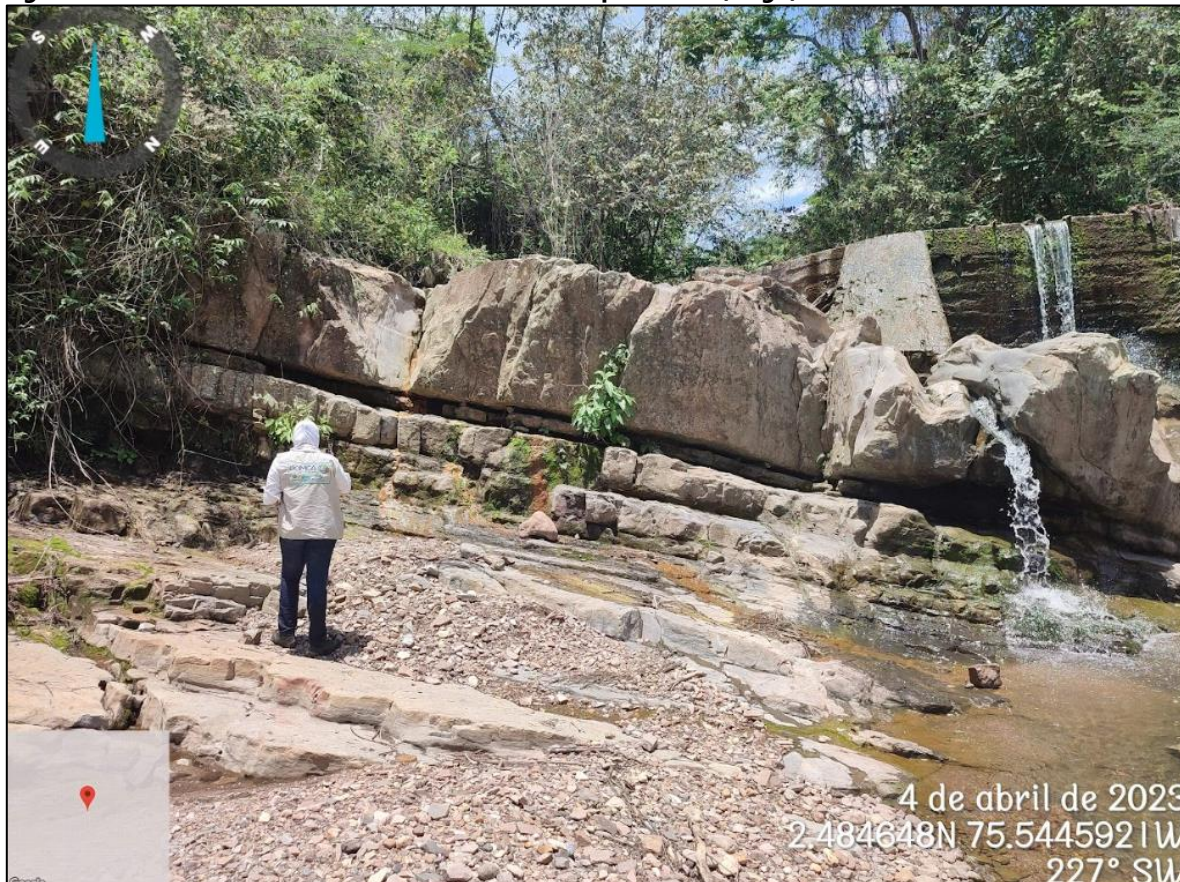
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

❖ *Roca intermedia de la Grupo Honda (Rsigh)*

Unidad de roca que aflora al suroriente de la cuenca en el municipio de Tesalia y en el suroccidente en el Sinclinal de Tesalia constituidos por una secuencia sedimentaria de areniscas de grano medio a grueso, de color gris verdoso con lentes conglomeráticos, en los que se observan macizos moderadamente descompuestos y ocasionalmente debil descompuesto, con una resistencia a la compresión simple entre 50 y 100 Mpa, índice de fracturamiento entre 4 y 30 Fr/m<sup>3</sup>, un índice de resistencia geológico GSI de 40 – 50, calidad de macizo rocoso en base al RMR de color regular. De acuerdo con información secundaria, esta unidad presenta porosidad eficaz entre 1 y 10 % y porosidad total ente 5 y 20%, además la cohesión que presenta varía entre 10 – 30 Mpa, ángulo de fricción 35° y 45°, y peso unitario seco entre 23 – 28 KN/m<sup>3</sup>.



**Figura 2.42. Afloramiento de roca intermedia del Grupo Honda (Rsigh). N: 1846253, E: 4719450.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

### **2.5.2.1.3. Roca Blanda**

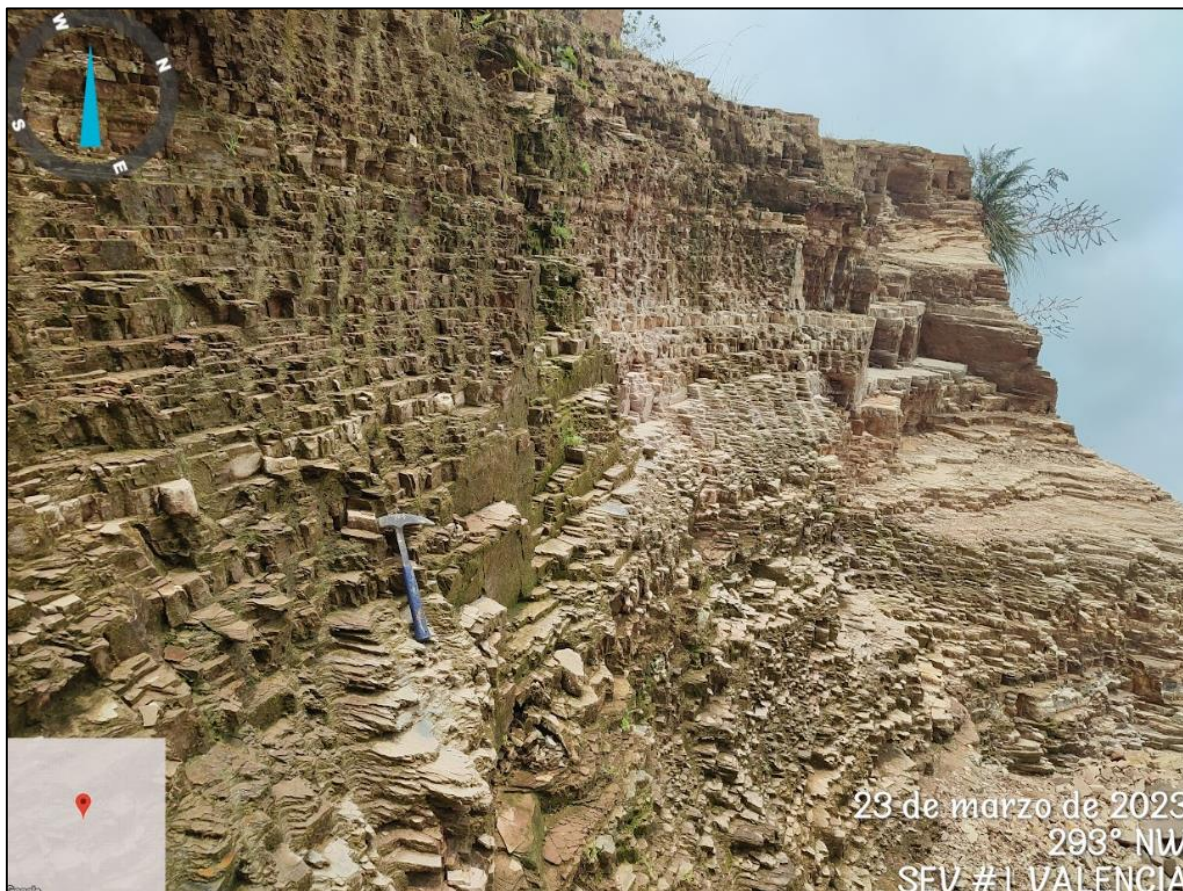
Esta unidad de roca se identifica con la letra Rb, son rocas con una resistencia a la compresión media entre 1 - 50 Mpa, altamente fracturadas, generalmente presenta un grado de meteorización III – V según la clasificación de Dearman (1976), con un índice de fracturamiento entre 31 – 60 Fr/m<sup>3</sup> correspondiente a bloques muy pequeños a macizo brechificado y con una calidad del macizo roco según el método RMR, se clasifica entre pobre y muy pobre.

#### **❖ Roca blanda de la Formación Hondita – Formación Loma Gorda (Rsbfhfl)**

Unidad de roca que corresponden a macizos rocosos moderadamente descompuestos catalogados dentro en la clasificación de Dearman (1976) en grado III, con una resistencia a la compresión simple promedio de 18 Mpa, con una calidad de roca de muy mala con un valor de RQD menor al 25%, con tamaños de bloques muy pequeños con un índice de fracturamiento Jv entre 31 y 60 Fr/ m<sup>3</sup>. De acuerdo con información secundaria, esta unidad presenta porosidad eficaz entre 1 y 10 % y porosidad total ente 5 y 20%, además la cohesión que presenta varía entre 1 – 20 Mpa, ángulo de fricción 25° y 35°, y peso unitario seco entre 17 - 23 KN/m<sup>3</sup>.



**Figura 2.43. Afloramiento de roca blanda de la formación Hondita – Loma Gorda (Rsbhfl). N: 1842483, E: 4695614.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

❖ *Roca blanda de la Formación Loma Gorda (Rsbfl)*

Unidad geológica superficial que aflora nororiente de la cuenca, en las veredas El Viso, La Paz y Upar del municipio de Yaguará, comprende macizos rocosos de secuencias sedimentarias compuesto por lutitas lodolitas silíceas y chert estratificados en capas delgadas a medias, con un grado de meteorización grado III equivalentes a moderadamente descompuestos, una resistencia a la compresión simple ente 5 y 50 Mpa según el ISRM (1981), un índice de fracturamiento en 31 y 60 Fr/m<sup>3</sup>, una calidad de macizo rocoso pobre según el método el RMR. De acuerdo con información secundaria, esta unidad presenta porosidad eficaz entre 1 y 10 % y porosidad total ente 5 y 20%, además la cohesión que presenta varía entre 1 – 20 Mpa, ángulo de fricción 25° y 35°, y peso unitario seco entre 17 - 23 KN/m<sup>3</sup>.

❖ *Roca blanda de la Formación Palermo (Rsbfp)*

Unidad de roca comprendida por una secuencia sedimentaria constituida por conglomerados matriz soportado, en macizos rocosos con grado III de meteorización correspondiente a rocas moderadamente descompuestos a partir de la clasificación de



Dearman (1976), resistencia a la compresión simple en 5 y 25 Mpa según el ISRM (1981), se clasifica como roca pobre según la clasificación del RMR (1989). De acuerdo con información secundaria, esta unidad presenta porosidad eficaz entre 1 y 25 % y porosidad total entre 25 y 50%, además la cohesión que presenta varía entre 1 – 20 Mpa, ángulo de fricción 25° y 35°, y peso unitario seco entre 17 - 23 KN/m<sup>3</sup>.

**Figura 2.44. Afloramiento de roca blanda de la formación Palermo (Rsbfp). N: 1856597, E: 4709828.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

❖ *Roca blanda de la Formación Bache (Rsbfb)*

Unidad geológica superficial localizada al suroccidente y al suroriente de la cuenca constituida por por capas de conglomerados polimícticos subangulares, con diámetros variables, con macizos rocosos altamente descompuesto equivalente al grado IV del perfil de meteorización de la clasificación de Dearman (1976), con una resistencia al entre 5 y 25 Mpa según el ISRM (1981). De acuerdo con información secundaria, esta unidad presenta porosidad eficaz entre 1 y 25 % y porosidad total entre 25 y 50%, además la cohesión que presenta varía entre 1 – 20 Mpa, ángulo de fricción 25° y 35°, y peso unitario seco entre 17 - 23 KN/m<sup>3</sup>.

**Figura 2.45. Afloramiento de roca blanda de la formación Bache (Rsbfb). N: 1857738, E: 4715873**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

❖ *Roca blanda de la Formación Tesalia (Rsbft)*

Unidad de roca que aflora al suroccidente en el sinclinal de Tesalia y al suroriente de la cuenca, compuesta por conglomerados polimícticos, estratificados en capas muy gruesas lenticulares, comprendido en macizos rocoso altamente descompuesto grado IV en el perfil de meteorización según Dearman (1976), con una resistencia a la compresión simple 5 – 25 Mpa, de acuerdo al RMR se clasifica como roca muy pobre con valores menor a 20 según Bieniawski. Según información secundaria esta unidad presenta un peso unitario de 17 – 23 KN/m<sup>3</sup>, una cohesión de 1 – 20 Mpa, un ángulo de fricción de 25° a 35°, una porosidad total de 25 – 50% y porosidad eficaz de 5 – 25%.

❖ *Roca blanda de la Formación Doima (Rsbfd)*

Unidad geológica superficial que se localiza en el centro del Sinclinal de Tesalia al suroriente de la cuenca y al suroccidente de la cuenca entre el Anticlinal de la Hocha y el río Magdalena, constituida por conglomerados clastos soportados, en macizos rocosos altamente descompuesto equivalente al grado IV del perfil de meteorización según Dearman (1976), con una resistencia a la compresión simple entre 5 a 25 Mpa según el ISRM (1981). De acuerdo con información secundaria, esta unidad presenta porosidad eficaz entre 1 y 25 %



y porosidad total entre 25 y 50%, además la cohesión que presenta varía entre 1 – 20 Mpa, ángulo de fricción 25° y 35°, y peso unitario seco entre 17 - 23 KN/m<sup>3</sup>.

**Figura 2.46. Afloramiento de roca blanda de la formación Bache (Rsbfb). N: 1851693, E: 4725258.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### ❖ *Roca blanda de la Formación Gigante (Rsbfgi)*

Unidad de roca que aflora al suroriente de la cuenca en la vereda Vilu en inmediaciones del Río Magdalena, comprendida en términos generales por macizos rocosos moderadamente descompuestos, con una resistencia a la compresión de 5 – 50 Mpa, en macizos rocoso de calidad regular a pobre. Según información secundaria esta unidad presenta un peso unitario de 17 – 23 KN/m<sup>3</sup>, una cohesión de 1 – 20 Mpa, un ángulo de fricción de 25° a 35°, una porosidad total de 5 – 20% y porosidad eficaz de 1 – 10%. Esta unidad en la zona de estudio se compone de arenisca y arcillolitas, con niveles de piroclastitas y epiclastitas.

#### **2.5.2.2. Unidades de suelos**

Las unidades de suelo que afloran en la cuenca de la Río Yaguará, corresponden a unidades de suelo transportado (aluvial, de llanura de inundación, de abanico aluvial y volcánico) y depósitos de gravedad y ladera (coluvial).



#### **2.5.2.2.1. Suelo transportado aluvial (Sta)**

Unidad geológica superficial conformada por depósitos recientes, transportado y acumulados por la dinámica fluvial de los cauces aluviales, compuestos por depósitos heterogéneos, que litológicamente varían de gravas hasta arenas. Se identifican distribuidos a los bordes de los drenajes principales en el área de la cuenca, principalmente en zonas de pendientes bajas, la humedad natural o condición de humedad según Varnes (1978) es seco, de consistencia media y permeabilidad baja.

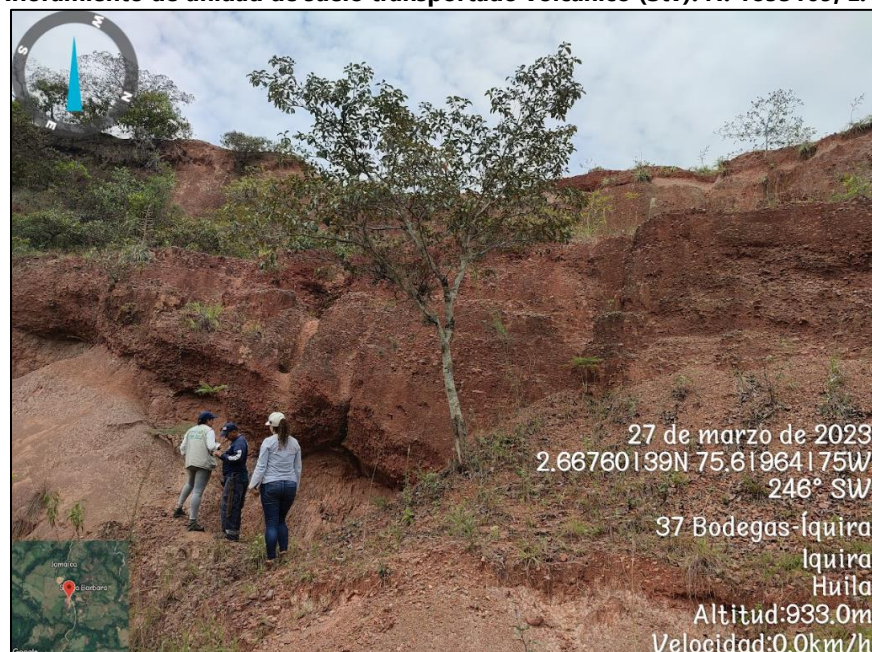
#### **2.5.2.2.2. Suelo transportado abanico aluvial (Stfab)**

Unidad de suelo localizado al suroriente de la cuenca en la vereda Vilu en inmediaciones del Río Magdalena, compuesto por litología de granulometría variada, constituido principalmente por conglomerados polimigticos matriz soportada, grado de meteorización moderado, de densidad densa, consistencia alta, seco, con resistencia a la compresión simple de 0.25 – 0.50 Mpa, de acuerdo a los valores establecidos por el ISRM (1981).

#### **2.5.2.2.3. Suelo transportado volcánico (Stv)**

Unidad geológica superficial localizada en las veredas El Chaparro, Santa Barbara, Potreritos, Estambul, La Cañada, La Floresta, Arenoso, Flandes, Vilu y Jaguar, constituida por de arenas pumíticas de grano grueso a fino con gradación normal de color rojizo que se intercalan con capas de aglomerados de guijos clasto soportado, con una densidad densa, húmedo, con resistencia a la compresión simple mayor al 0.50 Mpa, de acuerdo a los valores establecidos por el ISRM (1981).

**Figura 2.47. Afloramiento de unidad de suelo transportado volcánico (Stv). N: 1853109, E: 1853109.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### 2.5.2.2.4. Suelo transportado coluvial (Strc)

Unidad de suelo distribuida en la cuenca de la Río Yaguará, su origen se debe a la acumulación de procesos de remoción en masa, conformados por gravas subredondeados, cantos y bloques, subangulares a subredondeados, clastosoportados. Esta unidad presenta una consistencia alta, la humedad natural o condición de humedad según Varnes (1978) es húmedo y resistencia a la compresión simple 0.10 a 0.25 Mpa de acuerdo a los valores propuestos por el ISRM (1981).

### 2.6. Conclusiones

- Regionalmente la zona de estudio se localiza sobre el flanco occidental de Cordillera Central y el Valle Superior del Magdalena.
- El área de la cuenca está conformada por rocas del Jurásico, Cretácico, Paleógeno, Neógeno y depósitos recientes de gran extensión.
- La Cuenca del Río Yaguará en los sectores occidentales están conformada por rocas ígneas de composición graníticas que se encuentran limitado por la Falla La Plata y que pone en contacto los materiales de esta unidad con las rocas de la Formación Saldaña y las Rocas sedimentarias de la Cuenca. Hacia la Parte central se ubican franjas de rocas sedimentarias pertenecientes a las formaciones paleógenos y neógenos, las cuales se constituyen por areniscas, arcillolitas, limolitas, conglomerados y shale, en esta zona se desarrollan pliegues anticlinales y sinclinales importantes en la cuenca como es el Sinclinal de Tesalia y en los sectores orientales se observan depósitos cuaternarios, rocas sedimentarias y volcanosedimentarias.
- En este sector se observa una tectónica compresiva, representado principalmente por fallas de cabalgamiento que afectan la cuenca y además por las estructuras de plegamientos de sinclinales y anticlinales que se observan en la parte central y oriental de la Cuenca.
- En el área de la cuenca hidrográfica del río Yaguará se destacan fallas de cabalgamiento que se orientan en dirección SW-NE y que vergen hacia el SE.
- En la geología estructural de la Cuenca Río Yaguará, se destacan el sistema de fallas Chusma representado por la Falla La Plata en el costado occidental de la cuenca, permitiendo el cabalgamiento de las rocas plutónicas del batolito de Ibagué pertenecientes a la cordillera oriental sobre la secuencia de rocas sedimentaria que afloran en valle del río Magdalena. En el sector suroriente de la Cuenca se observan estructuras de fallas de cabalgamiento como la falla de La Hocha, la cual tectónicamente

tiene un comportamiento de retrocabalgamiento de la Falla de Betania y que forman una cuña tectónica denominada el Alto de La Hocha, así mismo hacia el oriente de la cuenca se observa la Falla Yaguará una estructura de dirección N-S, de tipo inversa, que contribuye con las estructuras aptas para el entrapamiento de hidrocarburos en la cuenca.

- En el comportamiento geomecánico de la cuenca se observa que las rocas de menor resistencia comprenden rocas sedimentarias, mientras que las de mayores resistencias son rocas conformadas por composiciones graníticas, en la parte alta de la cuenca. Las unidades de suelo, se relacionan a depósitos transportados supeditados por los afluentes hídricos de la cuenca.

### 3. GEOMORFOLOGÍA

#### 3.1. Geomorfología Con Criterio Morfoestructural

La geomorfología es la ciencia que se encarga de la descripción y el estudio de la génesis, clasificación, procesos y evolución de las formas antiguas y actuales del terreno y su relación con las estructuras infrayacentes, que modelan el paisaje. Esta ciencia está enfocada en el análisis de la superficie de la tierra, donde interactúan la litosfera, la hidrosfera, la atmósfera y la biosfera. De la misma manera, las geoformas, son la expresión superficial del terreno, de la interacción dependiente de los materiales que las constituyen y su disposición estructural, de los procesos geomorfológicos que interactúan según el ambiente morfogenético específico donde se desarrollan y, el tiempo de duración de la acción del proceso mencionado (Carvajal Perico, 2012).

**GEOFORMA**= Materiales (Litología + Estructura) + Procesos + Tiempo

La evolución geomorfológica de la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará es el resultado de la interacción de los agentes endógenos y exógenos que se presenta en el área de estudio y está determinada por los diferentes eventos geológicos tanto de magnitud local, como regional a los cuales se ha encontrado sometida la cuenca a través del tiempo, por su ubicación especial, de una complejidad alta estructural y tectónica, debido a que esta pertenece al costado oriental de la Cordillera Central.

El levantamiento geomorfológico de la cuenca se encaminó a la caracterización de las geoformas, que son afectadas por los procesos morfodinámicos y agentes exógenos y endógenos, los cuales son los encargados de modelar los diferentes procesos geomorfológicos que se observan en ella. Esta caracterización se realizó bajo la metodología que desarrolla el Servicio Geológico Colombiano, debido a que esta se sustenta en la evaluación de las amenazas naturales de un territorio (SGC- Propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia – 2012).

En la Cuenca de Yaguará fueron diferenciadas unidades geomorfológicas de 5 ambientes: ambiente fluvial, ambiente estructural, ambiente denudacional, ambiente volcánico y ambiente antrópico, según Carvajal 2012. Las unidades que se asignaron para cada uno de los ambientes fueron caracterizadas por su morfogénesis, morfografía, morfometría, morfodinámica, morfocronología, entre otras propiedades cartografiadas a una escala 1: 25.000.



### 3.1.1. Alcance

El alcance del informe de geomorfología es caracterizar y definir las unidades geomorfológicas de la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará, de acuerdo con los términos de referencia establecidos por la Corporación Autónoma Regional Del Alto Magdalena y la Guía del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, constituyéndose un insumo para el desarrollo de las demás temáticas requeridas. Para la caracterización de la geoformas presente se adoptaron métodos que permitieron analizar la génesis de las geoformas, el paisaje y la toma de parámetros como morfografía, morfometría, morfogénesis y morfocronología. En la ejecución de la caracterización geológica de la cuenca del Río Yaguará se definió la propuesta de jerarquización geomorfológica de la cuenca, se realizaron procesos de fotointerpretación de sensores remotos, se evaluó la información geológica de las diferentes unidades litológicas y ejecutaron recorridos de campo direccionado describir procesos morfodinámicos actuales

### 3.1.2. Metodología

La identificación y clasificación de las geoformas en la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará se realizó con la metodología para la propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia (Carvajal, 2012) donde se implementa la metodología del sistema ITC de Holanda (1968), así mismo se empleó la Propuesta metodológica sistemática para la generación de mapas geomorfológicos analíticos aplicado a la zonificación de amenaza por movimientos en masa (SGC, 2012) encaminada a la evaluación de las amenazas naturales.

Partiendo del análisis geomorfológico se pueden definir las expresiones del relieve y la dinámica superficial en función de los siguientes conceptos:

- **Morfología:** Trata la apariencia y forma del relieve.
- **Morfografía:** Describe los aspectos cualitativos de las geoformas.
- **Morfometría:** Describe los aspectos cuantitativos de las geoformas, medidas, dimensiones y valores.
- **Morfogénesis:** Estudio el origen y la evolución de las formas del terreno.
- **Morfoestructura:** Se enfoca en la disposición, composición y dinámica interna de la tierra.
- **Morfodinámica:** Estudios los procesos activos en el presente o aquellos que se puede activar en el futuro.

De acuerdo con la metodología propuesta por Carvajal (Carvajal, 2012) la caracterización de la geomorfología en la Cuenca del Río Yaguará se toma como unidades geomorfológicas (escala >1:25.000), caracterizando los rasgos del relieve como escarpes, laderas o flancos, cresta, formas de valle, perfiles de suelo remanente, entre otros, siendo definidos y determinados por la morfometría detallada del terreno en una subunidad geomorfológica. La morfometría juega un papel fundamental en esta temática aplicada a riesgos, debido que

nos permite describir de forma cuantitativa los aspectos de las geoformas, determinando medida, dimensiones y valores, entre estos aspectos los más importante son: inclinación, longitud y forma de las laderas, tipos de relieve e índice de contraste del relieve,

Para el análisis de la temática geomorfológica del presente estudio y con base en las metodologías temáticas propuestas anteriormente, se utilizó como método de trabajo: recopilación de información secundaria, análisis de los mapas geológicos de estudios anteriores, actividad de fotointerpretación de imágenes satelitales disponibles para la cuenca, reconocimiento mediante de recorridos de campo en el área de estudio, con el fin de corroborar y verificar las formas del terreno, cartografiar y definir las diferentes unidades geomorfológicas y su relación con los procesos morfodinámicos. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG), se emplearon para obtener el Modelo Digital de Elevaciones (DEM) de la cuenca y poder calcular factores condicionantes como lo son las pendientes, curvaturas y orientaciones del terreno, modelo de sombras, entre otros; con el objetivo de determinar por interpretación, los tipos de materiales involucrados, los procesos morfodinámicos presentes, y las geoformas predominantes del terreno. Se realizó un análisis fotointerpretativo de sensores remotos como GOOGLE EARTH, en diferentes épocas y a diferentes escalas, las cuales fueron completadas con las observaciones de campo.

A continuación, se determinan los insumos utilizados para la caracterización geomorfológica de la cuenca de Yaguará.

### Software Utilizado

- ArcMap 10.8.1
- ArcCatalog 10.8.1
- ArcToolbox 10.8.1
- ArcScene 10.8.1
- ArcGIS Earth
- Google Earth Pro

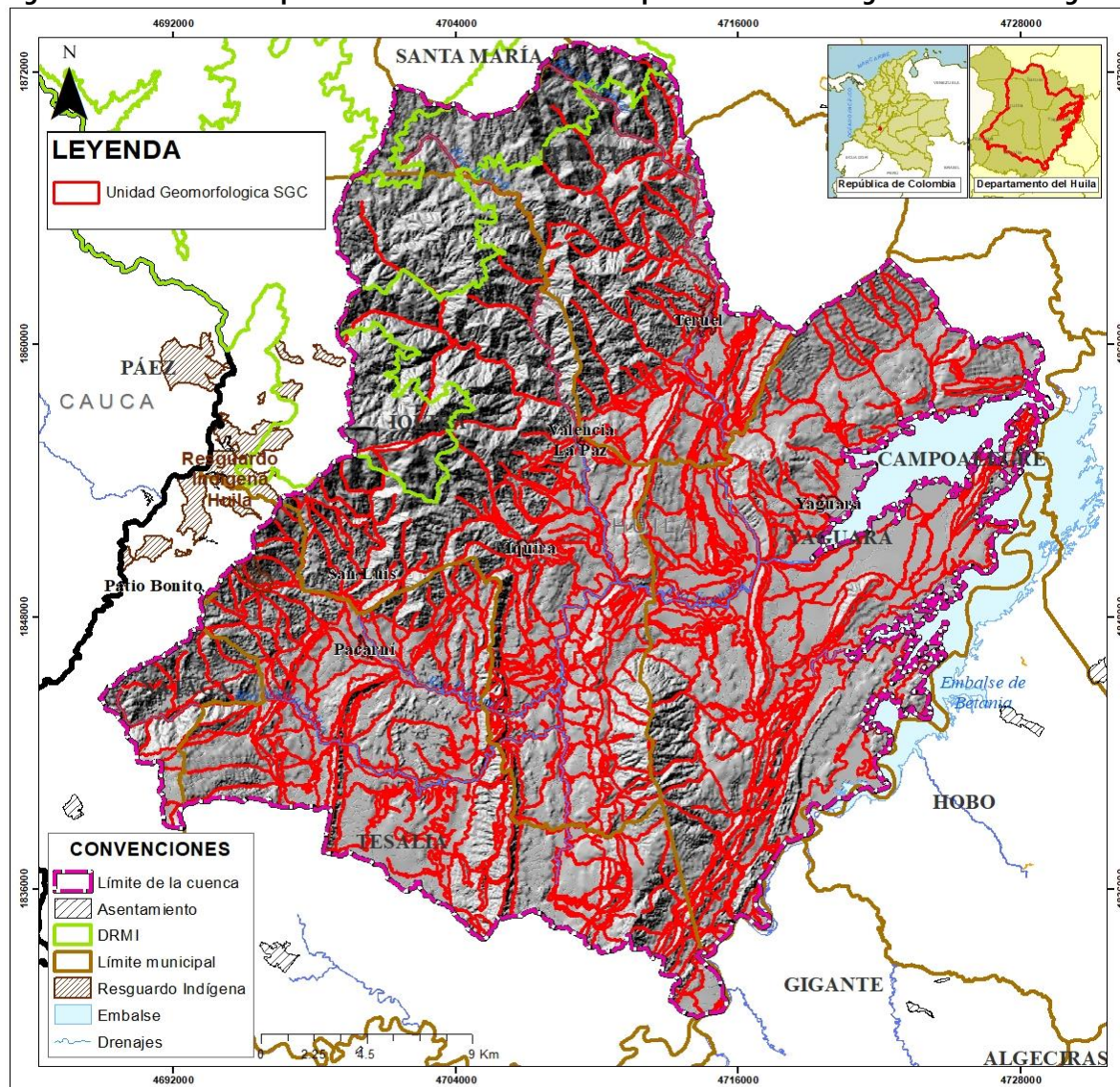
### Información Utilizada

- Plancha Geológica 344 – Tesalia (1:100.000) (SGC).
- Plancha Geológica 345 – Campo Alegre (1:100.000) (SGC).
- Plancha Geológica 322 – Santa Maria (1:100.000) (SGC).
- Cartografía Base (IGAC), 1:25.000.
- Imágenes satelitales: Ortomosaico IGAC, Bing Maps y Google Maps.
- Modelo Digital de Elevaciones (DEM)
- Modelo ArcGIS: Slope, Curvature; Hillshade, Flow accumulation and Flow directions.

Mediante las herramientas de los SIG se realizó interpretación del modelo de sombras, generado a partir del modelo digital de elevación (DEM) con una resolución de 12.5 m por píxel, para obtener la visualización en 3D de la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará (Ver

Figura 3.1), el cual fue analizado e interpretado generando la cartografía a nivel de subunidades geomorfológicas con criterios con criterios morfogénéticos.

**Figura 3.1. Análisis e interpretación del modelo de sombras para la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará.**

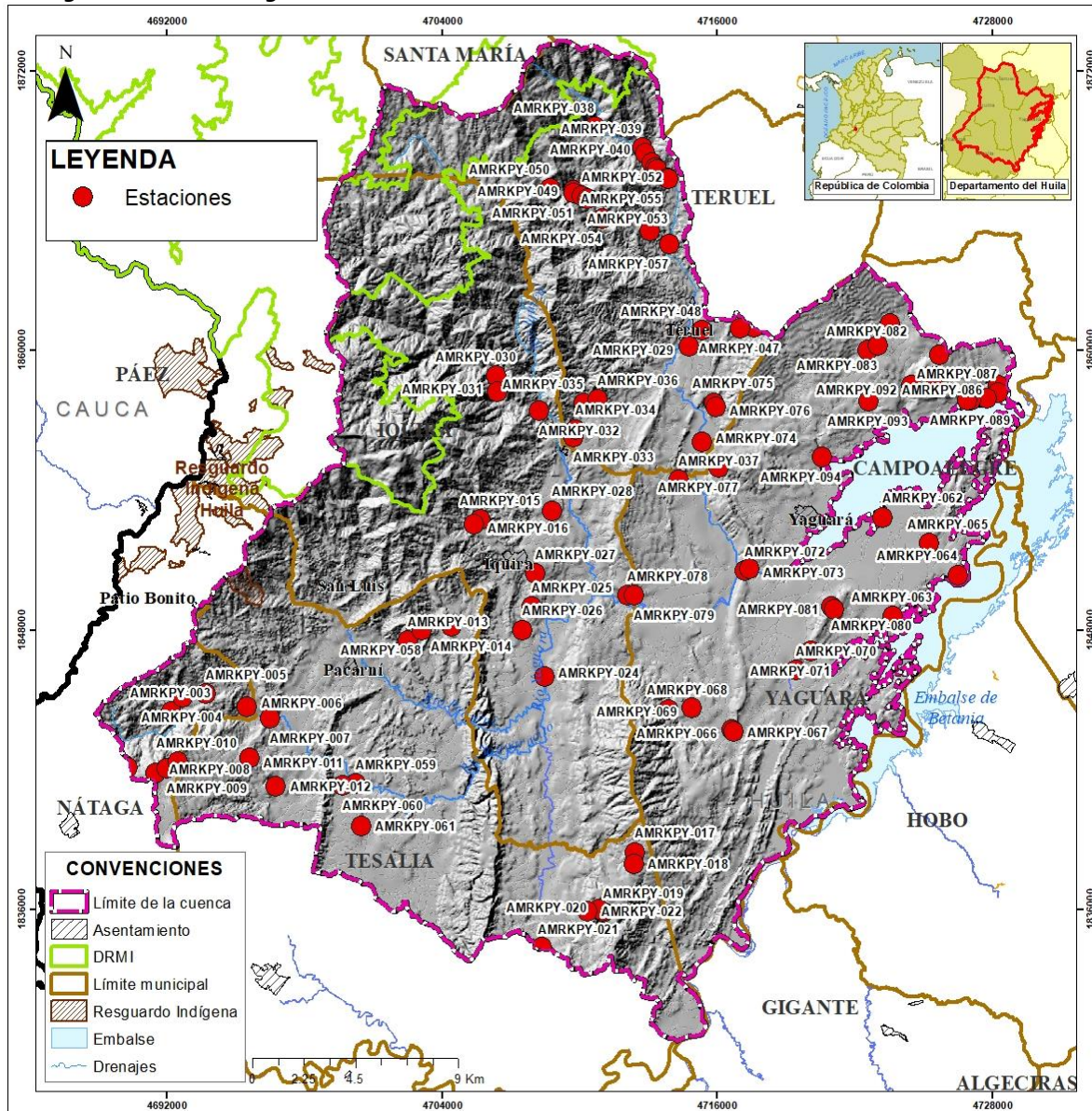


Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

El resultado del análisis e interpretación del proceso de fotointerpretación que se realizó para la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará, que dio como resultado el mapa geomorfológico preliminar a escala 1:25.000, se ajustó realizando análisis y reinterpretación de los datos levantado en la fase de campo (ver Figura 3.2), las unidades geológicas (ver Capítulo de Geología) y forma del relieve que dieron el detalle a cada subunidad reconocida y así generar el Mapa de Geomorfología con criterios morfogénéticos (Ver **Anexo 1**).



**Figura 3.2. Localización de los puntos de estaciones levantado en la fase de campo para la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

La morfodinámica de la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará se realizó con los datos de las estaciones de campo y con análisis multitemporal de imágenes satelitales en el software Google Earth Pro, lo que permitió tener como insumo información relevante para la determinación de la ocurrencia de procesos morfodinámicos con una periodicidad de 10 años con imágenes de los años 2011, 2013 y 2021. Se trabajó con esta temporalidad por la poca disponibilidad de recurso en imágenes satelitales, además que las imágenes Landsat disponibles para la Cuenca no dieron una resolución suficiente para cartografiar polígonos que representen zonas de inestabilidad.



### 3.1.3. Geomorfología de la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará.

El análisis geomorfológico se basa en la integración de las formas del terreno, para esto es de sumas importancia desarrollar una caracterización geomorfológica, basando en herramientas como lo es la jerarquización de las unidades geomorfológicas.

La Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará, se encuentra ubicada morfológicamente en la geomorfoestructura correspondiente al sistema Orogénico Andino. A través de su historia evolutiva geológica el sistema montañoso Orogénico Andino debe su conformación a procesos acumulativos y levantamiento orogénicos con fuerte metamorfismo e intrusiones ígneas, que han determinado su historia desde el Paleozoico hasta el relieve actual.

El Orogénico Andino está compuesto a su vez por las provincias geomorfológicas como la Cordillera Central (Carvajal, 2012 y Mendivelso, 2009). La geomorfología de la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará, se realizó siguiendo el esquema de jerarquización geomorfológica (ver Figura 3.3), con el fin de determinar y cartografiar las subunidades geomorfológicas de acuerdo a su morfogénesis a la escala de detalle 1:25.000 requerida para la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará.

**Figura 3.3. Esquema de jerarquización geomorfológica para la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará.**



Fuente: Carvajal 2012, Propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia.

#### 3.1.3.1. Geomorfoestructura

Se refiere a grandes áreas geográficas o amplios espacios continentales o intracontinentales, caracterizados y definidos por estructuras geológicas y topográficas regionales que han tenido deformación o basculamiento y, posiblemente metamorfismos o intrusión ígnea

(megageoformas de origen tectónico). Son consideradas geomorfoestructura los escudos, los bloques continentales, grandes cuencas de sedimentación, cuencas intracratónicas y rift valleys, plataformas y cinturones orogénicos. Estas geomorfoestructura corresponde a escalas de trabajo de 1:2.500.000 (Carvajal Perico, 2012).

La Cuenca de Yaguará se encuentra ubicada morfológicamente en las geomorfoestructura correspondientes a Orogénico Andino, descrito por Mendivelso (2009) y dentro de estos sistemas hacen parte las geomorfoestructuras de cordillera.

### **3.1.3.2. Provincia Geomorfológica**

Corresponde a un conjunto de regiones con geoformas parecidas y definidas por un macro relieve y una génesis geológica similar. Localmente se relacionan con las regiones naturales y con los terrenos geológicos colombiano, los cuales están delimitados por trazos de mega fracturas y suturas definidas o inferidas. Estas provincias se diferencian y delimitan las formas del relieve como base sus características geológicas, morfológicas y geográficas. Estos están definidos en términos como cinturones montañosos, llanuras, peniplanicies, cordilleras y serranías y se encuentran establecidos entre 1:1.000.000 – 1: 500.000 000 (Carvajal Perico, 2012). El área de estudio se encuentra localizado en la provincia geomorfológica de la Cordillera Central.

### **3.1.3.3. Regiones**

Es la agrupación de geoformas relacionadas genética y geográficamente, definidas por los ambientes morfogenéticos y geológicos afectados por procesos geomorfológicos parecidos. La escala de trabajo está definida 1:250.000. El ambiente morfogenético alude a las condiciones físicas, químicas, bióticas y climáticas en las cuales se generan las geoformas (Carvajal Perico, 2012). Estas representan un ambiente morfogenético particular con condiciones climáticas homogéneas: Eólico, fluvial y lagunar, volcánico, glaciar y periglacial, denudativo, marino y costero, kárstico, estructural y antropogénico.

**Tabla 3.1. Ambientes morfogenéticos aplicados a la zonificación de amenaza por movimientos en masa.**

ORIGÉN MORFOGENÉTICO	EJEMPLOS DE GEOFORMAS CON ORIGÉN ESPECIFICO
<b>Ambiente denudacional</b>	Geoformas cuya expresión morfológica es definida por la acción combinada de procesos moderados a intensos de meteorización, erosión y transporte de origen gravitacional y lluvia.
<b>Ambiente fluvial y lagunar</b>	Geoformas que se originan por proceso de erosión de las corrientes de los ríos y por la acumulación o sedimentación de los materiales en las áreas aledañas a dichas corrientes.
<b>Ambiente marino - costero</b>	Geoformas construidas como resultado de la interacción de los procesos marinos de oleaje y la acción de las mareas sobre los elementos continentales
<b>Ambiente eólico</b>	Geoformas que se originan por la acción del viento e involucra procesos de transporte, fragmentación y depósito de partículas de diversos tamaños
<b>Ambiente estructural</b>	Geoformas que se originan por procesos relacionados con la dinámica interna de la tierra, asociados principalmente al plegamiento y el fallamiento de las rocas.
<b>Ambiente volcánico</b>	Geoformas que se originan por procesos relacionados con la actividad volcánica producto de la dinámica interna de la tierra, asociados principalmente a erupciones explosivas y/o efusivas.
<b>Ambiente glacial y periglacial</b>	Geoformas que se originan por procesos relacionados a la erosión intensa ocasionada por el movimiento de las masas de hielo
<b>Ambiente Cárstico</b>	Geoformas originadas por meteorización química de las rocas compuestas por minerales solubles en agua
<b>Ambiente antropogénico</b>	Geoformas originadas como resultado de la intervención del hombre sobre el terreno

Tomado y modificado de: SGC, 2015. Propuesta metodológica sistemática para la generación de mapas geomorfológicos analíticos aplicados a la zonificación de amenaza por movimientos en masa.

La Cuenca de Yaguará se encuentra caracterizada por 5 regiones que representan los ambientes morfogenéticos, los cuales son: Ambiente denudacional, ambiente estructural, ambiente fluvial, ambiente volcánico y ambiente antrópico.

### **3.1.3.4. Morfogénesis de la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará**

En la Cuenca de Yaguará se identificaron subunidades geomorfológicas de los ambientes denudativo, fluvial, estructural, volcánico y antrópico. Estas geoformas se identificaron teniendo en cuenta la génesis, morfología, morfométrica y relación a los procesos morfodinámicos de carácter erosivo o de acumulación. En la identificación de las geoformas se emplearon imágenes satelitales y el modelo digital del terreno.

**Tabla 3.2. Subunidades geomorfológicas de la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará.**

GEOMORFOESTRUCTURA	PROVINCIA	REGION	SUBUNIDAD	SIMBOLO
Orogéno Andina	Cordillera Central	Ambiente Antropico	Centro poblados	Acp
		Ambiente Denudacional	Monticulos y ondulaciones denudacionales	Dmo
			Lomeríos disectados	Dldi
			Cima	Dc
			Ladera erosiva	Dle
			Lomeríos poco disectados	Dlpd
			Cono de deslizamiento indiferenciado	Ddi
			Escarpe de erosión menor	Deeme
			Loma denudada	Dld
			Loma residual	Dlor
			Cono o lóbulo de flujo de detritos	Dlfd
			Sierra denudada	Dsd
		Ambiente Estructural	Ladera estructural de sierra sinclinal	Sssle
			Ladera de contrapendiente de sierra sinclinal	Ssslc
			Ladera estructural de sierra homoclinal	Sshle
			Barra homoclinal	Sbh
			Ladera contrapendiente de sierra homoclinal	Sshlc
			Sierra anticlinal	Ssan



GEOMORFOESTRUCTURA	PROVINCIA	REGION	SUBUNIDAD	SIMBOLO
			Ladera de contrapendiente	Slcp
			Ladera estructural de cuesta	Scle
			Ladera contrapendiente de cuesta	Sclc
			Cornisa estructural	Scor
			Escarpe de línea de falla	Slfe
			Ladera estructural	Sle
			Espinazo	Se
			Sierra homoclinal	Ssh
			Espolón festoneado alto de longitud larga	Sefesal
			Sierra y lomo de presión	Sslp
			Espolón alto de longitud larga	Sesal
		Ambiente Fluvial	Barras longitudinal	Fbl
			Cauce aluvial	Fca
			Planicie o llanura de inundación	Fpi
			Terraza de acumulación	Fta
			Escarpe de terraza de acumulación	Ftae
			Terraza de acumulación subreciente	Ftas
			Plano aluvial confinado	Fpac
			Lago en media luna	Fim
		Ambiente Volcanico	Flujo lahático aterrazado	Vfla
			Escarpe de flujo lahático aterrazado	Vflae

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

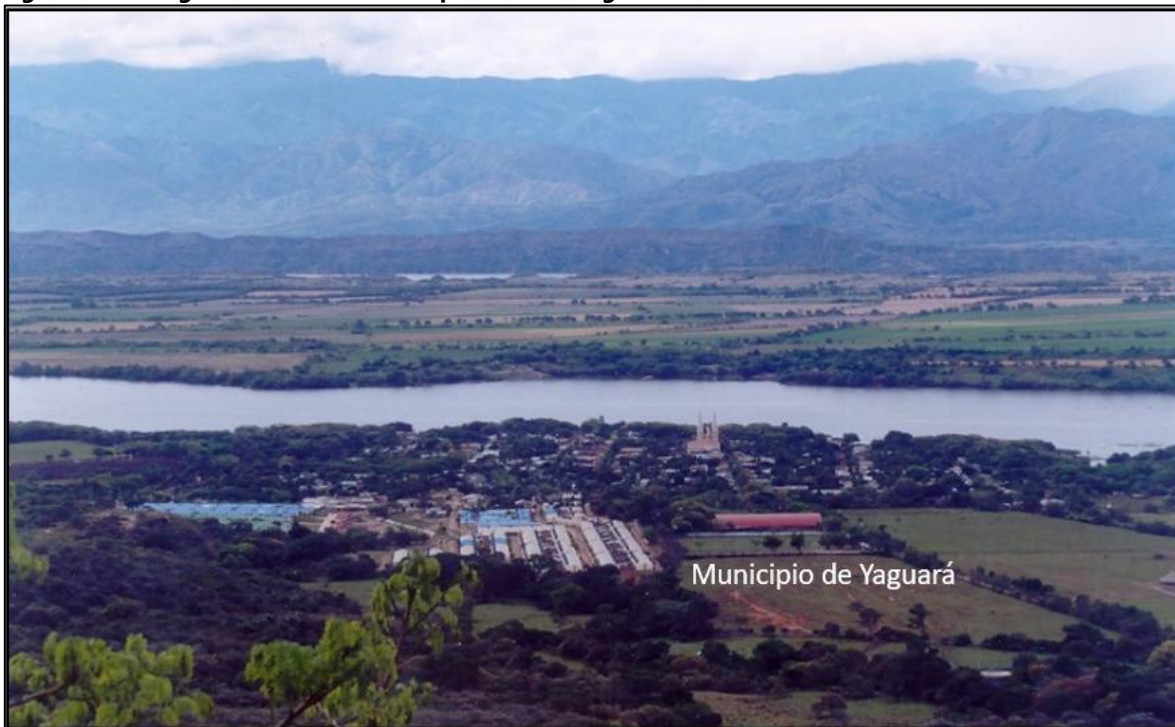
#### 3.1.3.4.1. Ambiente antropogénico

Corresponden a las geoformas originadas como el resultado de la intervención del hombre sobre el terreno, en la Cuenca de Yaguará, estas geoformas están representadas por los centros poblados y los embalses y/o jagüeyes.

##### ❖ Centros Poblados (Acp)

Los centros poblados, son las zonas donde se encuentran los asentamientos urbanos dentro de la Cuenca de Yaguará, entre las principales unidades se encuentran el casco urbano de Parcaní, Iquira, Teruel, Yaguará y Valencia de la Paz.

**Figura 3.4. Fotografía aérea del centro poblado de Yaguará.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### **3.1.3.4.2. Ambiente denudacional**

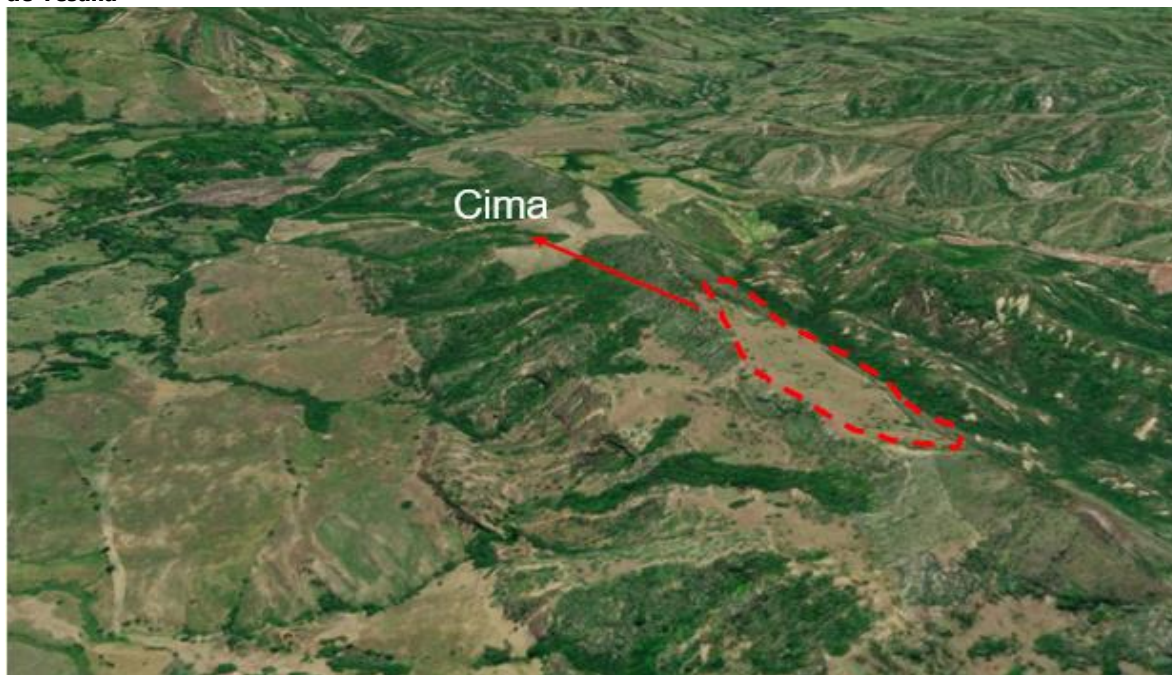
Las geoformas denudacionales son aquellas asociadas a la acción combinada de procesos moderados a intensos de meteorización, erosión y transporte de origen gravitacional y pluvial que han remodelado y dejado remanentes de las unidades preexistente y además crean nuevas geoformas por acumulación de sedimentos (SGC, 2015).

Dentro de la Cuenca de Yaguará las geoformas denudativas se distribuyen en toda el área de estudio. Su origen se debe a los procesos de levantamiento y plegamiento de la Cordillera Central y la posterior afectación de procesos de meteorización y denudación diferenciales que generan la formación local de suelo residual.

##### **❖ Cima (Dc)**

Superficie amplia convexa a plana, dispuesta en franjas alargadas que bordean algunas divisorias de agua. Presentan pendientes planas a inclinadas con anchos entre 200 a 800 metros, limitadas por laderas cuya inclinación puede ser moderada a escarpada. Su origen se establece a partir de procesos meteorización, erosión intensa y actividad antrópica. Esta unidad se evidencia principalmente sobre unidades sedimentarias dentro de la Cuenca de Yaguará, en las que sobresalen en la formación Tesalia, la formación Palermo, la Formación Bache hacia el Sur de la Cuenca, la formación Seca al centro de la Cuenca sobre el Grupo Olini y formación Doima hacia el este de la Cuenca.

**Figura 3.5. Geoforma Cima (Dc), al suroeste de la Cuenca Yaguará, sobre el flanco occidental del Sinclinal de Tesalia**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022. Tomado y modificado de Google Earth 2023.

❖ *Cono de deslizamiento indiferenciado (Ddi)*

Estructura en forma de cono o lóbulo de morfología baja, cóncava a convexa, con una pendiente escalonada, nichos semicirculares, bloques inclinados, relieve irregular, formación de grietas y cambios súbitos de la pendiente. Su origen se relaciona con procesos de movimientos en masa de tierra o roca, cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla o en zonas con alta deformación cortante. Esta geoforma se puede identificar en el municipio de Yaguará al noroeste de la vereda Flandes y al noreste de la vereda Upar.



**Figura 3.6. Geoforma de cono de deslizamiento indiferenciado (Ddi).al suroeste de la Río Yaguará.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022. Tomado y modificado de Google Earth 2023.

❖ *Cono o lóbulo de flujo de detritos (Dlfd)*

Estructura en forma de lóbulo y abanico con morfología alomada y aterrazada, de longitud muy larga a extremadamente larga, convexa, limitada por escarpes abruptos a muy abruptos. Su origen es relacionado a eventos fluviotorrenciales encauzados. En general, su depósito está constituido por bloques rocosos angulares a subredondeadas de detritos y bloques embebidos en una matriz más fina. Se puede identificar en el municipio de Teruel al noreste de la vereda La Cañada, en el municipio de Tesalia al este de la vereda Los Yuyos, y al suroeste de la Cuenca en la vereda El Orozco.

**Figura 3.7. Cono o lóbulo de flujo de detritos (Dlfd), Ubicado al norte de la Cuenca de la Río Yaguará.**



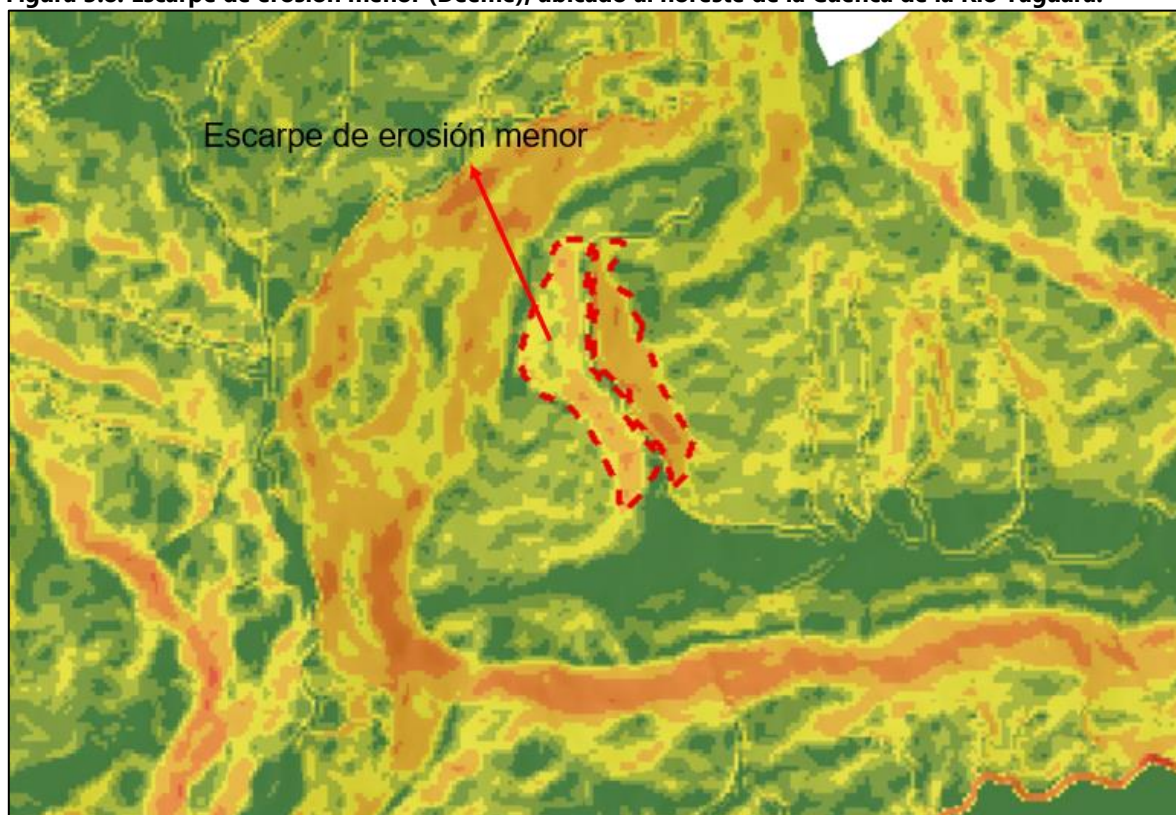
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022. Tomado y modificado de Google Earth 2023.



❖ *Escarpe de erosión menor (Deeme)*

Geoforma de ladera abrupta de longitud corta, cóncava, con pendientes escarpada, originado por la socavación lateral, procesos de erosión y movimientos en masa generados a lo largo de los drenajes que cortan las formaciones en la cuenca. Las mejores exposiciones de esta geoforma se localizan al este de la cuenca sobre rocas de la Formación La Tabla cerca al embalse de Betania municipio de Yaguará, también en el municipio de Iquira en la vereda El Chaparro y al sur de la vereda Potreritos.

**Figura 3.8. Escarpe de erosión menor (Deeme), ubicado al noreste de la Cuenca de la Río Yaguará.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

❖ *Ladera erosiva (Dle)*

Corresponde a superficies del terreno de pendientes muy inclinadas a escarpadas, de longitudes moderadas a extremadamente largas, de formas planas, cóncavas y convexas, patrón de drenaje típico dendrítico a subparalelo. Presenta procesos erosivos intensos como cárcavas, surcos y solifluxión, sobre materiales de suelo o roca. Estas laderas no necesariamente están asociadas a una geoforma mayor o una estructura geológica. Esta unidad se encuentra distribuida en toda el área de la Cuenca, en los municipios de Teruel en la Formación Hondita-Loma Gorda, Grupo Olini -Formación La Tabla y la Formación Seca. En el municipio de Iquira con parte de las Terraza Pumíticas, municipio de Tesalia sobre la Formación Bache y la Formación Seca.

**Figura 3.9. Ladera erosiva (Dle). N: 1860829, E: 4715329.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

❖ *Loma denudada (Dld)*

Prominencia topográfica con una altura menor de 200 metros sobre su nivel de base local, con una morfología alomada y elongada, laderas cortas a muy cortas, convexas y pendientes muy inclinadas a muy abruptas. Su origen es relacionado a procesos intensos de meteorización y erosión diferencial. Se caracteriza por presentar movimientos en masa y procesos erosivos intensos. Esta unidad la identificamos en el municipio de Yaguará al suroeste de la vereda Vilu, en el municipio de Iquira en la vereda Santa Bárbara en la Formación Palermo y la Formación Seca, y en el municipio de Tesalia en la vereda El Dave sobre la Formación Seca.



**Figura 3.10. Loma desnuda (Dld). N: 1847966, E: 4703114.**

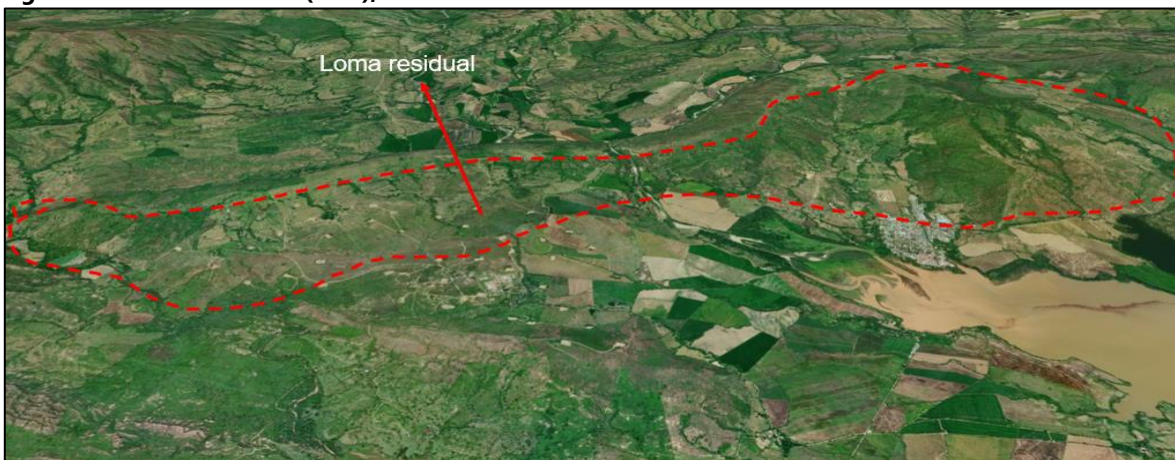


Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

❖ *Loma residual (Dlor)*

Esta geoforma se Prominencia topográfica con una altura menor de 200 metros sobre su nivel de base local, con una morfología alomada y elongada de laderas cortas a muy cortas, convexas y pendientes muy inclinadas a muy abruptas, constituida por suelo residuales, cubiertos por niveles de material coluvial. Su origen es relacionado a procesos intensos de meteorización y erosión diferencial. Esta geoforma se identifica en el municipio de Yaguará en la vereda de Flandes y la Vereda Vilu y sobre el municipio de Nátaga al sureste de la vereda Las Honduras.

**Figura 3.11. Loma residual (Dlor), al suroeste del embalse de Betania.**

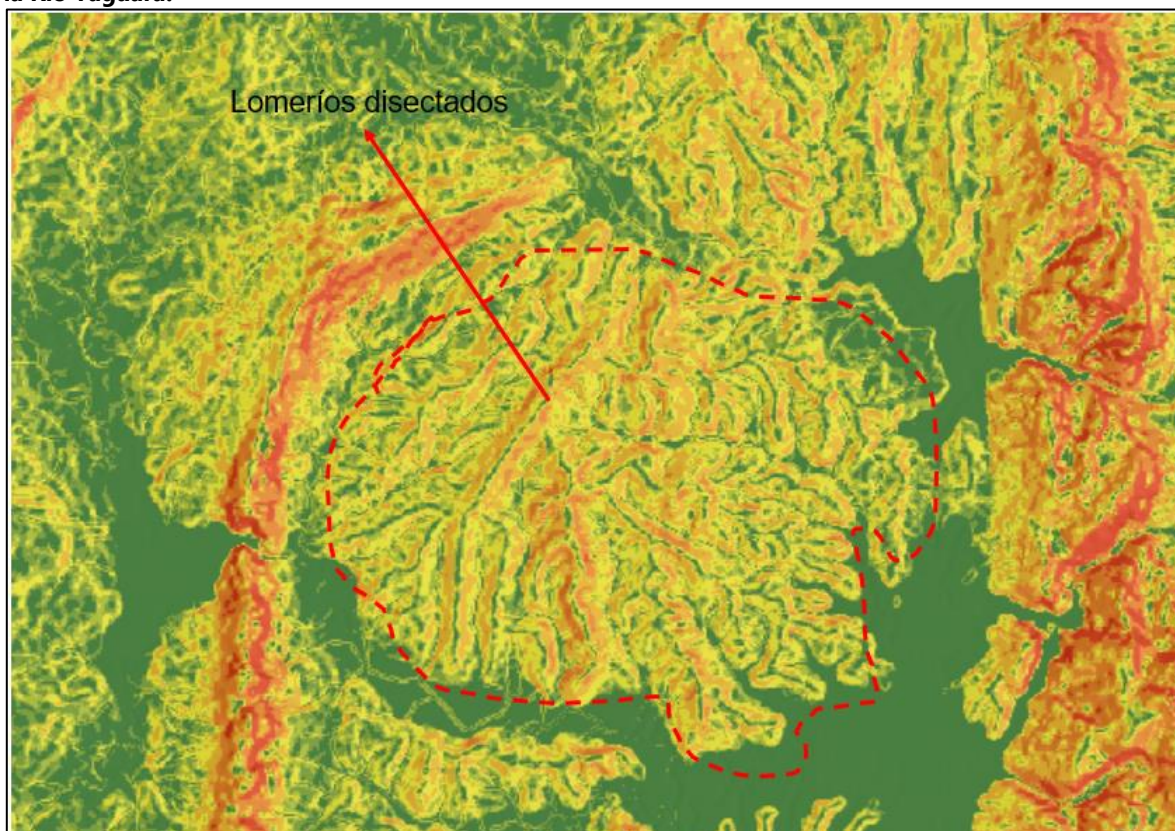


Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022. Tomado y modificado de Google Earth 2023.

❖ *Lomeríos disectados (Dldi)*

Conjunto de prominencia topográficas de morfología colinada, con cimas redondeadas y amplias, de laderas cortas, cóncavas, con pendientes inclinadas e índice de relieve bajo. Su origen se debe a procesos de denudación intensos, cuyas laderas se caracterizan por la moderada disección, generando valles en U con fondo redondeado (SGC, 2015). En la Cuenca de Yaguará estas geoformas se localizan al sur de está, asociada con las rocas de la Formación Doima (Pgd) en el sur del sinclinal de Tesalia y en la Formación Potrerillo (Pgpo).

**Figura 3.12. Lomeríos disectados (Dldi), en el sinclinal de Tesalia al suroeste de la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará.**



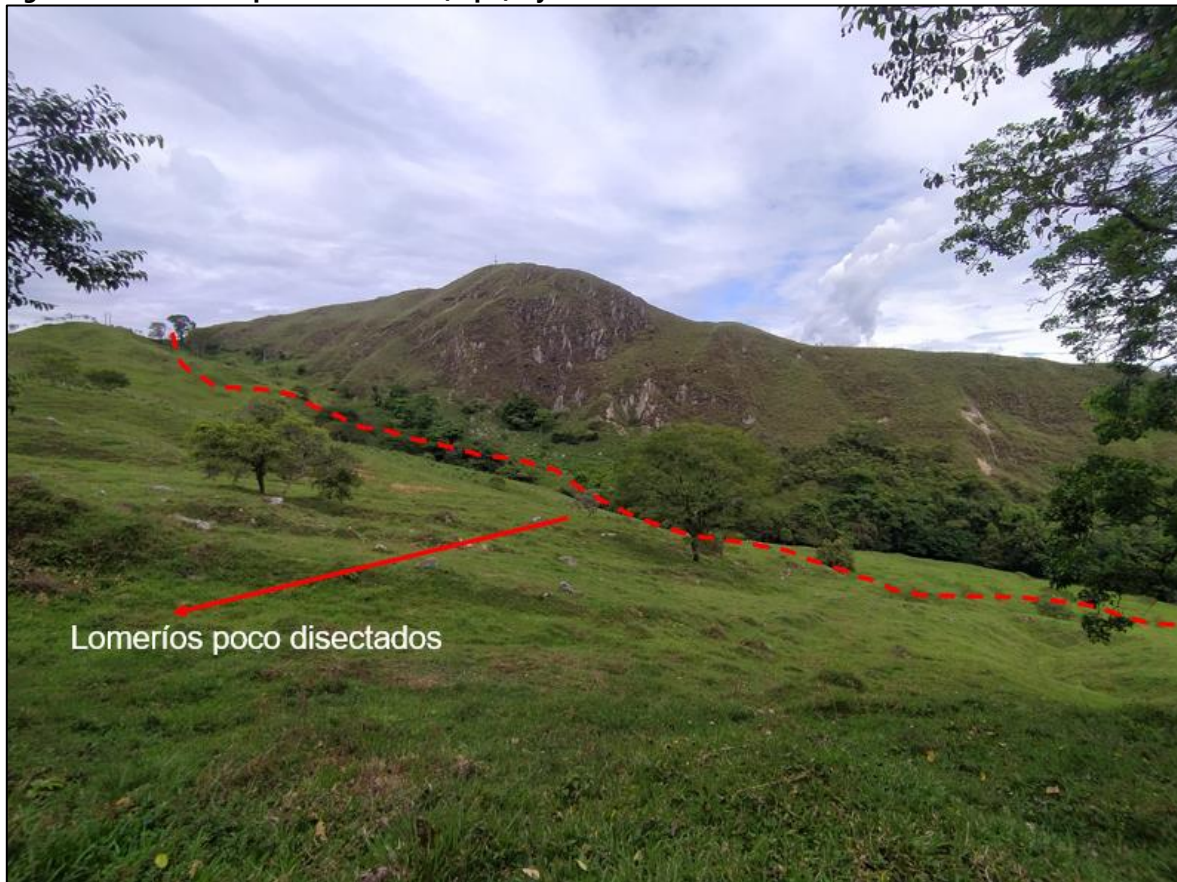
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

❖ *Lomeríos poco disectados (Dlpd)*

Prominencias topográficas de morfología alomada o colinada, con cimas planas amplias y eventualmente redondeadas, de laderas muy cortas a cortas, de forma rectas, y eventualmente cóncavas y convexas, con pendientes inclinadas a muy abruptas, e índice de relieve muy bajo a bajo. En estos lomeríos los procesos de incisión son muy leves y generalmente estas unidades se encuentran en áreas alejados de los frentes erosivos. Son frecuentes procesos erosivos y reptación y eventualmente movimientos en masa tipo deslizamiento rotacional. Esta geoforma se identifica en el municipio de Tesalia en la vereda El Guamal en su parte central.



**Figura 3.13. Lomeríos poco disectados (Dlpd), eje de Sinclinal de Tesalia. N: 1847966, E: 4703114.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

❖ *Montículos y ondulaciones denudacionales (Dmo)*

Conjunto de elevaciones del terreno con una altura menor a los 50 metros sobre el su nivel de base local, con morfología colinada de pendientes abruptas a escarpadas. Estos montículos están asociados principalmente a la Formación Seca (KPgs), la Formación Bache (Pgb), Grupo Honda (Ngh), Formación Potrerillo (Pgpo), y Formación Gigante (NgQgi). Esta geoforma se identifica en la parte suroeste y sur del municipio de Tesalia, sobre el flanco este del sinclinal de Tesalia en el municipio de Iquira, y norte de este; al suroeste y noreste del municipio de Teruel, y al noreste, sureste, suroeste, y noroeste del municipio de Yaguará.

**Figura 3.14. Montículos y ondulaciones denudacionales (Dmo). N: 1841294, E: 4696764.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

❖ *Sierra denudada (Dsd)*

Prominencia topográfica de morfología montañosa y elongada de laderas largas a extremadamente largas, cóncavas a convexas, con pendientes muy inclinadas a abruptas, donde prevalecen procesos de erosión o de movimientos en masa acentuados. Su origen es relacionado a procesos de erosión acentuada en sustratos rocosos ígneos y metamórficos. Esta unidad se ubica en el noroeste la cuenca hasta el suroeste. Sobre los municipios de Teruel, Iquira y Nátaga.

**Figura 3.15. Sierra denudada (Dsd) al oeste de la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará. N: 1860152, E: 4714757.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



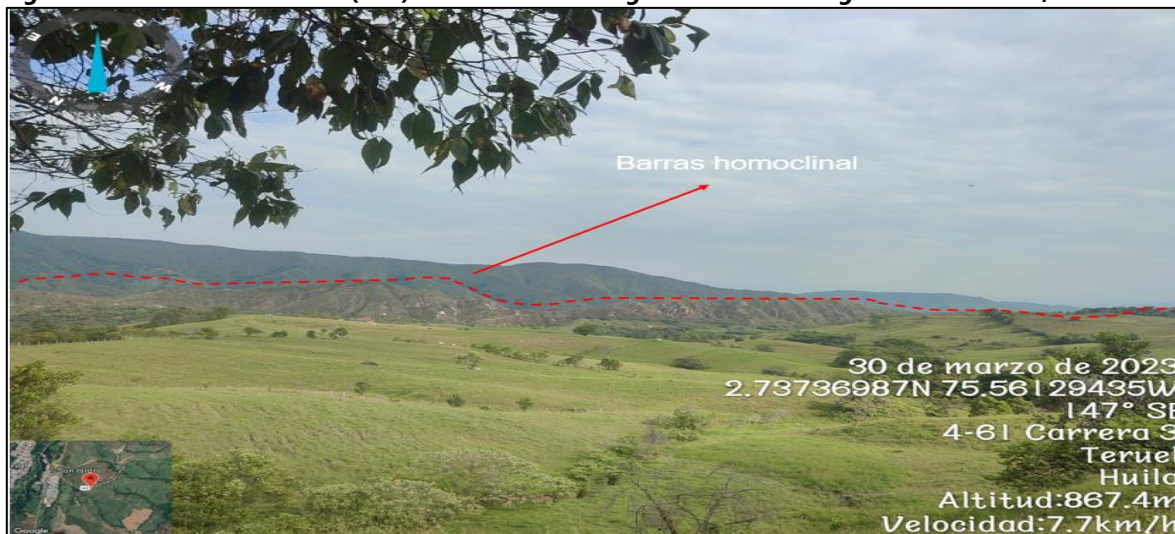
### 3.1.3.4.3. Ambiente Estructural

Las geoformas estructurales son la de mayor ocupación del área de la Cuenca de Yaguará, ocupando la mayor parte del área de la Cuenca de Yaguará, generadas por proceso que se relacionan con la dinámica interna de la tierra, que se asocian principalmente al plegamiento y el fallamiento, cuya expresión morfológica se define por la tendencia estructural y la variación de las rocas que afloran en esta. Estas geoformas de Barra homoclinal (Sbh); Cornisa estructural (Scor), Escarpe de línea de falla (Slfe), Espinazo (Se), Espolón alto de longitud larga (Sesal), Espolón festoneado alto de longitud larga (Sefesal), Ladera contrapendiente de cuesta (Sclc), Ladera contrapendiente de sierra homoclinal (Sshlc), Ladera de contrapendiente (Slcp), Ladera de contrapendiente de sierra sinclinal (Ssslc), Ladera estructural (Sle), Ladera estructural de cuesta (Scle), Ladera estructural de sierra homoclinal (Sshle), Ladera estructural de sierra sinclinal (Sssle), Lomo de falla (Slf), Sierra anticlinal (Ssan), Sierra homoclinal (Ssh), Sierra y lomo de presión (Sslp), afectadas localmente por procesos erosivos, y se caracterizan por pendientes desde suavemente inclinadas hasta escarpadas.

#### ❖ *Barras homoclinal (Sbh)*

Loma dentada, paralela a escalonada, dispuesta en una tendencia alargada. De manera general, su morfología destaca la alternancia en la disposición subvertical de las unidades resistentes en comparación a las superficies redondeadas a suaves de las zonas excavadas, por procesos de escorrentía de las unidades blandas. Se identifican al este de la Cuenca de Yaguará y al oeste del río Magdalena.

**Figura 3.16. Barras homoclinal (Sbh) en la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará. N: 1860829, E: 4715329.**



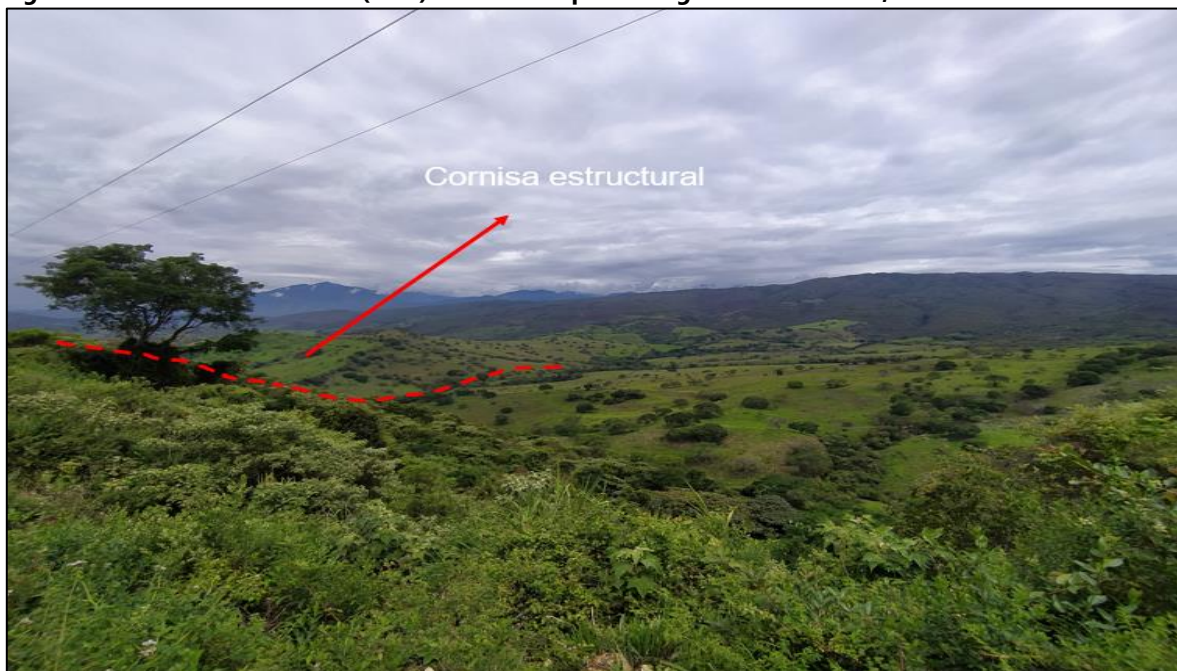
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### ❖ *Cornisa estructural (Scor)*

Saliente estructural u hombrera rocosa, tabular de morfología alomada suavemente inclinada. Se presenta a manera de repisa en laderas de contrapendiente generalmente

irregulares a escalonadas. Su origen se debe a la acción conjunta de procesos estructurales y erosión diferencial en unidades duras y blandas. Principalmente se evidencia en la parte noroeste de la represa de Betania, y noreste del municipio de Yaguará abarcando la intersección entre las veredas Letran, Jaguar, Upar, y La Paz.

**Figura 3.17. Cornisa estructural (Scor) en el municipio de Yaguará. N: 1858839, E: 4725484.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

❖ *Escarpe de línea de falla (Slfe)*

Geoformas de plano vertical a subvertical corto, cóncavo de pendiente abrupta, originadas por el truncamiento de estructura topográficas y las formaciones Saldaña, el Batolito de Ibagué y en la parte noreste de la cuenca en la dualidad del Grupo Olini – Formación La Tabla, en la parte noroeste del municipio de Yaguará vereda Jagua, y suroeste de la vereda El Viso, en el municipio de Iquira en la vereda Potrerillos, Villa María, y La Esperanza, afectadas por procesos de erosión acentuada.



**Figura 3.18. Escarpe de línea de falla (Slfe) al este del centro poblado de Yaguará.**

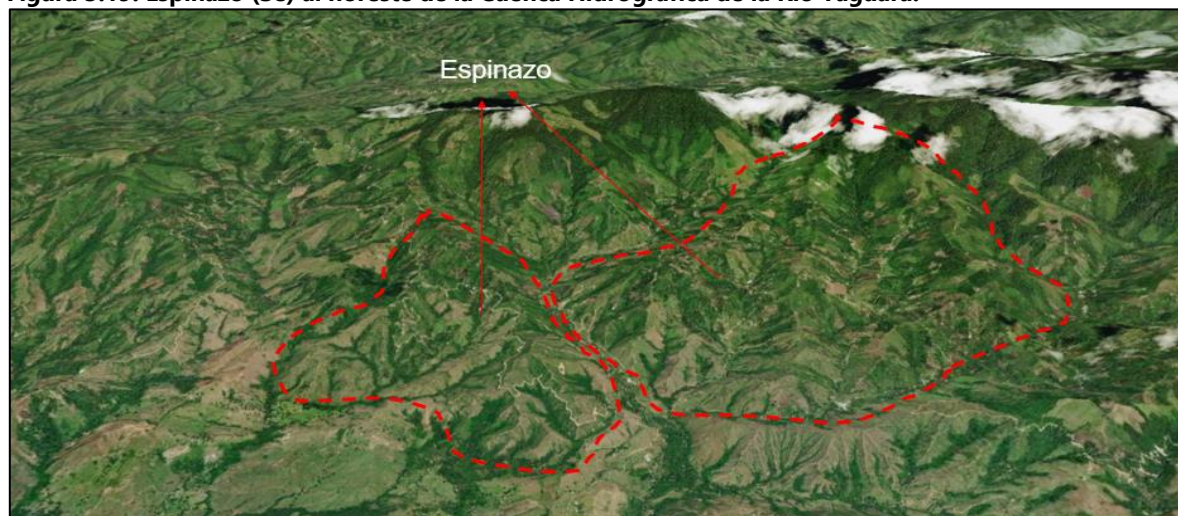


Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022. Tomado y modificado de Google Earth 2023.

❖ *Espinazo (Se)*

Sierra simétrica elongada de cresta aguda a redondeada y morfología colinada o alomada, definida por la intercalación de estratos de unidades con diferente resistencia, dispuestos en ladera estructural en un patrón escalonado de lajas triangulares o chevrões labrados por la escorrentía. La geoforma puede ser simétrica (flancos entre 20° y 45°) y asimétrica (flancos entre 21° y 45°). Se presenta como un conjunto de cerros alineados y elongados afectados por erosión diferencial y por disección acentuada. Esta geoforma se puede ver al noreste de la Cuenca de Yaguará sobre las unidades de la Formación Hondita, la Formación Loma Gorda, Grupo Olini, Formación La Tabla.

**Figura 3.19. Espinazo (Se) al noreste de la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará.**

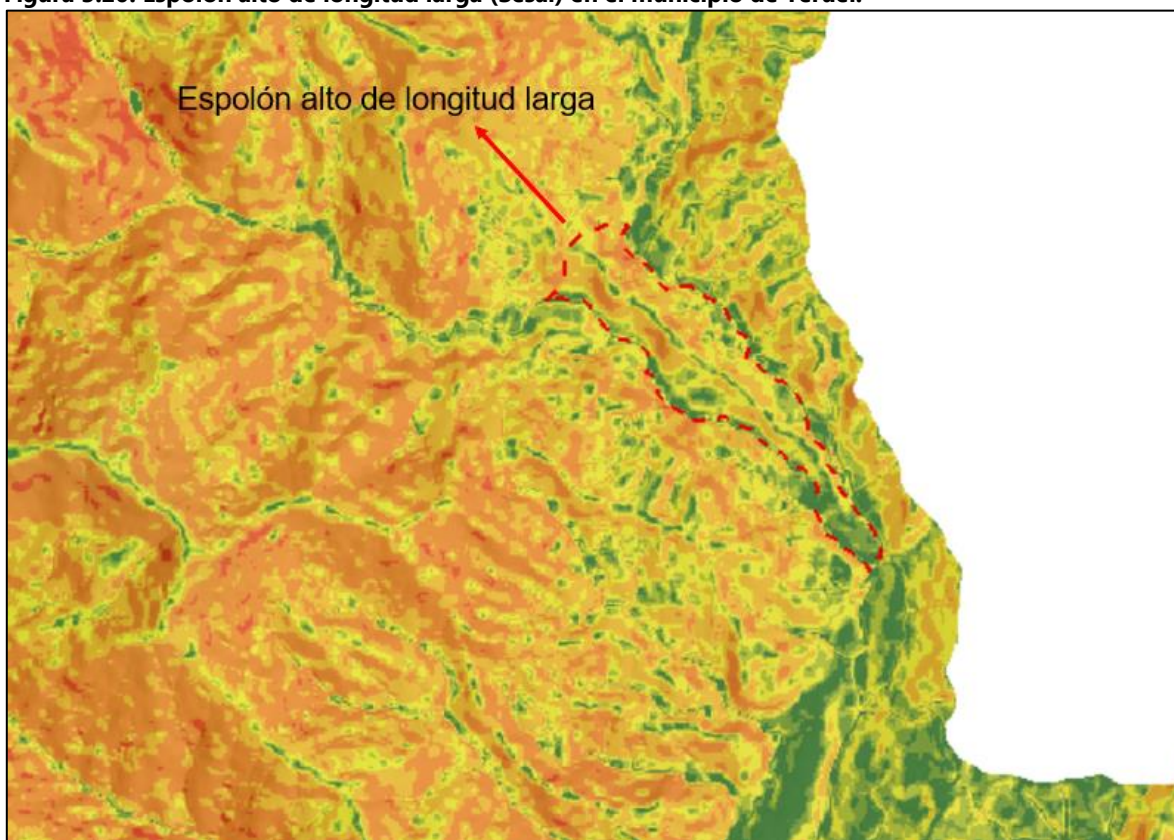


Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022. Tomado y modificado de Google Earth 2023.

❖ *Espolón alto de longitud larga (Sesal)*

Saliente de morfología alomada, dispuesta perpendicularmente a la tendencia estructural general de la región, desarrollados sobre rocas ígneas, metamórficas o sedimentarias y limitado por drenajes paralelos a subparalelos. Con laderas de longitudes variables, con pendientes que se ven reducidas de abruptas a inclinadas por intensos procesos denudativos. La particularidad de esta unidad radica en que el relieve relativo es mayor que 1000 m y la longitud del eje principal del espolón es mayor que 1000 m. Esta unidad se evidencia al noroeste de la Cuenca de la Río Yaguará sobre unidades del Batolito de Ibagué.

**Figura 3.20. Espolón alto de longitud larga (Sesal) en el municipio de Teruel.**



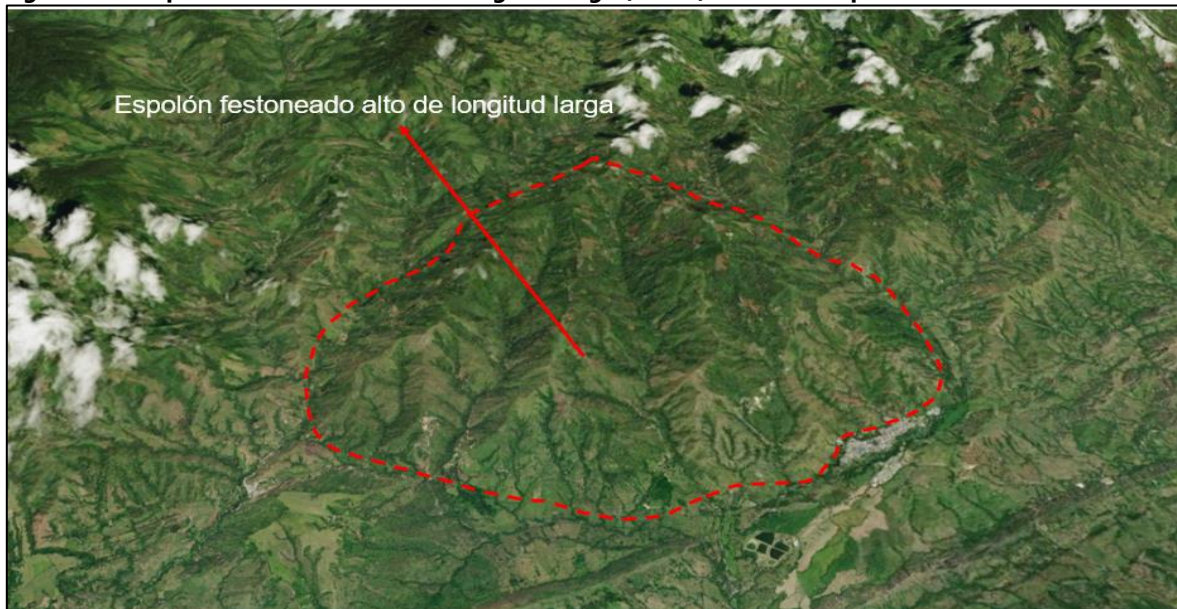
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará,

❖ *Espolón festoneado alto de longitud larga (Sefcal)*

Saliente natural que se desprende y corresponde a procesos de fallamiento del trazo de la Falla Pedernal, sobre rocas de la Formación del Batolito de Ibagué (Ji), junto a la interacción producto del fallamiento inverso originado en la Cuenca de Yaguará por la Falla de la Plata que genera truncamiento a manera de facetas triangulares, de forma colinada con laderas de pendiente indicada a abrupta, con un relieve relativo mayor a los 1000 m y longitud del eje principal mayor a los 1000 m. distribuido en el municipio de Teruel.



**Figura 3.21. Espolón festoneado alto de longitud larga (Sefcal) en el municipio de Teruel.**

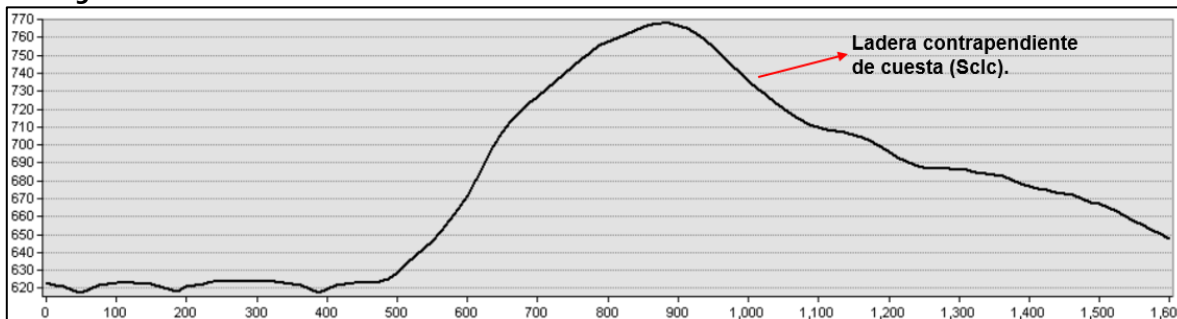


Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022. Tomado y modificado de Google Earth 2023.

❖ *Ladera contrapendiente de cuesta (Sclc)*

Geoforma de superficie vertical a subvertical, corta de forma cóncava, con pendiente escarpadas, que se desarrollan en rocas estratificada dispuesto en contra de la pendiente del terreno. Esta unidad se identifica en el suroeste y sureste del municipio de Yaguará y suroeste del municipio de Tesalia.

**Figura 3.22. Perfil longitudinal de ladera contrapendiente de cuesta (Sclc) en la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

❖ *Ladera contrapendiente de sierra homoclinal (Sshlc)*

Geoformas verticales a subvertical moderada a larga, de forma cóncava, escalonada, festoneada a irregular, con pendiente abrupta a escarpada, generada por estratos dispuestos en contra de la pendiente del terreno, relacionada a una estructura homoclinal. Esta geoforma se localiza al sureste de la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará en el municipio de Yaguará.

**Figura 3.23. Ladera contrapendiente de sierra homoclinal (Sshlc) en el municipio de Yaguará. N: 1850343, E: 4726527.**

**N:**

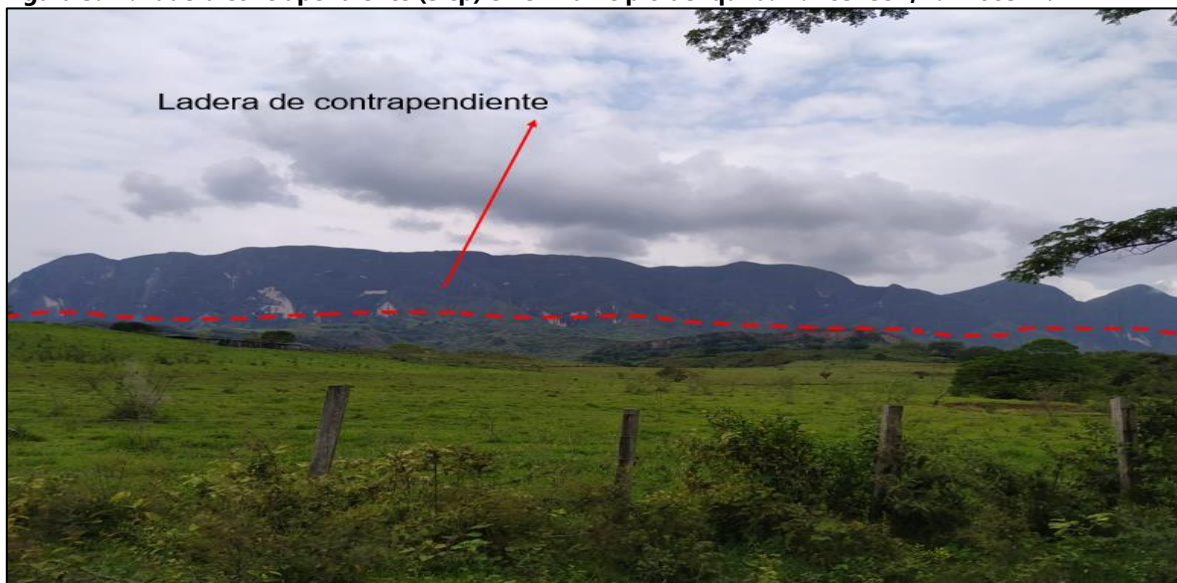


Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

❖ *Ladera de contrapendiente (Slcp)*

Está representada por una superficie en declive, de morfología irregular, definida por los estratos de la Formación Caballos (Kc), dispuestos en sentido contrario a la inclinación de la pendiente. Se presenta al noroeste de la Cuenca de Yaguará, límite este entre Yaguará, Teruel y al sureste del municipio de Iquira al noreste de la vereda de Santa Lucia, con longitud larga y pendientes escarpadas.

**Figura 3.24. Ladera contrapendiente (Slcp) en el municipio de Iquira. N: 1834394, E: 4708374.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



❖ *Ladera de contrapendiente de sierra sinclinal (Ssslc)*

Superficie vertical a subvertical corta a moderadamente larga, de forma convexa a irregular escalonada, con pendiente abrupta a escarpada, generada por estratos dispuestos en contra de la pendiente del terreno, relacionada al flanco de una estructura sinclinal.

**Figura 3.25. Ladera contrapendiente de sierra sinclinal (Ssslc) en el municipio de Tesalia. N: 1841293, E: 4696763.**

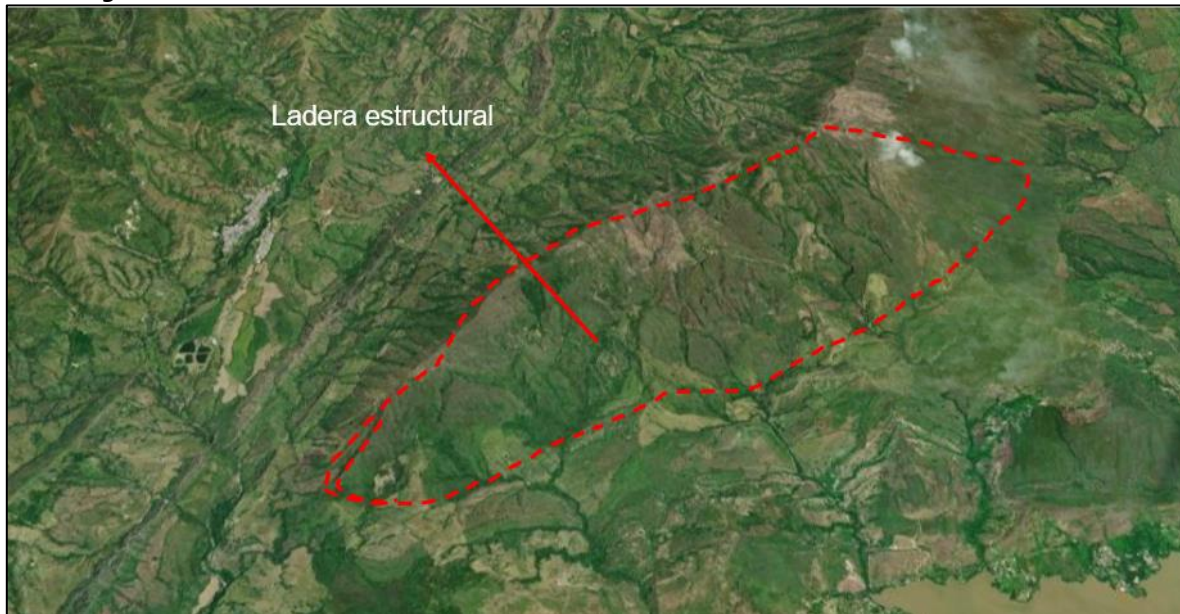


Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

❖ *Ladera estructural (Sle)*

Superficie inclinada, de morfología regular a irregular, definida por planos preferentes (estratos, foliación, diaclasamiento entre otros) paralelos al sentido de la inclinación del terreno. Puede presentarse con longitud larga a extremadamente larga y con pendientes suavemente inclinadas a escarpadas. En esta geoforma los datos estructurales no permiten establecer una asociación con alguna estructura de tipo regional (anticlinal, sinclinal, homoclinal, monoclinal, entre otros). Se asocia a la Formación Caballos al noreste de la Cuenca, municipio de Yaguará.

**Figura 3.26. Ladera estructural (Sle) en el municipio de Yaguará al noreste de la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022. Tomado y modificado de Google Earth 2023.

❖ *Ladera estructural de cuesta (Scle)*

Superficie con estratos dispuestos a favor de la pendiente del terreno ( $10^{\circ}$  -  $25^{\circ}$ ), de longitud larga a extremadamente larga, de forma recta a irregular, con pendientes inclinadas a muy inclinadas, relacionada a una estructura de cuesta relacionadas con la Formación La Tabla, las cuales se encuentran dispuesta en contra de la pendiente, se distribuyen al noreste de la cuenca de la Río Yaguará desde en las veredas Flandes, Arenoso y Vilu.



**Figura 3.27. Ladera estructural de cuesta (Scle) en la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará. 1835920, E: 4710352.**

**N:**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

❖ *Ladera estructural de sierra homoclinal (Sshle)*

Superficie definida por la inclinación de los estratos a favor de la pendiente, de longitud corta a moderada larga, formas rectas a convexas y pendientes escarpadas a muy escarpadas, relacionada a una estructura homoclinal, del sinclinal de Tesalia, anticlinal de Nátaga, anticlinal de la Hocha.

**Figura 3.28. Ladera estructural de sierra homoclinal (Sshle) en el municipio de Yaguará.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022. Tomado y modificado de Google Earth 2023.

❖ *Ladera estructural de sierra sinclinal (Sssle)*

Superficie definida por estratos inclinados a favor de la pendiente del terreno, de longitud corta a moderadamente larga, forma cóncava y pendientes inclinadas a abruptas, relacionada al flanco de una estructura sinclinal.

**Figura 3.29. Ladera estructural de sierra sinclinal (Sssle) en el municipio de Tesalia. N: 1837968, E: 4712386.**



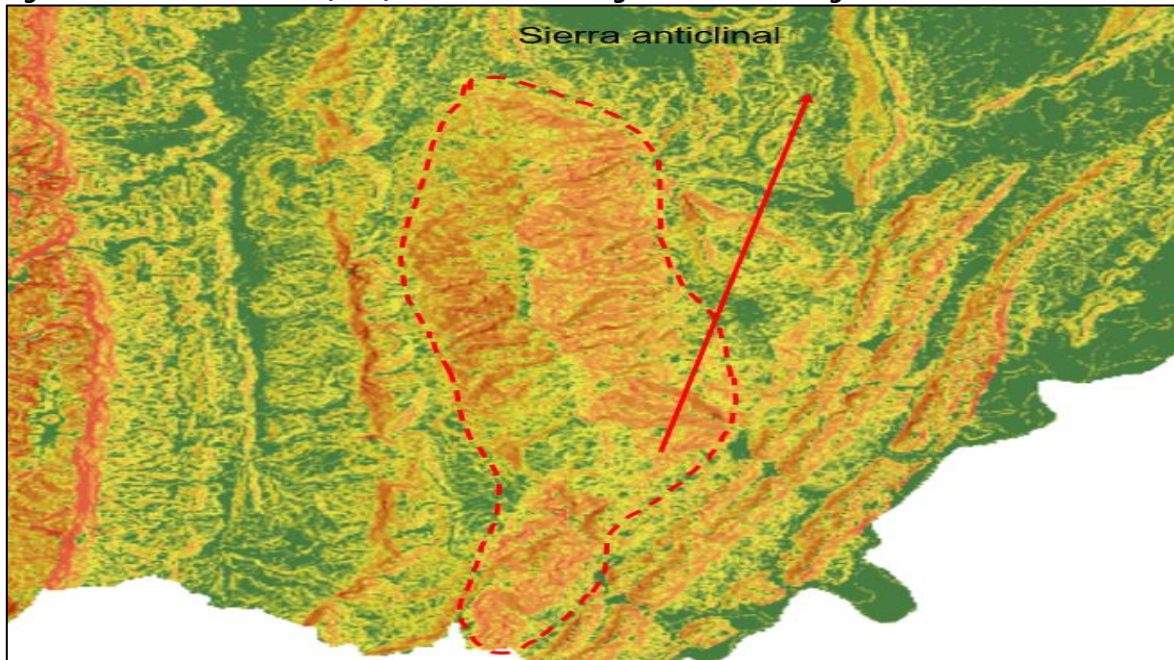
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

❖ *Sierra anticlinal (Ssan)*

Prominencia topográfica elongada de morfología colinada a alomada de cimas o crestas agudas o redondeadas, limitada por laderas estructurales inclinadas a muy abruptas, rectas o convexas y de longitudes largas. El eje de la estructura es formado por el arqueamiento de los estratos o capas que se inclinan de manera divergente. Esta georforma en la Cuenca de la Río Yaguará se representa en el anticlinal de Hocha en los municipios de Yaguará, Tesalia y Iquira al sureste de la Cuenca.



**Figura 3.30. Sierra anticlinal (Ssan) en la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará.**

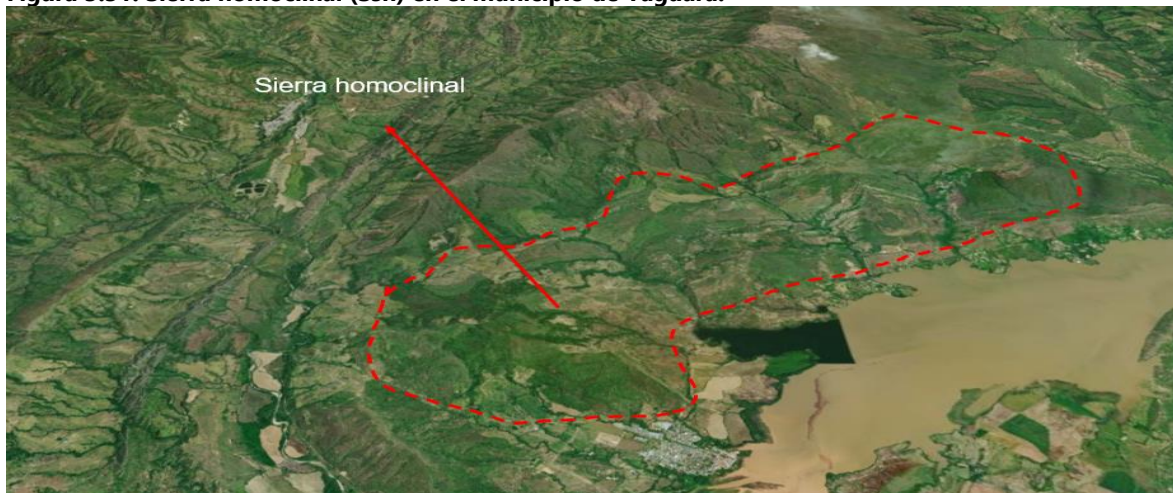


Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

❖ *Sierra homoclinal (Ssh)*

Saliente topográfica simétrica o ligeramente simétrica elongada y de morfología montañosa a colinada de cimas agudas, definida por una secuencia de estratos o capas apilados e inclinados ( $> 35^\circ$ ) en una misma dirección. Generalmente es producto del desarrollo o erosión de un solo flanco de una estructura geológica.

**Figura 3.31. Sierra homoclinal (Ssh) en el municipio de Yaguará.**

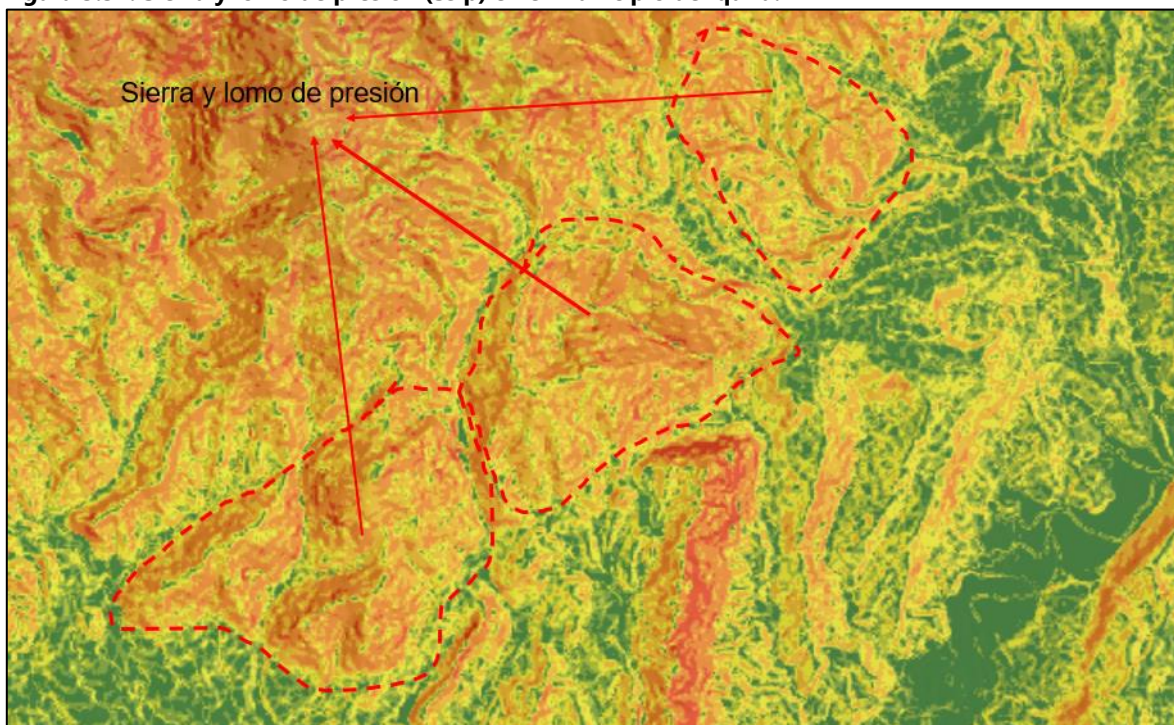


Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022. Tomado y modificado de Google Earth 2023.

❖ *Sierra y lomo de presión (Sslp)*

Saliente topográfica alomada a elongada, localmente curva, asociada a zonas compresivas. Su origen es relacionado al truncamiento y desplazamiento vertical o lateral por procesos de fallamiento intenso, la cual hace acción la Falla de la Plata, en los municipios de Iquira y Tesalia, en la parte occidental de la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará.

**Figura 3.32. Sierra y lomo de presión (Sslp) en el municipio de Iquira.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**3.1.3.4.4. Ambiente fluvial**

Las geoformas de origen fluvial se distribuyen en toda la Cuenca de Yaguará, originadas por la erosión y acumulación de sedimentos, por acción de las corrientes hídricas, que son afluentes tributarios, de Yaguará, los cuales han modelado barra puntual (Fbp), barras longitudinales (Fbl), cause aluvial (Fca), escarpe de terraza de acumulación (Ftae), planicies de inundación (Fpi), planicies aluviales confinados (Fpac), terraza de acumulación (Fta) y terraza de acumulación subcreciente (Ftas). A continuación, se realiza una breve descripción de las geoformas en la Cuenca de Yaguará.

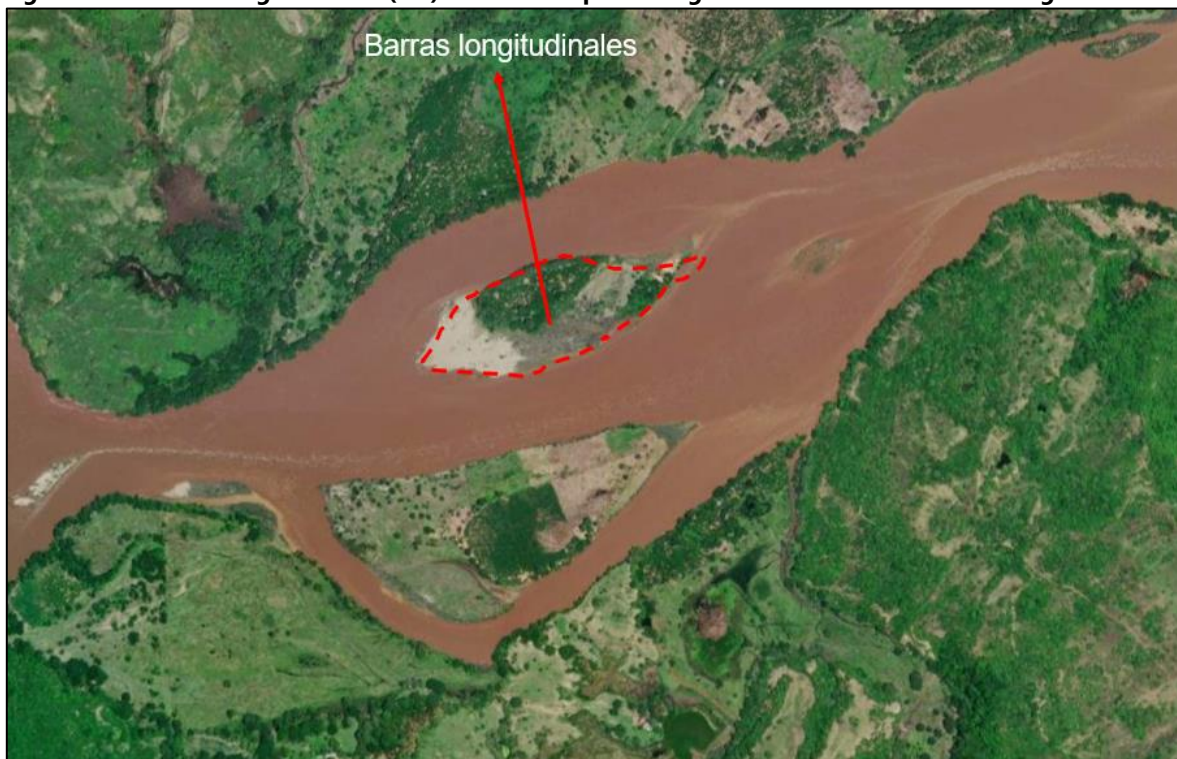
❖ *Barras longitudinales (Fbl)*

Son cuerpos elongados, en forma romboidal, en superficie de morfología suave ondulada, que se disponen paralela al centro del cauce aluvial del río Magdalena, con sus puntas agudas en la dirección de la corriente, estas geoformas dentro de la microcuenca se originan por la acumulación de sedimentos que son arrastrados por grandes inundaciones, que, al disminuir su caudal, quedan como remanentes en el centro de los cauces. Estos se



encuentran constituidos por gravas subredondeas y arenas de granulometría gruesa a media.

**Figura 3.33. Barras longitudinales (Fbl) en el municipio de Yaguará sobre el cauce del río Magdalena.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022. Tomado y modificado de Google Earth 2023.

❖ *Cauce aluvial (Fca)*

Son canales irregulares excavados por erosión de las corriente perennes o estacionales, dentro de macizos rocosos y/o sedimentos aluviales. Dentro de la Cuenca de Yaguará estas geoformas se relacionan a los canales aluviales del río Yaguaracito, río Pacarní, río Yaguará, río Pedernal y el río Iquira.

**Figura 3.34. Cauce aluvial (Fca) del río Iquira. N: 1845998, E:4708491.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará, 2023

❖ *Escarpe de terraza de acumulación (Ftae)*

Representan planos verticales a subverticales, excavados en sedimentos aluviales que bordean las terrazas de acumulación, su origen se relaciona a la incisión y profundización de los cauces aluviales del río Yaguaracito, río Pacarní, río Yaguará, río Pedernal y el río Iquira.

**Figura 3.35. Escarpe de terraza de acumulación (Ftae) en el municipio de Yaguará.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022. Tomado y modificado de Google Earth 2023.

❖ *Planicie o llanura de inundación (Fpi)*

Geoformas con morfología plana, baja y ondulada con pendientes suavemente inclinadas, eventualmente inundables. En la Cuenca Hidrográfica la Río Yaguará se encuentra



bordeando el cauce principal del río Magdalena, el río Yaguaracito, río Pacarní, río Yaguará, río Pedernal y el río Iquira, limitados por geoformas a lomadas y colinadas, su depósito está compuesto por materiales heterogéneos de gravas, arenas finas y arcillas, en las zonas planas de la cuenca.

**Figura 3.36. Planicies o llanura de inundación (Fpi) en el municipio de Yaguará. N: 1849011, 4721004. E:**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

❖ *Plano aluviales confinados (Fpac)*

Son superficies planas, angostas eventualmente inundables, en forma de U, limitadas por geoformas colinadas, alomadas o montañosas, que bordean los cauces aluviales.

**Figura 3.37. Planicies aluviales confinados (Fpac) en la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará. N: 1849487, E: 4712380.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

❖ *Terraza de acumulación (Fta)*

Son geoformas elongadas, suavemente ondulada, modeladas sobre sedimentos aluviales, que se presentan en forma pareada, limitada por escarpes de diferente altura, se observan

en la parte sureste de la represa de Betania. Su origen está relacionado a procesos de erosión y acumulación aluvial, dentro de antiguas llanura de inundación, en el área de estudio están constituidos por gravas subredondeadas, arenas y limos que disminuyen a medida se alejan del cauce aluvial.

**Figura 3.38. Terraza de acumulación (Fta) en la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará. N: 1850343, E: 4726527.**

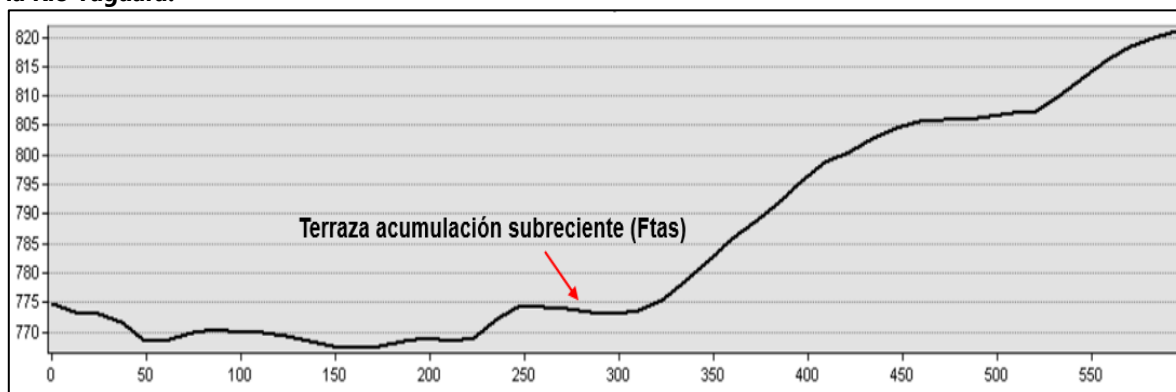


Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

❖ *Terraza de acumulación subreciente (Ftas)*

Superficie plana a suavemente inclinada, remanente de terrazas sub-recientes de morfología ondulada, con inclinaciones de 3° a 5°, limitadas por escarpes. Su origen se relaciona a la ampliación del valle del río Pacarní, al ganar importancia la erosión en sus márgenes.

**Figura 3.39. Perfil longitudinal de terraza de acumulación subreciente (Ftas) en la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará.**



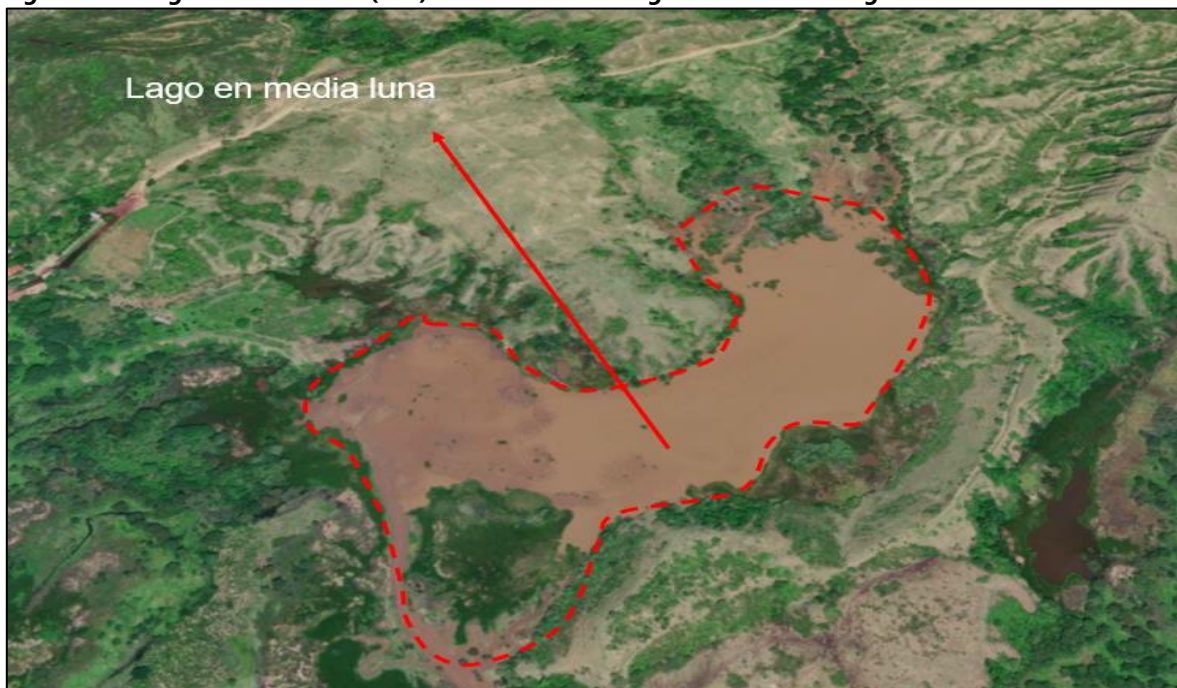
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

❖ *Lago en media luna (Flm)*

El lago en media luna representa a lagos en formas U que se forman por el abandono de meandros de un cauce aluvial. Su origen se relaciona a procesos dinámicos de acortamientos en un cauce. En el área de la Cuenca Hidrográfica de la Quebrada de Yaguará el lago en

media luna se local al sureste de la cuenca en meandros abandonados del río Magdalena en el municipio de Yaguará.

**Figura 3.40. Lago en media luna (Flm) en la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022. Tomado y modificado de Google Earth 2023.

#### **3.1.3.4.5. Ambiente volcánico**

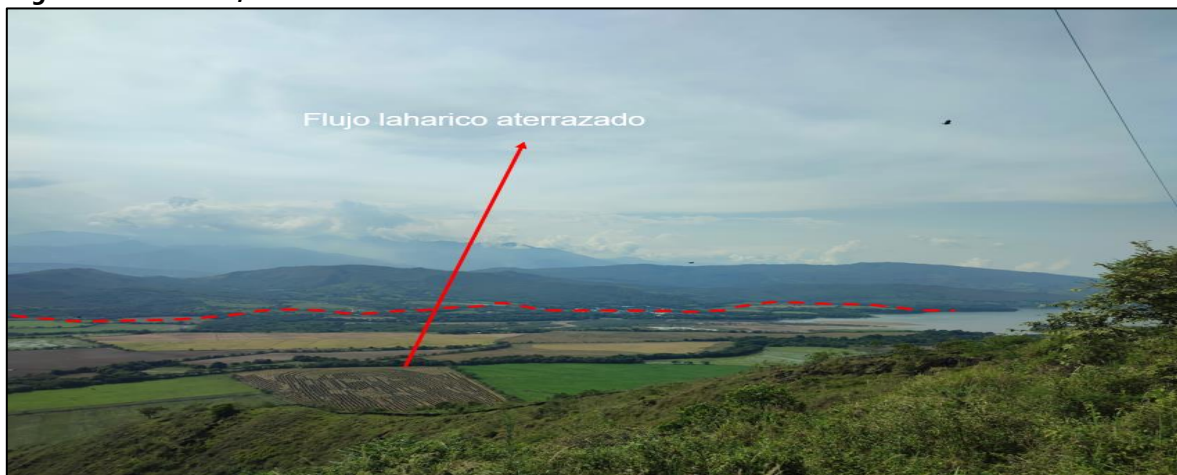
Estos ambientes enmarcan geoformas que se relacionan con las actividades volcánicas que se generan desde el interior de la tierra, asociados principalmente a erupciones explosivas o efusivas, acumulación de productos y remoción de estos, así como a la intrusión submagmatica en los niveles superiores de la corteza.

##### ❖ *Flujo lahárico aterrazado (Vfla)*

Superficie alomada de aspecto tabular y plano a suavemente inclinado ( $2^{\circ}$  -  $3^{\circ}$ ), con escarpes de diferente altura. Localmente se localiza paralelo a los ríos a los cuales limita. Su génesis está asociada a la acumulación de productos volcánicos previamente depositados o generados durante la erupción, que han sido mezclados o removidos por cuerpos de aguas superficiales (lagos, ríos, lagunas o provenientes del derretimiento de hielo o nieve durante una erupción). Estos depósitos así acumulados van quedando elevados conforme la corriente hídrica va erosionando y recobrando su cauce. Esta unidad es de clara visualización hacia el municipio de Teruel.



**Figura 3.41. Flujo lahárico aterrazado (Vfla) en cercanías al embalse de Betania en el municipio de Yaguará. N: 1849011, E: 4721004.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

❖ *Escarpe de flujo lahárico aterrazado (Vflae)*

Ladera casi vertical de longitud y altura variadas, de forma cóncava o convexa, presente en los bordes de la superficie de remanentes de un depósito de flujo lahárico. Su génesis está asociada a la incisión y socavación de las corrientes hídricas en los depósitos de un lahar o flujo de escombros.

**Figura 3.42. Escarpe de Flujo lahárico aterrazado (Vflae) en el municipio de Yaguará.**

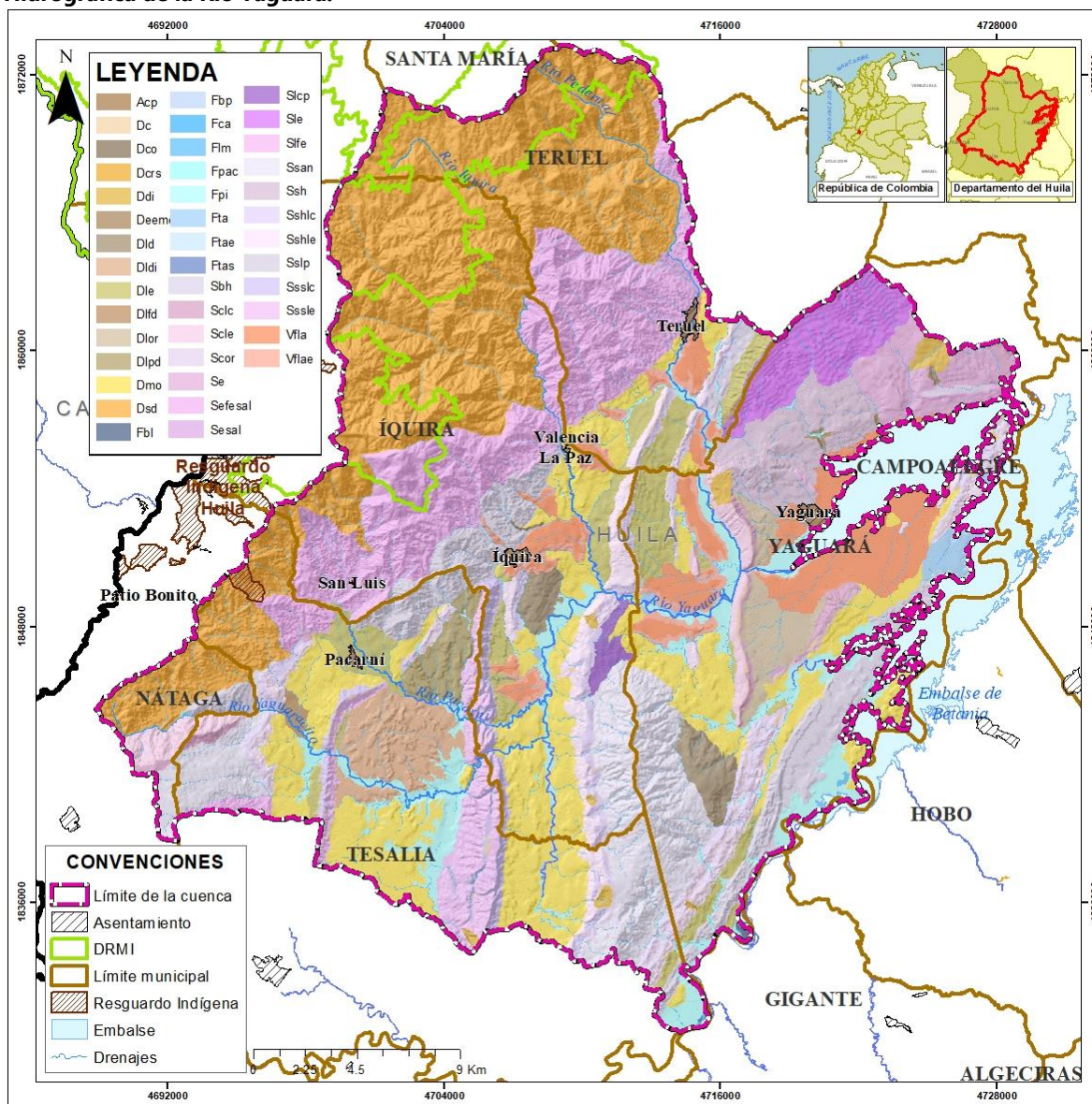


Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022. Tomado y modificado de Google Earth 2023.

A partir de los análisis e interpretaciones realizadas para el área de la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará se evidencia que su evolución geomorfológica se enmarca sobre los procesos que se desarrollan en el flanco oriental de la Cordillera Centra. Dentro de la cuenca se observan ambientes morfogenéticos denudacionales, fluviales, estructurales, volcánicos y antropogénicos, durante el proceso de reinterpretación por los datos obtenidos tanto en campo, como en el análisis de imágenes satelitales y el modelo digital de elevaciones, en el área total de la cuenca se evidenciaron 39 subunidades geomorfológicas que conforman el



**Figura 3.43. Mapa de subunidades geomorfológicas con criterios morfogenéticos en la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará.**



### 3.1.3.5. Morfodinamica

Los procesos morfodinámicos se dan como resultado de la acción natural de diferentes agentes atmosféricos y geológicos, sobre el relieve actual, provocando un desgaste natural en la superficie del suelo y la modelación del relieve, además de la erosión por intervención antrópica sobre la naturaleza preexistente del terreno, como: la tala de bosques, las quemas,

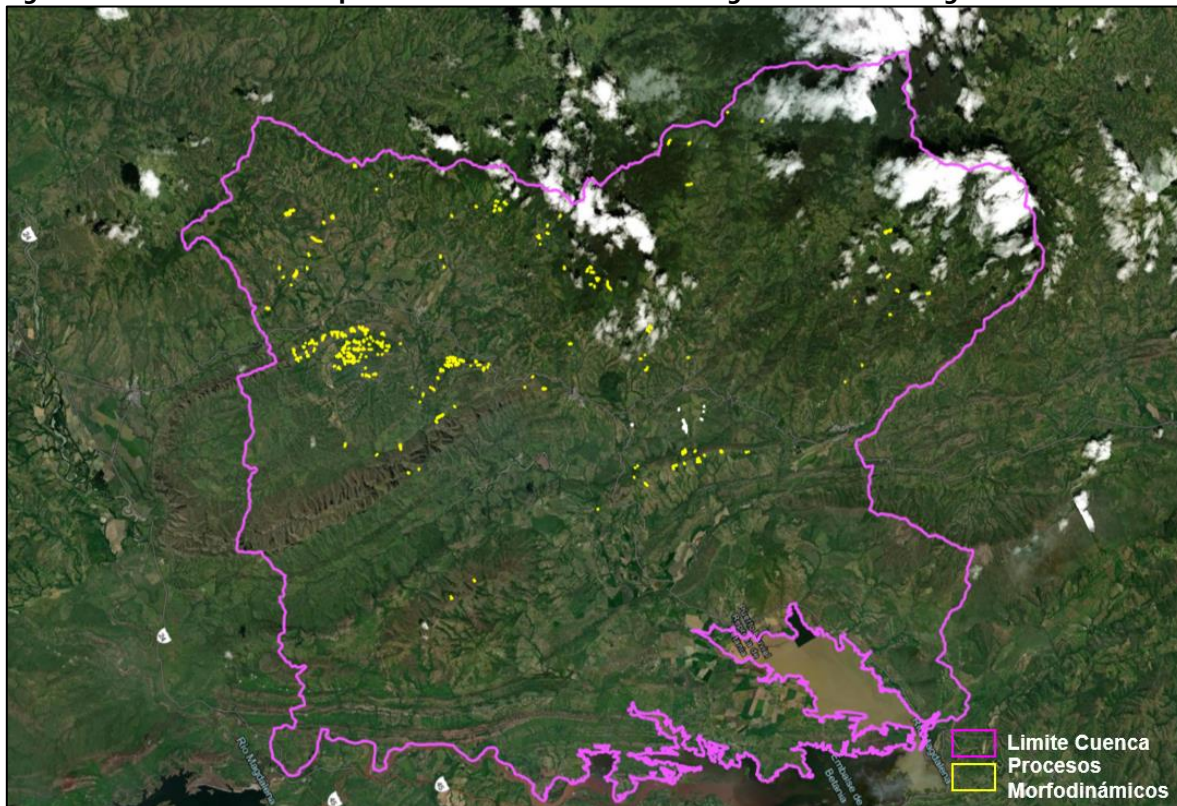
la construcción de vías de comunicación y la utilización de sistemas de explotación agropecuarios inadecuados, entre otros, que se han resultado en ruptura del equilibrio entre el suelo, la vegetación, el agua y el viento (Bahamón y Gaitán, 1981, en Cornare, 2009).

El inventario de procesos morfodinámicos en la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará es una herramienta que nos permite conocer la ocurrencia de movimiento en masa y definir las características más importantes, como lo son fecha de ocurrencia, localización, dimensión, tipo de ruptura, factores condicionantes a la ocurrencia, factores detonantes, forma, dimensiones, dinámica del movimiento, magnitud e intensidad de afectación.

En el área de estudio se elaboró un análisis multitemporal con una temporalidad de 10 años, con registro de interpretación en los años 2011, 2013 y 2021, en el software google earth pro. En el análisis realizado en el año 2011 se identificaron 337 eventos por movimientos en masa (ver Figura 3.44), observados en las zonas occidente de la Cuenca de Yaguará en los municipios de Teruel, Iquira y Tesalia, principalmente es este último municipio sobre las formaciones sedimentarias ubicada en el flanco occidental del sinclinal de Tesalia, en las que se identifican las formaciones Seca, Bache, Tesalia, Potrerillo, y Doima; hacia la parte más suroeste de la cuenca se identifican movimientos en masas sobre las Formaciones de Caballo y Hondita-Loma Gorda, así como en el Batolito de Ibagué y la Formación Saldaña. La ocurrencia de estos movimientos en masa se relaciona directamente con el impacto generado por El Fenómeno de La Niña, debido a estos eventos extremos de lluvias se detonaron el alto volumen de estos procesos morfodinámicos sumado a las condiciones del terreno y sus estructuras geológicas.



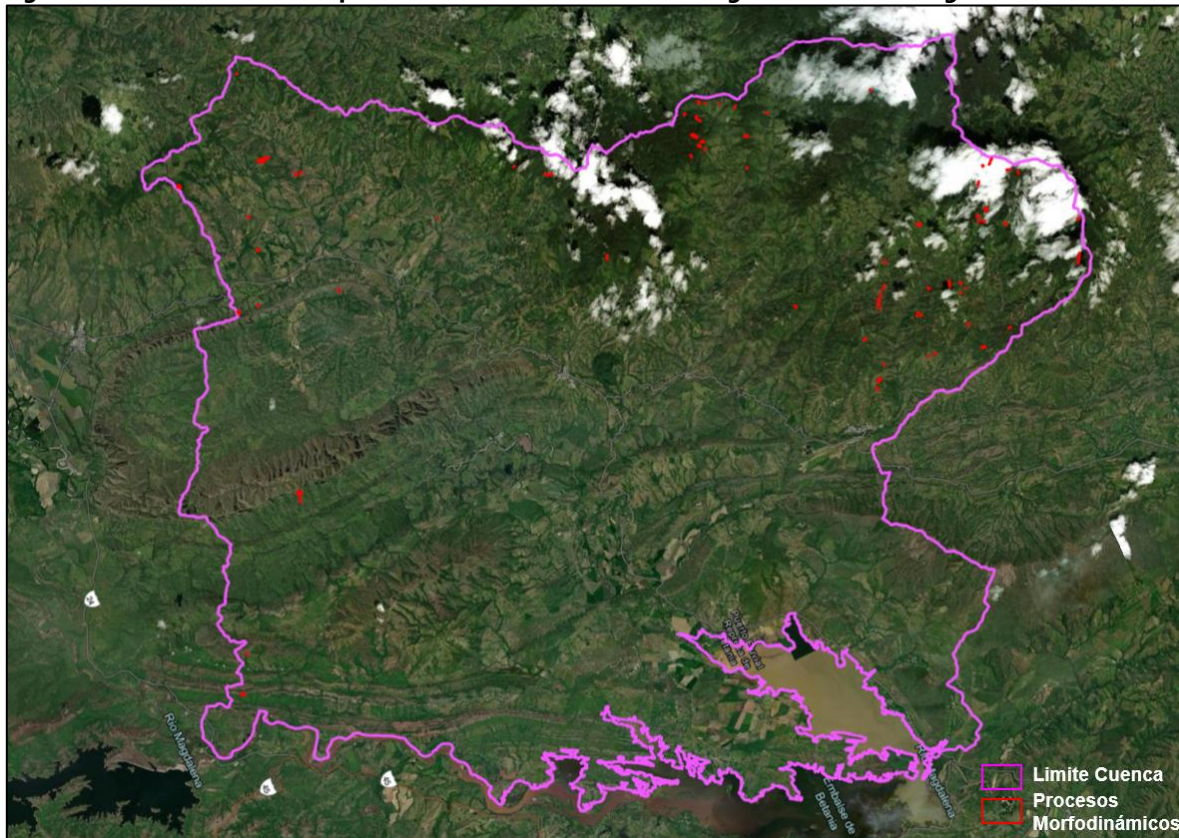
**Figura 3.44. Análisis multitemporal año 2011 en la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022. Tomado y modificado de Google Earth 2023.

El análisis realizado en el año 2013 se identificaron 90 eventos por movimientos en masa (ver Figura 3.45), observados hacia el noroeste y suroeste de la Cuenca, principalmente en el municipio de Teruel sobre la Formación del Batolito de Ibagué; gran parte de los eventos identificados se ubican en laderas con influencia de cortes o vías y en la parte alta sobre la geoforma de la sierra denudada como acción de los procesos erosivos y la condiciones geológicas propias del terreno, donde se identificaron litologías como granitos y mozogranitos. Se observaron en menor proporción movimientos en masa hacia el suroeste de la Cuenca sobre la Formación Caballo, Hondita-Loma Gorda y Seca, relacionadas a movimientos traslacionales dentro de las laderas.

**Figura 3.45. Análisis multitemporal año 2013 en la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará**

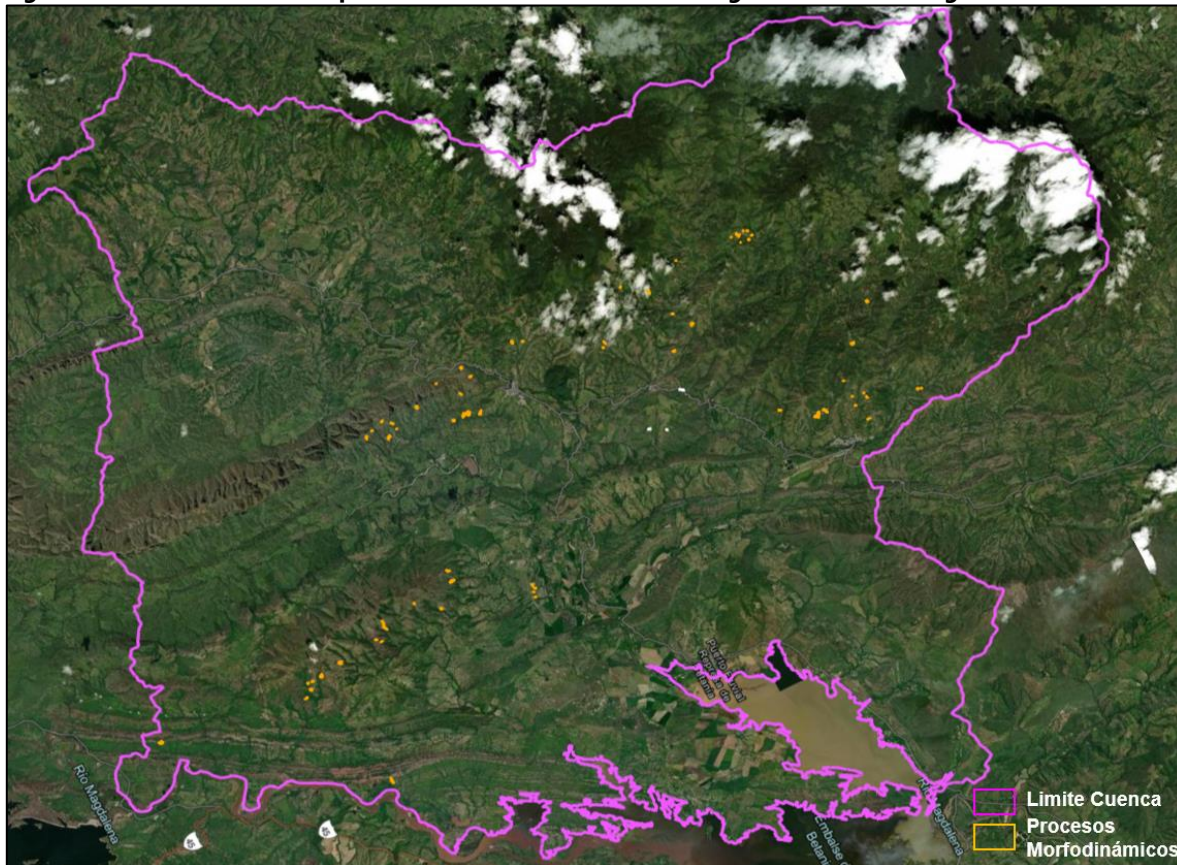


Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022. Tomado y modificado de Google Earth 2023.

El análisis realizado en el año 2021 identificó 85 eventos por movimiento en masa (ver Figura 3.46), ubicados en su mayoría sobre el municipio de Teruel e Iquira, el primero sobre el Batolito de Ibagué y la Formación Saldaña y el segundo sobre la Formación Tesalia, Palermo y Bache sobre el flanco este del sinclinal de Tesalia. Los movimientos observados en las formaciones sedimentaria de la Cuenca se relacionan con procesos erosivos y detonados por lluvias principalmente movimientos en masa traslacionales; los movimientos identificados en el municipio de Teruel sobre las formaciones ígneas la mayoría se relaciona a corte y movimientos traslacional en vías, así como flujos en las partes altas de las laderas.



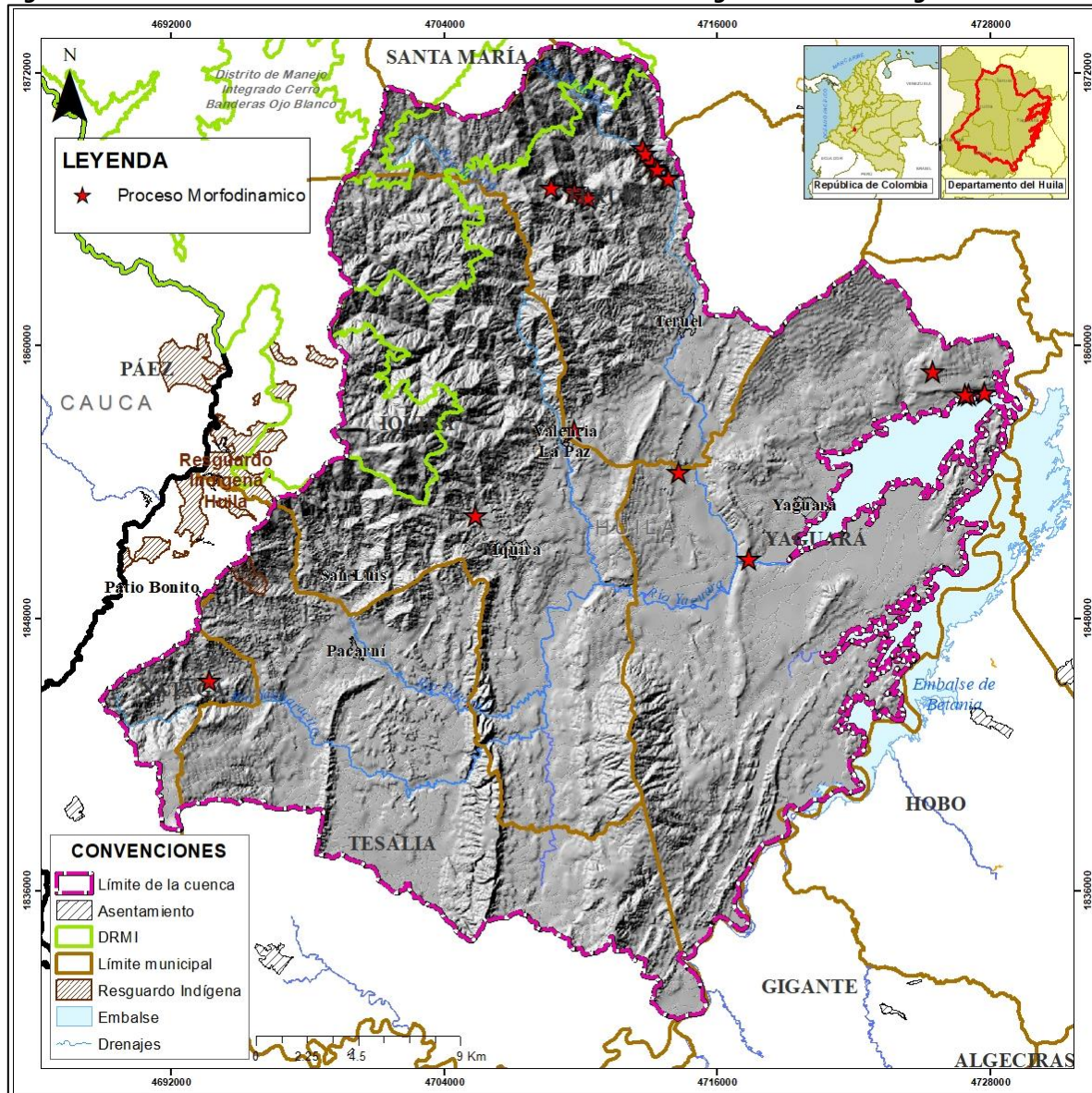
**Figura 3.46. Análisis multitemporal año 2021 en la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022. Tomado y modificado de Google Earth 2023.

En los recorridos realizados por el área de la cuenca se realizó toma de información de los procesos morfodinámicos (ver Figura 3.47 y **Anexo 2**), donde se observa que estos procesos se encuentran asociados a mal manejo de aguas de escorrentías, intervención antrópica para la construcción de vías de comunicación y actividad agropecuarias inadecuadas, lo que permite una pérdida en las condiciones del terreno y aumenta el grado de meteorización en las unidades geológicas aflorantes en la cuenca. Dentro de los procesos morfodinámicos cartografiado en la cuenca se encontraron procesos de caídas de rocas, deslizamiento traslacional, deslizamientos rotacionales, flujos de detritos y reptaciones continuas.

Figura 3.47. Procesos Morfodinámicos en el área de la Cuenca Hidrográfica de la Río Yaguará.



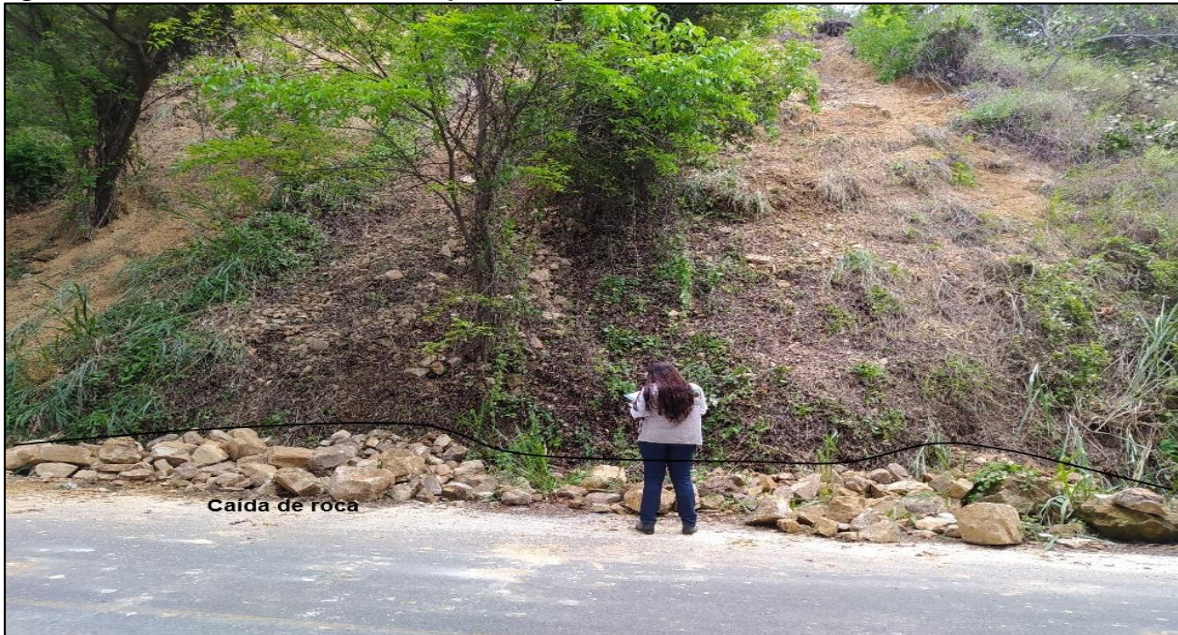
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

### 3.1.3.5.1. Caída de rocas

Las caídas de rocas son los movimientos en caída libre de rocas, originados principalmente por el desprendimiento del material en una superficie inclinada, resultado del intemperismo, la velocidad de estos movimientos puede ser rápida o extremadamente rápida (Alcántara, 2000). Las caídas de rocas identificadas en el área de la Cuenca de Yaguará, se evidencia sobre la vía nacional Neiva – Yaguará sobre algunas formaciones sedimentarias, y sobre las vías municipales que comunican Iquira con Teruel y sus veredas principalmente, estas se relacionan con el alto estado de meteorización que sufren las unidades aflorantes y la disposición estructural de estas formaciones en esta zona de la Cuenca.



**Figura 3.48. Caída de rocas en el Municipio de Yaguará. N: 1857847, E: 4727065.**



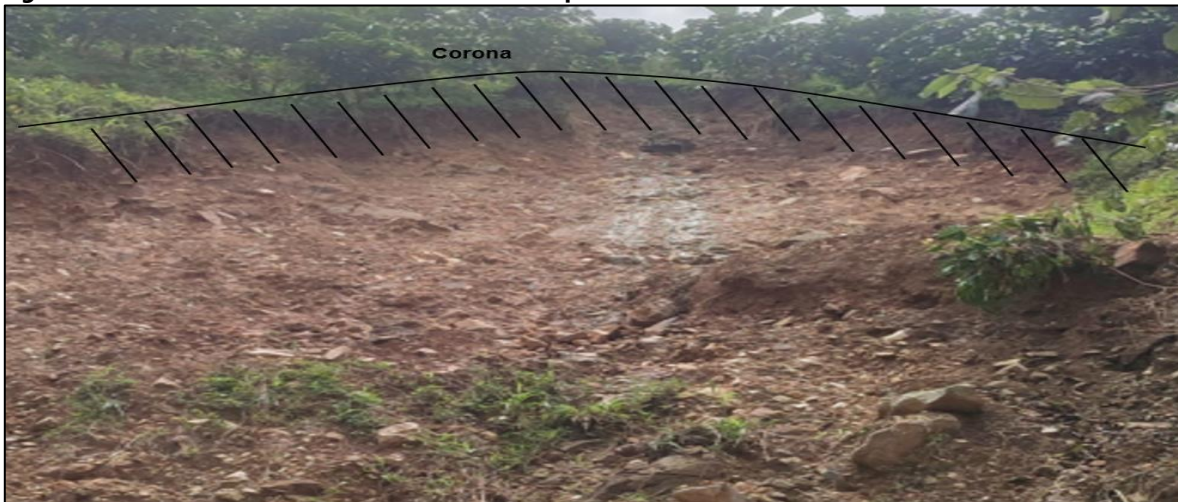
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### **3.1.3.5.2. Deslizamiento rotacional**

Los deslizamientos rotacionales, son desplazamientos de material a lo largo de una superficie de falla formada de manera curva y cuyo centro de giro se encuentra por encima del centro de gravedad del cuerpo del movimiento. Estos movimientos generan un área superior de hundimiento producido en la parte superior del deslizamiento y un área de acumulación de material en la parte inferior por debajo del pie del deslizamiento. Dentro del área de la Cuenca estos deslizamientos de producen la parte alta, en las veredas de Pedernal, Corrales, Sinaí, Gualpi, Portachuelo, La Floresta, La Mina, La María, Primavera, San Isidro, originados por procesos antrópicos inadecuados sobre las laderas, detonados por lluvias principalmente donde afloran rocas de la Formación Saldaña y el Batolito de Ibagué.



**Figura 3.49. Deslizamiento rotacional en el Municipio de Teruel. N: 1868665, E: 4712765.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

### 3.1.3.5.3. *eslizamiento traslacional*

Los deslizamientos traslacionales, son desplazamientos de material a lo largo de una superficie de falla formada de manera plana a ligeramente ondulada, con poca rotación o volteo. En la Cuenca estos procesos se localizan la zona alta y media de la Cuenca, principalmente sobre las laderas de las vías de las veredas de Pedernal, Sinaí, Gualpi, Portachuelo, La Floresta, La Mina, La María, Primavera, San Isidro.

**Figura 3.50. Deslizamiento traslacional en el Municipio de Teruel. N: 1867357, E: 4713892.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



#### **3.1.3.5.4. Flujo de detritos**

Los flujos de detritos son movimientos de bloques de rocas embebidos en masa de suelo, que se desliza sobre una superficie de falla. Estos movimientos lentos o rápidos, húmedos, compuesto por roca y suelos. En el área de la Cuenca los flujos se observan en la vía La Mina, en la vereda La María y la vereda Upar en el municipio de Yaguará.

**Figura 3.51. Flujo de detritos en la vereda Upar - Municipio de Yaguará. N: 1858839, E: 4725484.**

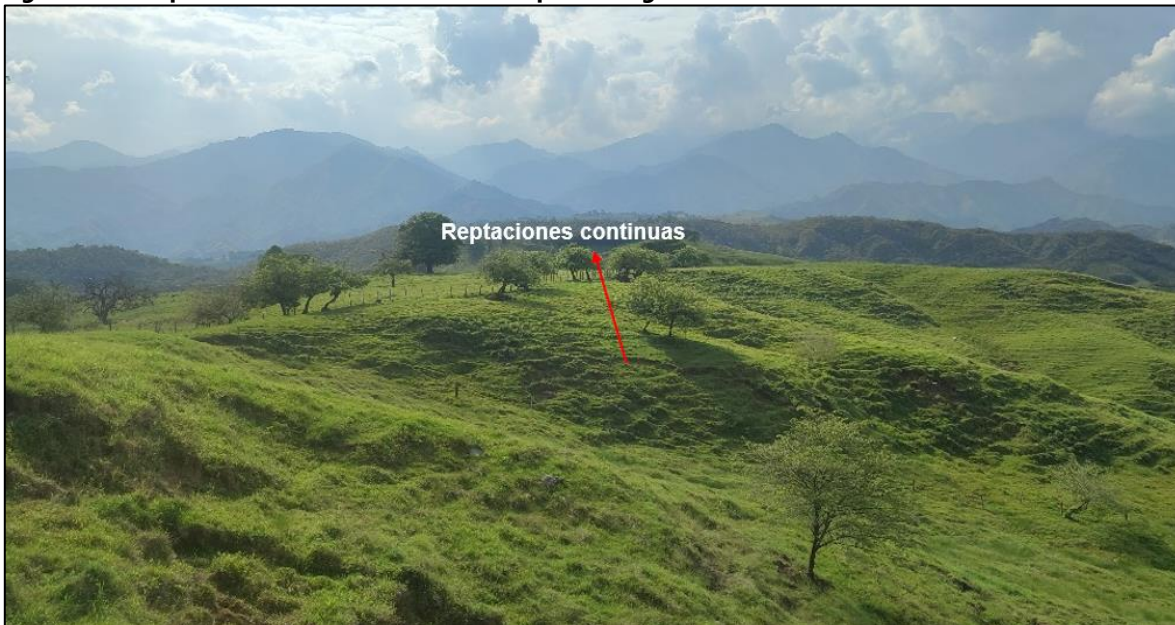


Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### **3.1.3.5.5. Reptaciones**

Las reptaciones son movimientos lentos superficiales, sin superficie de falla definida, afectando grandes áreas del terreno, atribuido por alteraciones climáticas relacionado con procesos de hundimiento y secado en suelo, usualmente blandos. En la Cuenca de Yaguará, las reptaciones se observan en gran parte del área de estudio, se evidencia en la vereda Almorzadero.

**Figura 3.52. Reptaciones continuas en el municipio de Yaguará. N: 1860953, E:4717602.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

### 3.1.4. Conclusiones

- La cuenca esta conformada por geoformas de ambientes denudacional, fluvial, estructural, volcánico y antropogénico.
- Hacia las zonas alta de la cuenca se observan zonas mas susceptibles a caidad de rocas debido a la litología presentes en esta área conformada por el Batolito de Ibague, mientras que en las zonas medias de la cuenca y sobre todo en los sectores compuesto por rocas sedimentarias, son susceptibles a deslizamientos. Las partes bajas está expuesta a procesos de socavación e inundaciones de los grandes ríos que conformas la cuenca.
- Según lo osbservado en campo los procesos de inestabilidad presentes en el área de la cuenca estan relacionados al mal manejo de la aguas de escorrentía, intervención antrópica para la construcción de vías de comunicación y actividad agropecuarias inadecuadas, lo que permite una perdida en las condiciones del terreno y aumenta el grado de meteorización en las unidades geológicas aflorantes en la cuenca, sumado con las condiciones morfometricas de las laderas como las pendientes, favoreciendo el desarrolla de estos procesos en el área de la cuenca.
- Se elaboró un análisis multitemporal con una temporalidad de 10 años, con registro de interpretación en los años 2011, 2013 y 2021, identificando 512 procesos de inestabilidad localizados en la zona alta y media de la cuenca.



### **3.2. Geomorfología Con Fines Edafológicos**

Las características de la superficie terrestre, los relieves y modelados observados actualmente son el resultado de la interacción, configurando el marco en el que se desarrolla el recurso suelo. A continuación, se presentan los aspectos relacionados a las geoformas identificadas para la Cuenca Hidrográfica del Río Yaguará; cuya delimitación es un aspecto fundamental para el análisis de la capacidad de uso del suelo. En la parte final del documento, en la Tabla 3.9 se sintetizan las características de las unidades geomorfológicas identificadas con fines edafológicos.

#### **3.2.1. Metodología**

Esta metodología corresponde al sistema de clasificación geomorfológica aplicado a levantamientos de suelos, definido por el IGAC (2018), cuyo enfoque, integra las formas de los relieves y modelados con la formación de los suelos; proponiendo una taxonomía de las formas de tipo jerárquico que se usa a diversos niveles categóricos de acuerdo a la escala de trabajo.

##### **3.2.1.1. Niveles categóricos**

El sistema abarca cinco niveles: paisaje geomorfológico, ambiente morfogenético, tipo de relieve (incluye los modelados), material geológico y forma del terreno, los cuales corresponden a cada categoría y permiten caracterizar la corteza terrestre desde la visión general a la detallada (IGAC, 2018), en la Tabla 3.3 se sintetizan las categorías.

##### **3.2.1.2. Paisaje geomorfológico**

El paisaje geomorfológico es definido como una amplia porción de terreno que corresponde a una repetición de uno o varios tipos de relieve genéticamente relacionados, o a una repetición de varios tipos de relieve de diferente génesis (IGAC, 2018). Los paisajes geomorfológicos pueden ser: Altiplanicie, Piedemonte, Lomerío, Planicie, Montaña, Valle, Peneplanicie.

##### **3.2.1.3. Ambiente Morfogenético**

El ambiente morfogenético es definido como un tipo general de medio biofísico, originado y controlado por un estilo de geodinámica dada, tanto interna como externa de la tierra, o por una combinación de ellas (Zinck, 2012); se diferencian los siguientes ambientes: estructural, deposicional, denudacional, disolucional y residual. Un paisaje puede contener uno o varios ambientes morfogenéticos, los cuales actuaron en la formación de los diferentes relieves (IGAC, 2018).

##### **3.2.1.4. Tipo de relieve**

El tipo de relieve es definido como el conjunto de formas que componen la superficie terrestre y son el resultado de la acción de las fuerzas internas y externas de la tierra (IGAC, 2018).

En esta categoría fueron consideradas las geoformas que resultan de una determinada combinación de la topografía y la estructura geológica, denominadas relieves, que son controladas mayormente por la geodinámica interna. Incluye también las geoformas que son determinadas por condiciones morfoclimáticas o procesos morfogenéticos específicos, denominados modelados, que son controlados principalmente por la geodinámica externa (IGAC, 2018).

### 3.2.1.5. **Material geológico**

El material geológico es definido como los materiales que dan origen a las formaciones superficiales que recubren la corteza terrestre, los cuales dependen de la naturaleza petrográfica de las rocas que sirven de sustrato a las geoformas y de los sedimentos que componen los depósitos no consolidados; e inciden en la formación y desarrollo de los suelos (IGAC, 2018).

### 3.2.1.6. **Forma de terreno**

La forma de terreno es definida como la unidad geomorfológica elemental determinada principalmente por los contrastes morfológicos y morfométricos, que relacionan el tipo de material o la disposición estructural de estos con la correspondiente topografía del terreno (Carvajal, 2012; citado por IGAC, 2018). es el nivel inferior de la estructura de clasificación geomorfológica y la unidad de tipo relieve se puede considerar que está representada por un conjunto de unidades geomorfológicas elementales, que son definidas principalmente por la posición dentro de la unidad o por la topografía dominante (IGAC, 2018).

**Tabla 3.3. Sistema de clasificación de las unidades geomorfológicas aplicado a los levantamientos de suelos**

NIVEL	CATEGORÍA	DEFINICIÓN ABREVIADA
5	Paisaje geomorfológico	Amplia porción de terreno caracterizada por la repetición de tipos de relieve
4	Ambiente morfogenético	Tipo general de medio biofísico originado y controlado por la geodinámica
3	Tipo de relieve	Forma que compone la superficie terrestre
2	Material geológico	Material que da origen a las formaciones superficiales que recubren la corteza terrestre
1	Forma de terreno	Unidad geomorfológica elemental determinada por los contrastes morfológicos y morfométricos dominantes

Fuente: IGAC, 2018

### 3.2.1.7. **Descripción de atributos**

Los atributos que considera esta metodología, se refieren a características morfográficas, morfocronológicas, morfogenéticas y morfométricas (IGAC, 2018), en la descripción de las unidades se presentan sus respectivos atributos (ver Tabla 3.4).



### 3.2.1.7.1. Atributos morfográficos

Los atributos morfográficos describen la geometría de las geoformas en términos topográficos y planimétricos (Zinck, 1987), ver Tabla 3.4. Al considerar la topografía, son definidos por el perfil de la misma para las unidades de tipo de relieve y forma de terreno (IGAC, 2018). Se tienen en cuenta las siguientes características:

- Perfil de la topografía: plano, cóncavo, convexo, convexo-cóncavo, convexo-rectilíneo-cóncavo, ondulado, rectilíneo, con peldaños intermedios, con afloramientos rocosos, con escarpe rocoso, asimétrico e irregular.
- Configuración de la geoforma: estrecho, ancho, alargado, anular, ovalado/elíptico, redondeado, triangular e irregular.
- Contorno de la geoforma: rectilíneo, arqueado, sinuoso, lobulado, denticulado, digitado e irregular.
- Forma de la cima: aguda, dentada, plana, redondeada, convexa amplia y convexa plana.
- Forma de la pendiente: recta, convexa, cóncava, compleja e irregular.
- Grado de disección: no disectado, ligeramente disectado, moderadamente disectado y fuertemente disectado.

**Tabla 3.4. Atributos morfográficos**

Perfil de la topografía	Configuración de la geoforma	Contorno de la geoforma	Forma de la cima	Grado de disección	Forma de la pendiente
Plano	Estrecho	Rectilíneo	Aguda	No disectado	Recta
Cóncavo	Ancho	Arqueado	Dentada	Ligeramente disectado	Convexa
Convexo	Alargado	Sinuoso	Plana	Moderadamente disectado	Cóncava
Convexo-cóncavo	Anular	Lobulado	Redondeada	Fuertemente disectado	Compleja
Convexo-rectilíneo-cóncavo	Ovalado/Elíptico	Denticulado	Convexa amplia		Irregular
Ondulado	Redondeado	Digitado	Convexa plana		
Rectilíneo	Triangular	Irregular			
Con peldaños intermedios	Irregular				
Con afloramientos rocosos					
Con escarpe rocoso					
Asimétrico					
Irregular					

Fuente: IGAC, 2018.

### 3.2.1.7.2. Atributos morfocronológicos

Los atributos morfocronológicos se refieren a la historia de las geoformas, su datación (relativa y/o absoluta) y evolución, es decir que considera los cambios posteriores a la conformación de las geoformas. En la Tabla 3.5 se describen estos atributos:

- Grado de alteración de la roca: poco, mediano y fuerte.
- Consistencia de la roca: dura, semidura y blanda.

**Tabla 3.5. Atributos morfocronológicos**

Grado de alteración de la roca		Consistencia de la roca	
Poco	Material fresco	Dura	Rompe difícilmente con el martillo
Mediano	Señales avanzadas de meteorización	Semidura	Rompe fácilmente con el martillo
Fuerte	Muy meteorizado (aún con estructura de roca)	Blanda	Rompe fácilmente con la pala

Fuente: IGAC, 2018.

### 3.2.1.7.3. Atributos morfogenéticos

Se asocia con la granulometría (tamaño de las partículas en sedimentos), permite determinar los procesos que operan (deposicionales, de meteorización o de formación de suelos) en las geoformas. Ver Tabla 3.6.

- Tamaño de las partículas: canto rodado, guijo, guijarro, gránulo, arena muy gruesa, arena gruesa, arena media, arena fina, arena muy fina, limo grueso, limo medio, limo fino, limo muy fino y arcilla.
- Grupo textural de las partículas en sedimentos: gruesa, media y fina

**Tabla 3.6. Atributos morfogenéticos**

Tamaño de las partículas			Grupo textural de las partículas		
Diámetro (mm)	Nombre	Tipo sedimento	Diámetro (mm)	Tipo	Clase textural
> 256	Canto rodado	Bloque	Mayor a 256	Bloque	Gruesa
16 – 256	Guijo	Grava	256 – 2	Grava	
4 – 16	Guijarro		2 – 0,063	Arena	Media
2 – 4	Gránulo		0,063 – 0,0039	Limo	Fina
1 – 2	Arena muy gruesa	Arena	Menor a 0,0039	Lodo	
0,5 – 1	Arena gruesa				
0,25 – 0,5	Arena media				
0,125 – 0,25	Arena fina				
0,063 – 0,125	Arena muy fina				
0,031 – 0,063	Limo Grueso	Limo			
0,0156 – 0,031	Limo medio				
0,0078 – 0,0156	Limo fino				
0,0039 – 0,0078	Limo muy fino				

< 0,0039	Arcilla	Lodo
----------	---------	------

Fuente: IGAC, 2018.

### 3.2.1.7.4. Atributos morfométricos

- Forma de la topografía de la unidad paisaje: plano o casi plano, ondulado, fuertemente ondulado, colinoso, fuertemente disectado, montañoso.
- Longitud de la ladera: muy corta (<50 m), corta (51-250 m), moderada (251-500 m), larga (501-1000 m), muy larga (1001-2500 m) y extremadamente larga (>2500 m).
- Clases de pendiente simple: plano (0 - 1 %), ligeramente plano (1 - 3 %), ligeramente inclinado (3 - 7 %), moderadamente inclinado (7 - 12 %), fuertemente inclinado (12 - 25 %), moderadamente escarpado (25 - 50 %), escarpado (50 - 75 %) y muy escarpado (> 75 %).

**Tabla 3.7. Atributos morfométricos**

Forma de la topografía de la unidad paisaje			Longitud de la ladera		Clases de pendiente simple	
Clase	Pendiente %	Amplitud del relieve	Longitud (m)	Descripción	Descripción	Pendiente %
Plano o casi plano	0-2	Muy baja	< 50	Muy corta	Plano	0 - 1 %
Ondulado	2-8	Baja	51 - 250	Corta	Ligeramente plano	1 - 3 %
Fuertemente ondulado	8-16	Baja	251 - 500	Moderada	Ligeramente inclinado	3 - 7 %
Colinoso	16-30	Moderada	501 - 1000	Larga	Moderadamente inclinado	7 - 12 %
Fuertemente disectado	>30	Moderada	1001 - 2500	Muy larga	Fuertemente inclinado	12 - 25 %
Montañoso	>30	Alta	> 2500	Extremadamente larga	Moderadamente escarpado	25 - 50 %
					Escarpado	50 - 75 %
					Muy escarpado	> 75 %

Fuente: IGAC, 2018.

### 3.2.1.8. Insumos

Los insumos que sustentan la interpretación geomorfológica corresponden al mosaico con resolución de 1 m suministrado por la Corporación, mosaico Sentinel con resolución 10m, DEM ALOS-Palsar con resolución de 12,5 m y sus productos derivados (mapa de sombras y mapa de pendientes), las planchas geológicas a escala 1:100.000 del Servicio Geológico Colombiano y la cartografía base a escala 1:25.000. En la Tabla 3.8 y Figura 3.53 se relacionan los insumos empleados.

**Tabla 3.8. Descripción de los insumos**

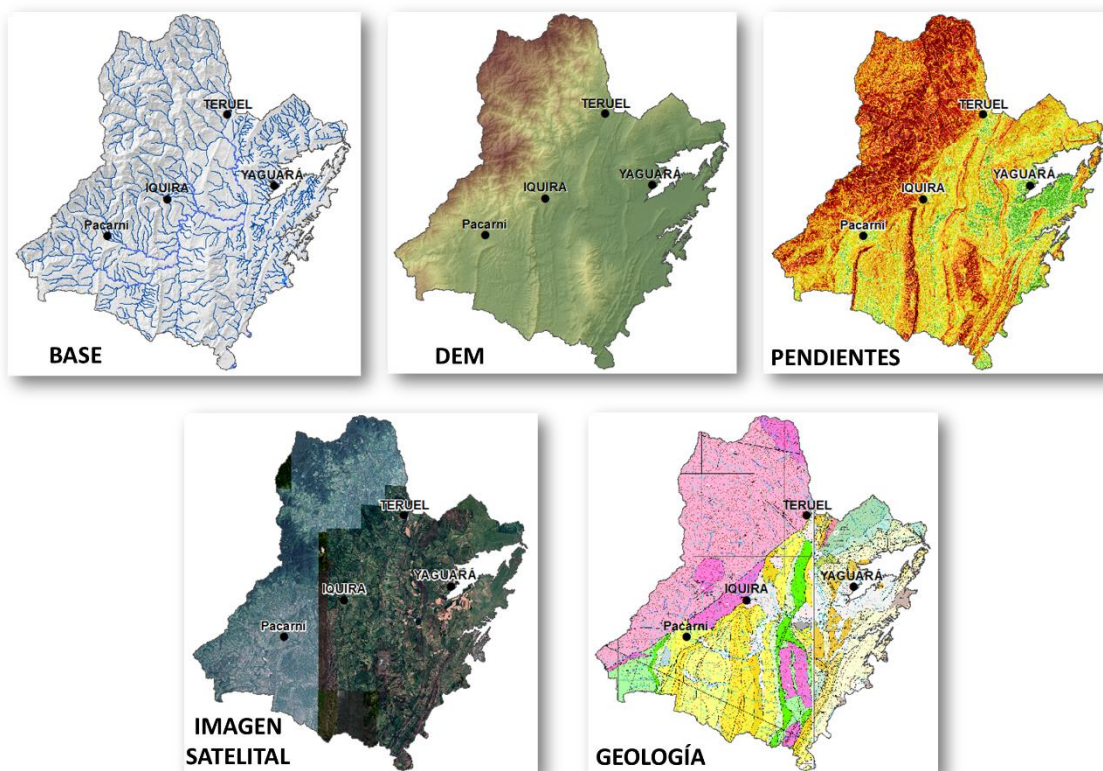
Producto	Descripción	Fecha	Fuente
Mosaico	Mosaico en formato .sid	No se indica fecha	Copernicus Sentinel Data <a href="http://www.asf.alaska.edu">www.asf.alaska.edu</a>



Mosaico Sentinel	L1C_T18NVH_A036773_20220707 T153057L1C_T18NVH_A036773_20220707T153057 L1C_T18NVJ_A036773_20220707T153057L1C_T18NVJ_A036773_20220707T153057	Julio 07 de 2022	Copernicus Sentinel Data <a href="http://www.asf.alaska.edu">www.asf.alaska.edu</a>
ALOS PALSAR RTC	AP_24347_FBD_F0040_RT1 AP_27279_FBS_F0030_RT1 AP_27373_FBS_F3560_RT1	Agosto 20 de 2010 Marzo 9 de 2011 Marzo 15 de 2011	ASF DAAC <a href="http://www.asf.alaska.edu">www.asf.alaska.edu</a>
Planchas geológicas 1:100.000	322 Santa María 323 Neiva 344 Tesalia 345 Campoalegre	1999 1998 2006 2000	Servicio Geológico Colombiano <a href="http://www.sgc.gov.co">www.sgc.gov.co</a>
Cartografía básica 25K	GDB	Descargada el 30 de julio de 2022	Instituto Geográfico Agustín Codazzi <a href="http://www.igac.gov.co">www.igac.gov.co</a>

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 3.53. Insumos para la interpretación geomorfológica**

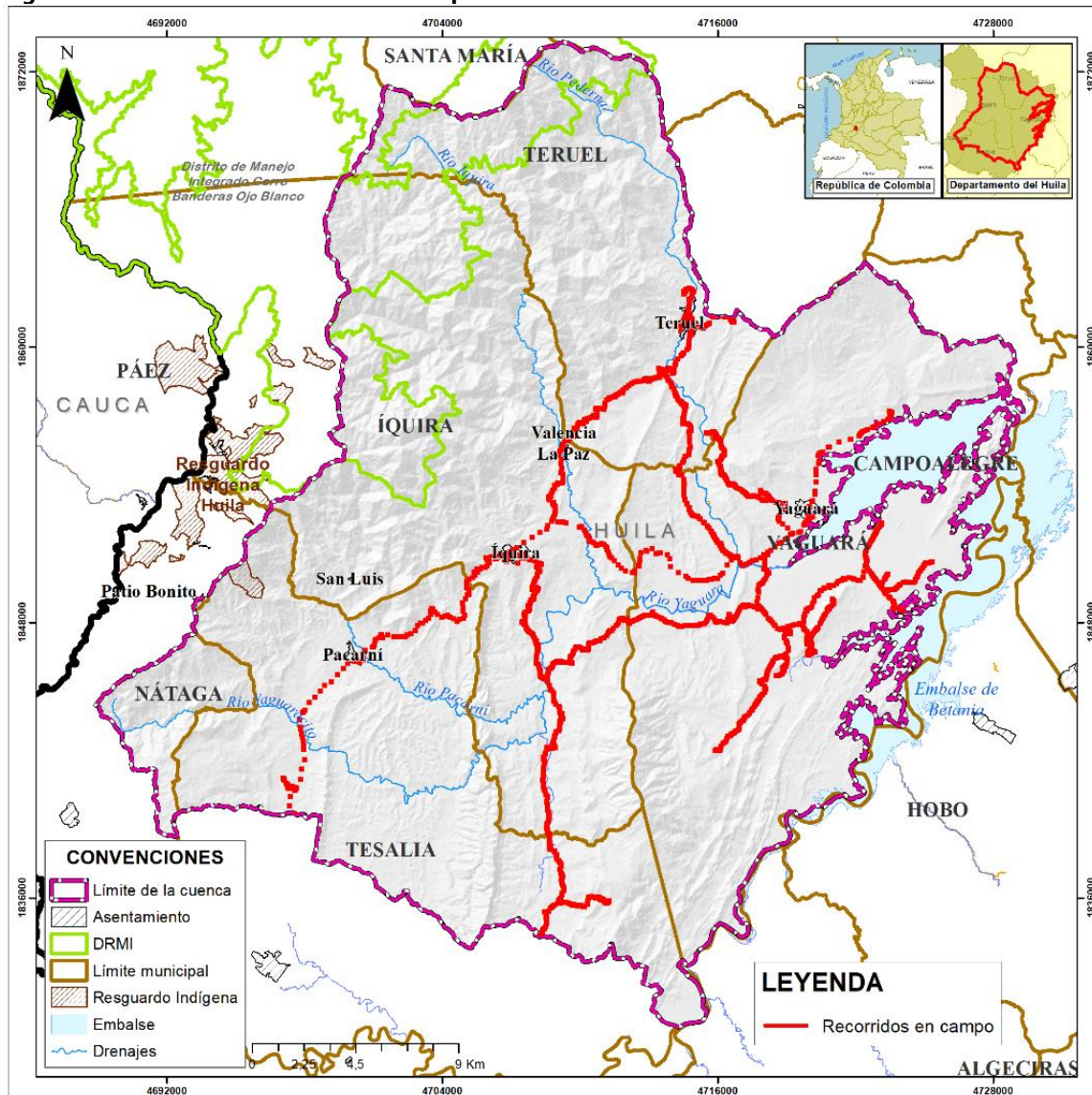


Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

### 3.2.1.9. Procedimiento

El proceso de la interpretación geomorfológica con fines edafológicos, se desarrolla ejecutando 3 actividades fundamentales: Primero, considerando la información secundaria de geología y geomorfología, el DEM y la cartografía base, se inicia la interpretación preliminar. Segundo, se realizó la validación de las unidades geomorfológicas en campo, entre el 14 y 18 de abril de 2023, en la Figura 3.54 se presentan los recorridos realizados. En tercer lugar, se realizan los ajustes a la capa de geomorfología y se elabora el informe técnico.

**Figura 3.54. Recorridos realizados en campo**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



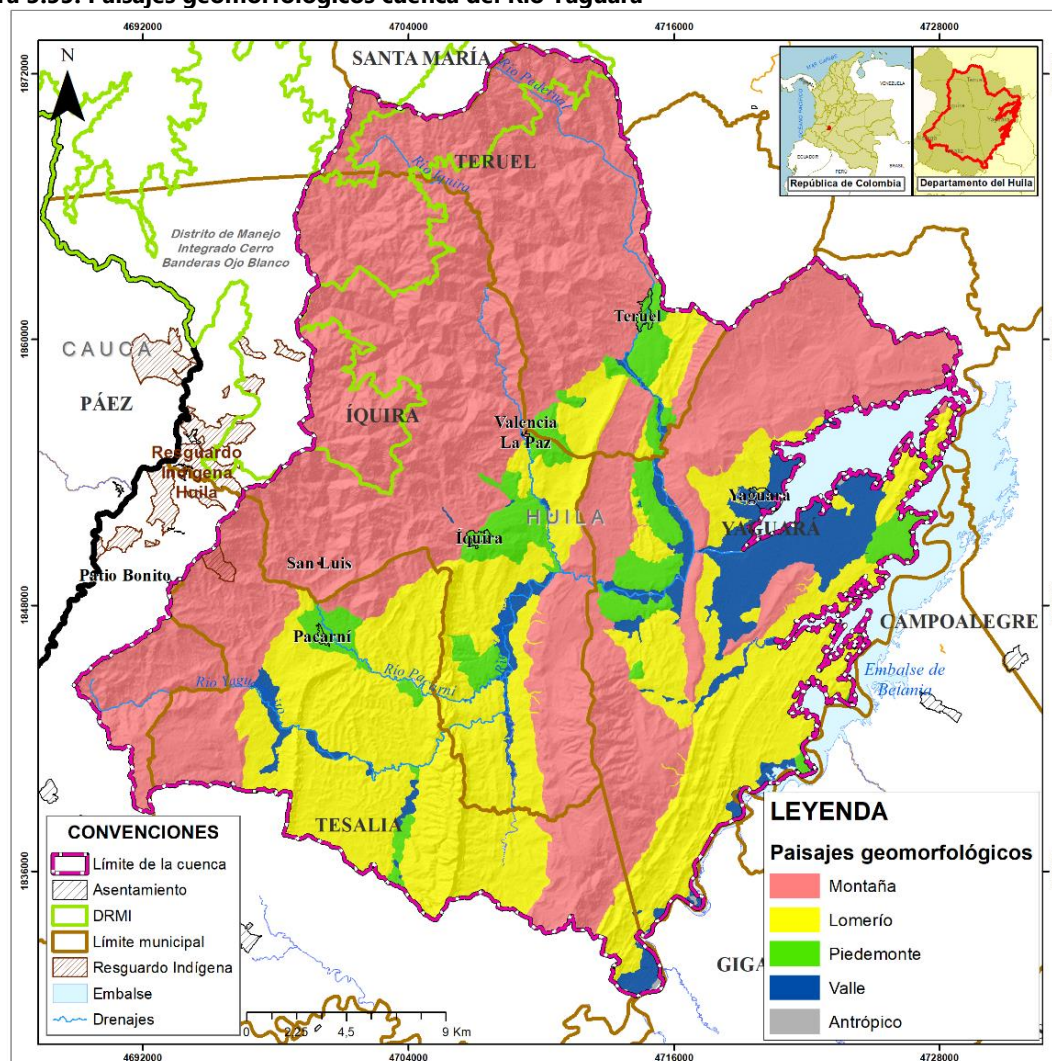
### 3.2.2. Caracterización de Unidades Geomorfológicas

Para la cuenca del río Yaguará se identificaron cinco niveles jerárquicos, paisaje geomorfológico, ambiente morfogenético, relieve y/o modelado, litología y formas del terreno. En la Tabla 3.9 se presenta la síntesis para las unidades geomorfológicas y en el mapa anexo, la distribución de las mismas.

#### 3.2.2.1. Paisajes Geomorfológicos

El paisaje geomorfológico es definido como una amplia porción de terreno que corresponde a una repetición de uno o varios tipos de relieve genéticamente relacionados, o a una repetición de varios tipos de relieve de diferente génesis (IGAC, 2018). En la cuenca del Río Yaguará se identificaron cuatro paisajes geomorfológicos: montaña, lomerío, piedemonte y valle, descritos a continuación (ver Figura 3.55).

**Figura 3.55. Paisajes geomorfológicos cuenca del Río Yaguará**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



### 3.2.2.1.1. Paisaje de Montaña

El paisaje de montaña cubre el 59% del área total de la cuenca, se caracteriza por presentar una superficie elevada con topografía fuertemente quebrada, constituida por rocas ígneas del Jurásico, sedimentarias del Cretácico, Paleógeno y Neógeno y, depósitos fluvio-volcánicos antiguos, coluvio-aluviales y aluviales recientes; los relieves desde los 600 msnm y 3260 msnm.

Este paisaje se asocia a la actividad ígnea durante el Jurásico y a la posterior sedimentación que con la influencia tectónica y el levantamiento de la corteza terrestre, se configuró un fuerte control estructural, encontrándose fallas de La Plata, Pacarní, la Hocha, Yaguará, Betania y Pedernal; como consecuencia del levantamiento, la incisión del drenaje ha configurado valles en "V" con laderas escarpadas, lo que sumado a las características litológicas y las modificaciones en la cobertura vegetal se propician los procesos erosionales y la remoción de materiales detonados por agentes hidrogravitatorios.

Dadas estas características, para el paisaje de montaña se identificaron tres ambientes morfogenéticos: estructural, denudacional y deposicional. El IGAC (2018) los define de la siguiente manera: el ambiente estructural, se refiere a un medio biofísico controlado principalmente por la geodinámica interna de la tierra a través de los movimientos tectónicos (procesos de basculamiento, fallamiento, plegamiento y corrimiento de rocas, entre otros) o del vulcanismo.

El ambiente denudacional, corresponde al medio biofísico controlado principalmente por procesos de meteorización, erosión y remoción de materiales por agentes como el agua, el viento, el hielo y la gravedad. Por último, el ambiente deposicional, medio biofísico caracterizado por la deposición de materiales detríticos, solubles, y/o biogénicos, transportados por el agua, el viento, el hielo o la gravedad. A continuación, se describen los tipos de relieves, materiales geológicos y formas del terreno identificadas para cada ambiente.

#### ❖ *Ambiente morfogenético estructural*

En el área de la cuenca del Río Yaguará, se encuentra la Falla de La Plata con orientación NW-SE, que marca grandes diferencias topográficas, entre la zona montañosa de la franja occidental y el centro de la cuenca, de igual manera, se tiene las fallas La Hocha y Betania que configuraron la saliente topográfica del Cerro La Hocha. Las fallas Yaguará y Betania también favorecieron la conformación de pequeñas salientes estructurales cerca al Embalse de Betania y el valle del Río Magdalena. En general, el cauce del río Yaguará presentan una dirección W-E, lo que indica que el cauce es anterior al levantamiento de la cordillera y con la competencia suficiente para erosionar los materiales, conformando la "garganta" en el sector Santa Marta y Hacienda La Floresta, por la vía Iquira-Yaguará; de la misma manera ocurre con el río Pedernal en el sector Alemania (al sur de Turiel). El SGC (1985) identifica

en la cuenca el anticlinal de La Hocha y pequeñas estructuras sinclinorias sin nombre asignado ubicados al centro de la cuenca.

Se definieron cuatro tipos de relieve en el ambiente estructural: espinazo, crestón, cuesta y filas y vigas.

➤ *Espinazo (ME)*

Superficie configurada en estratos de rocas sedimentarias con buzamiento entre 30 y 70 grados. El 1,07% del área total de la cuenca se encuentra en este tipo de relieve, en las veredas Jaguar, Vilu del municipio de Yaguará, Santa Lucía, El Chaparro, Limonar y Cucuana del municipio de Iquira, El Guamal, Piedra Gorda, Potrero Grande, Raspayucos, el Dave, Los Yuyos y Alto de la Hocha del municipio de Tesalia. El espinazo está compuesto por areniscas cuarzosas, lodolitas, lodolitas calcáreas, calizas y chert. Se identificaron dos formas del terreno: revés y frente.

- *Revés (MER)*

La superficie corresponde con el buzamiento del sustrato, se tienen pendientes irregulares desde moderadamente inclinadas hasta ligeramente escarpadas. Ver Figura 3.56.

- *Frente: (MEF)*

La superficie se encuentra en dirección opuesta a los estratos, la pendiente es rectilínea de moderada a fuertemente escarpadas.

**Figura 3.56. Revés de espinazo en paisaje de montaña**



Revés de espinazo. Vereda Alto de la Hocha, municipio de Tesalia.

Fotografía tomada el 15 de abril de 2023. Coordenadas 75°35'49,661"W 2°30'42,206"N

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

➤ *Crestón (MK)*

Geoforma configurada en estratos de rocas sedimentarias con buzamiento entre 10 y 30 grados. El 8,47% del área total de la cuenca se encuentra en este relieve, observándose en las veredas Upar, La Paz, El Viso, Jaguar, Flandes, Arenoso, Vilu, Alto de la Hocha del municipio de Yaguará, La Hocha, Santa Lucía, Santa Bárbara de Iquira, Piedra Gorda, Los Yuyos, El Moral de Tesalia. El crestón está compuesto por areniscas cuarzosas, lodolitas, lodolitas calcáreas, calizas y chert. El tipo de drenaje es dendrítico. Se identificaron tres formas del terreno: revés, resalto y frente.

- *Revés (MKR)*

La superficie corresponde con el buzamiento del sustrato, se tienen pendientes irregulares desde moderadamente inclinadas hasta ligeramente escarpadas.

- *Resalto (MKS)*

Saliente topográfica localizada en la base del crestón. La pendiente es convexa e irregular, de moderadamente inclinada a ligeramente escarpada.

- *Frente: (MKF)*

la superficie se encuentra en dirección opuesta a los estratos, la pendiente es rectilínea de moderada a fuertemente escarpada.

➤ *Cuesta (MC)*

Geoforma configurada en estratos de rocas sedimentarias con buzamiento menor de 10 grados. El 0,58% del área total de la cuenca está en esta categoría. Se observa en las veredas Jaguar y El Viso del municipio de Yaguará y el Dave y El Medio en Tesalia. El relieve de cuesta está compuesto por areniscas cuarzosas, lodolitas, lodolitas calcáreas, calizas y chert. El tipo de drenaje es dendrítico. Se identificaron dos formas del terreno: revés y frente

- *Revés (MCR)*

La superficie corresponde con el buzamiento del sustrato, se tienen pendientes convexo-cóncavas e irregulares desde ligeramente inclinadas a ligeramente escarpadas

- *Frente: (MCF)*

La superficie se encuentra en dirección opuesta a los estratos, la pendiente es rectilínea de moderada a fuertemente escarpada.

➤ *Filas y vigas (MF)*

Superficie elevada caracterizada por presentar crestas longitudinales alargadas y crestas transversales cortas, separadas por vallecitos coluvioaluviales. Representa el 22,81% del área total de la cuenca. Los materiales geológicos que se encuentran en este tipo de relieve corresponden a cuarzomonzodioritas, monzogranitos, granodioritas, tobas, areniscas tobáceas, limolitas tobáceas y lavas. El tipo de drenaje es dendrítico. Se identificó una forma del terreno: cima y ladera.

- *Cima y ladera (MFC)*

Las cimas son alargadas, angostas y agudas, mientras que las laderas son largas a muy largas con pendientes fuertemente inclinadas a fuertemente escarpadas, muy inestables.



❖ *Ambiente morfogenético denudacional*

El ambiente denudacional se configura por los procesos de meteorización del substrato, erosión por escurrimiento concentrado y movimientos en masa. En general, el drenaje es dendrítico. Se identificaron como tipos de relieve las lomas y, lomas y colinas.

➤ *Lomas (ML)*

Elevación natural de forma alargada, con cimas angostas convexas de pendientes moderadamente inclinadas y, laderas convexo-cóncavas, cortas a moderadas, de pendientes de moderadamente inclinadas a moderadamente escarpadas. El 20,07% del área de la cuenca se encuentra en este tipo de relieve. La unidad está compuesta por areniscas cuarzosas, lodolitas, lodolitas calcáreas, calizas, chert, cuarzomonzodioritas, monzogranitos, granodioritas, tobas, areniscas tobáceas, limolitas tobáceas y lavas. Se ubica en los municipios de Teruel, Iquira, Yaguará, Tesalia y Nataga. Se identificaron tres formas del terreno: cima, ladera y, cima y ladera.

- *Cima (MLC)*

Superficie alargada y angosta, de pendiente convexa, ligeramente ondulada con pendientes moderadamente inclinadas a fuertemente inclinadas.

- *Ladera: (MLL)*

Superficie rectilíneo-cóncava de forma compleja, longitud muy corta a corta y pendiente moderadamente inclinada a escarpada.

- *Cima y ladera (MLM)*

Superficie con cimas alargadas, angostas y agudas, laderas moderadas a muy cortas con pendientes fuertemente inclinadas a fuertemente escarpadas.

➤ *Lomas y colinas (MO)*

Tipo de relieve mixto de configuración alargada y/o semiredondeada, con cimas redondeadas y amplias y laderas de convexo-cóncavas a rectilíneas, cortas a moderadas, de pendientes de ligeramente inclinadas a moderadamente escarpadas. El 1,24% del área de la cuenca se encuentra en este tipo de relieve. La unidad está compuesta por areniscas, lodolitas calcáreas, calizas y chert. Se ubica en las veredas Letran, Upar y La Floresta del municipio de Yaguará y La Cañada del municipio de Teruel. Se identificó como forma del terreno la unidad de cima y ladera.

- *Cima y ladera (MLM)*

Superficie con cimas alargadas, angostas y agudas, laderas moderadas a muy cortas con pendientes fuertemente inclinadas a fuertemente escarpadas.

❖ *Ambiente morfogenético deposicional*

El ambiente morfogenético denudacional corresponde "al medio biofísico controlado por la deposición de materiales detríticos, solubles, y/o biogénicos, transportados por el agua, el viento, el hielo o la gravedad" (IGAC, 2018:53). Para la cuenca del río Yaguará, en el paisaje

de montaña se identificaron dos tipos de relieve, asociados a la sedimentación de detritos de origen coluvio-aluvial y aluvial: glacis de acumulación y vallecito.

➤ *Glacis de acumulación (MG)*

El glacis de acumulación corresponde a un tipo de modelado con pendientes cortas a moderadas, la topografía es de moderadamente inclinada a ligeramente escarpada. Está compuesto por materiales detríticos de poco diámetro y finos, dispuestos en la parte baja de las laderas que presentan procesos denudativos. Se identificó como forma del terreno, el cuerpo (MGU). Estos depósitos se encuentran distribuidos en toda la cuenca, por resolución espacial se cartografiaron en las veredas Letran, Upar, La Paz, Vilu, La Floresta en el municipio de Yaguará, Santa Lucía en Iquira, La Cañada en Teruel, Espinal y Los Yuyos en Tesalia.

➤ *Vallecito (MV)*

Este tipo de relieve corresponde a una incisión de configuración alargada y estrecha, intercalada entre dos áreas de relieve más alto y que tiene como eje una pequeña corriente de agua. Se forma por la combinación de procesos aluviales (transporte de materiales en el cauce) y coluviales (por los aportes laterales); por las pendientes topográficas de las laderas adyacentes, el potencial hidrogravitatorio del drenaje, propicia el comportamiento torrencial, con gran carga de sedimentos en los cauces permanentes. La pendiente topográfica varía de ligeramente inclinada a fuertemente inclinada, de forma plano-cóncava, presenta inundaciones como proceso morfodinámico. Se definió como forma del terreno la vega (MVV).

La unidad se encuentra distribuida en el 4,55% de la cuenca, se asocia con la dinámica coluvio-aluvial de los ríos Pederal, Iquira, San Francisco, Yaguaricito, La María y las quebradas Caraguajas, La Yegüera, El Aguacate, El Tote, Grande, entre otras.

### 3.2.2.1.2. Paisaje de Lomerío

El paisaje de lomerío corresponde a una superficie terrestre de topografía accidentada de altura media, no confinada; se caracteriza por la repetición de colinas, lomas y cerros estructurales, generalmente de formas alargadas y cimas a alturas variables, separadas por una red de drenaje con patrón dendrítico. Está conformado por rocas sedimentarias del Paleógeno y Neógeno. Este paisaje representa el 29,5% con una extensión de 26386 ha.

Se tienen tres ambientes morfogenéticos en este paisaje: el estructural, con predominio de procesos de basculamiento, fallamiento y plegamiento; el denudacional, controlado por procesos de desprendimiento y transporte de materiales por escurrimiento superficial y, el ambiente deposicional, con sedimentos y materiales coluvio-aluviales. A continuación, se describen los tipos de relieve o modelados identificados para estos ambientes.

❖ *Ambiente morfogenético estructural*

En la cuenca del Río Yaguará, se tienen relieves resultantes del plegamiento y basculamiento en el sustrato rocoso, ubicándose en los municipios de Yaguará, Iquira y Tesalia. Los materiales geológicos que se encuentran allí corresponden a arcillolitas, areniscas, conglomerados, limolitas, chert y fragmentos de rocas volcánicas estratificados lenticularmente. Se identificó como tipos de relieve: espinazo y crestón.

➤ *Espinazo (LE)*

Superficie configurada en estratos de rocas sedimentarias del Paleógeno y Neógeno con buzamiento entre 30 y 70 grados. El 3,73% del área total de la cuenca se encuentra en este tipo de relieve. El espinazo está compuesto por arcillolitas, areniscas, conglomerados, limolitas, chert y fragmentos de rocas volcánicas estratificados lenticularmente. Se ubica en las veredas Vilu, Arenoso y El Viso del municipio de Yaguará, El Chaparro, Limonar y Cucuana del municipio de Iquira, El Guamal, Piedra Gorda, Potrero Grande, Raspayucos, el Dave, Los Yuyos y Alto de la Hocha del municipio de Tesalia. Se identificaron dos formas del terreno: revés y frente.

- *Revés (LER)*

La superficie corresponde con el buzamiento del sustrato, se tienen laderas de moderada longitud e irregulares, desde moderadamente inclinadas hasta ligeramente escarpadas. El drenaje es dendrítico.

- *Frente: (LEF)*

La superficie se encuentra en dirección opuesta a los estratos, la pendiente es rectilínea de moderada a fuertemente escarpadas. Ver Figura 3.57.

**Figura 3.57. Frente de espinazo de paisaje de Lomerío**



En primer plano, plano de terraza aluvial baja del río Yaguará, en segundo plano, frente de espinazo de lomerío. Vereda Los Yuyos, municipio de Tesalia.

Fotografía tomada el 15 de abril de 2023. Coordenadas 75°43'1,779"W 2°34'22,508"N

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

➤ *Crestón (LK)*

Geoforma configurada en estratos de rocas sedimentarias del Paleógeno y Neogéno con buzamiento entre 10 y 30 grados. El 2,79% del área total de la cuenca se encuentra en crestones, se distribuye en las veredas en las veredas Vilu, Alto de Hocha, Arenoso y El Viso del municipio de Yaguará y Piedra Gorda en Tesalia. El crestón está compuesto por arcillolitas, areniscas, conglomerados, limolitas, chert y fragmentos de rocas volcánicas estratificados lenticularmente. El tipo de drenaje es dendrítico. Se identificaron dos formas del terreno: revés y frente.

- *Revés (LKR)*

La superficie corresponde con el buzamiento del sustrato, se tienen pendientes irregulares desde moderadamente inclinadas hasta ligeramente escarpadas, de longitud corta a moderada.

- *Frente: (LKF)*

la superficie se encuentra en dirección opuesta a los estratos, la pendiente es rectilínea de moderada a fuertemente escarpada, de longitud corta.

❖ *Ambiente morfogenético denudacional*

El ambiente denudacional en el paisaje de lomerío, se distribuye en toda la cuenca, se tienen materiales litológicos como arcillolitas, areniscas, conglomerados, chert, limolitas, arenas tobáceas, areniscas conglomeráticas fluviolacustres y fragmentos de rocas volcánicas estratificados lenticularmente.

➤ *Lomas (LL)*

Elevación natural de forma alargada, con cimas angostas convexas de pendientes moderadamente inclinadas y, laderas convexo-cóncavas, cortas a moderadas, de pendientes de moderadamente inclinadas a moderadamente escarpadas. El 16,6% del área de la cuenca se encuentra en lomas. Se ubica en los municipios de Teruel, Iquira, Yaguará y Tesalia. Se identificaron tres formas del terreno: cima, ladera y, cima y ladera.

- *Cima (LLC)*

Superficie alargada y angosta, de pendiente convexa, ligeramente ondulada con pendientes moderadamente inclinadas a fuertemente inclinadas. Compuesta por areniscas, arcillolitas, areniscas conglomeráticas fluviolacustres y conglomerados.

- *Ladera: (LLL)*

Superficie rectilíneo-cóncava de forma compleja, longitud muy corta a corta y pendiente moderadamente inclinada a moderadamente escarpada. Se compone de areniscas, arcillolitas, areniscas conglomeráticas fluviolacustres y conglomerados.



- *Cima y ladera (LLM)*

Superficie con cimas alargadas, angostas y agudas, laderas moderadas a muy cortas con pendientes fuertemente inclinadas a moderadamente escarpadas. Compuesta por arcillolitas, areniscas, conglomerados, chert, limolitas, arenas tobáceas, areniscas conglomeráticas fluviolacustres y fragmentos de rocas volcánicas estratificados lenticularmente.

➤ *Lomas y colinas (LO)*

Tipo de relieve mixto de configuración alargada a semiredondeada, con cimas redondeadas y amplias y laderas de convexo-cóncavas, de longitud corta a moderada y pendientes de ligeramente inclinadas a moderadamente escarpadas. El 3,82% del área de la cuenca se encuentra en este tipo de relieve. La unidad está compuesta por areniscas, lodolitas calcáreas, calizas y chert. Se ubica en las veredas Letran, Upar y La Floresta del municipio de Yaguará y La Cañada del municipio de Teruel. Se identificó como forma del terreno la unidad de cima y ladera.

- *Cima y ladera (LOM)*

Superficie con cimas alargadas, angostas y agudas, laderas moderadas a muy cortas con pendientes fuertemente inclinadas a fuertemente escarpadas. Compuesta por arcillolitas, areniscas, conglomerados, chert, limolitas, arenas tobáceas, areniscas conglomeráticas fluviolacustres y fragmentos de rocas volcánicas estratificados lenticularmente

❖ *Ambiente morfogenético deposicional*

Para la cuenca del río Yaguará, se identificó un tipo de relieve, vallecito, el cual se asocia a la sedimentación de detritos de origen coluvio-aluvial y aluvial.

➤ *Vallecito (LV)*

La unidad se encuentra distribuida en el 4,55% de la cuenca, se asocia con la dinámica coluvio-aluvial de los ríos Pacarní, Iquira, Macurí y Yaguaracito y otras quebradas. La superficie es irregular, alargada y estrecha, de pendiente ligera a moderadamente inclinada. Ver Figura 3.58.

**Figura 3.58. Vallecito de Lomerío**



Quebrada El Pílon Grande. Vereda Espinal, municipio de Tesalia.

Fotografía tomada el 15 de abril de 2023. Coordenadas 75°17'19,394"W 2°30'21,861"N

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

### **3.2.2.1.3. Paisaje de Piedemonte**

El paisaje de piedemonte corresponde a una "superficie inclinada de gran extensión, de altura media y topografía plana a ondulada, situada al pie de unidades de paisaje más elevadas. Está constituida por un conjunto de depósitos coalescentes no consolidados, de sedimentos heterogéneos principalmente de origen aluvial, provenientes de áreas topográficamente más altas y acumulados durante el Cuaternario. Se caracteriza por presentar superficies que varían de planas a onduladas, poco o muy disectadas, frecuentemente con deformación tectónica reciente" (IGAC, 2018:52). El paisaje se configuró por la dinámica aluvio-torrencial de los ríos Pedernal, Iquira, Pacarní y Quebrada El Carbón y; se distribuye en el 5,5% de la cuenca.

#### **❖ Ambiente morfogenético deposicional**

El paisaje de piedemonte presenta como único ambiente morfogenético el deposicional. Los tipos de relieve identificados en este paisaje corresponden a abanico antiguo, abanico subreciente, abanico reciente y vallecito.

#### **➤ Abanico antiguo (PA)**

Superficie con perfil topográfico longitudinal rectilíneo a irregular y convexo en sentido transversal, de pendiente ligeramente inclinada a fuertemente inclinada, con procesos de disección fuerte. El drenaje es de tipo subparalelo. Su formación se debe a la antigua sedimentación fluvio-volcánica del río Pedernal. Cubre el 0,84% de la cuenca, en sectores de

las veredas La Cañada y Cajuchal del municipio de Teruel, La Floresta y Vilu en Yaguará. Las formas del terreno identificadas corresponden al cuerpo y al talud.

- *Cuerpo (PAU)*

Depósitos de origen fluvio-volcánico compuestos por cantos y arenas en matriz limoarcillosa con lodos y ceniza volcánica. Presenta mayor disección, con superficie es ondulada. Al lado de la represa de Betania, en la vereda Vilu, el abanico antiguo lo formó el río Magdalena, por lo que la matriz es limoarenosa.

- *Talud (PAX)*

Depósitos de origen fluvio-volcánicos compuestos por cantos y arenas en matriz limoarcillosa. La superficie es de longitud corta y pendiente fuertemente inclinada a moderadamente escarpada.

➤ *Abanico subreciente (PS)*

Superficie con perfil topográfico longitudinal rectilíneo a irregular y convexo en sentido transversal, de pendiente ligeramente inclinada a fuertemente inclinada, con procesos de disección moderada. El drenaje es de tipo subparalelo. Su formación se debe a la sedimentación fluvio-volcánica de los ríos Pedernal, Pacarní, Iquira, Yaguará y la Quebrada El Carbón. El abanico subreciente cubre el 3,2% de la cuenca, en sectores de las veredas Portachuelo, La Cañada, Estambul y Cajuchal del municipio de Teruel, La Floresta, Arenoso y Vilu en Yaguará, Santa Bárbara y El Chaparro en Iquira, Piedra Gorda, Potrero Grande en el municipio de Tesalia. Las formas del terreno identificadas corresponden al cuerpo y al talud.

- *Cuerpo (PSU)*

Depósitos de origen fluvio-volcánicos compuestos por cantos, arenas y arcillas. Presenta disección moderada, con superficie ondulada. Ver Figura 3.59.

- *Talud (PSX)*

Depósitos de origen fluvio-volcánicos compuestos por cantos y arenas. La superficie es de longitud corta y pendiente fuertemente inclinada a moderadamente escarpada.

**Figura 3.59. Abanico subreciente**



Abanico subreciente formado por el río Yaguará. Vereda Arenoso, municipio de Yaguará.

Fotografía tomada el 16 de abril de 2023. Coordenadas 75°35'24,866"W 2°37'21,932"N

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

➤ *Abanico reciente (PR)*

Superficie con perfil topográfico longitudinal rectilíneo a irregular y convexo en sentido transversal, de pendiente entre ligeramente plana y moderadamente inclinada, de forma plana a plano ondulada, sin procesos de disección. El drenaje es de tipo subparalelo. Su formación se debe a la sedimentación aluvio-torrencial reciente ríos Pacarní e Iquira. El abanico reciente cubre el 0,99% de la cuenca, se encuentra en sectores de las veredas Estambul del municipio de Teruel, Potreritos y Santa Bárbara en Iquira, La Florida, La Esperanza en el municipio de Tesalia. Las formas del terreno identificadas corresponden al cuerpo y al talud.

- *Cuerpo (PSU)*

Depósitos de origen fluvio-volcánicos compuestos por cantos, arenas y arcillas. No presenta disección, por lo que la superficie plano inclinada.

- *Talud (PSX)*

Depósitos de origen fluvio-volcánicos compuestos por cantos y arenas. La superficie es de longitud corta y pendiente fuertemente inclinada a moderadamente escarpada.

➤ *Vallecito (PV)*

La unidad se encuentra distribuida en el 0,49% de la cuenca, se asocia con la dinámica coluvio-aluvial de los ríos Pacarní y Pedernal y las quebradas Grande, La Garza y El Carbón. La superficie es irregular, alargada y estrecha, de pendiente ligera a moderadamente inclinada.

### 3.2.2.1.4. Paisaje de valle

El paisaje de valle corresponde a una "superficie alargada y plana, confinada entre zonas circundantes de relieve más alto, que tienen como eje un cauce principal y donde la



confluencia de corrientes secundarias es frecuente. Su origen está relacionado con los aportes longitudinales de materiales transportados por el río principal y que son distribuidos en los planos de acumulación, en procesos sucesivos de selección granulométrica lateral y vertical” (IGAC, 2018:52).

La configuración del paisaje se relaciona con la sedimentación de los ríos Yaguaracito, Macurí, Pedernal y Yaguará. El ambiente morfogenético corresponde al deposicional y dentro de éste, se identificaron cinco tipos de relieve (modelados): terraza alta, terraza media, terraza baja, plano de inundación y vallecito. Para la cuenca del río Yaguará, este paisaje representa el 5,9% con una extensión de 5259,72 ha.

❖ *Ambiente morfogenético deposicional*

➤ *Terraza alta (VZ)*

Tipo de relieve constituido por un depósito aluvial de perfil topográfico plano-ondulado a ondulado, de configuración alargada y continua, con pendiente que va de ligeramente inclinada a moderadamente inclinada. Está compuesto de depósitos poco consolidados de cantos redondeados, gravas y arenas. Representa el 0,47% del área total de la cuenca. La forma de terreno identificada es el plano (VZO), ya que, por aspectos de escala de representación, no se delimitó el talud.

- *Plano (VZO)*

Superficie continua de perfil topográfico plano-ondulado a ondulado, pendiente ligeramente inclinada a moderadamente inclinada y longitud corta a larga. Se observa en la parte baja de la cuenca, cerca a la Represa de Betania.

➤ *Terraza media (VX)*

Tipo de relieve constituido por un depósito aluvial de perfil topográfico plano a plano-ondulado, pendiente ligeramente plana a ligeramente inclinada; con procesos moderados y leves de disección. Su configuración se relaciona con la sedimentación del río Yaguará. Se identificaron dos formas del terreno: el plano y el talud. Representa el 2,04% del área total de la cuenca.

- *Plano (VXO)*

Superficie continua de perfil topográfico plano a plano-ondulado, configuración alargada, pendiente ligeramente plana a ligeramente inclinada y longitud corta a larga, localizada en las veredas Vilu, Bajo Mirador, Flandes y Jaguar del municipio de Yaguará. La unidad está compuesta por depósitos poco consolidados de cantos redondeados, gravas y arenas.

- *Talud (VXX)*

Superficie de perfil topográfico rectilíneo, de longitud muy corta, configuración alargada y pendiente moderadamente inclinada a escarpada; se encuentra ubicada al borde del plano de terraza, se compone de materiales aluviales sin consolidar.

**Figura 3.60. Terraza media del río Yaguará**



Terraza aluvial media formada por el río Yaguará. Vereda Vilu, municipio de Yaguará. Fotografía tomada el 16 de abril de 2023. Coordenadas 75°30'37,27"W 2°37'49,532"N

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

➤ *Terraza baja (VT)*

Tipo de relieve constituido por un depósito aluvial de perfil topográfico plano, localizado sobre los flancos del cauce principal formando superficies llanas y elevadas, de configuración alargada y continua, con pendiente plana a ligeramente plana. Su origen se relaciona con la sedimentación de los ríos Pedernal, Callejón, Yaguará, Yaguaracito y Macurí. Representa el 2,09% del área de la cuenca. Se identificó el plano como la forma de terreno.

- *Plano (VTO)*

Superficie continua de perfil topográfico plano, configuración alargada, pendiente plana a ligeramente plana y longitud corta a larga, localizada adyacente al plano de inundación. Se compone de depósitos poco consolidados de cantos redondeados, gravas y arenas.

➤ *Plano de inundación (VP)*

Tipo de relieve correspondiente a depósitos aluviales emergidos y en forma periódica temporalmente inundados por los ríos Macurí, Pacarní, Callejón, Yaguará, Pedernal, quebrada La Caraguaja y el río Magdalena. La superficie es de perfil topográfico plano a plano-ondulado, pendiente ligeramente plana a ligeramente inclinada y configuración alargada. Este modelado representa el 0,8% de la cuenca, con 719,51 Ha. Las formas del

terreno identificadas corresponden a cubeta de desborde, napa de desborde, napa de explayamiento y vega.

- *Cubeta de desborde (VPZ)*

Superficie de perfil topográfico plano-cóncavo y configuración redondeada a alargada, con pendiente ligeramente plana, compuesta por depósitos sin consolidar de arenas, limos y arcillas sedimentados durante la fase de desborde de la Quebrada Caraguaja y el río Magdalena; se incluyen áreas inundables de la Represa de Betania en la vereda Vilu del municipio de Yaguará.

- *Napa de desborde (VPN)*

Superficie de perfil topográfico rectilíneo-cóncavo, configuración irregular, longitud corta a moderada y pendiente ligeramente inclinada, constituida por depósitos sin consolidar de arenas y limos, sedimentados durante las fases de desborde del río Yaguará, en la vereda Flandes del municipio de Yaguará.

- *Napa de explayamiento (VPE)*

Superficie de perfil topográfico rectilíneo-cóncavo, longitud corta a moderada y pendiente ligeramente plana, configurada por depósitos sin consolidar de arenas, limos y arcillas, formada durante la fase de inundación del río Pedernal, en la vereda La Floresta del municipio de Yaguará y La Cañada del municipio de Teruel.

- *Vega (VPV)*

Forma de terreno que corresponde a una superficie de perfil topográfico plano-cóncavo localizada en la posición más baja del plano de inundación. Está compuesta por depósitos aluviales medios y finos acumulados por los ríos Macurí, Pacarní, Callejón, Yaguará, Pedernal, quebrada La Caraguaja.

➤ *Vallecito (VV)*

Superficie alargada y estrecha poco profunda, de topografía plano cóncava, por donde escurren cauces de orden 1 y 2 en el plano de inundación de las quebradas La Salada, El Partidero y El Carbón y los ríos Yaguaracito, Iquira y algunos afluentes al río Callejón. La unidad representa el 0,47% del área total de la cuenca. La forma del terreno identificada, es la vega.

- *Vega (VVV)*

Unidad de terreno que corresponde a una superficie de perfil topográfico plano-cóncavo, de forma alargada y estrecha, contorno irregular y pendiente ligeramente plana a ligeramente inclinada, constituida por depósitos aluviales heterométricos que incluyen cantos, gravas, arenas y limos.

#### **3.2.2.1.5. Antrópico**

En la interpretación geomorfológica se identificaron pequeñas áreas que corresponden al cuerpo de agua de la Represa Betania, por lo cual se diferenció con la categoría de antrópico. Corresponden al 0,09% del área total de la cuenca.



**Tabla 3.9. Síntesis explicativa para formas de terreno, relieve y paisaje**

Paisaje	Ambiente	Relieve	Terreno	Litología	UGM	Área	
						Ha	%
Montaña	Estructural	Espinazo	Frente	Areniscas cuarzosas, lodolitas y chert	MEFa	65,52	0,07
				Areniscas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MEFb	87,52	0,10
				Calizas, chert y lodolitas calcáreas	MEFc	47,12	0,05
			Revés	Areniscas cuarzosas, lodolitas y chert	MERa	107,12	0,12
				Areniscas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MERb	552,72	0,62
				Calizas, chert y lodolitas calcáreas	MERc	94,10	0,11
		Crestón	Frente	Areniscas cuarzosas, lodolitas y chert	MKFa	797,51	0,89
				Areniscas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MKFb	199,17	0,22
				Calizas, chert y lodolitas calcáreas	MKFc	316,59	0,35
				Lodolitas y areniscas de cuarzo	MKFo	499,02	0,56
				Lodolitas, calizas y areniscas	MKFd	35,69	0,04
			Resalto	Areniscas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MKSb	18,13	0,02
			Revés	Areniscas cuarzosas, lodolitas y chert	MKRa	1742,43	1,95
				Areniscas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MKRb	2387,00	2,67
				Calizas, chert y lodolitas calcáreas	MKRc	762,77	0,85
				Lodolitas y areniscas de cuarzo	MKRd	741,37	0,83
				Lodolitas, calizas y areniscas	MKRd	76,78	0,09
		Cuesta	Frente	Areniscas cuarzosas, lodolitas y chert	MCFa	20,36	0,02
				Calizas, chert y lodolitas calcáreas	MCFc	123,91	0,14
				Lodolitas y areniscas de cuarzo	MCFo	17,61	0,02
			Revés	Areniscas cuarzosas, lodolitas y chert	MCRa	66,14	0,07
				Calizas, chert y lodolitas calcáreas	MCRc	241,20	0,27
				Lodolitas y areniscas de cuarzo	MCRo	48,29	0,05
		Filas y vigas	Cima y ladera	Cuarzomonzodiorita	MFMu	201,70	0,23
				Monzogranitos, cuarzomonzodioritas y granodioritas	MFMn	14739,66	16,47
				Tobas, areniscas tobáceas, limolitas tobáceas y lavas	MFMt	5465,08	6,11
	Denudacional	Lomas	Cima	Areniscas cuarzosas, lodolitas y chert	MLCa	12,36	0,01
				Areniscas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MLCb	15,18	0,02
			Ladera	Areniscas cuarzosas, lodolitas y chert	MLLa	49,87	0,06
				Areniscas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MLLb	17,48	0,02

Paisaje	Ambiente	Relieve	Terreno	Litología	UGM	Área	
						Ha	%
			Cima y ladera	Areniscas cuarzosas, lodolitas y chert	MLMa	1137,09	1,27
				Areniscas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MLMb	1598,23	1,79
				Calizas, chert y lodolitas calcáreas	MLMc	1108,15	1,24
				Lodolitas y areniscas de cuarzo	MLMo	316,82	0,35
				Lodolitas, calizas y areniscas	MLMd	1249,42	1,40
				Monzogranitos, cuarzomonzodioritas y granodioritas	MLMn	10202,12	11,40
				Tobas, areniscas tobáceas, limolitas tobáceas y lavas	MLMt	2250,79	2,52
		Lomas y colinas	Cima y ladera	Areniscas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MOMb	926,08	1,04
				Lodolitas, calizas y areniscas	MOMd	185,10	0,21
	Deposicional	Glacis de acumulación	Cuerpo	Depósitos de material heterométrico de origen coluvioaluvial	MGU	219,50	0,25
		Vallecito	Vega	Depósitos aluviales sin consolidar compuestos por cantos, gravas, arenas y limos	MVV	4068,86	4,55
Lomerío	Estructural	Espinazo	Frente	Arcillolitas y areniscas	LEFr	223,69	0,25
				Conglomerados, chert, fragmentos de rocas volcánicas estratificados lenticularmente	LEFv	699,81	0,78
				Limolitas, areniscas y conglomerados	LEFI	17,67	0,02
			Revés	Conglomerados, areniscas y arcillolitas	LERg	153,70	0,17
				Conglomerados, chert, fragmentos de rocas volcánicas estratificados lenticularmente	LERv	2089,40	2,34
				Limolitas, areniscas y conglomerados	LERI	157,34	0,18
		Crestón	Frente	Arcillolitas y areniscas	LKFr	351,54	0,39
				Arcillolitas, limolitas y areniscas	LKFi	41,26	0,05
				Conglomerados, areniscas y arcillolitas	LKFg	566,45	0,63
				Conglomerados, chert, fragmentos de rocas volcánicas estratificados lenticularmente	LKFv	27,94	0,03
				Limolitas, areniscas y conglomerados	LKFI	75,94	0,08
			Revés	Arcillolitas y areniscas	LKRr	175,34	0,20
				Arcillolitas, limolitas y areniscas	LKRi	60,72	0,07
				Conglomerados, areniscas y arcillolitas	LKRg	1104,96	1,23
				Conglomerados, chert, fragmentos de rocas volcánicas estratificados lenticularmente	LKRv	49,52	0,06

Paisaje	Ambiente	Relieve	Terreno	Litología	UGM	Área	
						Ha	%
	Denudacional	Lomas	Cima	Limolitas, areniscas y conglomerados	LKRI	39,24	0,04
				Areniscas conglomeráticas fluviolacustres	LLCe	32,06	0,04
				Conglomerados, areniscas y arcillolitas	LLCg	28,52	0,03
			Ladera	Areniscas conglomeráticas fluviolacustres	LLLe	66,24	0,07
				Conglomerados, areniscas y arcillolitas	LLLg	58,42	0,07
				Arcillolitas y areniscas	LLMr	2170,35	2,43
			Cima y ladera	Arcillolitas, limolitas y areniscas	LLMi	6017,35	6,73
				Arenas tobáceas y arcillas	LLMy	225,58	0,25
				Areniscas conglomeráticas fluviolacustres	LLMe	997,11	1,11
				Conglomerados, areniscas y arcillolitas	LLMg	3951,80	4,42
				Conglomerados, chert, fragmentos de rocas volcánicas estratificados lenticularmente	LLMv	18,87	0,02
				Limolitas, areniscas y conglomerados	LLMI	883,35	0,99
				Lodolitas y areniscas de cuarzo	LLMo	10,46	0,01
		Lomas y colinas	Cima y ladera	Arcillolitas y areniscas	LOMr	111,90	0,13
				Arcillolitas, limolitas y areniscas	LOMi	1010,62	1,13
				Arenas tobáceas y arcillas	LOMy	83,10	0,09
				Areniscas conglomeráticas fluviolacustres	LOMe	1531,87	1,71
				Conglomerados, areniscas y arcillolitas	LOMg	663,64	0,74
				Conglomerados, chert, fragmentos de rocas volcánicas estratificados lenticularmente	LOMv	17,06	0,02
	Deposicional	Vallecito	Vega	Depósitos aluviales sin consolidar compuestos por cantos, gravas, arenas y limos	LVV	2673,41	2,99
Piedemonte	Deposicional	Abanico antiguo	Cuerpo	Depósitos de origen fluvio-volcánicos compuestos por cantos y arenas. Presenta mayor disección	PAU	383,66	0,43
			Talud	Depósitos de origen fluvio-volcánicos compuestos por cantos y arenas	PAX	369,54	0,41
		Abanico subcreciente	Cuerpo	Depósitos de origen fluvio-volcánicos compuestos por cantos, arenas y arcillas. Presenta modera disección	PSU	1396,49	1,56
			Talud	Depósitos de origen fluvio-volcánicos compuestos por cantos, arenas y arcillas	PSX	1464,70	1,64

Paisaje	Ambiente	Relieve	Terreno	Litología	UGM	Área	
						Ha	%
		Abanico reciente	Cuerpo	Depósitos de origen fluvio-volcánicos compuestos por cantos, arenas y arcillas. No presenta disección	PRU	647,78	0,72
			Talud	Depósitos de origen fluvio-volcánicos compuestos por cantos, arenas y arcillas	PRX	234,21	0,26
		Vallecito	Vega	Depósitos aluviales sin consolidar compuestos por cantos, gravas, arenas y limos	PVV	437,36	0,49
Valle	Deposicional	Terraza Alta	Plano	Depósitos poco consolidados de cantos redondeados, gravas y arenas	VZO	421,18	0,47
		Terraza Media	Plano	Depósitos poco consolidados de cantos redondeados, gravas y arenas	VXO	1683,88	1,88
			Talud	Depósitos poco consolidados de cantos redondeados, gravas y arenas	VXX	142,37	0,16
		Terraza Baja	Plano	Depósitos poco consolidados de cantos redondeados, gravas y arenas	VTO	1867,95	2,09
		Plano de inundación	Cubeta de desborde	Depósitos sin consolidar de arenas, limos y arcillas	VPZ	258,36	0,29
			Napa de desborde	Depósitos sin consolidar de gravas, arenas y limos	VPN	65,43	0,07
			Napa de explayamiento	Depósitos sin consolidar de arenas, limos y arcillas	VPE	36,71	0,04
			Vega	Depósitos aluviales sin consolidar compuestos por cantos, gravas, arenas y limos	VPV	359,02	0,40
		Vallecito	Vega	Depósitos aluviales sin consolidar compuestos por cantos, gravas, arenas y limos	VVV	424,82	0,47
Antrópico	Antrópico	Represa	Represa		ARA	84,02	0,09
<b>TOTAL</b>						<b>89475,27</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará, 2023.



## 4. HIDROGEOLOGÍA

### 4.1. Introducción

La creciente crisis por el déficit en el suministro de agua en algunas regiones del país, debido al fenómeno de variación climática (fenómeno del niño), que se presenta en la actualidad relacionado con el intenso verano, el debilitamiento de las lluvias en cantidad y frecuencia, un aumento notorio de la temperatura (en relación con lo normal para cada época del año) y a esto se suma la debilidad actual de las empresas prestadoras del servicio acueducto para tener una cobertura de prestación en ciudades intermedias y pequeños municipios y aún más en zonas rurales, ha conllevado a un mayor aprovechamiento de fuentes alternas como las aguas subterráneas.

Sin embargo, este aprovechamiento es realizado generalmente en sitios en donde la afectación o impactos sobre el acuífero por estos aprovechamientos es limitado, generando, en muchas ocasiones, daños irreparables al medio ambiente, pero que pueden estar relacionados, con sequía de fuentes superficiales y de pozos someros, fenómenos de subsidencia del terreno, acentuación o inducción de procesos de contaminación natural o antrópica, entre otros.

Esta situación demuestra la urgente necesidad de establecer acciones estratégicas orientadas a la preservación del recurso, de tal modo que se garantice a las futuras generaciones su permanencia, su calidad y un uso con mínima afectación al medio ambiente. El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, formuló y adoptó en marzo de 2010, la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico- PNGIRH, dando cumplimiento al Plan Nacional de Desarrollo 2006 - 2010, que incorporó en el capítulo: Una Gestión Ambiental y del Riesgo que Promueva el Desarrollo Sostenible, como una de sus líneas de acción, la denominada: gestión integral del recurso hídrico a través de los Planes de Ordenamiento de Cuencas "POMCAS".

Este componente plantea el reto de garantizar la sostenibilidad del recurso no solo superficial sino subterráneo, entendiendo que su gestión se deriva del ciclo hidrológico que vincula una cadena de interrelaciones entre diferentes componentes naturales y antrópicos.

#### 4.1.1. Objetivos

Elaborar el Diagnóstico Físico y Ambiental de los Acuíferos localizados en inmediaciones del río Yaguará, que sirva como herramienta de planeación para la adecuada gestión integral del recurso hídrico, teniendo en cuenta los usos actuales del agua, su disponibilidad, aspectos socioeconómicos relacionados con ella, con énfasis en las necesidades de abastecimiento de los pequeños poblados y sectores rurales de la zona aledaña en el corto, mediano y largo plazo.

#### 4.1.2. Marco de Referencia

El marco normativo existente para la elaboración de este documento es:

- Decreto No. 2811 de 1974: Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
- Decreto No. 1541 de 1978: Por el cual se reglamenta el Libro II del decreto - ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la ley 23 de 1973.
- Decreto No. 155 de 2004: Por el cual se reglamenta el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de agua.
- Decreto No. 1324 de 2007: Por el cual se crea el Registro de Usuarios del Recurso Hídrico.
- Decreto 1076 de 2015: Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Decreto 0330 de 2017: Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico "RAS" – Título B
- Guía Metodológica para la Formulación de los Planes de Manejo Ambiental de Microcuencas – PMAM
- Guía Metodológica para la formulación de Planes de Manejo Ambiental de Acuíferos.

#### 4.1.3. Metodología

Esta primera etapa se realizará un análisis y recolección de la información existente relacionada con el recurso hídrico subterráneo del sector, de tal manera que se articulen las diferentes iniciativas en un solo documento. Se recopilará y analizará todos los estudios relacionados directa e indirectamente con el recurso hídrico de la zona, a nivel de hidrología, hidrogeología, meteorología, geografía básica sobre aspectos biofísicos, geología, geomorfología, suelos y cobertura vegetal.

**Figura 4.1. Actividades para el desarrollo de la Fase de diagnóstico**



En zonas donde existan soluciones individuales de abastecimiento de agua subterránea, deberá realizarse una descripción detallada de su localización, infraestructura construida, caudales y usos. De la misma manera se deberá adelantar la viabilidad técnica, económica y operativa de estos sistemas.

#### **4.2. Inventario De Puntos De Agua Subterránea, Usos Actuales Y Usuarios Del Río Yaguará**

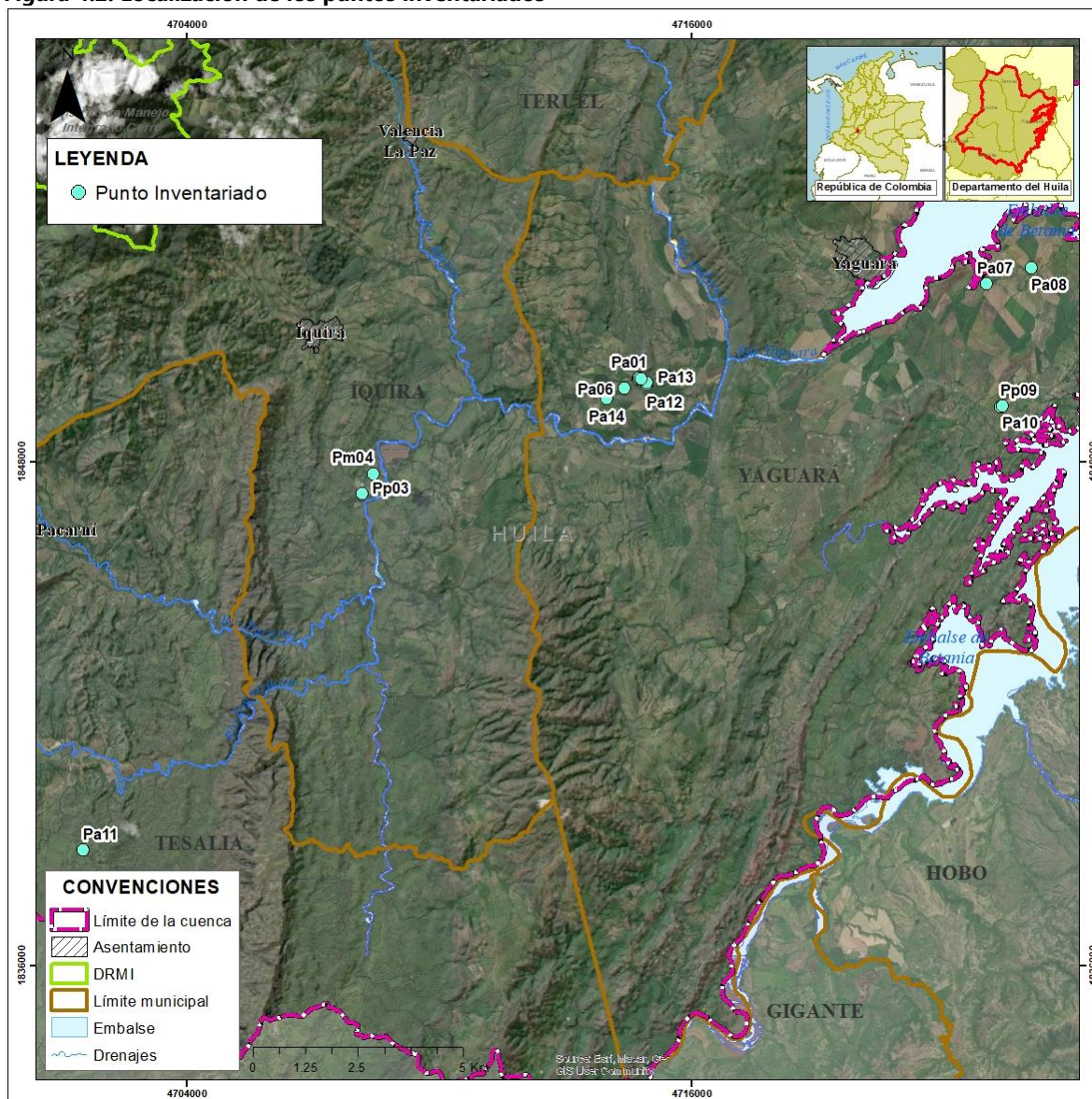
El objeto de este capítulo es realizar el inventario de pozos y puntos de agua localizados en los mantos acuíferos de la cuenca del río Yaguará, para conocer su ubicación y sus características físicas generales, así como también concentrar toda la información que permita alimentar la base de datos recolectada durante la etapa de Diagnóstico para la Formulación del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica; mediante la cual se puede conocer todo lo relacionado con el régimen de explotación de la fuentes subterráneas de la zona y orientar las indicaciones necesarias para realizar un uso racional y sostenible del recurso.

La información de cada punto de agua se obtuvo mediante visita directa de campo (información primaria), diligenciado un formato basado en el formulario único nacional para inventario de puntos de agua subterránea; el cual incluye los siguientes aspectos básicos: Datos Generales del predio, Localización en la zona, Propietario, Geología, Geomorfología, tipo de captación, material, profundidad, diámetro, usos del agua, condición de la captación, Niveles dinámicos y estáticos, características fisicoquímicas del agua (medidas "In situ"), tipo de equipo de bombeo, entre otros.



Todos los puntos de agua inventariados fueron georreferenciados con un receptor del Sistema de Posicionamiento Global (GPS). En total se inventariaron 14 puntos de agua los cuales están localizados en la cuenca del río Yaguará. A continuación, se muestra un resumen de la información de campo recolectada:

**Figura 4.2. Localización de los puntos inventariados**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### 4.2.1. Pozos Profundos

Se define como pozo profundo al orificio o túnel de disposición vertical que se perforará en la tierra hasta una determinada profundidad para extraer una reserva de agua subterránea



normalmente encamisado en PVC o acero inoxidable y perforado por lo general en forma mecánica, el término profundo se refiere cuando la relación profundidad de la captación y su diámetro es muy grande.

En total se inventarió 2 pozos profundos cuya nomenclatura o código se debe interpretar de la siguiente manera: un número que corresponde al orden en que fue visitado en campo y las letras Pp como Pozo Profundo.

Los pozos profundos visitados están ubicados en la parte plana de la cuenca del río Yaguará (en la parte centro-occidental), sobre sedimentos aluviales reciente y terrazas bajas (Qal) y sobre la Formación Honda (Ngh) de edad terciaria.

**Tabla 4.1. Inventario de puntos de agua: Coordenadas de Localización y Propietario**

No.	Localización	Coord. N	Coord. W	Altura GPS	Propietario
Pp03	Vereda Chaparro	2° 36' 52.31"	75° 37' 31.71"	716	Piscícola Huinagro
Pp09	Predio Santa Rosita	2° 38' 00.77"	75° 29' 20.13"	615	Jairo Quintero

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 4.2. Inventario de puntos de agua: Material del revestimiento, Geometría y Usos**

No.	Localidad	Geología	Tipo	Material	Diámetro	Profud.	Uso
Pp03	Mpio. Iquira	Qal	Profundo	PVC	6"	40 m	Pecuario
Pp09	Vereda Vilú	Ngh	Profundo	PVC	8"	90 m	Doméstico

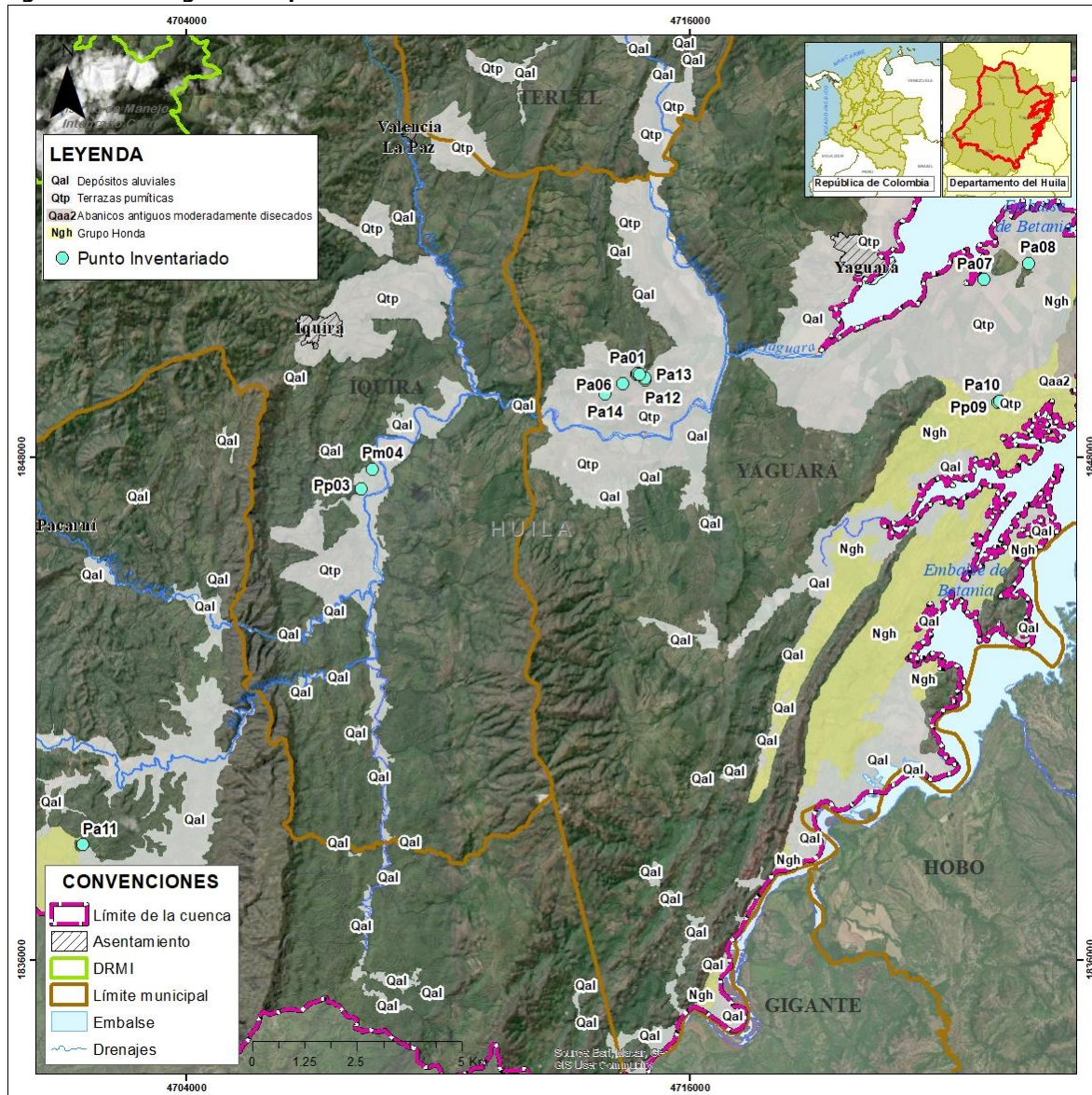
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 4.3. Inventario de puntos de agua: Nivel Piezométrico, Parámetros Físicoquímicos "In situ" y Tipo de Equipo de Bombeo**

No.	Punto Muestreo	Nivel (m)	Aspecto	pH	Temp. (°C)	Conduct. (µs/cm)	TSD (mg/l)	Bomba
Pp03	Boca de Pozo	2,55	Cristalina	6,55	28,0	367	182	Sumergible 1 HP
Pp09	Boca de Pozo	3,48	Cristalina	7,16	26,2	290	147	Sumergible 1 HP

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Figura 4.3. Geología de los puntos inventariados en el área de estudio

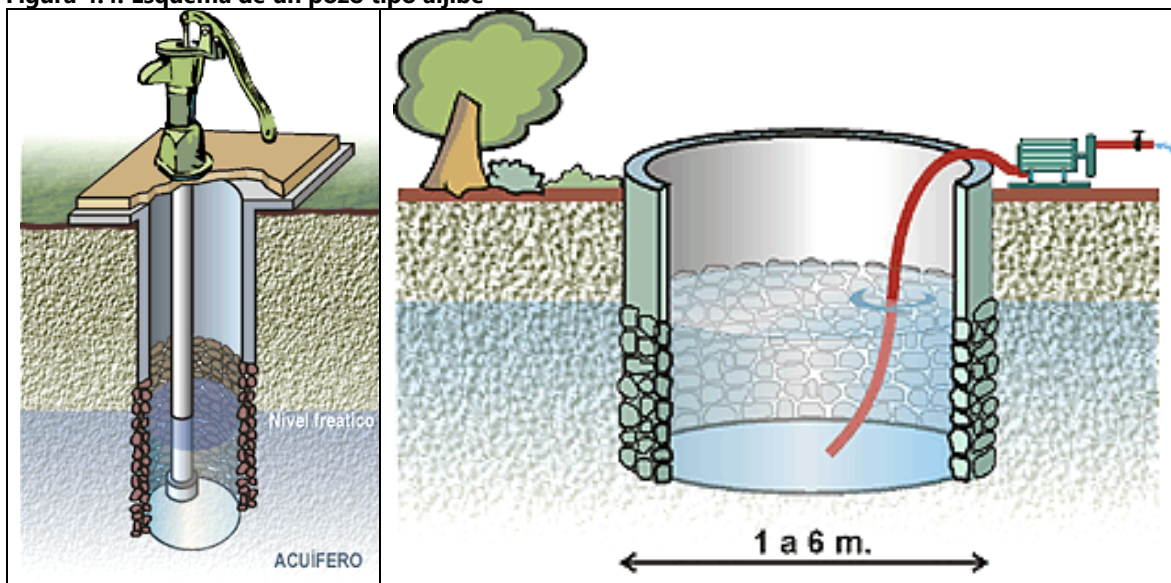


Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### 4.2.2. Aljibes

El pozo tipo aljibe o artesanal es una captación subterránea construido generalmente a mano en donde la relación profundidad diámetro no es muy alta. Suele ser cilíndrico y para evitar que se derrumbe sus paredes, normalmente se recubre con piedras, madera o cemento.

**Figura 4.4. Esquema de un pozo tipo aljibe**



En total se visitó 10 pozos tipo aljibes cuya nomenclatura o código se debe interpretar de la siguiente manera: un número que corresponde al orden en que fue visitado en campo y las letras Pa como Pozo Aljibe.

Los pozos inventariados están ubicados en la parte baja de la cuenca del río Yaguará sobre sedimentos cuaternarios de Terrazas Pumíticas (Qt), sedimentos terciarios de la Formación Honda (Ngh) y sedimentos cretácicos del Grupo Olini (Ko).

En los pozos Pa13 y Pa14, los propietarios no permitieron la toma de datos en sus captaciones subterráneas.

**Tabla 4.4. Inventario de puntos de agua: Coordenadas de Localización y Propietario**

No.	Localización	Coord. N	Coord. W	Altura GPS	Propietario
Pa01	Vereda La Floresta	2° 38' 21.77"	75° 33' 59.18"	665	Avícola Samara
Pa02	Vereda La Floresta	2° 38' 22.18"	75° 33' 58.49"	665	Avícola Samara
Pa06	Vereda La Floresta	2° 38' 14.21"	75° 34' 10.05"	678	Indulgencia López
Pa07	Predio Cerrito	2° 39' 35.67"	75° 29' 31.43"	580	Jairo Medina
Pa08	Predio Arrayanes	2° 39' 48.62"	75° 28' 56.52"	577	Jesús Medina
Pa10	Predio Santa Rosita	2° 38' 01.58"	75° 29' 18.84"	614	Jairo Quintero
Pa11	Predio El Guacharaco	2° 32' 15.68"	75° 41' 05.72"	878	Mariluz López
Pa12	Predio Llano Grande	2° 38' 17.06"	75° 30' 29.14"	616	José Quintero
Pa13	Vereda La Floresta	2° 38' 18.73"	75° 33' 52.12"	664	Juan Ventana
Pa14	Vereda La Floresta	2° 38' 06.33"	75° 34' 23.04"	687	Andrés Jimeno

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



**Tabla 4.5. Inventario de puntos de agua: Material del revestimiento, Geometría y Usos**

No.	Localidad	Geología	Tipo	Material	Diámetro	Profund.	Uso
Pa01	Mpio. Yaguará	Qt	Aljibe	Concreto	1,00 m	4,0 m	Agrícola y Pecuario
Pa02	Mpio. Yaguará	Qt	Aljibe	Concreto	1,00 m	4,0 m	Agrícola y Pecuario
Pa06	Mpio. Yaguará	Qt	Aljibe	Concreto	1,00 m	6,0 m	Agrícola
Pa07	Vereda Vilú	Qt	Aljibe	Concreto	0,90 m	4,4 m	Agrícola
Pa08	Vereda Vilú	Ko	Aljibe	Concreto	0,60 m	8,0 m	Doméstico
Pa10	Vereda Vilú	Ngh	Aljibe	Concreto	0,90 m	6,3 m	Doméstico
Pa11	Vda. Potrero Grande	Ngh	Aljibe	Concreto	0,90 m	17,0 m	Agrícola
Pa12	Vereda Vilú	Qt	Aljibe	Concreto	0,90 m	9,0 m	Doméstico
Pa13	Mpio. Yaguará	Qt	-	-	-	-	Doméstico
Pa14	Mpio. Yaguará	Qt	-	-	-	-	Doméstico

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 4.6. Inventario de puntos de agua: Nivel Piezométrico, Parámetros Fisicoquímicos "In situ" y Tipo de Equipo de Bombeo**

No.	Punto Muestreo	Nivel (m)	Aspecto	pH	Temp. (°C)	Conduct. (µs/cm)	TSD (mg/l)	Bomba
Pa01	Boca de Pozo	0,50	Cristalina	5,92	29,5	281	139	Sumergible 1,5 HP
Pa02	Boca de Pozo	0,61	Cristalina	5,77	27,3	297	158	Fuera de Servicio
Pa06	Boca de Pozo	1,38	Cristalina	5,71	27,8	272	135	Sumergible 2 HP
Pa07	Boca de Pozo	1,21	Cristalina	5,83	26,8	287	144	Fuera de Servicio
Pa08	Boca de Pozo	4,12	Cristalina	6,06	27,0	260	131	Sumergible 1 HP
Pa10	Boca de Pozo	0,77	Cristalina	7,14	26,8	393	197	Fuera de Servicio
Pa11	Boca de Pozo	1,44	Cristalina	6,48	27,6	263	131	Sumergible 1 HP
Pa12	Boca de Pozo	1,74	Cristalina	7,49	29,9	275	138	Sumergible 1 HP
Pa13	-	-	-	-	-	-	-	-
Pa14	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### 4.2.3. Manantiales

Un manantial o naciente es una fuente natural de agua que brota de la tierra o entre las rocas, este tipo de fuente puede ser permanente o temporal y su aparición está relacionado a periodos de lluvia. Se origina en la filtración de agua (lluvia o de nieve), que penetra en un área y emerge en otra de menor altitud.

Generalmente los manantiales van ligados a la presencia de niveles impermeables en el subsuelo, que impiden que el agua se siga infiltrando y la obligan a salir a la superficie. Un manantial o naciente puede ser efímero (intermitente), perenne (continuo) o artesiano. Su



nomenclatura o código se debe interpretar de la siguiente manera las letras Pm como pozo manantial y el número corresponde al orden en que fue visitado en campo.

En total se inventariaron 2 manantiales los cuales están relacionados geológicamente a puntos de contacto entre el terciario (Formación Honda o Formación Seca) y los depósitos cuaternarios aluviales (Qal) o de Terrazas Pumíticas (Qt), con escorrentías de bajo caudal utilizados para usos doméstico.

**Tabla 4.7. Inventario de puntos de agua: Coordenadas de Localización y Propietario**

No.	Localización	Coord. N	Coord. W	Altura GPS	Propietario
Pm04	Vereda Chaparro	2° 37' 07.55"	75° 37' 22.78"	707	Piscícola Huinagro
Pm05	Vereda La Floresta	2° 38' 21.98"	75° 33' 57.00"	665	Avícola Samara

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 4.8. Inventario de puntos de agua: Material del revestimiento, Geometría y Usos**

No.	Localidad	Geología	Tipo	Material	Diámetro	Profud.	Uso
Pm04	Mpio. Iquira	Qal	Manantial	Natural	-	-	Doméstico
Pm05	Vereda Vilú	Qt	Manantial	Natural	-	-	Doméstico

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 4.9. Inventario de puntos de agua: Nivel Piezométrico, Parámetros Fisicoquímicos "In situ" y Tipo de Equipo de Bombeo**

No.	Punto Muestreo	Nivel (m)	Aspecto	pH	Temp. (°C)	Conduct. (µs/cm)	TSD (mg/l)	Bomba
Pm04	Superficie	-	Cristalina	6,10	30,0	261	131	Turbina 0,5 HP
Pm05	Superficie	-	Turbia	5,63	29,7	272	137	Fuera de Servicio

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### 4.2.4. Registro fotográfico

**Figura 4.5. Pozo tipo aljibe Pa01**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 4.6. Pozo tipo aljibe Pa02**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



**Figura 4.7. Pozo profundo Pp03**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 4.8. Manantial Pm04**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



**Figura 4.9. Manantial Pm05**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 4.10. Pozo tipo aljibe Pa06**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



**Figura 4.11. Pozo tipo aljibe Pa07**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 4.12. Pozo tipo aljibe Pa08**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



**Figura 4.13. Pozo profundo Pp09**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 4.14. Pozo tipo aljibe Pa010**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



**Figura 4.15. Pozo tipo aljibe Pa011**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 4.16. Pozo tipo aljibe Pa012**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



**Figura 4.17. Análisis de calidad del agua “In situ”**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 4.18. Análisis de calidad del agua “In situ”**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



#### 4.2.5. Análisis de la información

A continuación, se realiza un análisis general de los pozos visitados en relación con la profundidad, nivel freático y caudal de explotación:

**Tabla 4.10. Análisis general de los pozos inventariados**

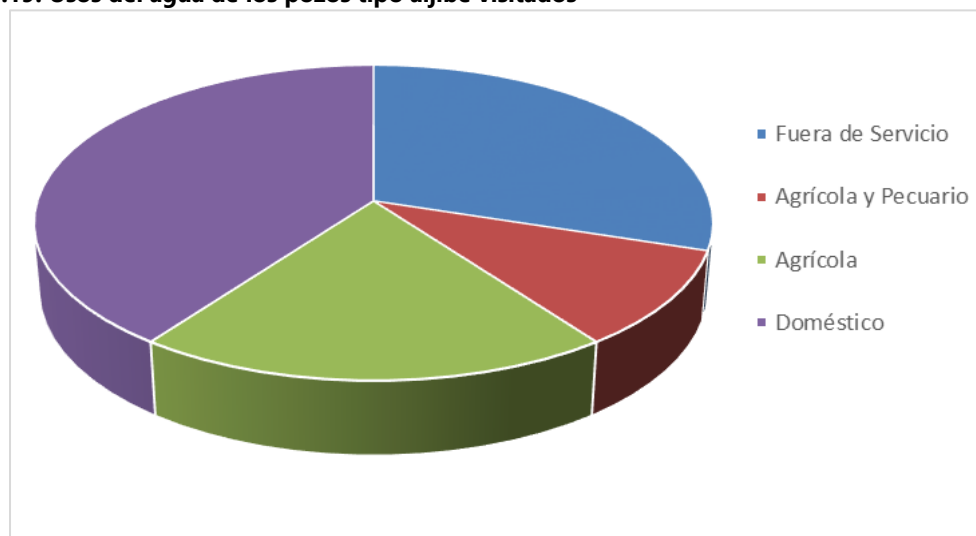
Tipo de punto	No. de puntos	Profundidad (m)	Nivel de la tabla de agua* (m)	Caudal de explotación (l/s)
Aljibe	10	4,00 – 17,0	0,50 - 4,12	0,64 – 2,24
Profundo	2	40,0 – 90,0	2,55 – 3,48	0,39 – 0,95
Manantial	2	-	-	-
- Se indican rangos donde se relaciona el valor máximo y mínimo. * Medido a boca de pozo				

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

##### 4.2.5.1. Pozos tipo aljibe

De los 10 pozos tipo aljibe visitados cuatro (4) son utilizados para uso doméstico, dos (2) para uso agrícola, uno (1) para uso agrícola y pecuario y tres (3) están fuera de servicio. El nivel freático promedio de los pozos revisados es de 1,47 metros medidos desde boca de pozo. Todos los pozos visitados tenían sus equipos de bombeo apagados por lo tanto fueron medidos niveles estáticos. La profundidad promedio de los pozos tipo aljibe es de 7,34 metros y su diámetro promedio es de 0,90 metros. Todos los pozos monitoreados están construidos en anillos de concreto prefabricado. A dos (2) de los pozos visitados no fue posible medirles el nivel, debido a exigencia de los propietarios.

**Figura 4.19. Usos del agua de los pozos tipo aljibe visitados**

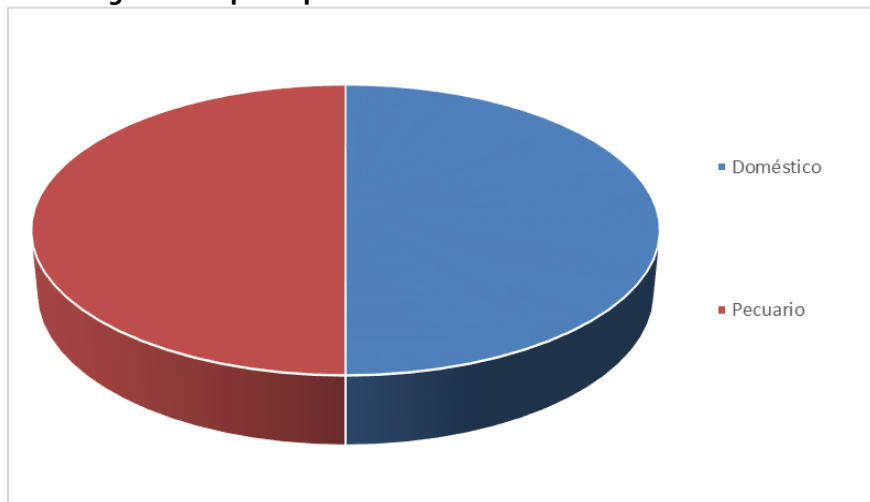


Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### 4.2.5.2. Pozos profundos

De los 2 pozos profundos visitados uno es utilizado para uso doméstico y el segundo para uso pecuario (piscícola). El nivel freático promedio de los pozos revisados es de 3,02 metros medidos desde boca de pozo. La profundidad promedio de los pozos profundos en el área de estudio es de 65 metros. Todos los pozos profundos monitoreados están contruidos en PVC y sus diámetros son de 6 y 8 pulgadas respectivamente.

**Figura 4.20. Usos del agua de los pozos profundos visitados**

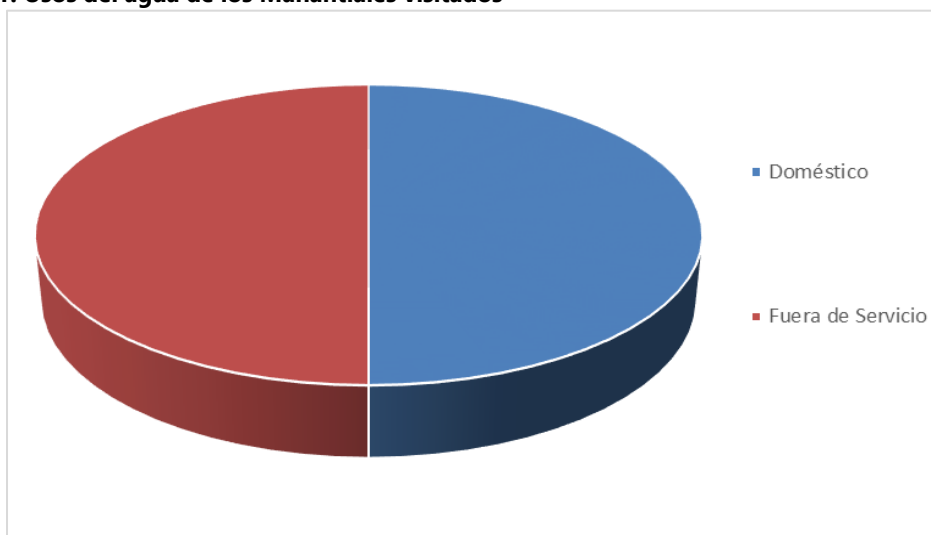


Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### 4.2.5.3. Manantiales

Los dos (2) manantiales visitados son utilizados para uso doméstico, aunque uno de ellos está fuera de servicio.

**Figura 4.21. Usos del agua de los Manantiales visitados**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### 4.2.6. Información complementaria

A continuación, se describe la localización de los pozos inventariados en Coordenadas MAGNA-SIRGAS – Origen Nacional:

**Tabla 4.11. Coordenadas MAGNA-SIRGAS – Origen Nacional de los puntos inventariados**

ID	Norte	Este	Altura
Pp03	1.847.225,26	4.708.166,83	716
Pp09	1.849.297,42	4.723.358,99	615
Pa01	1.849.960,07	4.714.739,05	665
Pa02	1.849.972,62	4.714.760,40	665
Pa06	1.849.728,50	4.714.402,74	678
Pa07	1.852.213,47	4.723.015,75	580
Pa08	1.852.609,12	4.724.095,04	577
Pa10	1.849.322,22	4.723.398,90	614
Pa11	1.838.739,80	4.701.536,29	878
Pa12	1.849.814,92	4.714.956,88	616
Pa13	1.849.866,23	4.714.956,99	664
Pa14	1.849.487,24	4.714.000,90	687
Pm04	1.847.692,91	4.708.443,73	707
Pm05	1.849.966,38	4.714.806,42	665

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

### 4.3. Geotomografía

#### 4.3.1. Prospección geofísica

La prospección geofísica es un método rápido y económico para conocer las condiciones Geológicas e Hidrogeológicas del subsuelo.

La Geotomografía Eléctrica es actualmente uno de los métodos geofísicos más preciso para conocer las condiciones Geológicas e Hidrogeológicas del subsuelo y cada día presenta avances en recursos tecnológicos, desplazando a otros métodos de prospección. Dicha actividad debe realizarse por personal especializado (Geofísico), el cual debe contar con los equipos necesarios para esta actividad y software de interpretación de resultados.

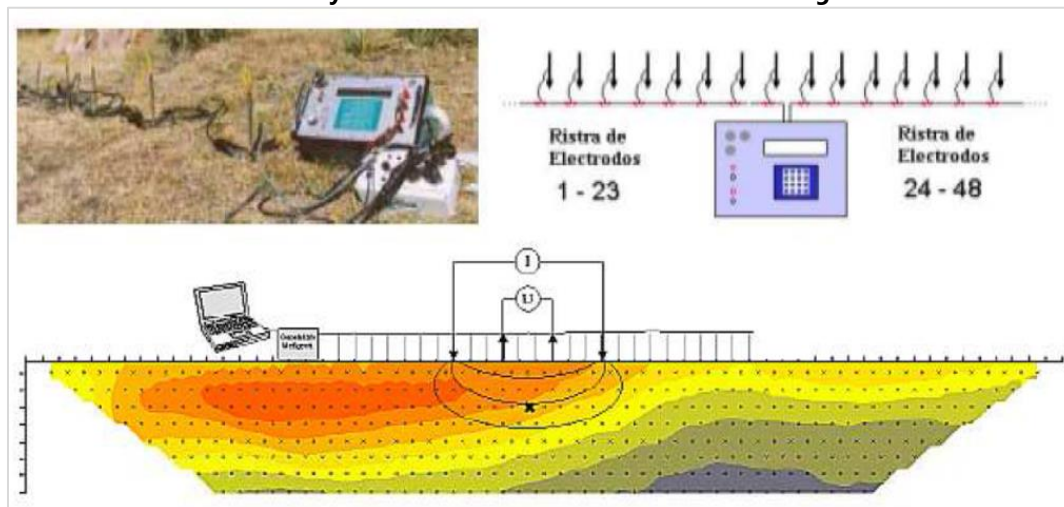
#### 4.3.2. Método de geotomografía de resistividad eléctrica

El estudio de Geotomografía de Resistividad Eléctrica (TRE) (2D), comúnmente encontrado en la bibliografía como ERT, abreviación de *Electrical Resistivity Tomography*, es un método que permite investigar la variación de la resistividad del subsuelo a profundidad y lateralmente.

Se estudia a lo largo de líneas en una dirección determinada, donde se inyecta una corriente eléctrica y mediante un dispositivo receptor se observa la respuesta del subsuelo, siendo el resultado, datos de resistividades aparentes.

Se caracteriza por ser una técnica de resistividad multielectrónica, cuyo arreglo geométrico varía dependiendo del objetivo de estudio.

**Figura 4.22. Perfil de resistividad y distribución de electrodos en la Geotomografía**



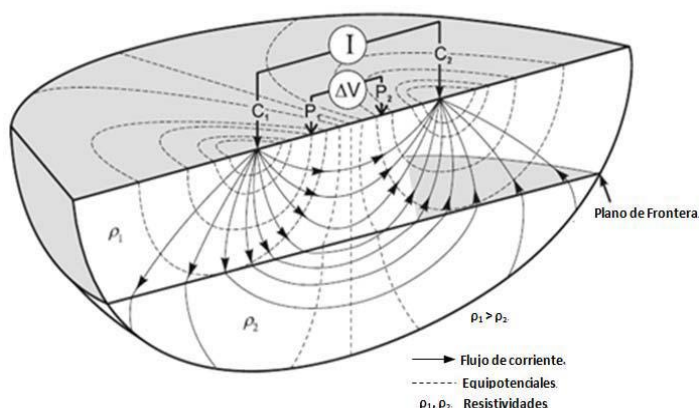
Con las mediciones adquiridas se construye una sección en dos dimensiones (2D) que muestra una primera aproximación de los cambios en el subsuelo. Posteriormente, se aplica un algoritmo de inversión para obtener la distribución real de resistividades o imagen eléctrica. Imagen que será un resultado interpretable desde un punto de vista físico y geológico, y que dará información sobre las características físicas del subsuelo.

Este método geofísico fue desarrollado para la investigación de áreas de geología compleja (Griffiths, 1993). Su aplicación es diversa, como en la exploración de recursos naturales y actualmente en numerosas aplicaciones ambientales, hidrogeológicas, arqueológicas y geotécnicas.

#### **4.3.2.1. Marco teórico de la T.R.E. (2D)**

El principio físico en el que se basa esta metodología está relacionado con el siguiente concepto: mediante un dispositivo electrónico, se inyecta una corriente estacionaria a través de un par de electrodos puntuales [C1 y C2], y se lee la diferencia de potencial entre otro par de electrodos [P1 y P2]. La relación de estas dos magnitudes proporciona una resistividad aparente que depende de la resistencia de los materiales presentes en el subsuelo. Para el caso de prospección eléctrica se considera un campo estacionario, por tanto, las derivadas temporales se anulan, quedando expresada la ecuación de resistividad así:





$$R = K \frac{V}{I}$$

Donde:

V: Voltaje Medido

I: Corriente Medida

K: Constante que depende de la configuración de los electrodos (A, B, M, N)

R: Resistividad del terreno a la profundidad (AB/2)

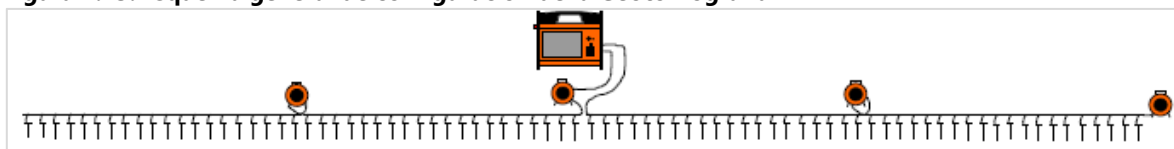
En la práctica se utilizan al menos dos electrodos en la superficie, uno positivo que inyecta corriente al subsuelo y a su vez uno negativo que colecta la corriente de regreso. Además, los valores de potencial tienen un patrón simétrico con respecto al punto medio entre los electrodos. Sin embargo, prácticamente todos los estudios se realizan con un arreglo geométrico de cuatro o más electrodos, como la tomografía eléctrica que se caracteriza por ser multielectrónica, que finalmente están basados en el mismo principio.

El arreglo geométrico consta de dos electrodos por donde se inyecta la corriente llamados C1, C2 y dos electrodos P1, P2 que miden el potencial. La configuración geométrica puede variar dependiendo del objetivo del estudio.

#### 4.3.2.2. Variación vertical de la resistividad

Los registros de la resistividad aparente se ven afectados fuertemente por la resistividad de los materiales del subsuelo que está cerca del arreglo electrónico (distancia menor a P1-P2) y se afecta en menor grado por la resistividad de los materiales que están a distancias grandes (mayores a C1-C2), tanto lateralmente como en profundidad.

**Figura 4.23. Esquema general de configuración de la Geotomografía TRE – 2D**



Por lo tanto, para investigar las variaciones de la resistividad con la profundidad en un sitio, se varía la separación de los electrodos de la configuración electrónica (P1-P2, C1-C2) y registrar las caídas de potencia.

#### 4.3.2.3. Metodología

El principio de los cuatro electrodos se denomina cuadripolo o tetrapolo. En principio los cuatro electrodos pueden adoptar cualquier disposición geométrica sobre el plano que representa la superficie del terreno.

De las diferentes configuraciones posibles que ofrece la T.R.E. se han elegido dos, Wenner y Dipolo-Dipolo, por sus diferentes características y cuyo común denominador es el espaciamiento entre electrodos.

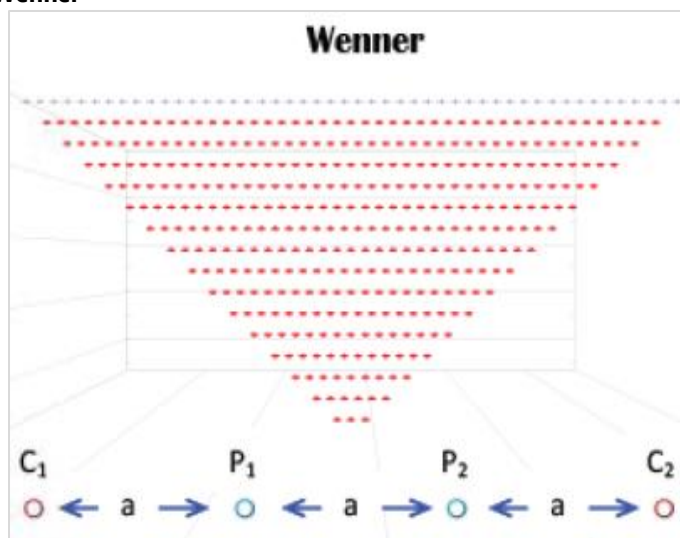
En función del espaciado entre electrodos puede establecerse un compromiso entre profundidad de investigación y resolución. A mayor espaciado de electrodos, la profundidad alcanzada es mayor, pero la resolución disminuye.

##### 4.3.2.3.1. Wenner

El arreglo Wenner "normal" o también llamado Wenner alpha, fue utilizado por primera vez por el grupo pionero de investigación de la Universidad de Birmingham.

Los electrodos se mantienen equidistantes, con una longitud de dipolo de "a", se mueven sobre una línea con la disposición de C1-P1-P2-C2, aumentando el espaciado "n x a", donde "n" es el factor de separación del dipolo o comúnmente llamado nivel de estudio.

**Figura 4.24. Arreglo Wenner**



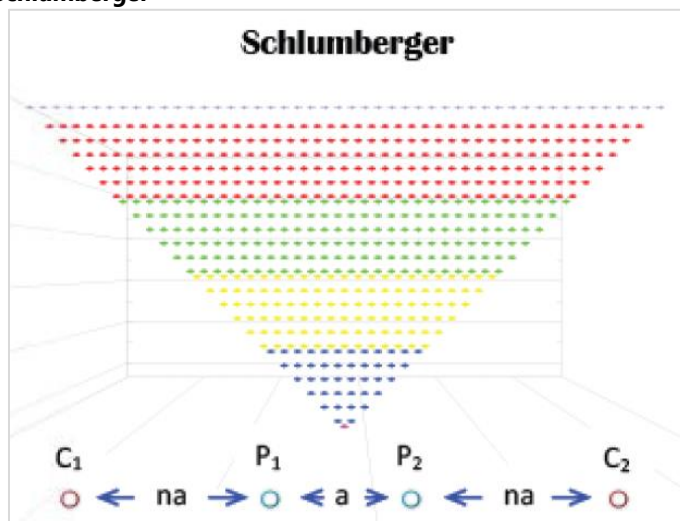
Con este método se logra mejor resolución entre las capas, pero menor profundidad en el subsuelo.

#### 4.3.2.3.2. *Schlumberger*

En este arreglo la distancia de los electrodos P1 - P2 se mantiene constante, ampliando solo la distancia C2 - C1.

A separaciones mayores en donde se hace necesario ampliar los electrodos P1- P2, es necesario realizar una medida de empalme o punto doble donde se busca hacer una recuperación de la medida de potencial para valores de P1-P2 mucho mayores a C2-C1.

**Figura 4.25. Arreglo Schlumberger**



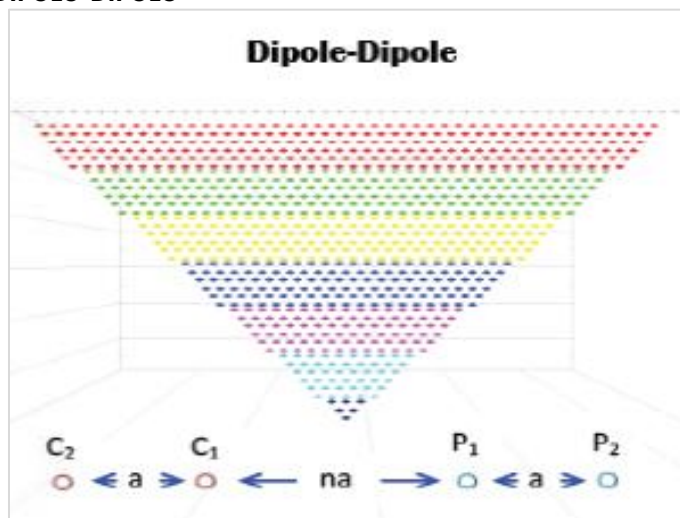
Con este método logra mayor profundidad que con el método Wenner pero su resolución horizontal es menor.

#### 4.3.2.3.3. *Dipolo-dipolo*

Este arreglo es usado en estudios de resistividad y de Polarización Inducida (IP), gracias al bajo acoplamiento entre los circuitos de corriente y potencial.

La geometría es C2-C1-P1 -P2, en principio la distancia es equidistante entre los electrodos "a", pero incrementa en "n x a" en C2-C1 y P1 -P2.

**Figura 4.26. Arreglo DIPOLO-DIPOLO**



Con este método logra mayor profundidad, pero su resolución en la vertical es menor.

#### **4.3.2.4. Interpretación**

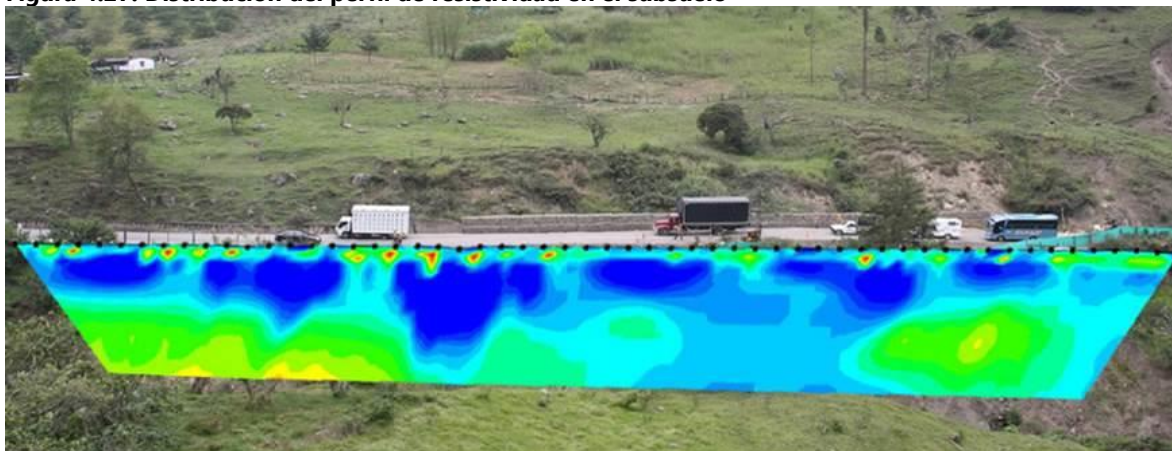
La finalidad de un registro de Geotomografía Eléctrica en aguas subterráneas es determinar la situación hidrogeológica del subsuelo en la zona de estudio; para tal fin, se interpreta el sondeo en dos etapas:

Con la primera se obtiene una estratificación geológica y las resistividades verdaderas de cada capa, partiendo de las leyes fisicomatemáticas. Con la segunda se busca el significado hidrogeológico de esas capas y resistividades, correlacionando los resultados con los datos disponibles del subsuelo.

Esta técnica permite determinar el valor de la resistividad eléctrica real y su distribución en el subsuelo a partir de las mediciones realizadas en superficie. Luego los datos son procesados con algoritmos mediante herramientas informáticas que tras un proceso de iteraciones aproximan la sección medida a un modelo teórico real.



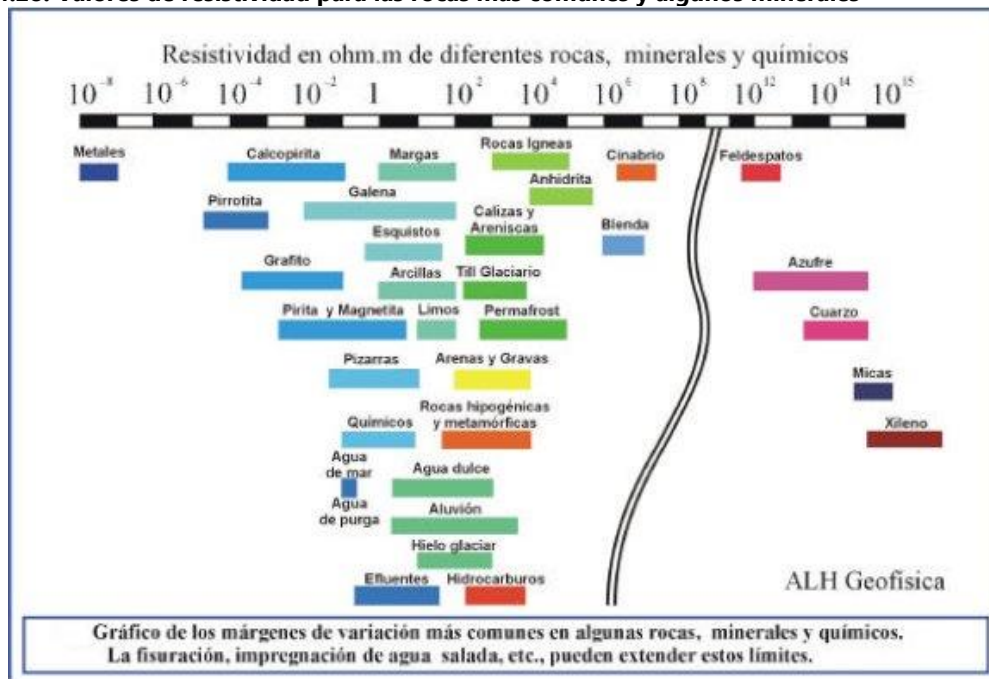
**Figura 4.27. Distribución del perfil de resistividad en el subsuelo**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Esta técnica permite determinar el valor de la resistividad eléctrica real y su distribución en el subsuelo a partir de las mediciones realizadas en superficie. Posteriormente los datos son procesados con algoritmos mediante herramientas informáticas que tras un proceso de iteraciones aproximan la sección medida a un modelo teórico real.

**Figura 4.28. Valores de resistividad para las rocas más comunes y algunos minerales**



El resultado final es una sección distancia-profundidad con la distribución de la resistividad eléctrica real del subsuelo, fácilmente comprensible en términos geológicos o geotécnicos.

La aplicación hidrogeológica constituye la segunda etapa de la interpretación, con esta se deduce el significado geológico e hidrogeológico de las resistividades y los espesores obtenidos.

En esta etapa se integran todos los datos disponibles de modo que la interpretación sea la más ajustada a la realidad, esto implica que entre más datos se tengan sobre el agua subterránea, su calidad y la estratigrafía del acuífero obtenida de perforaciones, más precisos serán los resultados obtenidos mediante la investigación.

#### 4.3.2.5. **Ventajas y limitaciones del método**

La ventaja que presenta este método es que el proceso de captura de los datos está totalmente automatizado, pudiéndose realizar un gran número de medidas, de forma que se obtiene secciones 2-D de excepcional resolución tanto en profundidad como lateralmente.

Gracias a esta visión bidimensional de alta resolución, el método de Tomografía eléctrica nos permitirá:

1. Detectar zonas susceptibles de presentar focos de filtración, así como caracterizar geométricamente el problema (estimar la profundidad del flujo).
2. Abordar de forma eficaz problemas en terrenos con elevada complejidad estructural.
3. Ubicar con gran eficiencia otro tipo de procedimientos (sondeos o piezómetros), dado que nos marca lugar y profundidad a la que se encuentra la anomalía.

**Tabla 4.12. Ventajas y limitaciones del método**

Ventajas	Limitaciones
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El procesado de los datos se puede realizar en el propio campo, mediante la ayuda de un portátil y en un tiempo muy reducido.</li> </ul> <p>Esta manera de obtener resultados casi en tiempo real, le confiere al método una gran versatilidad a la hora de resolver posibles problemas surgidos durante todo el procedimiento de campo, lo cual nos permite decidir en el sitio la ejecución de nuevos perfiles que inicialmente no estaban proyectados.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se puede controlar la profundidad máxima de estudio.</li> <li>• Es un método no destructivo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponer del material requerido, pues a diferencia de otros métodos, la Geotomografía de Resistividad Eléctrica precisa de un equipo costoso en comparación con otras técnicas y un procedimiento de campo relativamente demorado.</li> <li>• Como pasa en todos los métodos de resistividad eléctrica, la presencia de material muy resistivo en superficie imposibilita un buen funcionamiento del método, siendo necesario la utilización de otras técnicas.</li> </ul>

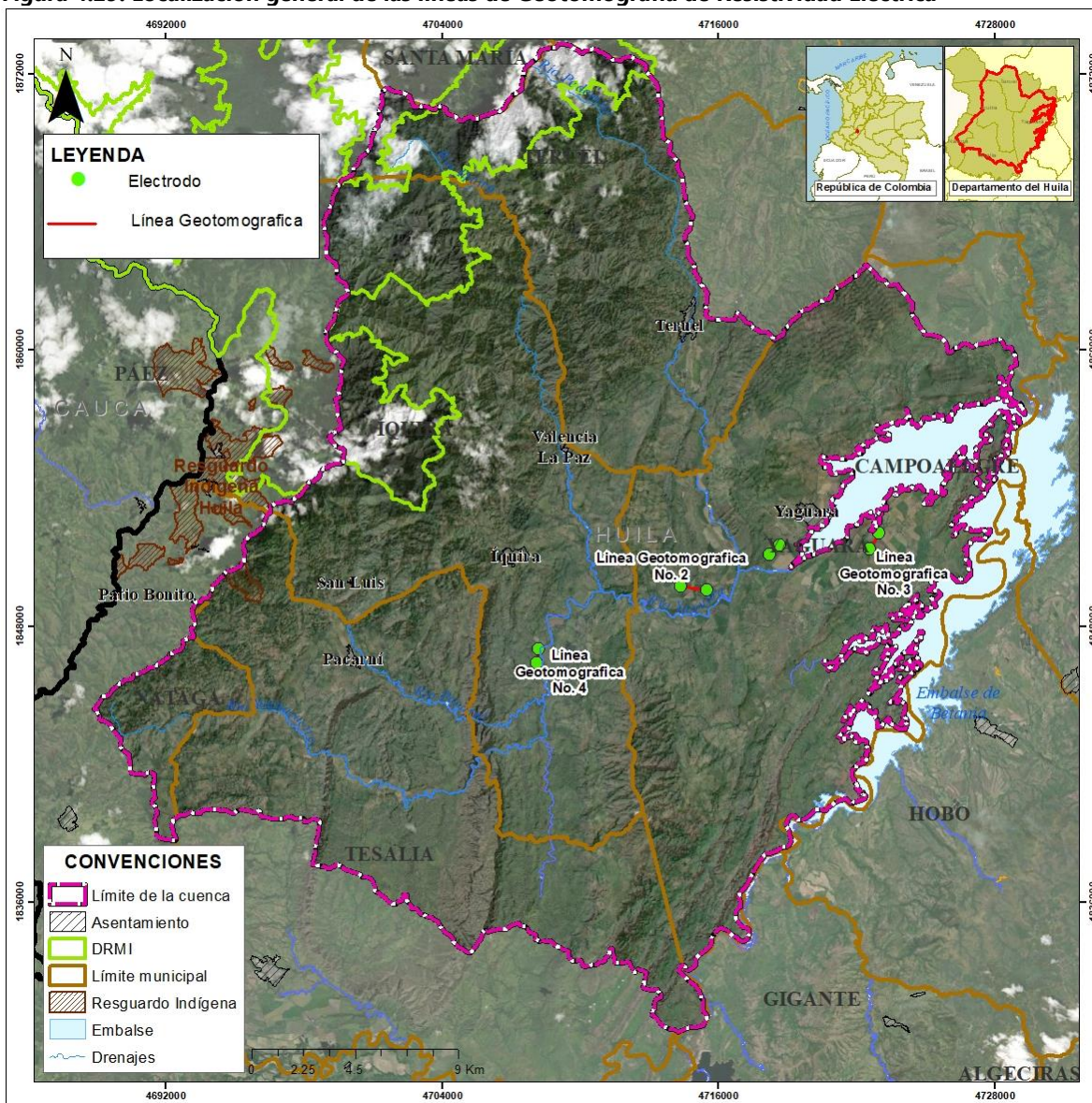
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### 4.3.3. **Localización**

Para la evaluación hidrogeológica del área de estudio se realizó cuatro (4) registros de Geotomografía los cuales se denominaron así:



**Figura 4.29. Localización general de las líneas de Geotomografía de Resistividad Eléctrica**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

1. Registro No. 1: Realizado en la cuenca del Río Yaguará, al suroccidente del municipio de Yaguará, en inmediaciones de la vereda Venecia, sobre la vía que conduce al municipio de Iquira.
2. Registro No. 2: Realizado en la cuenca del Río Yaguará, al suroccidente del municipio de Yaguará, en la vereda El Coco, frente a la Casa de Campo Las Palmas, sobre la vía que conduce al municipio de Iquira.
3. Registro No. 3: Realizado en la cuenca del Río Yaguará, al suroriente del municipio de Yaguará, en inmediaciones en la vereda El Cucharo, en cercanía a la represa de Betania.



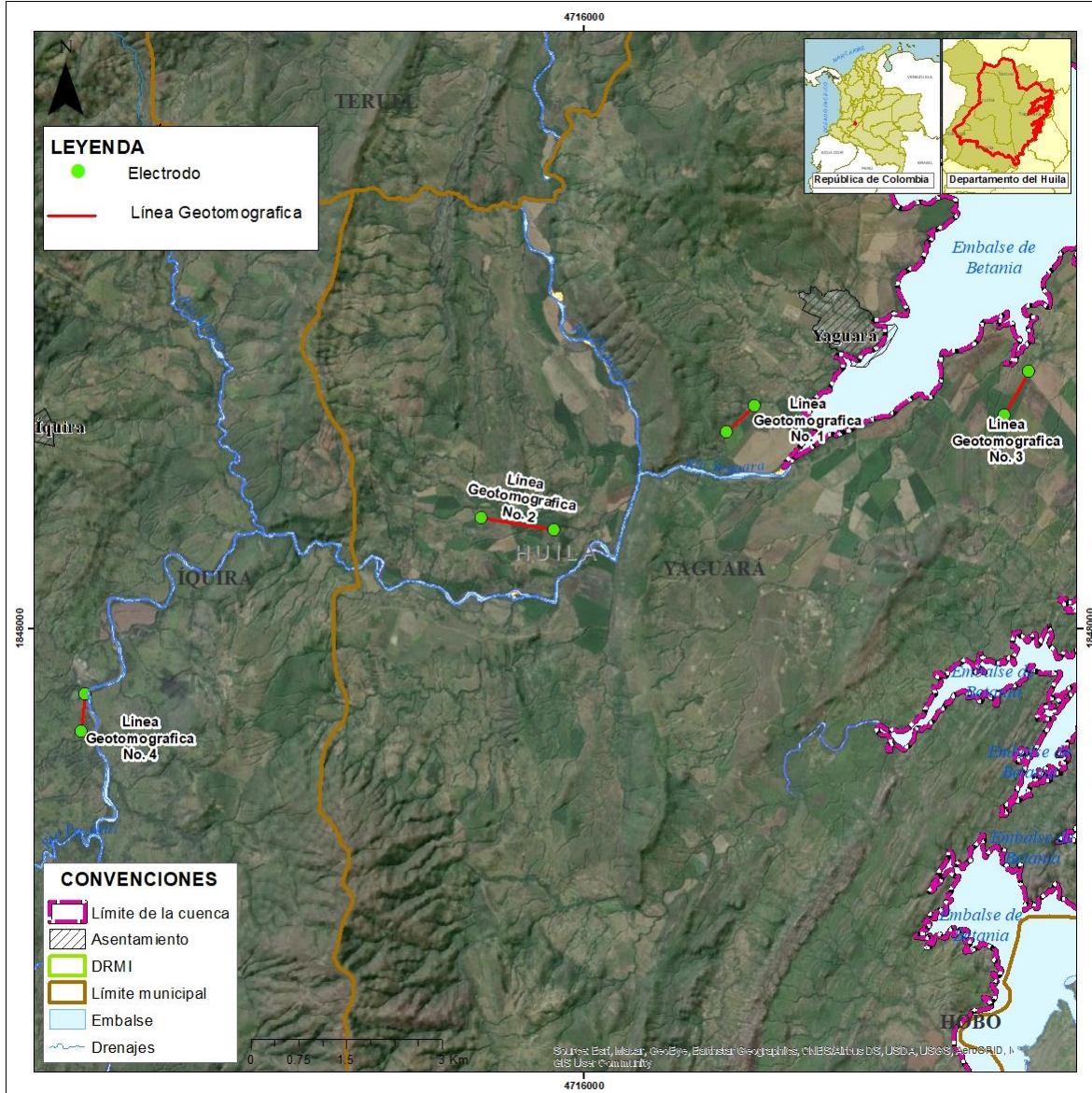
4. Registro No. 4: Realizado en la cuenca del Río Yaguará, al suroriente del municipio de Iquira, en la vereda El Chaparro cerca de la granja Piscícola Huinagro, sobre la vía que conduce a la hacienda turística La Manuela.

**Tabla 4.13. Coordenadas geográficas GMS del primero y el ultimo electrodo de las Geotomografías realizadas**

CODIGO	COORD. N	COORD. W	ALTURA GPS
<b>Geotomografía de Resistividad Eléctrica No. 1</b>			
<b>Electrodo No. 1</b>	2° 38' 58.75"	75° 32' 06.26"	584
<b>Electrodo No. 31</b>	2° 39' 12.07"	75° 31' 52.21"	582
<b>Geotomografía de Resistividad Eléctrica No. 2</b>			
<b>Electrodo No. 1</b>	2° 38' 14.68"	75° 34' 10.48"	678
<b>Electrodo No. 34</b>	2° 38' 08.54"	75° 34' 33.64"	694
<b>Geotomografía de Resistividad Eléctrica No. 3</b>			
<b>Electrodo No. 1</b>	2° 39' 07.58"	75° 29' 45.26"	592
<b>Electrodo No. 35</b>	2° 39' 29.79"	75° 29' 32.94"	584

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 4.30. Localización de detalle de las líneas de Geotomografía de Resistividad Eléctrica**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 4.14. Coordenadas geográficas GMS del primero y el ultimo electrodo de las Geotomografías realizadas**

CODIGO	COORD. N	COORD. W	ALTURA GPS
<b>Geotomografía de Resistividad Eléctrica No. 4</b>			
<b>Electrodo No. 1</b>	2° 36' 25.23"	75° 37' 33.04"	719
<b>Electrodo No. 31</b>	2° 36' 44.49"	75° 37' 30.87"	717

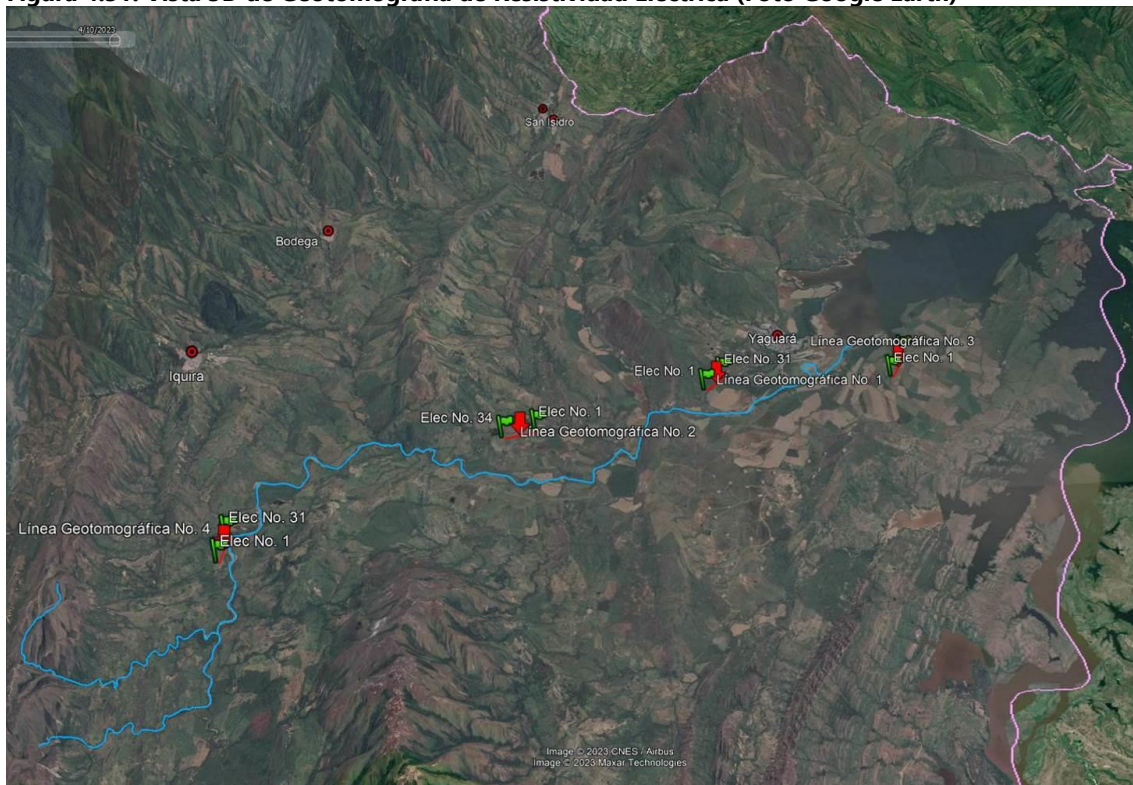
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 4.15. Coordenadas MAGNA-SIRGAS – Origen Nacional del primero y el ultimo electrodo de las Geotomografías realizadas**

CODIGO	COORD. N	COORD. E	ALTURA
<b>Geotomografía de Resistividad Eléctrica No. 1</b>			
<b>Electrodo No. 1</b>	1.851.088,99	4.718.230,09	584
<b>Electrodo No. 31</b>	1.851.497,31	4.718.665,00	582
<b>Geotomografía de Resistividad Eléctrica No. 2</b>			
<b>Electrodo No. 1</b>	1.849.742,97	4.714.389,48	678
<b>Electrodo No. 34</b>	1.849.551,99	4.715.527,30	694
<b>Geotomografía de Resistividad Eléctrica No. 3</b>			
<b>Electrodo No. 1</b>	1.851.351,40	4.722.586,75	592
<b>Electrodo No. 35</b>	1.852.032,93	4.722.968,73	584
<b>Geotomografía de Resistividad Eléctrica No. 4</b>			
<b>Electrodo No. 1</b>	1.846.393,35	4.708.123,99	719
<b>Electrodo No. 31</b>	1.846.984,94	4.708.192,28	717

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 4.31. Vista 3D de Geotomografía de Resistividad Eléctrica (Foto Google Earth)**



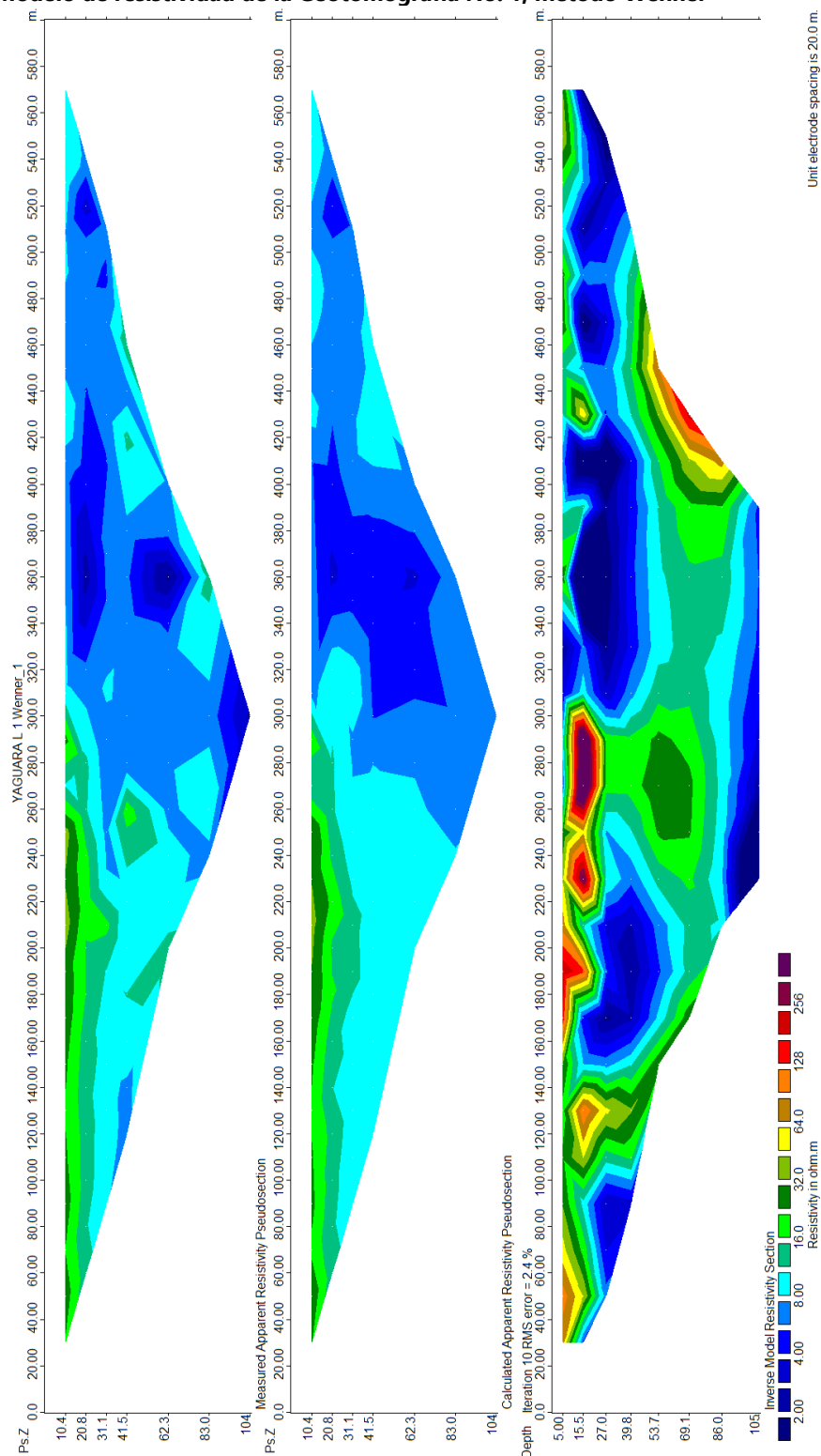
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



#### **4.3.4. Resultados obtenidos**

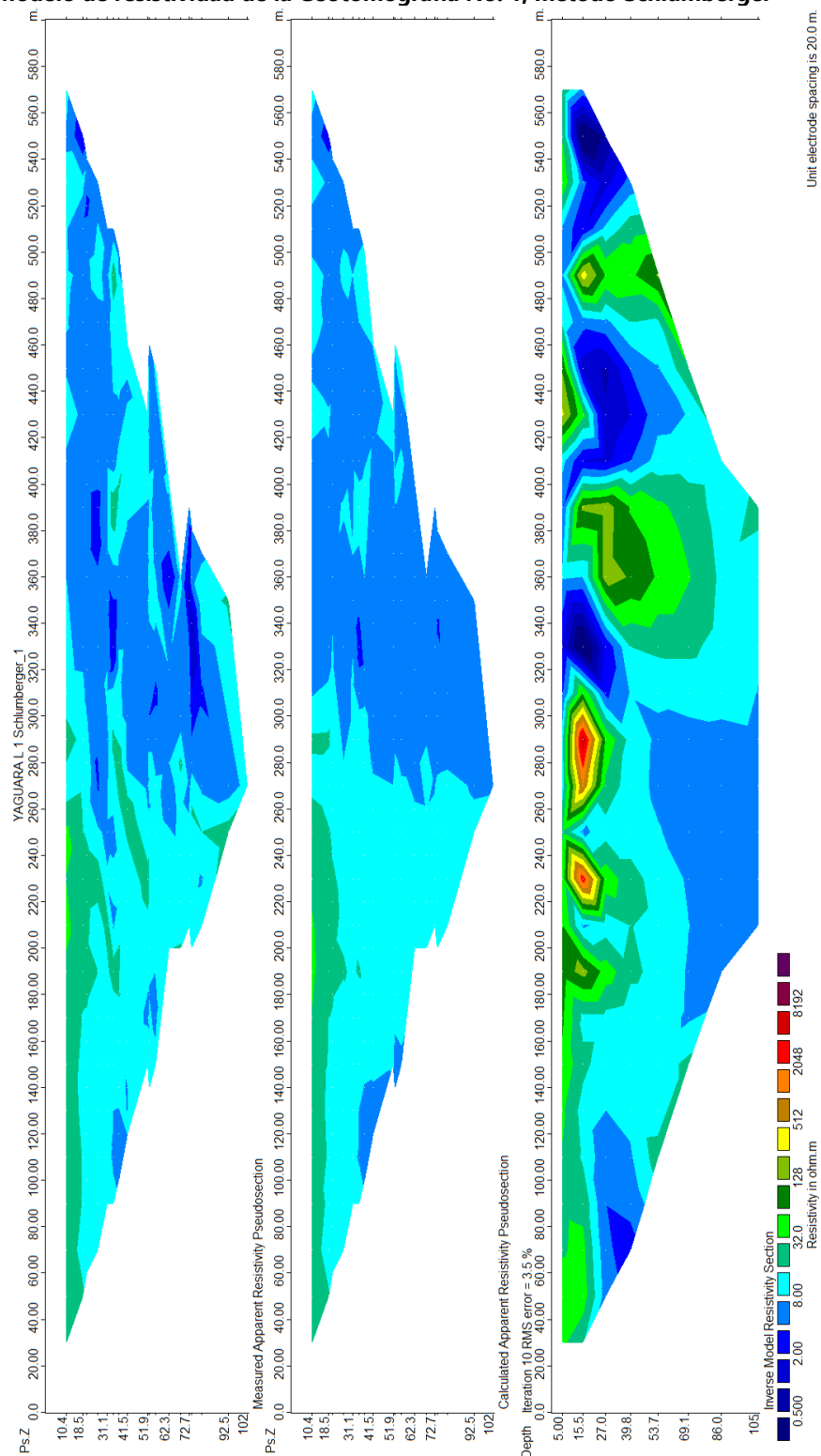
A continuación, se describen los resultados obtenidos de las Geotomografía de Resistividad Eléctrica, la cual se interpreta por los métodos Wenner, Schlumberger y Dipolo-Dipolo. Finalmente se analiza la imagen del modelo de resistividad más representativo de las condiciones Geológicas e Hidrogeológicas de la zona y que presente mayor grado de certeza en la solución interpretativa (algoritmo matemático por el método Jacobian Matrix).

Figura 4.32. Modelo de resistividad de la Geotomografía No. 1, método Wenner



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

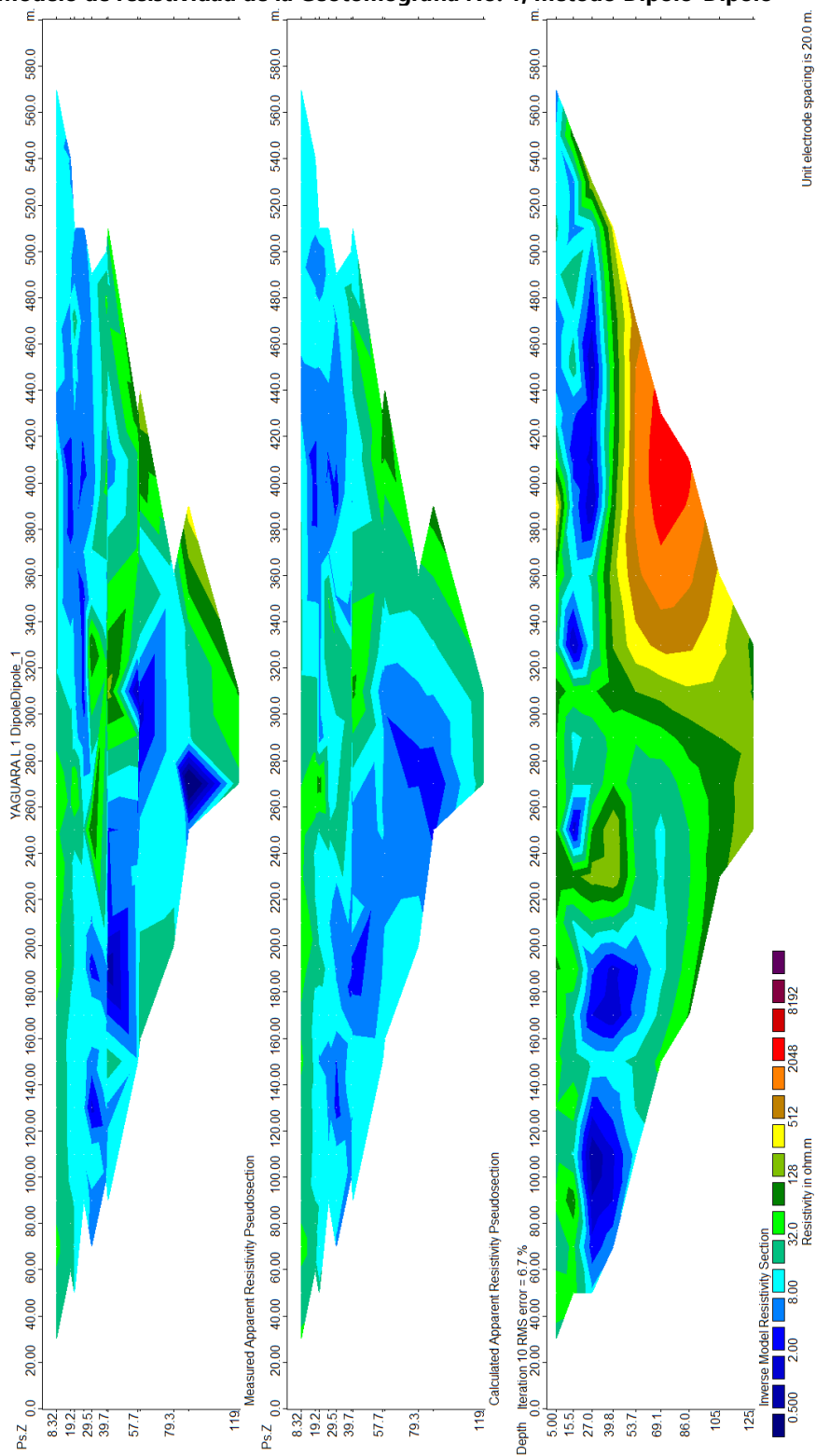
Figura 4.33. Modelo de resistividad de la Geotomografía No. 1, método Schlumberger



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

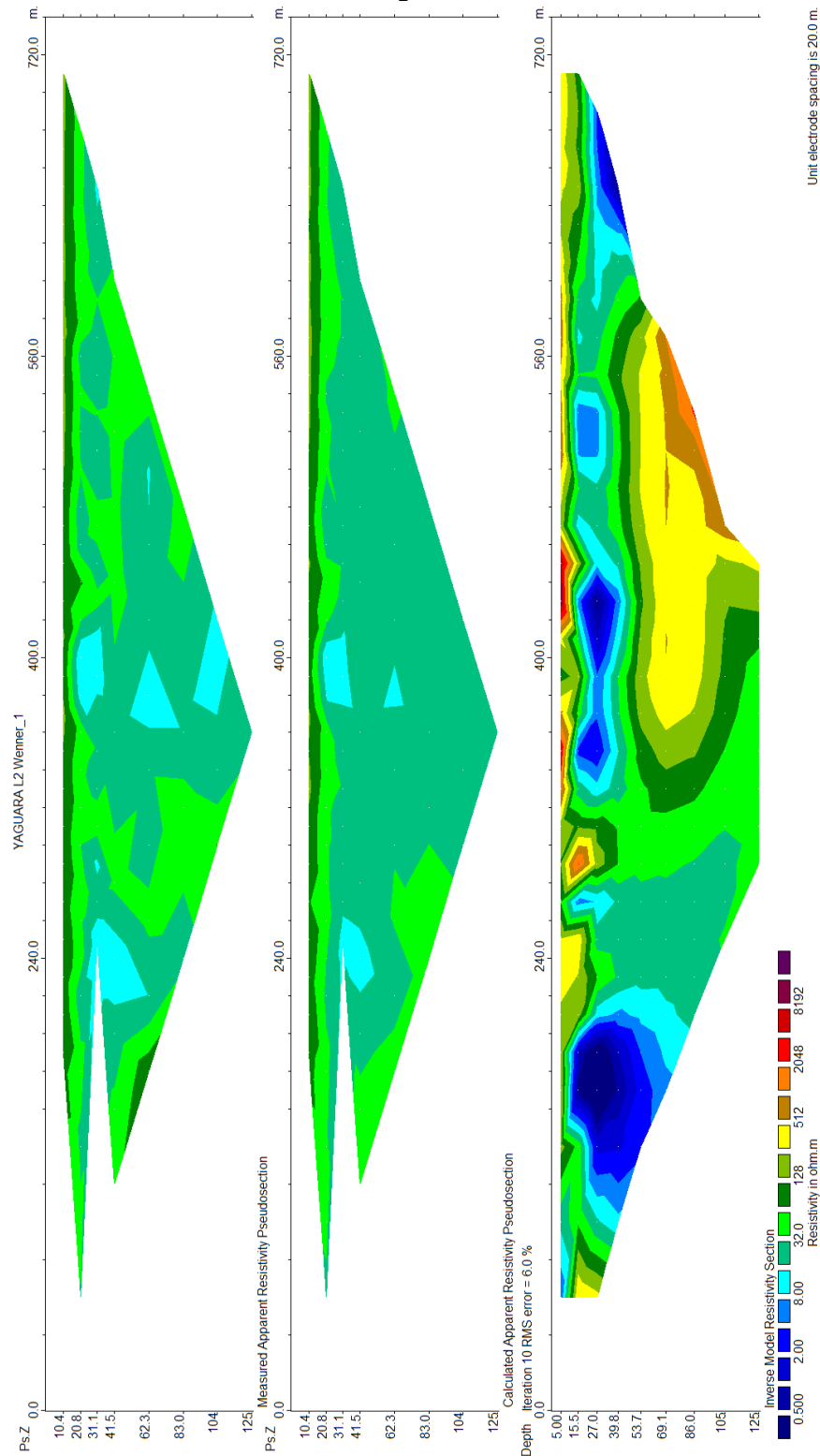


Figura 4.34. Modelo de resistividad de la Geotomografía No. 1, método Dipolo-Dipolo



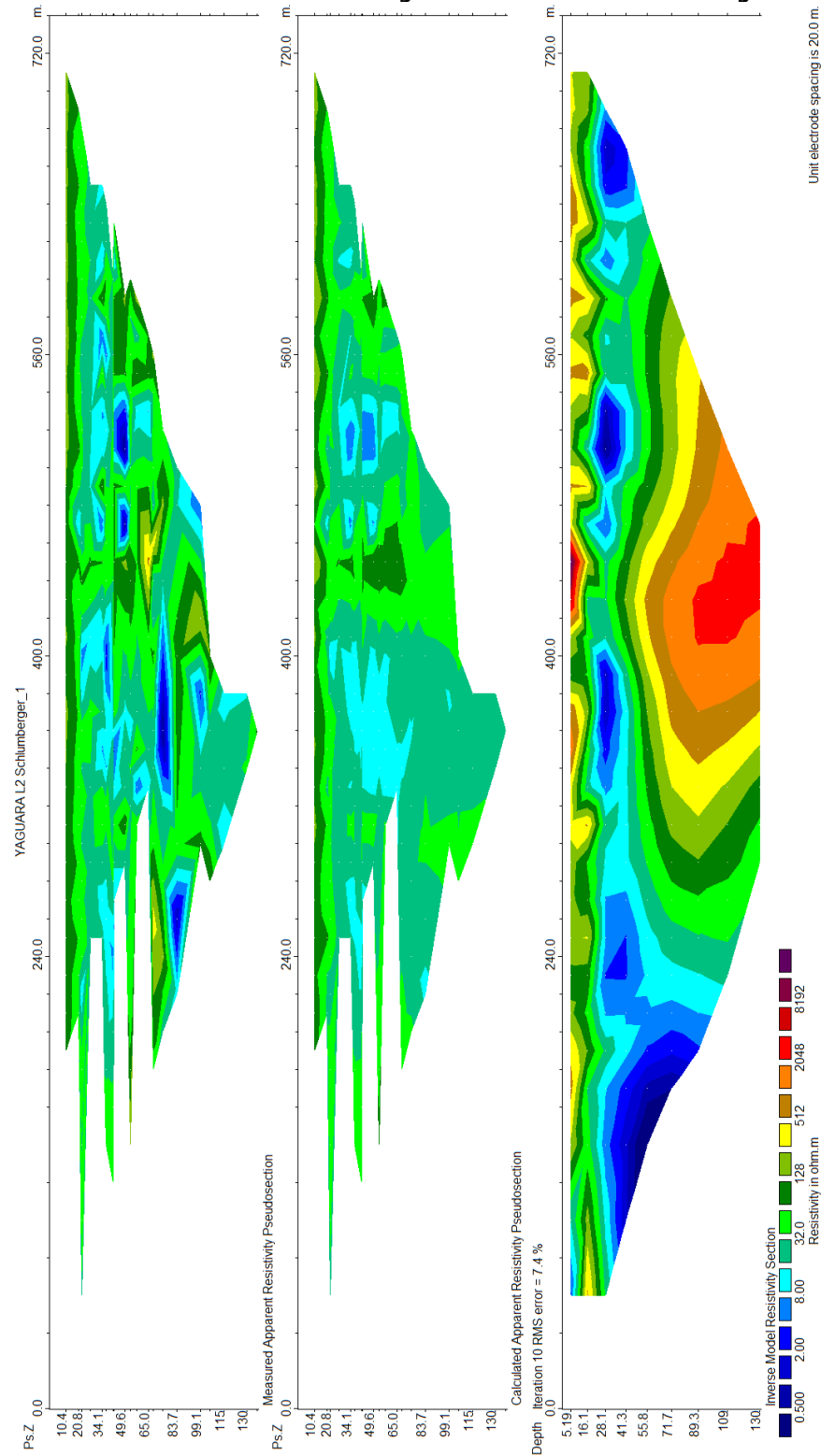
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Figura 4.35. Modelo de resistividad de la Geotomografía No. 2, método Wenner



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

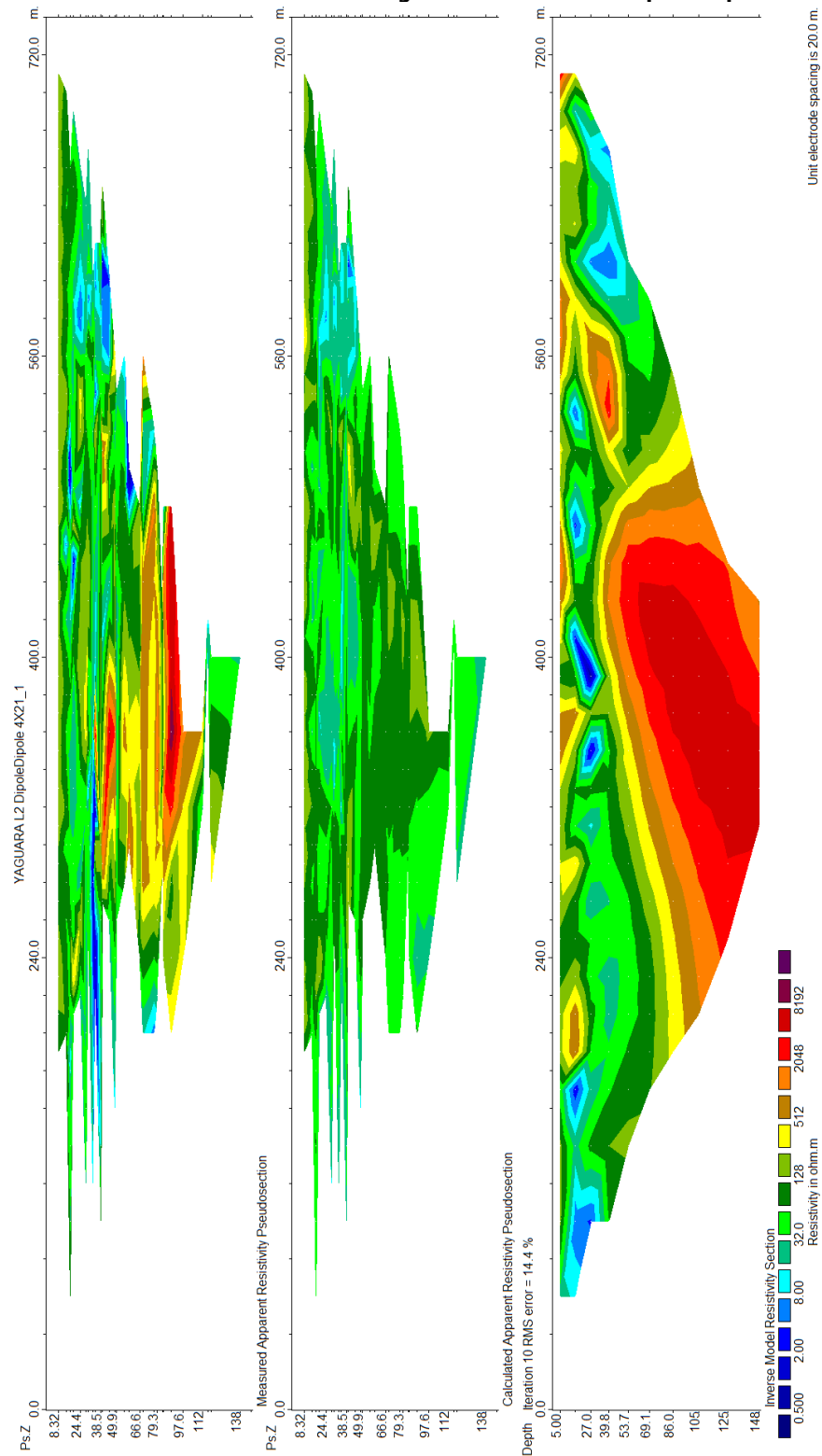
Figura 4.36. Modelo de resistividad de la Geotomografía No. 2, método Schlumberger



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

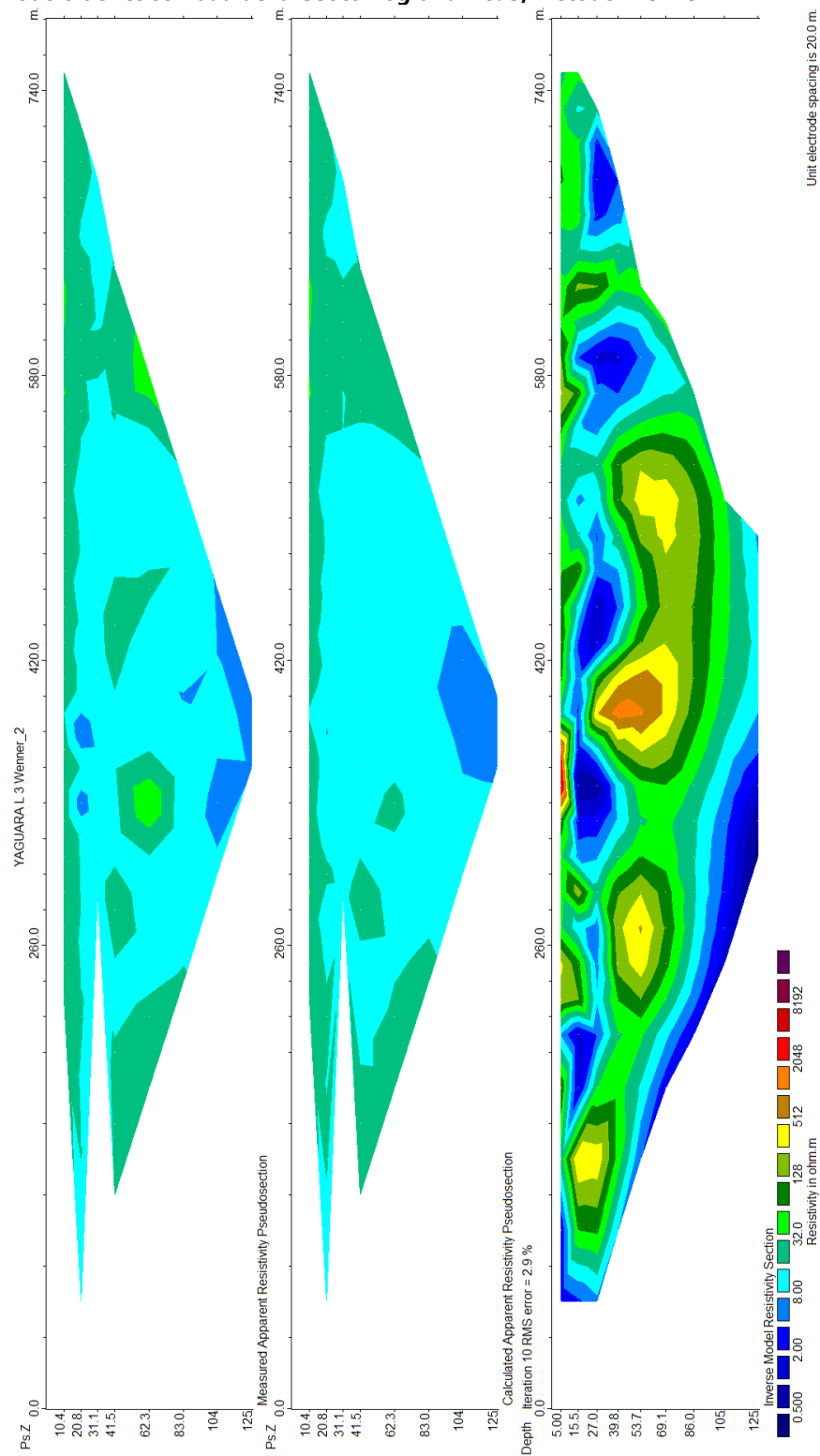


Figura 4.37. Modelo de resistividad de la Geotomografía No. 2, método Dipolo-Dipolo



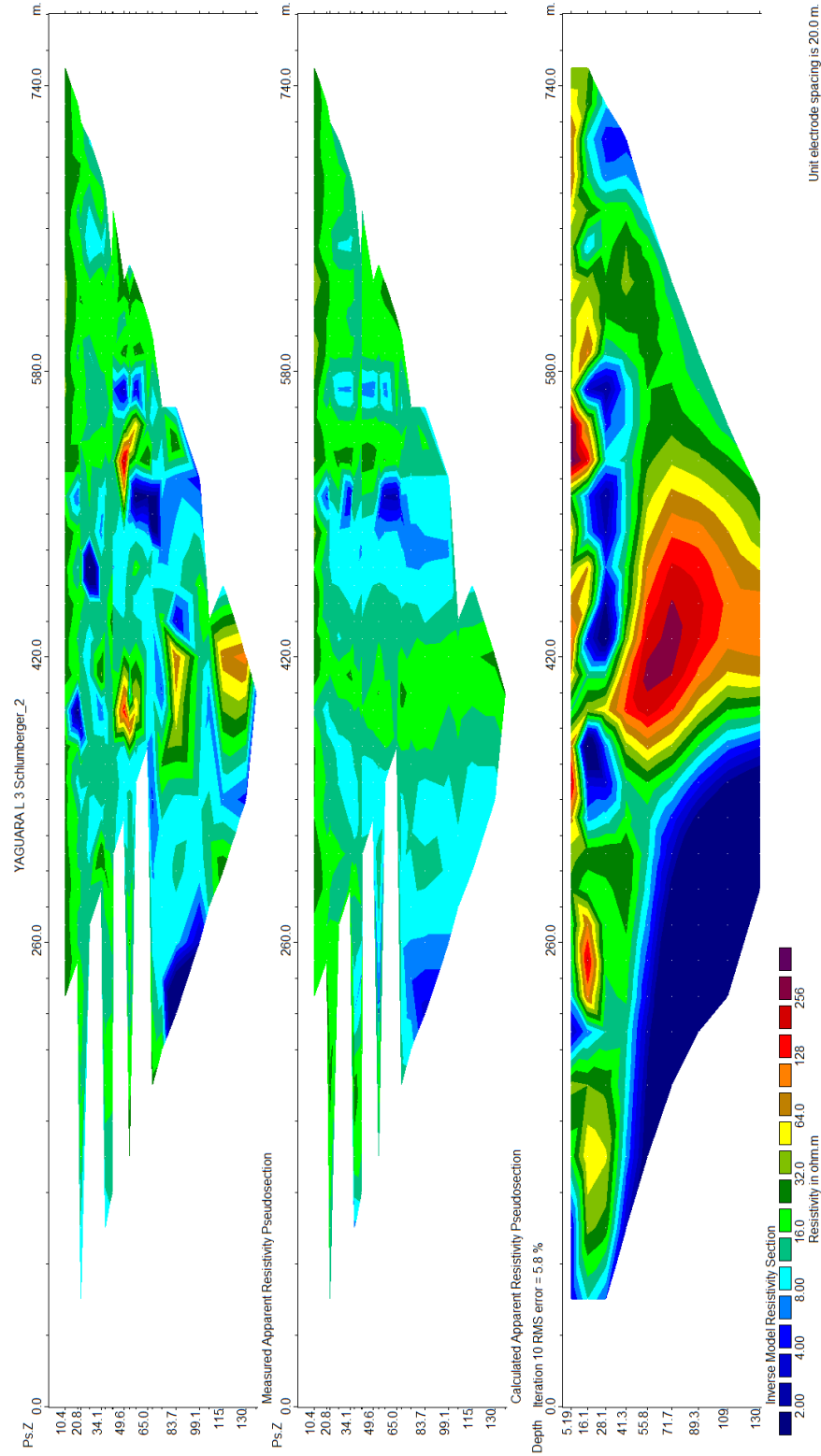
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Figura 4.38. Modelo de resistividad de la Geotomografía No. 3, método Wenner



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

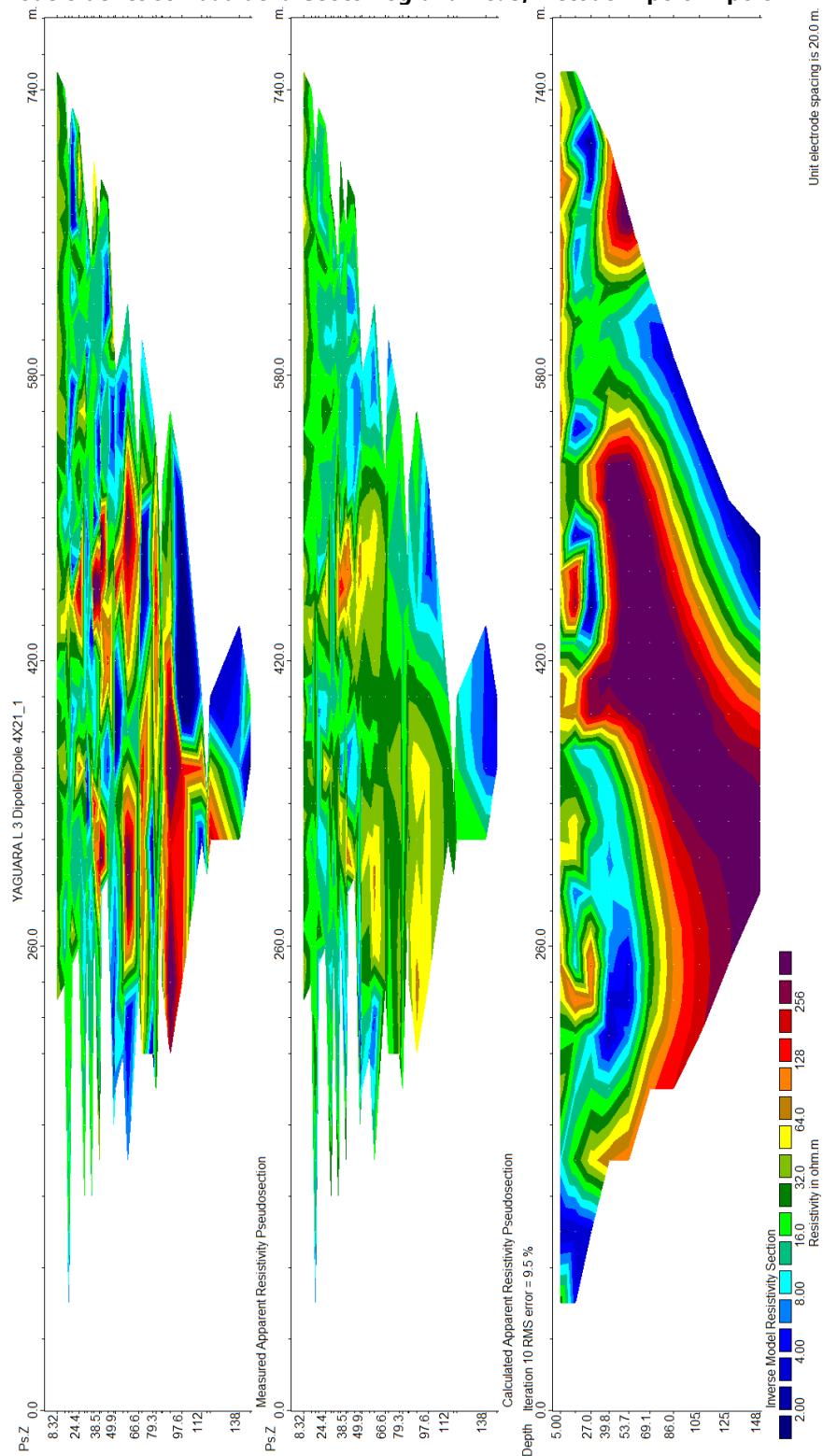
Figura 4.39. Modelo de resistividad de la Geotomografía No. 3, método Schlumberger



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

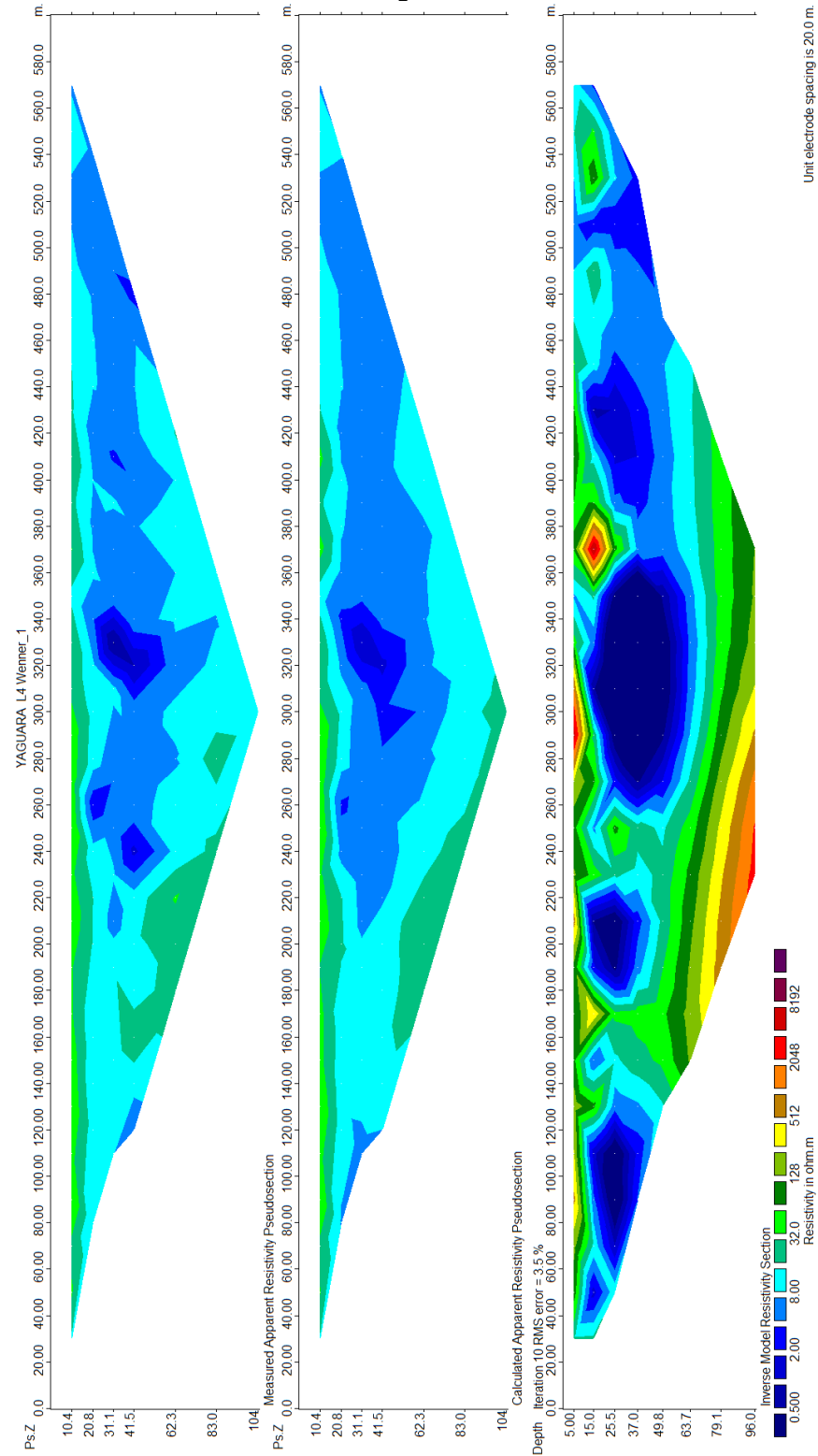


Figura 4.40. Modelo de resistividad de la Geotomografía No. 3, método Dipolo-Dipolo



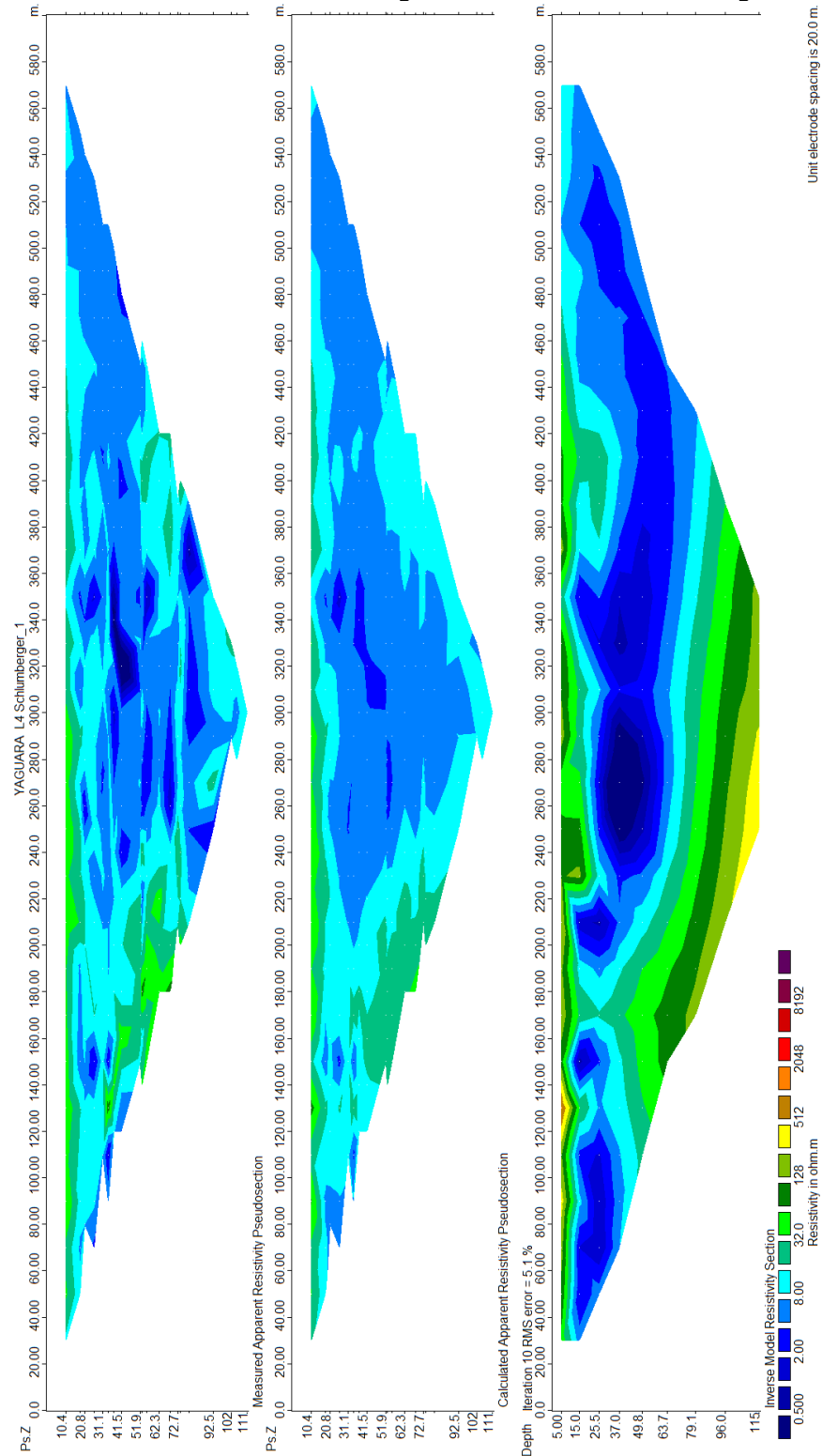
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Figura 4.41. Modelo de resistividad de la Geotomografía No. 4, método Wenner



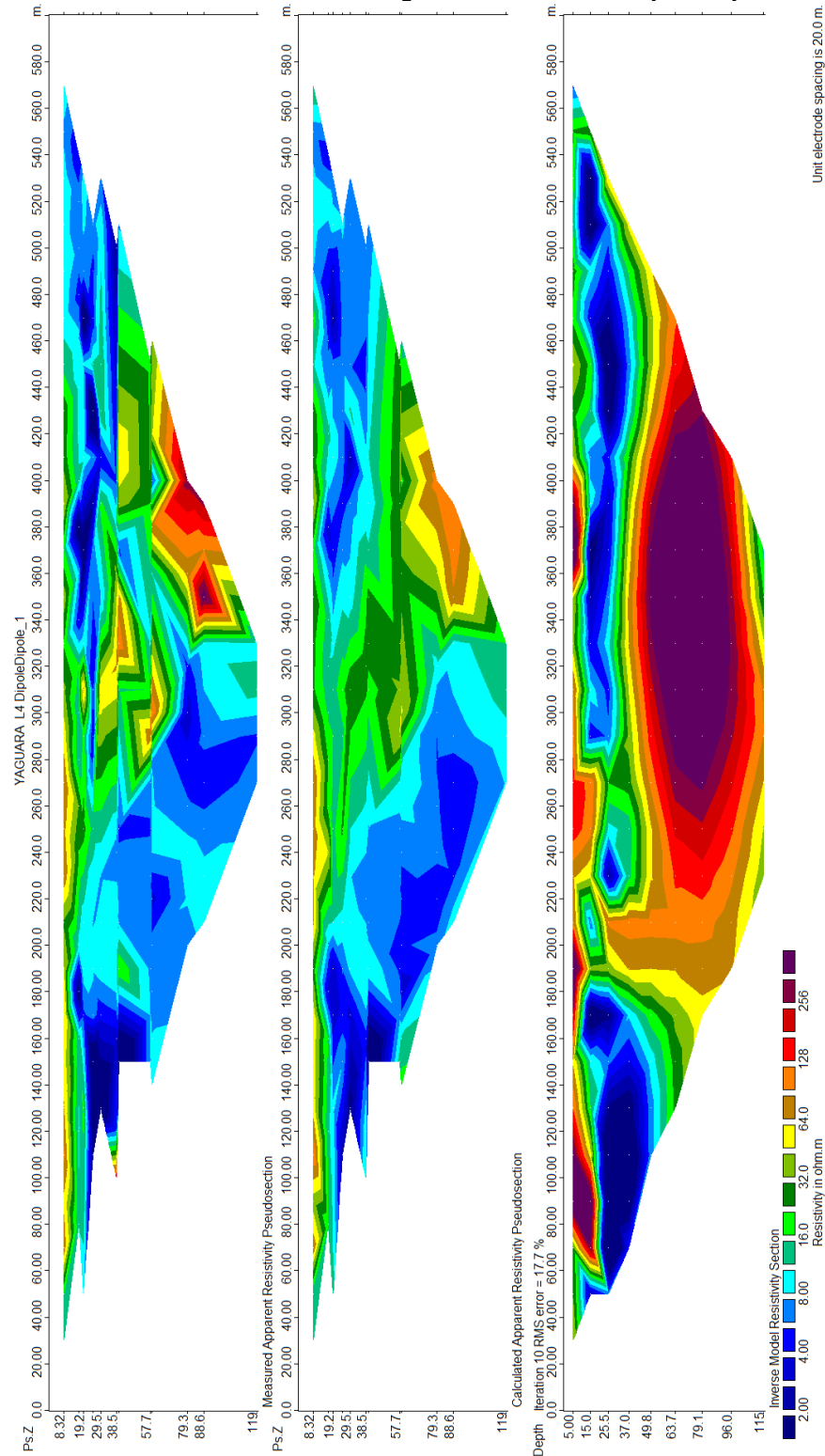
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Figura 4.42. Modelo de resistividad de la Geotomografía No. 4, método Schlumberger



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Figura 4.43. Modelo de resistividad de la Geotomografía No. 4, método Dipolo-Dipolo



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



#### 4.3.5. Registro fotográfico

**Figura 4.44. Geotomografía No. 1, realizada en la vereda Venecia, sobre la vía que conduce al municipio de Iquira**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 4.45. Geotomografía No. 2, realizada en la vereda El Coco, frente a la Casa de Campo Las Palmas**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



**Figura 4.46. Geotomografía No. 3, realizada en la vereda El Cucharo, en cercanía a la represa de Betania**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 4.47. Geotomografía No. 4, realizada en la vereda El Chaparro cerca de la granja Piscícola Huinagro**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 4.48. Equipo ABEM modelo TERRAMETER LS, usado para realizar el estudio**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

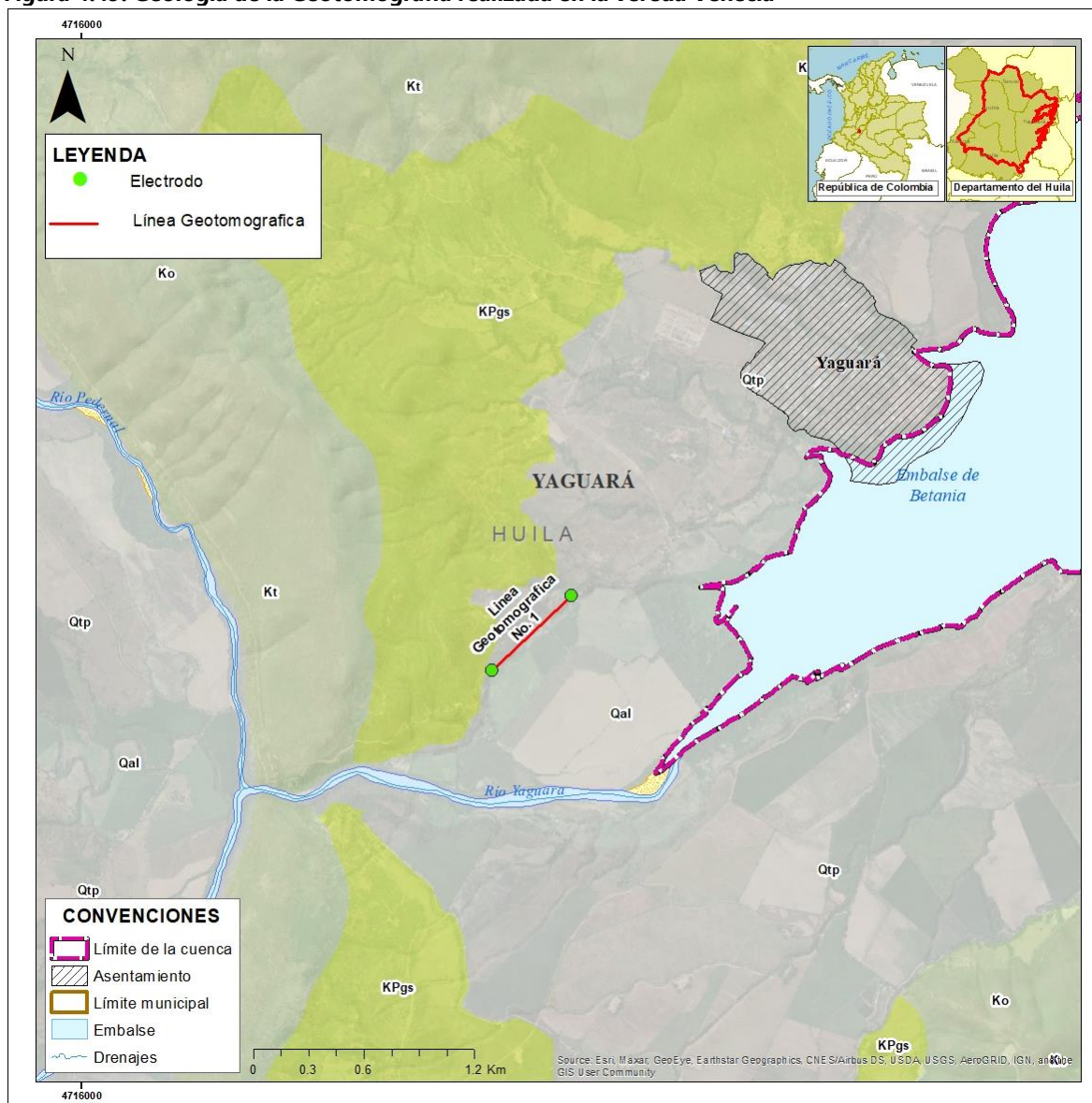
#### 4.3.6. Análisis de los resultados

##### 4.3.6.1. Perfil geotomográfico de resistividad eléctrica No. 1

La condición geológica del área nos muestra que la Geotomografía No. 1, realizada en inmediaciones de la vereda Venecia, se ubica en el límite entre Depósitos Aluviales (Qal) y Terrazas Pumíticas (Qt), estas formaciones cuaternarias están depositadas sobre rocas sedimentarias cretácicas (Formación Seca (KPgs) o Formación La Tabla (Kt)).



**Figura 4.49. Geología de la Geotomografía realizada en la vereda Venecia**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

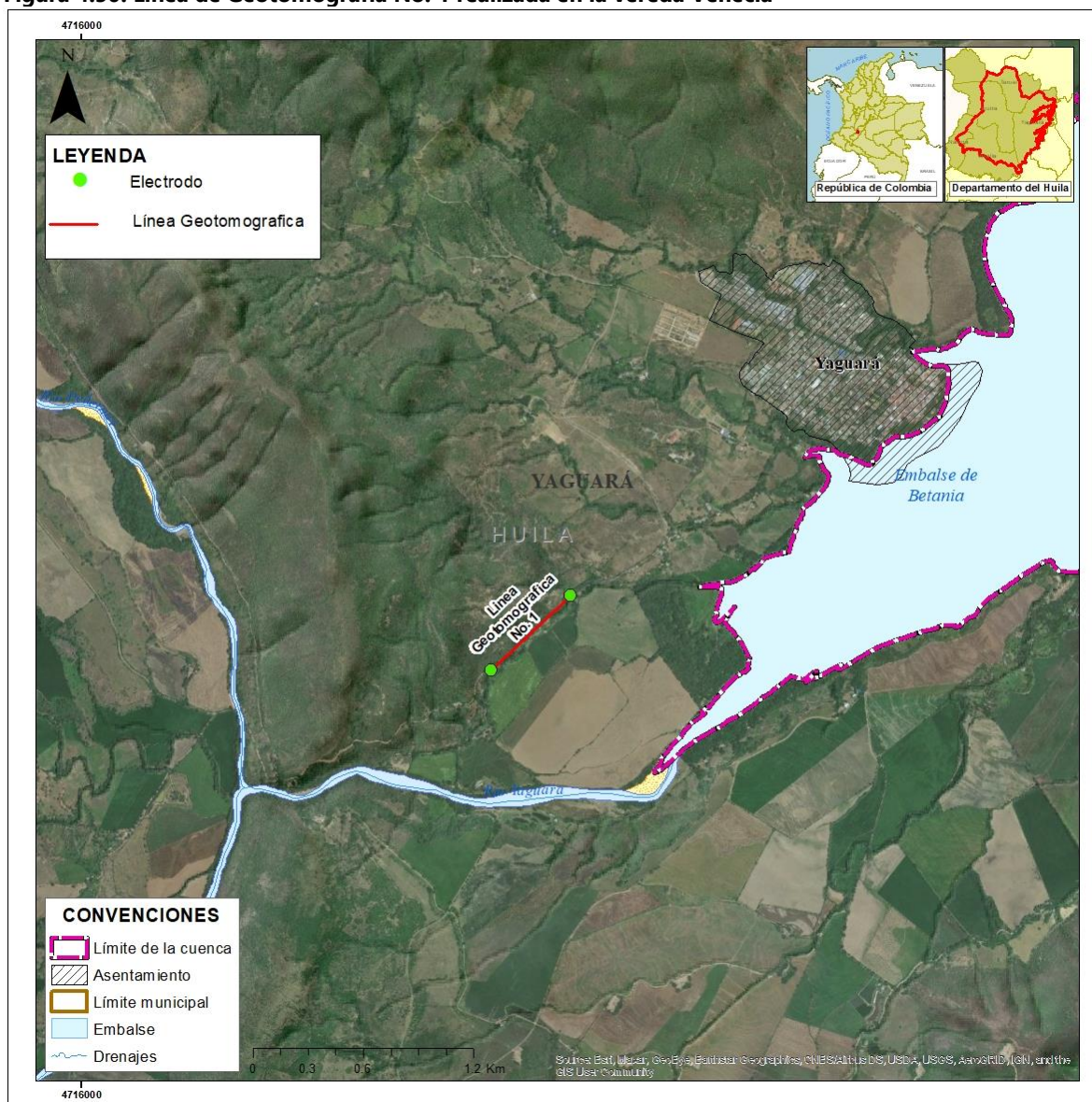
El perfil de Geotomografía de Resistividad Eléctrica No. 1, realizado en la cuenca del Río Yaguará, al suroccidente del municipio de Yaguará, en inmediaciones de la vereda Venecia, sobre la vía que conduce al municipio de Iquira; tuvo una longitud de 600 metros y una dirección de 46 grados N-E.

Se tomó para efectos de análisis la configuración Wenner, ya que es el método que presenta mejor resolución en la vertical y para el caso específico fue el método (de los tres realizados) que presentó mayor grado de certeza en la solución interpretativa (solución del algoritmo matemático por el método Jacobian Matrix según recomendación del fabricante).



Para efectos de la correlación entre la gráfica y su distribución en campo describen las coordenadas del primero y ultimo electrodo, localizándose el electrodo No. 1 al suroccidente del perfil Geotomográfico y el electrodo No. 31 (ultimo) al nororiente del corte, al observar la gráfica de interpretación el primer electrodo concuerda con la línea de la ordenada (escala de profundidad), ubicada a la izquierda en donde aparece el valor 0.0 y el ultimo electrodo se localiza en el extremo derecho donde aparece la letra (m). La profundidad se interpreta desplazándose hacia abajo en la gráfica (similar al plano cartesiano).

**Figura 4.50. Línea de Geotomografía No. 1 realizada en la vereda Venecia**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Para esta etapa la principal función del perfil topográfico es definir si la zona es plana o si presenta pendientes abruptas que implique la necesidad de realizar corrección topográfica al corte Geotomográfico, para este caso el perfil no presenta topografía abrupta y la pendiente promedio es de 2,8 % considerada casi plana por lo tanto no requiere corrección topográfica.

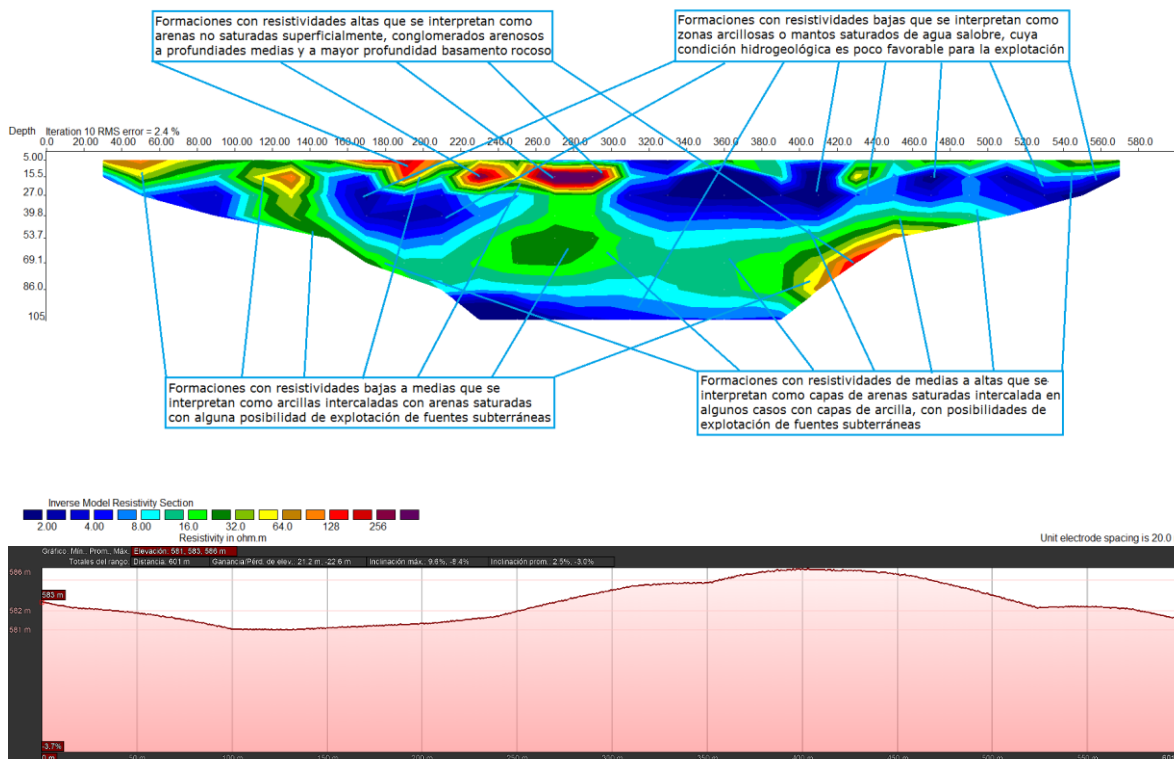
#### **4.3.6.1.1. Interpretación por unidades hidrogeológicas**

Se detectan a lo largo del registro estratos con valores de resistividades bajas que oscilan entre los 0,5 a los 8,0 Ohm-m, que se interpretan como material fino (arcillas o arcillolitas) o formaciones de arenas o areniscas saturadas de agua salobre, cualquiera de las dos interpretaciones indica condiciones hidrogeológicas poco favorables, esta característica se extiende en el perfil en forma de capas de espesor medio, en especial en la parte central en donde se encuentra un poco más masiva y alcanza espesores superiores a los 60 metros, también se aprecia al nororiente del corte y en la parte baja (se presentan dentro del perfil en el rango de colores que van del azul oscuro al azul cielo).

Luego se observa un leve aumento de la resistividad con valores de 8,0 a 24,0 Ohm-m, asociado a la presencia de material fino (arcillolitas) intercalado con mantos de arena o areniscas saturadas con condiciones hidrogeológicas limitadas, distribuido en el perfil en forma de capas de espesor medio, especialmente en la parte central del corte a profundidades medias (con espesores hasta de 60 metros), por lo general está asociado al borde externo de la capa anterior (esta característica concuerda con el rango de colores del azul marino a verde viche).

Posteriormente se observa depósitos con resistividades medias a altas que varían entre los 24,0 a los 128 Ohm-m, que se interpretan como capas de arena o areniscas saturadas, intercaladas con arcillas o arcillolitas, con condiciones hidrogeológicas aceptables y posibilidad a explotación, el cual se distribuye a lo largo de todo el perfil, especialmente en la parte central y en el sector suroccidental a profundidades medias en donde alcanza espesores superiores a los 45 metros (se observan dentro del perfil el rango de tonalidades que van del color verde oscuro a anaranjado).

**Figura 4.51. Interpretación de la línea de Geotomografía No. 1 y Perfil de elevación asociado**  
**GEOTOMOGRAFÍA DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA No. 1 - MÉTODO WENNER**  
**POMCA DEL RÍO YAGUARÁ - VEREDA VENECIA - MUNICIPIO DE YAGUARÁ (HUILA)**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Finalmente se observa formaciones con resistividades altas a muy altas con valores que oscilan entre 128 a 50.000 Ohm-m, que se interpretan como sectores con predominio de arenas no saturadas (superficialmente) o areniscas conglomeráticas profundidades medias y a mayor profundidad se interpreta como basamento rocoso (posiblemente sedimentos cretácicos de la Formación Seca (KPGs)), en los dos últimos casos estos estratos pueden tener algún interés de explotación pero son difíciles de perforar debido a su dureza (estas características se extienden la gráfica en el rango de colores incluidos entre el rojo al morado).

#### 4.3.6.1.2. Interpretación por unidades estratigráficas

Se observa en la línea Geotomográfica No. 1, un predominio de materiales finos (limos y arcillas) en los primeros metros, al nororiente del corte y en la parte media en donde su distribución se vuelve más masiva, asociado a estratos con resistividades bajas; posteriormente se observa una leve aumento de la resistividad que se interpreta como material granular (arenas o areniscas) saturado con presencia en algunos casos de finos, localizado en la parte central y suroccidental del corte; finalmente se aprecia un mayor porcentaje de material fino hacia en la parte baja del perfil relacionado con resistividades bajas.

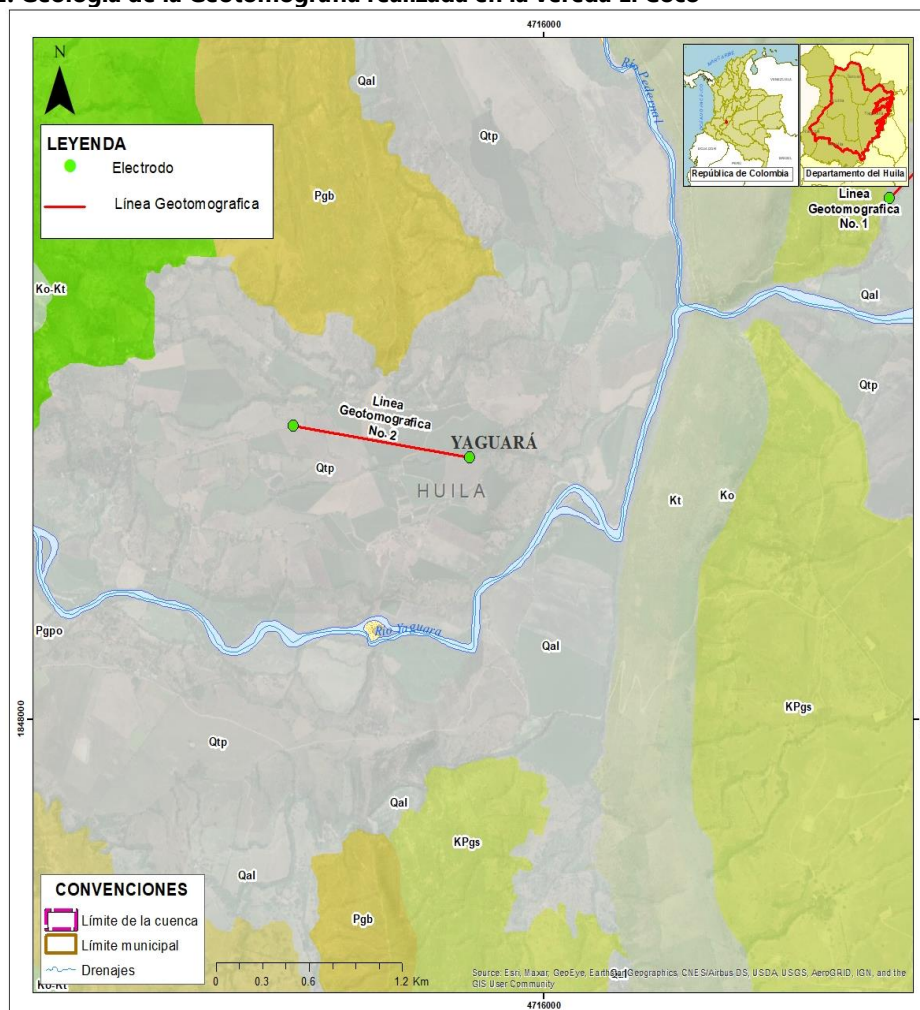


#### 4.3.6.2. Perfil geotomográfico de resistividad eléctrica No. 2

En el sector central de la microcuenca sobre la vía que conduce al municipio de Iquira, la condición geológica que presenta área donde se ubica la Geotomografía No. 2 nos muestra Depósitos Terrazas Pumíticas (Qtp) de edad cuaternarias depositadas sobre rocas sedimentarias cretácicas (Formación Hondita – Formación Loma Gorda (Kh-Kl) o Formación Seca (KPgs)), igualmente se ve afectada por la falla de Bache.

El perfil de Geotomografía de Resistividad Eléctrica No. 2, realizado en la cuenca del Río Yaguará, al suroccidente del municipio de Yaguará, en la vereda El Coco, frente a la Casa de Campo Las Palmas, sobre la vía que conduce al municipio de Iquira; tuvo una longitud de 740 metros y una dirección de 255 grados S-W.

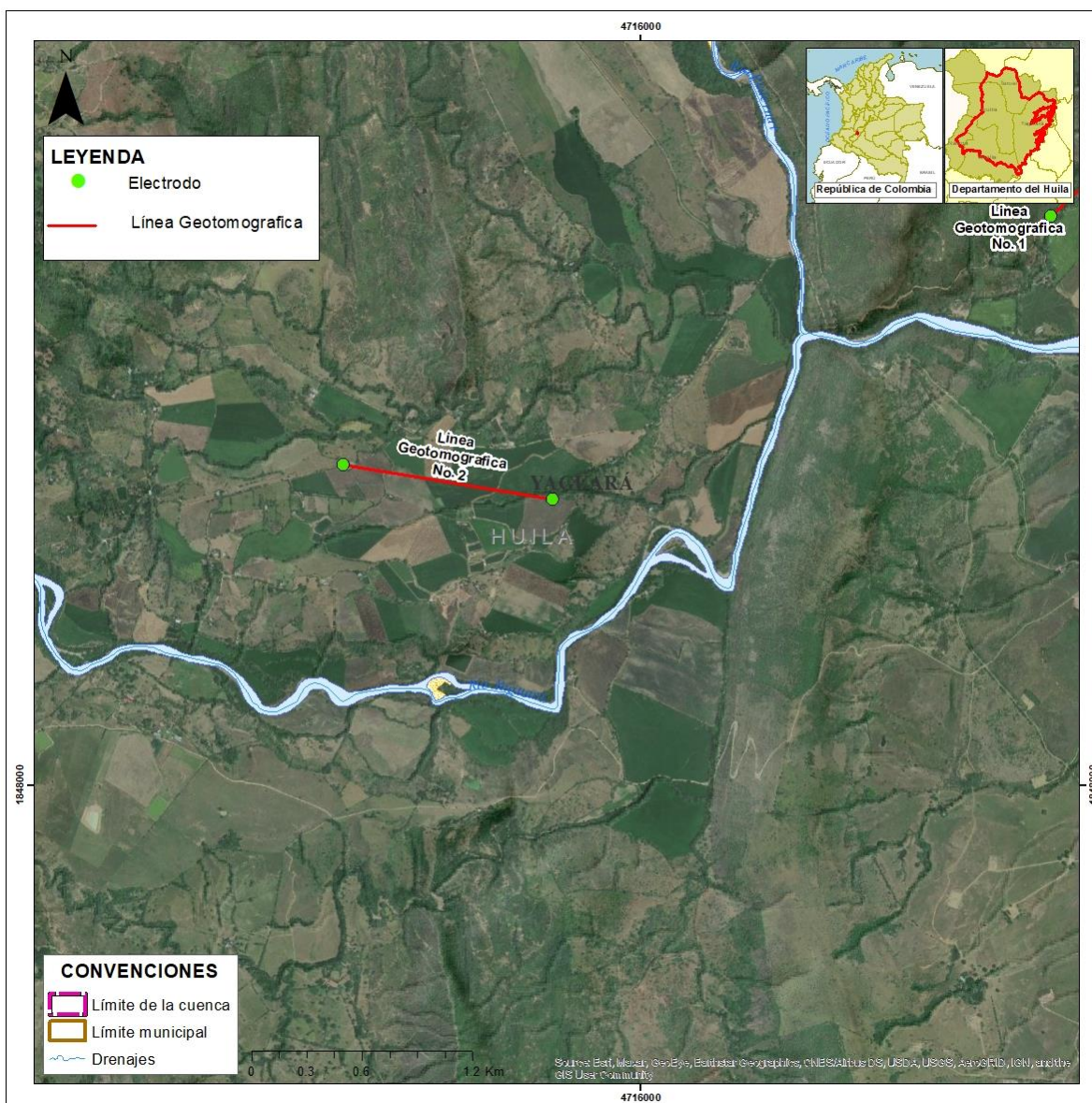
**Figura 4.52. Geología de la Geotomografía realizada en la vereda El Coco**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 4.53. Línea de Geotomografía No. 2 realizada en la vereda El Coco**





Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Se tomó para efectos de análisis la configuración Wenner, ya que es el método que presenta mejor resolución en la vertical y para el caso específico fue el método (de los tres realizados) que presentó mayor grado de certeza en la solución interpretativa (solución del algoritmo matemático por el método Jacobian Matrix según recomendación del fabricante).

Para efectos de la correlación entre la gráfica y su distribución en campo describen las coordenadas del primero y ultimo electrodo, localizándose el electrodo No. 1 al nororiente del perfil Geotomográfico y el electrodo No. 34 (ultimo) al suroccidente del corte, al observar la gráfica de interpretación el primer electrodo concuerda con la línea de la ordenada (escala de profundidad), ubicada a la izquierda en donde aparece el valor 0.0 y el ultimo electrodo se localiza en el extremo derecho donde aparece la letra (m).

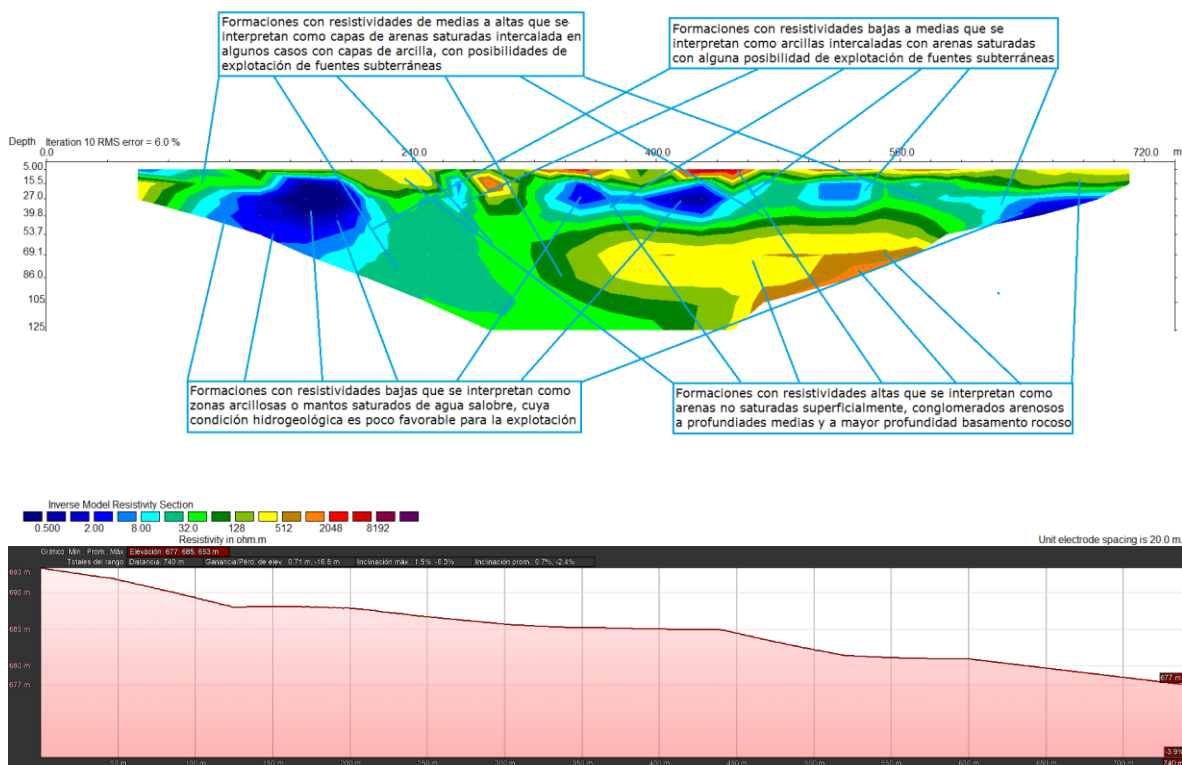
La profundidad se interpreta desplazándose hacia abajo en la gráfica (similar al plano cartesiano).

Para esta etapa la principal función del perfil topográfico es definir si la zona es plana o si presenta pendientes abruptas que implique la necesidad de realizar corrección topográfica al corte Geotomográfico, para este caso el perfil no presenta topografía abrupta y la pendiente promedio es de 1,6 % considerada como casi plana, por lo tanto, no requiere corrección topográfica.

#### **4.3.6.2.1. Interpretación por unidades hidrogeológicas**

Inicialmente se detectan a lo largo del registro estratos con valores de resistividades bajas que oscilan entre los 0,5 a los 8,0 Ohm-m, que se interpretan como material fino (arcilla o arcillolitas) o formaciones de arenas o areniscas saturadas de agua salobre, cualquiera de las dos interpretaciones indica condiciones hidrogeológicas poco favorables, esta característica se aprecia en el perfil en forma de capas de espesor medio, en especial en los extremos del corte, en especial el sector nororiental donde alcanza espesores superiores a los 70 metros, también se aprecia en la parte central (se presentan dentro del perfil en el rango de colores que van del azul oscuro al azul cielo).

**Figura 4.54. Interpretación de la línea de Geotomografía No. 2 y Perfil de elevación asociado**  
**GEOTOMOGRAFÍA DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA No. 2 - MÉTODO WENNER**  
**POMCA DEL RÍO YAGUARÁ - VEREDA EL COCO - MUNICIPIO DE YAGUARÁ (HUILA)**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Posteriormente se detectan a lo largo del registro estratos con valores de resistividades bajas a medias que oscilan entre los 8,0 a 24,0 Ohm-m, asociado a la presencia de material fino (arcillolitas o limolitas) intercalado en algunos casos con mantos de arena o areniscas saturados con condiciones hidrogeológicas limitadas, distribuido en el perfil en forma de capas de espesor medio especialmente en los extremos del corte y también en menor proporción en la parte central (se observan dentro del perfil con el color que concuerda con el azul marino).

Luego se observa estratos con resistividades entre medias a altas que varían entre los 24 a los 128 Ohm-m, que se interpretan como capas de arena o areniscas saturadas (en algunos casos de aguas duras), intercaladas con material fino (arcillas, limos, arcillolitas o limolitas), con condiciones hidrogeológicas aceptables y posibilidad a explotación, el cual se distribuye en el perfil en forma de capas de espesor medio (entre 10 a 40 metros), siendo más masivo y predominante en la parte central del corte, con profundidades superiores de los 120 metros (se observan dentro del perfil el rango de colores que van del color verde olivo a verde oscuro).

Finalmente se observa formaciones con resistividades altas a muy altas con valores que oscilan entre 128 a 15.000 Ohm-m, que se interpretan como sectores con predominio de arenas no saturadas (superficialmente) o areniscas conglomeráticas profundidades medias y a mayor profundidad se interpreta como basamento rocoso (posiblemente sedimentos cretácicos de la Formación Hondita – Formación Loma Gorda (Kh-Kl)), en los dos últimos casos estos estratos pueden tener algún interés de explotación pero son difíciles de perforar debido a su dureza (estas características se extienden la gráfica en el rango de colores incluidos entre el verde claro al morado).

#### **4.3.6.2.2. Interpretación por unidades estratigráficas**

Se aprecia en la línea Geotomográfica No. 3, superficialmente y a profundidades medias (entre los 15 a 20 metros) zonas con resistividades altas a muy altas asociados a la presencia de arenas o areniscas clásticas o conglomerados,

Después de los 20 metros de profundidad (en promedio) se detecta una reducción de la resistividad la cual se hace más evidente en la parte nororiental del corte asociados posiblemente a la presencia de material fino (arcillolitas y limolitas), siendo un poco más granular (areniscas) hacia el centro-oriente en donde se presenta posibilidades acuíferas teniendo esta zona resistividades medias a altas. Finalmente, en el centro-occidente en la parte baja se aprecia resistividades altas a muy altas correlacionada con basamento rocoso.

#### **4.3.6.3. Perfil geotomográfico de resistividad eléctrica No. 3**

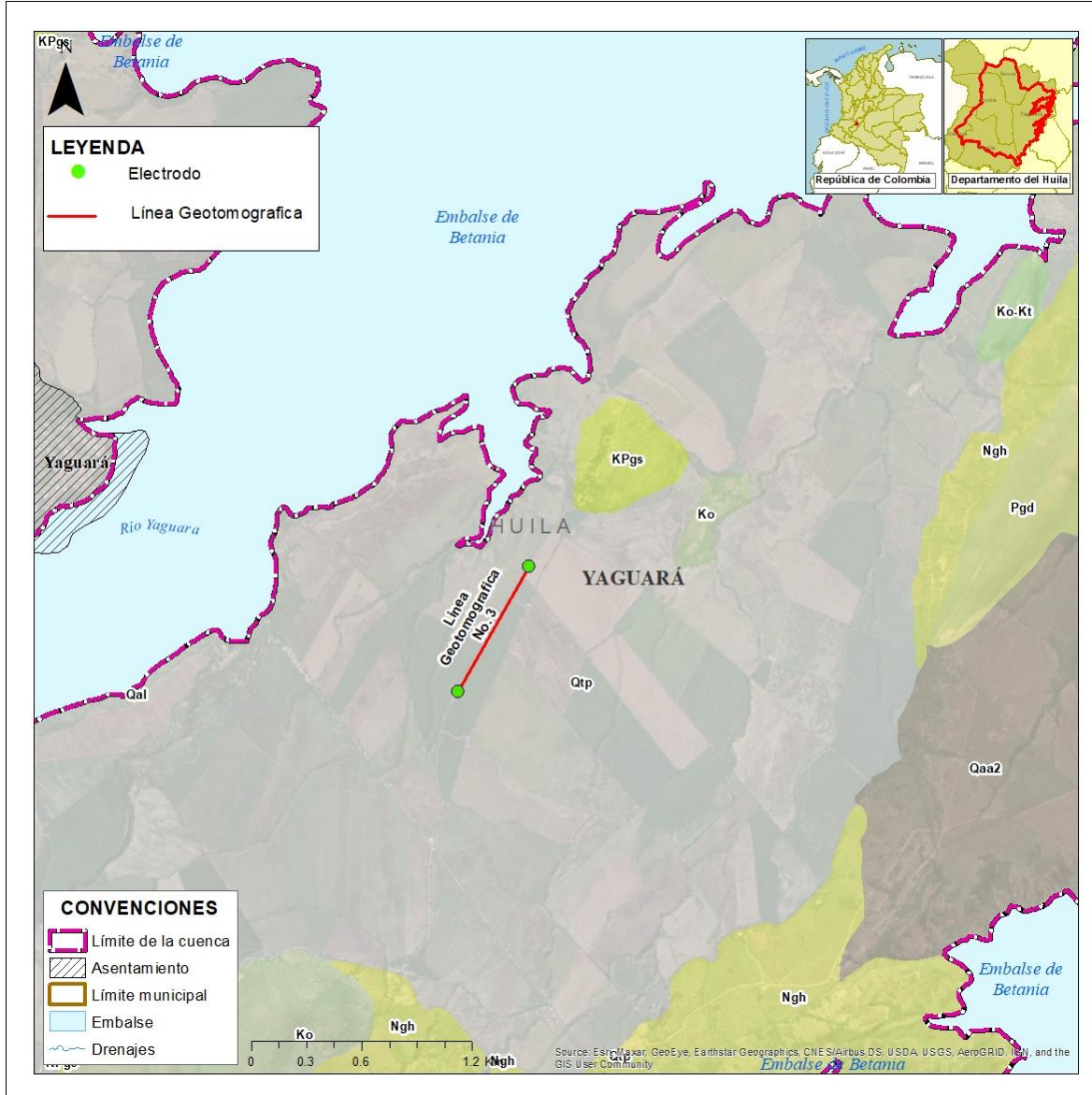
La condición geológica del área nos muestra que la Geotomografía No. 3 realizada en la vereda El Cucharo, en cercanía a la represa de Betania, se ubica sobre sedimentos de Depósitos Terrazas Pumíticas (Qt), depositados sobre sedimentos cretácicos posiblemente de la Formación Seca (KPgs) o el Grupo Olini (Ko).

El perfil de Geotomografía de Resistividad Eléctrica No. 3, realizado en la cuenca del Río Yaguará, al suroriente del municipio de Yaguará, en inmediaciones en la vereda El Cucharo, en cercanía a la represa de Betania; tuvo una longitud de 780 metros y una dirección de 29 grados N-E.

Se tomó para efectos de análisis la configuración Wenner, ya que es el método que presenta mejor resolución en la vertical y para el caso específico fue el método (de los tres realizados) que presentó mayor grado de certeza en la solución interpretativa (solución del algoritmo matemático por el método Jacobian Matrix según recomendación del fabricante).



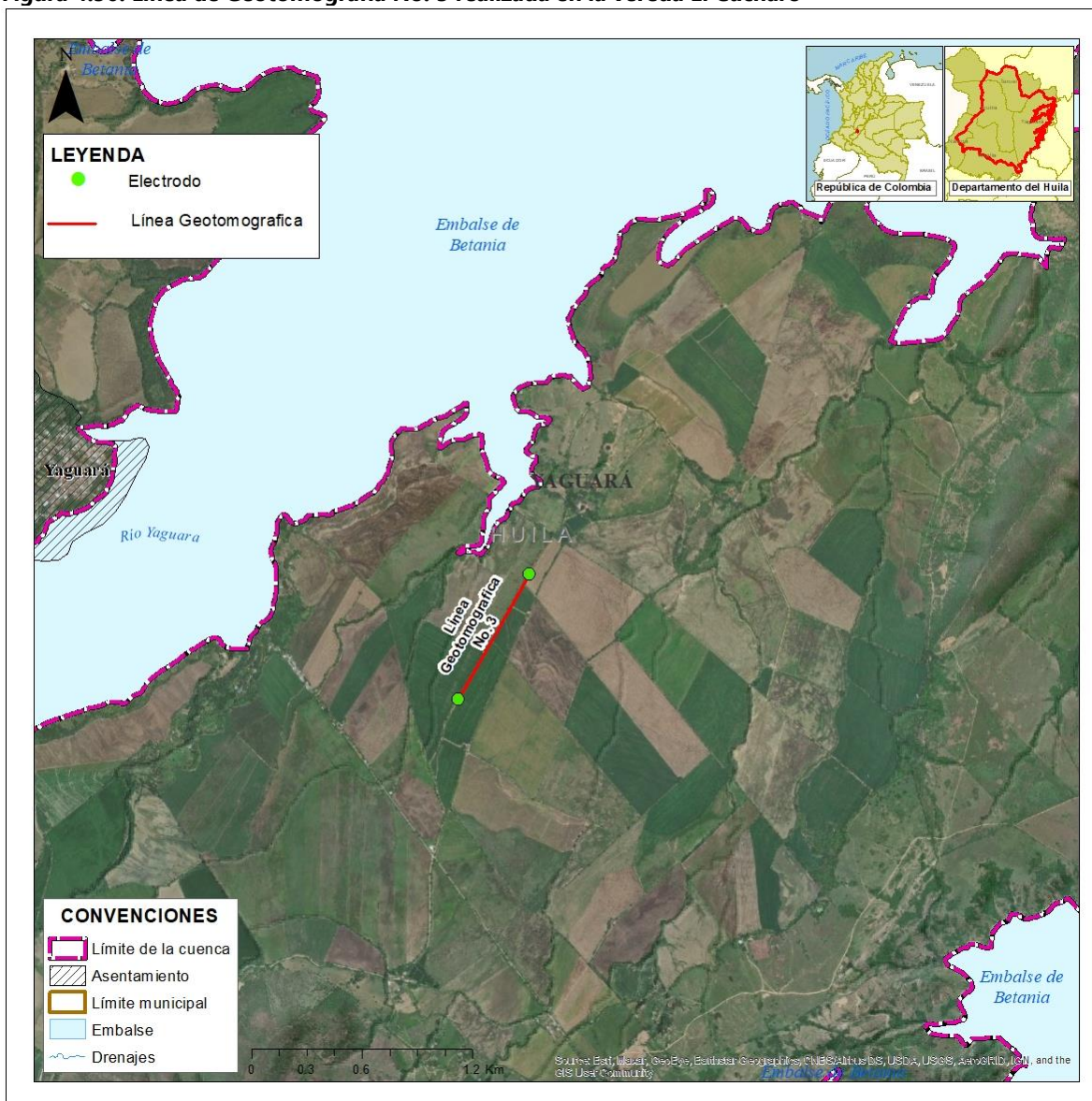
**Figura 4.55. Geología de la Geotomografía realizada en la vereda El Cucharo**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Para efectos de la correlación entre la gráfica y su distribución en campo describen las coordenadas del primero y ultimo electrodo, localizándose el electrodo No. 1 al suroccidente del perfil Geotomográfico y el electrodo No. 35 (ultimo) al nororiente del corte.

**Figura 4.56. Línea de Geotomografía No. 3 realizada en la vereda El Cucharo**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Al observar la gráfica de interpretación el primer electrodo concuerda con la línea de la ordenada (escala de profundidad), ubicada a la izquierda en donde aparece el valor 0.0 y el ultimo electrodo se localiza en el extremo derecho donde aparece la letra (m).

La profundidad se interpreta desplazándose hacia abajo en la gráfica (similar al plano cartesiano).

Para esta etapa la principal función del perfil topográfico es definir si la zona es plana o si presenta pendientes abruptas que implique la necesidad de realizar corrección topográfica

al corte Geotomográfico, para este caso el perfil no presenta topografía abrupta y la pendiente promedio es de 0,9 % considerada casi plana por lo tanto no requiere corrección.

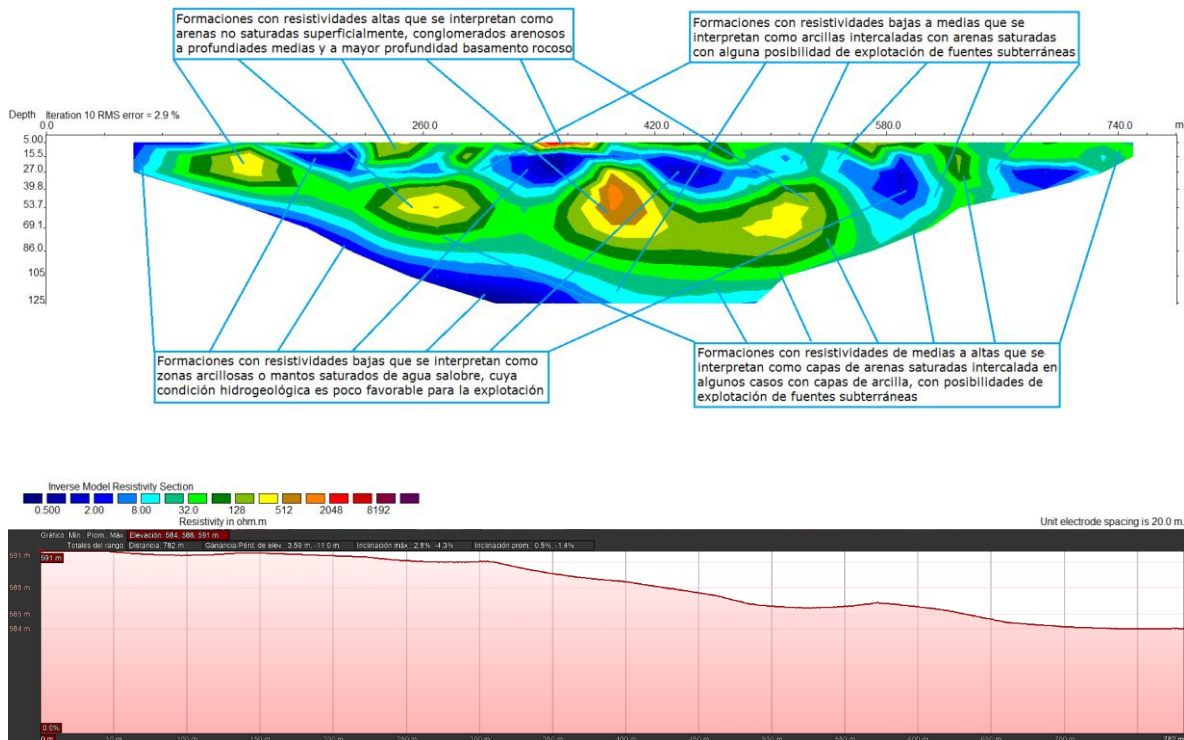
#### **4.3.6.3.1. Interpretación por unidades hidrogeológicas**

Bajas que oscilan entre los 0,5 a los 8,0 Ohm-m, que se interpretan como material fino (arcillas o arcillolitas) o formaciones de arenas o areniscas saturadas de agua salobre, cualquiera de las dos interpretaciones indica condiciones hidrogeológicas poco favorables, esta característica se extiende en el perfil en forma de capas aisladas de espesor medio a profundidades medias que se aprecian en la parte central y nororiental del corte y capas continuas en la parte baja del sector suroccidental (se presentan dentro del perfil en el rango de colores que van del azul oscuro al azul cielo).

Luego se detectan a lo largo del registro un leve aumento en la resistividad que con valores que oscilan entre los 8,0 a 24,0 Ohm-m, asociado a la presencia de material fino (arcillas o limos) intercalado en algunos casos con mantos arenosos saturados con condiciones hidrogeológicas limitadas, distribuido en el perfil en forma de capas de espesor medio, especialmente en la parte central del corte a profundidades medias y en la parte baja del sector central y suroccidental, por lo general está asociado al borde externo de la capa anterior (se observan dentro del perfil con el color que concuerda con el azul marino).



**Figura 4.57. Interpretación de la línea de Geotomografía No. 3 y Perfil de elevación asociado**  
**GEOTOMOGRAFÍA DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA No. 3 - MÉTODO WENNER**  
**POMCA DEL RÍO YAGUARÁ - VEREDA EL CUCHARO - MUNICIPIO DE YAGUARÁ (HUILA)**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Posteriormente se observa depósitos con resistividades medias a altas que varían entre los 24,0 a los 128 Ohm-m, que se interpretan como capas de arenas o areniscas saturadas, intercaladas en algunos casos con arcillas o arcillolitas, con condiciones hidrogeológicas aceptables y posibilidad a explotación, el cual se distribuye a lo largo de todo el perfil en forma de capas de espesor medio, especialmente en la parte central del corte a profundidades medias y bajas en donde alcanza espesores superiores a los 50 metros y en los primeros metros del extremo nororiental (se observan dentro del perfil el rango de colores que van del color verde olivo al verde oscuro).

Finalmente se observa formaciones geológicas con resistividades altas a muy altas con valores que oscilan entre 128 a 15.000 Ohm-m, que se interpretan como sectores con predominio de arenas no saturadas (superficialmente) o arenas conglomeráticas profundidades medias y a mayor profundidad se interpreta como basamento rocoso (posiblemente sedimentos cretácicos de la Formación Seca (KPGs) o el Grupo Olini (Ko)), en los dos últimos casos estos estratos pueden tener algún interés de explotación pero son difíciles de perforar debido a su dureza (estas características se extienden la gráfica en el rango de colores incluidos entre el verde claro al morado).



#### **4.3.6.3.2. Interpretación por unidades estratigráficas**

En esta Geotomografía realizada inmeditaciones en la vereda El Cucharo, en cercanía a la represa de Betania, se aprecia resistividades altas a muy altas en la parte central a profundidades medias que se interpreta como sedimentos con predominio de materiales gruesos (arenas gruesas o conglomerados); igualmente a lo largo de todo el perfil especialmente en la parte central distribuida a profundidades medias hasta la parte baja del corte.

Se observa estratos con resistividades medias a altas que se correlaciona como material granular (arenas) saturado con presencia en algunos casos de finos (arcillas o limos) con características hidrogeológicas aceptables y posibilidades de extracción; finalmente se aprecia un mayor porcentaje de material fino en forma de capas aisladas en la parte central del corte y se aprecia en forma de capas continuas hacia en la parte baja del sector suroccidental, que se ve representado por zonas con resistividades bajas.

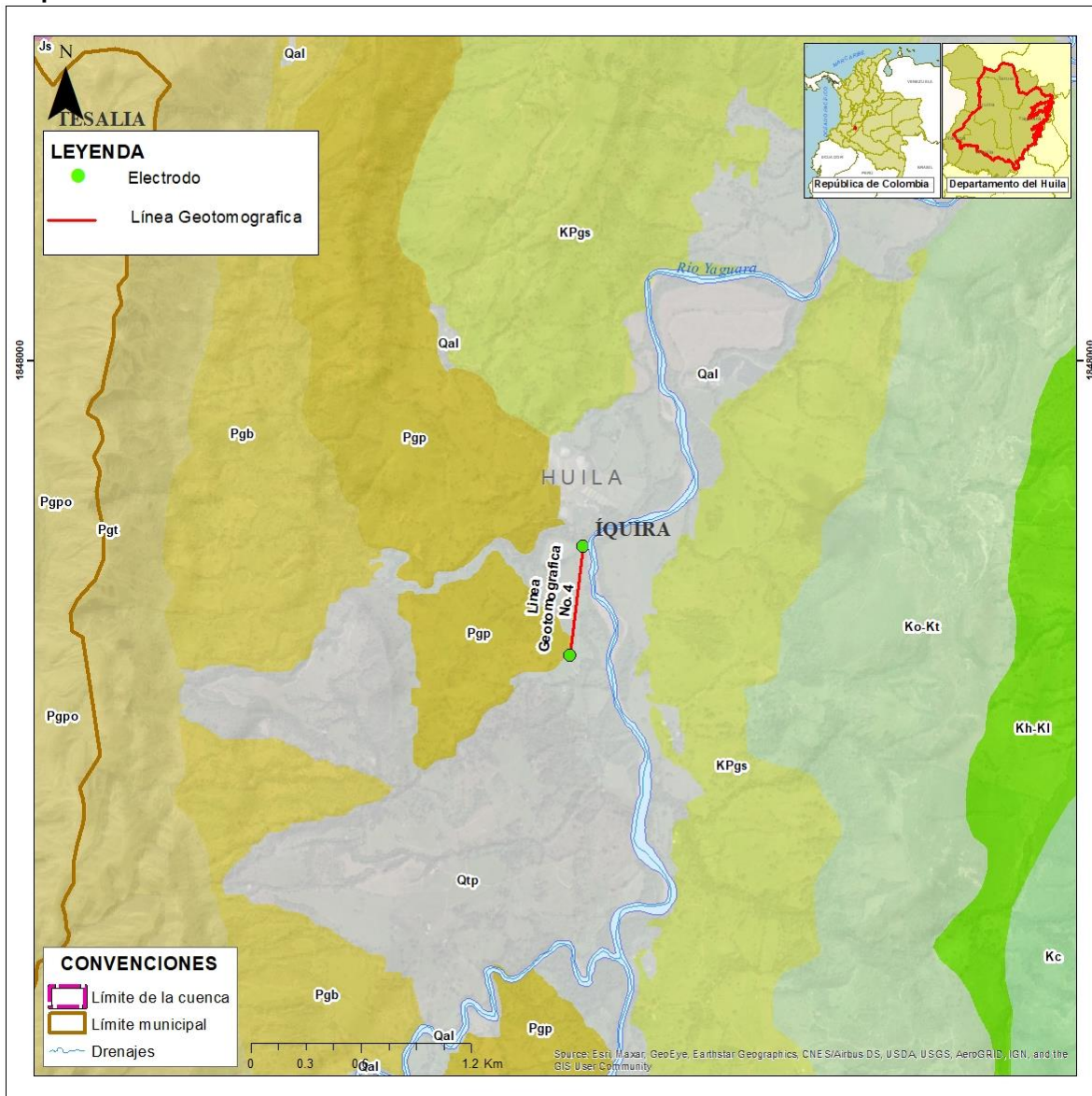
#### **4.3.6.4. Perfil geotomográfico de resistividad eléctrica no. 4**

La condición geológica del área nos muestra que la Geotomografía No. 4, realizada al suroriente del municipio de Iquira, en la vereda El Chaparro, se ubica en el límite entre Depósitos Aluviales (Qal) (asociados al río Callejon) y Terrazas Pumíticas (Qt), estas formaciones cuaternarias están depositadas sobre rocas sedimentarias cretácicas (posiblemente del Grupo Chicoral (Formación Tesalia (Ptg), Formación Bache (Pgb) y Formación Palermo (Pgp) o Formación Seca (KPgs)).

El perfil de Geotomografía de Resistividad Eléctrica No. 4, realizado en la cuenca del Río Yaguará, al suroriente del municipio de Iquira, en la vereda El Chaparro cerca de la granja Piscícola Huinagro, sobre la vía que conduce a la hacienda turística La Manuela; tuvo una longitud de 600 metros y una dirección de 6 grados N-E.

Se tomó para efectos de análisis la configuración Wenner, ya que es el método que presenta mejor resolución en la vertical y para el caso específico fue el método (de los tres realizados) que presentó mayor grado de certeza en la solución interpretativa (solución del algoritmo matemático por el método Jacobian Matrix según recomendación del fabricante).

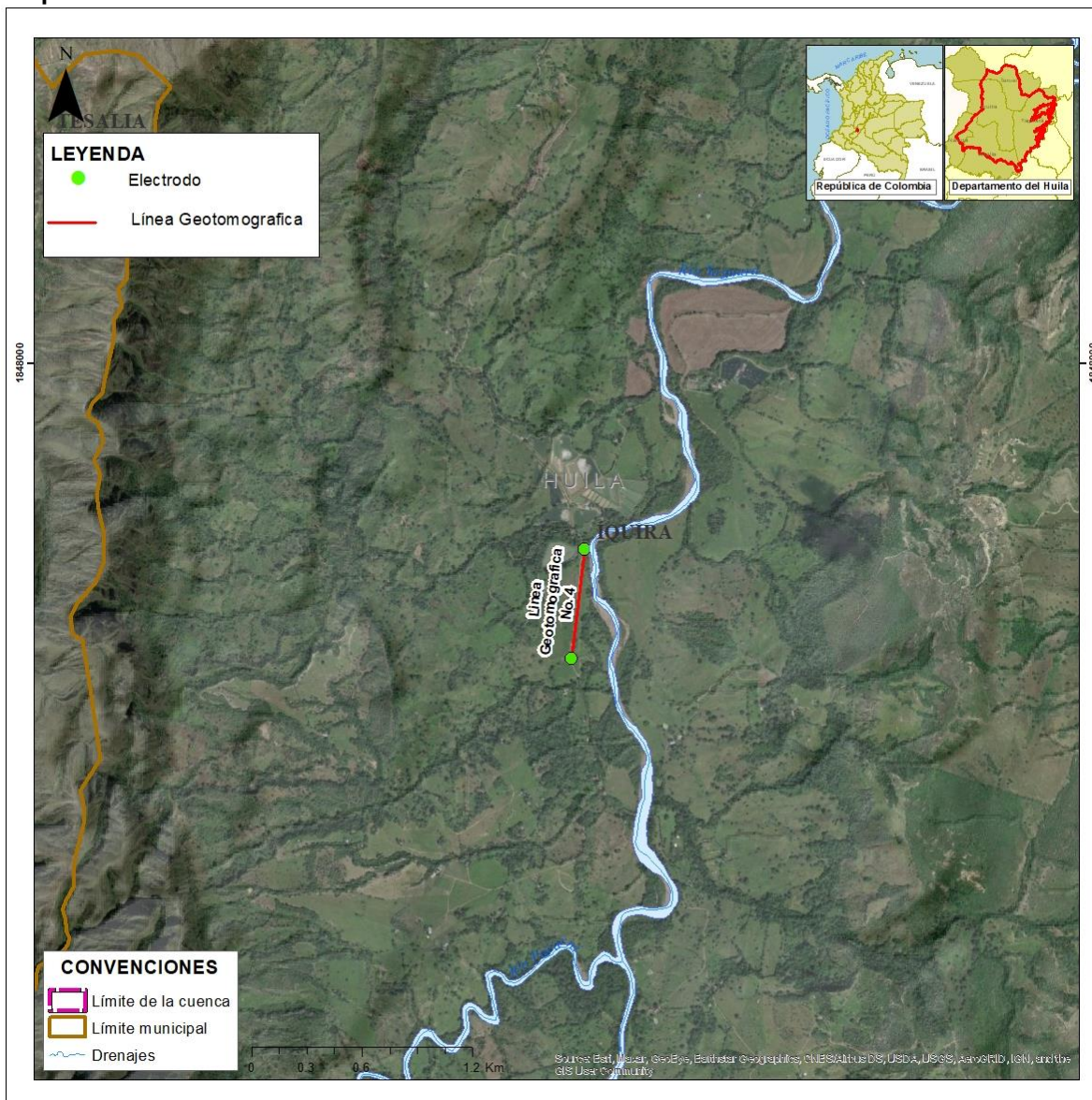
**Figura 4.58. Geología de la Geotomografía realizada al suroriente del municipio de Iquira, en la vereda El Chaparro**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Para efectos de la correlación entre la gráfica y su distribución en campo describen las coordenadas del primero y ultimo electrodo, localizándose el electrodo No. 1 al sur del perfil Geotomográfico y el electrodo No. 31 (ultimo) al norte del corte.

**Figura 4.59. Línea de Geotomografía No. 4 realizada al suroriente del municipio de Iquira, en la vereda El Chaparro**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Al observar la gráfica de interpretación el primer electrodo concuerda con la línea de la ordenada (escala de profundidad), ubicada a la izquierda en donde aparece el valor 0.0 y el ultimo electrodo se localiza en el extremo derecho donde aparece la letra (m). La profundidad se interpreta desplazándose hacia abajo en la gráfica (similar al plano cartesiano).

Para esta etapa la principal función del perfil topográfico es definir si la zona es plana o si presenta pendientes abruptas que implique la necesidad de realizar corrección topográfica al corte Geotomográfico, para este caso el perfil no presenta topografía abrupta y la



pendiente promedio es de 2,3 % considerada como casi plana por lo tanto no requiere corrección.

#### **4.3.6.4.1. Interpretación por unidades hidrogeológicas**

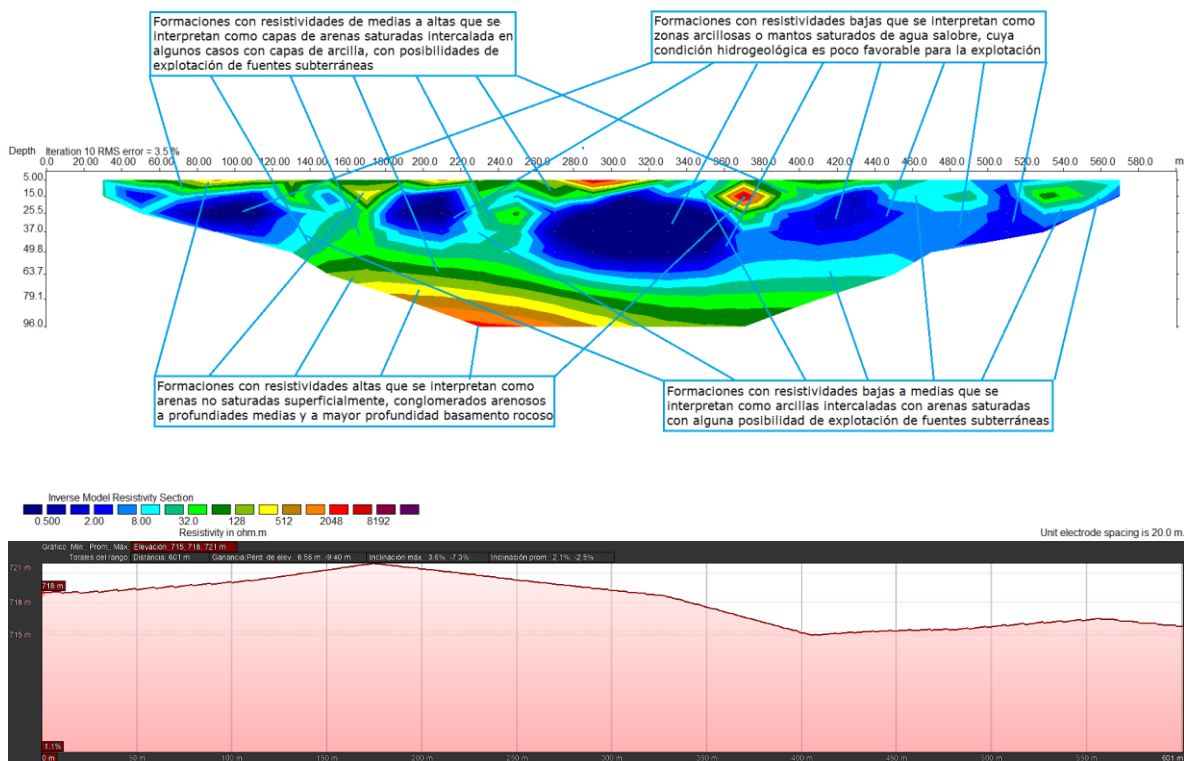
Inicialmente se detectan a lo largo del registro estratos con valores de resistividades bajas que oscilan entre los 0,5 a los 8,0 Ohm-m, que se interpretan como material fino (arcilla o arcillolitas) o formaciones de arenas o areniscas saturadas de agua salobre, cualquiera de las dos interpretaciones indica condiciones hidrogeológicas poco favorables, esta característica se aprecia en el perfil en forma de capas de espesor medio, en especial en la parte central del corte en donde alcanza espesores hasta de 70 metros y en los extremos en donde sus espesores son un poco menores (se presentan dentro del perfil en el rango de colores que van del azul oscuro al azul cielo).

Luego se detectan en el registro un leve aumento en la resistividad que con valores que oscilan entre los 8,0 a 24,0 Ohm-m, asociado a la presencia de material fino (arcillas o limos) intercalado en algunos casos con mantos arenosos saturados con condiciones hidrogeológicas limitadas, distribuido en el perfil en forma de capas de espesor medio, especialmente en la parte central y norte del corte a profundidades medias, por lo general está asociado al borde externo de la capa anterior (se observan dentro del perfil con el color que concuerda con el azul marino).



**Figura 4.60. Interpretación de la línea de Geotomografía No. 4 y Perfil de elevación asociado**

**GEOTOMOGRAFÍA DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA No. 4 - MÉTODO WENNER**  
**POMCA DEL RÍO YAGUARÁ - VEREDA EL CHAPARRO - MUNICIPIO DE IQUIRA (HUILA)**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Posteriormente se observa depósitos con resistividades medias a altas que varían entre los 24,0 a los 128 Ohm-m, que se interpretan como capas de arenas saturadas, intercaladas en algunos casos con arcillas, con condiciones hidrogeológicas aceptables y posibilidad a explotación, el cual se distribuye en el perfil en forma de capas de espesor medio, especialmente en la parte centro con tendencia sur, donde alcanza espesores superiores a los 75 metros (se observan dentro del perfil el rango de colores que van del color verde olivo al verde oscuro).

Finalmente se observa formaciones con resistividades altas a muy altas con valores que oscilan entre 128 a 15.000 Ohm-m, que se interpretan como sectores con predominio de arenas no saturadas (superficialmente) o arenas conglomeráticas profundidades medias y a mayor profundidad se interpreta como basamento rocoso (posiblemente sedimentos cretácicos del Grupo Chicoral o Formación Seca (KPGs)), en los dos últimos casos estos estratos pueden tener algún interés de explotación pero son difíciles de perforar debido a su dureza (estas características se extienden la gráfica en el rango de colores incluidos entre el verde claro al morado).

#### **4.3.6.4.2. Interpretación por unidades estratigráficas**

Se aprecia en la parte baja del perfil Geotomográfico No. 4, resistividades altas a muy altas que se interpreta como basamento rocoso compuesto por sedimentos cretácicos (Grupo Chicoral o Formación Seca (KPGs)) o zonas con poca agua. En la parte central con tendencia al sur se presentan estratos con resistividades medias a altas que se correlaciona como material granular (arenas o areniscas) saturado con presencia en algunos casos de finos con características hidrogeológicas aceptables y posibilidades de extracción; finalmente en la parte central con tendencia norte y en los extremos se aprecia un aumento en el porcentaje de material fino (arcillas, arcillolitas o limos), que se identifican como zonas con resistividades bajas.

#### **4.3.7. Conclusiones**

En las Geotomografías analizadas un predominio de formaciones sedimentarias de resistividades medias a altas relacionadas con presencia de arenas saturadas de agua a veces duras intercaladas con capas de arcillas, con condiciones hidrogeológicas favorables para la explotación de aguas subterráneas, estos sedimentos cuaternarios y terciarios, presentándose un potencial hidrogeológico mayor en los depósitos cuaternarios identificados como Depósitos Aluviales Recientes (Qal) asociado a las escorrentías superficiales y Terrazas Pumíticas (Qt).

#### **4.3.8. Consideraciones generales**

La geofísica permite detectar presencia de acuíferos midiendo una propiedad física del subsuelo y su distribución geométrica, en donde la información recolectada en campo se interpreta y finalmente se correlaciona con las formaciones geológicas de la zona y para el caso específico de la Geotomografía, la propiedad medida en campo es la resistividad, la cual mediante las configuraciones de Wenner, schlumberger y Dipolo-Dipolo, permite obtener un perfil estratigráfico del subsuelo y también es posible realizar una interpretación cualitativa de la calidad del agua depositada en el subsuelo; igualmente se puede discernir que a medida que un pozo se profundice en la formación acuífera, se obtendrá un mayor caudal debido a que se están captando más estratos aportantes.

En el caso en que se detecte en el perfil una reducción en la resistividad, esto indica un aumento en la presencia de finos (limos o arcillas) o presencia de estratos saturados de aguas duras o salobres, teniendo en cuenta que la resistividad es inversamente proporcional a la conductividad eléctrica; cualquiera de los casos esta característica indica una reducción en las condiciones hidrogeológicas del acuífero.

Para conocer la calidad del agua subterránea es necesario tomar una muestra en el sitio de interés bien sea en un pozo cercano o en el pozo una vez construido; algunos parámetros básicos pueden ser analizados "In situ", pero la mayoría de los parámetros en especial los cationes y aniones deben ser realizado en laboratorios certificados.

En conclusión, la geofísica y en este caso la Geotomografía de Resistividad Eléctrica, es método económico y rápido para analizar las estructuras del subsuelo, en donde se puede obtener perfiles de resistividad de las formaciones, que se relacionan con ciertas características de las rocas, pudiéndose identificar algunas tendencias. Por esta razón siempre es necesario corroborar la información obtenida en campo con perforaciones.

#### **4.4. Estimación De La Oferta Hídrica Subterránea**

De acuerdo con la Guía Metodológica para la Formulación de POMCA (MADS, 2013), la oferta hídrica subterránea viene expresada por la recarga potencial de los acuíferos; valor de alta importancia para conocer el verdadero potencial de explotación de las aguas subterráneas presentes en la Cuenca.

Tal como lo describe el MADS en su Guía Metodológica para la Formulación de Planes de Manejo de Acuíferos (2014), se puede determinar la recarga de los acuíferos a través del análisis de las variables hidroclimatológicas, y su determinación es fundamental para establecer medidas apropiadas para el manejo y sostenibilidad del recurso hídrico subterráneo. La recarga de acuíferos se define como el ingreso de agua en la zona saturada, donde comienza a hacer parte de las reservas subterráneas de agua (Bradbury et ál., 2000; Balek, 1988; Scanlon et ál., 2002; de Vries y Simmers, 2002, citados por MADS, 2014). Esta entrada se da de dos maneras: la primera por un movimiento descendente del agua debido a la fuerza de gravedad y la segunda se presenta luego del movimiento horizontal del flujo debido a las diferentes condiciones hidráulicas de las capas que constituyen el perfil del suelo.

La recarga de cada acuífero puede provenir directamente de la precipitación, de flujos laterales y verticales de las aguas superficiales -ríos, lagos, ciénagas-, o por medios artificiales como la irrigación del suelo y fugas en sistemas de conducción o estructuras de almacenamiento y/o regulación hídrica (Balek, 1988; Custodio, 1997; Simmers, 1990; Lerner et ál., 1990; Samper, 1997 citados por MADS, 2014). En general la recarga por lluvia es la más importante mientras que la recarga producida por ríos y lagos es importante en climas secos, y la debida a fugas en redes de acueducto y alcantarillado es de gran importancia en las zonas urbanizadas.

La determinación de la recarga potencial puede realizarse por diferentes métodos que incluyen desde expresiones empíricas hasta medidas directas y modelos numéricos de las ecuaciones diferenciales que rigen el transporte a través de la zona no saturada del suelo hasta el acuífero. La desventaja del empleo de relaciones empíricas radica en que están basadas en supuestos o en datos de una región específica, lo cual puede introducir altos porcentajes de error si se emplean bajo condiciones que no sean similares a aquellas con las que fueron deducidas.

Por lo anterior, y para efectos del POMCA, se evalúa la recarga potencial anual en la Cuenca, para lo cual, una vez delimitada la unidad hidrográfica, se requiere dibujar dentro de ella las zonas con el mismo tipo de suelo o las zonas con el mismo tipo de geología, ya que una formación geológica forma un tipo determinado de suelo (Schosinsky, 2006). Tomando en consideración las metodologías para el desarrollo de los componentes de geología y de suelos en el marco de los POMCA, se optó por emplear la información derivada del componente de suelos por poseer esta un mejor detalle y precisión.

Para el presente análisis se empleó una modificación de la metodología de Balance Hídrico de Suelos propuesta por Schosinsky (2006) la cual toma en consideración diferentes variables que inciden en la capacidad de recarga de acuíferos de una cuenca, como lo son la precipitación mensual, la retención pluvial, la capacidad de infiltración de los suelos y sus características, la cobertura vegetal, profundidad de raíces, evapotranspiración real, uso del suelo y pendiente del terreno. A continuación, se resume la secuencia metodológica empleada para la obtención de la recarga potencial.

#### **4.4.1. Determinación de la retención pluvial (Ret)**

La presencia de cobertura vegetal genera por sí misma una retención del agua que recibe la cuenca como precipitación. Se estima que la retención que realiza el follaje de las plantas equivale en promedio a un 12% de la precipitación mensual, aunque este valor se eleva a un 20% en bosques densos. De igual manera, si la precipitación está por debajo de los 5 mm mensuales no se genera infiltración. (Schosinsky, 2006). A partir de la cobertura definida para cada subcuenca, se descuenta de la precipitación el valor retenido por las plantas de manera directa sin que llegue al suelo, Ret.

#### **4.4.2. Determinación de la precipitación infiltrada, Pin**

La metodología de Schosinsky plantea que, conociendo la infiltración básica del suelo (obtenida en campo), la cobertura vegetal y la pendiente, se estima la precipitación que infiltra a través del suelo; para posteriormente con ella determinar la escorrentía mensual mediante un balance hídrico en la superficie del suelo. Sin embargo, como se conoce la escorrentía superficial para cada subcuenca a partir del análisis hidrológico, se empleó el balance hídrico en la superficie para estimar la cantidad de precipitación infiltrada. Adicionalmente, dadas las condiciones de las cuencas, se encontró que era necesario corregir el balance para tomar en consideración los aportes subsuperficiales que vendrían dados por zonas de surgencia del agua que se transporta a través del área no saturada. Este aporte subsuperficial se determina como el déficit de precipitación que permite obtener un nivel de escorrentía determinado, haciendo que la infiltración sea cero. Así, el balance queda de la siguiente manera:

$$P_{in} = P - Ret - ESC + L$$

Donde P es la precipitación media mensual, ESC la escorrentía obtenida de la hidrología (en mm/mes), y L los aportes subsuperficiales (iguales a cero si  $P - Ret > ESC$ ).



#### 4.4.3. Balance del suelo

El primer dato necesario para proceder al balance del suelo es la infiltración que ya se obtuvo del numeral anterior. Luego, es preciso conocer la capacidad de campo promedio (CC) y el punto de marchitez (PM) del suelo en cada subcuenca, así como la profundidad radicular para convertir la capacidad de campo de unidades de porcentaje a lámina de agua. Sin embargo, haciendo la comparación de este cálculo con lo descrito por Bradbury et al. (2000), el resultado corresponde a la capacidad máxima de almacenamiento del suelo, que está relacionada hidrológicamente con las abstracciones iniciales de los modelos de lluvia-escorrentía por medio del umbral de escorrentía. De esta manera, se emplearon las relaciones del modelo de lluvia-escorrentía del SCS para determinar la capacidad de almacenamiento del suelo y se igualó a la capacidad de campo. Teniendo en cuenta la ausencia de mediciones, se emplearon tablas para estimar el punto de marchitez permanente a partir de la capacidad de campo calculada.

Con la anterior información y la evapotranspiración potencial (ETP) mensual obtenida del método de Thornthwaite se estima la evapotranspiración real (ETR) que se ocasionaría tomando en cuenta el cierre de las estomas de las plantas en la superficie y los cambios en la humedad del suelo producidos por la precipitación infiltrada. Si dicho valor supera la humedad disponible, se considerará esta como la evapotranspiración real factible en la unidad de suelo.

Finalmente, se determina la humedad del suelo al final del mes a partir de la humedad disponible y la evapotranspiración real calculada, tomando en cuenta que no puede superar la capacidad de campo.

#### 4.4.4. Cálculo de la recarga potencial (Rp)

La recarga potencial mensual, en mm/mes, que se produce en cada subcuenca vendrá dada por:

$$R_p = P_i - \Delta HS - ETR$$

Donde  $\Delta HS$  representa el cambio de humedad del suelo durante el mes.

El procedimiento descrito se realizó a través de una hoja de cálculo en Excel, y los resultados para cada subcuenca se anexan al presente capítulo, en la Tabla 4.16 se presenta el resumen de recargas potenciales por subcuencas.

**Tabla 4.16. Resumen de recargas por unidad hidrográfica de primer nivel**

UNIDAD HIDROGRÁFICA DE PRIMER NIVEL		RECARGA POTENCIAL	
Código	Nombre	mm/año	Mm <sup>3</sup> /año
2108-01	Río Yaguará entre R. Pedernal y Embalse Betania	388,37	0,92
2108-02	Directos a Embalse Betania Sector Norte (mi)	391,33	28,52
2108-03	Río Pedernal	413,82	56,68
2108-04	Río Íquira	358,73	59,87
2108-05	Río Pacarní	298,7	27,03
2108-06	Río Yaguaracito	395,52	54,14
2108-07	Río Macurí	365,27	18,30
2108-08	Directos al Río Magdalena entre R. Páez y Embalse Betania (mi)	320,3	14,18
2108-09	Directos al Embalse Betania Sector Sur (mi)	316,24	32,91
2108-10	Directos al Río Yaguará entre R. Íquira y R. Pedernal	163,72	8,16
2108-11	Directos al Río Yaguará entre R. Pacarní y R. Íquira	153,25	5,67
2108-12	Directos al Río Yaguará entre R. Macurí y R. Pacarní (md)	195,56	0,57
<b>TOTAL</b>		<b>3760,81</b>	<b>306,98</b>

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

No obstante, una parte considerable de esta recarga potencial en unidades hidrogeológicas de comportamiento acuicludo escurre de manera subsuperficial debido a las características de las rocas y las pendientes del terreno hasta salir a los cauces superficiales o ser adsorbida por la cobertura vegetal. Por tal razón, y a partir de los valores de recarga presentados en la Tabla 4.16 se realizó la estimación de la recarga en las unidades hidrogeológicas que conforman acuíferos, como se observa en la Tabla 4.17

**Tabla 4.17. Recarga potencial anual en acuíferos de la cuenca del río Yaguará**

Unidad Hidrogeológica		Recarga potencial	
Nomenclatura	Nombre	mm/año	Mm <sup>3</sup> /año
<b>Ngh</b>	Acuífero del grupo Honda	427,58	11,58
<b>Qaa2</b>	Acuífero de depósitos abanicos antiguos	330,36	1,41
<b>Qal</b>	Acuífero de depósitos aluviales	293,95	14,90
<b>Qtp</b>	Acuífero de depósitos pumíticos	305,95	16,96
<b>TOTAL</b>		<b>1312,89</b>	<b>326,23</b>

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### 4.5. Prueba De Bombeo

### 4.5.1. Objetivos

El principal objetivo de esta etapa del estudio es hallar los parámetros hidráulicos de las aguas subterráneas del sector.

#### 4.5.2. Metodología

Se realizó cuatro (4) pruebas de bombeo a caudal constante en pozos que abastecen predios ubicado en la zona de estudio y que hacen parte del inventario de puntos de agua realizado, para definir el caudal de bombeo y calcular los parámetros hidráulicos del acuífero (Nivel Estático, Nivel Dinámico, Capacidad Específica, Permeabilidad y Transmisividad).

Esta prueba se ejecuta bombeando el pozo hasta que se estabilice su nivel dinámico, la relación entre el caudal de explotación y el nivel descendido durante la prueba se conoce con el nombre de capacidad específica.

$$Ce = \frac{Q}{Ab}$$

$Ce$  = Capacidad Específica

$Ab$  = abatimiento = la diferencia entre el nivel estático y el dinámico =  $NE - ND$

$Q$  = Caudal de explotación

##### 4.5.2.1. Pruebas de bombeo en pozos profundos

El método utilizado para el cálculo de los parámetros hidráulicos en pozos de pequeño diámetro es el de Jacob Simplificado, el cual se basa en la ecuación de Thiem, cuya solución se da graficando en forma semilogaritmica el abatimiento contra el tiempo, este método se deduce de las siguientes expresiones:

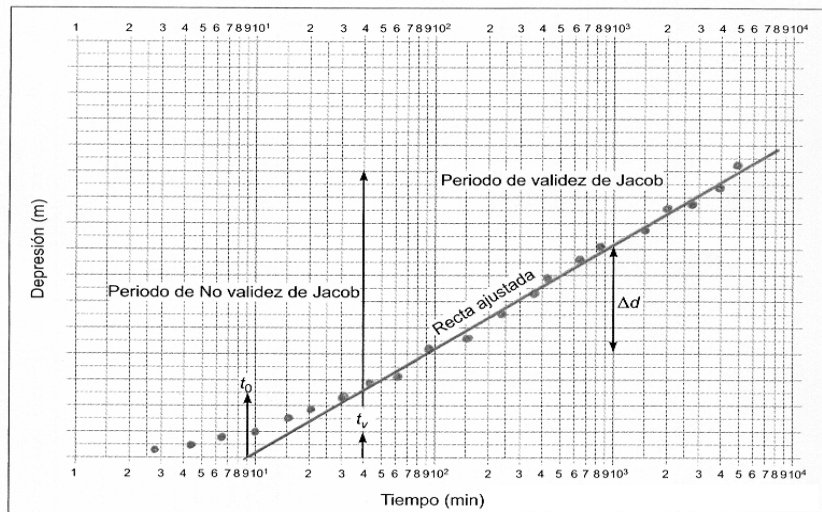
En un punto cualquiera el nivel piezométrico variará durante el bombeo según la expresión de Thiem:

$$h_o - h = \frac{Q}{2\pi T} \ln \frac{R}{r}$$

La resolución matemática de la ecuación de flujo lleva a la fórmula de THEIS y, para la mayoría de las situaciones, a la simplificación de JACOB (Jacob-Cooper).



**Figura 4.62. Grafica de Jacob-Cooper: Abatimiento vs log de tiempo (min) (Tendencia lineal)**



En un punto cualquiera el nivel piezométrico variará durante el bombeo según la expresión:

$$h_o - h = s = 0,183 \frac{Q}{T} \ln \frac{2,25 T t}{r^2 S}$$

Donde:

$s$  = descenso en el tiempo  $t$  (desde el comienzo del bombeo) en el punto de medida situado a la distancia  $r$  del eje del pozo de bombeo.

$Q$  = caudal de bombeo

$T$  = transmisibilidad

$S$  = coeficiente de almacenamiento

Con una pequeña transformación matemática en se llega a la expresión equivalente siguiente:

$$s = 0,183 \frac{Q}{T} \log t - 0,183 \frac{Q}{T} \log t_0$$

$\underbrace{\hspace{1.5cm}}_{y = m} \cdot \underbrace{\hspace{1.5cm}}_{x} + \underbrace{\hspace{1.5cm}}_{n}$

Es decir, se trata de una recta de la forma  $y = m \cdot x + n$ . Por tanto, basta dibujar  $x$  ( $\log t$ ) en papel semilogarítmico frente a  $y$  ( $s$ ) para calcular el valor de la pendiente  $m$ . Una vez conocida  $m$ , como el caudal  $Q$  se conoce, se calcula  $T$ :

$$T = 0,183 Q/m$$

$$T = 0,1832 Q/\Delta s \text{ y } K = T / m$$

Donde:

$T$  = Transmisividad

$Q$  = Caudal de Bombeo

$\Delta s$  = La pendiente de la tendencia lineal de la gráfica del abatimiento & el logaritmo del Tiempo de duración de la prueba de bombeo.

$m$  = espesor del acuífero

Por solicitud del contratante se complementará los conceptos de los parámetros hidráulicos calculados.

#### 4.5.2.2. Pruebas de bombeo en pozos tipo aljibe

En el caso de pozos de gran diámetro en donde el caudal bombeado tiene un componente por almacenamiento, se utilizará la expresión de Schosinsky (se basa en el método de Papadopoulos), que consiste en graficar en papel semilogarítmico el abatimiento observado durante la prueba de bombeo en el eje horizontal contra la relación entre el volumen almacenado y el volumen bombeado los cuales se obtienen de los datos obtenidos la prueba de bombeo.

Posteriormente se sobrepone esta gráfica sobre las curvas patrón la cual se calcula con base en la relación de  $V_{alm}/V_{bom}$  contra una función que depende del coeficiente de almacenamiento y la Transmisibilidad.

$$F(\alpha, u) = \frac{4\pi Ts}{Q}$$

$$\frac{F(\alpha, u)}{S} = \frac{s\pi r_w^2}{Qt} = \frac{Volumen almacenado}{Volumen bombeado}$$

$$S = \frac{\alpha r_c^2}{r_w^2}$$

Cuando el radio del pozo es constante  $S$  ( $E$  = coeficiente de almacenamiento) es igual a  $\alpha$  cuyo se obtiene de la gráfica patrón.

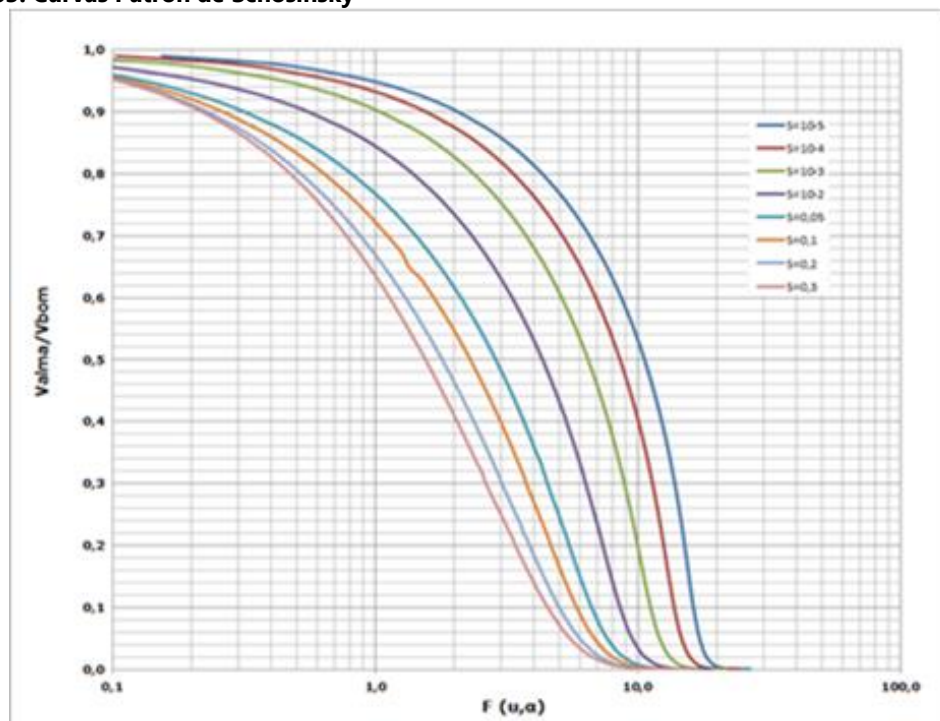
La transmisibilidad se calcula utilizando también la curva patrón y aplicando la siguiente expresión.

$$T = \frac{F(u; \alpha)Q}{4\pi s}$$

Las curvas patrón se obtienen de graficar la relación  $V_{alm}/V_{bom}$  y la función  $F(\alpha, u)$ , para varios valores de  $\alpha$  el cual equivale al coeficiente de almacenamiento cuando el radio del pozo es constante.

Para hallar la permeabilidad ( $K$ ) se utiliza la expresión:  $K = \frac{T}{m}$ , donde  $m$  es espesor del acuífero.

**Figura 4.63. Curvas Patrón de Schosinsky**



#### 4.5.2.3. Permeabilidad o conductividad hidráulica ( $K$ )

Se conoce como conductividad hidráulica o permeabilidad ( $K$ ) a la cantidad de agua que, bajo condiciones físicas específicas, circula a través de una sección de área unitaria normal al sentido de flujo, bajo un gradiente hidráulico unitario.

La permeabilidad es una característica asociada a la porosidad es la permeabilidad o facilidad que tiene el suelo para dejarse penetrar por los fluidos. No solo los valores absolutos de porosidad bastan para estimar la permeabilidad del suelo sino algunos otros factores como la geometría del sistema poroso. Así una estructura hojosa deja una gran porosidad, pero dificulta notablemente la circulación del agua, al igual que sucede cuando no existe una buena interconexión entre los componentes de la macroporosidad.

La conductividad hidráulica es una propiedad que depende de las características del fluido y de la permeabilidad del medio poroso a través del cual circula y de la fuerza de gravedad ( $g$ ). De tal forma, que algunas propiedades del fluido como peso específico, viscosidad

dinámica y temperatura, influyen en el valor de K, al igual que el tamaño medío de los espacios abiertos (d), estratificación, empacamiento, disposición de los granos, distribución de tamaños, considerados a través del factor de forma (C) y la porosidad. Así, por ejemplo, en lo que respecta a variaciones en las propiedades físicas del agua resulta que el agua salada circula con mayor velocidad que la dulce, por ser más densa y el agua caliente fluye más rápido que la fría, por ser menos viscosa.

**Tabla 4.18. Valores de permeabilidad en formaciones sedimentarias**

TIPO DE ROCA	K (m/d)
Arcilla	0.001 - 0.5
Arena	0.5 – 40
Grava	10 – 1.000
Areniscas con fisura	50 o mas
Piedra caliza	25
Mezcla grava – arena	
40-50 %	K arena
60 %	2K arena
70 %	3K arena

#### 4.5.2.4. Transmisividad

La transmisividad se define como la cantidad de agua que circula a través de una sección vertical de un metro de anchura y de altura igual al espesor saturado del acuífero, afectado por un gradiente hidráulico cuyo valor es igual a uno. La transmisividad tiene dimensiones de longitud al cuadrado sobre tiempo y se expresa en m<sup>2</sup> /día o m<sup>2</sup>/s.

El valor de la transmisividad es uno de los resultados de las pruebas de bombeo, del cual puede estimarse una conductividad hidráulica media del acuífero. Sin embargo, el concepto de transmisividad aporta información limitada sobre valores "promedio" de conductividad hidráulica y porosidad (en el caso de acuíferos confinados) necesarios para tratar problemas de contaminación de agua subterránea.

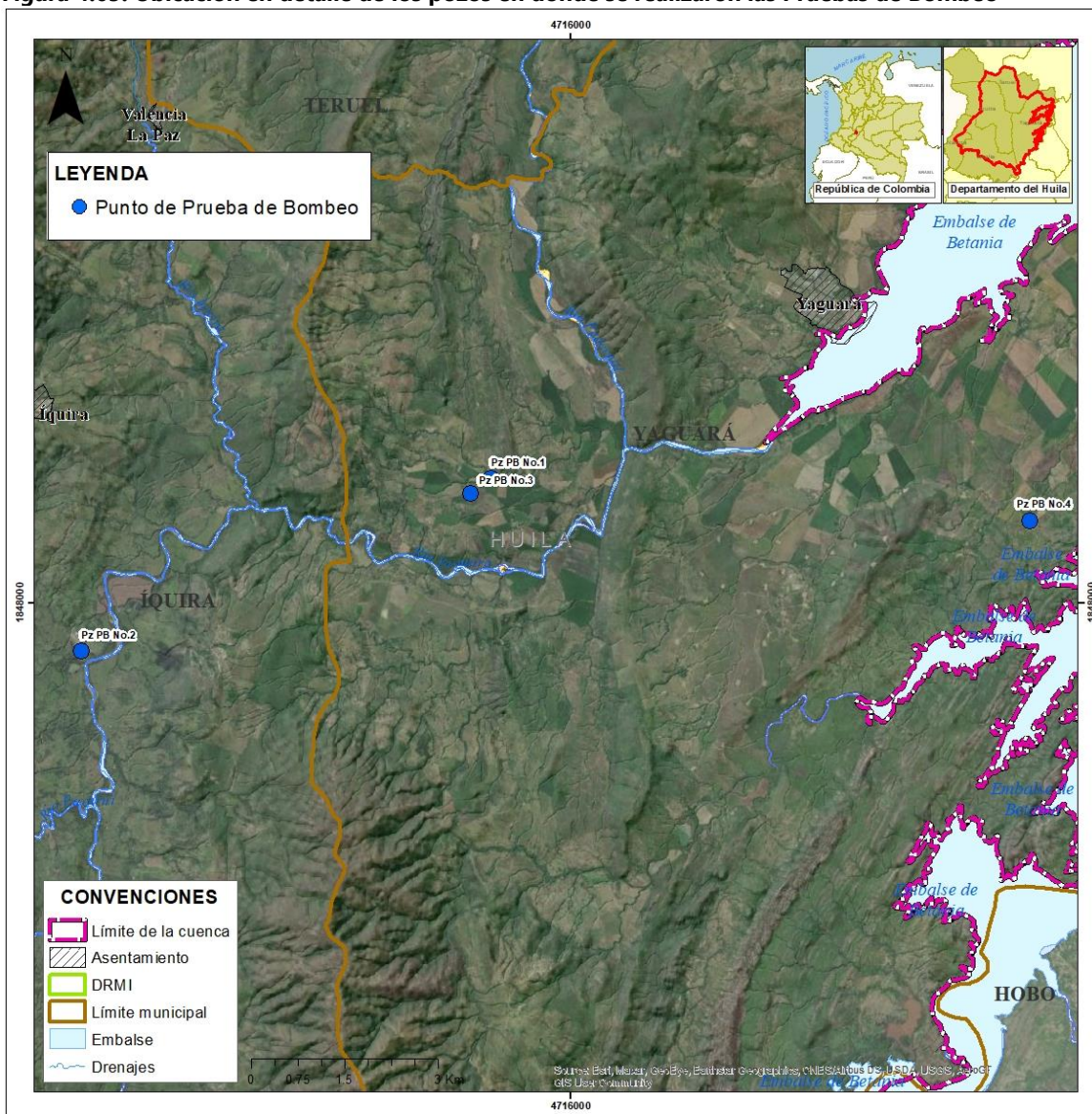
Si la información geológica básica no se conoce, los valores de transmisividad representan un significado acotado y restringido para un manejo eficiente de los recursos hidráulicos subterráneos a mediano y largo plazos.







Figura 4.65. Ubicación en detalle de los pozos en donde se realizaron las Pruebas de Bombeo



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

A continuación, se describe la localización y las coordenadas geográficas de los pozos en donde se realizaron las Pruebas de Bombeo.

Tabla 4.19. Coordenadas geográficas GMS de los pozos en donde se realizaron las Pruebas de Bombeo

CODIGO	LOCALIZACIÓN	COORD. N	COORD. W	ALTURA GPS
Pz PB No. 1	Avícola Samara	2° 38' 21.77"	75° 33' 59.18"	665
Pz PB No. 2	Piscícola Huinagro	2° 36' 52.31"	75° 37' 31.71"	716
Pz PB No. 3	Vereda La Floresta	2° 38' 14.21"	75° 34' 10.05"	678
Pz PB No. 4	Predio Santa Rosita	2° 38' 00.77"	75° 29' 20.13"	615

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### 4.5.4. POZO PB No. 1 – AVÍCOLA SAMARA

##### 4.5.4.1. Datos del pozo

**Localización:** Vereda La Floresta - Municipio de Yaguará

**Profundidad:** 4,00 metros

**Diámetro:** 1,00 metros en concreto

**Nivel Estático:** 0,50 metros (a boca de pozo)

**Bomba:** Sumergible de 0,5 HP, colocada a 3 metros de profundidad

**Tubería de impulsión:**  $\frac{3}{4}$  de pulgada en PVC

**Formación Geológica:** Terrazas Pumíticas (Qt)

##### 4.5.4.2. Capacidad específica

**CE** = (caudal promedio) Q/S (abatimiento total)

**CE** = 0,64 lps/ 0,71 m = 0,90 lps/m

##### 4.5.4.3. Parámetros hidráulicos

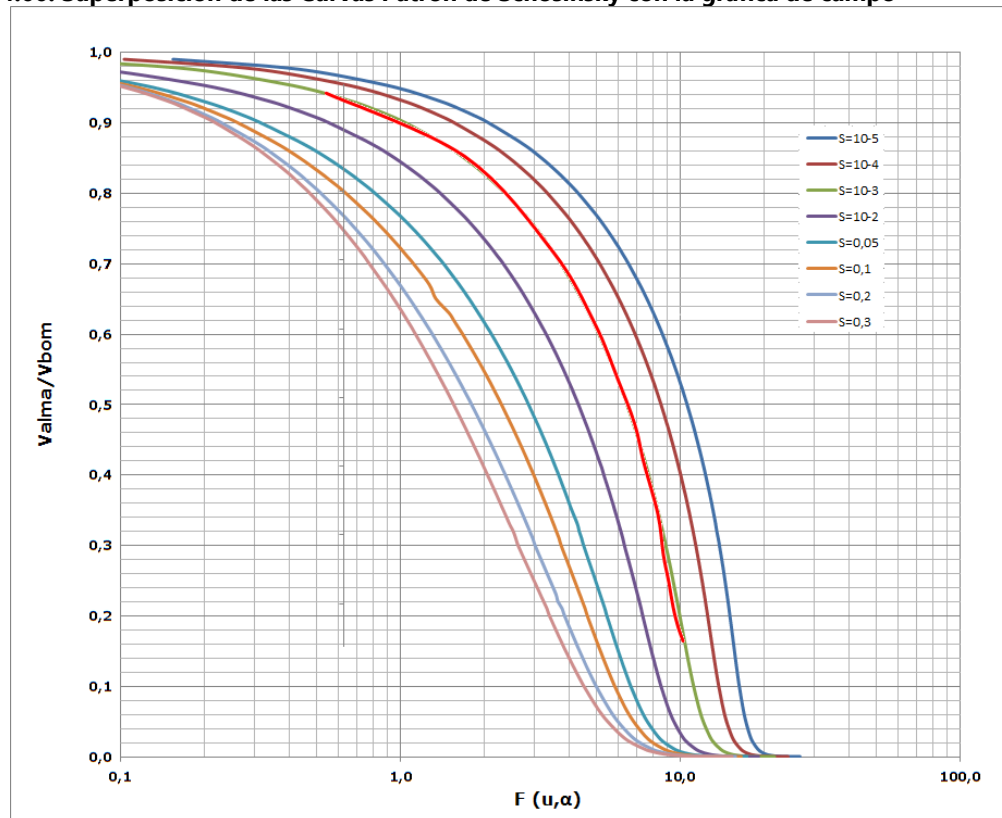
**NE:** 0,50 m

**Qprom:** 0,64 lps. Q: 55,30 (m<sup>3</sup>/día)

**Esp. Saturado:** 3,50 m

Con base en los resultados gráficos de la relación de Valm/Vbom, contra una función  $F(\alpha, u)$ , una vez superpuesta la curva se obtiene el coeficiente de almacenamiento y la Transmisibilidad.

Figura 4.66. Superposición de las Curvas Patrón de Schosinsky con la gráfica de campo



$$S = 0,001$$

$$T = 24,70 \text{ m}^2/\text{día}$$

$$K = T / m = 24,70 / 3,50 = 7,06 \text{ m/día} = 8,17 \times 10^{-5} \text{ m/s}$$



Tabla 4.20. Datos de campo de la prueba de bombeo No. 1, realizada en la Avícola Samara

<b>FORMATO PRUEBA DE BOMBEO</b>			
<b>CÁLCULO DE PARÁMETROS HIDRÁULICOS</b>			
<b>Nombre del pozo:</b> Avícola Samara		<b>Ubicación:</b> Vereda La Floresta	
<b>Fecha:</b> 11/04/2023		<b>Hora Inicio:</b> 10:00 a. m.	
<b>Nivel Estático:</b> 0,50		<b>Realizada por:</b> CORCEL LTDA.	

Tiempo	Hora real	Nivel (m)	Caudal L/s
0:00	10:00	0,50	0,64
0:02	10:02	0,61	0,64
0:05	10:05	0,67	0,64
0:10	10:10	0,74	0,64
0:15	10:15	0,80	0,64
0:20	10:20	0,83	0,64
0:25	10:25	0,86	0,64
0:30	10:30	0,89	0,64
0:40	10:40	0,95	0,64
0:50	10:50	1,00	0,64
1:00	11:00	1,04	0,64
1:15	11:15	1,09	0,64
1:30	11:30	1,13	0,64
1:45	11:45	1,15	0,64
2:00	12:00	1,18	0,64
2:20	12:20	1,19	0,64
2:40	12:40	1,20	0,64
3:00	13:00	1,20	0,64
3:30	13:30	1,21	0,64

Tiempo	Hora real	Nivel (m)	Caudal L/s
4:00	14:00	1,21	0,64
4:30	14:30	1,21	0,64
5:00			
5:30			
6:00			
7:00			
8:00			
9:00			
10:00			
11:00			
12:00			
14:00			
16:00			
18:00			
21:00			
24:00			
30:00			
36:00			
48:00			

<b>OBSERVACIONES:</b>	
Profundidad Pozo 4,0 metros, diámetro 1,0 metro en concreto	
Bomba sumergible 0,5 hp localizada a 3 metros de profundidad dentro del pozo	
Tubería de impulsión 3/4" en PVC	
Punto de Medición: Boca de Pozo	

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

De la prueba de bombeo realizada en el pozo construido en la Avícola Samara, se puede concluir que los parámetros hidráulicos analizados muestran acuíferos con características hidrogeológicas buenas, lo que indica que las fuentes subterráneas permiten una explotación continua, a un caudal moderado.

#### 4.5.4.4. Prueba de recuperación

Tabla 4.21. Datos de campo de la prueba de recuperación, realizada en la Avícola Samara

FORMATO PRUEBA DE BOMBEO				RECUPERCIÓN			
CÁLCULO DE PARÁMETROS HIDRÁULICOS							
Nombre del pozo: Avícola Samara				Ubicación: Vereda La Floresta			
Fecha: 11/04/2023				Hora Inicio: 2:30 p. m.			
Nivel Estático: 0,50				Realizada por: CORCEL LTDA.			
Tiempo	Hora real	Nivel (m)	Caudal L/s	Tiempo	Hora real	Nivel (m)	Caudal L/s
0:00	14:30	1,21	0,64	4:00			
0:02	14:32	0,94	0,64	4:30			
0:05	14:35	0,81	0,64	5:00			
0:10	14:40	0,71	0,64	5:30			
0:15	14:45	0,64	0,64	6:00			
0:20	14:50	0,60	0,64	7:00			
0:25	14:55	0,57	0,64	8:00			
0:30	15:00	0,54	0,64	9:00			
0:40	15:10	0,50	0,64	10:00			
0:50				11:00			
1:00				12:00			
1:15				14:00			
1:30				16:00			
1:45				18:00			
2:00				21:00			
2:20				24:00			
2:40				30:00			
3:00				36:00			
3:30				48:00			

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Una vez terminada la prueba de bombeo a caudal constante, se procedió a tomar las medidas de recuperación, con la misma secuencia de tiempos utilizada durante la etapa de abatimiento.

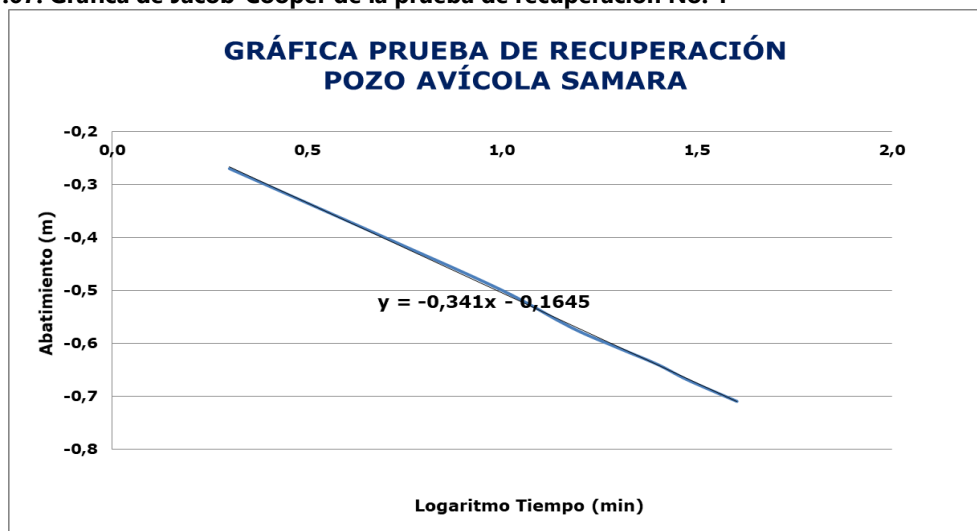
La recuperación del pozo se mide hasta alcanzar el nivel estático inicial del pozo o por lo menos el 90 % del abatimiento total.

$$\Delta S: 0,341$$

$$T = 0,1832 \frac{Q}{\Delta S} = 0,1832 \times 55,30 / 0,341 = 29,71 \text{ m}^2/\text{día}$$

$$K = T / m = 29,71 / 3,50 = 8,49 \text{ m/día} = 9,62 \times 10^{-5} \text{ m/s}$$

**Figura 4.67. Grafica de Jacob-Cooper de la prueba de recuperación No. 1**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

El valor obtenido de transmisividad de la prueba de recuperación del Pozo PB No. 1 realizada en la Avícola Samara, es mayor que el valor calculado en la prueba de bombeo a caudal constante, lo cual indica que el tipo de acuífero de la zona presenta características de Detrítico Libre.

#### **4.5.5. POZO PB NO. 2 – PISCÍCOLA HUINAGRO**

##### **4.5.5.1. Datos del pozo**

**Localización:** Vereda Chaparro - Municipio de Iquira

**Profundidad:** 40 metros

**Diámetro:** 6" metros en PVC

**Nivel Estático:** 1,60 metros (a boca de pozo)

**Bomba:** Sumergible de 1 HP, ubicada a 39 metros de profundidad.

**Tubería de impulsión:** 1 ¼ pulgadas en PVC

**Formación Geológica:** Depósitos Aluviales Recientes (Qal)

##### **4.5.5.2. Capacidad específica**

**CE** = (caudal promedio) Q/S (abatimiento total)

**CE** = 0,39 lps/ 33,36 m = 0,012 lps/m

##### **4.5.5.3. Parámetros hidráulicos**

NE: 2,55 m

Qprom: 0,39 lps. Q: 33,70 (m³/día)

Esp. Saturado: 37,45 m

$\Delta S$ : 13,736

$T = 0,1832 \frac{Q}{\Delta S} = 0,1832 \times 33,70 / 13,736 = 0,45 \text{ m}^2/\text{día}$

$K = T / m = 0,45 / 37,45 = 0,012 \text{ m/día} = 1,39 \times 10^{-7} \text{ m/s}$

**Tabla 4.22. Datos de campo de la prueba de bombeo No. 2, realizada en la Piscícola Huinagro**

**FORMATO PRUEBA DE BOMBEO**  
**CÁLCULO DE PARÁMETROS HIDRÁULICOS**

**Nombre del pozo:** Piscícola Huinagro

**Ubicación:** Vereda Chaparro

**Fecha:** 12/04/2023

**Hora Inicio:** 7:00 a. m.

**Nivel Estático:** 2,55

**Realizada por:** CORCEL LTDA.

Tiempo	Hora real	Nivel (m)	Caudal L/s
0:00	7:00	2,55	0,39
0:02	7:02	9,49	0,39
0:05	7:05	13,03	0,39
0:10	7:10	16,65	0,39
0:15	7:15	19,63	0,39
0:20	7:20	22,37	0,39
0:25	7:25	25,16	0,39
0:30	7:30	27,44	0,39
0:40	7:40	30,21	0,39
0:50	7:50	32,05	0,39
1:00	8:00	33,03	0,39
1:15	8:15	34,55	0,39
1:30	8:30	35,08	0,39
1:45	8:45	35,35	0,39
2:00	9:00	35,66	0,39
2:20	9:20	35,78	0,39
2:40	9:40	35,83	0,39
3:00	10:00	35,87	0,39
3:30	10:30	35,89	0,39

Tiempo	Hora real	Nivel (m)	Caudal L/s
4:00	11:00	35,90	0,39
4:30	11:30	35,91	0,39
5:00	12:00	35,91	0,39
5:30			
6:00			
7:00			
8:00			
9:00			
10:00			
11:00			
12:00			
14:00			
16:00			
18:00			
21:00			
24:00			
30:00			
36:00			
48:00			

**OBSERVACIONES:**

Profundidad Pozo 40 metros, diámetro 6" metros en PVC

Bomba sumergible 1 hp localizada a 39 metros de profundidad dentro del pozo

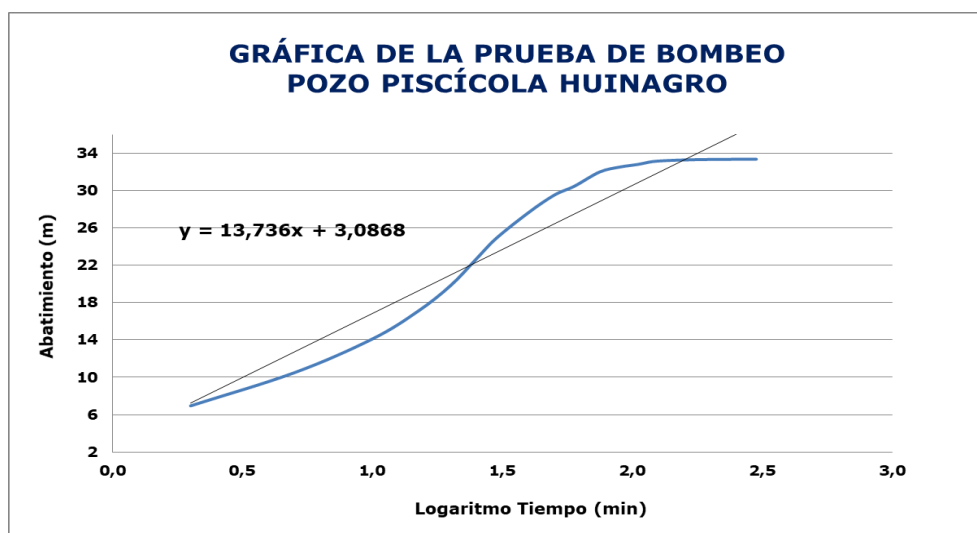
Tubería de impulsión 1 1/4" en PVC

Punto de Medición: Boca de Pozo

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 4.68. Grafica de Jacob-Cooper de la prueba de Bombeo en la Piscícola Huinagro**





Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

De la prueba de bombeo realizada en el pozo construido en la Piscícola Huinagro, se puede concluir que los parámetros hidráulicos analizados muestran acuíferos con características hidrogeológicas apenas aceptables, lo que indica que las fuentes subterráneas permiten una explotación continua, a un caudal moderado. Posiblemente el pozo tenga problemas constructivos o necesite complementar su etapa de desarrollo pues apenas fue perforado en el mes de enero del presente año.

#### 4.5.5.4. Prueba de recuperación

Una vez terminada la prueba de bombeo a caudal constante, se procedió a tomar las medidas de recuperación, con la misma secuencia de tiempos utilizada durante la etapa de abatimiento.

La recuperación del pozo se mide hasta alcanzar el nivel estático inicial del pozo o por lo menos el 90 % del abatimiento total.

Tabla 4.23. Datos de campo de la prueba de recuperación, realizada en la Piscícola Huinagro

FORMATO PRUEBA DE BOMBEO	RECUPERCIÓN
CÁLCULO DE PARÁMETROS HIDRÁULICOS	

**Nombre del pozo:** Piscícola Huinagro  
**Ubicación:** Vereda Chaparro  
**Fecha:** 12/04/2023  
**Hora Inicio:** 12:00 p. m.  
**Nivel Estático:** 2,55  
**Realizada por:** CORCEL LTDA.

Tiempo	Hora real	Nivel (m)	Caudal L/s
0:00	12:00	35,91	0,39
0:02	12:02	33,79	0,39
0:05	12:05	26,88	0,39
0:10	12:10	21,66	0,39
0:15	12:15	19,02	0,39
0:20	12:20	16,64	0,39
0:25	12:25	14,86	0,39
0:30	12:30	13,65	0,39
0:40	12:40	11,73	0,39
0:50	12:50	9,81	0,39
1:00	13:00	8,70	0,39
1:15	13:15	6,76	0,39
1:30	13:30	5,65	0,39
1:45	13:45	4,57	0,39
2:00			
2:20			
2:40			
3:00			
3:30			

Tiempo	Hora real	Nivel (m)	Caudal L/s
4:00			
4:30			
5:00			
5:30			
6:00			
7:00			
8:00			
9:00			
10:00			
11:00			
12:00			
14:00			
16:00			
18:00			
21:00			
24:00			
30:00			
36:00			
48:00			

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

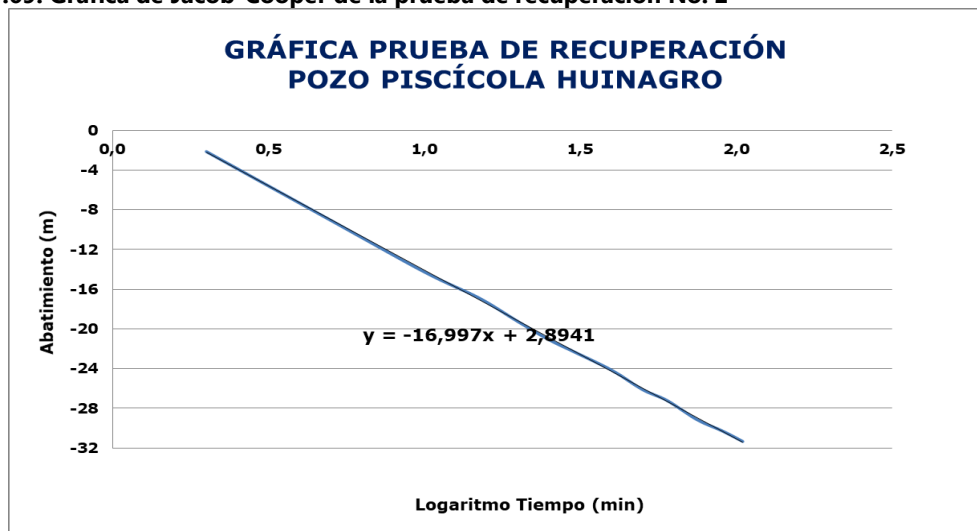
$\Delta S$ : 16,997

$T = 0,1832 Q / S = 0,1832 \times 33,70 / 16,997 = 0,36 \text{ m}^2/\text{día}$

$K = T / m = 0,36 / 37,45 = 0,010 \text{ m/día} = 1,12 \times 10^{-7} \text{ m/s}$

El valor obtenido de transmisividad de la prueba de recuperación del Pozo localizado en la Piscícola Huinagro, es menor que el valor calculado en la prueba de bombeo a caudal constante, lo cual indica que el tipo de acuífero captado en la zona presenta características de acuífero confinado.

**Figura 4.69. Grafica de Jacob-Cooper de la prueba de recuperación No. 2**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### **4.5.6. POZO PB No. 3 – FINCA DE INDULGENCIA LÓPEZ**

##### **4.5.6.1. Datos del pozo**

**Localización:** Vereda La Floresta - Municipio de Yaguará

**Profundidad:** 6,00 metros

**Diámetro:** 1,00 metros en concreto

**Nivel Estático:** 1,38 metros (a boca de pozo)

**Bomba:** Sumergible de 2 HP, ubicada a 5 metros de profundidad.

**Tubería de impulsión:** 2 pulgadas en PVC

**Formación Geológica:** Terrazas Pumíticas (Qt)

Tabla 4.24. Datos de campo de la prueba de bombeo No. 3, realizada en la Finca de Indulgencia López

<b>FORMATO PRUEBA DE BOMBEO</b> <b>CÁLCULO DE PARÁMETROS HIDRÁULICOS</b>			
<b>Nombre del pozo:</b> Indulgencia López	<b>Ubicación:</b> Vereda La Floresta		
<b>Fecha:</b> 13/04/2023	<b>Hora Inicio:</b> 9:00 a. m.		
<b>Nivel Estático:</b> 1,38	<b>Realizada por:</b> CORCEL LTDA.		

Tiempo	Hora real	Nivel (m)	Caudal L/s
0:00	9:00	1,38	2,24
0:02	9:02	2,30	2,24
0:05	9:05	2,62	2,24
0:10	9:10	3,03	2,24
0:15	9:15	3,32	2,24
0:20	9:20	3,42	2,24
0:25	9:25	3,48	2,24
0:30	9:30	3,51	2,24
0:40	9:40	3,55	2,24
0:50	9:50	3,57	2,24
1:00	10:00	3,58	2,24
1:15	10:15	3,60	2,24
1:30	10:30	3,61	2,24
1:45	10:45	3,61	2,24
2:00	11:00	3,62	2,24
2:20	11:20	3,62	2,24
2:40	11:40	3,63	2,24
3:00	12:00	3,63	2,24
3:30			

Tiempo	Hora real	Nivel (m)	Caudal L/s
4:00			
4:30			
5:00			
5:30			
6:00			
7:00			
8:00			
9:00			
10:00			
11:00			
12:00			
14:00			
16:00			
18:00			
21:00			
24:00			
30:00			
36:00			
48:00			

<b>OBSERVACIONES:</b>
Profundidad Pozo 6,0 metros, diámetro 1,0 metro en concreto
Bomba sumergible 2 hp localizada a 5 metros de profundidad dentro del pozo
Tubería de impulsión 2" en PVC
Punto de Medición: Boca de Pozo

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### 4.5.6.2. Capacidad específica

CE = (caudal promedio) Q/S (abatimiento total)

CE = 2,24 lps/ 2,25 m = 1,0 lps/m



#### 4.5.6.3. Parámetros hidráulicos

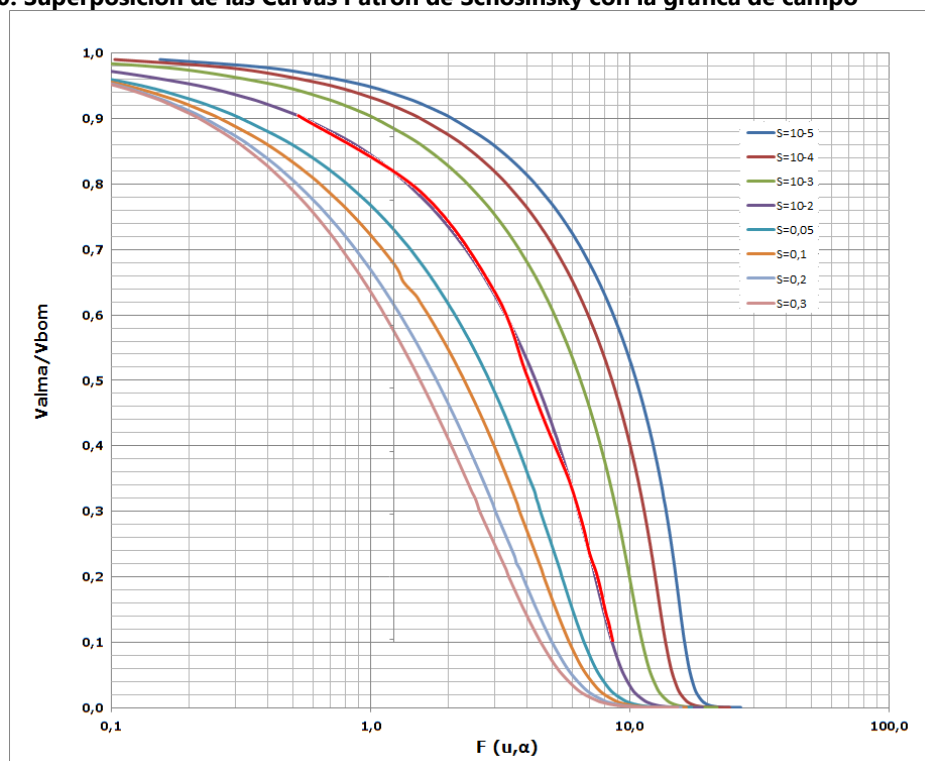
NE: 1,38 m

Qprom: 2,24 lps. Q: 193,54 (m<sup>3</sup>/día)

Esp. Saturado: 5,62 m

Con base en los resultados gráficos de la relación de  $V_{alm}/V_{bom}$ , contra una función  $F(u, \alpha)$ , una vez superpuesta la curva se obtiene el coeficiente de almacenamiento y la Transmisibilidad.  $S = 0,01$

Figura 4.70. Superposición de las Curvas Patrón de Schosinsky con la gráfica de campo



$T = 52,34 \text{ m}^2/\text{día}$

$K = T / m = 52,34 / 5,62 = 9,31 \text{ m/día} = 1,08 \times 10^{-4} \text{ m/s}$

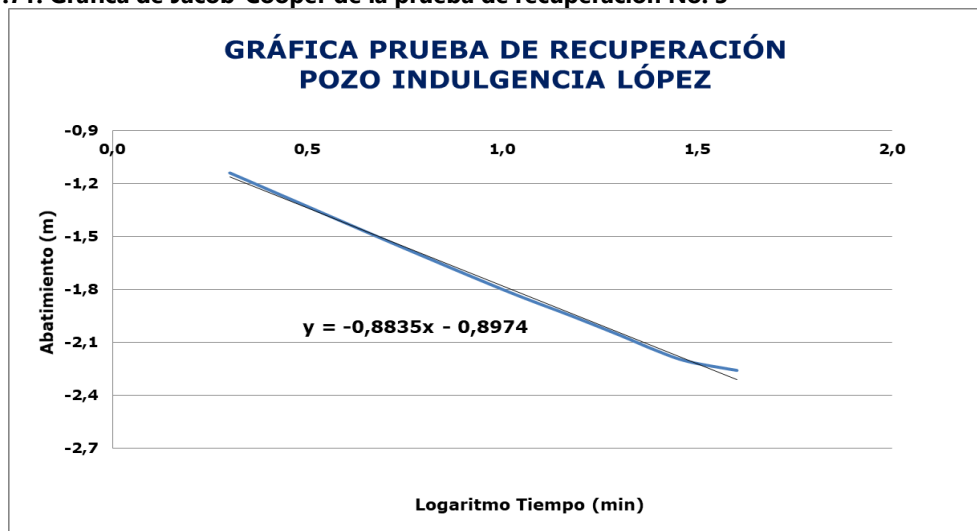
De la prueba de bombeo realizada en el pozo construido en la finca de Indulgencia López, se puede concluir que los parámetros hidráulicos analizados muestran acuíferos con características hidrogeológicas buenas, lo que indica que las fuentes subterráneas permiten una explotación continua, a un caudal moderado.

#### 4.5.6.4. Prueba de recuperación

Una vez terminada la prueba de bombeo a caudal constante, se procedió a tomar las medidas de recuperación, con la misma secuencia de tiempos utilizada durante la etapa de abatimiento.

La recuperación del pozo se mide hasta alcanzar el nivel estático inicial del pozo o por lo menos el 90 % del abatimiento total.

**Figura 4.71. Grafica de Jacob-Cooper de la prueba de recuperación No. 3**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Tabla 4.25. Datos de campo de la prueba de recuperación, Finca de Indulgencia López

FORMATO PRUEBA DE BOMBEO				RECUPERCIÓN			
CÁLCULO DE PARÁMETROS HIDRÁULICOS							
<b>Nombre del pozo:</b> Indulgencia López				<b>Ubicación:</b> Vereda La Floresta			
<b>Fecha:</b> 13/04/2023				<b>Hora Inicio</b> 12:00 p. m.			
<b>Nivel Estático</b> 1,38				<b>Realizada por:</b> CORCEL LTDA.			

Tiempo	Hora real	Nivel (m)	Caudal L/s
0:00	12:00	3,63	2,24
0:02	12:02	2,49	2,24
0:05	12:05	2,11	2,24
0:10	12:10	1,83	2,24
0:15	12:15	1,68	2,24
0:20	12:20	1,57	2,24
0:25	12:25	1,48	2,24
0:30	12:30	1,42	2,24
0:40	12:40	1,37	2,24
0:50			
1:00			
1:15			
1:30			
1:45			
2:00			
2:20			
2:40			
3:00			
3:30			

Tiempo	Hora real	Nivel (m)	Caudal L/s
4:00			
4:30			
5:00			
5:30			
6:00			
7:00			
8:00			
9:00			
10:00			
11:00			
12:00			
14:00			
16:00			
18:00			
21:00			
24:00			
30:00			
36:00			
48:00			

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

$\Delta S: 0,8835$

$T = 0,1832 Q/\cdot S = 0,1832 \times 193,54 / 0,8835 = 40,13 \text{ m}^2/\text{día}$

$K = T / m = 40,13 / 5,62 = 7,14 \text{ m/día} = 8,27 \times 10^{-5} \text{ m/s}$

El valor obtenido de transmisividad de la prueba de recuperación del Pozo PB No. 3 realizada en la finca de Indulgencia López, es mayor que el valor calculado en la prueba de bombeo a caudal constante, lo cual indica que el tipo de acuífero de la zona presenta características de Detrítico Libre.

#### 4.5.7. POZO PB No. 4 – FINCA SANTA ROSITA

##### 4.5.7.1. Datos del pozo

**Localización:** Vereda Vilú - Municipio de Yaguará

**Profundidad:** 90 metros

**Diámetro:** 8" metros en PVC

**Nivel Estático:** 3,48 metros (a boca de pozo)

**Bomba:** Sumergible de 1 HP, ubicada a 60 metros de profundidad.

**Tubería de impulsión:** 1 ¼ pulgadas en PVC

**Formación Geológica:** Formación Honda (Ngh)

##### 4.5.7.2. Capacidad específica

CE = (caudal promedio) Q/S (abatimiento total)

CE = 0,95 lps/ 13,24 m = 0,072 lps/m

##### 4.5.7.3. Parámetros hidráulicos

NE: 3,48 m

Qprom: 0,95 lps. Q: 82,08 (m³/día)

Esp. Saturado: 86,52 m

$\Delta S$ : 4,3632

$T = 0,1832 \frac{Q}{S} = 0,1832 \times 82,08 / 4,3632 = 3,45 \text{ m}^2/\text{día}$

$K = T / m = 3,45 / 86,52 = 0,040 \text{ m/día} = 4,61 \times 10^{-7} \text{ m/s}$



Tabla 4.26. Datos de campo de la prueba de bombeo No. 4, realizada en la Finca Santa Rosita

<b>FORMATO PRUEBA DE BOMBEO</b> <b>CÁLCULO DE PARÁMETROS HIDRÁULICOS</b>			
<b>Nombre del pozo:</b> Predio Santa Rosita	<b>Ubicación:</b> Vereda Chaparro		
<b>Fecha:</b> 14/04/2023	<b>Hora Inicio:</b> 7:00 a. m.		
<b>Nivel Estático:</b> 3,48	<b>Realizada por:</b> CORCEL LTDA.		

Tiempo	Hora real	Nivel (m)	Caudal L/s
0:00	7:00	3,48	0,95
0:02	7:02	7,45	0,95
0:05	7:05	8,84	0,95
0:10	7:10	9,97	0,95
0:15	7:15	10,72	0,95
0:20	7:20	11,29	0,95
0:25	7:25	11,75	0,95
0:30	7:30	12,12	0,95
0:40	7:40	12,71	0,95
0:50	7:50	13,12	0,95
1:00	8:00	13,54	0,95
1:15	8:15	14,15	0,95
1:30	8:30	14,68	0,95
1:45	8:45	15,13	0,95
2:00	9:00	15,52	0,95
2:20	9:20	15,80	0,95
2:40	9:40	16,01	0,95
3:00	10:00	16,13	0,95
3:30	10:30	16,31	0,95

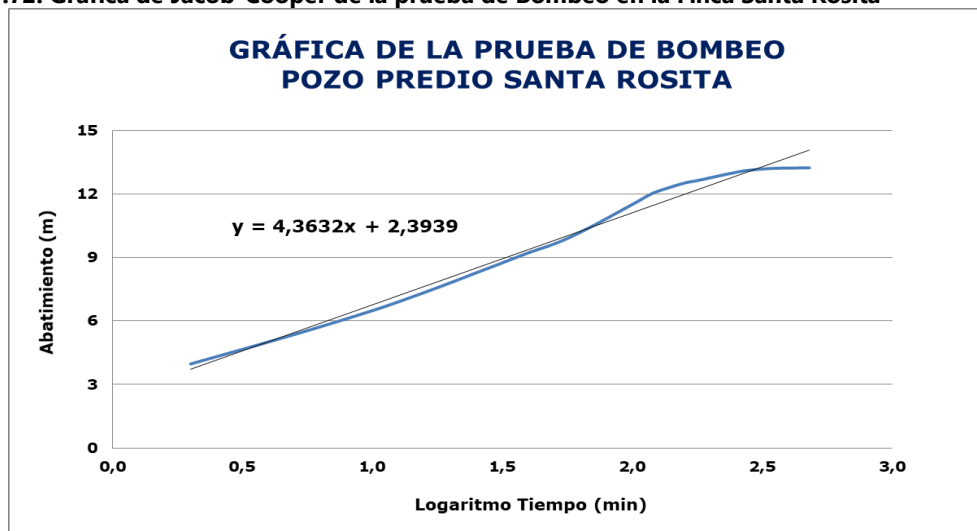
Tiempo	Hora real	Nivel (m)	Caudal L/s
4:00	11:00	16,46	0,95
4:30	11:30	16,58	0,95
5:00	12:00	16,64	0,95
5:30	12:30	16,68	0,95
6:00	13:00	16,70	0,95
7:00	14:00	16,71	0,95
8:00	15:00	16,72	0,95
9:00			
10:00			
11:00			
12:00			
14:00			
16:00			
18:00			
21:00			
24:00			
30:00			
36:00			
48:00			

<b>OBSERVACIONES:</b>
Profundidad Pozo 90 metros, diámetro 8" metros en PVC
Bomba sumergible 1 hp localizada a 60 metros de profundidad dentro del pozo
Tubería de impulsión 1 1/4" en PVC
Punto de Medición: Boca de Pozo

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 4.72. Grafica de Jacob-Cooper de la prueba de Bombeo en la Finca Santa Rosita**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

De la prueba de bombeo realizada en el pozo construido en la Finca Santa Rosita, se puede concluir que los parámetros hidráulicos analizados muestran acuíferos con características hidrogeológicas aceptables, lo que indica que las fuentes subterráneas permiten una explotación continua, a un caudal moderado.

#### **4.5.7.4. Prueba de recuperación**

Una vez terminada la prueba de bombeo a caudal constante, se procedió a tomar las medidas de recuperación, con la misma secuencia de tiempos utilizada durante la etapa de abatimiento.

La recuperación del pozo se mide hasta alcanzar el nivel estático inicial del pozo o por lo menos el 90 % del abatimiento total.

$$\Delta S: 8,2138$$

$$T = 0,1832 \text{ Q} / S = 0,1832 \times 82,08 / 8,2138 = 1,83 \text{ m}^2/\text{día}$$

$$K = T / m = 1,83 / 86,52 = 0,021 \text{ m/día} = 2,45 \times 10^{-7} \text{ m/s}$$

Tabla 4.27. Datos de campo de la prueba de recuperación, realizada en la Finca Santa Rosita

FORMATO PRUEBA DE BOMBEO				RECUPERCIÓN			
CÁLCULO DE PARÁMETROS HIDRÁULICOS							
<b>Nombre del pozo:</b> Predio Santa Rosita				<b>Ubicación:</b> Vereda Chaparro			
<b>Fecha:</b> 14/04/2023				<b>Hora Inicio:</b> 3:00 p. m.			
<b>Nivel Estático:</b> 3,48				<b>Realizada por:</b> CORCEL LTDA.			

Tiempo	Hora real	Nivel (m)	Caudal L/s
0:00	15:00	16,72	0,95
0:02	15:02	14,97	0,95
0:05	15:05	11,60	0,95
0:10	15:10	9,13	0,95
0:15	15:15	7,81	0,95
0:20	15:20	6,77	0,95
0:25	15:25	5,96	0,95
0:30	15:30	5,18	0,95
0:40	15:40	4,22	0,95
0:50	15:50	3,48	0,95
1:00			
1:15			
1:30			
1:45			
2:00			
2:20			
2:40			
3:00			
3:30			

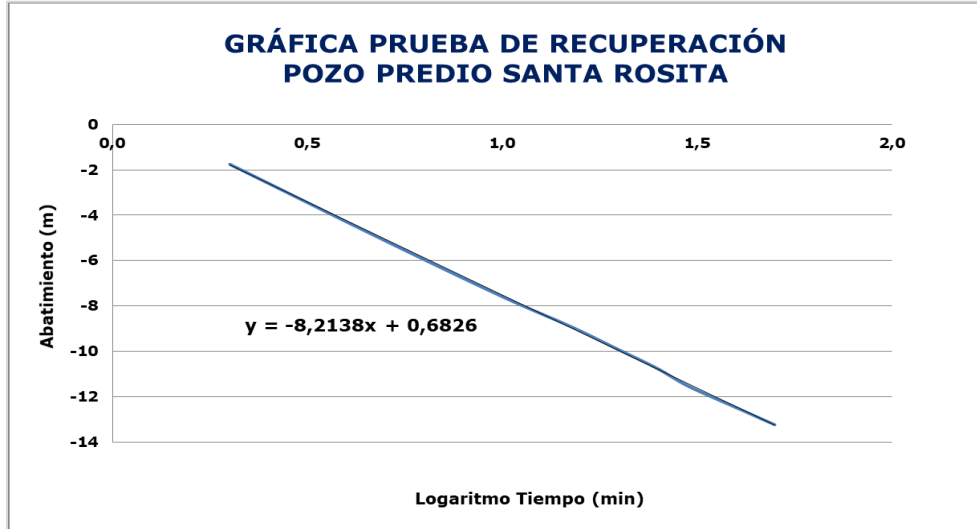
  

Tiempo	Hora real	Nivel (m)	Caudal L/s
4:00			
4:30			
5:00			
5:30			
6:00			
7:00			
8:00			
9:00			
10:00			
11:00			
12:00			
14:00			
16:00			
18:00			
21:00			
24:00			
30:00			
36:00			
48:00			

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

El valor obtenido de transmisividad de la prueba de recuperación del Pozo localizado en la Finca Santa Rosita, es menor que el valor calculado en la prueba de bombeo a caudal constante, lo cual indica que el tipo de acuífero captado en la zona presenta características de acuífero confinado.

**Figura 4.73. Grafica de Jacob-Cooper de la prueba de recuperación No. 4**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### 4.5.8. Registro fotográfico

**Figura 4.74. Toma de niveles durante la prueba de bombeo del pozo PB No. 1 (Avícola Samara)**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



**Figura 4.75. Medición de caudal durante la prueba de bombeo del pozo PB No. 1 (Avícola Samara)**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 4.76. Toma de niveles durante la prueba de bombeo del pozo PB No. 2 (Piscícola Huinagro)**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



**Figura 4.77. Medición de caudal durante la prueba de bombeo del pozo PB No. 2 (Piscícola Huinagro)**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 4.78. Toma de niveles durante la prueba de bombeo del pozo PB No. 3 (Indulgencia López)**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



**Figura 4.79. Medición de caudal durante la prueba de bombeo del pozo PB No. 3 (Indulgencia López)**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 4.80. Toma de niveles durante la prueba de bombeo del pozo PB No. 4 (Finca Santa Rosita)**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



**Figura 4.81. Medición de caudal durante la prueba de bombeo del pozo PB No. 4 (Finca Santa Rosita)**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### 4.5.9. Conclusiones

De las pruebas de bombeo realizadas se puede concluir que los parámetros hidráulicos analizados muestran acuíferos de la cuenca del río Yaguará, presentan características hidrogeológicas de aceptables a buenas, lo que indica que las fuentes subterráneas de la zona permiten una explotación continua con un caudal moderado.

Los pozos monitoreados a los cuales se les realizaron las pruebas de bombeo se localizan sobre Depósitos Aluviales Recientes (Qal) asociado a las escorrentías superficiales, Terrazas Pumíticas (Qt) y rocas terciarias de la Formación Honda, cuyas características hidráulicas nos muestra acuíferos libres superficialmente captados mediante pozos tipo aljibe y confinados a profundidades medias captado mediante pozos profundos.

A continuación, se relacionan los resultados de los parámetros hidráulicos calculados:

**Tabla 4.28. Resultados de los parámetros hidráulicos calculados en las Pruebas de Bombeo**

Punto	Localización	C. Especifica (lps/m)	Transmividad T (m <sup>2</sup> /día)	Permeabilidad T (m/día)	Condición Hidrogeológica
Pz No. 1	Avícola Samara	0,901	24,70	7,06	Buena
Pz No. 2	Piscícola Huinagro	0,012	0,45	0,012	Aceptable
Pz No. 3	Vereda La Floresta	0,996	52,34	9,31	Buena



Punto	Localización	C. Especifica (lps/m)	Transmividad T (m <sup>2</sup> /día)	Permeabilidad T (m/día)	Condición Hidrogeológica
Pz No. 4	Predio Santa Rosita	0,072	3,45	0,040	Aceptable

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Según los resultados obtenidos la Transmisividad varía entre 0,45 y 52.34 m<sup>2</sup>/d con promedio de 20,24 m<sup>2</sup>/día; la Capacidad Especifica varia de 0,012 a 0,996 lps/m con un promedio de 0,495 lps/m y la Conductividad hidráulica que varía entre 0,012 hasta 9,31 m/día con un promedio de 4,11 m/día.

A continuación, se describe la localización de los pozos en donde se realizaron las pruebas de bombeo en Coordenadas MAGNA-SIRGAS – Origen Nacional:

**Tabla 4.29. Coordenadas MAGNA-SIRGAS – Origen Nacional de los pozos en donde se realizaron las Pruebas de Bombeo**

CODIGO	LOCALIZACIÓN	NORTE	ESTE	ALTURA GPS
<b>Pz PB No. 1</b>	Avícola Samara	1.849.960,07	4.714.739,05	665
<b>Pz PB No. 2</b>	Piscícola Huinagro	1.847.225,26	4.708.166,83	716
<b>Pz PB No. 3</b>	Vereda La Floresta	1.849.728,50	4.7144.02,74	678
<b>Pz PB No. 4</b>	Predio Santa Rosita	1.849.297,42	4.723.358,99	615

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

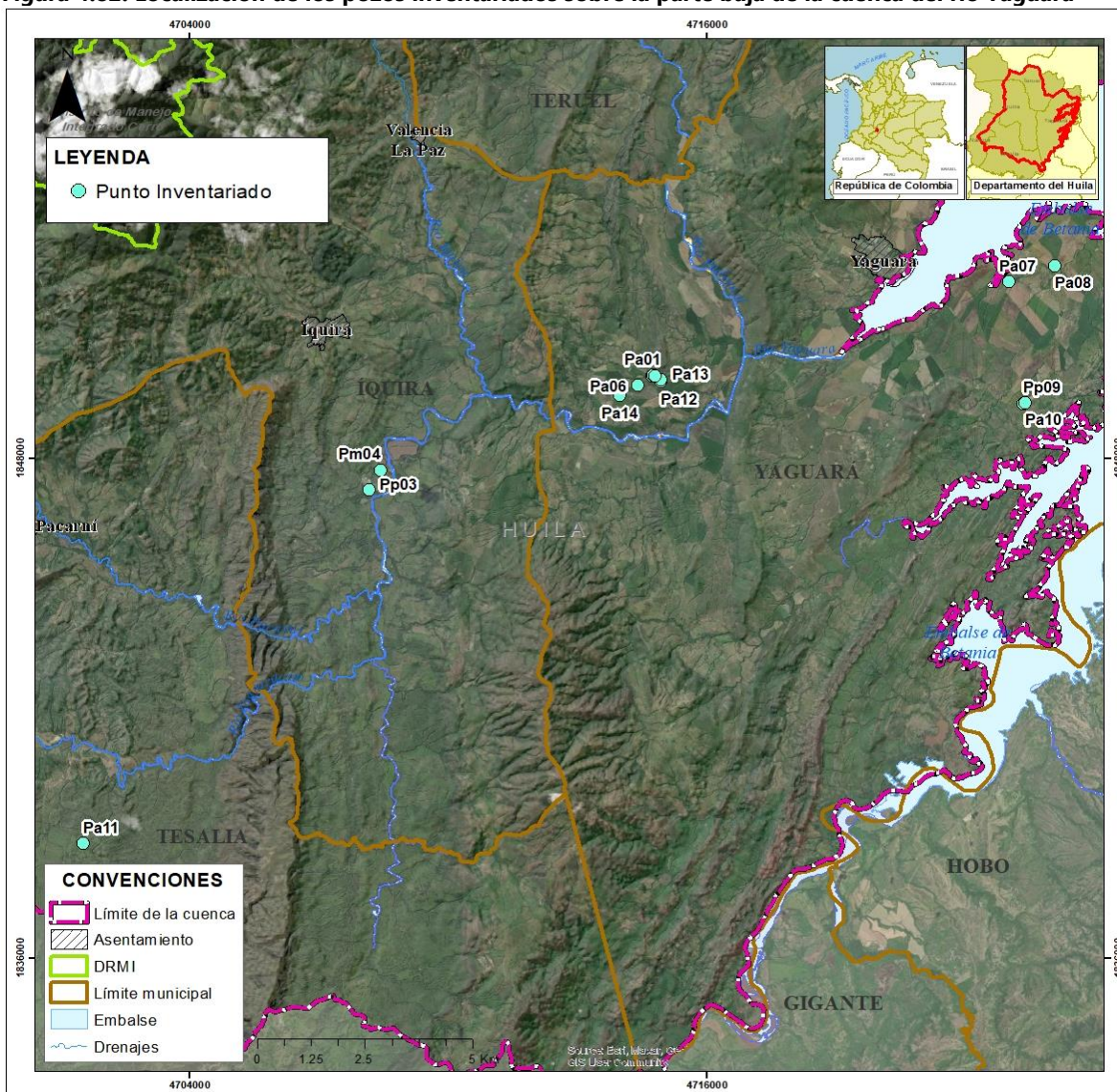
## 4.6. Hidrogeoquímica de la Cuenca

El análisis de la calidad de agua se realizará por formación hidrogeológica según lo analizado en el área de influencia de la cuenca.

### 4.6.1. Análisis “in situ”

Los pozos inventariados se localizan sobre la parte baja de la cuenca del río Yaguará.

**Figura 4.82. Localización de los pozos inventariados sobre la parte baja de la cuenca del río Yaguará**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Para conocer la calidad de la fuente subterránea del pozo, se tomó muestras de agua para su análisis y de esta manera identificar algunas características fisicoquímicas “In situ”. Para este análisis se utilizó un equipo portátil tipo multiparámetro HANNA Instrument HI 991300; obteniéndose los siguientes resultados:

**Tabla 4.30. Resultados de los parámetros de calidad tomados “In situ”**

Código	Localización	Tipo	Aspecto	pH	Temp. (°C)	Conductividad (µs/cm)	TSD (mg/l)
Pa01	Vereda La Floresta	Aljibe	Cristalina	5,92	29,5	281	139
Pa02	Vereda La Floresta	Aljibe	Cristalina	5,77	27,3	297	158
Pp03	Vereda Chaparro	Profundo	Cristalina	6,55	28	367	182

Código	Localización	Tipo	Aspecto	pH	Temp. (°C)	Conductividad (µs/cm)	TSD (mg/l)
Pm04	Vereda Chaparro	Manantial	Cristalina	6,1	30	261	131
Pm05	Vereda La Floresta	Manantial	Turbia	5,63	29,7	272	137
Pa06	Vereda La Floresta	Aljibe	Cristalina	5,71	27,8	272	135
Pa07	Predio Cerrito	Aljibe	Cristalina	5,83	26,8	287	144
Pa08	Predio Arrayanes	Aljibe	Cristalina	6,06	27	260	131
Pp09	Santa Rosita	Profundo	Cristalina	7,16	26,2	290	147
Pa10	Predio Santa Rosita	Aljibe	Cristalina	7,14	26,8	393	197
Pa11	Predio El Guacharaco	Aljibe	Cristalina	6,48	27,6	263	131
Pa12	Predio Llano Grande	Aljibe	Cristalina	7,49	29,9	275	138

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Según los datos obtenidos en campo para esta formación se obtienen valores promedios en pH de 6,32 (valor permisible entre 6,5 y 9,0), en Conductividad Eléctrica de 293,2 µs/cm (valor permisible entre 50 y 1000 µs/cm) y en Sólidos Disueltos Totales TSD de 147,5; lo que nos muestra que para los tres parámetros medidos en el agua recolectada es apta para el consumo humano; en pocas palabras la muestra CUMPLE con los límites permisibles para agua potable dados por el Decreto 1.575 del 9 de mayo de 2.007 y la Resolución No. 2.115 del 22 de junio de 2.007, de Ministerio de Protección Social y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible).

#### 4.6.2. Clasificación del tipo de agua subterránea diagramas de piper

Para conocer las características Hidrogeoquímicas de los acuíferos del sector y clasificar el tipo de agua subterránea, se tomó muestras para su análisis a los cuatro (4) pozos en donde se realizaron las pruebas hidráulicas, dichas muestras fueron enviadas a un laboratorio acreditado para realizarles análisis fisicoquímicos.

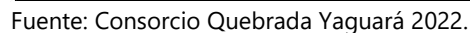
##### 4.6.2.1. Localización de los pozos muestreados

La localización y las coordenadas geográficas de los pozos a los cuales se les tomó muestras de agua y se le realizaron los respectivos análisis de laboratorio se presentan a continuación:



CODIGO	LOCALIZACIÓN	COORD. N	COORD. W	ALTURA GPS
<b>Pz PB No. 1</b>	Avícola Samara	2° 38' 21.77"	75° 33' 59.18"	665
<b>Pz PB No. 2</b>	Piscícola Huinagro	2° 36' 52.31"	75° 37' 31.71"	716
<b>Pz PB No. 3</b>	Vereda La Floresta	2° 38' 14.21"	75° 34' 10.05"	678
<b>Pz PB No. 4</b>	Predio Santa Rosita	2° 38' 00.77"	75° 29' 20.13"	615

**Figura 4.83. Localización de los pozos de muestreados**





#### 4.6.2.2. *Fundamento teórico de los diagramas de Piper*

Los Diagramas de Piper o Triangulares son ideales para representar tres componentes (aniones y/o cationes) en forma simultánea. Existen distintas variantes de estos diagramas. En este caso, se utiliza un triángulo para los cationes mayoritarios: ión calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), ión magnesio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), y la suma de los iones sodio y potasio ( $\text{Na}^{+} + \text{K}^{+}$ ), cada uno de ellos incrementan su valor en el sentido de las agujas del reloj.

Otro triángulo para los aniones mayoritarios: ión cloruro ( $\text{Cl}^{-}$ ), ión sulfato ( $\text{SO}_4^{=}$ ), y la suma de los iones carbonato y bicarbonato ( $\text{CO}_3^{=} + \text{HCO}_3^{-}$ ), cada uno de ellos incrementándose en el sentido antihorario.

Un diagrama romboidal integrador, en el que se representan la suma de los cationes ( $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ ) y ( $\text{Na}^{+} + \text{K}^{+}$ ) en un par de lados paralelos y complementarios, mientras en el otro par de lados se presenta la suma de aniones ( $\text{CO}_3^{=} + \text{HCO}_3^{-}$ ) y su complementario ( $\text{SO}_4^{=} + \text{Cl}^{-}$ ).

La utilidad de estos diagramas es la posibilidad de representar muchos análisis en un mismo gráfico, sin dar origen a confusiones.

Las aguas químicamente semejantes se encontrarán agrupadas en un sector de la gráfica y pueden clasificarse por su ubicación en el diagrama según la siguiente clasificación:

1. Aguas magnésicas.
2. Aguas cálcicas.
3. Aguas sódicas.
4. Aguas magnésicas, cálcicas y sódicas.
5. Aguas sulfatadas.
6. Aguas bicarbonatadas.
7. Aguas cloruradas.
8. Aguas sulfatadas, bicarbonatadas y cloruradas.
9. Aguas sulfatadas y/o cloruradas cálcicas y/o magnésicas.
10. Aguas bicarbonatadas cálcicas y/o magnésicas.
11. Aguas bicarbonatadas sódicas.
12. Aguas cloruradas y/o sulfatadas sódicas.

**Figura 4.84. Diagrama de Piper (1944) para la clasificación del agua subterránea**



#### 4.6.2.3. Análisis de laboratorio

Para complementar la caracterización fisicoquímica del agua extraída del acuífero, se utilizó los servicios del Laboratorio Nancy Flores García SAS, el cual está acreditado.

Para efecto de análisis se resaltan los valores que NO cumplen con los límites permisibles para agua potable dados por el Decreto 1.575 del 9 de mayo de 2007 y la Resolución No. 2.115 del 22 de junio de 2007, de Ministerio de Protección Social y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

**Tabla 4.32. Resultados de laboratorio de los pozos Pz PB No. 1 y Pz PB No. 2**

PUNTO PARÁMETRO	CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA		Límites Permisibles Res.2115/07
	Avícola Samara (Pz PB No. 1)	Piscícola Huinagro (Pz PB No. 2)	
pH	5,92	6,55	6,5 - 9,0
Temperatura °C	20,0	20,0	ND
Color Verdadero (UPC)	< 5,0	< 5,0	15
Turbiedad (NTU)	1,70	1,80	2
Sodio (mg/l)	9,15	75,01	ND
Cloruros (mg/l)	5,28	8,46	250
Dureza Total (mg/l)	8,48	72,2	300
Alcalinidad Total (mg/l)	11,7	189	200
Calcio (mg/l)	2,35	18,02	60
Hierro (mg/l)	0,11	0,15	0,3
Conductividad (µs/cm)	63,2	426	50 - 1.000
Bicarbonatos (mg/l)	11,7	189	ND
Carbonatos (mg/l)	< 0,50	< 0,50	ND
Sulfatos (mg/l)	< 10,0	30,5	250
Magnesio (mg/l)	0,68	4,63	36
Potasio (mg/l)	1,81	3,19	ND

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 4.33. Resultados de laboratorio de los pozos Pz PB No. 3 y Pz PB No. 4**

PUNTO PARÁMETRO	CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA		Límites Permisibles Res.2115/07
	Vereda La Floresta (Pz PB No. 3)	Predio Santa Rosita (Pz PB No. 4)	
pH	5,71	7,16	6,5 - 9,0
Temperatura °C	20,0	20,0	ND
Color Verdadero (UPC)	< 5,0	< 5,0	15
Turbiedad (NTU)	< 0,50	< 0,50	2
Sodio (mg/l)	7,01	122,55	ND
Cloruros (mg/l)	4,63	2,58	250
Dureza Total (mg/l)	5,11	105	300
Alcalinidad Total (mg/l)	5,01	<b>336</b>	200
Calcio (mg/l)	1,64	22,70	60
Hierro (mg/l)	< 0,10	<b>1,07</b>	0,3
Conductividad (µs/cm)	56,6	657	50 - 1.000
Bicarbonatos (mg/l)	5,01	336	ND

PUNTO PARÁMETRO	CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA		Límites Permisibles Res.2115/07
	Vereda La Floresta (Pz PB No. 3)	Predio Santa Rosita (Pz PB No. 4)	
Carbonatos (mg/l)	< 0,50	< 0,50	ND
Sulfatos (mg/l)	< 10,0	25,8	250
Magnesio (mg/l)	0,51	6,48	36
Potasio (mg/l)	2,22	1,60	ND

(ND: No Definido la resolución 2115 de 2007)

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

En términos generales la calidad del agua de las muestras recogidas presenta condiciones aceptables, en solo una de las muestras el parámetro de Alcalinidad y de Hierto NO cumple con los límites permisibles para consumo humano (lo que afecta la conductividad eléctrica por presencia de sales carbonatadas), por lo tanto, bajo este criterio el agua extraída del predio Santa Rosita NO es apta para consumo humano (Decreto 1.575 del 9 de mayo de 2.007 y la Resolución No. 2.115 del 22 de junio de 2.007, de Minambiente), por lo tanto se debe realizar un tratamiento previo (Suavizadores), aun así si es apta para uso doméstico y agropecuario.

La aparición de Alcalinidad (Carbonato de Calcio  $\text{CaCO}_3$ ) en los acuíferos del sector es formacional o sea que su presencia es debido a la composición mineralógica de los sedimentos cuaternarios que constituyen el acuífero. Aun así según el artículo 7 de la Resolución No. 2.115 del de 2.007, estos parámetro son elementos químicos "que tienen consecuencias económicas e indirectas sobre la salud" y en el caso específico de la alcalinidad, la consecuencia económica más importante se relaciona con la generación de incrustaciones carbonatadas en las tuberías de conducción y en las paredes de lugares de almacenamiento.

En cambio, entre los posibles beneficios del agua alcalina se encuentra el hecho de que podría mejorar nuestra salud intestinal al ofrecer propiedades desinfectantes adicionales, que ayuda a la protección en contra de microorganismos peligrosos. Por otro lado, un grupo que puede beneficiarse de beber agua alcalina es el que forman los deportistas. Esto es debido a que el ejercicio intenso estimula los músculos para producir más iones de hidrógeno que se puede eliminar de manera eficiente. Por lo tanto, aumenta la acidez y la fatiga. Beber agua alcalina puede mejorar la capacidad amortiguadora del cuerpo y "templar la acidez", lo que mejora el rendimiento deportivo y mejora la fatiga muscular generada por el ejercicio.

Aun así, personas que padecen de una enfermedad renal o que toman medicamentos que altera la función renal, algunos de los minerales presentes en el agua alcalina podrían empezar a acumularse en el cuerpo. En este caso, la alta alcalinidad puede dar lugar a efectos secundarios negativos.



Se aprecia también presencia de Hierro en el agua de la muestra No. 4 (predio Santa Rosita), que al igual que el parámetro anterior también es formacional o sea que su presencia es debido a la composición mineralógica de los sedimentos cuaternarios que constituyen el acuífero.

Para este parámetro el artículo 7 de la Resolución No. 2.115 del de 2.007, también lo considera como un elemento químico "que tienen consecuencias económicas e indirectas sobre la salud" y para el caso del Hierro la consecuencia económica más importante se relaciona con el proceso de cloración debido a que el cloro es un oxidante y si se aplica en exceso a la sal metálica se vuelve coloidal dándole al agua un color amarillento; esto se controla desinfectando con ozono o dispositivos ultravioleta y finalmente aplicando un poco de hipoclorito para que quede residual, para controlar presencia de agentes Microbiológicos Patógenos.

El Hierro en el agua se puede controlar precipitándolo con el Permanganato de Potasio el cual funciona como agente oxidante y posteriormente líquido se filtra.

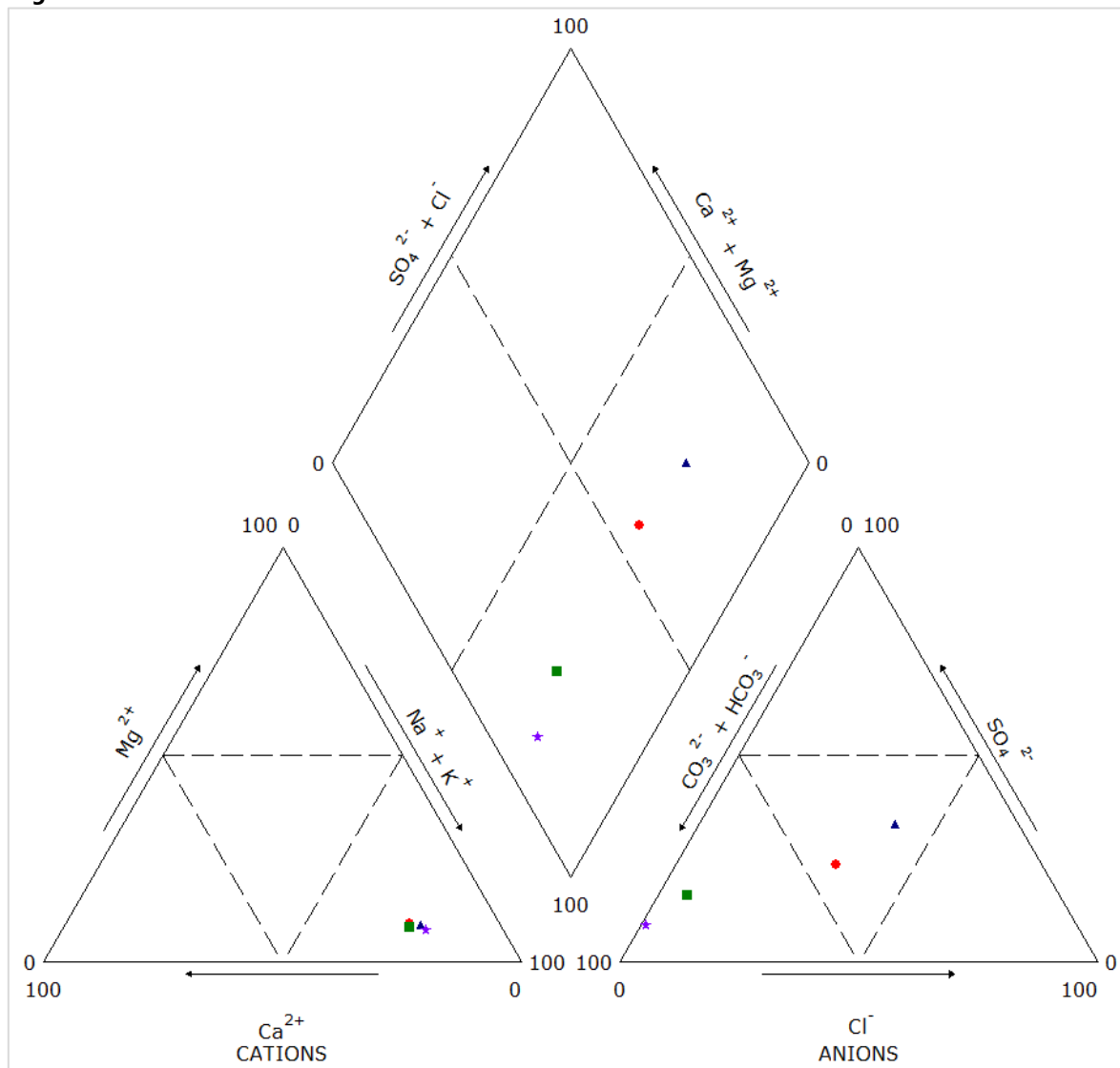
Otro método para tratar las sales metálicas si su concentración no es muy alta, es "golpear" el agua en bandejas las cuales contienen intercambiadores iónicos tales como la zeolita o carbón activado.

#### **4.6.2.4. Diagrama de Piper**

A continuación, se analiza la clasificación del tipo de agua subterránea, de las muestras recolectadas en los pozos a los que se les realizó las pruebas hidráulicas (Bombeo), los cuales tienen la siguiente nomenclatura:

Avícola Samara:	●
Piscícola Huinagro:	■
Vereda La Floresta:	▲
Predio Santa Rosita:	★

**Figura 4.85. Hidrogeoquímica con Diagramas de Piper de los pozos localizados en la cuenca del río Yaguará**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Siguiendo el método de Piper el agua subterránea en los acuíferos ubicados en el río Yaguará, para las muestras de agua recolectadas se clasifican de la siguiente manera:

**Tabla 4.34. Clasificación del tipo de agua subterránea de los pozos localizados en la cuenca del río Yaguará**

CODIGO	LOCALIZACIÓN	CLASIFICACIÓN PIPER
<b>Pz PB No. 1</b>	Avícola Samara	Aguas sulfatadas, bicarbonatadas, sódicas y cloruradas
<b>Pz PB No. 2</b>	Piscícola Huinagro	Aguas bicarbonatadas sódicas
<b>Pz PB No. 3</b>	Vereda La Floresta	Aguas sulfatadas, bicarbonatadas, sódicas y cloruradas
<b>Pz PB No. 4</b>	Predio Santa Rosita	Aguas bicarbonatadas sódicas

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### 4.6.2.5. Registro fotográfico

**Figura 4.86. Toma de muestras en el pozo localizado en la Piscícola Huinagro**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 4.87. Toma de muestras en el pozo localizado en el predio de Indulgencia López**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



**Figura 4.88. Toma de muestras en el pozo localizado en el predio Santa Rosita**



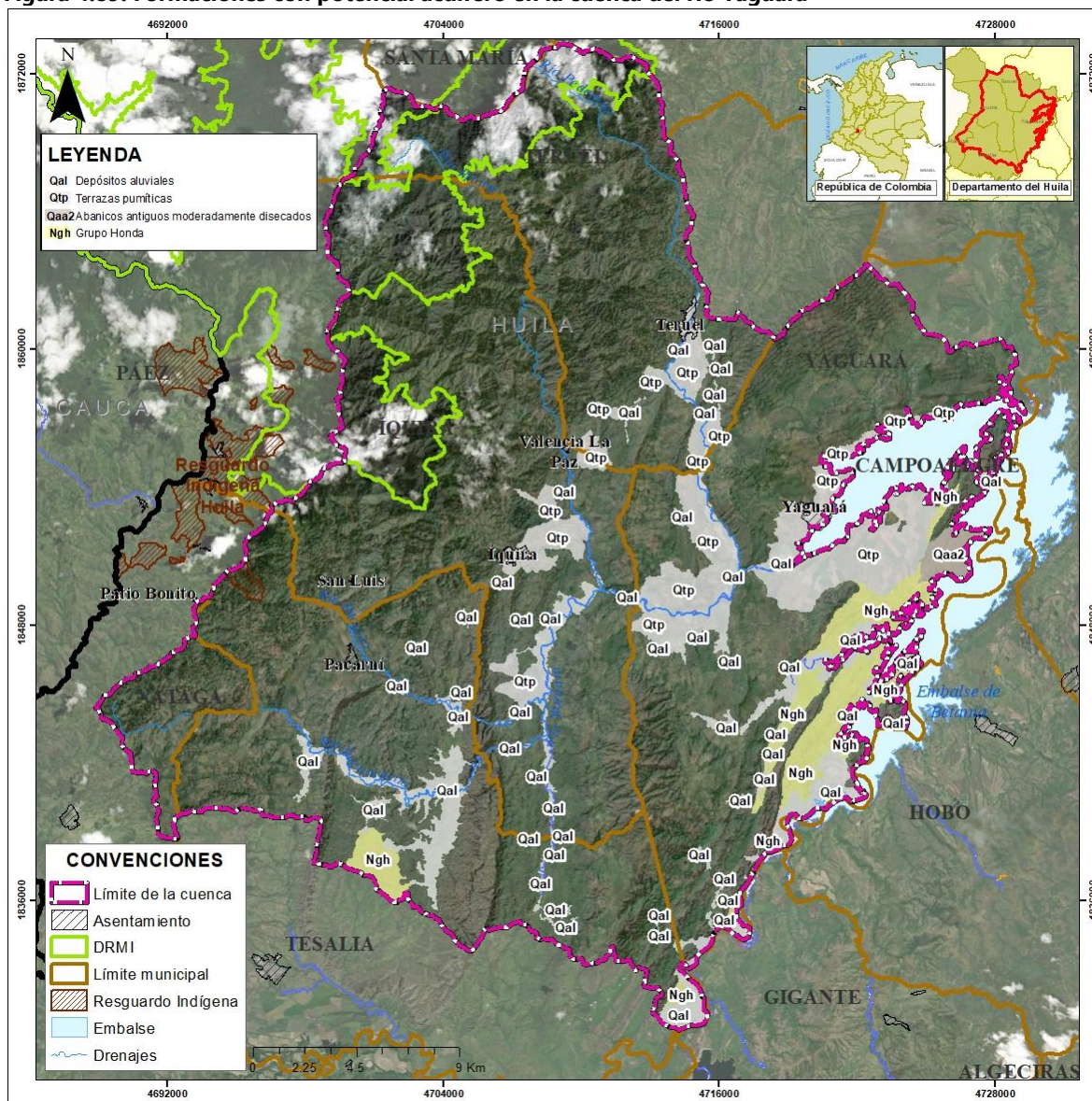
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### **4.7. Unidades Hidrogeológicas**

Las unidades hidrogeológicas mostradas a continuación se clasifican siguiendo los lineamientos planteados por la IAH (Asociación Internacional de Hidrogeólogos), de acuerdo con el tipo de porosidad del material (primaria o intergranular y secundaria o por fracturas) y a su potencial acuífero, reflejado en el valor de la capacidad específica. En los siguientes numerales se clasifican las formaciones hidrogeológicas más relevantes en el área de estudio.



**Figura 4.89. Formaciones con potencial acuífero en la cuenca del río Yaguará**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### 4.7.1. Sedimentos con flujo intergranular

A esta clasificación pertenecen las unidades identificadas como Acuíferos del río Yaguará edad Cuaternaria y Terciaria.

Estos acuíferos son considerados importantes en la dinámica hidrogeológica dado su almacenamiento de agua y la extracción que se realiza de esta para diversos fines; los anteriores cuerpos son recargados principalmente por las corrientes superficiales y en menor proporción por la precipitación.

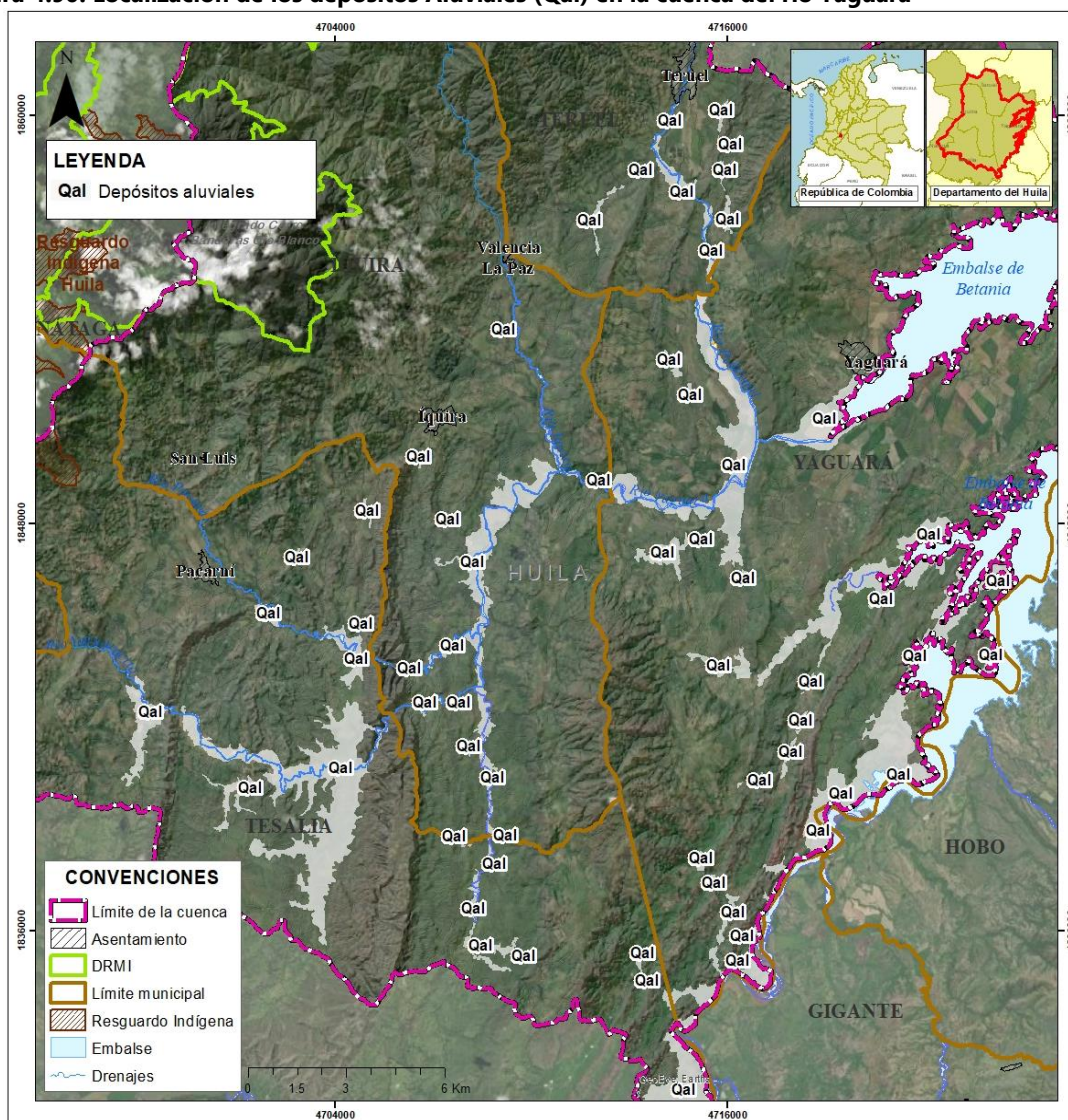
Los cuerpos con las características mencionadas se describen a continuación:



#### 4.7.1.1. Acuífero de depósitos aluviales (Qal)

Los depósitos Aluviales esta formación está relacionado al cauce de las escorrentías superficiales de la zona y se ubican principalmente en la parte centran de la cuenca y el sector suroriental, en el sector occidental de la cuenca se deposita sobre formaciones terciarias tales como la Formación Tesalia (Pgt), Formación Doima (Pgd), Formación Bache (Pgb), Grupo Honda (Ngh) y la Formación Seca (Kpgs), que son disecadas por los ríos de la zona. En algunos puntos del sector oriental de la cuenca, estos sedimentos cuaternarios entran en contacto con rocas de edad cretácica, como por ejemplo el Grupo Olini (Ko), la Formación Hondita-Lomagorda (Kh-Kl) y la Formación Caballos (Kc), esta última de edad jurásica.

**Figura 4.90. Localización de los depósitos Aluviales (Qal) en la cuenca del río Yaguará**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

En la parte oriental de la cuenca los depósitos aluviales además de suprayacer los depósitos terciarios antes mencionados, también se relacionan con las Terrazas Pumícas las cuales son un poco más antiguas, como se observa en la parte sur y suroccidental de la cabecera municipal del Yaguará.

Posiblemente se presenta continuidad en los depósitos Aluviales con Terrazas Pumícas y algunas formaciones terciarias granulares; en donde se podría generar conexión hidráulica. Estos acuíferos se encuentran constituido de techo a base por gravas de las formaciones rocosas localizadas en la zona de alta pendiente de diversa composición y tamaño, embebidos en una matriz de arenas de grano fino a grueso con intercalaciones arcillosas. Estos sedimentos son depositados fundamentalmente el río Yaguará, Callejón, Pacarni, Yaguaracito, Macurí y Río Pedernal y la parte baja de las quebradas de Chipaca, Abuelita, La Salada y El Partidero; sobre una paleotopografía irregular.

Hidrogeológicamente estos acuíferos se consideran de tipo multicapa, continuo y de extensión local con desarrollo de una porosidad primaria; la parte superior se comporta como libre y es explotada generalmente por aljibes mientras que la capa inferior se comporta como confinada o semiconfinada y actualmente es explotada por numerosos pozos profundos.

El nivel estático del agua subterránea en los pozos inventariados localizados en estos depósitos cuaternarios fluctúa entre 0,00 (manantial) y 2,55 metros de profundidad.

Si bien se realizó una prueba hidráulica en el pozo denominado Pp03, el cual se localiza sobre este tipo de depósitos, por la profundidad de esta captación (40 metros), posiblemente también capte agua de la formación terciaria en la cual está depositada, para este caso los principales parámetros hidráulicos calculados son los siguientes: Transmisividad entre 0,45 m<sup>2</sup>/día; Capacidad Específica de 0,012 lps/m y una Conductividad hidráulica de 0,012 m/día, los cuales son relativamente bajos.

La dirección general del flujo subterráneo desciende desde los piedemontes hacia el río Yaguará (drenaje principal); sin embargo, sobre los depósitos la quebrada y en sus proximidades el flujo se torna paralelo a esta corriente dirigiéndose hacia el río Magdalena con un gradiente casi horizontal.

El agua extraída es de buena calidad utilizada principalmente para uso doméstico, agrícola y pecuario.

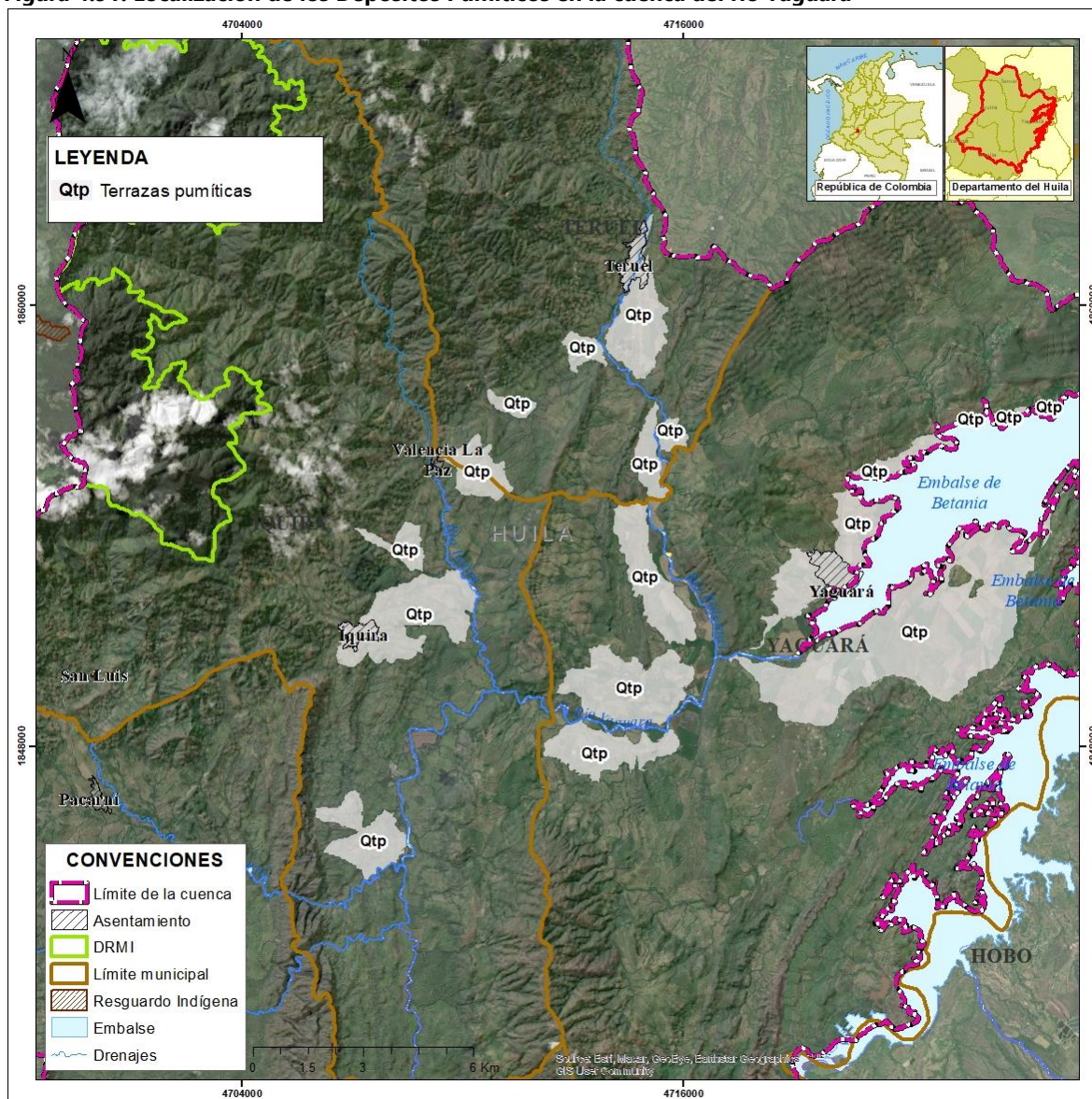
#### **4.7.1.2. Acuífero de depósitos pumíticos (Qtp)**

Estos Depósitos Pumíticos son niveles no consolidados acumulados en ambas márgenes de los ríos Magdalena, Yaguará y Pedernal; se identificaron especialmente en Yaguará y sus alrededores; constituyen terrazas amplias y altas aptas para cultivos. Se trata de una secuencia de arenitas arcillosas pumíticas desde finas a gruesas con intercalaciones de aglomerados con cantos compuestos de vulcanitas, plutonitas, cuarzo, calizas, arenitas de grano fino a medio e intercalaciones delgada de arcilla.



La zona de mayor tamaño de esta formación se localiza en la parte central y nororiental de la cuenca, en la parte nororiental de la unidad hidrológica por lo general se encanta depositadas sobre formaciones terciarias principalmente la Formación Seca (Kpgs), Grupo Honda (Ngh) y Formación Tesalia (Pgt), aunque también se observa hacia el norte contactos con la Formación Doima (Pgd) y Formación Bache (Pgb).

**Figura 4.91. Localización de los Depósitos Pumíticos en la cuenca del río Yaguará**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Hacia la parte central (occidental) de la cuenca estos depósitos presentan contacto con formaciones más antiguas tales como como por ejemplo el Grupo Olini (Ko), Formación La Tabla (Qt) y la Formación Hondita-Lomagorda (Kh-Kl) de edad cretácica y Formación Saldaña (Js) y la Formación Caballos (Kc) de edad jurásica. La distribución de esto acuíferos es



discontinua de extensión local de buena productividad con posible conexión hidráulicas con los depósitos aluviales recientes, se clasifica como acuíferos libres y semiconfinados, con agua de buena calidad y características hidráulicas aceptables.

El nivel estático del agua subterránea en los pozos inventariados localizados en estos depósitos cuaternarios fluctúa entre 0,50 y 1,74 metros de profundidad con un promedio de 1,09 metros.

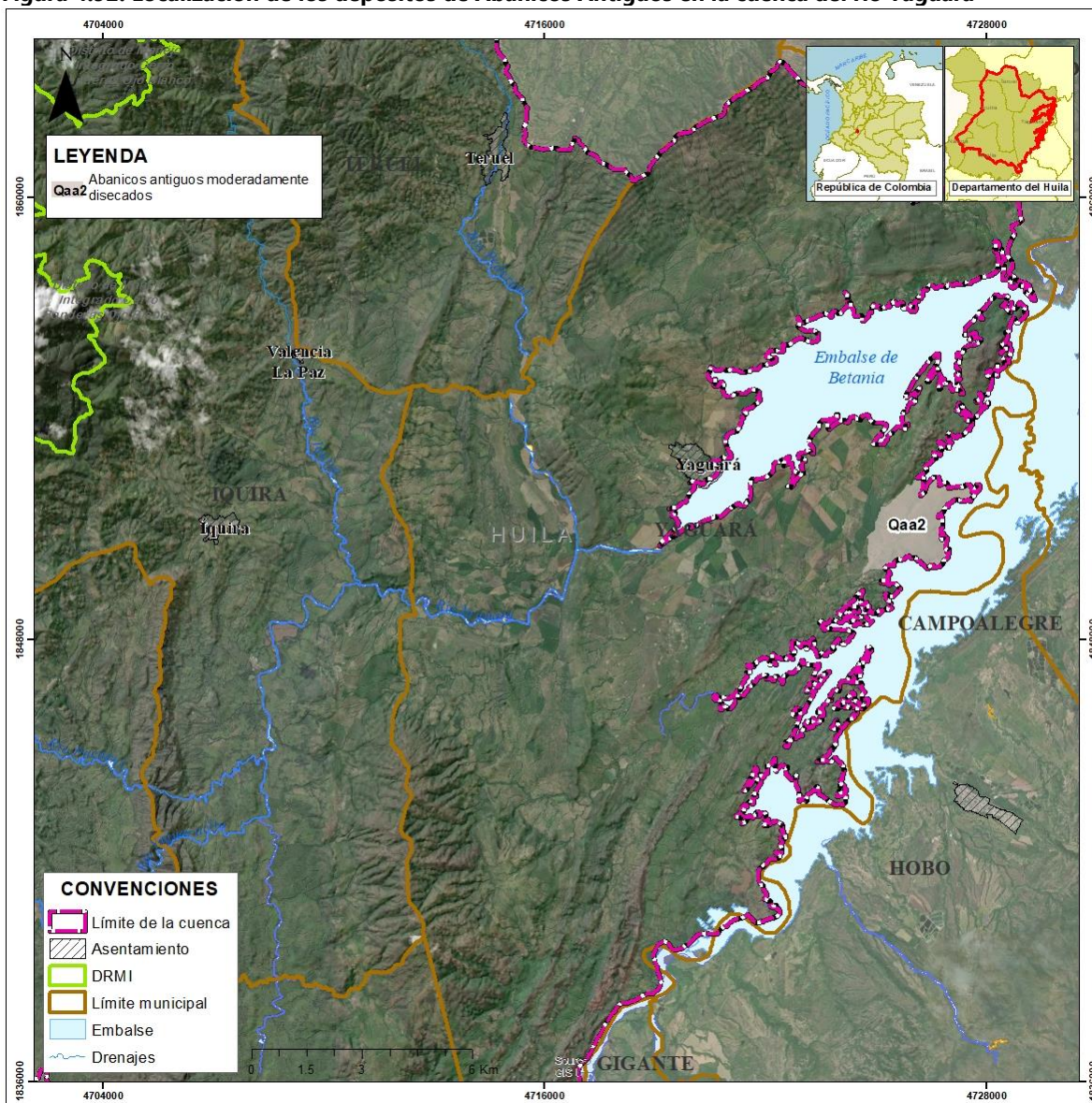
Los principales parámetros hidráulicos calculados para estos depósitos son los siguientes: Transmisividad entre 24,7 a 52,34 m<sup>2</sup>/d con promedio de 38,52 m<sup>2</sup>/día; Capacidad Específica entre 0,901 a 0,996 lps/m con un promedio de 9,949 lps/m y una Conductividad hidráulica que varía entre 7,06 hasta 9,31 m/día con un promedio de 8,19 m/día.

Al igual que en los depósitos Aluviales, la dirección general del flujo subterráneo desciende desde los piedemontes hacia el río Yaguará (drenaje principal); sin embargo, sobre los depósitos las escorrentías afluentes del río Yaguará y en sus proximidades el flujo se torna paralelo a esta corriente, dirigiéndose hacia el drenaje principal con un gradiente casi horizontal.

#### **4.7.1.3. Acuífero de depósitos abanicos antiguos (Qaa)**

Los Depósitos de Abanicos Antiguos aparecen en forma de terrazas o remanentes relativamente altos y con notable disección; se localizan en varios sectores del límite nororiental cuenca del río Yaguará y son clasificados en tres niveles de acuerdo con su grado de disección.

**Figura 4.92. Localización de los depósitos de Abanicos Antiguos en la cuenca del río Yaguará**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Se trata de una serie de abanicos coalescentes que se han interdigitado, cuando los más nuevos han cubierto los remanentes de los más antiguos. Los materiales que conforman estos abanicos varían en composición dependiendo de su ubicación; en los abanicos que se encuentran adosados al piedemonte de la Cordillera Oriental, abundan los bloques subredondeados a subangulares clasto soportados y matriz fina.

En la cuenca se localizan en un área relativamente pequeña al occidente de la cabecera municipal de Yaguará y están relacionados al cauce o paleocauces del río Magdalena.

#### 4.7.1.4. **Acuífero del grupo honda (Ngh)**

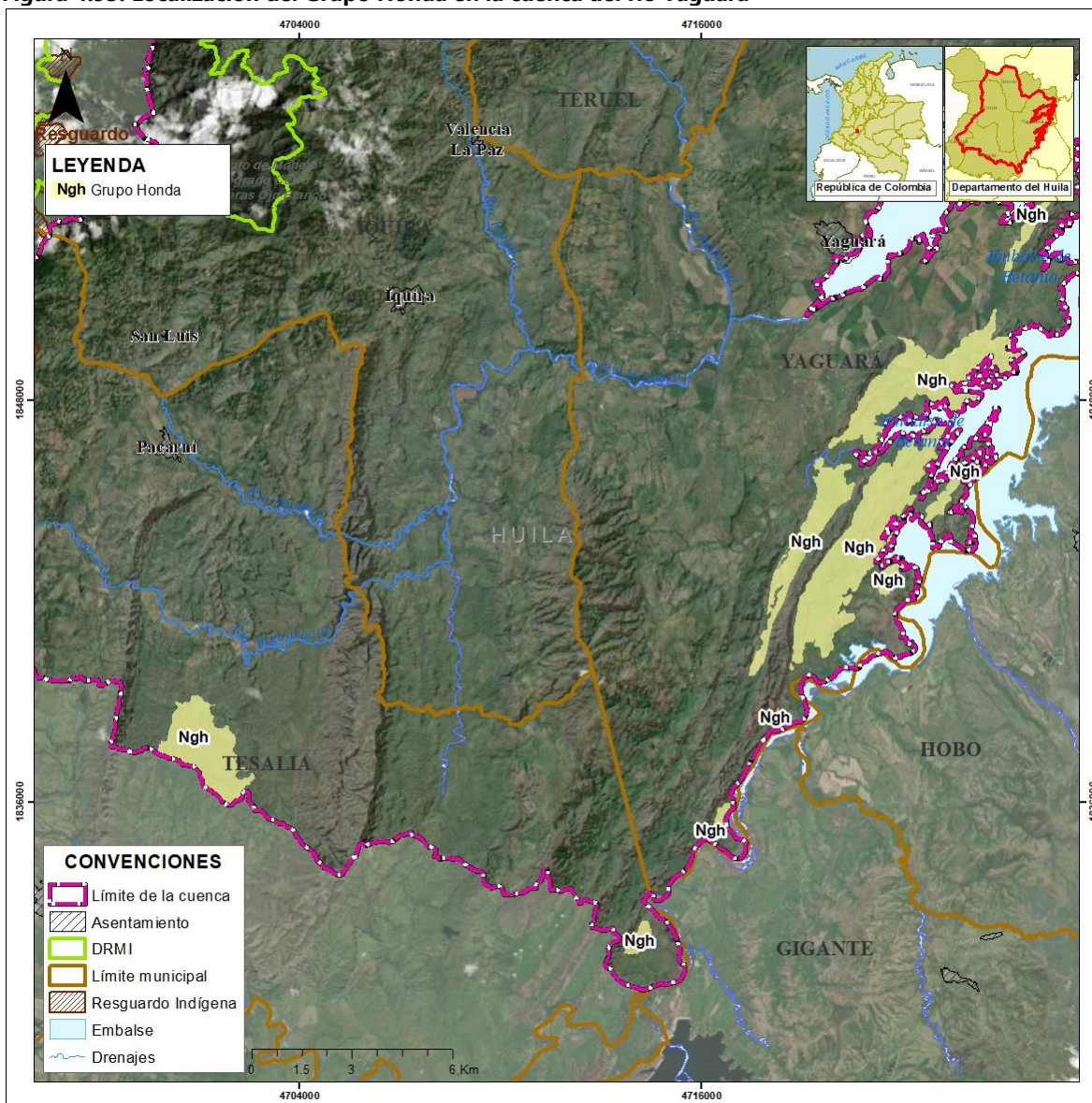
El Grupo Honda (Ngh) está constituido por rocas sedimentarias Terciarias y se ubica en la parte suroriental y suroccidental de la cuenca del río Yaguará y se encuentra cubierta en algunos puntos por formaciones cuaternarias (Depósitos Aluviales (Qal), Depósitos Pumíticos (Qtp) y Abanicos Antiguos (Qaa)).

En la cuenca este grupo limita al suroccidente con rocas sedimentarias Terciarias de la Formación Seca (KPgs), Formación Potrerillo (Pgpo), Formación Tesalia (Pgt), Formación Doima (Pgd), Formación Gigante (NgQgi) y Formación Bache (Pgb) y al suroriente del área de interés con la formación Doima (Pgd).

El Grupo Honda, en el área de la cuenca del río Yaguará está constituido por areniscas, con lentes conglomeráticos y arcillas. Las areniscas son de grano medio a grueso, color gris, verdoso y blanco, en capas gruesas a muy gruesas; compuestas de cuarzo, líticos, feldespato, biotita y anfíbol; la matriz es arcillosa y la cementación es regular; presenta estratificación cruzada de ángulo bajo, con gradación normal cíclica y están separadas por niveles de arcillolitas rojas.



**Figura 4.93. Localización del Grupo Honda en la cuenca del río Yaguará**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Basado en la anterior descripción litológica, hidrogeológicamente los acuíferos de esta formación se consideran de tipo multicapa, continuo y de extensión regional con desarrollo de una porosidad primaria; la parte superior se comporta como libre, mientras que la capa inferior se comporta como confinada o semiconfinada.

Para el Grupo Honda el nivel estático del agua subterránea en los pozos inventariados localizados en estas rocas terciarias fluctúa entre 0,77 y 3,48 metros de profundidad con un promedio de 1,90 metros.



Los principales parámetros hidráulicos calculados para el Grupo son los siguientes: Transmisividad entre 3,45 m<sup>2</sup>/día; Capacidad Específica de 0,072 lps/m y una Conductividad hidráulica de 0,040 m/día, los cuales son relativamente bajos.

Según la información del Mapa de Unidades Hidrogeológicas (Servicio Geológico Colombiano SGC), la característica del acuífero de la zona es de baja productividad, con una capacidad específica entre 0,05 a 1,0 lps/m, lo cual concuerda con los valores calculados.

#### **4.7.2. Formaciones rocosas de media y alta pendiente**

##### **4.7.2.1. Rocas con flujo a través de fracturas, con limitados recursos de aguas subterráneas**

En esta clasificación se incluyen los acuícludos conformados por rocas Terciarias (conformadas Formación Seca (KPgs), Formación Potrerillo (Pgpo), Formación Tesalia (Pgt), Formación Doima (Pg d), Formación Gigante (NgQgi) y Formación Bache (Pgb)); rocas sedimentarias Cretácicas (conformadas por Grupo Olini-Formación La Tabla (Ko-Kt), Formación Lomagorda (Kl), Formación Hondita (Kh), la Formación Hondita-Lomagorda (Kh-Kl) y la Formación Caballos (Kc)) y rocas ígneas Jurásicas (conformadas por Cuarzomonzodiorita de Teruel (Jt) y Formación Saldaña (Js)).

Se caracterizan por presentar una muy baja porosidad secundaria al contener fracturas y diaclasas angostas, de poca longitud y rellenas generalmente con material milonitizado o meteorizado; estas rocas conforman el basamento hidrogeológico del área investigada.

Las fracturas y diaclasas son angostas y poco profundas, lo cual no permite un almacenamiento de agua subterránea importante, generalmente rellenas con material de diferente composición que disminuye sus posibilidades de almacenamiento de agua, razón por la cual a esta unidad se le clasifica como Acuícludo, es decir no almacena ni transmite el agua subterránea. Su Capacidad Específica se estima como menor de 0.01 L/s/m.

#### **4.7.3. Mapa unidades hidrogeológicas**

Al comparar las Unidades Hidrogeológicas resultado del presente estudio con las mostradas por el Mapa Unidades Hidrogeológicas del PMAA de la Evaluación Regional del Agua ERA (Huila, 2019), realizada por Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena – CAM, la mayoría de las áreas cuaternarias y terciarias con características acuíferas, concuerdan con las áreas denominadas acuíferos de Alta Productividad (I1) y acuíferos de Mediana Productividad (I2).

##### **4.7.3.1. Acuíferos de alta productividad (I1)**

Sistemas acuíferos continuos de extensión regional depositados en ambiente fluvial y lacustre conformado sedimentos no consolidados que desarrollan acuíferos de tipo libre a semiconfinado almacenando aguas recomendables para cualquier uso (Qalr, Q1al y Q2al).

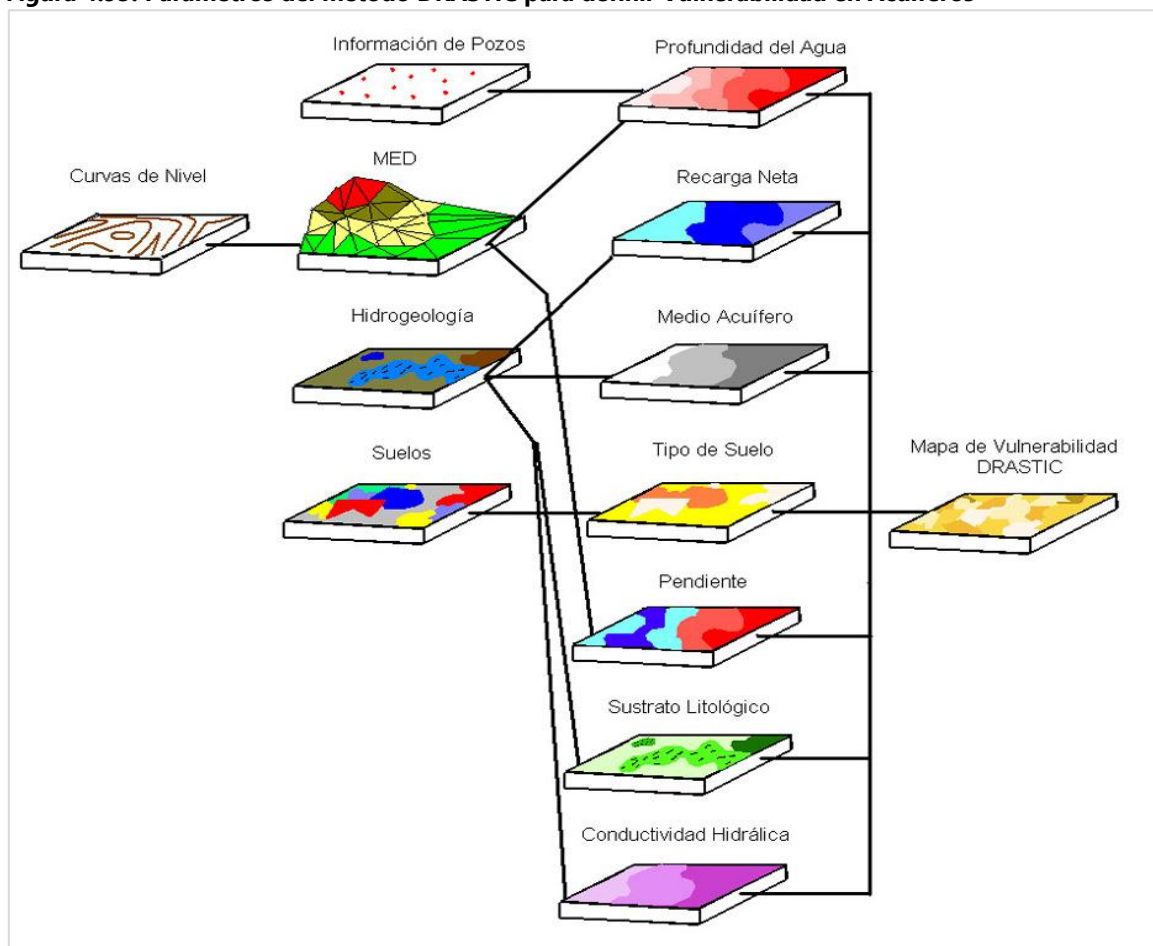


## 4.8. Vulnerabilidad De Los Acuíferos A La Contaminación

### 4.8.1. Fundamento teórico

El método DRASTIC fue desarrollado por la E.P.A. (Environmental Protection Agency) de los Estados Unidos de América. Dicha metodología es un sistema paramétrico de evaluación e incluye siete características fundamentales, a las que asigna valores y un multiplicador (peso según su importancia).

**Figura 4.95. Parámetros del método DRASTIC para definir Vulnerabilidad en Acuíferos**



- D - Depth to water (Profundidad)
- R - Recharge (recarga neta)
- A - Aquifer media (tipo de acuífero)
- S - Soil media (tipo de suelo)
- T - Topography (topografía y pendiente)
- I - Impact of the Vadose Zone Media (impacto del tipo de zona no saturada)
- C - Conductivity of the aquifer (conductividad hidráulica).

**Tabla 4.35. Índice multiplicador de cada parámetro (peso según su importancia)**

Parámetro	Peso (W)
Profundidad de acuífero	5
Recarga neta	4
Tipo de acuífero	3
Tipo de suelo	2
Topografía (pendiente)	1
Impacto de la zona vadosa	5
Conductividad hidráulica del acuífero	3

Índice de vulnerabilidad = DRDW + RRRW + ARAW + SRSW + TRTW + IRIW + CRCW

**Profundidad al acuífero:** Se toma en cuenta la profundidad al agua, medida desde la superficie de la tierra, correspondiendo el valor mayor mientras más pequeña es la profundidad; o sea que mientras menos sensible sea el acuífero a contaminarse así disminuirá el valor de los puntos asignados.

**Tabla 4.36. Puntaje según la profundidad del nivel freático**

Rango de profundidad (m)	Puntaje
0 – 1.5	10
1.5 – 4.5	9
4.5 – 9	7
9 – 15	5
15 – 23	3
23 – 30	2
> 30	1

**Recarga neta:** Es la mayor cantidad de agua que atraviesa la zona no saturada y que alimenta al acuífero. Usualmente se expresa en mm/año. La cantidad y calidad del agua recargada afecta significativamente los procesos físicos y químicos en el sistema del agua subterránea con las rocas y el suelo.



**Tabla 4.37. Puntaje según la recarga (infiltración) promedio en la zona**

Rango (mm / año)	Puntaje
0 – 50	1
50 – 100	3
100 – 175	6
175 – 250	8
> 250	9

**Tipo de acuífero:** La porosidad, el grado de facturación, la química del agua tamaño de la grava y grado de meteorización son características importantes del material del acuífero para atenuar o restringir el transporte de la contaminación por el medio saturado. La absorción y reacción química, etc., ocurren en la zona saturada, pero en general con mayor intensidad que en la zona no saturada. Otro factor importante a tener en cuenta para la distribución del contaminante lo es la velocidad del agua subterránea que dependerá en gran medida si el acuífero es fracturado o granular. La velocidad del agua es mucho mayor en los acuíferos fracturados que en los granulares y de hecho será más vulnerable a la contaminación.

**Tabla 4.38. Puntaje según el tipo de acuífero**

Tipo de material	Puntaje	Puntaje característico
Esquistos masivos	1 – 3	2
Rocas metamórficas e Ígneas	2 – 5	3
Rocas metamórficas e Ígneas intemperizadas	3 – 5	4
Glacial Till	4 – 6	5
Areniscas estratificadas, calizas y secuencias de esquistos	5 – 9	6
Areniscas masivas	4 – 9	6
Calizas masivas	4 – 9	6
Arenas y gravas	4 – 9	8
Basaltos	2 – 10	9
Calizas cársticas	9 – 10	10

**Tipo de suelo:** El suelo tiene una importante función de atenuación para la vulnerabilidad de los acuíferos cuando la contaminación es difusa (fertilizantes, pesticidas, y depósitos de ácidos). Los tipos de parámetros relativos para la vulnerabilidad incluyen la textura, estructura, contenido de materia orgánica y tipos de minerales arcillosos.

**Tabla 4.39. Puntaje basado en las características del suelo**

Rango	Puntaje
Suelo fino o inexistente	10
Grava	10
Arena	9
Turba	8
Arcillas sueltas	7
Loam arenoso	6
Loam	5
Loam fangoso	4
Loam arcilloso	3
Muck	2
Arcillas compactas	1

**Topografía (pendiente):** Se considera en este parámetro, la pendiente del terreno. A menor pendiente del terreno, aumenta la vulnerabilidad del acuífero.

**Tabla 4.40. Puntaje basado en la pendiente del terreno**

Rango (Pendiente %)	Puntaje
0 – 2	10
2 – 6	9
6 – 12	5
12 – 18	3
> 18	1

**Impacto del tipo de zona no saturada:** La zona no saturada se encuentra situada inmediatamente debajo del suelo. Es de gran importancia pues en ella ocurren los procesos de lixiviación de los contaminantes. En esta zona ocurren la transpiración, Absorción, reacciones químicas, filtración mecánica, degradación biológica, etc., estos procesos pueden amortiguar la contaminación en la zona no saturada debajo del suelo. Mientras más finos son los granos más capacidad de retardo o atenuación de la contaminación existe.

**Tabla 4.41. Puntaje basado en las características del suelo**

Tipo de material	Puntaje	Puntaje característico
Capas confinadas	1	1
Arcillas	2 – 6	3
Pizarras y esquistos	2 – 5	3
Calizas	2 – 7	6
Arena	4 – 8	6

Tipo de material	Puntaje	Puntaje característico
Calizas, arenas, esquistos	4 – 8	6
Glacial Till	4 – 8	6
Rocas metamórficas e Ígneas	2 – 8	4
Arenas y gravas	6 – 9	8
Basaltos	2 – 10	9
Calizas cársticas	9 – 10	10

**Conductividad hidráulica:** La conductividad Hidráulica es un coeficiente de proporcionalidad, que determina el grado de movilidad del agua en un medio permeable. Un acuífero será más vulnerable mientras mayor sea su conductividad hidráulica es utilizado para expresar la capacidad del acuífero de transmitir el agua el coeficiente de Transmisividad cuando no se dispone de del primero. Los valores de variación de este parámetro en la confección del mapa de Vulnerabilidad.

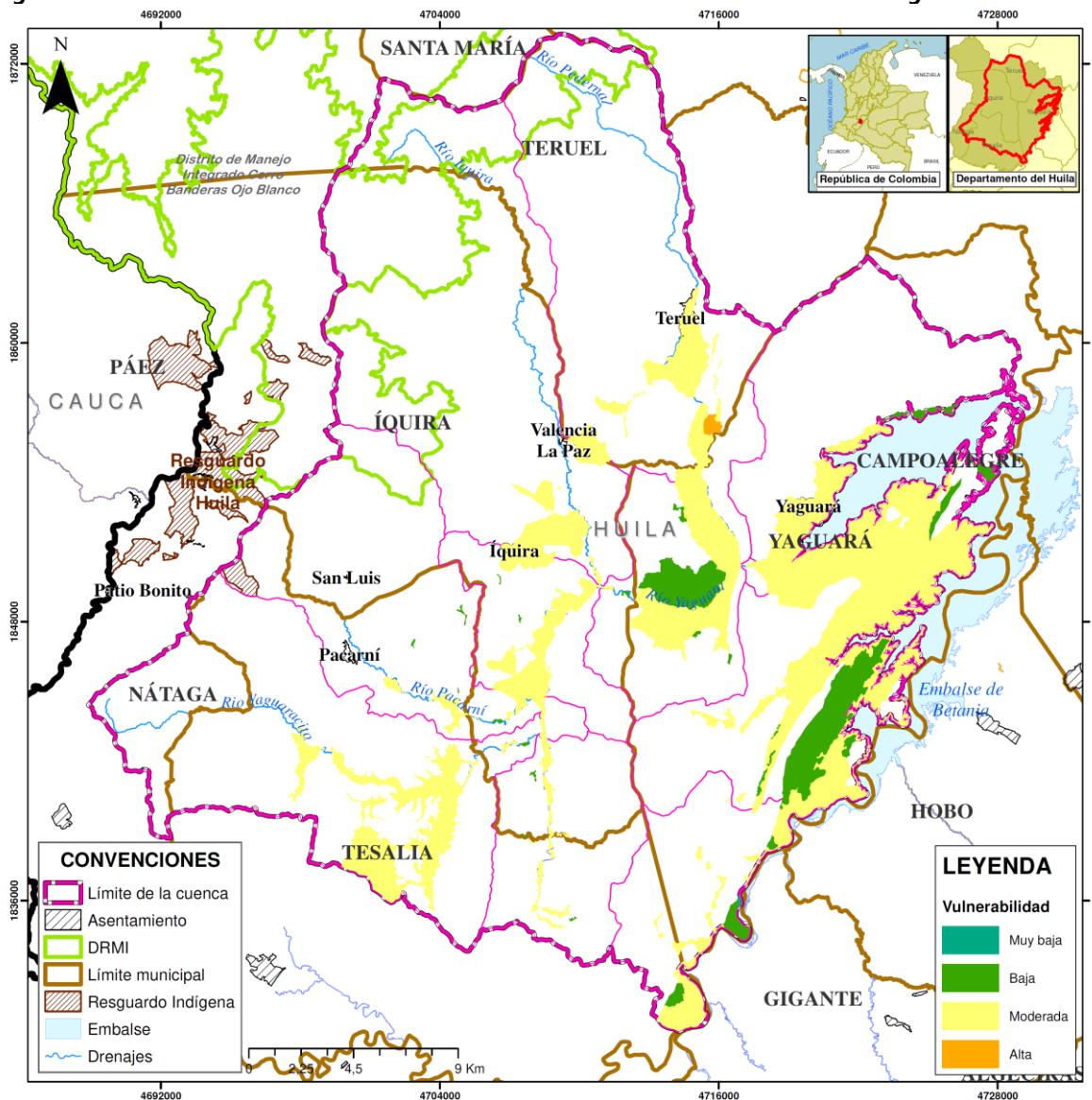
**Tabla 4.42. Puntaje basado en la conductividad hidráulica (Permeabilidad)**

Rango (m / día)	Puntaje
> 200	10
200 – 100	8
100 – 10	6
10 – 1	4
1 – 0.1	2
< - 0.1	1

#### 4.8.2. Vulnerabilidad del acuífero del río yaguará

Al analizar las características hidrogeológicas del acuífero del río Yaguará, para cada uno de los parámetros medidos en campo requeridos por el método de DRASTIC se obtiene que prácticamente para la totalidad de los acuíferos presentes en las áreas planas de la Cuenca la vulnerabilidad de estos es **Moderada**. Por esta razón, es deseable ejercer control sobre las cargas contaminantes que llegan al suelo directamente como resultado de actividades domésticas y productivas ya que podrían pasar a contaminar de mediano a largo plazo los acuíferos presentes en el área del río Yaguará.

**Figura 4.96. Vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación en la Cuenca del río Yaguará**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

## 4.9. Modelo Conceptual

### 4.9.1. Generalidades

Los Acuíferos de la cuenca del río Yaguará están compuestos por sedimentos de edad Cuaternaria (Depósitos Aluviales (Qal), Terrazas Pumícas (Qtp) y Depósitos de Abanicos Antiguos (Qaa)) o rocas sedimentarias Terciarias (Grupo Honda (Ngh)); los cuales desarrollan una porosidad primaria o intergranular y son considerados de gran importancia hidrogeológica en cuanto a su almacenamiento de agua de buena calidad, la cual se usa para diversos fines tales como: consumo humano, doméstico, agrícola, pecuario y piscícola.



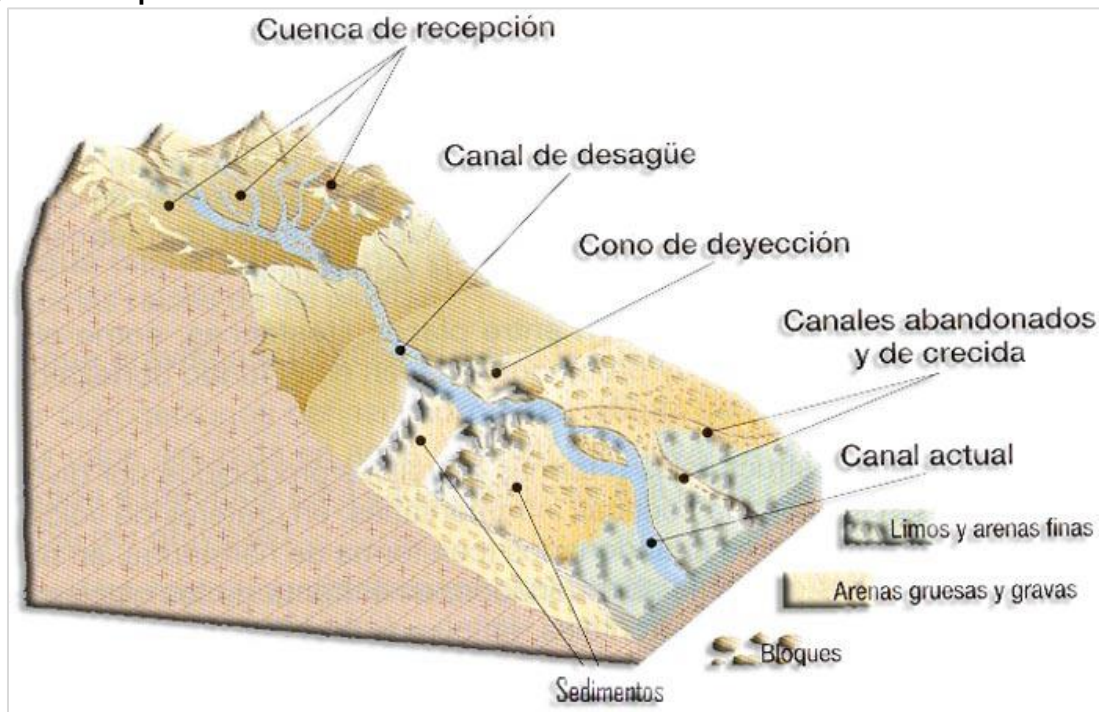
Estas fuentes son recargadas principalmente por las corrientes superficiales y en menor proporción por la precipitación.

El fenómeno de depositación permitió la formación de conos aluviales y terrazas que en algunos sectores se interdigitan y forman una cadena continua de abanicos. Hidrogeológicamente estos acuíferos se consideran de tipo multicapa, la dirección general del flujo subterráneo desciende desde los piedemontes hacia el río Yaguará (drenaje principal); sin embargo, sobre los depósitos aluviales y en sus proximidades el flujo se torna paralelo a esta corriente dirigiéndose hacia el río Magdalena con un gradiente casi horizontal.

La parte superior se comporta como libre y es explotada generalmente por aljibes mientras que la capa inferior se comporta como confinada o semiconfinada y actualmente es explotada por numerosos pozos profundos.

El escenario de partida del modelo en época húmeda nos muestra una alta recarga especialmente en el punto de cambio de pendiente (piedemonte), esta es lograda en forma natural, luego se entiende que la medida más importante para mantener el acuífero en condiciones óptimas es cuidar la microcuenca, limpiando y escarificando su cauce y el de sus afluentes y permitiendo que el agua fluya libremente.

**Figura 4.97. Esquema de sedimentación**

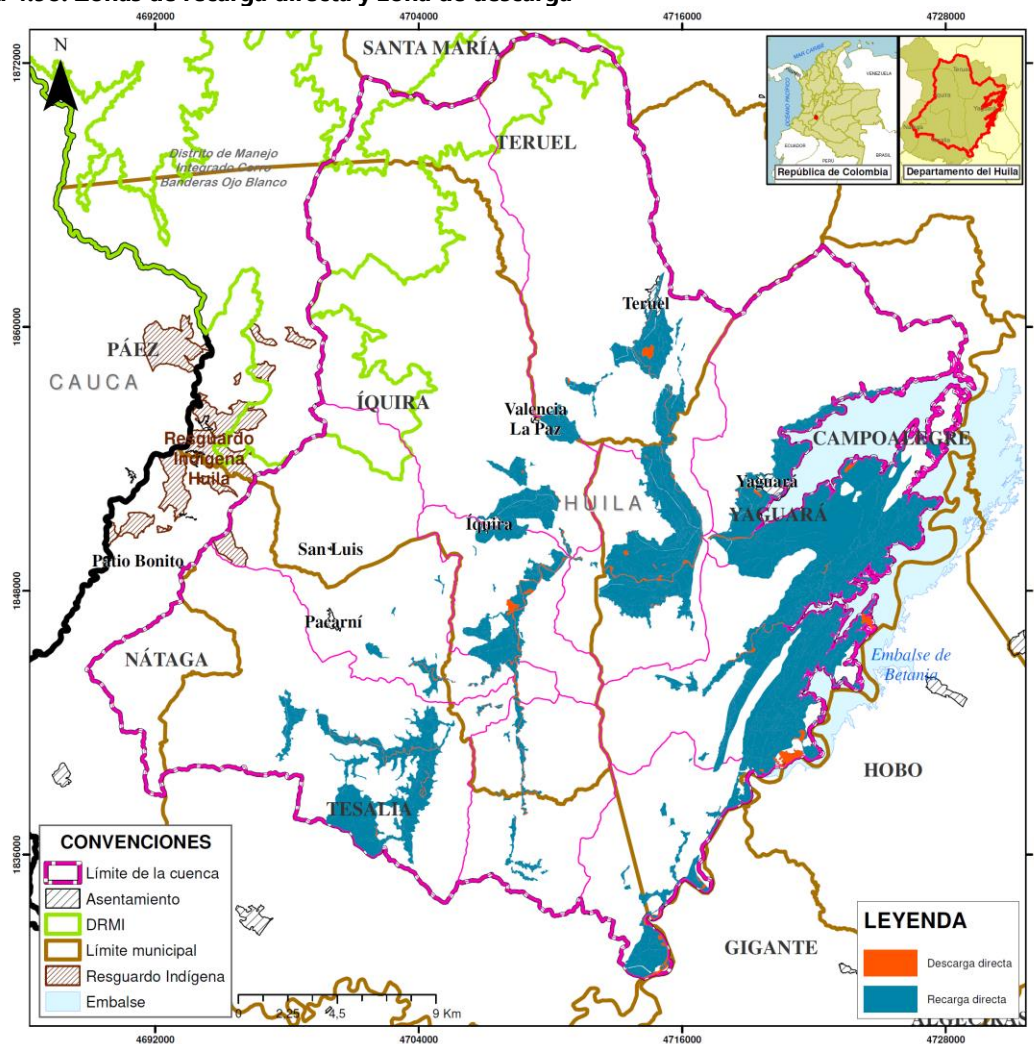


#### 4.9.2. Recarga y descarga:

Para identificar las zonas de recarga en este sistema hídrico debe tener en cuenta las siguientes definiciones:

- **Recarga Natural:** Procedente de infiltración directa de aguas lluvias y aguas de escorrentía (la cual se tratará más adelante).
- **Recarga Inducida:** Producida en forma indirecta la infiltración que ocurre por la explotación del recurso, ya que al producirse un descenso en los niveles freáticos aumenta el flujo de la escorrentía hacia el acuífero (su cálculo es dispendioso y se necesitan herramientas tecnológicas tales como ensayos isotópicos y modelos matemáticos de simulación de flujo subterráneos).
- **Artificial:** Implica la construcción de sistemas o estructuras por parte del hombre que aumenta la recarga en el acuífero.

**Figura 4.98. Zonas de recarga directa y zona de descarga**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Si bien toda la zona con potencial acuífero (formaciones cuaternarias y terciarias) presentan recarga directa (por precipitación excepto las zonas urbanas) (ver Figura 4.98), se identifica como principal zona de recarga dentro del acuífero los cauces de las escorrentías, cuando estas atraviesan las llanuras y las terrazas aluviales se producen recarga en los acuíferos superficiales, especialmente en época de invierno durante los eventos de precipitación, indudablemente la rata de infiltración en cada zona dependerá de la estratigrafía, la composición granulométrica del cuaternario adyacente y la cabeza hidráulica que tenga la quebrada en ese corte.

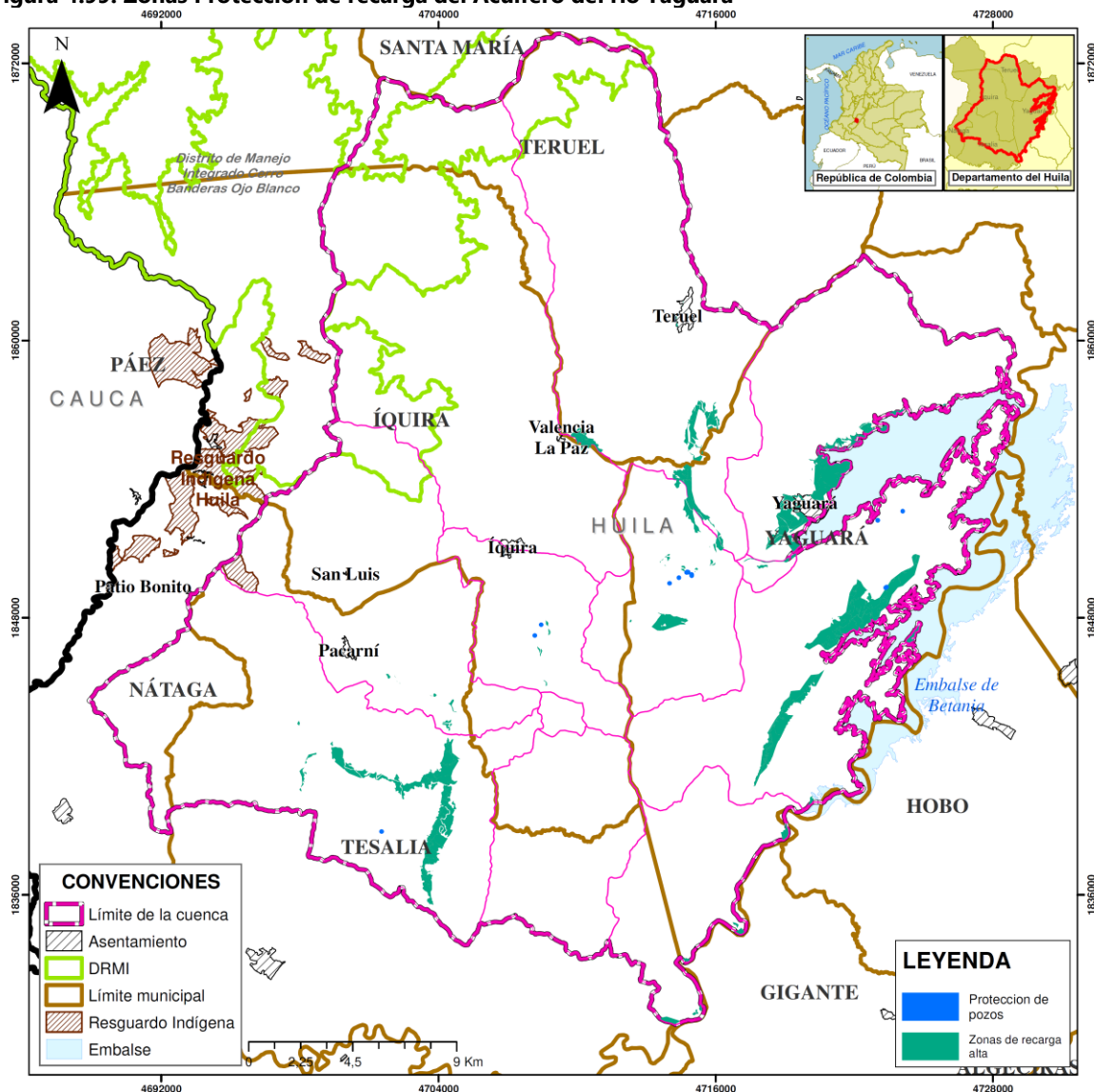
También son zonas de recarga importantes en el acuífero los sectores cercanos al piedemonte (puntos de cambio de pendiente) ubicado en la parte central de la cuenca y al suroriente, en donde se observan Terrazas Pumícas (Qtp) y Depósitos de Abanicos Antiguos (Qaa), en donde se detectan materiales más gruesos y por lo tanto se presentan una mayor infiltración del agua de escorrentía y subsuperficial proveniente de las partes altas.

Tanto los cauces de los ríos y su franja aledaña (ronda hidráulica), como las zonas de cambio de pendiente se deben considerar como áreas de protección especial. La principal zona de descarga se ubica al oriente de la cuenca cerca de la desembocadura del río Yaguará en inmediaciones del embalse de Betania y en la zona aledaña al río Magdalena.

#### **4.9.2.2. Periodo seco**

El primer periodo corresponde un periodo seco entre diciembre a abril, en donde el caudal de las escorrentías es bajo especialmente en periodos del Niño. Es importante en este punto aclarar que el comportamiento del clima de los últimos tiempos difiere de la tendencia histórica, razón por la cual es más seguro emplear información reciente que información pasada.

**Figura 4.99. Zonas Protección de recarga del Acuífero del río Yaguará**



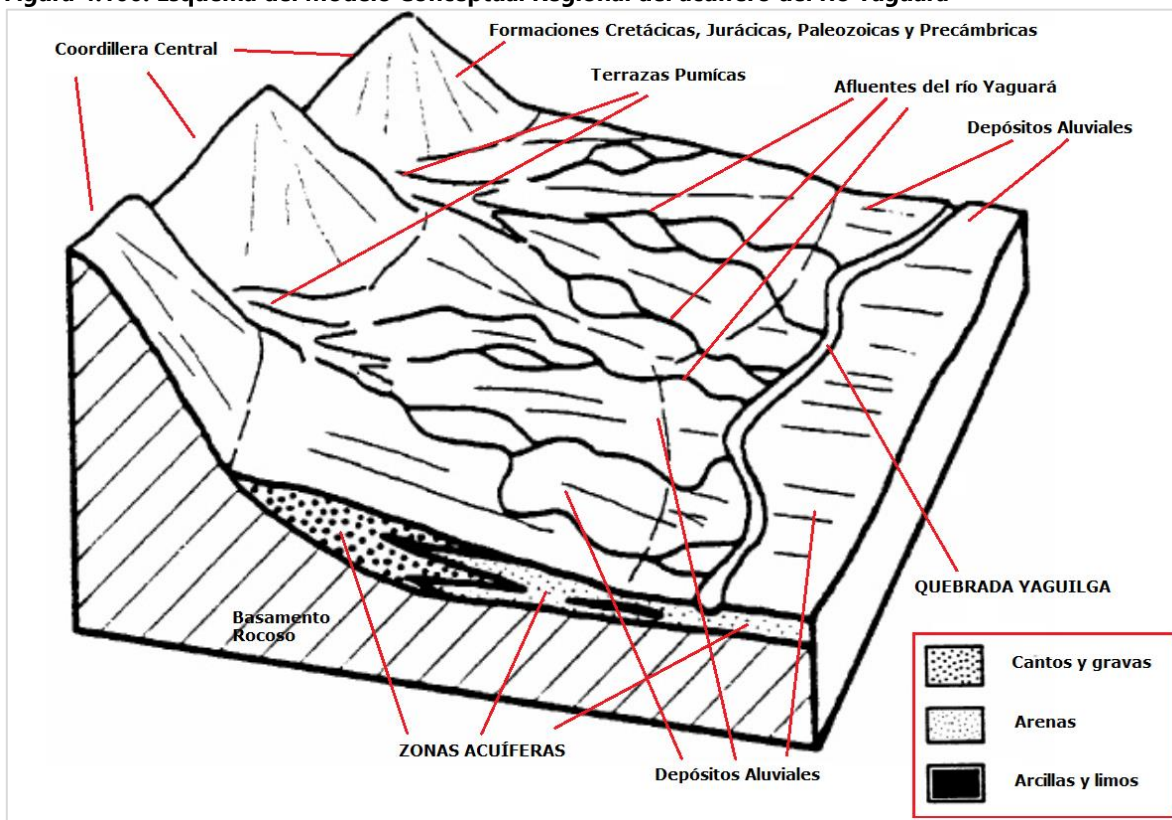
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### 4.9.2.3. Periodo húmedo

El segundo periodo del año corresponde a los meses de octubre a mayo en estos meses se presentan los picos de caudal en el río y sus afluentes y la recarga tiene lugar. Observando las series de caudales es posible asignar una altura de flujo de 2 metros por encima del nivel del fondo a los ríos.



**Figura 4.100. Esquema del Modelo Conceptual Regional del acuífero del río Yaguará**



#### **4.10. Análisis De Criterios De Priorización De Acuíferos Objeto De Medidas De Manejo Ambiental**

De acuerdo con lo establecido en el Decreto 1076 de 2015, Artículo 2.2.3.1.11.2, *“en aquellos acuíferos **que no hagan parte de un plan de ordenación y manejo de cuenca hidrográfica**, la autoridad ambiental competente elaborará el plan de manejo ambiental de acuíferos, previa selección y priorización de este”*.

En este sentido, es necesario realizar tres precisiones al respecto:

- ❖ La Corporación ya cuenca con la debida zonificación de medidas de manejo ambiental de acuíferos en el sector centro, noroccidental y nororiental de la cuenca del río Magdalena en el departamento del Huila, adoptado mediante Resolución número 3243 de 2019, de modo que no es procedente establecer nuevamente medidas específicas para los acuíferos presentes en la cuenca del río Yaguará.
- ❖ La Cuenca se encuentra en proceso de ordenación, de manera que sus acuíferos estarán incluidos en el POMCA, y no se cumpliría la condición para la formulación de medidas específicas de acuerdo con el Artículo 2.2.3.1.11.2 del Decreto 1076 de 2015.
- ❖ Sin perjuicio de lo anterior:

- No se identificaron unidades hidrogeológicas con evidencias de agotamiento, o con procesos de contaminación importantes pese a que algunos de los puntos muestreados permitieron identificar aguas subterráneas no aptas para el consumo humano directo.
- La principal fuente de abastecimiento de agua para consumo son las fuentes de agua superficial, como se describió en el capítulo de hidrografía en la identificación de microcuencas abastecedoras.
- Los municipios presentes no ejecutan actividades socioeconómicas que se soporten estratégicamente en los acuíferos de la Cuenca.
- La demanda de agua subterránea es baja, y la vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación es moderada, de modo que no se presenta conflicto por uso del agua subterránea.
- De acuerdo con las características físicas de la Cuenca, la ubicación de centros urbanos y poblados, así como la localización de las unidades hidrogeológicas dentro de la Cuenca, no se considera factible el uso de los acuíferos como fuentes alternas para el desabastecimiento de agua superficial bajo condiciones de riesgo.

Por todo lo expuesto, no se considera procedente la priorización de acuíferos en la Cuenca para la formulación de Planes de Manejo ambiental de Acuíferos; no obstante, durante las fases de Prospectiva y Zonificación ambiental, y Formulación, se señalarán algunas medidas de manejo ambiental generales aplicables a las zonas de interés hidrogeológico.

#### **4.11. Necesidades De Conocimiento Hidrogeológico**

Si bien los conceptos sobre el comportamiento del acuífero del río Yaguará descritos en el presente informe se basan en información primaria y secundaria recolectada en la zona y sumada a la experiencia de los profesionales del Consorcio en el análisis de esa información, se considera necesario recomendar a la Corporación la profundización en los aspectos hidrogeológicos con estudios científicos especializados, utilizando modelos geofísicos (Geotomografías (Res2Dinv y Res3Dinv)), hidrogeoquímicos (Netpath y Phreeqc) y de simulación de flujo subterráneo (Feflow o Modflow) de tal manera que nos permita conocer con más certeza el comportamiento de las aguas subterráneas de la zona y poder afinar el modelo conceptual, sin embargo con la información aportada se cumple plenamente con el objetivo de brindar información suficiente y necesaria para la fase de diagnóstico del Plan de Ordenamiento de la Cuenca del río Yaguará, que sirva para las etapas posteriores del mismo.

## 5. HIDROGRAFÍA

La Gestión Integral del Recurso Hídrico busca orientar el desarrollo de políticas públicas en materia planificación, a través de una combinación de desarrollo económico, social y la protección de los ecosistemas, se definen algunos procesos que promuevan la gestión técnica y el aprovechamiento coordinado de los recursos hídricos, la tierra y los recursos naturales relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico de manera equitativa sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales de generaciones futuras.

Para realizar el estudio de la temática de hidrografía para la cuenca del río Yaguará se tienen en cuenta algunas etapas, revisión y ajuste de los límites geográficos de la cuenca, delimitación y codificación de las subcuencas y microcuencas abastecedoras, caracterización de la red de drenaje y elaboración del mapa de hidrografía.

Las Corporaciones Autónomas Regionales y las de Desarrollo Sostenible tienen dentro de sus funciones ordenar y establecer las normas para el manejo de las cuencas hidrográficas dentro de su jurisdicción teniendo en cuenta los lineamientos del MADS.

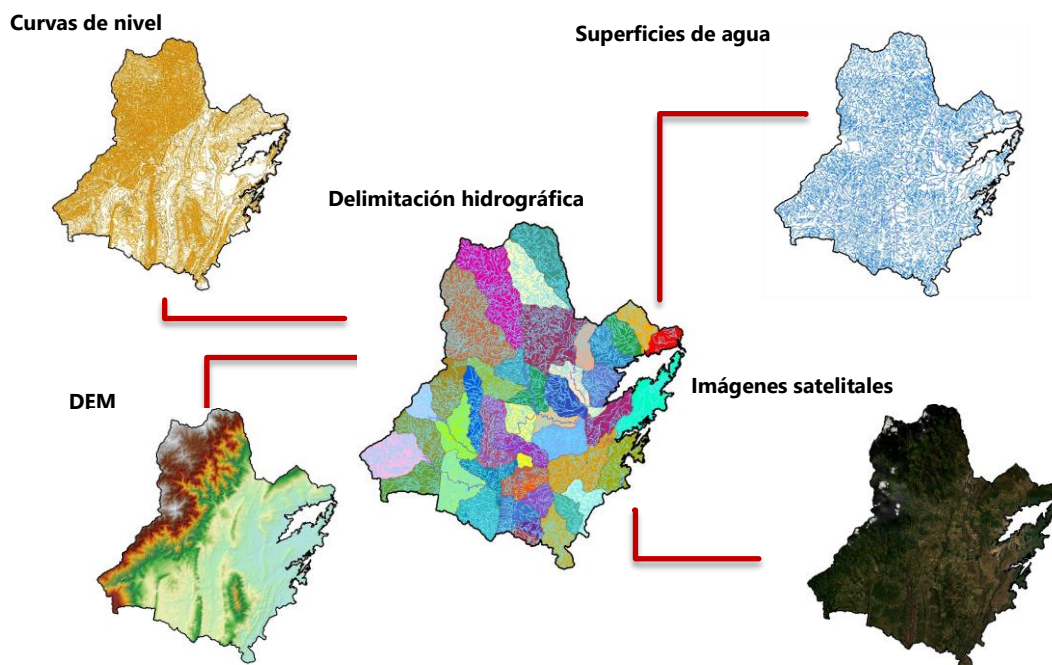
En el presente documento se recopila los estudios de la caracterización Hidrográfica para la fase de diagnóstico del plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Yaguará, mediante el análisis de la cartografía básica a escala 1:25.000 y el modelo digital de terreno, a partir de los cuales se revisó la delimitación de las unidades hidrográficas de menor nivel y se incluyen sus respectivos resultados de procesamiento y análisis respectivo.

### 5.1. Metodología

#### 5.1.1. Recopilación de información y delimitación de unidades hidrográficas

La caracterización de las diferentes unidades hidrográficas para la cuenca del río Yaguará, se validó a partir de la información de la base cartográfica base a escala 1:25000 (IGAC 2020): curvas de nivel y superficies de agua, también se utilizó el apoyo del modelo digital de elevación generado por el consultor con 12.5 metros de resolución espacial y las imágenes satelitales adquiridas (Ver Figura 5.1).

**Figura 5.1. Insumos para delimitación hidrográfica cuenca río Yaguará**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

### 5.1.2. Revisión y ajuste de los límites geográficos de la cuenca

Para la definición del límite definitivo de la cuenca del río Yaguará se consideraron las siguientes reglas generales:

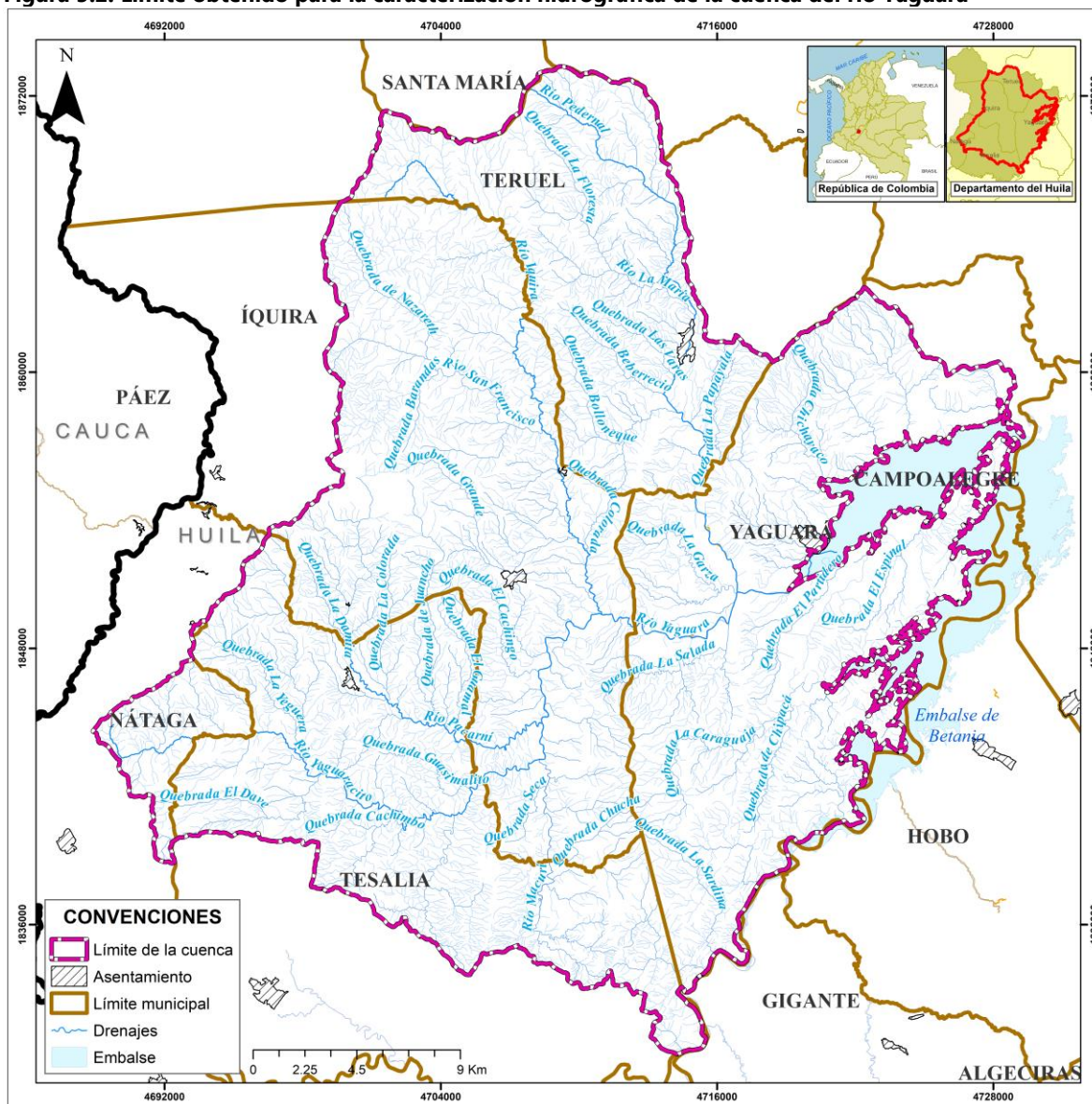
- i. Identificar la red de drenaje
- ii. La divisoria de aguas corta perpendicularmente las curvas de nivel y pasa estrictamente por los puntos de mayor nivel topográfico
- iii. En las zonas ascendentes de la cuenca, la divisoria de aguas atraviesa las curvas de nivel por su parte convexa, mientras que, en las zonas descendentes, la divisoria de aguas corta la curva de nivel por su parte más cóncava.
- iv. La divisoria nunca corta un drenaje, sea que éste haya sido graficado o no en el mapa, excepto en el punto de descarga

Al determinar detalladamente y a la escala del estudio la línea divisoria de la cuenca con las consideraciones anteriormente mencionadas, se analizó la red de drenaje que compone a la cuenca hidrográfica, identificando el drenaje principal correspondiente al río Yaguará y todos los demás cuerpos de agua: ríos, quebradas y arroyos que desembocan en él, posteriormente, se identifican las unidades hidrográficas de I y II nivel para la cuenca.

El límite de las subzonas hidrográficas generado por el estudio de Evaluación Regional del Agua – Huila (ERA), 2019 y entregado por la CAM fue ajustado tomando en consideración la información y pautas descritas anteriormente, además es importante señalar que el consultor excluyó el área del embalse de Betania ajustando el límite de la cuenca con la cota máxima de inundación. El área obtenida para la cuenca, bajo el sistema de proyección único



**Figura 5.2. Límite obtenido para la caracterización hidrográfica de la cuenca del río Yaguará**

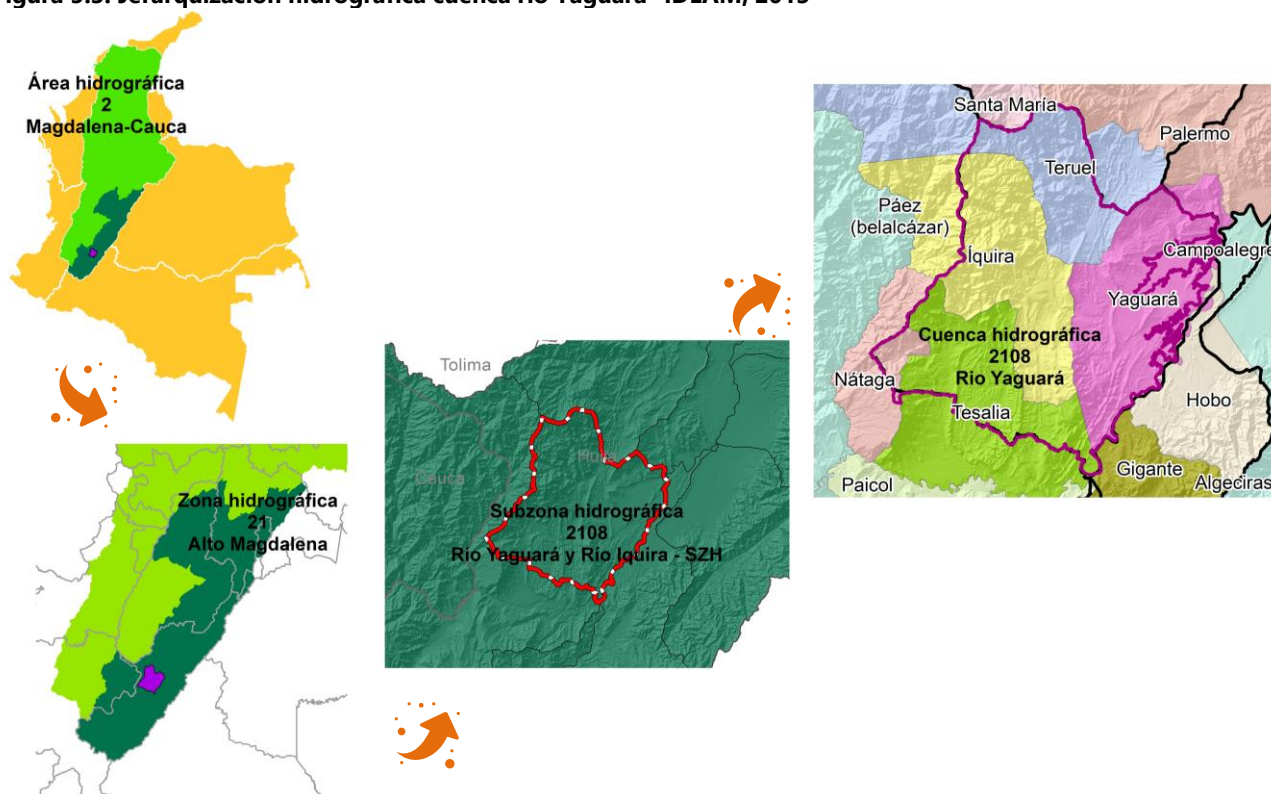


La cuenca es una importante fuente hídrica ya que abastece los acueductos urbanos de los municipios de Íquira, Teruel y Yaguará y varios acueductos veredales de los municipios de Nátaga, Tesalia, Íquira, Teruel y Yaguará; además dispone de un significativo aporte hídrico de las microcuenas que la surten a lo largo de su recorrido, entre las que se encuentran el río Pedernal, río Íquira, río Yaguaracito, río Pacarní y el río Macurí.

## 5.2. Delimitación y codificación de las unidades hidrográficas para la cuenca del río Yaguará

Conforme a especificaciones de la memoria del IDEAM, 2013 para la Zonificación y codificación de unidades hidrográficas e hidrogeológicas de Colombia, el río Yaguará corresponde a una subzona hidrográfica (SZH) con código 2108 y denominada Río Yaguará y Río Íquira -SZH, la jerarquización de las unidades hidrográficas se especializan en la Figura 5.3.

**Figura 5.3. Jerarquización hidrográfica cuenca río Yaguará- IDEAM, 2013**

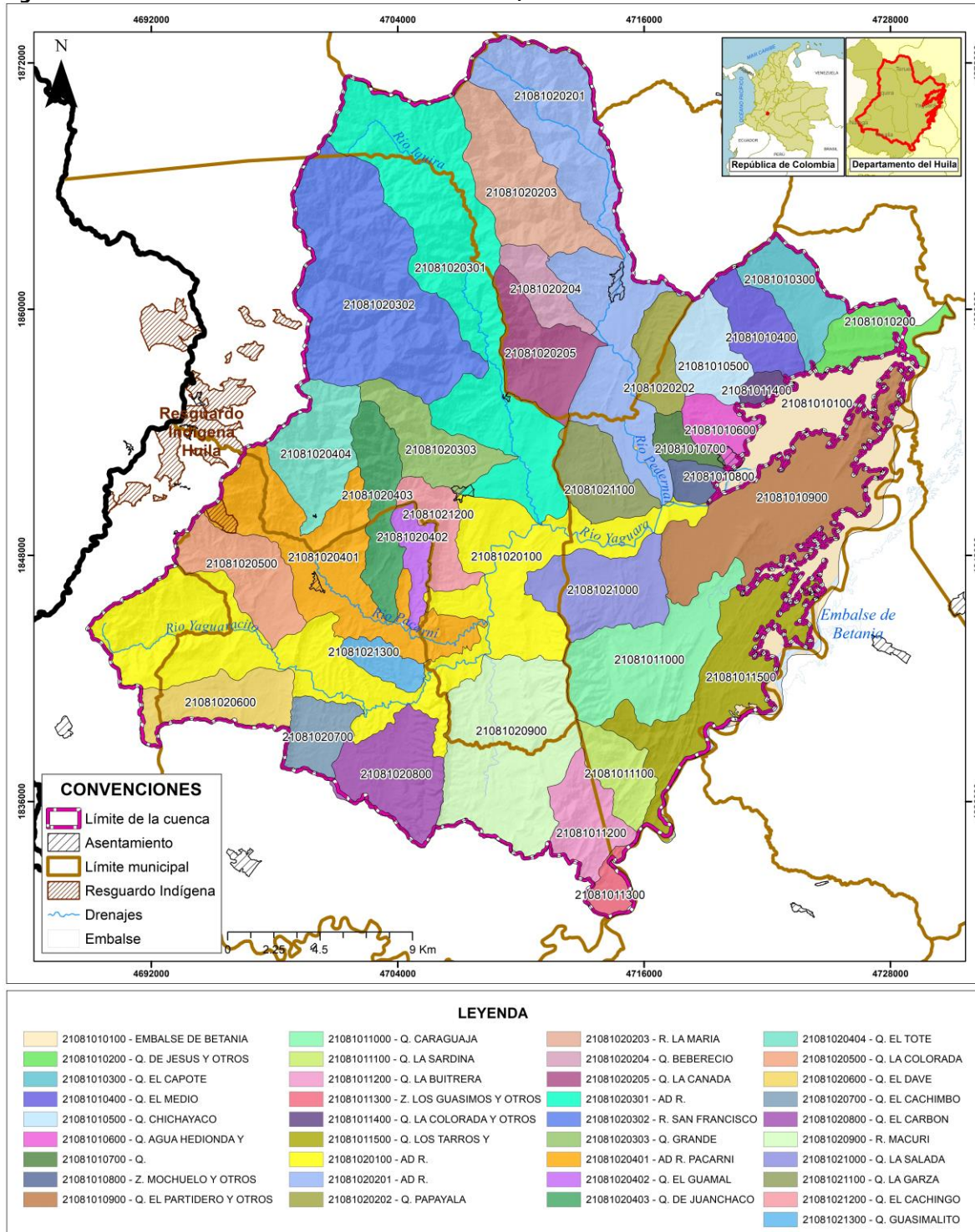


Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022. a partir del mapa de Zonificación y codificación de unidades hidrográficas e hidrogeológicas de Colombia IDEAM, 2013

Cabe mencionar que en consideración a la ERA, 2019 la división hidrográfica del departamento del Huila omite la enumeración comenzado por 01 como lo sugiere el IDEAM, 2013 para la codificación del nivel I precisando inconvenientes al no contar dos dígitos para la codificación, si bien se tomó el límite la cuenca como referencia el cual se encuentra a escala 1:25.000 (ver Figura 5.4), para efectos de desarrollo del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Yaguará y en concordancia con la Guía metodológica para la POMCAS, 2014 la codificación de la cuenca se reestructura obedeciendo los criterios de la memoria técnica del IDEAM, 2013 para la "Zonificación y codificación de unidades hidrográficas e hidrogeológicas de Colombia"



Figura 5.4. Delimitación de subcuencas CAM-ERA 2019, escala 1:25.000



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022. a partir del mapa de Zonificación y codificación de unidades hidrográficas CAM a escala 1:25.000 -ERA 2019.

De acuerdo a la clasificación de cuencas hidrográficas desarrollada por el IDEAM (2013), en donde se estableció una estructura nacional para la planeación, ordenación y manejo de cuencas hidrográficas con un código propuesto para la identificación de las unidades hidrográficas de mayor desagregación a las subzonas y las fuentes hídricas para ser registradas en el SIRH lo conforma un consecutivo numérico compuesto por 10 dígitos el cual se toma como referencia para el desarrollo del POMCA del río Yaguará y se detalla a continuación.

### 5.2.2. Codificación de las Unidades Hidrográficas

La zonificación de unidades hidrográficas de Colombia está determinada por la división de áreas hidrográficas asociadas a grandes vertientes, excepto la cuenca Magdalena -Cauca de la vertiente Caribe por su importancia política y socioeconómica. Estas a su vez se subdividen en unidades de menor jerarquía, zonas y subzonas, que permiten implementar las directrices de gestión y planificación ambiental del territorio (IDEAM, 2013). El código para la identificación de las unidades hidrográficas está compuesto por 10 dígitos, los 4 primeros números correspondientes a la zonificación hidrográfica nacional y los seis restantes a la subdivisión regional, tal como se observa en la Figura 5.5.

**Figura 5.5. Sistema de codificación de unidades hidrográficas**



Fuente: IDEAM, 2013

El primer dígito corresponde a las áreas hidrográficas; sus valores se encuentran entre 1 y 5; el segundo dígito representa las zonas hidrográficas, el tercer y cuarto dígito, hace referencia a las subzonas hidrográficas, las cuales se enumeran iniciando en 01 en cada zona hidrográfica. Por último, los seis últimos dígitos corresponden a las unidades hidrográficas (I, II, III), cuya numeración inicia igualmente en 01.

A continuación, se describe delimitación y codificación hidrográfica nacional:

Como lo establece el documento de codificación de unidades hidrográficas del IDEAM (2013), Colombia se encuentra dividida en 5 grandes cuencas que abastecen el territorio y



por demás constituyen las 5 regiones naturales de Colombia, a estas se les ha denominado Área hidrográfica, como lo indica la siguiente tabla.

**Tabla 5.1. Código de áreas hidrográficas.**

ID	Área hidrográfica
1	Caribe
2	<b>Magdalena-Cauca</b>
3	Orinoco
4	Amazonas
5	Pacífico

Fuente: IDEAM (2013)

El segundo dígito representa las zonas hidrográficas, las cuales son 41 en el total nacional; en el interior de cada área hidrográfica se inicia la numeración desde 1 y dado que estas no se subdividen en más de 9 zonas, los valores asignados se encuentran entre 1 y 9 de la siguiente tabla:

**Tabla 5.2. Código zonas hidrográficas.**

ZH	CARIBE (1)	MAGDALENA - CAUCA (2)	ORINOCO (3)	AMAZONAS (4)	PACÍFICO (5)
1	Atrato-Darién	<b>Alto Magdalena</b>	Inírida	Guainía	Mira
2	Caribe-Litoral	Saldaña	Guaviare	Vaupés	Patía
3	Sinú	Medio Magdalena	Vichada	Apaporis	Tapaje Amarales -Dagua -directos
4	Caribe-Urabá	Sogamoso	Tomo	Caquetá	San Juan
5	Caribe-La Guajira	Bajo Magdalena-Cauca-San Jorge	Meta	Yarí	Baudó – directos Pacífico
6	Catatumbo	Cauca	Casanare	Caguán	Pacífico-directos
7	Caribe islas (San Andrés, Providencia, Santa Catalina)	Nechí	Arauca	Putumayo	Pacífico islas
8		Cesar	Orinoco directos	Amazonas - directos	
9		Bajo Magdalena	Apure	Napo	

Fuente: IDEAM (2013)

El tercer nivel de zonificación apunta a las subzonas hidrográficas, que para Colombia se estiman en 311 y se encuentran igualmente discriminadas como los niveles anteriores.

La cuenca del río Yaguará pertenece a la subzona hidrográfica Río Yaguará y Río Íquira - SZH correspondiente código 2108 como se aprecia a continuación, pertenece al área hidrográfica del Magdalena-Cauca y zona hidrográfica Alto Magdalena.

**Figura 5.6. Código de la confluencia de la cuenca río Yaguará**

2	1	0	8	Área hidrográfica		
				Zona hidrográfica		
				Subzona hidrográfica		

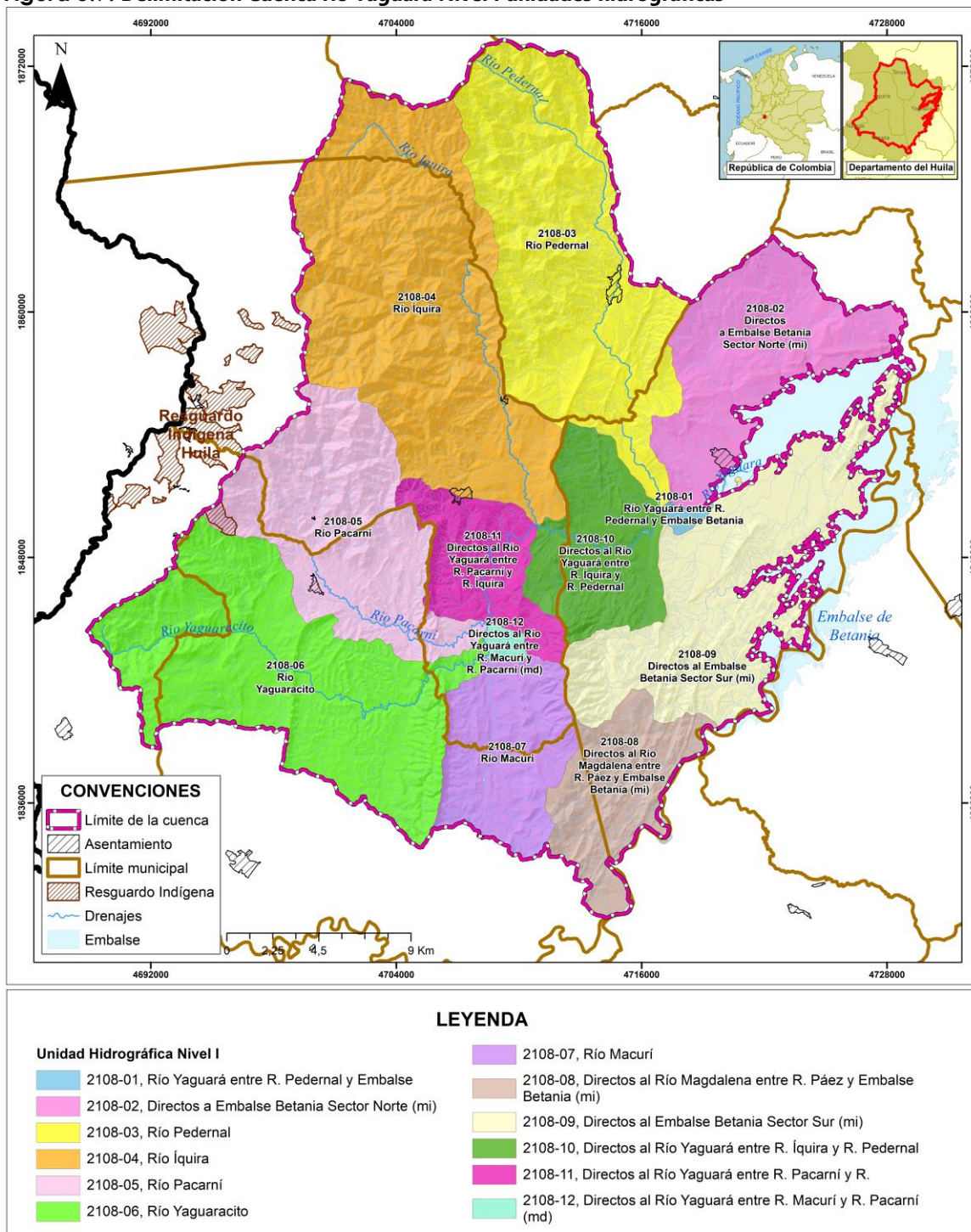
### 5.3. Codificación de la cuenca hidrográfica del río Yaguará

#### 5.3.1. Codificación Nivel I Unidades Hidrográficas

Conforme a la explicación anterior, los siguientes 2 dígitos corresponden específicamente a la unidad hidrográfica de I nivel o cuenca empezando por 01, asignando valores de manera consecutiva en sentido antihorario, obteniendo como resultado 12 unidades hidrográficas de nivel I, que de acuerdo con la metodología del IDEAM, para cada subcuenca se asignó el código y denominación respectiva de unidad de análisis (ver 0 y **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

La codificación de las unidades de I nivel se realizó atendiendo la metodología del IDEAM (2013), la cual dice que desde el punto de entrega o desembocadura se asignan los valores más bajos y hacia la derecha en valores ascendentes hasta que retorna al punto inicial.

**Figura 5.7. Delimitación Cuenca río Yaguará Nivel I unidades hidrográficas**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 5.8. Codificación Cuenca río Yaguará Nivel I Unidades Hidrográficas**



### 5.3.2. Codificación Nivel II Unidades Hidrográficas

Siguiendo la metodología presentada por el IDEAM, para la "Zonificación y codificación de las cuencas hidrográficas en Colombia" (IDEAM, 2013), se determinaron las unidades hidrográficas de nivel II para la cuenca del río Yaguará, ver Figura 5.9.

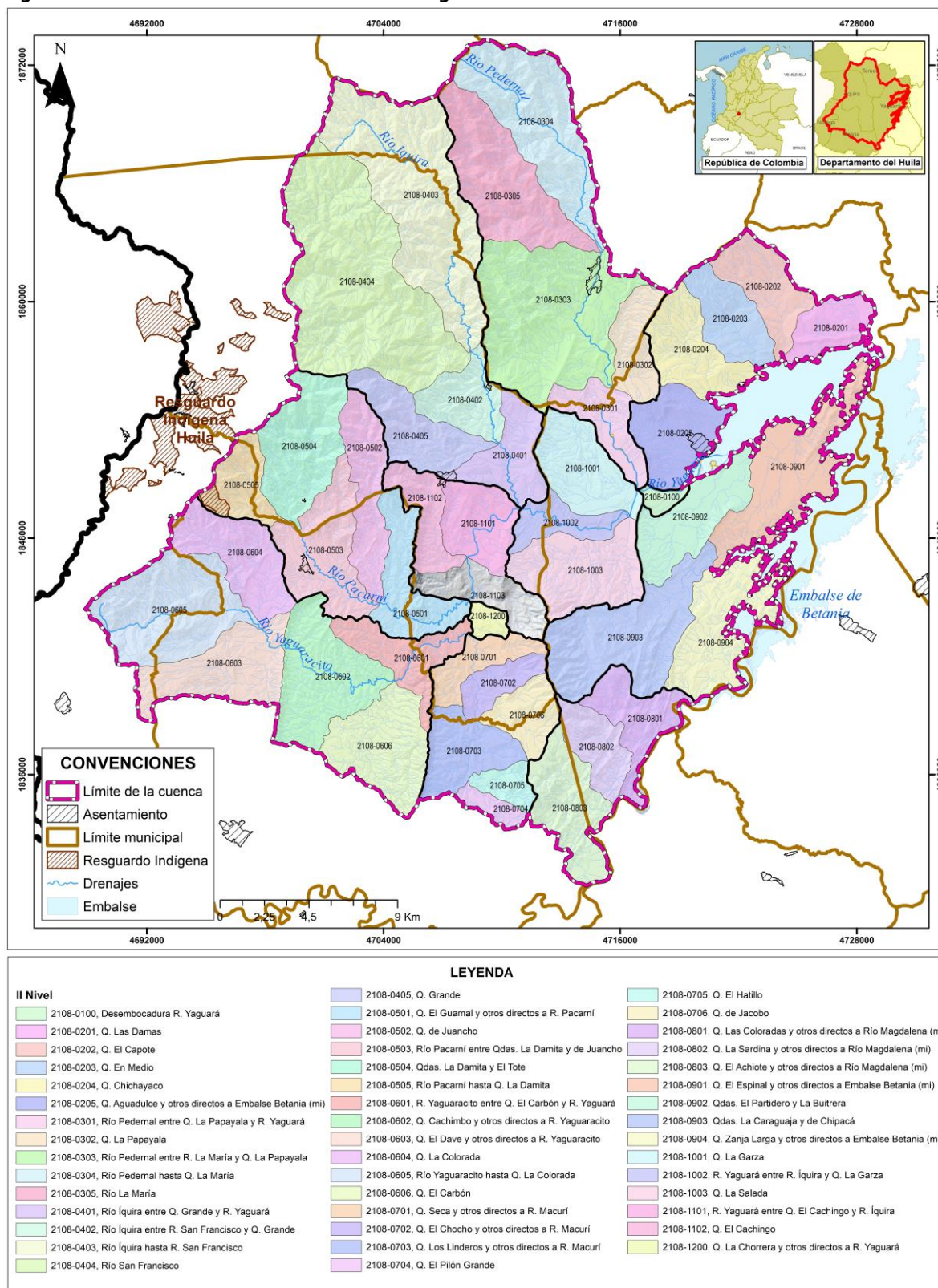
**Figura 5.9. Codificación segundo unidad hidrológica nivel II cuenca río Yaguará**



Finalmente se elaboró el mapa de unidades hidrográficas de la cuenca del río Yaguará identificando sus principales afluentes y las consideraciones técnicas, obteniendo como resultado 47 unidades hidrográficas de nivel II. En las Tabla 5.3 y la Figura 5.10 se detalla la codificación y denominación que se presenta al interior de la cuenca, para las unidades hidrográficas nivel II.



Figura 5.10. Codificación Nivel II unidades hidrográficas



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 5.3. Codificación II nivel unidades hidrográficas cuenca río Yaguará**

Área Hidrográfica		Zona hidrográfica		Subzona hidrográfica		Nivel I unidades hidrográficas		Nivel II unidades hidrográficas			
ID	Nombre	ID	Nombre	ID	Nombre	ID	Nombre	ID	Nombre	Área (ha)	Área (%)
2	Magdalena-Cauca	21	Alto Magdalena	2108	Río Yaguará y Río Íquira	2108-01	Río Yaguará entre R. Pedernal y Embalse Betania	2108-0100	Desembocadura R. Yaguará	237,3	0,27%
						2108-02	Directos a Embalse Betania Sector Norte (mi)	2108-0201	Q. Las Damas	1.022,5	1,14%
								2108-0202	Q. El Capote	1.480,3	1,65%
								2108-0203	Q. En Medio	1.343,9	1,50%
								2108-0204	Q. Chichayaco	1.688,8	1,89%
								2108-0205	Q. Aguadulce y otros directos a Embalse Betania (mi)	1.753,2	1,96%
						2108-03	Río Pedernal	2108-0301	Río Pedernal entre Q. La Papayala y R. Yaguará	1.173,5	1,31%
								2108-0302	Q. La Papayala	1.113,2	1,24%
								2108-0303	Río Pedernal entre R. La María y Q. La Papayala	5.014,0	5,60%
								2108-0304	Río Pedernal hasta Q. La María	3.390,0	3,79%
								2108-0305	Río La María	3.006,8	3,36%
						2108-04	Río Íquira	2108-0401	Río Íquira entre Q. Grande y R. Yaguará	1.417,1	1,58%
								2108-0402	Río Íquira entre R. San Francisco y Q. Grande	1.264,2	1,41%
								2108-0403	Río Íquira hasta R. San Francisco	5.428,1	6,07%
								2108-0404	Río San Francisco	6.927,1	7,74%
								2108-0405	Q. Grande	1.653,6	1,85%
						2108-05	Río Pacarní	2108-0501	Q. El Guamal y otros directos a R. Pacarní	1.645,8	1,84%
								2108-0502	Q. de Juancho	1.674,4	1,87%
								2108-0503	Río Pacarní entre Qdas. La Damita y de Juancho	2.235,0	2,50%
								2108-0504	Qdas. La Damita y El Tote	2.382,0	2,66%
								2108-0505	Río Pacarní hasta Q. La Damita	1.113,2	1,24%
						2108-06	Río Yaguaracito	2108-0601	R. Yaguaracito entre Q. El Carbón y R. Yaguará	1.405,6	1,57%

Área Hidrográfica		Zona hidrográfica		Subzona hidrográfica		Nivel I unidades hidrográficas		Nivel II unidades hidrográficas			
ID	Nombre	ID	Nombre	ID	Nombre	ID	Nombre	ID	Nombre	Área (ha)	Área (%)
								2108-0602	Q. Cachimbo y otros directos a R. Yaguaracito	2.661,7	2,97%
								2108-0603	Q. El Dave y otros directos a R. Yaguaracito	2.203,9	2,46%
								2108-0604	Q. La Colorada	1.930,63	2,16%
								2108-0605	Río Yaguaracito hasta Q. La Colorada	3.231,3	3,61%
								2108-0606	Q. El Carbón	2.254,6	2,52%
						2108-07	Río Macurí	2108-0701	Q. Seca y otros directos a R. Macurí	929,1	1,04%
								2108-0702	Q. El Chocho y otros directos a R. Macurí	729,9	0,82%
								2108-0703	Q. Los Linderos y otros directos a R. Macurí	1.489,8	1,67%
								2108-0704	Q. El Pílon Grande	376,9	0,42%
								2108-0705	Q. El Hatillo	502,0	0,56%
								2108-0706	Q. de Jacobo	983,0	1,10%
						2108-08	Directos al Río Magdalena entre R. Páez y Embalse Betania (mi)	2108-0801	Q. Las Coloradas y otros directos a Río Magdalena (mi)	1.395,5	1,56%
								2108-0802	Q. La Sardina y otros directos a Río Magdalena (mi)	1.090,5	1,22%
								2108-0803	Q. El Achiote y otros directos a Río Magdalena (mi)	1.942,2	2,17%
						2108-09	Directos al Embalse Betania Sector Sur (mi)	2108-0901	Q. El Espinal y otros directos a Embalse Betania (mi)	2.912,9	3,26%
								2108-0902	Qdas. El Partidero y La Buitrera	1.878,6	2,10%
								2108-0903	Qdas. La Caraguaja y de Chipacá	3.263,9	3,65%
								2108-0904	Q. Zanja Larga y otros directos a Embalse Betania (mi)	2.352,6	2,63%
						2108-10	Directos al Río Yaguará entre R. Íquira y R. Pedernal	2108-1001	Q. La Garza	1.822,6	2,04%
								2108-1002	R. Yaguará entre R. Íquira y Q. La Garza	888,2	0,99%
								2108-1003	Q. La Salada	2.274,4	2,54%
						2108-11	Directos al Río Yaguará entre R. Pacarní y R. Íquira	2108-1101	R. Yaguará entre Q. El Cachingo y R. Íquira	1.423,9	1,59%
								2108-1102	Q. El Cachingo	1.044,5	1,17%
								2108-1103	Qdas. Agua Blanca, de Paredes y otros directos a R. Yaguará	1.232,1	1,38%

Área Hidrográfica		Zona hidrográfica		Subzona hidrográfica		Nivel I unidades hidrográficas		Nivel II unidades hidrográficas			
ID	Nombre	ID	Nombre	ID	Nombre	ID	Nombre	ID	Nombre	Área (ha)	Área (%)
						2108-12	Directos al Río Yaguará entre R. Macurí y R. Pacarní (md)	2108-1200	Q. La Chorrera y otros directos a R. Yaguará	290,55	0,32%
Total										89.476,60	100,0%

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



#### **5.4. Identificación de microcuencas abastecedoras de centros urbanos y centros poblados**

La identificación de las microcuencas abastecedoras de centros urbanos, centros poblados y población rural parte de la información suministrada por la CAM correspondiente a captaciones de agua; este proceso es de suma importancia debido a su función esencial en el suministro de servicios básicos a la población. Por esta razón, además de abordar la identificación de las unidades de segundo nivel subsiguiente, se ha extendido el análisis para incluir las unidades hidrográficas abastecedoras de nivel II.

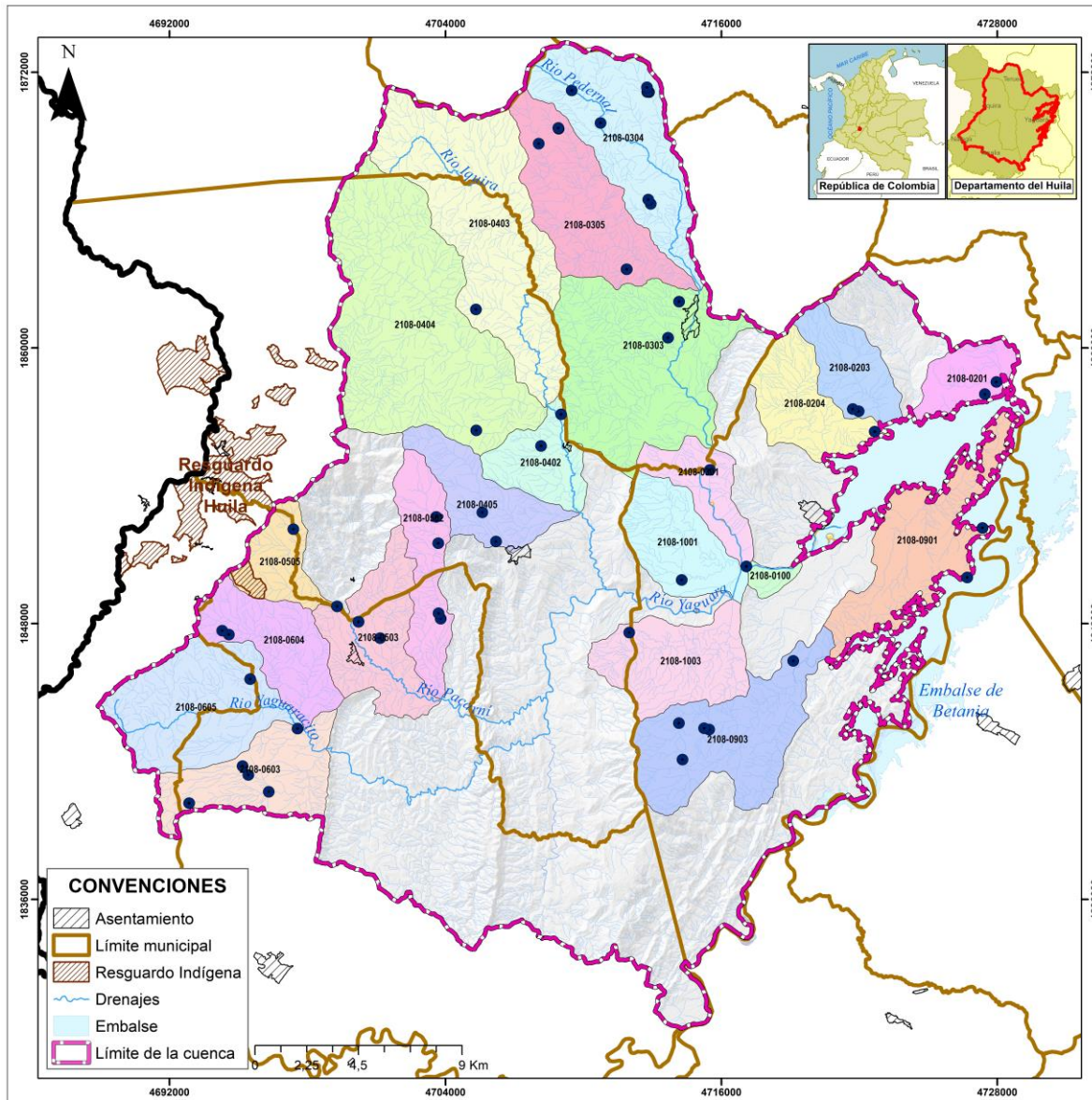
En este contexto, es crucial destacar que el abastecimiento de agua potable destinada al consumo humano, tanto a través de los sistemas de acueductos urbanos y rurales, como para usos agrícolas, domésticos, industriales, ganaderos, acuícolas y de riego, constituye las bases en la metodología de identificación de unidades abastecedoras.

Se contemplaron múltiples factores, entre ellos, la evaluación de las concesiones de uso de agua superficial, el análisis de información relativa a infraestructuras hidráulicas como embalses, desviaciones y bocatomas pertenecientes a acueductos municipales, rurales y centros poblados ubicados dentro de la cuenca. Además, se contemplaron las licencias ambientales otorgadas por la Autoridad Ambiental Competente (CAM) como parte integral del proceso de identificación.

El servicio de abastecimiento de agua potable para consumo humano y abastecimiento domestico del Municipio de Iquira se realiza por captación de bocatoma de fondo sobre la Quebrada Ibirco y en Teruel en el Rio Pedernal, mientras que, para Yaguará, se realiza con el mismo sistema sobre el Rio San Francisco y Pedernal y sobre las Quebradas El Jordán y Hato Viejo para uso agrícola, pecuario y doméstico.

A continuación, se relacionan 22 unidades hidrográficas abastecedoras en la cuenca del rio Yaguará, en la Tabla 5.4 su relación de área y en la Figura 5.11, se observa su representación espacial.

Figura 5.11. Unidades abastecedoras



LEYENDA

● Captación de Agua Superficial	2108-0304, Río Pedernal hasta Q. La María	2108-0505, Río Pacarní hasta Q. La Damita
<b>Unidades Hidrográficas Abastecedoras</b>	2108-0305, Río La María	2108-0603, Q. El Dave y otros directos a R. Yaguaracito
2108-0100, Desembocadura R. Yaguará	2108-0402, Río Iquirá entre R. San Francisco y Q. Grande	2108-0604, Q. La Colorada
2108-0201, Q. Las Damas	2108-0403, Río Iquirá hasta R. San Francisco	2108-0605, Río Yaguaracito hasta Q. La Colorada
2108-0203, Q. En Medio	2108-0404, Río San Francisco	2108-0901, Q. El Espinal y otros directos a Embalse Betania (mi)
2108-0204, Q. Chichayaco	2108-0405, Q. Grande	2108-0903, Qdas. La Caraguaja y de Chipacá
2108-0301, Río Pedernal entre Q. La Papayala y R. Yaguará	2108-0502, Q. de Juancho	2108-1001, Q. La Garza
2108-0303, Río Pedernal entre R. La María y Q. La Papayala	2108-0503, Río Pacarní entre Qdas. La Damita y de Juancho	2108-1003, Q. La Salada

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 5.4. Unidades abastecedoras**

Unidades hidrográficas abastecedoras		
Código	Nombre	Área (Ha)
2108-0100	Desembocadura R. Yaguará	237,39
2108-0201	Q. Las Damas	1.022,51
2108-0203	Q. En Medio	1.343,98
2108-0204	Q. Chichayaco	1.688,84
2108-0301	Río Pedernal entre Q. La Papayala y R. Yaguará	1.173,52
2108-0303	Río Pedernal entre R. La María y Q. La Papayala	5.014,01
2108-0304	Río Pedernal hasta Q. La María	3.390,07
2108-0305	Río La María	3.006,83
2108-0402	Río Íquira entre R. San Francisco y Q. Grande	1.264,29
2108-0403	Río Íquira hasta R. San Francisco	5.428,11
2108-0404	Río San Francisco	6.927,16
2108-0405	Q. Grande	1.653,65
2108-0502	Q. de Juancho	1.674,48
2108-0503	Río Pacarní entre Qdas. La Damita y de Juancho	2.235,08
2108-0505	Río Pacarní hasta Q. La Damita	1.113,24
2108-0603	Q. El Dave y otros directos a R. Yaguaracito	2.203,95
2108-0604	Q. La Colorada	1.930,63
2108-0605	Río Yaguaracito hasta Q. La Colorada	3.231,30
2108-0901	Q. El Espinal y otros directos a Embalse Betania (mi)	2.912,94
2108-0903	Qdas. La Caraguaja y de Chipacá	3.263,95
2108-1001	Q. La Garza	1.822,62
2108-1003	Q. La Salada	2.274,43

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### *Áreas aferentes de acueductos de cabeceras urbanas y centros poblados*

Para la identificación y delimitación de las áreas aferentes a los acueductos de los centros poblados y cabeceras urbanas dentro de la cuenca del río Yaguará se tomaron en cuenta de los puntos de las bocatomas de captación y la configuración del sistema de hídrico de las áreas relacionadas.

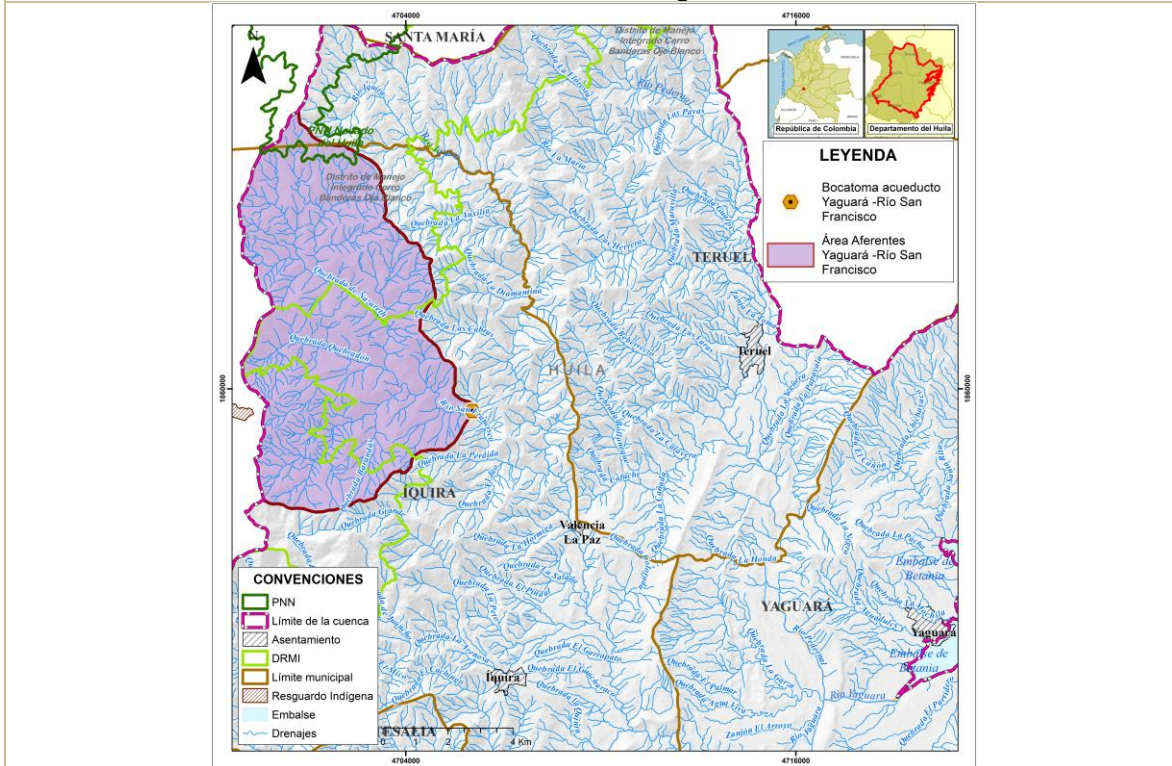
Nota: es importante señalar que la ubicación de las bocatomas de los acueductos no corresponde a la desembocadura de las respectivas fuentes hídricas en los drenajes de jerarquía inmediatamente superior por ende no pueden ser catalogadas como microcuencas de acuerdo a la definición del decreto 1076 de 2015 y no son objeto de codificación.

A continuación, en la Figura 5.12 se relacionan las aferentes de los acueductos de cabeceras y centros poblados:

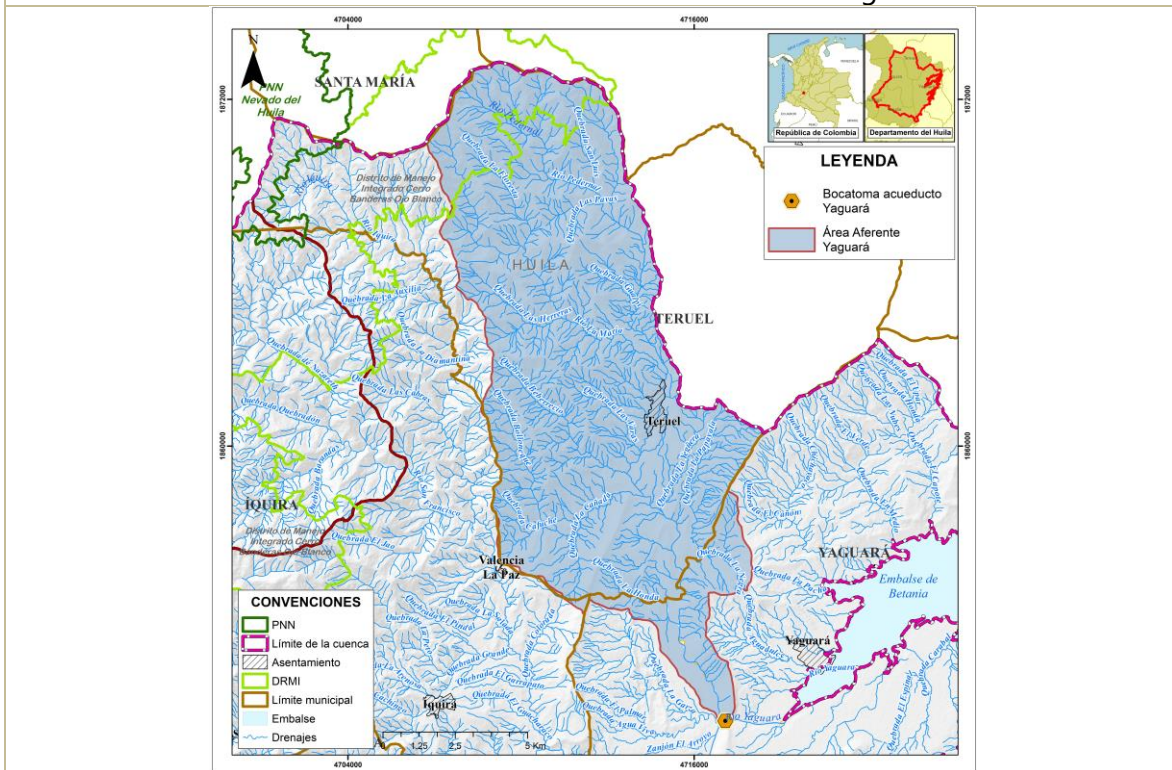


**Figura 5.12. Áreas aferentes de acueductos de cabeceras urbanas y centros poblados**

**Área aferente de acueducto Centro Urbano- Yaguará Bocatoma Río San Francisco**

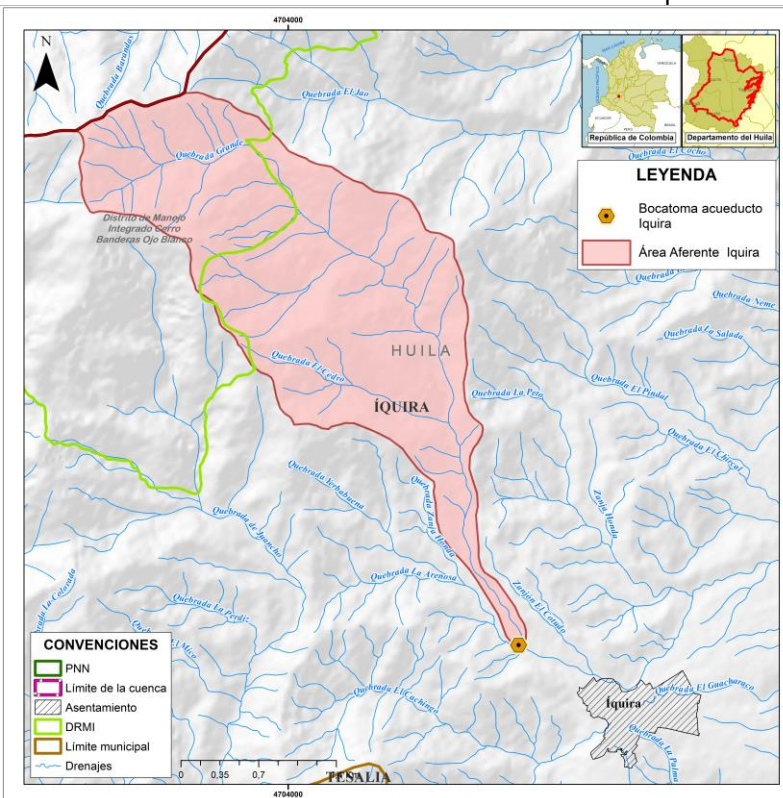


**Área aferente de acueducto Centro Urbano -Yaguará**

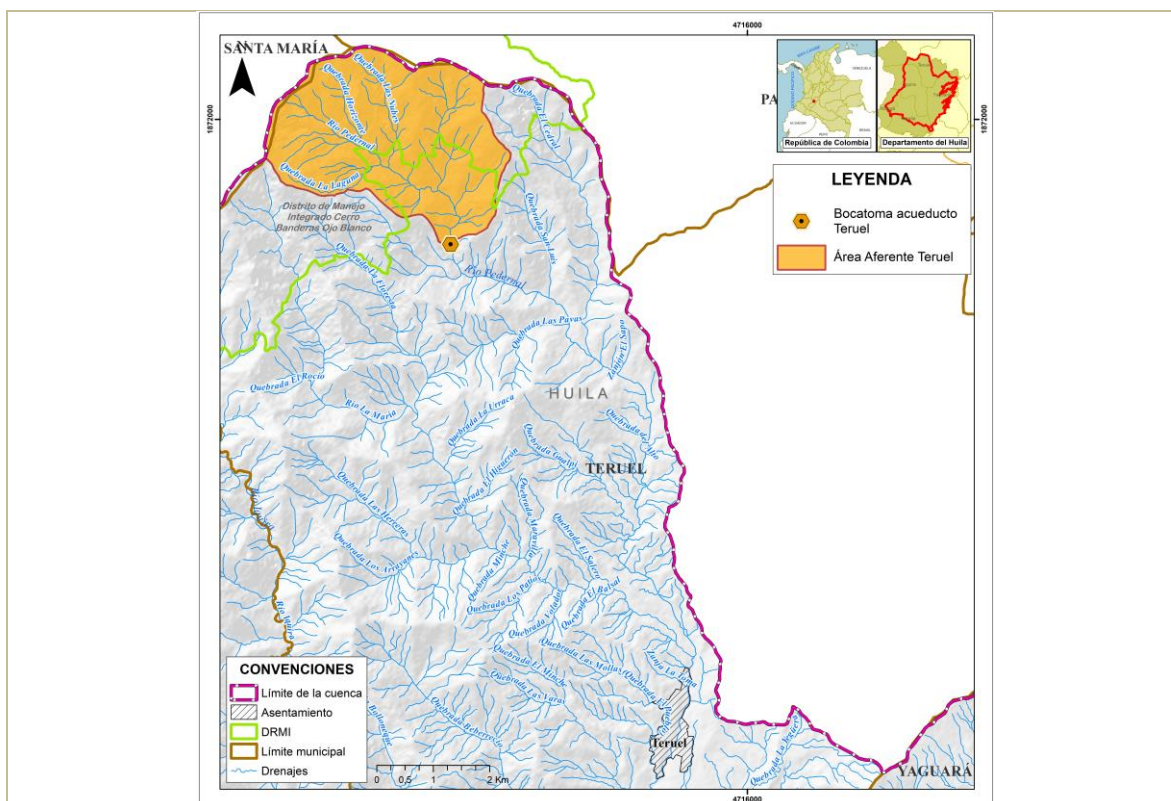




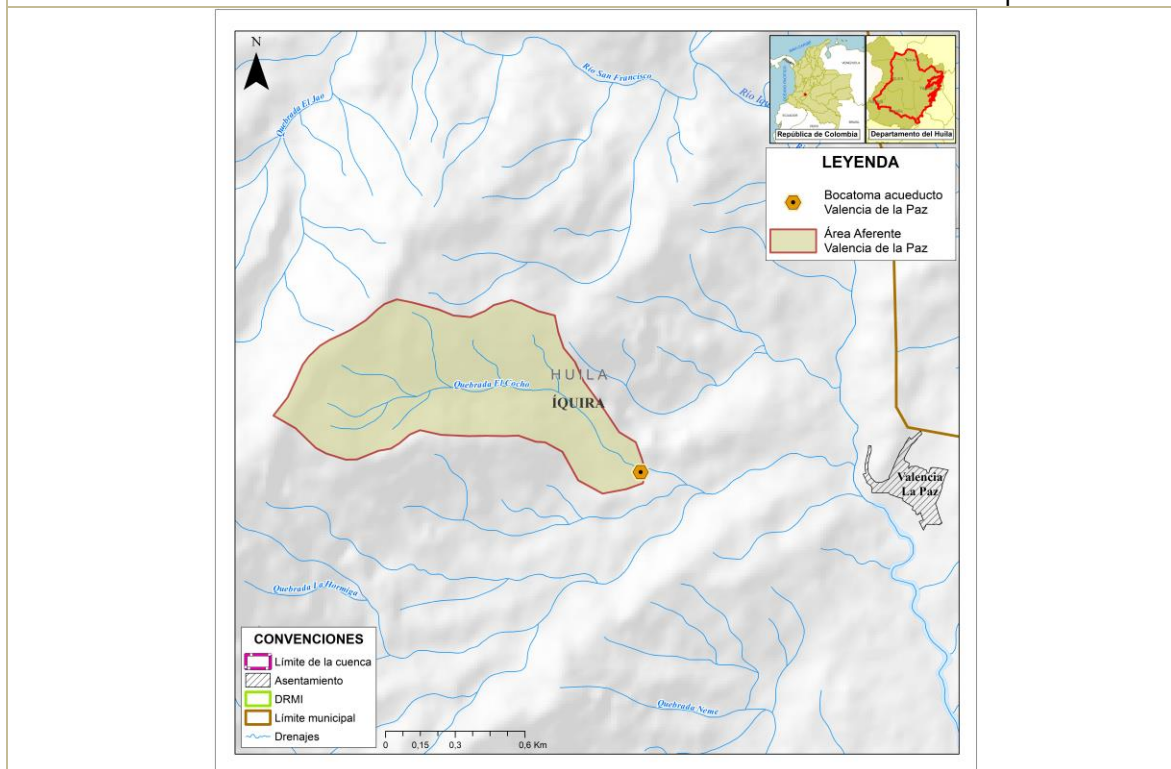
### Área aferente de acueducto Centro Urbano Íquira



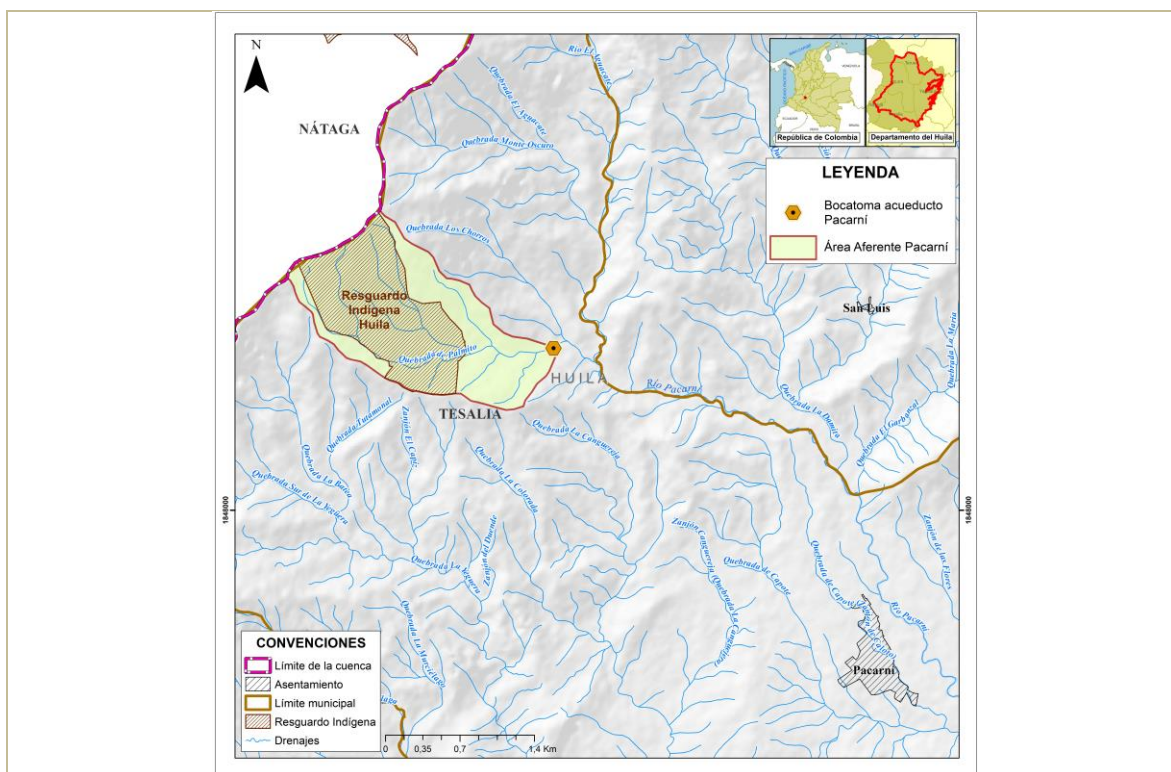
### Área aferente de acueducto Centro Urbano Teruel



Área aferente de acueducto Centro Poblado - Valencia de la Paz - Íquira



Área aferente de acueducto Centro Poblado - Pacarní - Tesalia



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Tabla 5.5. Áreas aferentes de acueductos de cabeceras urbanas y centros poblados

Tipo	Municipio	Fuente	Área aferente (ha)
Centros Urbanos	Íquira	Qda Grande o Río Ibirco	687,3
	Teruel	Río Pedernal	33,90
	Yaguará	San Francisco	5.660,14
		Río Pedernal	13.697,28
Centros Poblados	Valencia de la Paz - Íquira	Quebrada El Chcho	74,34
	Pacarní - Tesalia	Quebrada de Palmito	237,15

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

## 5.5. Caracterización de la red de drenaje

La caracterización de la red de drenaje consiste en la descripción de los diferentes atributos de la red de drenaje tales como: patrón de drenaje, jerarquización de la red y patrón de alineamiento de los cauces principales, entre otras.

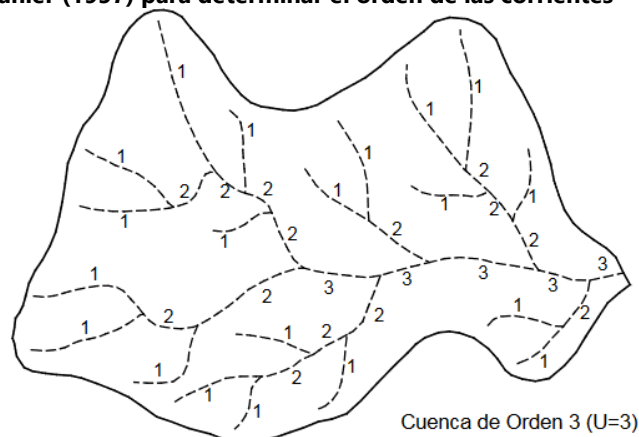
### 5.5.1. Jerarquización de la red de drenaje para la cuenca río Yaguará

El orden de las corrientes hace referencia a la clasificación que proporciona el grado de bifurcación dentro de la cuenca. Existen varios métodos para realizar tal clasificación. Horton (1945), desarrollo un modelo para ordenar las corrientes superficiales de los ríos, modificado



por Strahler (1964), sistema conocido como Horton- Strahler. En este caso se optó por utilizar esta jerarquía, en la cual los cursos que no reciben tributarios tienen asignado el orden 1; cuando confluyen dos arroyos de orden 1, forman uno de orden 2, cuando lo hacen 2 de orden 2 forman uno de orden 3 y así sucesivamente, Cuando una corriente se une con otra de orden mayor, resulta una corriente que conserva el mayor orden. (Ver Figura 5.13). La metodología de Strahler-Horton indica el grado de estructura de la red de drenaje de la cuenca, así mismo, a un mayor orden señala la presencia de controles estructurales de relieve y mayor posibilidad de erosión. En general se afirma que, mientras mayor sea el número de orden, mayor será la red y su estructura más definida.

**Figura 5.13. Sistema de Strahler (1957) para determinar el orden de las corrientes**

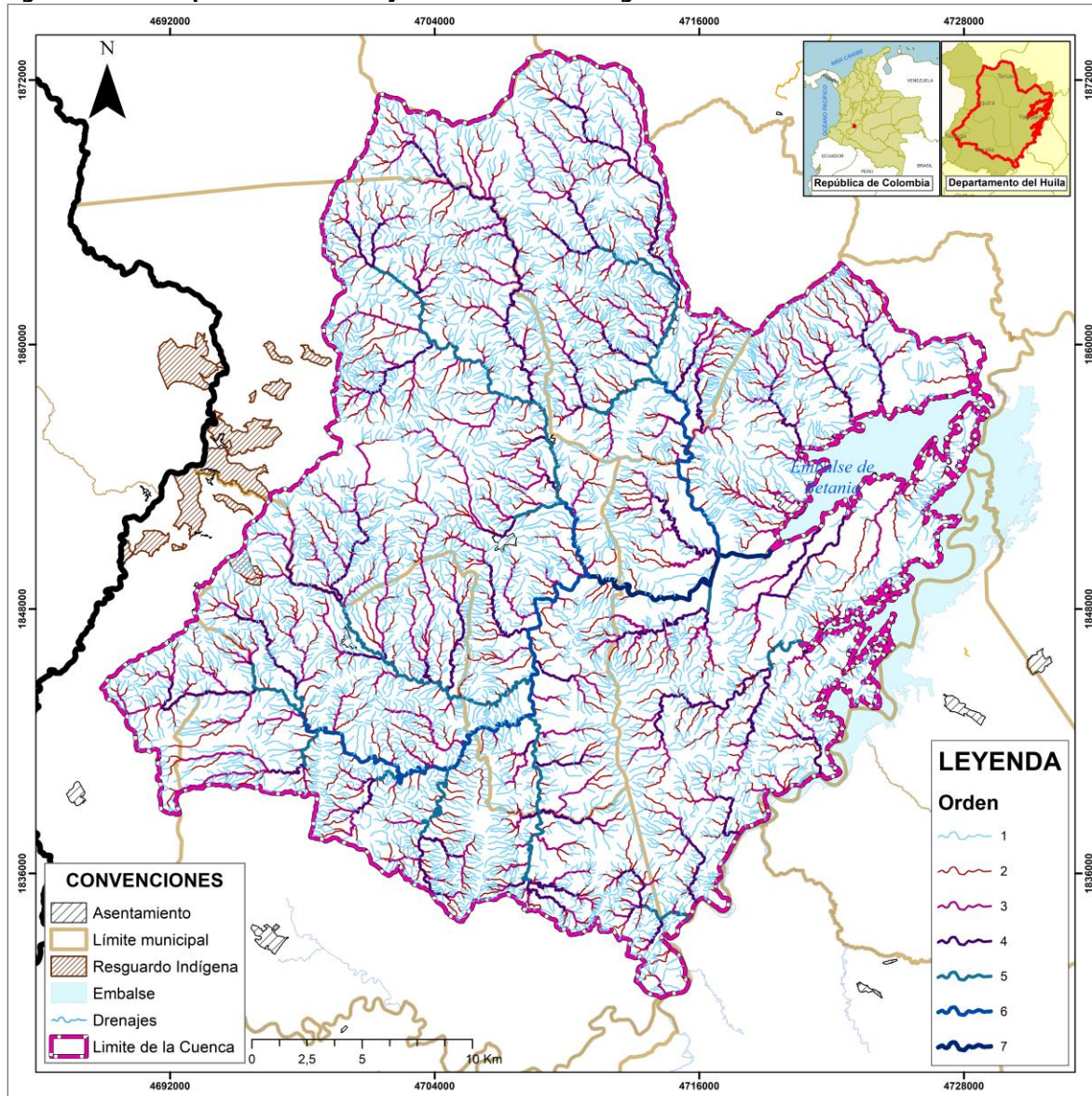


Fuente: Universidad Nacional de Cuyo, 2008

Conforme a la metodología descrita anteriormente, para la cuenca del río Yaguará se tiene el orden 7, la espacialización de la red de drenaje se puede consultar en la Figura 5.14. La aplicación del ejercicio se puede consultar dentro la GDB temática denominada POMCAYaguara.gdb en el feature dataset \_32\_OTROS\_INSUMOS en la entidad \_15\_DrenajesOrden.



Figura 5.14. Jerarquización del drenaje de la Cuenca Río Yaguará



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Teniendo en cuenta los criterios y la red de drenaje, para el análisis detallado de la caracterización de la red de drenaje, en la Tabla 5.6 se relacionan el orden de las corrientes, el número de cauces identificados y la longitud de estos.

**Tabla 5.6. Orden de la red de drenaje Horton (1945)**

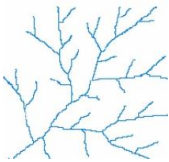
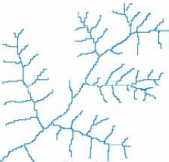
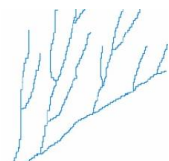
Orden	Número de cauces	Longitud (km)
1	5291	2.480,11
2	2422	674,17
3	1292	346,38
4	810	208,68
5	286	86,62
6	145	44,47
7	36	12,85
<b>Total</b>	<b>10.282</b>	<b>3.853,28</b>

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

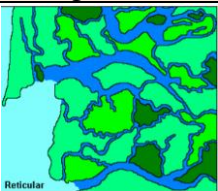


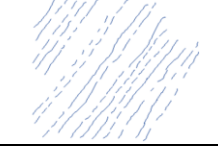
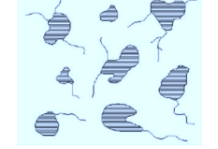
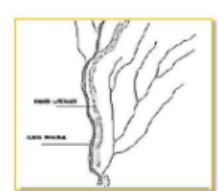
### 5.5.2. Patrones de drenaje y alineamiento.

El patrón de alineamiento del drenaje en una cuenca puede definirse como el arreglo que presentan los cauces, ya sean permanentes o transitorios, que contribuyen a evacuar las aguas superficiales de la cuenca. Además, es un elemento compuesto, para su análisis es fundamental tener en cuenta el relieve, la distribución de la vegetación, y las condiciones estructurales de la zona. En la Tabla 5.7, se presentan los principales tipos de drenaje y su descripción general se presenta a continuación:



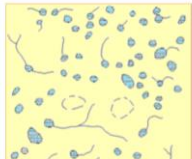
**Tabla 5.7. Caracterización patrones y alineación**



Patrones de drenaje erosionales		
Patrón	Representación gráfica	Descripción
<b>Dendrítico</b>		Es el patrón más frecuente, se asemeja a las ramificaciones de un árbol frondoso en la que los tributarios se unen a la corriente principal formando ángulos agudos. Se desarrolla en suelos homogéneos, moderadamente permeables, con pendientes suaves y sin ningún tipo de control. Se presenta, con frecuencia, en zonas de rocas sedimentarias blandas, aluviones finos, tobas volcánicas, depósitos de till glacial (brecha consolidada o roca sedimentaria, cuyos materiales de partida se han formado por fenómenos glaciares), principalmente.
<b>Pinado</b>		Corresponde a un drenaje dendrítico modificado que presenta una gran cantidad de tributarios cortos y poco espaciados, e indica un elevado contenido de limo en el suelo. Es típico de zonas planas, con materiales muy homogéneos, friables y finos, eólicos o aluviales, como: (roca sedimentaria incoherente, de partículas muy finas), ceniza volcánica, till.
<b>Paralelo</b>		Este patrón presenta los tributarios paralelos o casi paralelos entre sí. Tiene la característica que se puede presentar por influencia de control topográfico o estructural, generalmente en pendientes moderadas a fuertes. Puede presentarse también en planicies inclinadas, flujos de lava, restos de abanicos y valles inclinados y, además, en planos costeros jóvenes y coladas de basalto. Este patrón se desarrolla en zonas de materiales homogéneos. En él se pueden presentar dos variantes: una conocida como patrón

Patrones de drenaje erosiónales		
Patrón	Representación gráfica	Descripción
		subparalelo, desarrollado en zonas de alto relieve con pendientes escarpadas, y en algunos depósitos glaciares debido a su distribución; y otra conocida como patrón colinear, que, aunque es escaso, puede presentarse en zonas de dunas longitudinales, complejos de orillares, y se caracteriza por tener corrientes paralelas simples, sin tributarios, que en algunos tramos son subsuperficiales
Rectangular		Este patrón es variante del dendrítico, los tributarios suelen juntarse con las corrientes principales en ángulos casi rectos. Presenta un control estructural originado por diaclasas, foliaciones y/o fracturas en la roca. Suelen desarrollarlas sobre pizarras metamórficas, esquistos y gneis (roca metamórfica compuesta de cuarzo, feldespato y mica), en areniscas resistentes, si el clima es árido, o en areniscas de poso suelo, en climas húmedo.
Radial	 Radial Centrifugo  Radial Centrípeto	<p>Las corrientes radian a un punto central, según el sentido en que se desplazan se denomina radial centrifugo o radial centripeto.</p> <p>El patrón de drenaje radial centrifugo se caracteriza por ser una red circular con canales paralelos procedentes de un punto elevado. Suele existir cuando las corrientes van del punto central hacia fuera, se pueden desarrollar en los flancos de un volcán o cerros.</p> <p>En el patrón de drenaje centripeto el drenaje se dirige desde afuera hacia un punto central. Suele reflejar una depresión cerrada como dolinas o en los sitios donde termina un anticlinal o un sinclinal.</p>
Anular		Las corrientes forman anillos alrededor de un sitio que puede ser alto o bajo, se puede dar en estructuras domicas, compuestos de estratos sedimentarios de diferente resistencia a la erosión, dispuestos en forma concéntrica.
Enrejado o trellis		Es el tipo de drenaje en el que pequeños tributarios, generalmente de la misma categoría, vienen de lados opuestos, y se juntan en ángulos rectos, en su mayoría. Se presenta en rocas ígneas o plegadas de tipo sedimentario, volcánico o meta sedimentado de bajo grado, con diferente grado de meteorización. Estas formas que indican un importante control estructural, se desarrollan sobre zonas que han sido fuertemente plegadas, deslizándose los tributarios cortos sobre los lados de las capas más resistentes levantadas.

Variaciones de las formas básicas de patrón de drenaje		
Patrón	Representación gráfica	Descripción
<b>Reticular</b>		Es un patrón que se forma generalmente en planicies costeras jóvenes, muy planas y que se asemeja a una red; se observa gran cantidad de canales interconectados y meandros con curvas rectangulares debidas a la influencia de las mareas. Además, las corrientes que llegan al mar amplían bastante su cauce, en las cercanías a él.
<b>Distributivo</b>		Es el patrón de drenaje que se forma típicamente en los abanicos aluviales jóvenes, en el que todas las vías de drenaje parecen salir del ápice del abanico, y dispersarse, en forma casi radial, sobre la superficie de este. También se observa en los deltas.
<b>Retorcido</b>		Patrón de drenaje con cambios bruscos de dirección, su presencia indica un absoluto control estructural asociado a una barrera de roca resistente; como aparatos volcánicos o estratos sedimentarios con discontinuidades. Las barreras rocosas pueden ser notorias en su organización estructural, o en caso de no concordar con la topografía existente, ser restos de macizos erosionados.
<b>Subdéntrico</b>		Se desarrolla en aquellas áreas donde el curso principal fluye en una zona en la que la pendiente y el control estructural son distintos a los de la zona por la que se desarrollan los tributarios. El área drenada por los tributarios estará cubierta probablemente con sedimentos relativamente resistentes, ofreciendo un control más fuerte que aquel de la zona donde corre el curso principal.
<b>Colineal</b>		Son variantes del drenaje paralelo. Los cursos pueden aparecer y desaparecer, generando un sistema de cursos intermitentes. Esta forma indica que el material superficial es muy permeable o que está atravesado por canales de disolución.
<b>Lagunar</b>		Corresponde a zonas que no están totalmente desarrolladas, se componen de pequeños lagos espaciados en forma desordenada. Se encuentran en cuencas de planicies, cerradas, en áreas en las que el material de superficie es normalmente impermeable y cuyo ciclo de erosión está en sus etapas juveniles.
<b>Yazzo</b>		Esta forma toma su nombre del Río Yazoo que corre paralelo al río Mississippi. Los tributarios en esta forma de drenaje, corren en las llanuras aluviales, a lo largo del curso principal debido a que los diques naturales de este son demasiado altos para que el tributario los atraviese, haciéndolo cuando alcanzan una discontinuidad en el dique natural.



Variaciones de las formas básicas de patrón de drenaje		
Patrón	Representación gráfica	Descripción
<b>Multibasal no Integrado</b>		Se desarrolla en zonas con rocas solubles, los sumideros se presentan aislados y desconectados entre sí, debido a que el drenaje de esta zona se realiza en forma subterránea; en este caso, los sumideros son los colectores del agua que cae en la superficie, los cuales la recogen y conducen hacia el interior de la formación rocosa, la cual se va disolviendo y formando cavernas y cauces subterráneos que movilizan los excesos de agua. Este patrón se da principalmente en calizas, yeso, sal gema; pero, además, puede desarrollarse en materiales insolubles porosos, en los que se presenta el fenómeno de sofusión que produce, en estos materiales, el mismo efecto mencionado para los materiales solubles.
<b>Multibasal Integrado</b>		Se desarrolla en zonas que estuvieron sometidas a procesos glaciares, en las cuales quedan gran cantidad de cuerpos de agua como lagos y lagunas, que dan una apariencia similar a la producida en el caso anterior; la diferencia de este con aquel, es que, en estas zonas glaciares los cuerpos de agua están conectados entre sí por medio de pequeños arroyos, lo cual hace que este patrón sea integrado y superficial, a diferencia del otro que no lo es.
<b>Nido de Golondrina</b>		Se trata de un drenaje con apariencia de no integrado, y es característico de zonas que tienen un sustrato calizo y ocasionalmente dolomita. A veces este tipo de drenaje se denomina de dolinas. Las dolinas o cavidades formadas por disolución de los materiales calcáreos y derrumbe de las cavidades así formadas, forman pequeñas lagunas sin emisarios superficiales, en las zonas con reciente desarrollo calcáreo. En los casos de regiones calcáreas maduras, se encontrarán grandes dolinas y valles de disolución (topografías kársticas). Los cursos de agua desaparecen y pueden fluir en cursos subterráneos, volviendo a aparecer en superficie en grandes fuentes.

Patrones de corriente Individuales	
Representación gráfica	Descripción
	Presentan una sinuosidad $< 1,5$ en un cauce, discurren casi en línea recta y pueden estar asociados con problemas de fallas que lo están controlando. No son frecuentes en la naturaleza, y sólo se observan en tramos relativamente cortos de las corrientes, excepto cuando discurren por una falla geológica.
	Si el cauce no está confinado y hay mucho transporte de sedimentos, más de un canal se puede crear, convirtiéndose el río en trenzado. Estos cauces presentan múltiples canales de flujo, separados por barras transversales inestables, este tipo de ríos aparece cuando existe un cambio abrupto en la pendiente del cauce principal y normalmente se asocian a conos o abanicos aluviales, están sujetos a un proceso de sedimentación. Sinuosidad $> 1,3$ -cauce múltiple.

Patrones de corriente Individuales	
Representación gráfica	Descripción
<p>Meandros abandonados</p> <p>Cauces meándricos</p>	<p>En este caso el cauce posee una extensión apreciable de llanura de inundación, caracterizado por poseer valles amplios y planos, en los cuales el cauce se desplaza formando lazos u ondulaciones más o menos regulares, que aumentan gradualmente su longitud, con respecto a la longitud que presenta el valle. Para que se genere un comportamiento de este tipo se presenta una situación intermedia entre los procesos de erosión lateral en las partes externas de las curvas de los meandros (lado cóncavo), y sedimentación en las partes internas (lado convexo), en las cuales se forman los complejos de orillares. Sinuosidad &gt; 1,5.</p>
	<p>Se caracterizan por la presencia de canales entrelazados, abundancia de meandros abandonados (ox-bow), lagos de cursos abandonados (lagunas guachas o "bayou"). Estas formas poco desarrolladas, se encuentran en llanuras aluviales, con sedimentos no consolidados. Sinuosidad &gt; 2-cauce múltiple.</p>

Fuente: Adaptado de Londoño (2001), Parvis (1950) y SGC (2016)

La cuenca río Yaguará posee un sistema de drenaje compuesto por cuerpos de agua lóticos como el cauce principal y sus tributarios, cuenta con densidad de drenajes alta toda su extensión y se encuentra en fase de equilibrio. A nivel general para la mayoría de unidades hidrográficas de nivel II de la cuenca se encuentra un patrón de drenaje de tipo dendrítico y un tipo de patrón de alineamiento recto y Trenzado.

Los patrones de la red de drenaje y alineamiento para cada nivel II de la la cuenca del río Yaguará se presentan en la Tabla 5.8:

Tabla 5.8. Patrón de drenaje y alineamiento II nivel unidades hidrográficas

Nivel II unidades hidrográficas	Caracterización
	<p>Patrón de drenaje</p> <p>Retorcido</p> <p>Densidad de drenaje</p> <p>Muy alta</p> <p>Patrón de alineamiento</p> <p>Recto</p>
	<p>Patrón de drenaje</p> <p>Retorcido</p> <p>Densidad de drenaje</p> <p>Moderada</p> <p>Patrón de alineamiento</p> <p>Meandrico</p>



Nivel II unidades hidrográficas	Caracterización
<p>2108-0202 <b>Q. El Capote</b></p>	Patrón de drenaje Dendrítico Densidad de drenaje Muy alta Patrón de alineamiento Recto
<p>2108-0203 <b>Q. En Medio</b></p>	Patrón de drenaje Dendrítico Densidad de drenaje Muy alta Patrón de alineamiento Recto



Nivel II unidades hidrográficas	Caracterización
	<p>Patrón de drenaje</p> <p>Dendrítico</p> <p>Densidad de drenaje</p> <p>Muy alta</p> <p>Patrón de alineamiento</p> <p>Recto</p>
	<p>Patrón de drenaje</p> <p>Dendrítico</p> <p>Densidad de drenaje</p> <p>Muy alta</p> <p>Patrón de alineamiento</p> <p>Trenzado</p>

Nivel II unidades hidrográficas	Caracterización
<p><b>2108-0301</b> <b>Río Pedernal entre</b> <b>Q. La Papayala y R. Yaguará</b></p>	<p>Patrón de drenaje</p> <p>Paralelo</p> <p>Densidad de drenaje</p> <p>Muy alta</p> <p>Patrón de alineamiento</p> <p>Trenzado</p>
<p><b>2108-0302</b> <b>Q. La Papayala</b></p>	<p>Patrón de drenaje</p> <p>Dendrítico</p> <p>Densidad de drenaje</p> <p>Muy alta</p> <p>Patrón de alineamiento</p> <p>Trenzado</p>



Nivel II unidades hidrográficas	Caracterización
<p><b>2108-0303</b> <b>Río Pedernal entre</b> <b>R. La María y</b> <b>Q. La Papayala</b></p>	<p>Patrón de drenaje</p> <p>Dendrítico</p> <p>Densidad de drenaje</p> <p>Muy alta</p> <p>Patrón de alineamiento</p> <p>Trenzada</p>
<p><b>2108-0304</b> <b>Río Pedernal</b> <b>hasta Q. La María</b></p>	<p>Patrón de drenaje</p> <p>Dendrítico</p> <p>Densidad de drenaje</p> <p>Muy alta</p> <p>Patrón de alineamiento</p> <p>Recto</p>



Nivel II unidades hidrográficas	Caracterización
<p><b>2108-0305</b> <b>Río La María</b></p>	<p>Patrón de drenaje</p> <p>Dendrítico</p> <p>Densidad de drenaje</p> <p>Muy alta</p> <p>Patrón de alineamiento</p> <p>Recto</p>
<p><b>2108-0401</b> <b>Río Íquira</b> <b>entre</b> <b>Q. Grande y R. Yaguará</b></p>	<p>Patrón de drenaje</p> <p>Dendrítico</p> <p>Densidad de drenaje</p> <p>Muy alta</p> <p>Patrón de alineamiento</p> <p>Recto</p>



Nivel II unidades hidrográficas		Caracterización
<p><b>2108-0402</b> <b>Río Íquira entre</b> <b>R. San Francisco y</b> <b>Q. Grande</b></p>	Patrón de drenaje	
	Dendrítico	
	Densidad de drenaje	
	Muy alta	
	Patrón de alineamiento	
<p><b>2108-0403</b> <b>Río Íquira hasta</b> <b>R. San Francisco</b></p>	Patrón de drenaje	
	Dendrítico	
	Densidad de drenaje	
	Muy alta	
	Patrón de alineamiento	
	Recto	
	Meandrico	



Nivel II unidades hidrográficas		Caracterización
	Patrón de drenaje	
	Dendrítico	
	Densidad de drenaje	
	Muy alta	
	Patrón de alineamiento	
	Patrón de drenaje	
	Dendrítico	
	Densidad de drenaje	
	Muy alta	
	Patrón de alineamiento	
	Recto	



Nivel II unidades hidrográficas	Caracterización
<p><b>2108-0501</b> <b>Q. El Guamal</b> <b>y otros directos a R. Pacarní</b></p>	Patrón de drenaje
	Dendrítico
	Densidad de drenaje
	Muy alta
	Patrón de alineamiento
<p><b>2108-0502</b> <b>Q. de Juancho</b></p>	Patrón de drenaje
	Dendrítico
	Densidad de drenaje
	Muy alta
	Patrón de alineamiento
<p><b>2108-0502</b> <b>Q. de Juancho</b></p>	Recto



Nivel II unidades hidrográficas	Caracterización
<p><b>2108-0503</b> <b>Río Pacarní</b> <b>entre Qdas. La Damita</b> <b>y de Juancho</b></p>	Patrón de drenaje
	Dendrítico
	Densidad de drenaje
	Muy alta
	Patrón de alineamiento
	Trenzado
<p><b>2108-0504</b> <b>Qdas. La Damita y El Tote</b></p>	Patrón de drenaje
	Dendrítico
	Densidad de drenaje
	Muy alta
	Patrón de alineamiento
	Trenzado



Nivel II unidades hidrográficas	Caracterización
<p><b>2108-0505</b> <b>Río Pacarní</b> <b>hasta Q. La Damita</b></p>	Patrón de drenaje
	Dendrítico
	Densidad de drenaje
	Muy alta
	Patrón de alineamiento
	Trenzado
<p><b>2108-0601</b> <b>R. Yaguaracito entre</b> <b>Q. El Carbon y R. Yaguará</b></p>	Patrón de drenaje
	Dendrítico
	Densidad de drenaje
	Muy alta
	Patrón de alineamiento
	Trenzado

Nivel II unidades hidrográficas	Caracterización
<p><b>2108-0602</b> <b>Q. Cachimbo y otros directos a R. Yaguaracito</b></p>	Patrón de drenaje
	Dendrítico
	Densidad de drenaje
	Muy alta
	Patrón de alineamiento
	Trenzado
<p><b>2108-0603</b> <b>Q. El Dave y otros directos a R. Yaguaracito</b></p>	Patrón de drenaje
	Dendrítico
	Densidad de drenaje
	Muy alta
	Patrón de alineamiento
	Trenzado



Nivel II unidades hidrográficas		Caracterización
		Patrón de drenaje
		Dendrítico
		Densidad de drenaje
		Muy alta
		Patrón de alineamiento
		Patrón de drenaje
		Dendrítico
		Densidad de drenaje
		Muy alta
		Patrón de alineamiento
		Trenzado



Nivel II unidades hidrográficas		Caracterización
<p><b>2108-0606</b> <b>Q. El Carbón</b></p>	Patrón de drenaje	
	Dendrítico	
	Densidad de drenaje	
	Muy alta	
	Patrón de alineamiento	
<p><b>2108-0701</b> <b>Q. Seca y otros</b> <b>directos a R. Macurí</b></p>	Patrón de drenaje	
	Retorcido	
	Densidad de drenaje	
	Muy alta	
	Patrón de alineamiento	
	Meandrico	

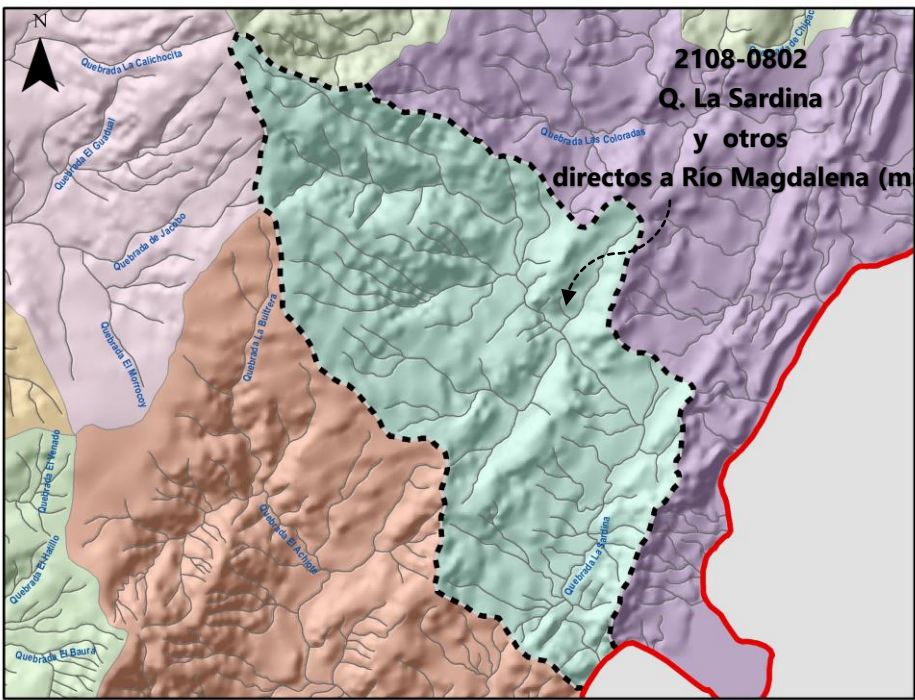
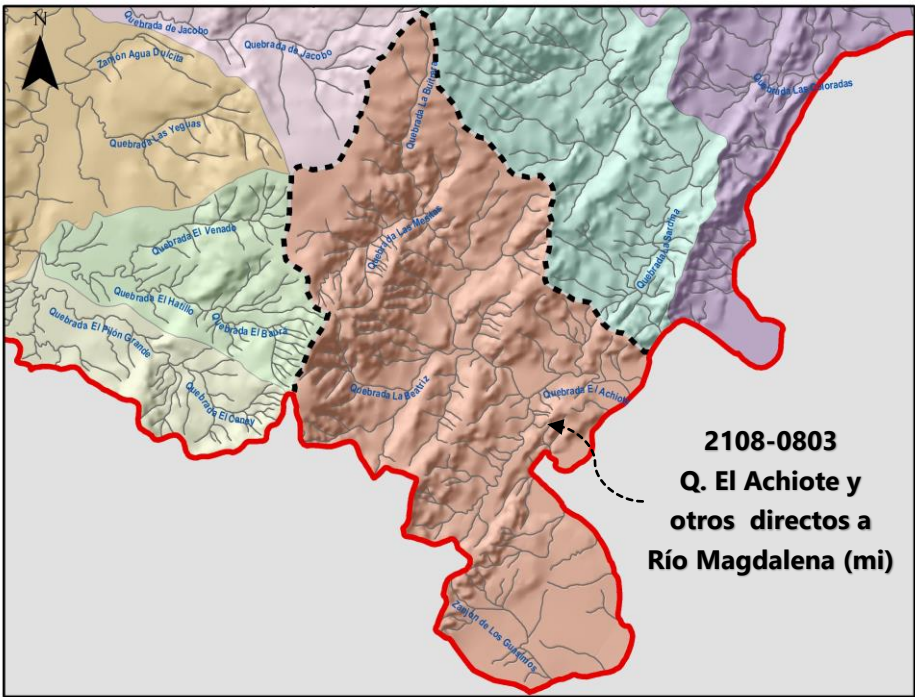
Nivel II unidades hidrográficas		Caracterización
		Patrón de drenaje
		Dendrítico
		Densidad de drenaje
		Muy alta
		Patrón de alineamiento
		Recto
		Patrón de drenaje
		Dendrítico
		Densidad de drenaje
		Muy alta
		Patrón de alineamiento
		Meandrico



Nivel II unidades hidrográficas		Caracterización
<p><b>2104-0704</b> <b>Q. El Pilon Grande</b></p>		Patrón de drenaje
		Dendrítico
		Densidad de drenaje
		Muy alta
		Patrón de alineamiento
<p><b>2108-0705</b> <b>Q. El Hatillo</b></p>		Patrón de drenaje
		Dendrítico
		Densidad de drenaje
		Muy alta
		Patrón de alineamiento
		Meandrico



Nivel II unidades hidrográficas	Caracterización
	Patrón de drenaje
	Dendrítico
	Densidad de drenaje
	Muy alta
	Patrón de alineamiento
	Trenzado
	Patrón de drenaje
	Retorcido
	Densidad de drenaje
	Muy alta
	Patrón de alineamiento
	Meandrónico

Nivel II unidades hidrográficas	Caracterización
	Patrón de drenaje
	Dendrítico
	Densidad de drenaje
	Muy alta
	Patrón de alineamiento
	Recto
	Patrón de drenaje
	Retorcido
	Densidad de drenaje
	Muy alta
	Patrón de alineamiento
	Meandrónico



Nivel II unidades hidrográficas	Caracterización
<p><b>2108-0901 Q. El Espinal y otros directos a Embalse Betania (mi)</b></p>	Patrón de drenaje
	Retorcido
	Densidad de drenaje
	Moderada
	Patrón de alineamiento
	Recto
<p><b>2108-0902 Qdas. El Partidero y La Buitrera</b></p>	Patrón de drenaje
	Dendrítico
	Densidad de drenaje
	Moderada
	Patrón de alineamiento
	Recto



Nivel II unidades hidrográficas		Caracterización
<p><b>2108-0903</b> <b>Q. Las Coloradas y otros directos a Río Magdalena</b></p>	Patrón de drenaje	
	Dendrítico	
	Densidad de drenaje	
	Muy alta	
	Patrón de alineamiento	
<p><b>2108-0904</b> <b>Q. Zanja Larga y otros directos a Embalse Betania (mi)</b></p>	Patrón de drenaje	
	Dendrítico	
	Densidad de drenaje	
	Muy alta	
	Patrón de alineamiento	
	Trenzada	

Nivel II unidades hidrográficas		Caracterización
	Patrón de drenaje	Retorcido
	Densidad de drenaje	Muy alta
	Patrón de alineamiento	Meandrico
	Patrón de drenaje	Dendrítico
	Densidad de drenaje	Muy alta
	Patrón de alineamiento	Meandrico



Nivel II unidades hidrográficas		Caracterización
<p><b>2108-1003</b> <b>Q. La Salada</b></p>	Patrón de drenaje	Dendrítico
	Densidad de drenaje	Muy alta
	Patrón de alineamiento	Meandrónico
<p><b>2108-1101</b> <b>R. Yaguará</b> <b>Entre</b> <b>Q. El Cachingo y</b> <b>R. Íquira</b></p>	Patrón de drenaje	Dendrítico
	Densidad de drenaje	Muy alta
	Patrón de alineamiento	Meandrónico



Nivel II unidades hidrográficas	Caracterización
	Patrón de drenaje
	Retorcido
	Densidad de drenaje
	Muy alta
	Patrón de alineamiento
	Patrón de drenaje
	Dendrítico
	Densidad de drenaje
	Muy alta
	Patrón de alineamiento
	Meandrico

Nivel II unidades hidrográficas	Caracterización
	Patrón de drenaje
	Retorcido
	Densidad de drenaje
	Alta
	Patrón de alineamiento
	Retorcido

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

## 5.6. Conclusiones y recomendaciones

En general para la cuenca del río Yaguará se identificaron 12 unidades hidrográficas nivel I, 47 unidades Nivel II de las cuales 22 corresponden a unidades hidrográficas abastecedoras y 6 áreas aferentes de acueductos de cabeceras urbanas y centros poblados. El cauce principal del río Yaguará presenta un orden 7, señalando que, de acuerdo a la configuración hídrica de la cuenca, el 51% de la longitud de afluentes son de orden 1, el 24% de orden 2, el 13% de orden 3, el 8% de orden 4, el 3% de orden 5, el 1,4% de orden 6 y finalmente el 0,4% de orden 7.

La densidad de drenajes de la cuenca es de 4,3 km/km<sup>2</sup> indicando una alta densidad de drenajes.

La cuenca presenta una oferta hídrica con una alta densidad de drenajes, se tiene que 43 de las 47 unidades de nivel II se identifican en la categoría de densidad alta. Así mismo, se encuentra una proporción alta de patrones de drenaje dendrítico con 37 unidades, y una proporción equivalente para patrones de alineamiento de drenajes meándrico con 15 unidades, 16 unidades con patrón recto y 16 unidades de II nivel con patrón trenzado.

## 6. CLIMA

### 6.1. Introducción

El análisis climatológico en una cuenca hidrográfica permite realizar un primer acercamiento respecto a las características generales de la cuenca, ya que las condiciones meteorológicas son elementos que determinan tanto aspectos biofísicos como socioeconómicos y culturales. La dinámica climática se basa en el análisis de las denominadas variables climatológicas, dependiendo de los sistemas de medición determinados para cada una de estas, y de la escala temporal (horaria, diaria, mensual, etc.), estableciendo series de registro de datos que permiten estimar los valores medios y las condiciones extremas de las mismas.

A continuación, se efectúa un análisis de la distribución temporal para los siguientes parámetros de las redes meteorológicas disponibles en el área de la cuenca, información proporcionada por el IDEAM: brillo solar (h/mes), evaporación (mms), humedad relativa (%), nubosidad, precipitación total (mm), precipitación máxima en 24 horas, temperatura (°C), dirección del viento (°) y velocidad (m/s), aclarando que no todas las estaciones cuentan con la totalidad de los parámetros. Seguido de que se desarrollen los aspectos asociados a los parámetros climáticos más importantes, finalmente, se desarrollan los apartes de balance hídrico, índice de aridez y clasificación climática de la cuenca.

### 6.2. Objetivos

#### 6.2.1. Objetivo General.

Desarrollar el análisis climatológico de la cuenca del Río Yaguará, en los municipios Íquira, Nátaga, Teruel, Tesalia y Yaguará en el departamento de Huila.

#### 6.2.2. Objetivos Específicos.

- ❖ Realizar el análisis de los parámetros climatológicos como temperatura, precipitación, humedad relativa, entre otros parámetros, dentro de la zona de estudio.
- ❖ Analizar los datos de forma estadística, encontrando correlaciones entre estaciones y complementar la información en los vacíos presentes en los registros históricos, teniendo en cuenta que este objetivo aplica solo para precipitación.
- ❖ Estimar el balance hídrico, índice de aridez y clasificación climática de la cuenca



### 6.3. Caracterización Climática

#### 6.3.1. Metodología.

##### 6.3.1.1. Recopilación de información.

La fase preliminar en todo estudio es la recopilación de la información y documentos existentes, relacionados con el mismo. En este sentido, se procedió a la revisión y descarga de la información hidroclimática para las estaciones en el área de influencia de la cuenca, disponible en el aplicativo dispuesto por el IDEAM para tal fin, el cual se encuentra disponible en el siguiente enlace: <http://dhime.ideam.gov.co/atencionciudadano/>.

Los estudios hidrometeorológicos utilizan datos de observaciones reales de valores de diversos parámetros (precipitación, temperatura, niveles, gastos, entre otros), cuya variabilidad en el tiempo es grande y no sistemática. Se tiene, por consiguiente, que recurrir a la estadística para realizar el análisis de estas variables, a fin de conocer su naturaleza, definir su exactitud y precisión para utilizarlos en la solución de los problemas asociados a parámetros climáticos, su representatividad en el espacio, necesitándose que los datos abarquen series de periodos lo más extensos posibles. Se da importancia a los datos más actuales, por los cambios climáticos que se han presentado en los últimos tiempos y en las diferentes regiones.

##### 6.3.1.2. Selección de la Red meteorológica.

La red permite evaluar diversas variables meteorológicas, como precipitación, temperatura, humedad relativa, entre otras; cuantificando los valores y proporcionando conocimiento del comportamiento de los parámetros. Esta información que registran las estaciones es de utilidad para la estimación de la evapotranspiración y otros de interés para el sector agropecuario, adicionalmente atribuye al estudio de cambio climático.

Para la selección de las estaciones que conforman la red meteorológica de interés, se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

**Tabla 6.1. Criterios para la selección de estaciones de la red meteorológica**

Identificación Geoespacial	Este criterio busca relacionar la información de identificación de la estación (Nombre, Cuenca Hidrográfica, Tipo, Categoría, Coordenadas, Código) con su localización geoespacial en las zonas operativas, para identificar si su información es o no representativa del comportamiento climático de la cuenca.
Porcentaje de Información	Identificar el porcentaje de información general con el que cuenta cada una de las estaciones meteorológicas, y así poder valorar la utilidad de la información de la estación, teniendo en cuenta que las técnicas para completar datos usan valores medios que

	reducen la variabilidad temporal de la información si el porcentaje de datos faltantes es alto.
Resolución Temporal de la Medición de las Variables	Analizar las escalas de tiempo de las mediciones con las que se registra la información de cada una de las variables hidrometeorológicas, para garantizar por lo menos 30 años de observación.
Densidad de Estaciones	Acorde al área de la cuenca del río Yaguará y al número de estaciones meteorológicas se valora la densidad de estaciones, de manera que los polígonos de Thiessen tengan una proporción adecuada sin que una estación tenga una mayor dominancia espacial en los datos. Con esto se garantiza que las interpolaciones para la construcción de isoyetas no tengan "ojos de buey" u otras desviaciones que se apartan del comportamiento climático real.

Producto de la selección, se realiza la ubicación georreferenciada de las estaciones inventariadas sobre un Sistema de Información Geográfica SIG, como base para la caracterización espacial del clima en la cuenca.

#### **6.3.1.3. Tratamiento de la información climática.**

Las series meteorológicas diarias, mensuales o anuales de todas las estaciones de la cuenca y de su periferia, descargadas del servidor del IDEAM, fueron analizadas para determinar su extensión y continuidad, con fines de seleccionar los períodos más adecuados para el cálculo de los parámetros climáticos. Los períodos tuvieron una extensión mayor a 30 años, siguiendo las recomendaciones de la OMM y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Se dio prioridad en el tratamiento de datos a las variables de precipitación y temperatura, por ser fundamentales para el estudio climático; para el cálculo de los datos faltantes, se aplicaron los siguientes procedimientos (HIMAT, 1990):

##### **6.3.1.3.1. Precipitación:**

La completitud de las series con datos faltantes para el parámetro de precipitación, se utiliza el método de proporcionalidad (autocorrelación) y de razón de valores normales.

##### **❖ Proporcionalidad (autocorrelación):**

La completación de las series por este método, comprende tener de referencia la misma serie, aplicando la siguiente ecuación:

$$X = \frac{x * Pf}{Pa - x}$$

Donde:

X= Precipitación del mes faltante.  
x= Precipitación promedio del mes faltante.  
Pf= Total anual (mes faltante).  
Pa= Total anual promedio.

Se aplicó el presente método para aquellas series que le haga falta menos del 5% de datos en total.

❖ *Razón de Valores Normales:*

$$Px = \frac{1}{n} \left[ \frac{Nx}{NA} PA + \frac{Nx}{NB} PB + \frac{Nx}{NC} PC \right]$$

Donde:

Px= Precipitación faltante.  
PA, PB, PC= Valores registrados por las estaciones A, B y C.  
N= Valor medio del mes o años faltante.  
n= Número de estaciones de referencia.  
x= Factor.

Se aplicó el presente método para aquellas series que le haga falta más del 5% de datos en total.

#### **6.3.1.4. Elaboración de mapas climáticos.**

##### **6.3.1.4.1. Trazado de isoyetas.**

Se trazó el mapa de isoyetas medias anuales, con base en la homogeneización de las series de precipitación de las estaciones de la cuenca para los períodos establecidos. A fin de facilitar el trazado de isoyetas por interpolación, se tomó en cuenta el relieve y la orografía. Las isoyetas medias anuales permitieron calcular las precipitaciones anuales medias que tendrá la cuenca y microcuencas, como parte de la zonificación hidrológica y del balance hídrico.

##### **6.3.1.4.2. Trazado de isotermas.**

Con la finalidad de estimar el perfil vertical de la temperatura (disminución de la temperatura con la altura), se realizó un estudio de correlación lineal de temperatura. Se trazaron las isotermas con intervalos de 1°C, tomando en cuenta la topografía y aplicando la correlación lineal más adecuada según el mes correspondiente.

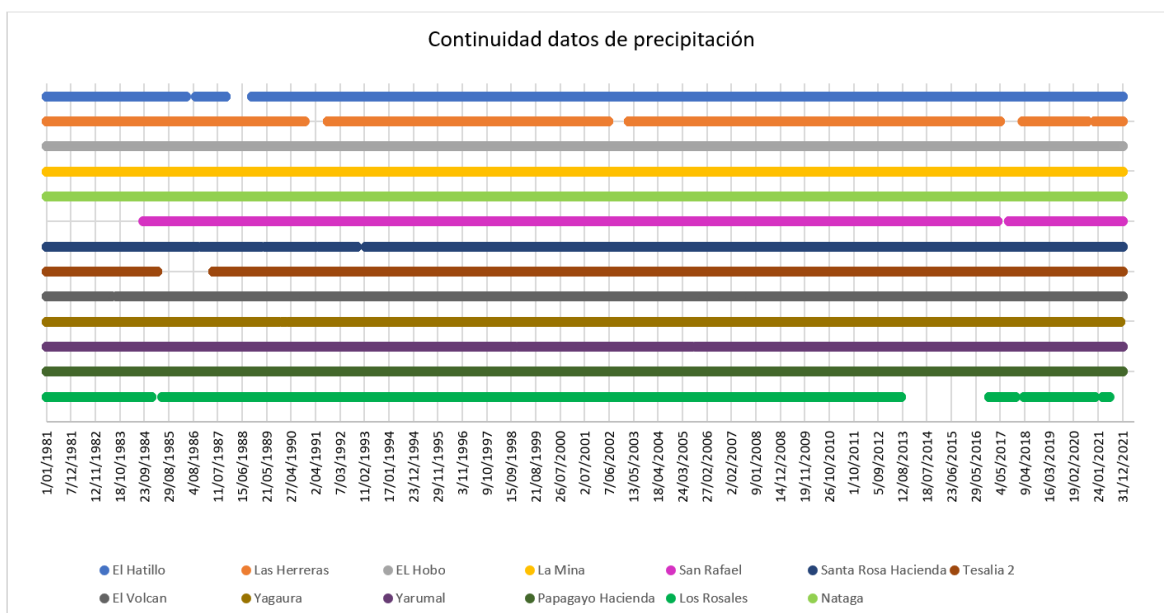


### 6.3.2. Caracterización de la Red Meteorológica.

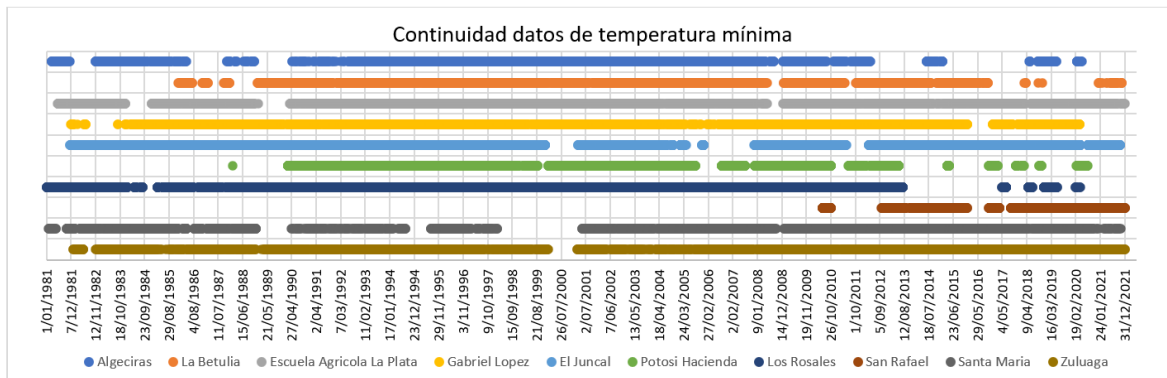
Para el presente estudio, fueron analizadas las estaciones climatológicas, pluviométricas, y pluviográficas disponibles en la zona de la cuenca del río Yaguará y áreas aledañas, estas estaciones se encuentran ubicadas en el departamento de Huila. Para esto, se adquirieron los datos de precipitación diaria y mensual, evaporación diaria y mensual, temperaturas media, máxima y mínima mensual, humedad relativa media mensual, entre otros; por medio del portal del Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios ambientales IDEAM.

#### 6.3.2.1. Continuidad de la información climatológica

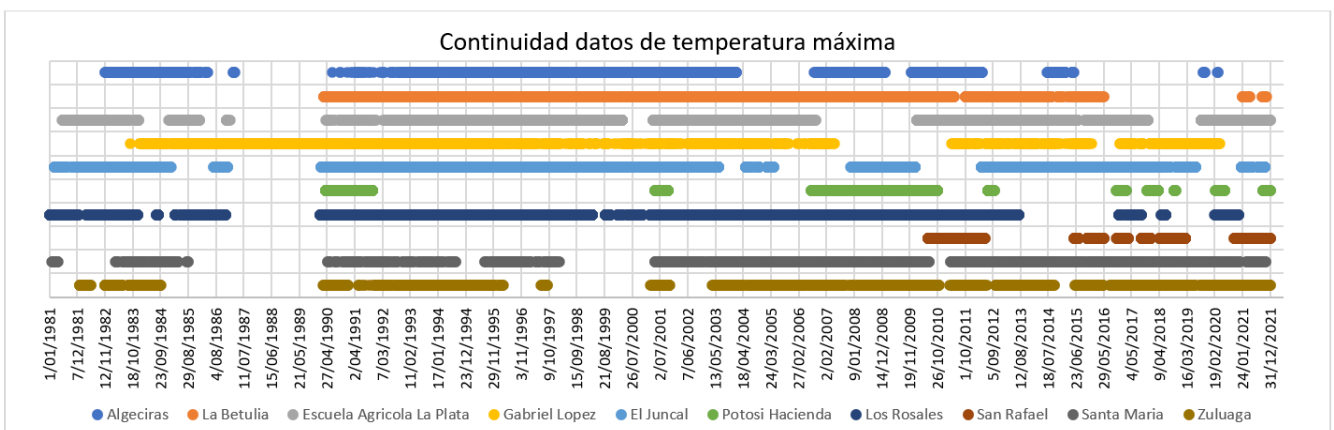
La información climatológica analizada cuenta con datos desde 01 de enero de 1981 hasta el 31 de diciembre de 2021, para un total de 41 años, en las siguientes gráficas se presenta la continuidad de estos datos para las variables de precipitación, temperatura mínima y máxima, humedad relativa mínima y máxima, brillo solar, nubosidad, evaporación, velocidad del viento y dirección del viento.



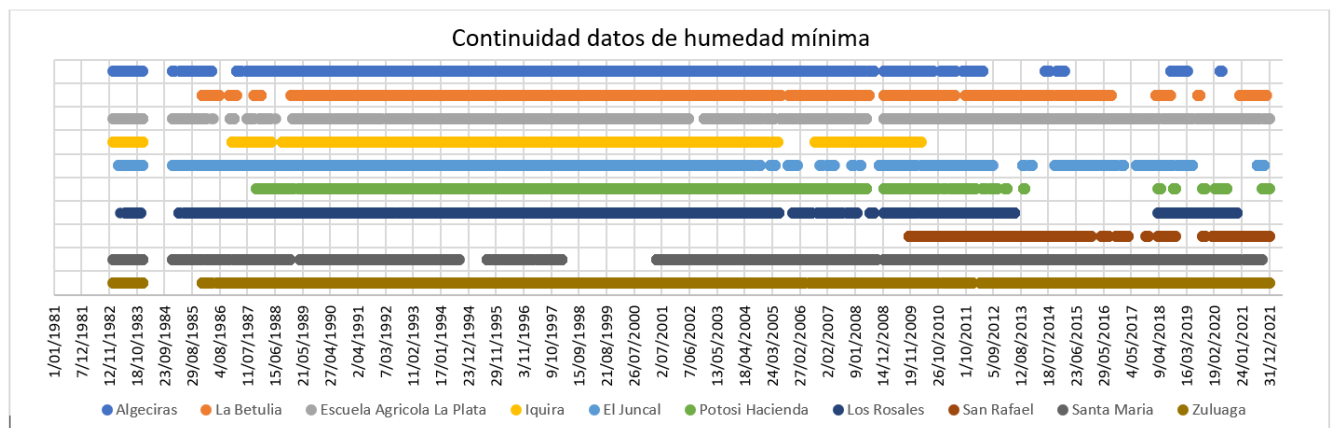
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



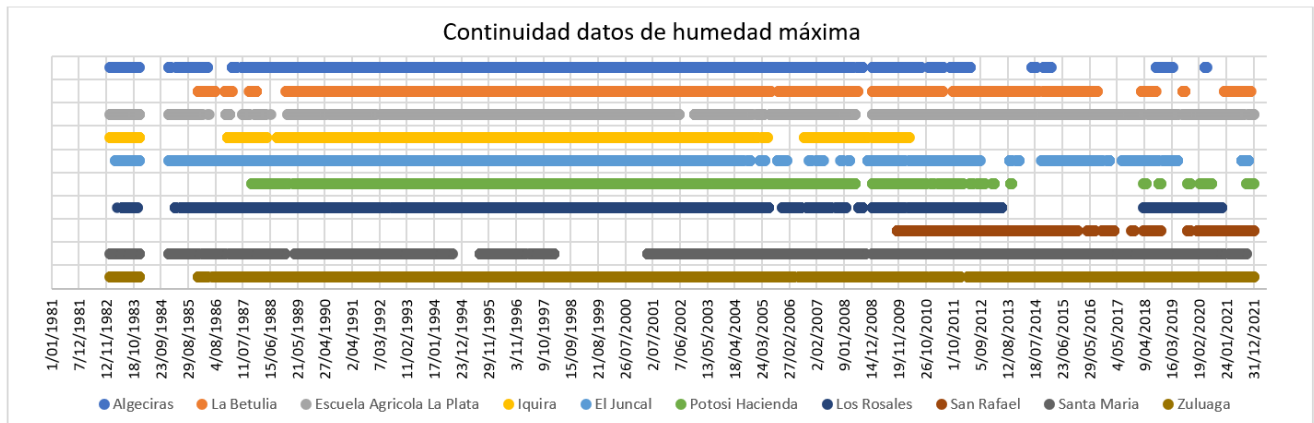
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



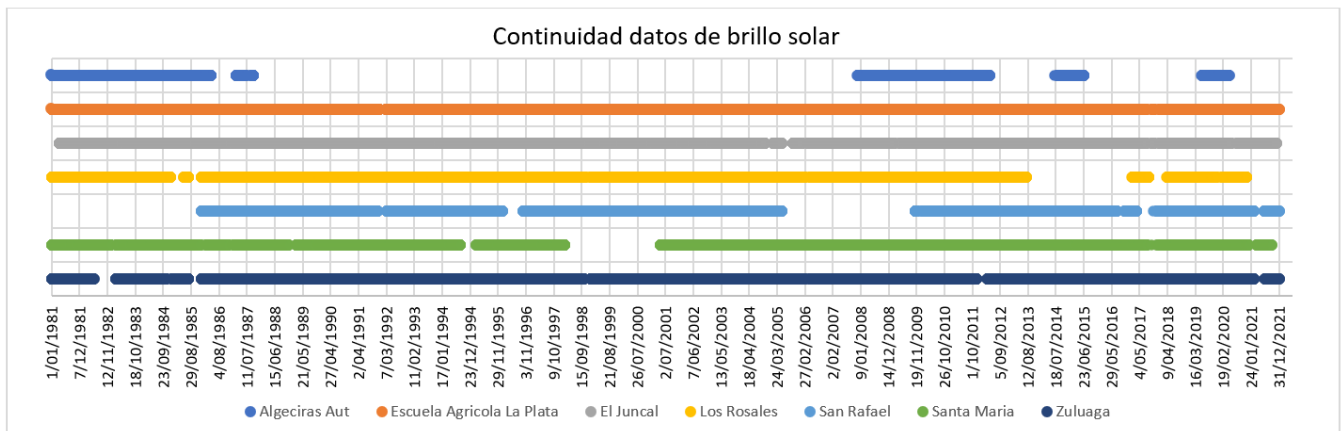
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



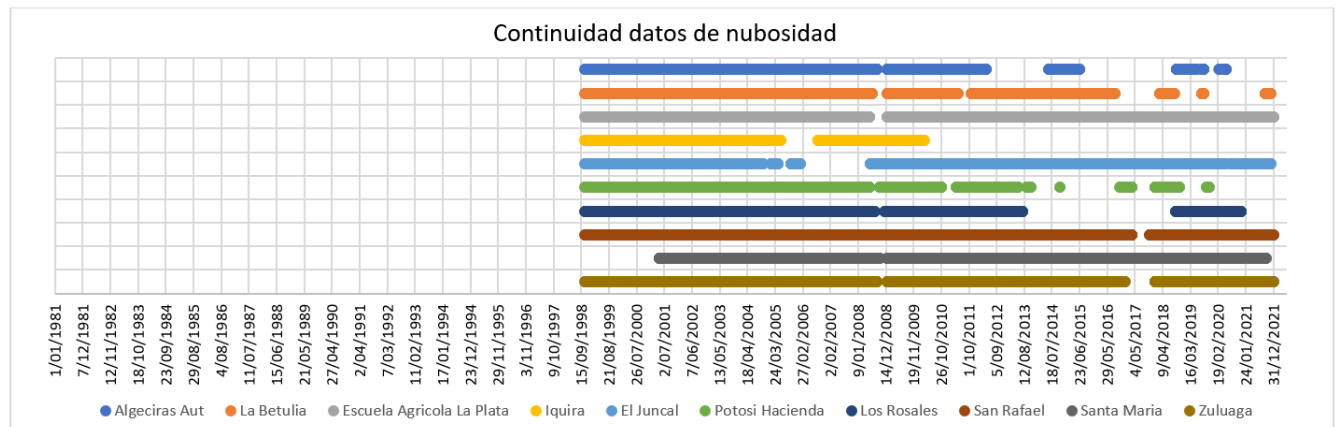
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

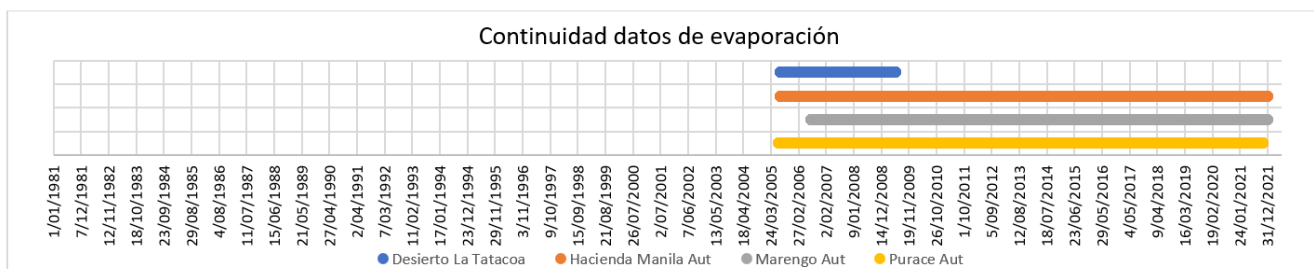


Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

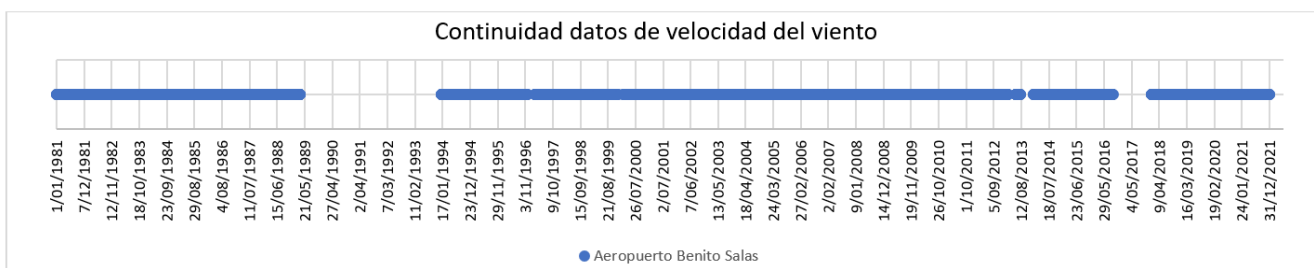


Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

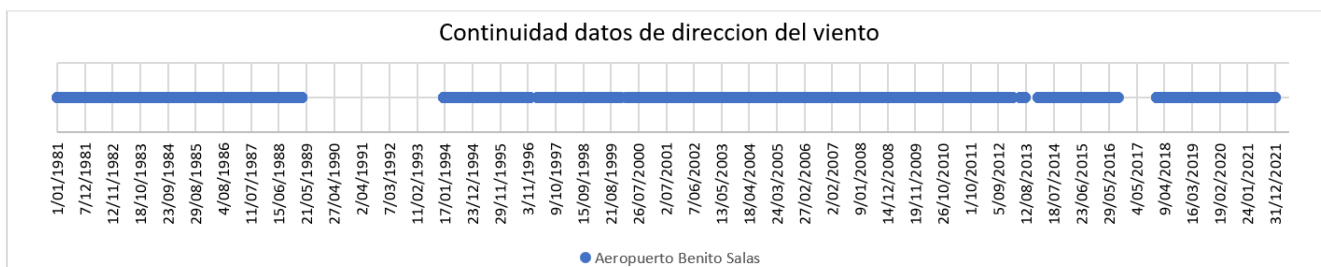




Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

En la información Datos – Datos procesados anexa a este capítulo se incluyen la continuidad datos clima para cada una de las variables a analizar.

### 6.3.2.2. Estaciones Climáticas para el análisis de Precipitación.

Las estaciones medidoras de precipitación en la zona de estudio para el análisis de precipitación de la cuenca del río Yaguará se seleccionaron para contar con registros iguales o mayores a 30 años, con registros entre los años 1981 y 2021.

Para el análisis de precipitación de la cuenca, se propusieron 24 estaciones de las que fueron 13 las estaciones útiles para el desarrollo del presente estudio, todas activas, las cuales se encuentran alrededor del área de la cuenca; se tienen 6 estaciones con información disponible dentro de la cuenca y 7 alrededor de esta. En la Tabla 6.2 se muestran las estaciones propuestas para el análisis de precipitación; la estación Terpeya Colombia la cual se encuentra dentro de la cuenca no se tomó en cuenta para el análisis de precipitación

debido a que se encuentra en mantenimiento para el año 2022 y no cuenta con información suficiente para realizar un análisis ya que cuenta con información faltante mayor a 15 años, se tienen 10 estaciones las cuales cuentan con un tiempo de suspensión o desinstalación mayor a 15 años lo que no permite que se pueda hacer un análisis pertinente para la precipitación. En la Tabla 6.3 se muestran las estaciones medidoras de precipitación, indicando su código, nombre, categoría, municipio, coordenadas, elevación, fecha de instalación, escala de registro, entre otras características.

En la Figura 6.1 se aprecia la ubicación de las estaciones propuestas para el análisis de la precipitación, allí se aprecia que se encuentran distribuidas dentro y alrededor de la cuenca del río Yaguará.

En la Figura 6.2 se aprecia la ubicación de las estaciones seleccionadas para el análisis de precipitación, allí se aprecia que todas hacen parte del departamento del Huila y se encuentran distribuidas dentro y alrededor de la cuenca del río Yaguará.

**Tabla 6.2. Estaciones climáticas propuestas para el análisis de precipitación**

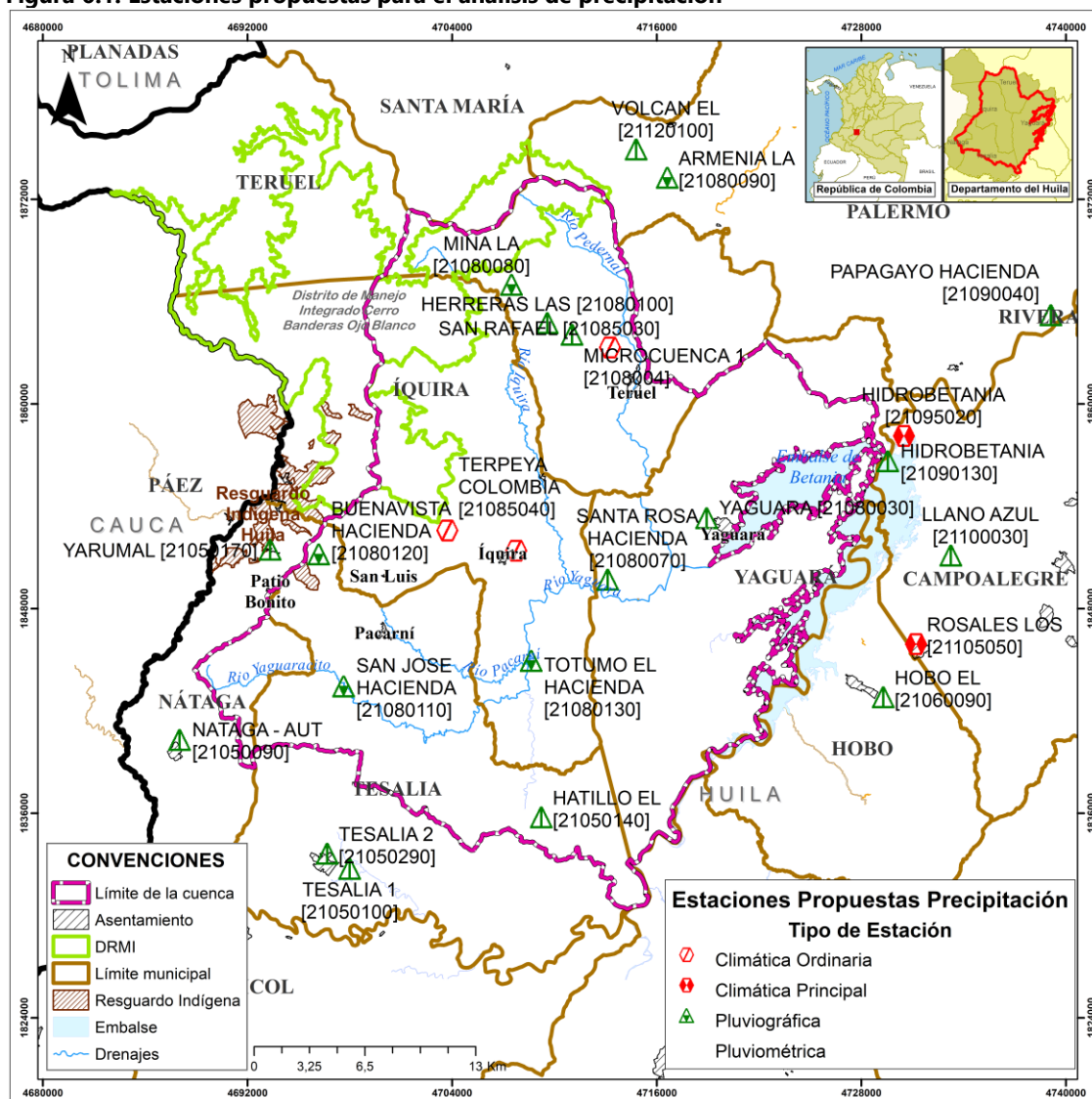
CÓDIGO	ESTACIÓN	CATEGORÍA	FECHA INSTALACIÓN	ALTITUD (m.s.n.m.)	LATITUD	LONGITUD	FEHA DESINSTALACIÓN
21085040	TERPEYA COLOMBIA	Climática Ordinaria	14/11/1990	1650	2,662806	-75,665556	En mantenimiento
21050140	EL HATILLO	Pluviométrica	15/11/1975	900	2,510778	-75,615667	Activa
21050090	NATAGA-AUT	Pluviométrica	14/04/1971	1545	2,551444	-75,8065	Activa
21060090	EL HOBO	Pluviométrica	15/04/1971	636	2,574806	-75,435528	Activa
21080070	SANTA ROSA HACIENDA	Pluviométrica	15/10/1979	650	2,636917	-75,580917	Activa
21050170	YARUMAL	Pluviométrica	15/11/1975	1950	2,652389	-75,758944	Activa
21080030	YAGUARA	Pluviométrica	15/11/1958	600	2,669611	-75,528861	Activa
21100030	LLANO AZUL	Pluviométrica	15/06/1969	600	2,65	-75,4	15/12/1974
21085020	IQUIRA	Climática Ordinaria	15/04/1971	195	2,652194	-75,62925	21/07/2011
21090130	HIDROBETANIA	Pluviométrica	15/02/1982	500	2,7	-75,433333	15/11/1987
21095020	HIDROBETANIA	Climática Principal	15/03/1990	500	2,713444	-75,424917	15/08/2003
21080100	LAS HERRERAS	Pluviométrica	15/11/1975	1800	2,772833	-75,613056	Activa
21080040	MICROCUECA 1	Pluviométrica	15/05/1985	1140	2,766667	-75,6	15/07/1995
21090040	PAPAGAYO HACIENDA	Pluviométrica	15/03/1968	460	2,777583	-75,347528	Activa
21080080	LA MINA	Pluviográfica	15/11/1975	1800	2,793056-	75,632	Activa

21080090	LA ARMENIA	Pluviográfica	15/04/1976	2700	2,85	-75,55	15/05/1994
21120100	EL VOLCAN	Pluviométrica	15/11/1976	1105	2,865	-75,566389	Activa
21050290	TESALIA 2	Pluviométrica	15/04/1971	825	2,491278	-75,7285	Activa
21050100	TESALIA 1	Pluviométrica	15/12/1958	990	2,483333	-75,716667	15/08/1971
21080130	TOTUMO EL HACIENDA	Pluviográfica	14/06/1983	790	2,59375	-75,621194	23/10/2018
21080120	BUENAVISTA HACIENDA	Pluviográfica	14/06/1983	1720	2,65	-75,733333	21/01/2019
21085030	SAN RAFAEL	Climática Ordinaria	15/09/1984	1030	2,76	-75,58	Activa
21080110	SAN JOSE HACIENDA	Pluviográfica	15/06/1983	1000	2,58	-75,72	Activa
21105050	LOS ROSALES	Climática Principal	15/12/1973	553	2,603056	-75,418333	Activa

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022, a partir de información IDEAM

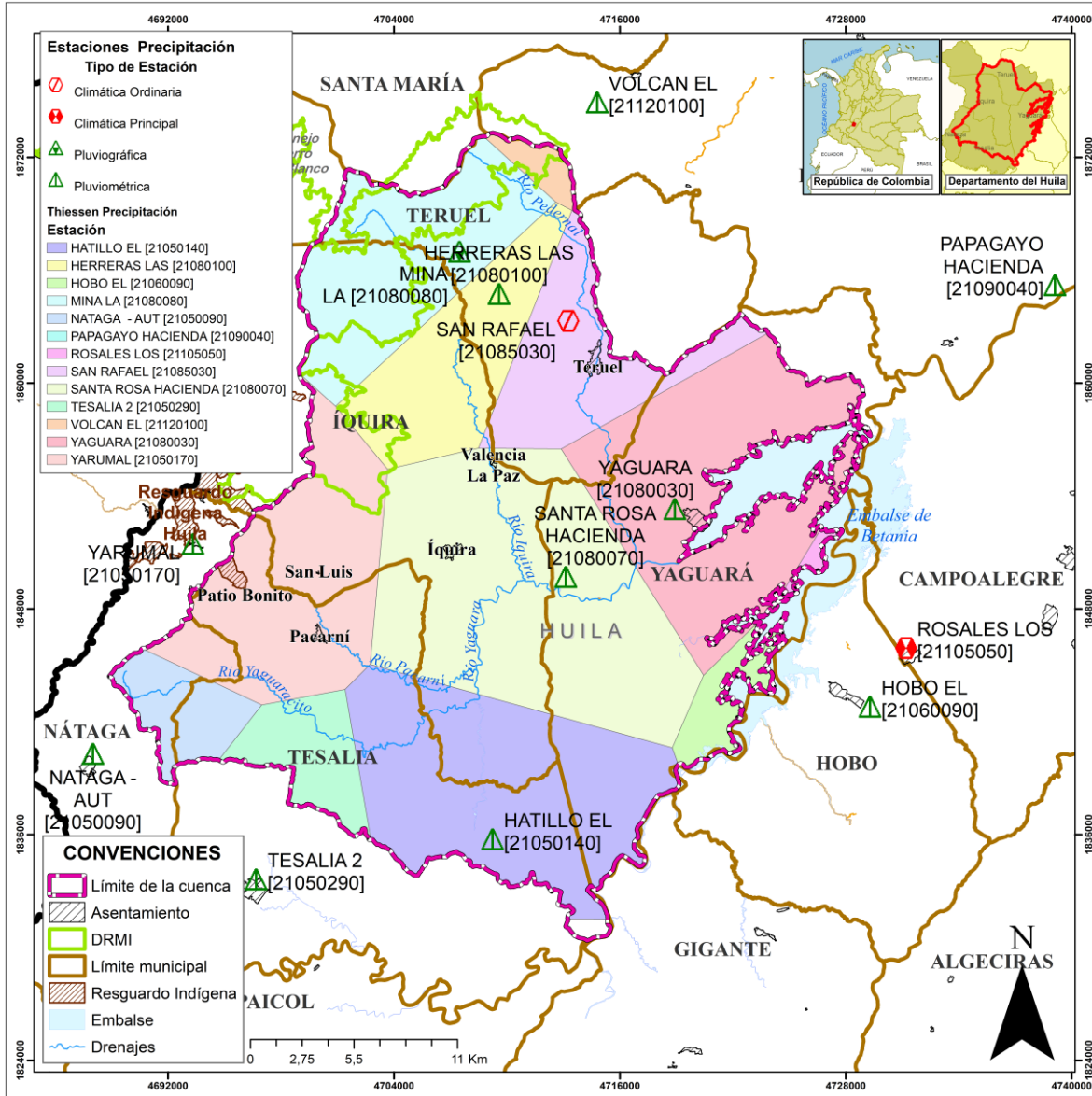


**Figura 6.1. Estaciones propuestas para el análisis de precipitación**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Figura 6.2. Estaciones de precipitación



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 6.3. Estaciones climáticas utilizadas para el análisis de precipitación**

CÓDIGO	ESTACIÓN	CATEGORÍA	FECHA INSTALACIÓN	ALTITUD (m.s.n.m.)	LATITUD	LONGITUD	MUNICIPIO	ESCALA DE REGISTRO	CARÁCTER	PERÍODO UTILIZADO
21050140	HATILLO EL	Pluviométrica	15/11/1975	900,00	2,51078	-75,61567	Tesalia	Diaria	Pública	1981-2021
21080100	HERREA LAS	Pluviométrica	15/11/1975	1800,00	2,77283	-75,61306	Teruel	Diaria	Pública	1981-2021
21060090	HOBO EL	Pluviométrica	15/04/1971	636,00	2,57481	-75,43553	Hobo	Diaria	Pública	1981-2021
21080080	MINA LA	Pluviométrica	15/11/1975	1800,00	2,79306	-75,63200	Teruel	Diaria	Pública	1981-2021
21050090	NATAGA	Pluviométrica	14/04/1971	1545,00	2,55144	-75,80650	Nátaga	Diaria	Pública	1981-2021
21085030	SAN RAFAEL	Climatológica ordinaria	15/09/1984	1030,00	2,76000	-75,58000	Teruel	Diaria	Pública	1984-2021
21080070	SANTA ROSA HACIENDA	Pluviométrica	15/10/1979	650,00	2,63692	-75,58092	Yaguará	Diaria	Pública	1981-2021
21050290	TESALIA 2	Pluviométrica	15/04/1971	825,00	2,49128	-75,72850	Tesalia	Diaria	Pública	1981-2021
21120100	VOLCAN EL	Pluviométrica	15/11/1976	1105,00	2,86500	-75,56639	Palermo	Diaria	Pública	1981-2021
21080030	YAGUARA	Pluviométrica	15/11/1958	600,00	2,66961	-75,52886	Yaguará	Diaria	Pública	1981-2021
21050170	YARUMAL	Pluviométrica	15/11/1975	1950,00	2,65239	-75,75894	Nátaga	Diaria	Pública	1981-2021
21090040	PAPAGAYO HACIENDA	Pluviométrica	15/03/1968	460,00	2,77758	-75,34753	Palermo	Diaria	Pública	1981-2021
21105050	ROSALES LOS	Climatológica ordinaria	15/12/1973	553,00	2,60306	-75,41833	Campoalegre	Diaria	Pública	1981-2021

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022, a partir de información IDEAM.

Las estaciones para el análisis de precipitación son de categoría Pluviométrica y Climática ordinaria, cuentan con 42 años de registros de datos diarios, poseen un porcentaje de datos faltantes de entre 0,7% a 15,5%.



### 6.3.2.3. Estaciones Climáticas para el análisis de temperatura, brillo solar, evaporación, humedad relativa, nubosidad, velocidad y dirección del viento.

Para lograr el análisis y cobertura de las condiciones de temperatura de la cuenca, se propuso 11 estaciones (ver Figura 6.3) de las que se analizaron 10 estaciones localizadas entre los 460 m.s.n.m. y los 3071 m.s.n.m., cuyo período de registro era útil según los lineamientos del IDEAM y el MADS, y que se encuentran activas en el territorio. Una de estas estaciones se encuentra en el departamento del Cauca, pero cercana a la parte alta de la cuenca; las demás, se ubican en el departamento del Huila. En la Figura 6.3 se precia la ubicación de estas en el territorio.

En la Tabla 6.4 se muestran las estaciones propuestas; en la Tabla 6.5 se muestran de igual manera, las estaciones climatológicas de la zona de estudio usadas para el análisis de temperatura, indicando su código, nombre, categoría, municipio, coordenadas, elevación, fecha de instalación, escala de registro, entre otras características.

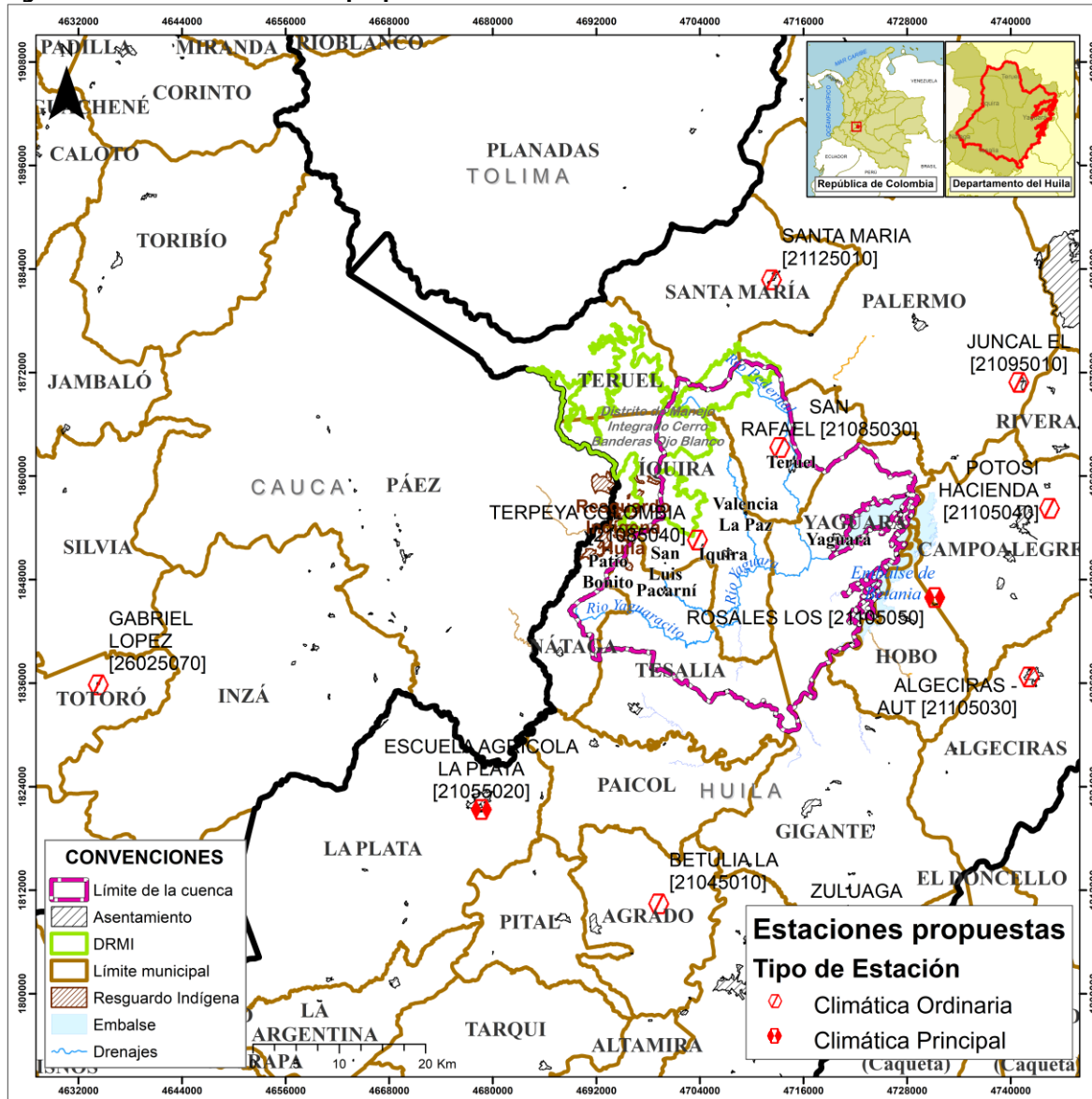
Si bien algunas de las estaciones se encuentran un poco apartadas del área de la cuenca, fue necesario su empleo para poder efectuar las correlaciones de gradiente térmico en el rango de altitudes presente en la cuenca del río Yaguará, y que contaran con registros entre los años 1981 a 2021 ya que otras estaciones más cercanas fueron suspendidas muchos años antes a 2021, siendo inútiles para el estudio.

**Tabla 6.4. Estaciones climáticas propuestas**

CÓDIGO	ESTACIÓN	CATEGORÍA	FECHA INSTALACIÓN	ALTITUD (m.s.n.m.)	LATITUD	LONGITUD	FEHA DESINSTALACIÓN
21085040	TERPEYA COLOMBIA	Climática Ordinaria	14/11/1990	1650	2,662806	-75,665556	En mantenimiento
21105040	POTOSI HACIENDA	Climática Ordinaria	15/12/1986	680	2,696806	-75,298889	Activa
21095010	EL JUNCAL	Climática Ordinaria	15/11/1965	460	2,828806	-75,331167	Activa
21125010	SANTA MARIA	Climática Ordinaria	15/09/1971	1300	2,935694	-75,589056	Activa
21045010	LA BETULIA	Climática Ordinaria	15/12/1985	780	2,281583	-75,705083	Activa
21065040	ZULUAGA	Climática Ordinaria	15/06/1971	1270	2,2525	-75,529444	Activa
21085030	SAN RAFAEL	Climática Ordinaria	15/09/1984	1030	2,76	-75,58	Activa
21055020	ESCUELA AGRICOLA LA PLATA	Climática Principal	15/12/1969	1070	2,38	-75,89	Activa
21105050	LOS ROSALES	Climática Principal	15/12/1973	553	2,603056	-75,418333	Activa
26025070	GABRIEL LOPEZ	Climática Ordinaria	15/04/1971	3071	2,50975	-76,289056	Activa
21105030	ALGECIRAS AUT	Climática Ordinaria	15/04/1971	993	2,52	-75,319997	Activa

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022, a partir de información IDEAM.

**Figura 6.3. Estaciones climáticas propuestas**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 6.5. Estaciones climáticas para temperatura**

CÓDIGO	ESTACIÓN	CATEGORÍA	FECHA INSTALACIÓN	ALTITUD (m.s.n.m.)	LATITUD	LONGITUD	MUNICIPIO	ESCALA DE REGISTRO	CARÁCTER	PERÍODO UTILIZADO
21105030	ALGECIRAS - AUT	Climatológica ordinaria	15/04/1971	993	2,5200	-75,3200	Algeciras	Diaria	Pública	1982-2020
21045010	BETULIA LA	Climatológica ordinaria	15/12/1985	780	2,2816	-75,7051	Agrado	Diaria	Pública	1990-2021
21055020	ESCUELA AGRICOLA LA PLATA	Climatológica principal	15/12/1969	1070	2,3800	-75,8900	La Plata	Diaria	Pública	1981-2021
26025070	GABRIEL LOPEZ	Climatológica ordinaria	15/06/1970	3071	2,5098	-76,2891	Totoró - Cauca	Diaria	Pública	1983-2020
21095010	JUNCAL EL	Climatológica ordinaria	15/11/1965	460	2,8288	-75,3312	Palermo	Diaria	Pública	1981-2021
21105040	POTOSI HACIENDA	Climatológica ordinaria	15/12/1986	680	2,6968	-75,2989	Campoalegre	Diaria	Pública	1990-2021
21105050	ROSALES LOS	Climatológica principal	15/12/1973	553	2,6031	-75,4183	Campoalegre	Diaria	Pública	1981-2020
21085030	SAN RAFAEL	Climatológica ordinaria	15/09/1984	1030	2,7600	-75,5800	Teruel	Diaria	Pública	2010-2021
21125010	SANTA MARIA	Climatológica ordinaria	15/09/1971	1300	2,9357	-75,5891	Santa María	Diaria	Pública	1981-2021
21065040	ZULUAGA	Climatológica ordinaria	15/06/1971	1270	2,2525	-75,5294	Garzón	Diaria	Pública	1982-2021

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022, a partir de información IDEAM

**Tabla 6.6. Estaciones climáticas para brillo solar**

CÓDIGO	ESTACIÓN	CATEGORÍA	FECHA INSTALACIÓN	ALTITUD (m.s.n.m.)	LATITUD	LONGITUD	MUNICIPIO	ESCALA DE REGISTRO	CARÁCTER	PERÍODO UTILIZADO
21095010	JUNCAL EL	Climatológica ordinaria	15/11/1965	460	2,8288	-75,3312	Palermo	Diario	Pública	1981-2020
21105050	ROSALES LOS	Climatológica principal	15/12/1973	553	2,6031	-75,4183	Campoalegre	Diario	Pública	1981-2021
21105030	ALGECIRAS - AUT	Climatológica ordinaria	15/04/1971	993	2,5200	-75,3200	Algeciras	Diario	Pública	1981-2021
21085030	SAN RAFAEL	Climatológica ordinaria	15/09/1984	1030	2,7600	-75,5800	Teruel	Diario	Pública	1981-2020
21055020	ESCUELA AGRICOLA LA PLATA	Climatológica principal	15/12/1969	1070	2,3800	-75,8900	La Plata	Diario	Pública	1986-2021
21065040	ZULUAGA	Climatológica ordinaria	15/06/1971	1270	2,2525	-75,5294	Garzón	Diario	Pública	1981-2021
21125010	SANTA MARIA	Climatológica ordinaria	15/09/1971	1300	2,9357	-75,5891	Santa María	Diario	Pública	1981-2021

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022, a partir de información IDEAM.



**Tabla 6.7. Estaciones climáticas para evaporación**

CÓDIGO	ESTACIÓN	CATEGORÍA	FECHA INSTALACIÓN	ALTITUD (m.s.n.m.)	LATITUD	LONGITUD	MUNICIPIO	ESCALA DE REGISTRO	CARÁCTER	PERÍODO UTILIZADO
21085040	TERPEYA COLOMBIA	Climatológica ordinaria	14/11/1990	1650	2,662806	-75,665556	Iquira	Diaria	Pública	1981-2021
21115180	HAC MANILA AUT	Agrometeorológica	15/06/2005	600	3,1331	-75,0815	Baraya	Diaria	Pública	2005-2021
21015060	MARENGO AUT	Agrometeorológica	23/07/2005	1550	2,2211	-76,1189	La Plata	Diaria	Pública	2005-2021
21105050	LOS ROSALES	Climatológica principal	17/12/1973	553	2,603056	-75,418333	Campoalegre	Diaria	Pública	1981-2020
21065040	ZULUAGA	Climatológica ordinaria	15/06/1971	1270	2,2525	-75,529444	Garzón	Diaria	Pública	1981-2021
21105030	ALGECIRAS-AUT	Climatológica ordinaria	15/04/1971	993	2,52	-75,319997	Algeciras	Diaria	Pública	1982-2020

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022, a partir de información IDEAM

**Tabla 6.8. Estaciones climáticas para humedad relativa y nubosidad**

CÓDIGO	ESTACIÓN	CATEGORÍA	FECHA INSTALACIÓN	ALTITUD (m.s.n.m.)	LATITUD	LONGITUD	MUNICIPIO	ESCALA DE REGISTRO	CARÁCTER	PERÍODO UTILIZADO
21105030	ALGECIRAS – AUT	Climatológica ordinaria	15/04/1971	993	2,5200	-75,3200	Algeciras	Diaria	Pública	1982-2020
21045010	BETULIA LA	Climatológica ordinaria	15/12/1985	780	2,2816	-75,7051	Agrado	Diaria	Pública	1990-2021
21055020	ESCUELA AGRICOLA LA PLATA	Climatológica principal	15/12/1969	1070	2,3800	-75,8900	La Plata	Diaria	Pública	1981-2021
26025070	IQUIRA	Climatológica ordinaria	15/04/1971	195	2,6521	-75,6293	Íquira	Diaria	Pública	1983-2020
21095010	JUNCAL EL	Climatológica ordinaria	15/11/1965	460	2,8288	-75,3312	Palermo	Diaria	Pública	1981-2021
21105040	POTOSI HACIENDA	Climatológica ordinaria	15/12/1986	680	2,6968	-75,2989	Campoalegre	Diaria	Pública	1990-2021
21105050	ROSALES LOS	Climatológica principal	15/12/1973	553	2,6031	-75,4183	Campoalegre	Diaria	Pública	1981-2020
21085030	SAN RAFAEL	Climatológica ordinaria	15/09/1984	1030	2,7600	-75,5800	Teruel	Diaria	Pública	2010-2021
21125010	SANTA MARIA	Climatológica ordinaria	15/09/1971	1300	2,9357	-75,5891	Santa María	Diaria	Pública	1981-2021
21065040	ZULUAGA	Climatológica ordinaria	15/06/1971	1270	2,2525	-75,5294	Garzón	Diaria	Pública	1982-2021
21085040	TERPEYA COLOMBIA	Climatológica ordinaria	14/11/1990	1650	2,662806	-75,665556	Iquira	Diaria	Pública	1981-2021

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022, a partir de información IDEAM

**Tabla 6.9. Estaciones climáticas para velocidad y dirección del viento**

CÓDIGO	ESTACIÓN	CATEGORÍA	FECHA INSTALACIÓN	ALTITUD (m.s.n.m.)	LATITUD	LONGITUD	MUNICIPIO	ESCALA DE REGISTRO	CARÁCTER	PERÍODO UTILIZADO
21115020	AEROPUERTO BENITO SALAS	Sinóptica secundaria	10973	439	2,94875	-75,29305556	Neiva	Diaria	Pública	1981-2021

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022, a partir de información IDEAM.

En la Figura 6.4 se aprecia la ubicación de las estaciones usadas en el análisis de brillo solar, donde se tiene una estación dentro de la cuenca del río Yaguará y 6 alrededor de esta. En la Tabla 6.6 se indican su código, nombre, categoría, municipio, coordenadas, elevación, fecha de instalación, escala de registro, entre otras características.

Se calculan los polígonos de Thiessen de Brillo Solar en base a la información de la cuenca y de las estaciones, con el fin de obtener el valor de Brillo Solar agregado para la cuenca, de acuerdo con el área de influencia de cada estación. En la Tabla 6.10 se registran los valores de área asignados a cada estación y en la 0 se muestran los polígonos generados.

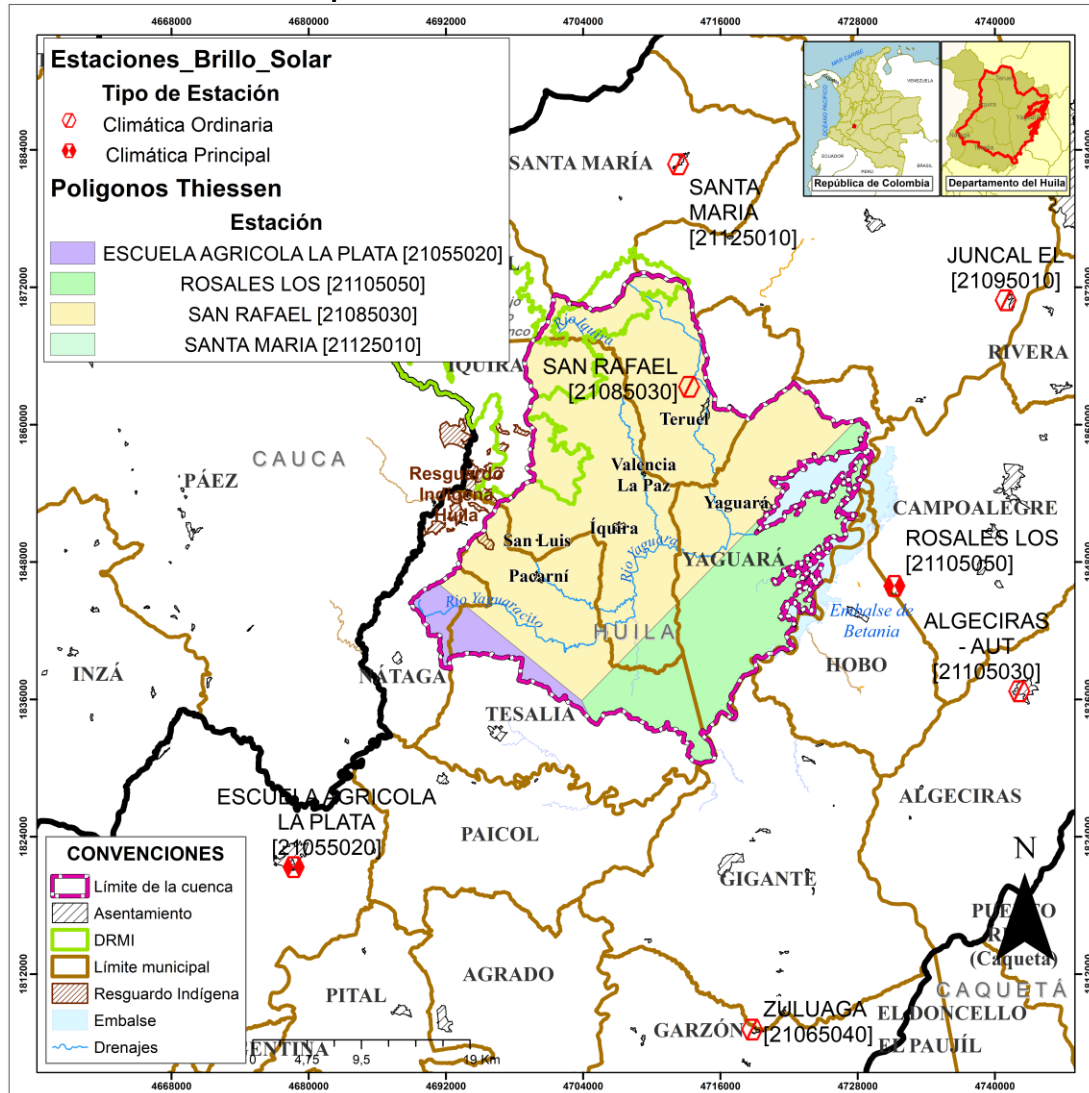
**Tabla 6.10. Área por estación de Brillo Solar en la cuenca del río Yaguará**

Estación	Código	Área (Ha)	Porcentaje de Ponderación
ROSALES LOS	21105050	21815,6905	24,38%
SAN RAFAEL	21085030	63635,47122	71,12%
ESCUELA AGRICOLA LA PLATA	21055020	3964,627077	4,43%
SANTA MARIA	21125010	59,483675	0,07%

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022, a partir de información IDEAM.



**Figura 6.4. Estaciones climáticas para brillo solar**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

En la Figura 6.5 se aprecia la ubicación de las estaciones usadas en el análisis de evaporación, donde se tienen 2 estaciones, las cuales eran las únicas dos cercanas a la zona de estudio, por lo que el análisis es de tipo departamental para esta variable. En la Tabla 6.7 se indican su código, nombre, categoría, municipio, coordenadas, elevación, fecha de instalación, escala de registro, entre otras características.

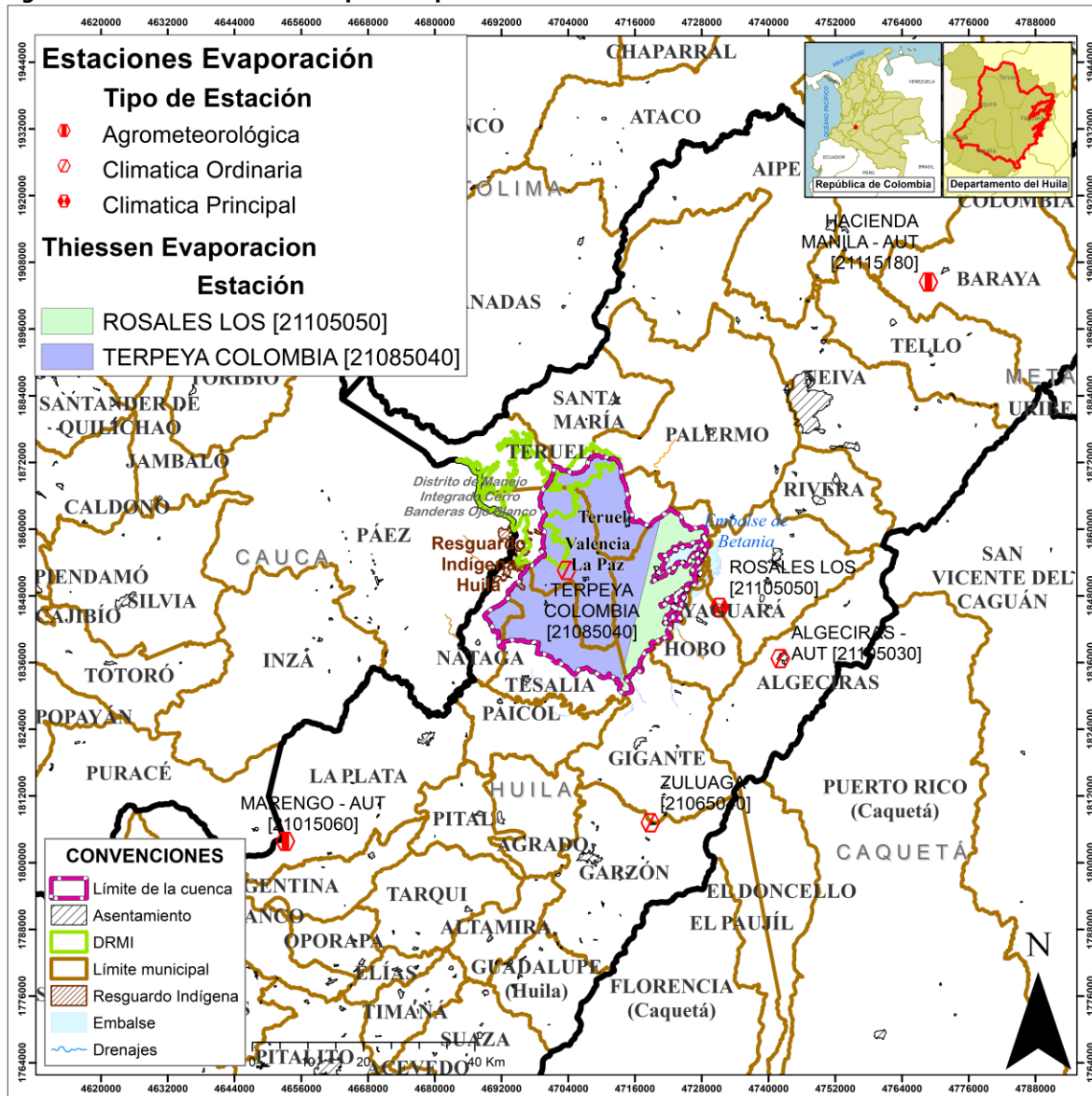
Se calculan los polígonos de Thiessen de Evaporación en base a la información de la cuenca y de las estaciones, con el fin de obtener el valor de Evaporación agregado para la cuenca, de acuerdo con el área de influencia de cada estación. En la Tabla 6.11 se registran los valores de área asignados a cada estación y en la Figura 6.5 se muestran los polígonos generados.

**Tabla 6.11. Área por estación de Evaporación en la cuenca del río Yaguará**

Estación	Código	Área (Ha)	Porcentaje de Ponderación
TERPEYA COLOMBIA	21085040	17388,85395	19,43%
LOS ROSALES	21105050	72086,41852	80,57%

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022, a partir de información IDEAM

### Figura 6.5. Estaciones climáticas para evaporación



Fuente: Consorcio Quebrada Yaquerá 2022.

En la Figura 6.6 se aprecia la ubicación de las estaciones usadas en el análisis de humedad relativa y nubosidad, donde se tienen 2 estaciones dentro de la cuenca del río Yaguará y 8 alrededor de esta. En la Tabla 6.8 se indican su código, nombre, categoría, municipio, coordenadas, elevación, fecha de instalación, escala de registro, entre otras características.

Se calculan los polígonos de Thiessen de Humedad Relativa en base a la información de la cuenca y de las estaciones, con el fin de obtener el valor de Humedad Relativa agregado para la cuenca, de acuerdo con el área de influencia de cada estación. En la Tabla 6.12 se registran los valores de área asignados a cada estación y en la Figura 6.7 se muestran los polígonos generados.

**Tabla 6.12. Área por estación de Humedad Relativa en la cuenca del río Yaguará**

Estación	Código	Área (Ha)	Porcentaje de Ponderación
IQUIRA	26025070	32457,63495	36,28%
ROSALES LOS	21105050	8333,99322	9,31%
SAN RAFAEL	21085030	24650,20144	27,55%
SANTA MARIA	21125010	59,483665	0,07%
TERPEYA COLOMBIA	21085040	23973,95921	26,79%

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022, a partir de información IDEAM

Se calculan los polígonos de Thiessen de Nubosidad en base a la información de la cuenca y de las estaciones, con el fin de obtener el valor de Nubosidad agregado para la cuenca, de acuerdo con el área de influencia de cada estación. En la Tabla 6.13 se registran los valores de área asignados a cada estación y en la 0 se muestran los polígonos generados.

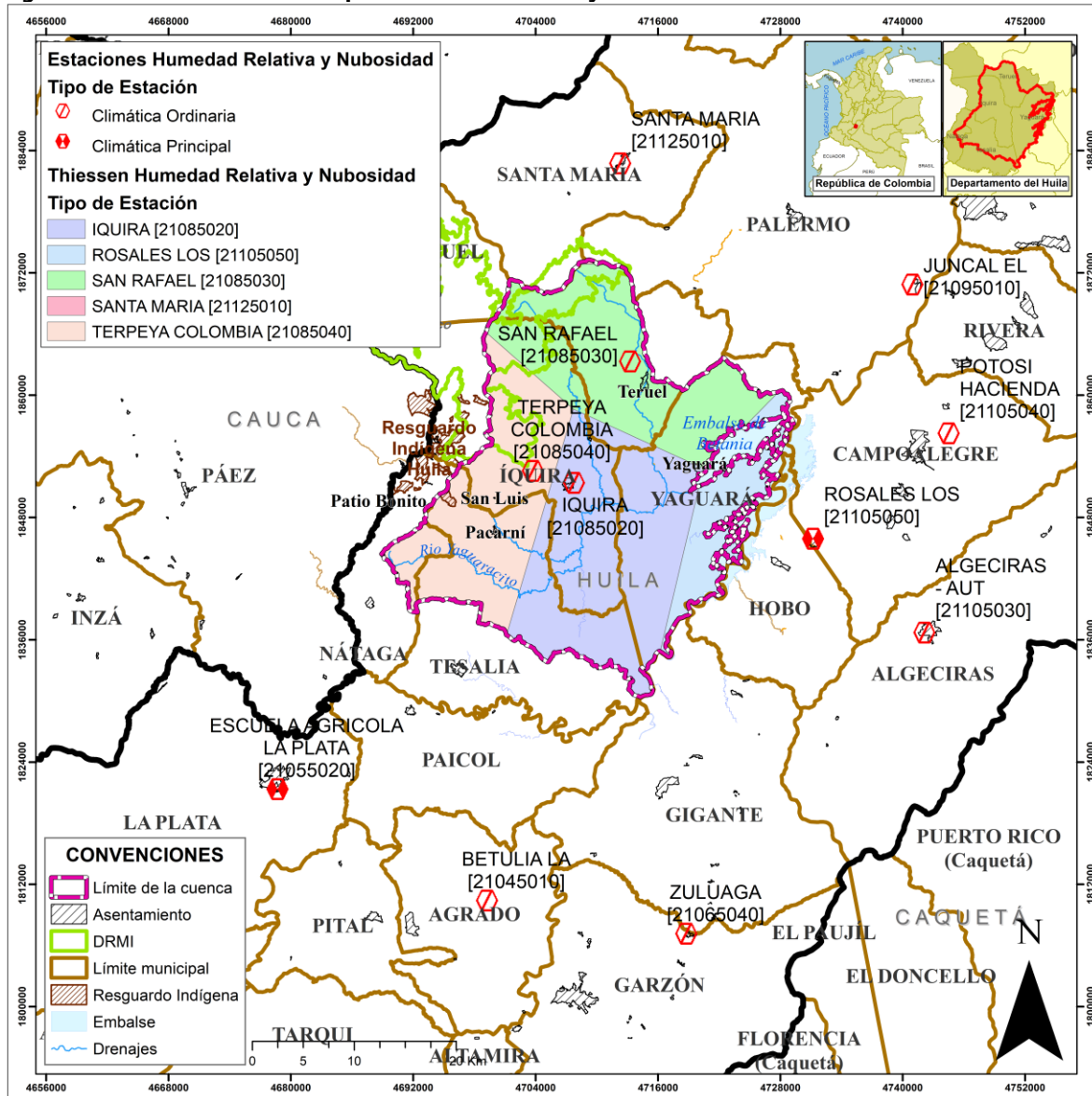
**Tabla 6.13. Área por estación de Nubosidad en la cuenca del río Yaguará**

Estación	Código	Área (Ha)	Porcentaje de Ponderación
IQUIRA	26025070	32457,63495	36,28%
ROSALES LOS	21105050	8333,99322	9,31%
SAN RAFAEL	21085030	24650,20144	27,55%
SANTA MARIA	21125010	59,483665	0,07%
TERPEYA COLOMBIA	21085040	23973,95921	26,79%

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022, a partir de información IDEAM



**Figura 6.6. Estaciones climáticas para humedad relativa y nubosidad**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

En la Figura 6.7 se aprecia la ubicación de la estación usada en el análisis de la velocidad y la dirección del viento, la cual es la estación con registros de información más cercana al área de estudio de la cuenca. En la Tabla 6.9 se indican su código, nombre, categoría, municipio, coordenadas, elevación, fecha de instalación, escala de registro, entre otras características.

**Figura 6.7. Estaciones climáticas para dirección y velocidad del viento**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

En la información Datos – Datos procesados anexa a este capítulo se incluyen las estaciones propuestas y analizadas para cada una de las variables a analizar.

#### 6.3.2.4. Análisis de consistencia de la información

Los factores que puedan perturbar las condiciones de homogeneidad de una serie meteorológica pueden estar relacionados con cambios en las tecnologías de medición, los procedimientos de toma de registros y/o por cambios en los procesos naturales que gobiernan el régimen climático en determinada región (variabilidad climática).

El análisis de homogeneidad estadística tiene las siguientes etapas: 1) Formulación de la hipótesis nula, 2) Formulación de la hipótesis alternativa, 3) Definición del nivel de significación de la prueba y del dominio de rechazo de la hipótesis nula y 4) Validación de series. Para los efectos de este estudio, se emplearon las pruebas de Student, Mann & Whitney y de Fisher (también conocidas como prueba t y prueba F). Estas pruebas revisan la hipótesis nula sobre la igualdad de las medias ( $\bar{Q}_1 = \bar{Q}_2$ ) y las varianzas ( $\sigma_{Q1} = \sigma_{Q2}$ ). Cómo hipótesis alternativa se puede proponer la diferencia de las medias ( $\bar{Q}_1 \neq \bar{Q}_2$ ) y las varianzas ( $\sigma_{Q1} \neq \sigma_{Q2}$ ). (Haan, C.T. (Charles Thomas), 1941, 2002).

Adicionalmente a las pruebas de homogeneidad, se realizó una fase exploratoria con control de calidad gráfico para detectar tendencias (masas simples) y datos anómalos (outlier). Luego de esta identificación, se evaluaron test estadísticos relacionados con pruebas de puntos fuera de rangos (2 a 5 desviaciones estándar), prueba del rango o Dixon, rango normalizado para un nivel de significancia estadística – Alpha = 0,05 y prueba de Grubbs. En cuanto a las pruebas empleadas para la identificación estadística de tendencias, se citan las pruebas: prueba T para tendencias lineales y prueba de Hotelling – Pabst. Estos procedimientos pueden ser consultados en el Anexo Datos – Estaciones homogeneidad.

Los análisis de consistencia en cuanto a homogeneidad, tendencias y valores anómalos fueron aplicados a las series de precipitación, con el fin de establecer la calidad y confiabilidad de los registros, teniendo en cuenta que estas variables caracterizan el estado del tiempo atmosférico y son base para el análisis de los procesos hidroclimatológicos en la cuenca. Hay que tener en cuenta que para la serie de temperatura no se aplicó el análisis de consistencia en cuanto a homogeneidad porque las estaciones tienen demasiados datos faltantes, por tal motivo se optó por el método del gradiente térmico.

La exploración de datos se efectuó para resoluciones temporales mensuales y anuales, con el objetivo de identificar los registros consistentes y aquellos que deben ser descartados porque pueden ser datos anómalos. En la Tabla 6.14 se presenta el resultado de los tests estadísticos que evidencian cambios en media o varianza y tendencias para la precipitación. Para la hipótesis de tendencia se indica si hay tendencia (T) si no hay tendencia (NT).

**Tabla 6.14. Pruebas de homogeneidad y tendencias series de precipitación.**

CÓDIGO	ESTACIÓN	PRUEBAS DE TENDENCIA		PRUEBAS DE CAMBIO EN LA MEDIA			PRUEBAS DE CAMBIO EN LA VARIANZA	
		Prueba T	Hotelling-Pabst	Prueba T simple	Mann & Whitney	Año	Prueba F simple	Año
21050140	EL HATILLO	NT	NT	Rechaza	Aprueba	1981	Rechaza	
21060090	EL HOBO	NT	NT	Aprueba	Rechaza	1984	Aprueba	1996
21080080	LA MINA	NT	NT	Aprueba	Rechaza	2015	Aprueba	
21080100	LAS HERRERAS	T	T	Aprueba	Aprueba	1986	Aprueba	1986
21050090	NATAGA	NT	NT	Aprueba	Rechaza	1985	Aprueba	2002
21090040	HACIENDA PAPAGAYO	NT	NT	Aprueba	Rechaza	2011	Aprueba	
21105050	LOS ROSALES	NT	NT	Aprueba	Rechaza	2011	Rechaza	



CÓDIGO	ESTACIÓN	PRUEBAS DE TENDENCIA		PRUEBAS DE CAMBIO EN LA MEDIA		Año	PRUEBAS DE CAMBIO EN LA VARIANZA	
		Prueba T	Hotelling-Pabst	Prueba T simple	Mann & Whitney		Prueba F simple	Año
21085030	SAN RAFAEL	NT	NT	Aprueba	Rechaza	1983	Aprueba	
21080070	HACIENDA SANTA ROSA	NT	NT	Rechaza	Aprueba	1992	Aprueba	
21050290	TESALIA 2	NT	NT	Aprueba	Aprueba		Aprueba	
21120100	EL VOLCAN	NT	NT	Aprueba	Rechaza	1992	Aprueba	
21080030	YAGUARA	NT	NT	Rechaza	Rechaza	2012	Rechaza	
21050170	YARUMAL	NT	NT	Aprueba	Rechaza	1997	Aprueba	

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

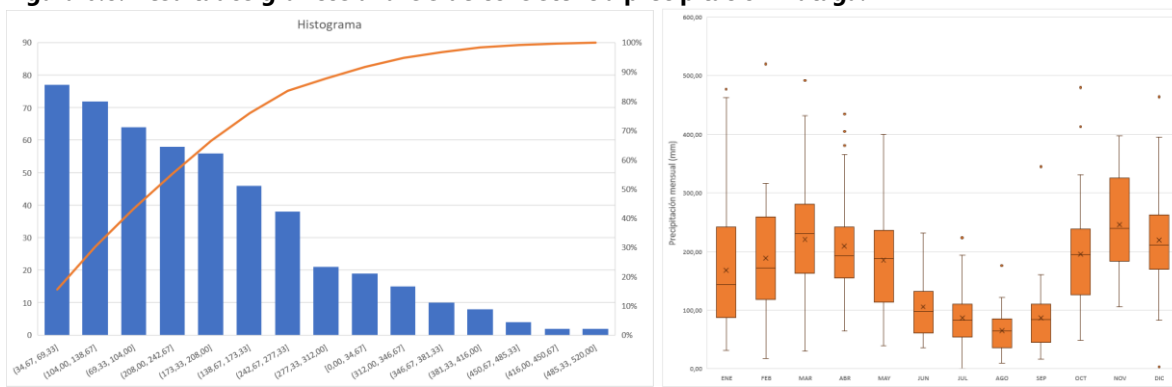
Según los resultados obtenidos, se infiere que ninguna de las estaciones presenta tendencia (positiva o negativa); a excepción de la estación Las Herreras quien presenta tendencia en la media y tendencia descendiente; aunque hayan cambios en media y varianza para diversos periodos, estos pueden deberse a falta de registros, cambios debido a fenómenos macro climáticos tipo (ENSO), entre otros; de acuerdo a estos resultados no es pertinente realizar un tratamiento a las series de precipitación con técnicas de no estacionariedad para ajustes de funciones de probabilidad, la obtención de lluvias extremas basadas en registros de precipitación máxima en 24 horas o curvas IDF (Intensidad Duración Frecuencia), pueden ser tratadas con técnicas empíricas de uso común en el argot científico.

Se selecciono la estación Nátaga para ejemplificar, el análisis de consistencia de la información de precipitación que puede ser revisado en mayor detalle en el Anexo Datos – Estaciones homogeneidad.

- Estación Nátaga (21050090).

Es una de las estaciones que registra la mayor cantidad de parámetros climáticos y posee series completas de información histórica desde 1981 a la fecha. En la Figura 6.8, se puede observar que el régimen de precipitación no presenta ningún tipo de tendencias, los valores destacados como outliers en 5 meses del año, fueron solo considerados dudosos por el test estadístico pero validados según el análisis realizado a la serie diaria de lluvia.

**Figura 6.8. Resultados gráficos análisis de consistencia precipitación Nátaga.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

### 6.3.2.5. Variabilidad Climática

De acuerdo con (Pabón C, 2011), la Variabilidad Climática se define como las fluctuaciones del clima durante períodos de tiempo tales como meses, años o decenios, de manera que es natural registrar valores por encima o por debajo de la normal climatológica o valor normal (promedio de 30 años). Esta diferencia es perturbada cuando cada una de esas fluctuaciones en sus respectivas escalas de tiempo, (intraestacional, interanual, interdecadal y secular), interactúan entre sí de manera que intensifican o debilitan los parámetros meteorológicos.

Para Colombia, la variabilidad climática está condicionada por procesos geofísicos desde la escala horaria hasta la escala interanual, entre ellos el ciclo diurno de temperaturas, las ondas tropicales del este, el ciclo semianual debido al paso de la ZCIT, El Niño- Oscilación del Sur (ENSO), y la Oscilación Inter Decadal del Pacífico (Poveda, 2004).

Con el fin de establecer la afectación de fenómenos regionales como el Niño sobre el régimen climático de la cuenca, se determinó el grado de asociación lineal entre los distintos índices que monitorean las oscilaciones en el clima a nivel global y regional (NOAA<sup>3</sup>), con series de precipitación lo suficientemente representativa del territorio. Así como, la identificación de periodos extremos con base en la anomalía de las series (diferencia entre el valor registrado de la variable y su promedio anual).

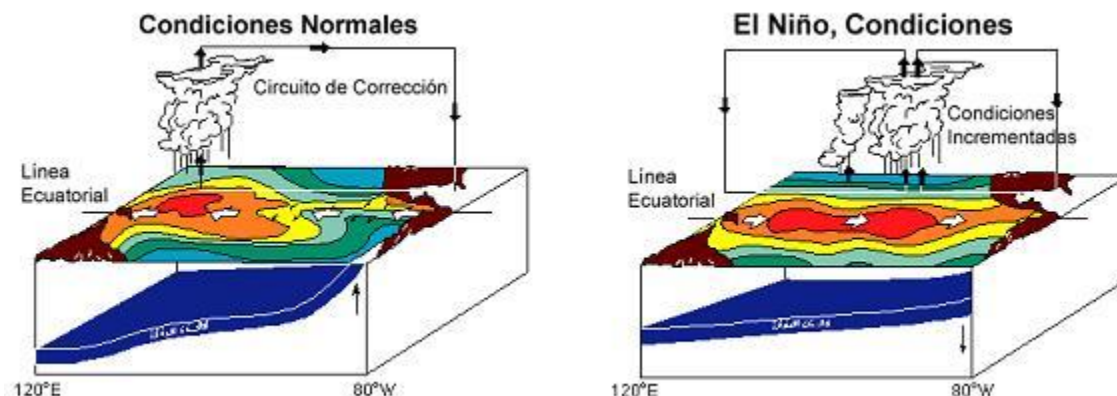
### 6.3.2.6. El Niño – Oscilación del Sur (ENSO)

Los fenómenos ENSO, son impulsados por el desplazamiento de masas de aguas cálidas o frías en el océano pacífico ecuatorial y subtropical, entre las costas occidentales de Suramérica y el continente asiático (ver Figura 6.9). La fase fría del ENSO, corresponde al fenómeno La Niña, fase que se presenta frente a las costas suramericanas, intensificando los vientos alisios, la corriente ecuatorial y subsecuente intensificación de la corriente fría de Humboldt, por tanto, se intensifica la surgencia (up-welling), emerge la termoclina y, en consecuencia, aumenta la concentración de nutrientes en las aguas de las costas suramericanas.

Bajo este escenario, ahora las aguas cálidas se concentrarán cerca de las costas asiáticas y en Oceanía, haciendo que se robustezca el sistema de baja presión que fortalece la circulación zonal de Walker, que finalmente, después de un largo recorrido, favorece la precipitación sobre el territorio colombiano.

<sup>3</sup> [https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ONI\\_v5.php](https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php)

**Figura 6.9. Océano Pacífico tropical a nivel superficial y en profundidad sobre la región de desarrollo del ENSO.**



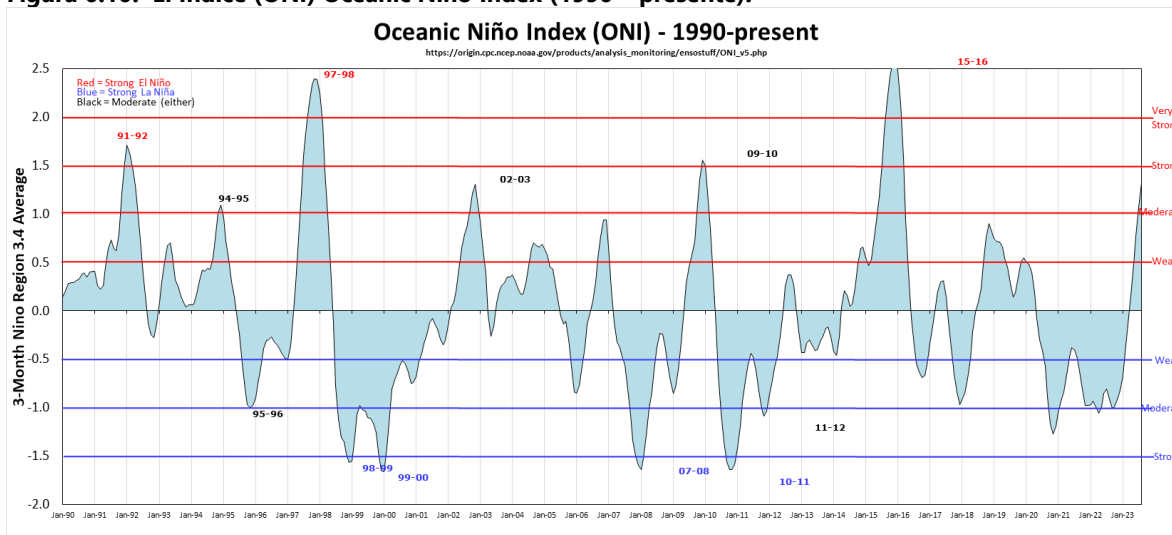
Fuente: <https://nauticajonkepa.wordpress.com/2010/06/26/fenomeno-el-nino/>

Uno de los indicadores que caracterizan el evento ENSO es el denominado índice ONI (Índice Oceánico El Niño). El ONI se basa en la desviación de la temperatura superficial del mar (SST) con respecto al promedio en la parte central del Pacífico tropical y es la magnitud utilizada para monitorear, evaluar y pronosticar un evento ENSO.

Se calcula como la media móvil de 3 meses consecutivos, de las anomalías de la (SST) en la región Niño 3, 4 (centro del Pacífico). Un evento El Niño se caracteriza por ONI positivos mayores o iguales a  $+0,5^{\circ}\text{C}$ . El evento La Niña se caracteriza por ONI negativos menores o iguales a  $-0,5^{\circ}\text{C}$ . Para ser catalogado como un período Niño o Niña, es necesario que el ONI alcance valores superiores a estos rangos, durante al menos 5 periodos consecutivos de 3 meses. El centro de investigación internacional Golden Gate Weather Services, proponen una categorización del ONI de acuerdo a su intensidad, como se presenta en la Figura 6.10.



**Figura 6.10. El Índice (ONI) Oceanic Niño Index (1990 – presente).**

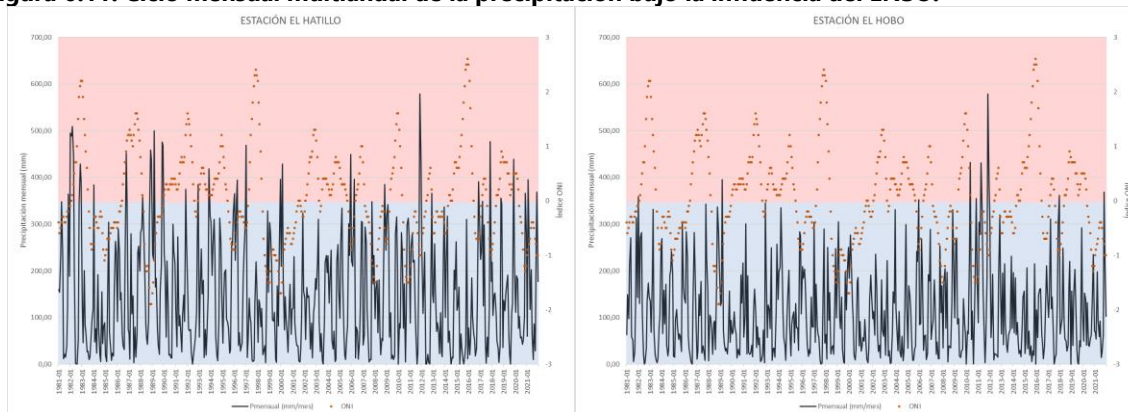


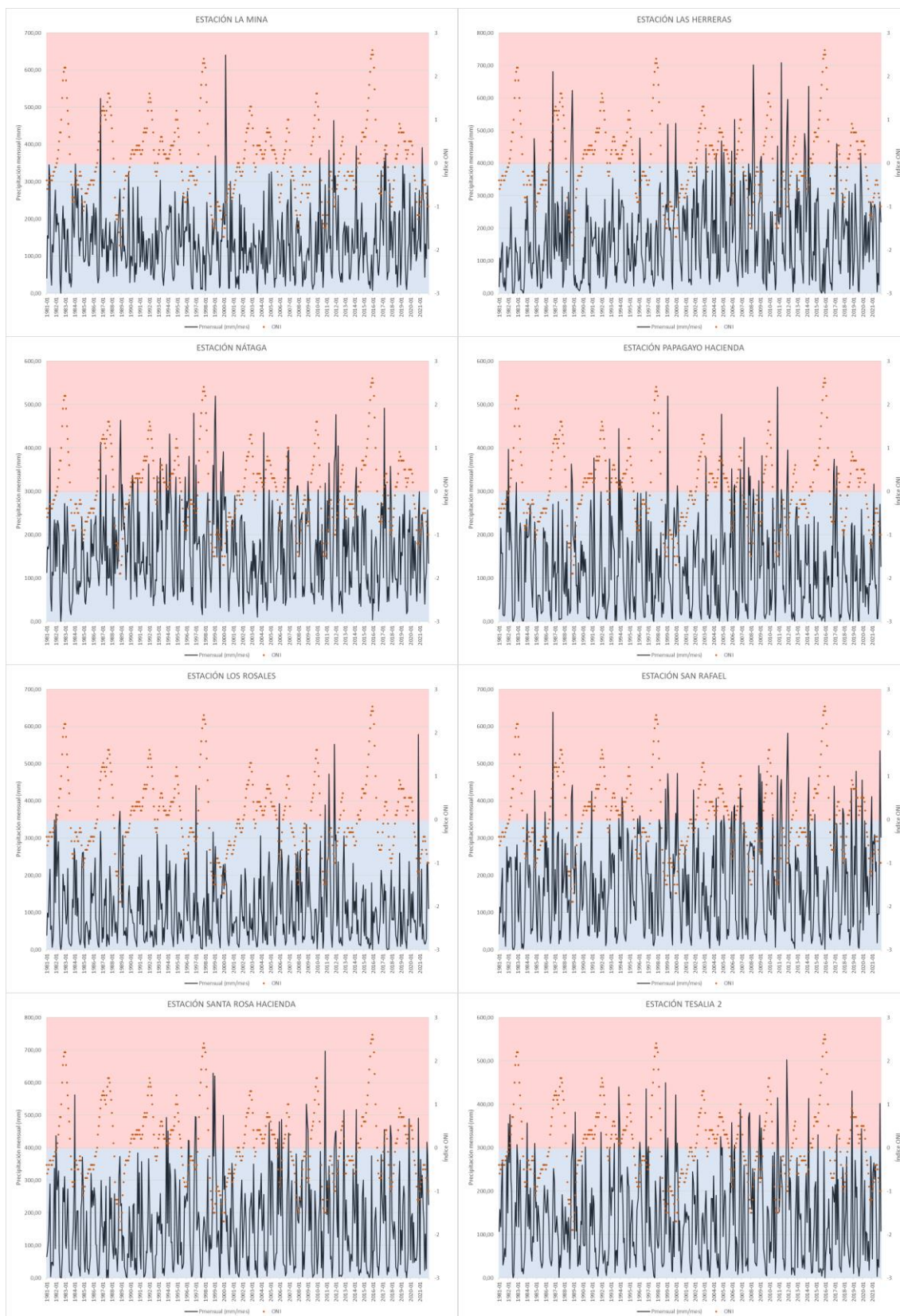
Fuente: <https://ggweather.com/enso/oni.htm>

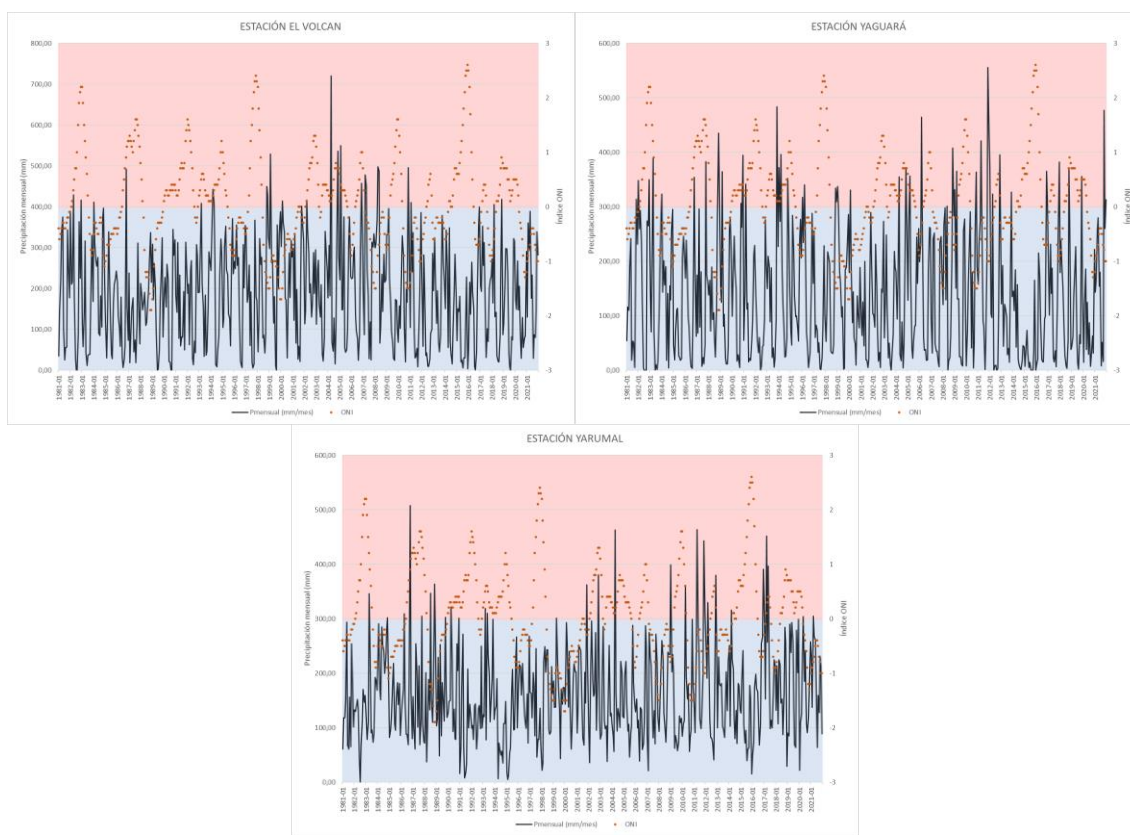
Los efectos producidos por este tipo de fluctuaciones climáticas en la cuenca se manifiestan por el cambio de humedad, la evaporación, la precipitación y variaciones en los regímenes de vientos. Una lectura de la Figura 6.10 con efectos en el territorio nacional, se interpretan con la influencia del fenómeno El Niño, ocurrido a partir del segundo semestre de 2009, el cual se prolongó hasta el primer semestre de 2010 y que posteriormente cambió de fase y se transformó en un evento frío La Niña, la cual se prolongó hasta los inicios del año 2012.

Como fue expuesto anteriormente, el ONI, se calcula como la media móvil de 3 meses consecutivos de las anomalías de la (SST) en la región Niño 3.4 (centro del Pacífico) y según la clasificación realizada a los periodos históricos, se comparan eventos El Niño, La Niña y Neutro con las series de precipitación, con el fin de identificar los meses con mayor impacto en cuanto a valores extremos, dados estos eventos de variabilidad climática en la cuenca del Río Yaguará.

**Figura 6.11. Ciclo mensual multianual de la precipitación bajo la influencia del ENSO.**







Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Los años de mayor vulnerabilidad a eventos El Niño corresponden a: 1983, 1997, 2015 y 2016, su disponibilidad hídrica se reduce a cero. En cuanto a los de mayor vulnerabilidad a eventos La Niña se tiene: 1988 y 2000; cuando ocurre el evento, la magnitud total de lluvia puede llegar a duplicarse. Estos procesos pueden consultarse en el Anexo Datos – Estaciones homogeneidad.

### 6.3.3. Análisis espacio-temporal de brillo solar, evaporación, humedad relativa, nubosidad, velocidad y dirección del viento

#### 6.3.3.1. Brillo Solar

El Brillo Solar es la medición de las horas de sol efectivo en el día (brillo solar o insolación), que se asocia a la cantidad de tiempo durante el cual la superficie del suelo es irradiada por la radiación solar directa. El Brillo Solar Mensual está dado por la sumatoria de Brillo Solar Diario, sumando todos los días del mes. El Brillo Solar Anual está dado por la sumatoria de Brillo Solar total Mensual, sumando todos los meses del año (IDEAM, 2020).

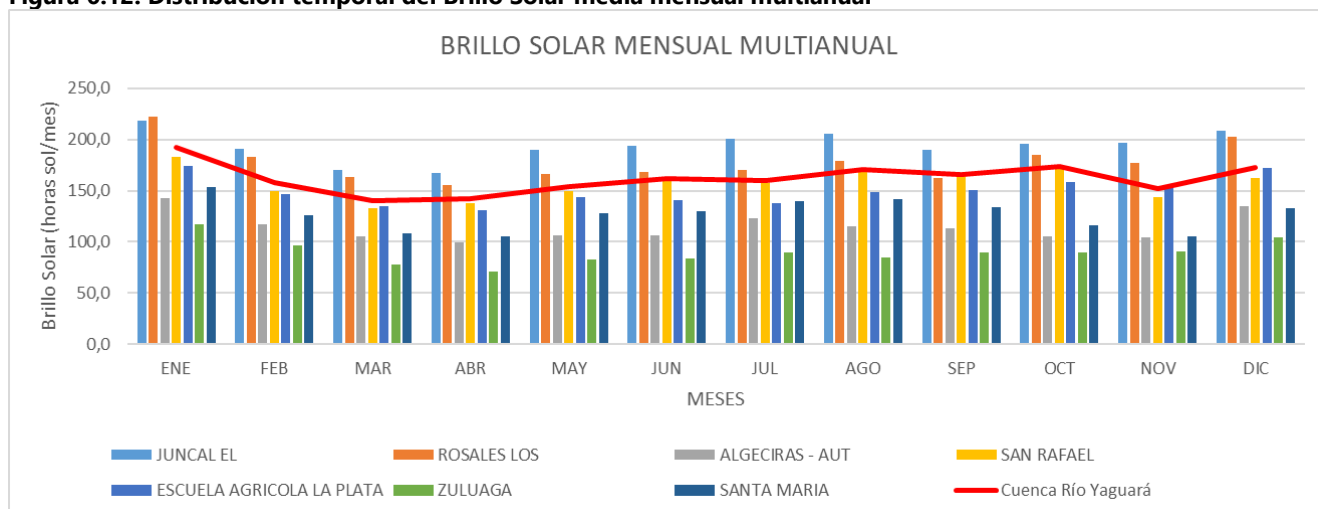


**Tabla 6.15. Valores medios mensuales multianuales de brillo solar en las estaciones analizadas**

BRILLO SOLAR MENSUAL (horas sol/mes)														
ESTACIÓN	CÓDIGO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
JUNCAL EL	21095010	218,2	190,7	169,9	167,7	189,7	193,8	200,9	205,7	189,6	195,5	197,0	209,0	2327,4
ROSALES LOS	21105050	222,3	183,1	163,2	155,0	166,4	168,0	170,3	179,4	162,1	185,3	176,9	202,8	2134,8
ALGECIRAS – AUT	21105030	142,7	117,0	105,5	99,9	106,8	106,0	122,9	114,8	113,6	105,7	104,7	135,1	1374,8
SAN RAFAEL	21085030	183,2	149,7	133,3	138,1	149,7	160,4	157,1	168,8	167,6	170,8	144,0	161,9	1884,4
ESCUELA AGRICOLA LA PLATA	21055020	174,5	147,0	135,3	131,3	144,1	141,0	137,3	148,7	150,3	158,2	153,6	171,9	1793,3
ZULUAGA	21065040	116,7	96,2	77,5	71,4	83,2	83,5	89,5	84,8	89,3	89,6	90,7	104,0	1076,3
SANTA MARIA	21125010	154,0	126,0	108,5	105,4	128,4	130,0	139,3	141,3	133,5	116,4	105,4	132,8	1521,0
<b>Cuenca Río Yaguará</b>		192,3	157,7	140,6	141,9	153,5	161,4	159,4	170,5	165,4	173,7	152,4	172,3	1941,2

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022, a partir de información IDEAM.

**Figura 6.12. Distribución temporal del Brillo Solar media mensual multianual**

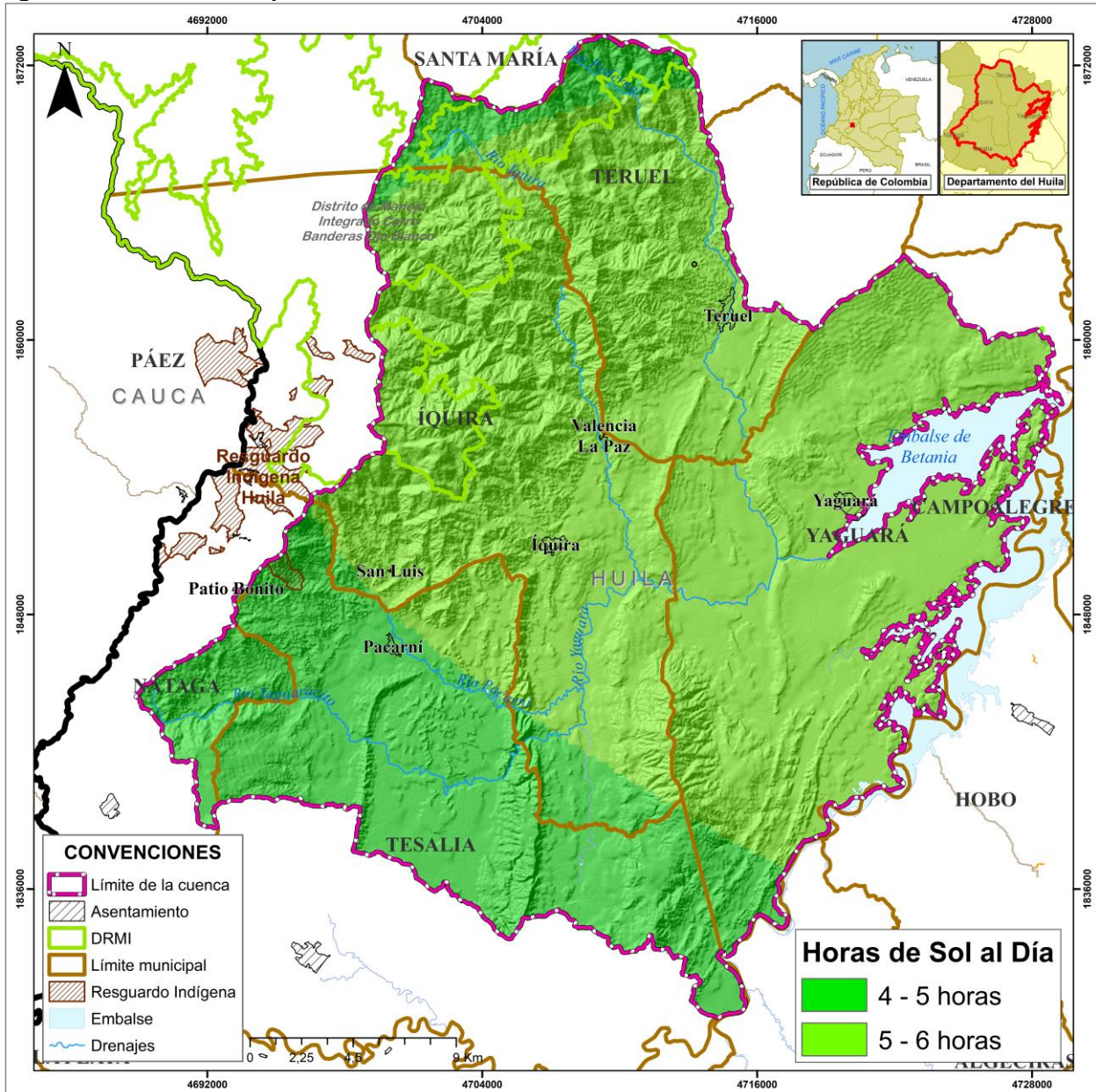


Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

En la Figura 6.12 se aprecia la distribución temporal del brillo solar, mes a mes, donde se observa que los meses con mayor radiación solar son diciembre y enero con valores de hasta 222 horas sol/mes, mientras que los meses con menor radiación son marzo y abril desde 71 horas sol/mes, como se registra en la Tabla 6.15. La Cuenca del Río Yaguará a partir del cálculo de polígonos de Thiessen presenta la distribución temporal del brillo solar, mes a mes, donde se observa valores desde 140,6 horas sol/mes a 192,3 horas sol/mes, observándose que el mes con mayor radiación solar es enero con valor de 192,3 horas sol/mes, mientras que el mes con menor radiación es marzo con valor de 140,6 horas sol/mes, junto con una distribución anual de 1941,2 horas sol/mes.

En la Figura 6.13 se presenta la distribución espacial del brillo solar para la cuenca del río Yaguará, donde se aprecia que hay una mayor concentración de brillo solar en la parte oeste de la cuenca, es especial en los municipios de Teruel, Iquira, con valores superiores a 5 horas sol/día, en cambio en el municipio de Nagata y Tesalia se presenta la menor concentración de brillo solar en la cuenca con valores inferiores a 5 horas sol/día.

Figura 6.13. Distribución espacial del brillo solar medio multianual



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

En la información Datos – Datos procesados anexa a este capítulo se incluyen las hojas de cálculo para la variable Brillo solar.

### 6.3.3.2. Evaporación

La evaporación es un indicador natural del balance hídrico, el cual corresponde al agua que, en forma de vapor, llega a la atmósfera debido a la influencia de diversos factores como son el tipo de suelo, temperatura atmosférica, brillo solar, entre otros. La evaporación permite determinar las deficiencias o excesos de humedad en el suelo cuando éste se encuentra a capacidad de campo.

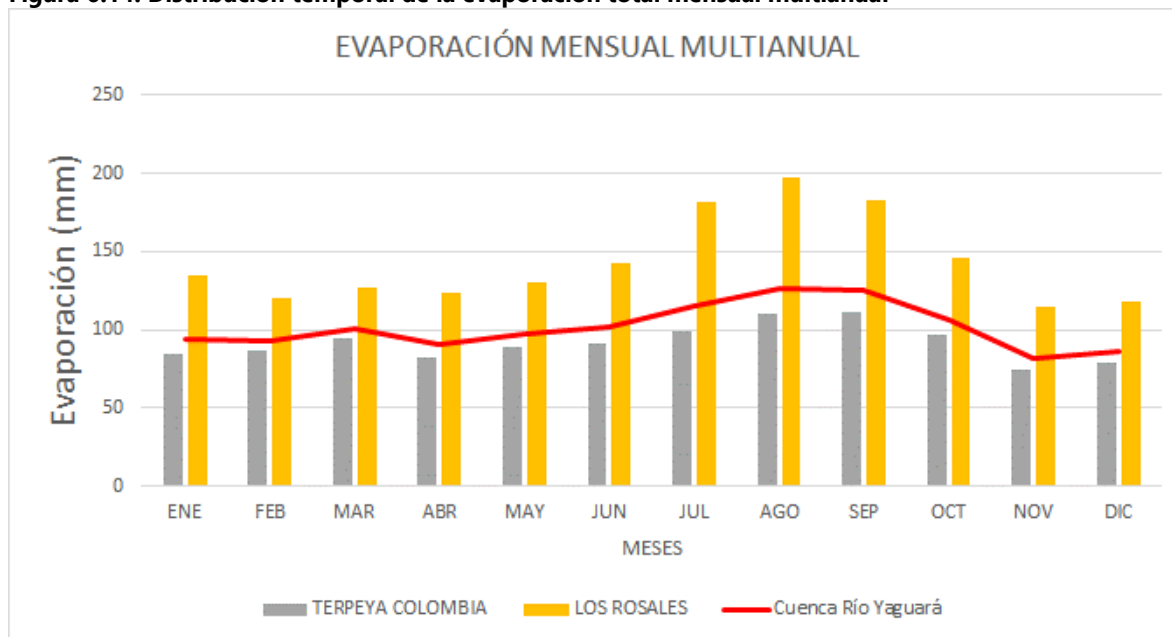
De acuerdo con los registros de las estaciones analizadas en el área de estudio, la evaporación mensual en la Cuenca del Río Yaguará, a partir del cálculo de polígonos de Thiessen presenta la distribución temporal de la evaporación, mes a mes, donde se observa valores desde 82,2 mm a 126,9 mm, observándose que el mes con mayor evaporación es agosto con valor de 126,9 mm, mientras que el mes con menor evaporación es noviembre con valor de 82,2 mm, junto con valor acumulado anual de 1219,3 mm. Como se observa en la Tabla 6.16 y Figura 6.14.

**Tabla 6.16. Valores totales mensuales multianuales de evaporación en las estaciones analizadas**

EVAPORACIÓN MENSUAL (mm)														
ESTACIÓN	CÓDIGO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TERPEYA COLOMBIA	21085040	84,5	86,5	94,8	82,5	89,1	91,7	98,8	109,9	111,3	96,4	74,4	79,1	1099
LOS ROSALES	21105050	134,9	120,3	126,7	123,1	130,5	142,5	181,7	197,2	182,8	146,2	114,4	117,9	1718,2
<b>Cuenca Río Yaguará</b>		94,3	93,1	101,0	90,4	97,1	101,6	114,9	126,9	125,2	106,1	82,2	86,6	1219,3

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022, a partir de información IDEAM

**Figura 6.14. Distribución temporal de la evaporación total mensual multianual**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



En la información Datos – Datos procesados anexa a este capítulo se incluyen las hojas de cálculo para la variable de evaporación.

### 6.3.3.3. Humedad relativa

La humedad relativa es la relación expresada en porcentaje entre la tensión real del vapor de agua y la tensión de saturación a la misma temperatura. La relación humedad relativa y temperatura es inversa cuando la temperatura aumenta, la capacidad del aire para retener vapor de agua aumenta y la humedad relativa disminuye, mientras que cuando la temperatura disminuye, la capacidad de retención decrece y la humedad relativa aumenta. A su vez, la relación humedad relativa y precipitación es directa, dado que en los meses de mayores precipitaciones se presentan las mayores humedades relativas dependiendo del régimen pluviométrico de las lluvias.

A continuación, en la Tabla 6.17 se relacionan los valores medios mensuales multianuales de humedad relativa de las estaciones que caracterizan el área de estudio.

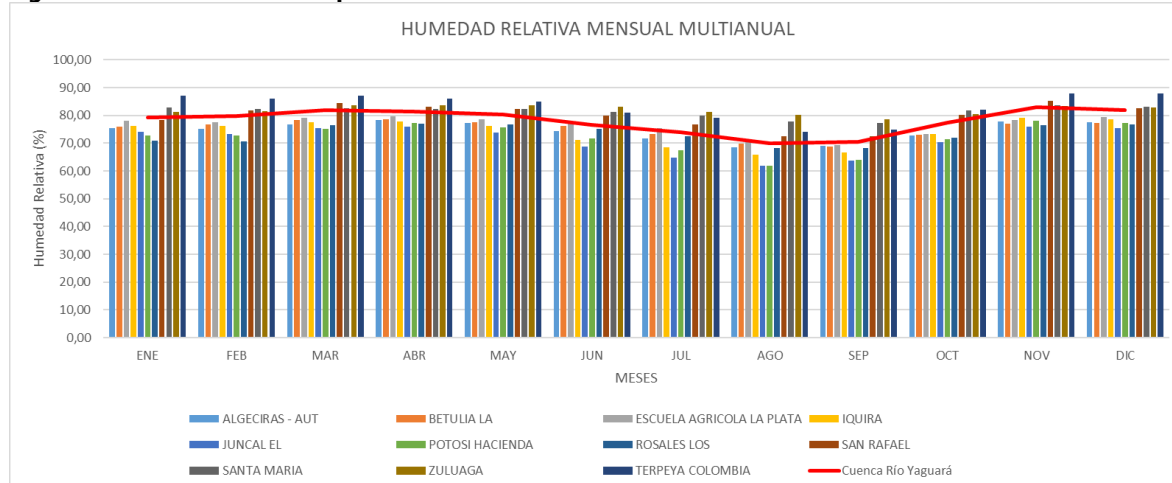
**Tabla 6.17. Valores medios mensuales multianuales de humedad relativa en las estaciones analizadas**

HUMEDAD RELATIVA MEDIA MENSUAL (%)														
ESTACIÓN	CÓDIGO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
ALGECIRAS - AUT	21105030	75,36	75,20	76,71	78,44	77,13	74,29	71,67	68,56	69,07	72,73	77,92	77,51	74,55
BETULIA LA	21045010	75,89	76,86	78,37	78,59	77,49	76,10	73,25	69,82	68,71	72,90	77,09	77,23	75,19
ESCUELA AGRICOLA LA PLATA	21055020	78,02	77,43	79,15	79,58	78,58	77,42	75,30	70,89	69,23	73,38	78,38	79,48	76,40
IQUIRA	26025070	76,16	76,08	77,52	77,68	76,12	71,06	68,48	65,89	66,59	73,37	79,13	78,59	73,89
JUNCAL EL	21095010	74,18	73,25	75,31	76,04	73,80	68,80	64,86	61,83	63,63	70,27	75,93	75,51	71,12
POTOSI HACIENDA	21105040	72,79	72,67	75,24	77,26	75,58	71,71	67,36	61,85	63,88	71,53	77,96	77,17	72,08
ROSALES LOS	21105050	70,78	70,60	76,37	76,92	76,73	75,16	72,38	68,21	68,17	71,97	76,36	76,74	73,37
SAN RAFAEL	21085030	78,24	81,89	84,36	83,11	82,28	80,00	76,68	72,37	72,48	80,05	85,19	82,54	79,93
SANTA MARIA	21125010	82,96	82,30	82,59	82,30	82,26	81,17	79,82	77,79	77,17	81,71	83,57	83,13	81,40
ZULUAGA	21065040	81,34	81,57	83,68	83,72	83,55	83,14	81,34	80,23	78,46	80,40	83,33	82,79	81,96
TERPEYA COLOMBIA	21085040	87	86	87	86	85	81	79	74	75	82	88	88	83,17
<b>Cuenca Río Yaguará</b>		79,14	79,83	81,84	81,34	80,26	76,57	73,93	70,07	70,62	77,40	82,92	82,03	78,00

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022, a partir de información IDEAM

En la Tabla 6.15Figura 6.15 se presenta la distribución temporal de la humedad relativa en el área de la cuenca del río Yaguará.

**Figura 6.15. Distribución temporal de la humedad relativa media mensual multianual**

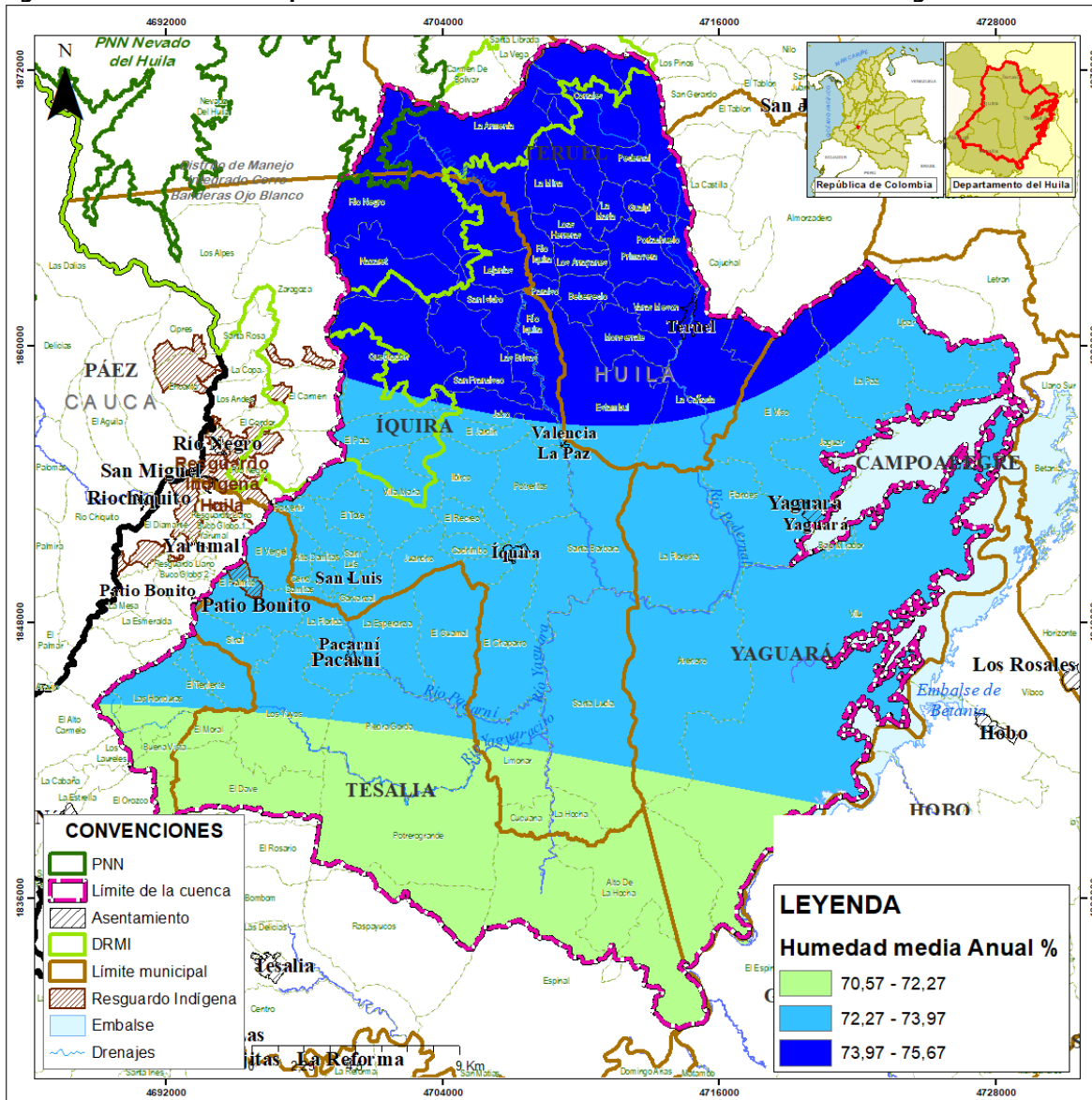


Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Para el área de estudio de la cuenca se presentan las mayores humedades relativas entre los meses de noviembre - diciembre y marzo – abril, con valores promedio mayores a 80%. Las menores humedades relativas se presentan en los meses de agosto y septiembre con valores promedio de 84,7% y 85,2% respectivamente. La Cuenca del Río Yaguará a partir del cálculo de polígonos de Thiessen presenta la distribución temporal de la humedad relativa, mes a mes, donde se observa valores desde 70,07% a 82,92%, observándose que el mes con mayor humedad relativa es noviembre con valor de 82,92%, mientras que el mes con menor humedad relativa es agosto con valor de 70,07%, junto con una distribución anual de 78%.

En la 0 se aprecia la distribución espacial de la humedad relativa en el área de estudio de la cuenca del río Yaguará, donde en la parte sur de la cuenca se presenta una mayor humedad relativa que en la parte norte de la misma, demostrando que el municipio de Tesalia es el más húmedo de la cuenca de Yaguará con un valor del 71% aproximadamente.

**Figura 6.16. Distribución espacial de la humedad relativa media en la cuenca del río Yaguará.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

En la información Datos – Datos procesados anexa a este capítulo se incluyen las hojas de cálculo para la variable humedad relativa.

#### 6.3.3.4. Nubosidad

La nubosidad es la fracción del cielo cubierta por nubes de un género, una especie, una variedad o una capa dadas o por una combinación particular de nubes, y la nubosidad total es la fracción de la bóveda celeste cubierta por la totalidad de las nubes visibles (IDEAM, 2020). La unidad de medida de la nubosidad se llama OCTA, que corresponde a la octava



parte del cielo (IDEAM, 2020), en la Tabla 6.18 se aprecia la clave utilizada para cifrar la nubosidad.

**Tabla 6.18. Cifra de la clave para nubosidad**

Cifra de la clave		Nubosidad
1	Cielo despejado	No hay nubes
		Una octa o menos, pero sin nubes (1/8 de cielo cubierto)
		Dos octas (2/8 de cielo cubierto)
2	Cielo parcialmente cubierto	Tres octas (3/8 de cielo cubierto)
		Cuatro octas (4/8 de cielo cubierto)
		Cinco octas (5/8 de cielo cubierto)
		Seis octas (6/8 de cielo cubierto)
3	Cielo cubierto	Siete octas o más, pero el cielo no enteramente cubierto (7/8 de cielo cubierto)
		Ocho octas (8/8 cielo enteramente cubierto)
9		Cielo oculto o imposibilidad de estimar la cantidad de nubes (debido a la oscuridad)

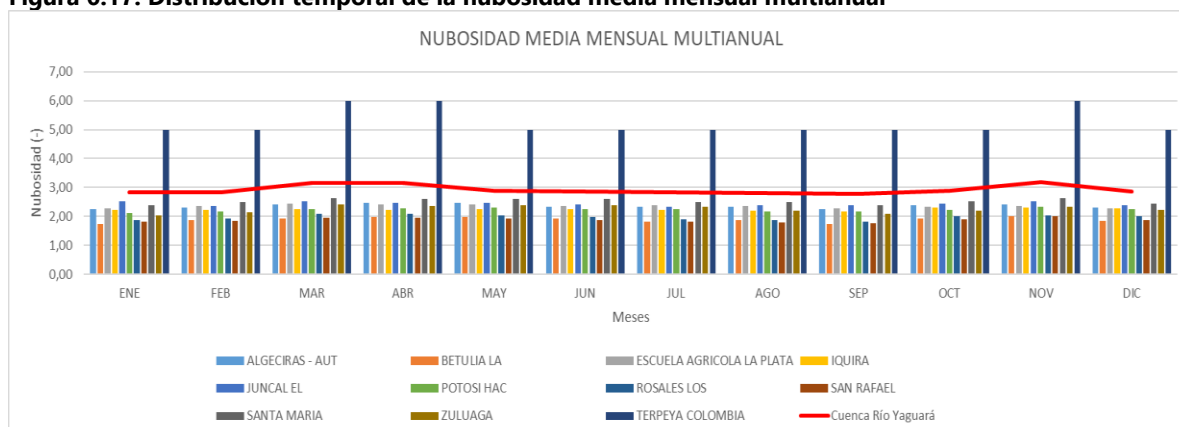
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022, a partir de (a) información IDEAM

**Tabla 6.19. Valores medios mensuales multianuales de nubosidad en las estaciones analizadas**

NUBOSIDAD														
ESTACIÓN	CÓDIGO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
ALGECIRAS – AUT	21105030	2,25	2,31	2,42	2,48	2,47	2,33	2,33	2,32	2,25	2,38	2,41	2,29	2,35
BETULIA LA	21045010	1,73	1,87	1,93	1,99	1,97	1,92	1,83	1,86	1,73	1,93	2,01	1,86	1,89
ESCUELA AGRICOLA LA PLATA	21055020	2,32	2,46	2,43	2,40	2,38	2,37	2,41	2,30	2,31	2,39	2,31	2,23	2,36
IQUIRA	21085020	2,20	2,26	2,23	2,23	2,28	2,26	2,20	2,18	2,20	2,37	2,30	2,22	2,24
JUNCAL EL	21095010	2,51	2,36	2,51	2,47	2,47	2,41	2,34	2,38	2,40	2,45	2,53	2,39	2,44
POTOSI HAC	21105040	2,13	2,17	2,25	2,28	2,30	2,25	2,26	2,17	2,18	2,24	2,33	2,25	2,23
ROSALES LOS	21105050	1,88	1,94	2,08	2,08	2,03	1,99	1,89	1,86	1,83	2,00	2,04	2,00	1,97
SAN RAFAEL	21085030	1,82	1,85	1,96	1,95	1,93	1,87	1,83	1,80	1,76	1,91	2,01	1,88	1,88
SANTA MARIA	21125010	2,38	2,50	2,64	2,60	2,60	2,60	2,51	2,51	2,38	2,53	2,63	2,45	2,53
ZULUAGA	21065040	2,05	2,15	2,41	2,37	2,38	2,38	2,33	2,20	2,08	2,19	2,33	2,23	2,26
TERPEYA COLOMBIA	21085040	5	5	6	6	5	5	5	5	5	5	6	5	5,25
<b>Cuenca Río Yaguará</b>		2,82	2,84	3,16	3,15	2,88	2,86	2,83	2,81	2,79	2,89	3,19	2,87	2,92

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022, a partir de información IDEAM

**Figura 6.17. Distribución temporal de la nubosidad media mensual multianual**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

En la 0 se tiene que para la nubosidad en el área de estudio de la cuenca río Yaguará predomina un cielo parcialmente cubierto, entre tres octas y seis octas de cielo cubierto a lo largo del año, siendo mayormente cubierto en los meses de noviembre y marzo – mayo. La Cuenca del Río Yaguará a partir del cálculo de polígonos de Thiessen presenta la distribución temporal de la nubosidad, mes a mes, donde se observa valores desde 2,79 octas a 3,19 octas, observándose que el mes con mayor nubosidad es noviembre con valor de 3,19 octas, mientras que el mes con menor nubosidad es septiembre con valor de 2,79 octas, junto con una distribución anual de 2,92 octas.

En la información Datos – Datos procesados anexa a este capítulo se incluyen las hojas de cálculo para la variable nubosidad.

### 6.3.3.5. Velocidad y dirección del viento

La velocidad del viento corresponde a la relación entre la distancia recorrida por el aire y el tiempo que tarda en recorrerla. La "velocidad instantánea" o, con mayor brevedad, la "velocidad", corresponde al caso de un intervalo de tiempo infinitamente pequeño (IDEAM,2020). La dirección del viento corresponde a la dirección en la que sopla este (IDEAM,2020). Se expresa en grados, contados a partir del norte geográfico, en el sentido de las manecillas del reloj. Las distintas direcciones del viento están referidas a la rosa de los vientos que señala los puntos cardinales (IDEAM, 2020).

En la Tabla 6.20 se presentan los valores medios mensuales multianuales de la velocidad del viento, en la Tabla 6.21 se presentan los valores promedio mensuales multianuales de la dirección del viento. En la Figura 6.18 se observa la rosa de vientos resultante para la dirección y velocidad del viento.

**Tabla 6.20. Valores medios mensuales multianuales de velocidad del viento en la estación analizada**

ESTACIÓN	CÓDIGO	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)												ANUAL
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
AEROPUERTO BENITO SALAS	21115020	1,04	1,15	1,16	1,32	1,39	1,89	2,30	2,44	1,89	1,20	0,92	0,79	1,46

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022, a partir de (a) información IDEAM

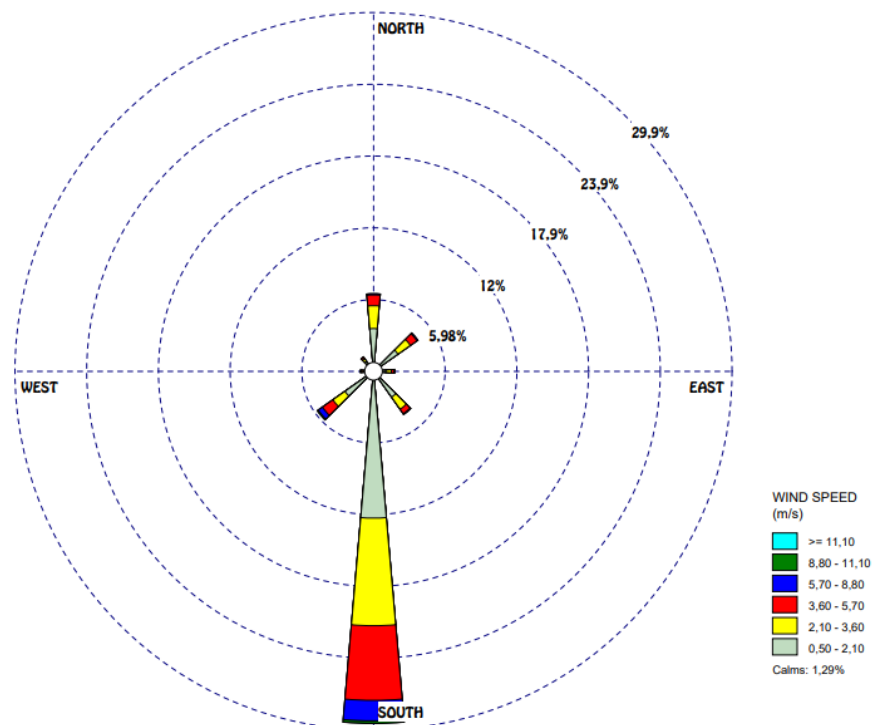
**Tabla 6.21. Valores medios mensuales multianuales de dirección del viento en la estación analizada**

ESTACIÓN	CÓDIGO	DIRECCIÓN DEL VIENTO (grados)												ANUAL
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
AEROPUERTO BENITO SALAS	21115020	289	279	282	276	271	250	233	231	245	279	295	298	269

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022, a partir de (a) información IDEAM

En las Figura 6.18 y Figura 6.19 se evidencian las rosas de vientos resultantes de los datos horarios registrados en la estación Aeropuerto Benito Salas, donde se aprecia que los vientos llegan desde el sur y van hacia el norte mayormente, con velocidades de entre 0,5 m/s hasta los 8,8 m/s.

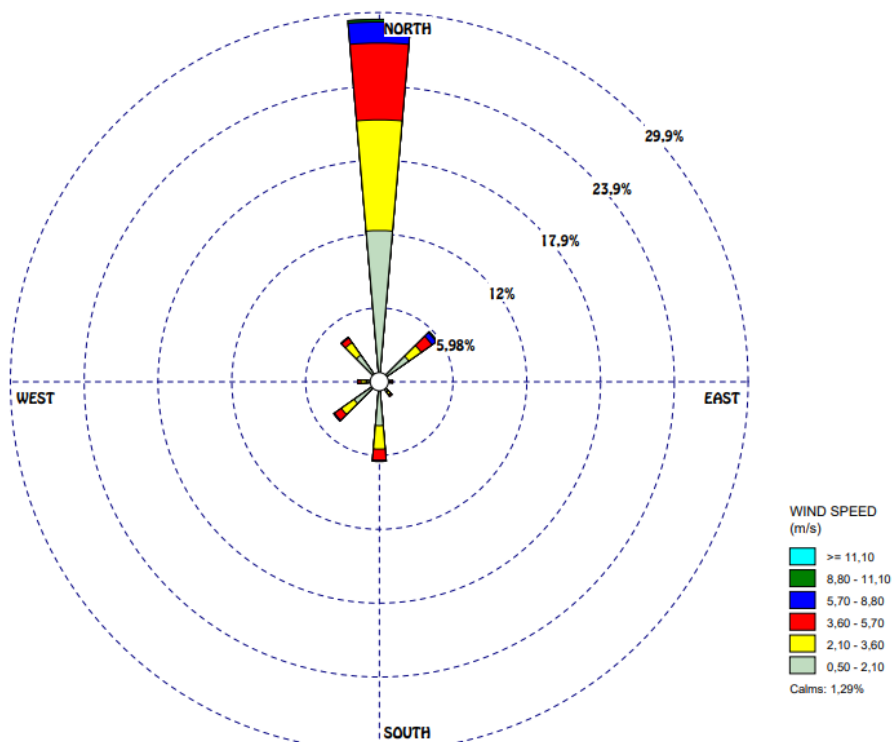
**Figura 6.18. Rosa de vientos – dirección en que llega el viento**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



**Figura 6.19. Rosa de vientos – dirección hacia la que va el viento**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

En la información Datos – Datos procesados anexa a este capítulo se incluyen las hojas de cálculo para la variable de velocidad y dirección del viento.

### 6.3.4. Análisis de precipitación

#### 6.3.4.1. Completitud

En la Tabla 6.22 se muestra la proporción de datos faltantes para las estaciones empleadas en el estudio. Para las estaciones San Rafael y Los Rosales se empleó el método de razón de valores normales teniendo en cuenta su ubicación espacial relativa, para el resto teniendo en cuenta la homogeneidad de los datos y su ubicación espacial relativa, se empleó el método de autocorrelación para completar los datos faltantes.

**Tabla 6.22. Proporción de datos faltantes de precipitación por estación**

ESTACIÓN	% DE DATOS FALTANTES
HATILLO EL	5,10
HERREA LAS	1,39
HOBO EL	0,53

ESTACIÓN	% DE DATOS FALTANTES
MINA LA	0,39
NATAGA	0,21
SAN RAFAEL	12,27
SANTA ROSA HACIENDA	2,68
TESALIA 2	5,49
VOLCAN EL	1,54
YAGUARA	1,34
YARUMAL	1,52
PAPAGAYO HACIENDA	0,83
ROSALES LOS	12,82
<b>SAN JOSE HACIENDA</b>	<b>15,62</b>

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022, a partir de información IDEAM

Para el análisis de precipitación que se describe en los numerales posteriores, se tomó la decisión de descartar la estación Hacienda San José, con base en los siguientes argumentos:

- ❖ El porcentaje de datos faltantes es cercano a 10%, siendo necesario entonces completar los datos faltantes mediante razones normales o interpolación. De hecho, es cercano a 20% y presenta dos bloques de casi tres años continuos con datos faltantes, lo que para la OMM ya es un impedimento para el cálculo de normales o medias (OMM, 2018, p. 87)
- ❖ Ya que no se cumplen exactamente las condiciones de rechazo de la OMM, se procedió a verificar la validez de la interpolación a partir de las estaciones cercanas. Para ello, se ejecutó el siguiente procedimiento:
  - A partir de las superficies ráster interpoladas mes a mes, se determinó el valor medio de precipitación mensual multianual en la ubicación de la estación.
  - Paralelamente, para los meses sin datos diarios faltantes se calculó la precipitación acumulada mensual de la estación.
  - Se realizó una comparación estadística de medias entre los datos de la estación y los obtenidos en el ráster, para cada mes, para determinar si se podía considerar equivalente las medias en ambos casos -lo que implica que se podría utilizar las otras estaciones para completar los datos faltantes- (ver archivo anexo PRECIPITACION\_YG)

De esa comparación estadística se encontró que no hay correspondencia entre las medias reales e interpoladas para los meses de julio a noviembre, por lo cual se infiere que el hecho de que la estación Hacienda San José sea la única estación pluviográfica activa con datos en la ventana de tiempo seleccionada incide en el valor numérico registrado de la precipitación cuando se compara con las demás estaciones climáticas ordinarias o pluviométricas, de modo que no es adecuado utilizar la interpolación con las demás estaciones cercanas para los meses señalados. Por este mismo hecho se decidió no proceder a métodos estocásticos para completar los datos ya que al incorporarlos en el ráster va a generar una distorsión de la superficie en el área de influencia de la estación Hacienda San José.

En la información Datos – Datos procesados anexa a este capítulo se incluyen las hojas de cálculo para completitud de cada una de las variables a analizar.

#### **6.3.4.2. Resultados por estaciones**

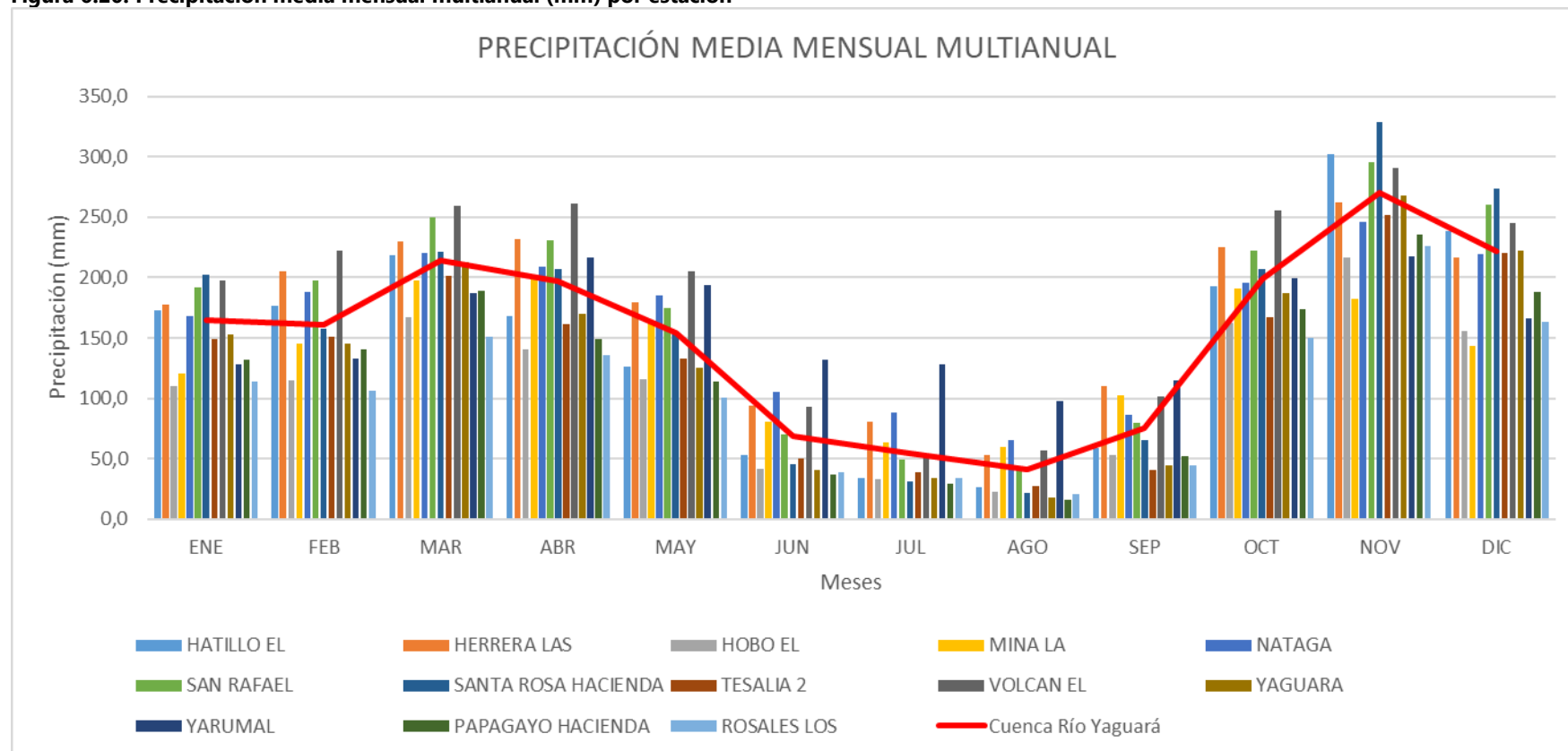
Se puede observar en la Figura 6.20 que para el área de influencia del río Yaguará se presenta un régimen de precipitación con dos picos en el año, el primero entre los meses de marzo y abril con precipitaciones de hasta 261,4 mm; el segundo, de mayor intensidad, entre los meses de octubre y diciembre con precipitaciones de hasta 274,1 mm. Se presenta un periodo de baja precipitación entre los meses de junio a agosto con precipitaciones desde los 15,4 mm.

Cabe destacar que las estaciones con menores precipitaciones son Hacienda Papagayo con 15,4 mm y Yaguará con 17,6 mm en el mes de agosto, mientras que las estaciones con mayores precipitaciones son Santa Rosa Hacienda con 328,6 mm y El Hatillo con 302,0 mm en el mes de noviembre.

La Cuenca del Río Yaguará a partir del cálculo de polígonos de Thiessen presenta la distribución temporal de la precipitación, mes a mes, donde se observa valores desde 40,9 mm a 270,4 mm, observándose que el mes con mayor precipitación es noviembre con valor de 270,4 mm, mientras que el mes con menor precipitación es agosto con valor de 40,9 mm, junto con una distribución anual de 1821,1 mm.



**Figura 6.20. Precipitación media mensual multianual (mm) por estación**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 6.23. Valores de precipitación total media mensual multianual por estación**

PRECIPITACION MEDIA MENSUAL (mm)														
ESTACIÓN	CÓDIGO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
HATILLO EL	21050140	173,2	176,5	218,5	168,2	125,9	53,0	33,5	26,2	58,3	193,1	302,0	238,6	1766,9
HERREA LAS	21080100	177,5	205,3	229,8	232,2	179,1	94,1	80,8	52,5	110,2	224,8	262,3	216,8	2065,4
HOBO EL	21060090	109,6	114,6	166,8	140,3	115,9	41,7	33,1	22,2	53,2	162,0	216,6	156,0	1332,1
MINA LA	21080080	120,8	145,4	197,3	198,3	162,9	80,7	63,5	59,1	102,6	191,3	182,7	143,8	1648,3
NATAGA	21050090	168,5	188,3	220,4	208,9	185,3	105,6	88,4	65,3	86,4	195,3	245,9	219,3	1977,6
PAPAGAYO HACIENDA	21090040	131,5	140,3	189,1	149,4	113,8	36,9	29,3	15,4	51,6	173,6	235,5	188,2	2065,1
ROSALES LOS	21105050	113,6	106,1	151,1	136,1	100,2	38,5	34,3	20,9	43,9	149,7	225,7	163,6	1913,6
SAN RAFAEL	21085030	192,2	197,9	249,7	230,9	174,4	70,3	49,4	42,4	79,4	221,9	296,0	260,6	1594,1
SANTA ROSA HACIENDA	21080070	202,1	157,4	221,0	207,4	152,4	45,6	30,7	21,5	65,5	207,3	328,6	274,1	2242,7
TESALIA 2	21050290	149,5	151,0	201,4	161,6	133,2	50,3	39,0	27,6	41,0	167,1	251,7	220,7	1620,8
VOLCAN EL	21120100	197,9	222,6	259,0	261,4	205,2	93,3	53,2	56,7	101,6	255,6	290,5	245,5	1913,9
YAGUARA	21080030	153,0	145,5	212,9	169,8	125,3	40,3	33,9	17,6	44,8	187,2	268,5	222,2	1454,6
YARUMAL	21050170	128,3	132,7	187,4	216,7	193,9	131,5	128,0	97,7	114,6	199,4	217,4	166,4	1283,6
<b>Cuenca Río Yaguará</b>		164,7	161,3	213,8	196,6	153,9	68,3	54,8	40,9	75,5	199,3	270,4	221,5	1821,1

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022, a partir de información IDEAM

En la información Datos – Datos procesados anexa a este capítulo se incluyen las hojas de cálculo para los valores de precipitación puntual.

#### 6.3.4.3. Análisis de extremos

Como parte del análisis de la precipitación, se registraron los valores máximos (Tabla 6.24) y mínimos (Tabla 6.25) mensuales multianuales de cada una de las estaciones, en las Figura 6.21 y Figura 6.22 se muestra el comportamiento temporal de los valores máximos y mínimos por estación.

**Tabla 6.24. Valores máximos de precipitación total mensual multianual**

PRECIPITACION MÁXIMA MENSUAL (mm)														
ESTACIÓN	CÓDIGO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
HATILLO EL	21050140	495,0	489,0	509,0	447,0	298,0	133,0	172,0	110,0	213,3	452,0	579,0	467,0	4364,3
HERREA LAS	21080100	403,0	519,0	636,0	709,0	452,0	310,0	313,0	219,0	379,0	681,6	623,0	596,0	5840,6
HOBO EL	21060090	359,0	305,0	395,0	431,0	432,0	161,0	114,0	78,0	198,0	369,0	579,0	392,0	3813,0

PRECIPITACION MÁXIMA MENSUAL (mm)														
ESTACIÓN	CÓDIGO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
MINA LA	21080080	241,4	369,2	640,3	391,5	376,2	250,0	271,0	262,4	301,2	523,7	329,6	315,9	4272,4
NATAGA	21050090	477,0	520,0	492,0	434,8	400,0	231,0	223,7	176,0	345,0	480,0	398,0	464,0	4641,5
SAN RAFAEL	21085030	472,9	473,7	463,2	480,5	355,9	235,7	197,3	160,1	257,0	638,6	535,3	582,2	4852,4
SANTA ROSA HACIENDA	21080070	620,7	427,3	517,0	421,0	389,2	182,0	143,0	135,0	242,5	427,3	697,2	500,0	4702,2
TESALIA 2	21050290	357,0	345,1	414,0	306,7	310,0	149,0	289,5	95,0	129,6	435,7	503,0	422,2	3756,8
VOLCAN EL	21120100	411,0	550,0	478,0	720,0	487,0	280,1	211,0	235,0	356,0	492,0	536,0	416,0	5172,1
YAGUARA	21080030	373,0	330,9	464,8	421,0	301,0	180,0	180,0	81,2	184,6	477,0	556,0	437,0	3986,5
YARUMAL	21050170	399,0	293,0	452,0	464,0	397,0	258,0	347,0	275,0	227,0	508,0	443,0	391,0	4454,0
PAPAGAYO HACIENDA	21090040	397,0	520,0	382,0	424,0	284,0	124,0	135,0	58,2	174,0	363,0	540,0	395,0	3796,2
ROSALES LOS	21105050	441,5	277,7	307,2	472,6	291,9	153,0	141,4	87,7	161,4	331,1	579,0	392,3	3636,8
<b>Cuenca Río Yaguará</b>		446,8	408,8	510,5	453,8	362,4	205,0	217,0	161,5	244,2	495,0	549,1	458,6	4512,7

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022, a partir de información IDEAM

**Tabla 6.25. Valores mínimos de precipitación total mensual multianual**

PRECIPITACION MÍNIMA MENSUAL (mm)														
ESTACIÓN	CÓDIGO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
HATILLO EL	21050140	0,0	6,0	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,0	64,0	12,0	148,0
HERREA LAS	21080100	20,0	21,6	47,0	17,3	10,0	0,0	0,0	0,0	8,0	0,0	17,8	0,0	141,7
HOBO EL	21060090	0,0	11,0	29,0	22,0	9,0	5,0	0,0	0,0	3,0	3,0	39,0	0,0	121,0
MINA LA	21080080	6,9	32,8	44,8	14,7	43,4	15,5	10,4	0,0	10,9	42,5	79,7	7,3	308,9
NATAGA	21050090	31,0	18,0	30,0	64,0	39,0	36,3	23,0	9,7	16,0	48,0	106,0	3,0	424,0
SAN RAFAEL	21085030	38,5	20,8	93,3	47,5	24,1	4,0	2,2	0,0	3,4	49,0	113,7	1,6	398,1
SANTA ROSA HACIENDA	21080070	11,0	18,0	53,4	12,8	4,0	0,0	0,0	0,0	6,8	52,0	146,0	0,0	304,0
TESALIA 2	21050290	10,0	11,6	33,2	14,0	8,0	0,8	3,0	1,3	0,0	19,0	119,0	0,0	219,9
VOLCAN EL	21120100	35,0	18,0	62,0	55,0	20,0	0,0	2,0	0,0	0,0	50,0	83,5	3,0	328,5
YAGUARA	21080030	7,0	19,0	44,0	31,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,0	31,0	0,0	149,0
YARUMAL	21050170	16,0	5,0	12,0	6,0	39,0	8,0	17,0	34,0	35,0	78,6	72,0	15,0	337,6

PRECIPITACION MÍNIMA MENSUAL (mm)														
ESTACIÓN	CÓDIGO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
PAPAGAYO HACIENDA	21090040	6,0	0,0	26,0	16,4	8,0	2,0	1,0	0,0	1,0	8,0	44,0	0,0	112,4
ROSALES LOS	21105050	2,3	4,7	18,2	28,4	22,6	6,9	0,0	1,4	1,4	13,6	36,3	0,0	135,8
<b>Cuenca Río Yaguará</b>		12,0	16,2	45,8	17,9	14,7	4,2	4,2	4,6	8,4	36,5	81,8	4,8	251,0

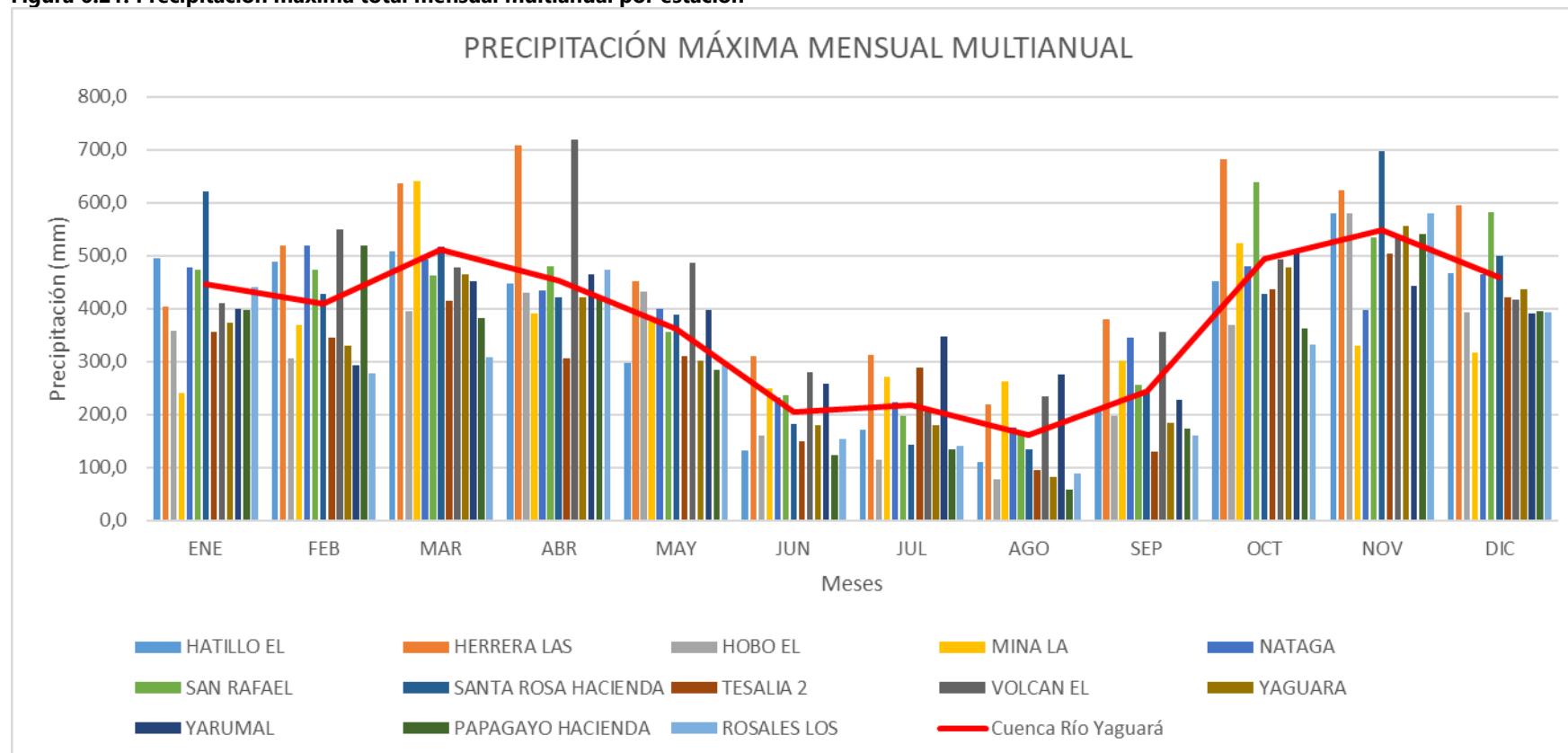
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022, a partir de información IDEAM

En la Figura 6.21 se puede apreciar que la estación de Las Herreras presenta en sus registros valores máximos de precipitación por encima de los 600 mm en los meses de marzo, abril, octubre y noviembre. La estación de Nátaga supera igualmente los 600 mm en los meses de enero y noviembre, y la estación El Volcán en el mes de abril. Los menores valores de precipitación máxima se presentan por debajo de los 100 mm en los meses de agosto y septiembre en las estaciones de El Hobo, Tesalia 2, Yaguará, Papagayo Hacienda y Los Rosales.

La Cuenca del Río Yaguará a partir del cálculo de polígonos de Thiessen presenta la distribución temporal de la precipitación máxima, mes a mes, donde se observa valores desde 161,5 mm a 549,1 mm, observándose que el mes con mayor precipitación es noviembre con valor de 549,1 mm, mientras que el mes con menor precipitación es agosto con valor de 161,5 mm, junto con una distribución anual de 4512,7 mm.

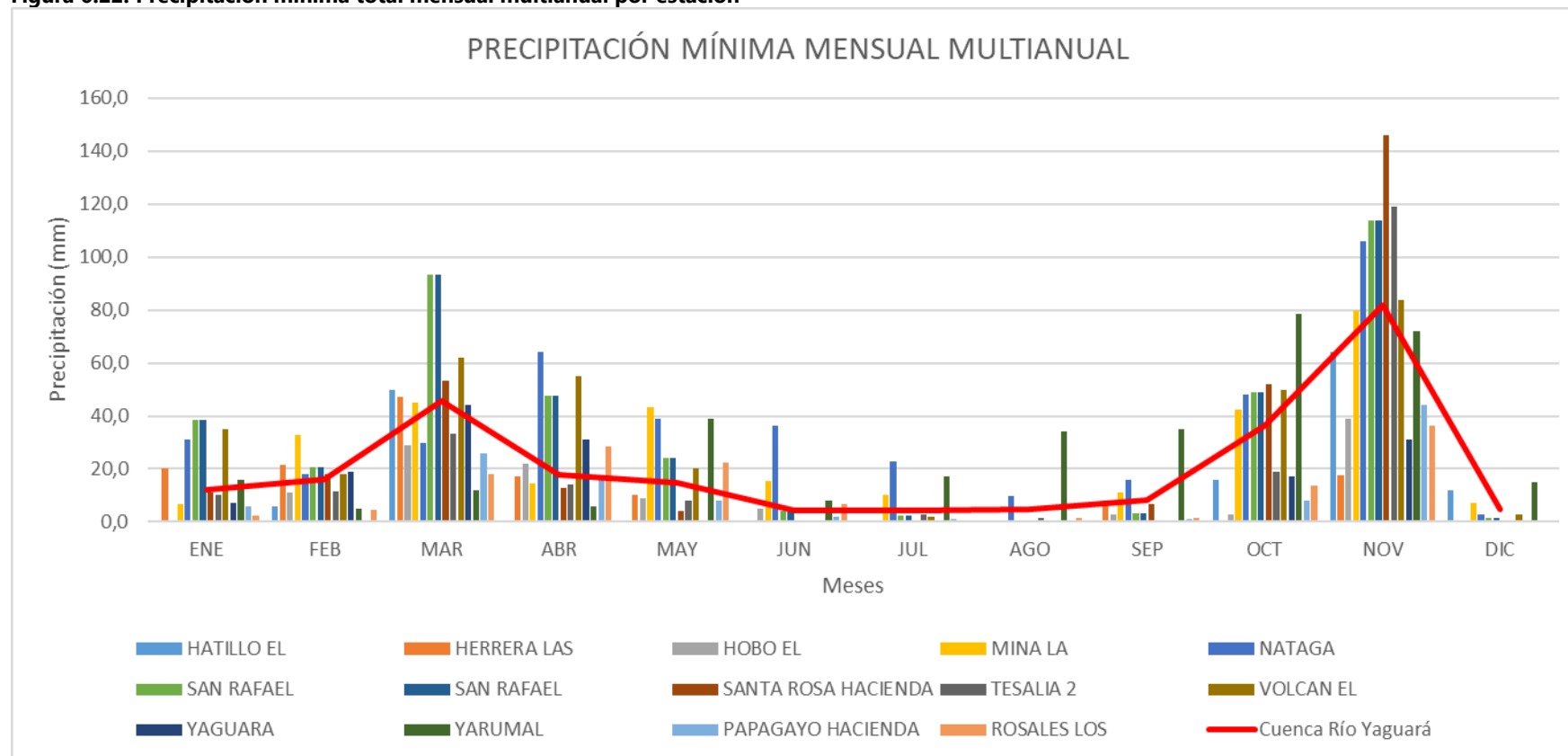


**Figura 6.21. Precipitación máxima total mensual multianual por estación**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 6.22. Precipitación mínima total mensual multianual por estación**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

En la Figura 6.22 se puede apreciar que los mayores valores registrados para la precipitación mínima se encuentran en el mes de noviembre con valores por encima de los 100 mm en las estaciones de Nátaga, San Rafael, Santa Rosa Hacienda y Tesalia 2. Los menores valores se encuentran en los meses de junio a agosto con 0 mm. La Cuenca del Río Yaguará a partir del cálculo de polígonos de Thiessen presenta la distribución temporal de la precipitación mínima, mes a mes, donde se observa valores desde 4,2 mm a 81,8 mm, observándose que el mes con menor precipitación es junio y julio con valor de 4,2 mm, mientras que el valor con mayor precipitación es noviembre con valor de 81,8 mm, junto con una distribución anual de 251 mm.

A partir de los datos ilustrados anteriormente, se pueden analizar los valores extremos de las estaciones con incidencia en la cuenca, obteniendo lo siguiente:

- ❖ El máximo valor de precipitación máxima total multianual es 720 mm, se presenta en el mes de abril en la estación El Volcán.
- ❖ El valor mínimo de precipitación máxima total multianual es 58,2 mm, se presenta en el mes de agosto en la estación Papagayo Hacienda.
- ❖ El valor máximo de precipitación mínima total multianual es 146 mm, se presenta en el mes de noviembre en la estación Santa Rosa Hacienda.
- ❖ El valor mínimo de precipitación mínima total multianual es 0 mm, se presenta mayormente en los meses de junio, julio, agosto, septiembre y diciembre, en varias estaciones.

En la información Datos – Datos procesados anexa a este capítulo se incluyen las hojas de cálculo para los valores de análisis de extremos.

#### **6.3.4.4. Precipitación máxima en 24 horas**

Para estimar los hietogramas de las precipitaciones típica para diferentes períodos de retorno, se hace necesario inicialmente establecer las precipitaciones máximas para diferentes períodos de retorno. Para tal efecto, se llevó a cabo un análisis estadístico de valores extremos, empleando diferentes métodos de distribución de probabilidad, seleccionando el de mejor ajuste.

En primer lugar, se tomó para cada estación el máximo valor de precipitación diaria por cada mes y año, para luego obtener el valor máximo multianual por cada mes, obteniéndose los resultados que se muestran en la Tabla 6.26.

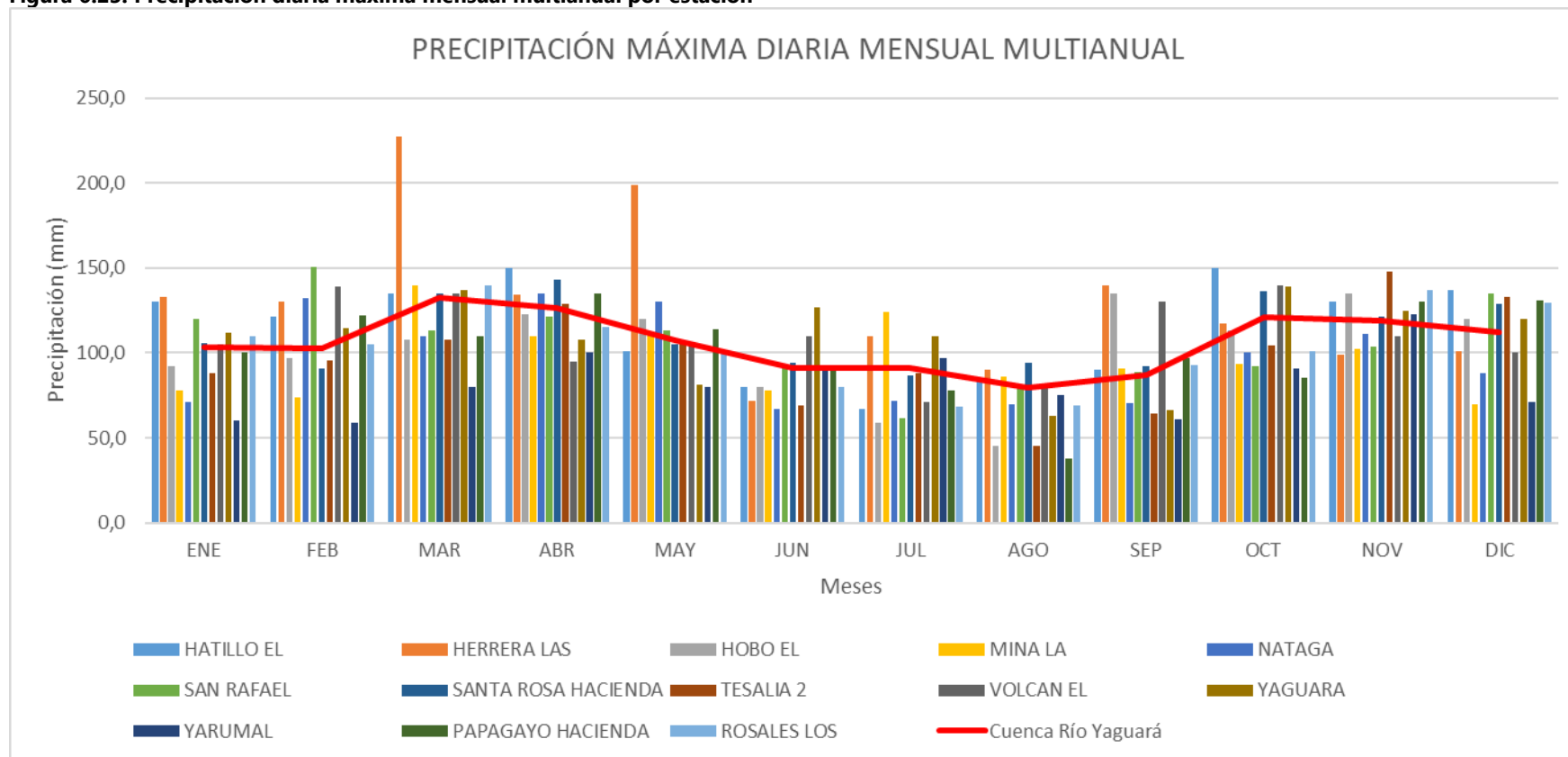
**Tabla 6.26. Valores precipitación diaria máxima mensual multianual**

PRECIPITACION MÁXIMA DIARIA (mm)														
ESTACIÓN	CÓDIGO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
HATILLO EL	21050140	130,0	121,0	135,0	150,0	101,0	80,0	67,0	83,0	90,0	150,0	130,0	137,0	1374,0
HERREA LAS	21080100	132,7	130,0	227,0	134,0	199,0	72,0	110,0	90,0	140,0	117,0	99,0	101,0	1551,7
HOBO EL	21060090	92,0	97,0	108,0	123,0	120,0	80,0	59,0	45,0	135,0	113,0	135,0	120,0	1227,0
MINA LA	21080080	77,5	74,0	140,0	109,7	111,0	78,0	124,0	86,0	90,6	93,4	102,3	69,8	1156,3
NATAGA	21050090	71,0	132,0	109,6	135,0	130,0	67,0	72,0	70,0	70,1	100,0	111,0	88,0	1155,7
SAN RAFAEL	21085030	120,2	150,4	113,4	121,5	113,5	92,1	61,5	81,0	88,4	92,0	103,5	135,0	1272,5
SANTA ROSA HACIENDA	21080070	106,0	91,0	135,0	143,0	105,0	94,0	87,0	94,0	92,0	136,0	121,0	129,0	1333,0
TESALIA 2	21050290	88,0	95,6	108,0	128,9	105,0	69,0	88,3	45,0	64,4	104,2	148,0	133,0	1177,4
VOLCAN EL	21120100	105,0	139,0	135,0	95,0	104,0	110,0	71,0	80,0	130,0	140,0	110,0	100,0	1319,0
YAGUARA	21080030	111,9	114,6	137,0	108,0	81,0	127,0	110,0	63,0	66,4	139,0	125,0	120,2	1303,1
YARUMAL	21050170	60,0	59,0	80,0	100,0	80,0	91,0	97,0	75,0	61,0	91,0	123,0	71,0	988,0
PAPAGAYO HACIENDA	21090040	100,0	122,0	110,0	135,0	114,0	90,0	78,0	38,0	97,0	85,0	130,0	131,0	1230,0
ROSALES LOS	21105050	109,8	105,0	140,0	115,5	100,1	80,2	68,0	69,3	92,5	101,0	136,7	129,2	1247,3
Cuenca Río Yaguará		103,2	102,9	132,5	126,1	107,3	90,9	91,2	79,5	86,9	121,3	119,2	112,2	1273,2

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022 a partir de información IDEAM



**Figura 6.23. Precipitación diaria máxima mensual multianual por estación**



En la Figura 6.23 se aprecia el comportamiento temporal de la precipitación diaria máxima mensual multianual por cada estación, allí se aprecia que existen valores por encima de los 200 mm en los meses de marzo y mayo en la estación de Las Herreras. Mientras que los menores valores de la precipitación máxima diaria se registran en el mes de agosto en la estación de Papagayo Hacienda. La Cuenca del Río Yaguará a partir del cálculo de polígonos de Thiessen presenta la distribución temporal de la precipitación diaria, mes a mes, donde se observa valores desde 79,5 mm a 132,5 mm, observándose que el mes con menor precipitación es agosto con valor de 79,5 mm, mientras que el valor con mayor precipitación es marzo con valor de 132,5 mm, junto con una distribución anual de 1273,2 mm.

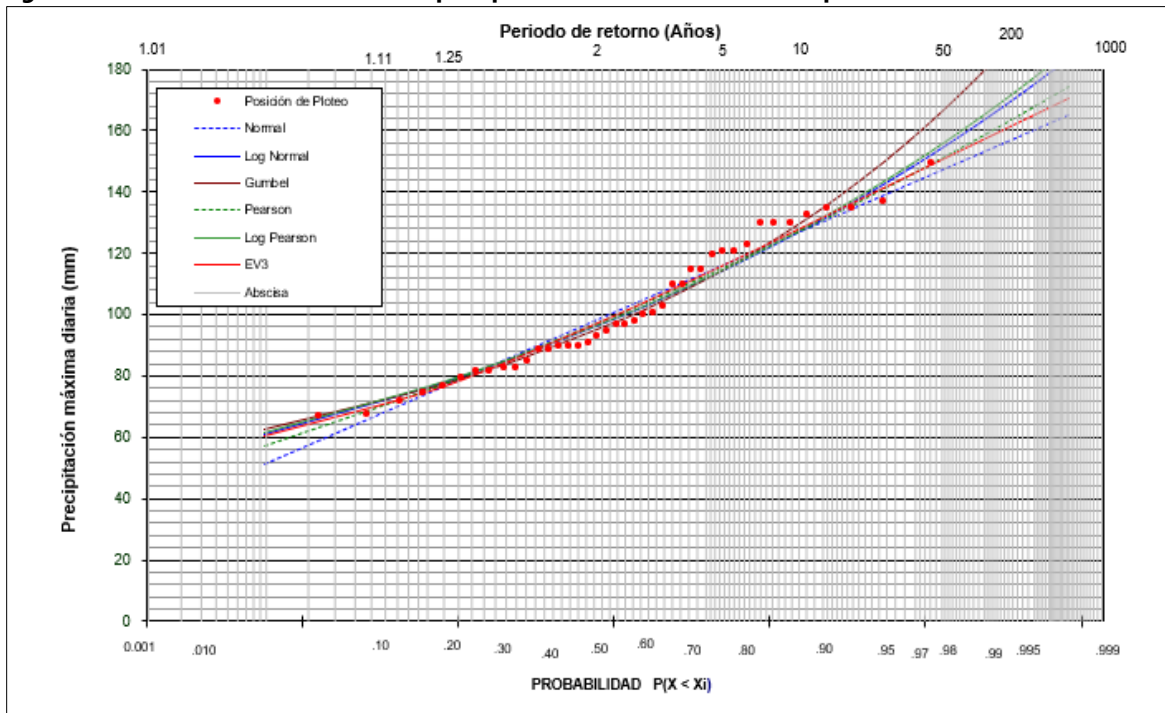
Luego, para el análisis de extremos se tomaron las series anuales y por medio de la aplicación de las distribuciones Gumbel, Pearson tipo III, Log-Pearson tipo III, Log-Normal y Valores Extremos, se determinaron las frecuencias de ocurrencia para los periodos de retorno de 2, 5, 10, 15, 20, 25, 50, 100, 200 y 500 años para cada una de las estaciones estos con el fin de calcular los hietogramas representativos. Posteriormente, por medio de la distribución  $\chi^2$ , se seleccionó la distribución que presentara el mejor ajuste, que corresponde al menor valor de  $\chi^2$ . A continuación, se presentan los resultados finales de los análisis de frecuencias para cada una de las estaciones seleccionadas, con los períodos de retorno establecidos.

**Tabla 6.27. resultados de precipitaciones máximas en 24 horas por período de retorno**

TR años	El Hatillo	Las Herreras	El Hobo	La Mina	Nátaga	San Rafael	Santa Rosa Hacienda	Tesalia 2	El Volcán	Yaguará	Yarumal	Papagayo Hacienda	Los Rosales
2	100,91	87,52	90,11	74,39	80,71	88,96	92,06	91,32	87,53	90,41	65,76	91,94	79,31
2.33	106,76	97,74	95,79	79,72	86,94	94,48	97,53	96,65	93,36	96,54	70,32	96,92	85,39
5	120,76	125,48	109,05	94,19	103,85	108,08	112,36	108,42	108,54	111,54	82,69	108,67	101,89
10	131,43	150,61	118,93	107,29	119,17	118,97	125,79	116,68	121,20	123,27	93,90	117,51	116,84
20	140,31	174,71	126,99	119,86	133,87	128,44	138,68	123,17	132,39	133,18	104,65	124,79	131,19
25	142,90	182,36	129,33	123,85	138,53	131,28	142,77	125,00	135,75	136,10	108,06	126,90	135,74
50	150,31	205,92	135,96	136,14	152,89	139,63	155,37	130,10	145,66	144,52	118,56	132,92	149,75
100	156,97	229,30	141,85	148,33	167,15	147,40	167,87	134,52	154,88	152,15	128,99	138,29	163,67
200	163,05	252,60	147,19	160,48	181,35	154,75	180,32	138,41	163,55	159,18	139,38	143,18	177,53
500	170,39	283,33	153,59	176,51	200,09	163,94	196,76	142,96	174,33	167,74	153,09	149,05	195,82
<b>Chi 2</b>	<b>4,17</b>	<b>52,46</b>	<b>1,65</b>	<b>2,54</b>	<b>8,07</b>	<b>3,91</b>	<b>3,10</b>	<b>35,55</b>	<b>6,50</b>	<b>6,06</b>	<b>3,63</b>	<b>1,93</b>	<b>5,46</b>

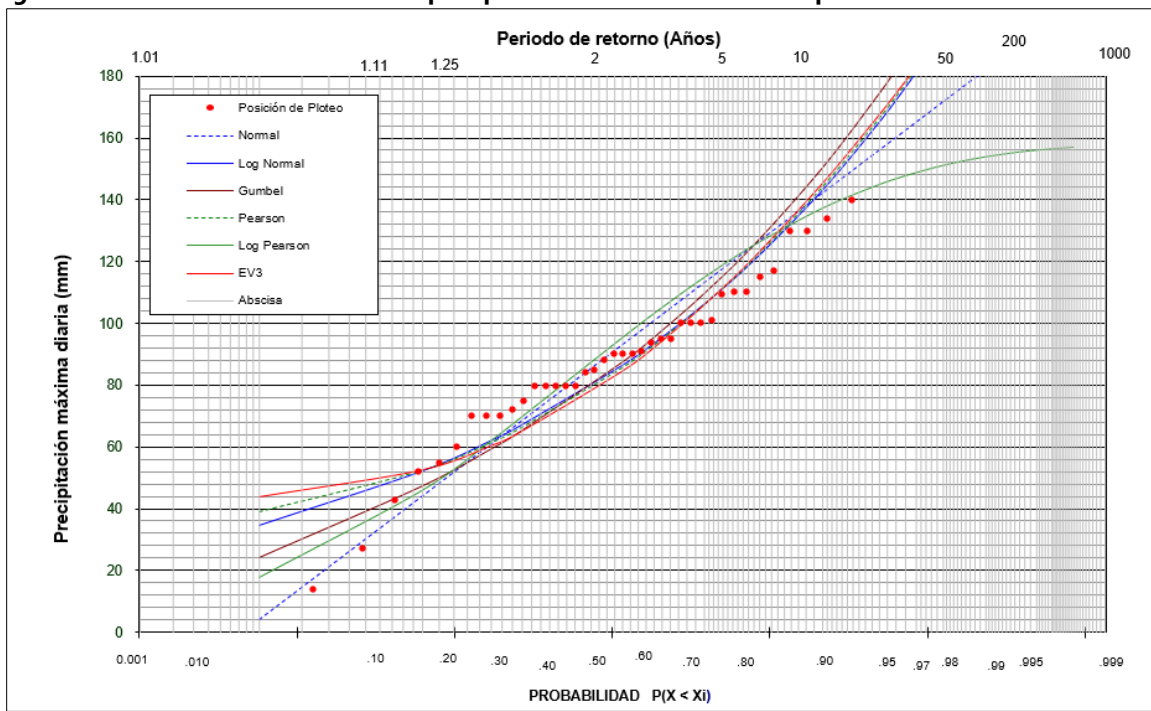
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 6.24. Análisis de frecuencias de precipitación máxima en 24 horas para la estación El Hatillo**



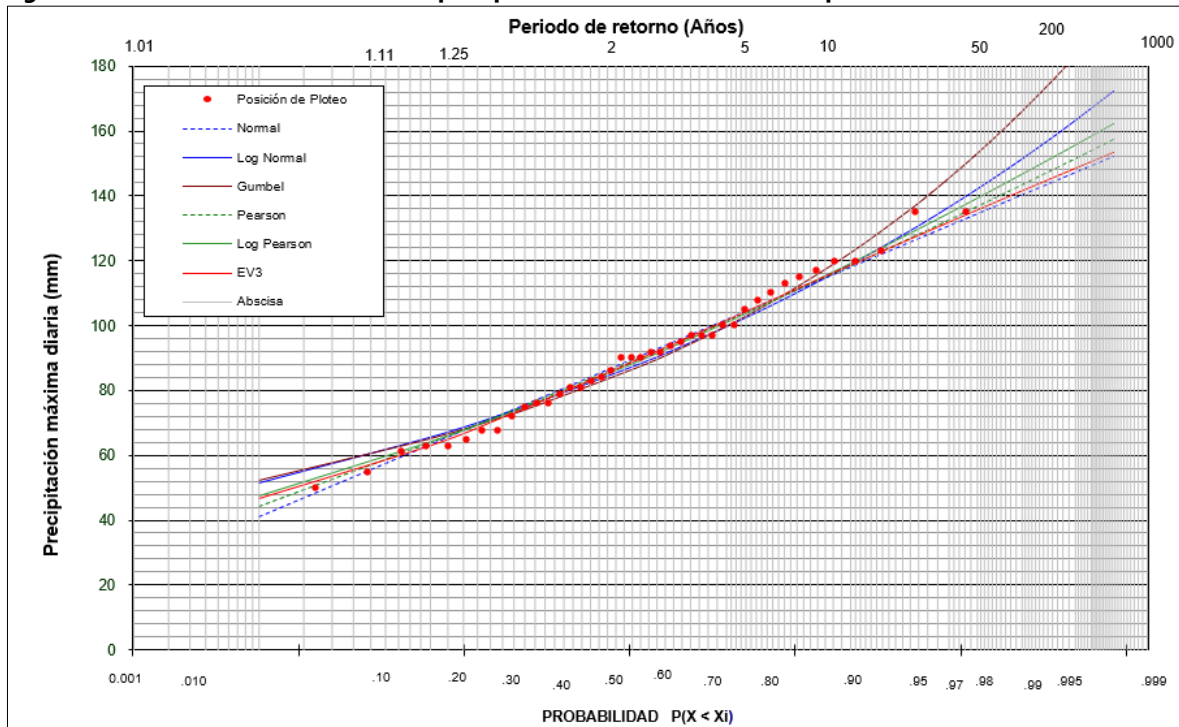
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022

**Figura 6.25. Análisis de frecuencias de precipitación máxima en 24 horas para la estación Las Herreras**



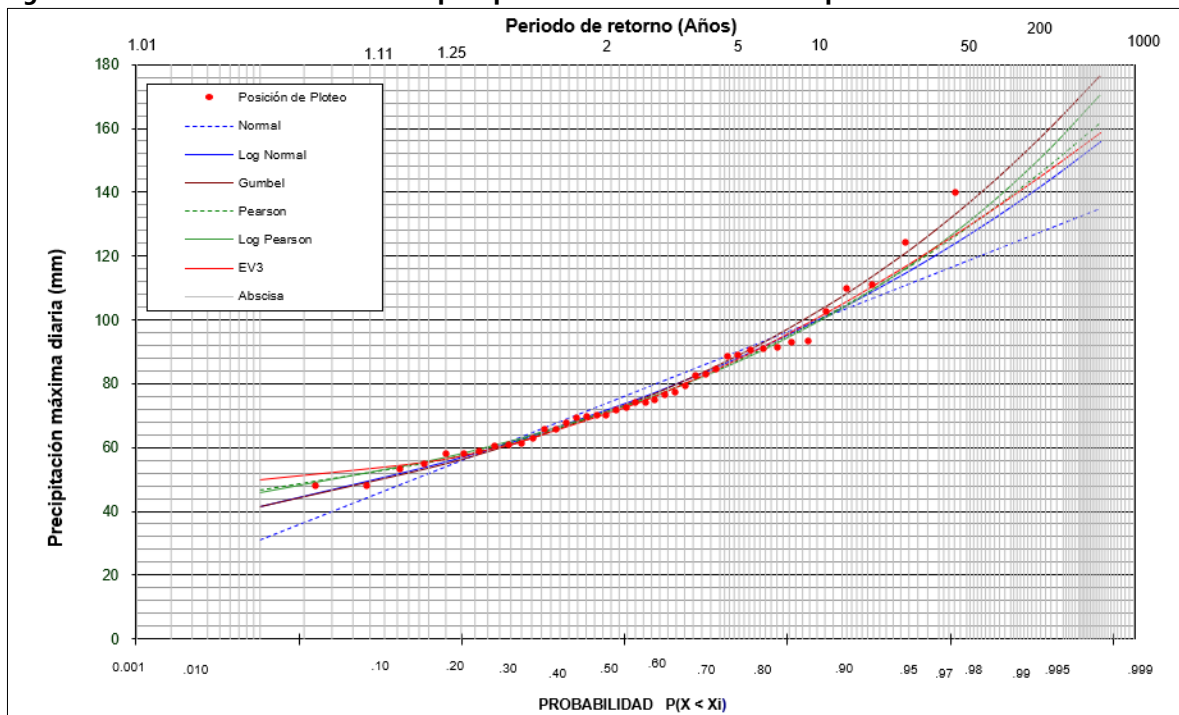
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022

**Figura 6.26. Análisis de frecuencias de precipitación máxima en 24 horas para la estación El Hobo**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022

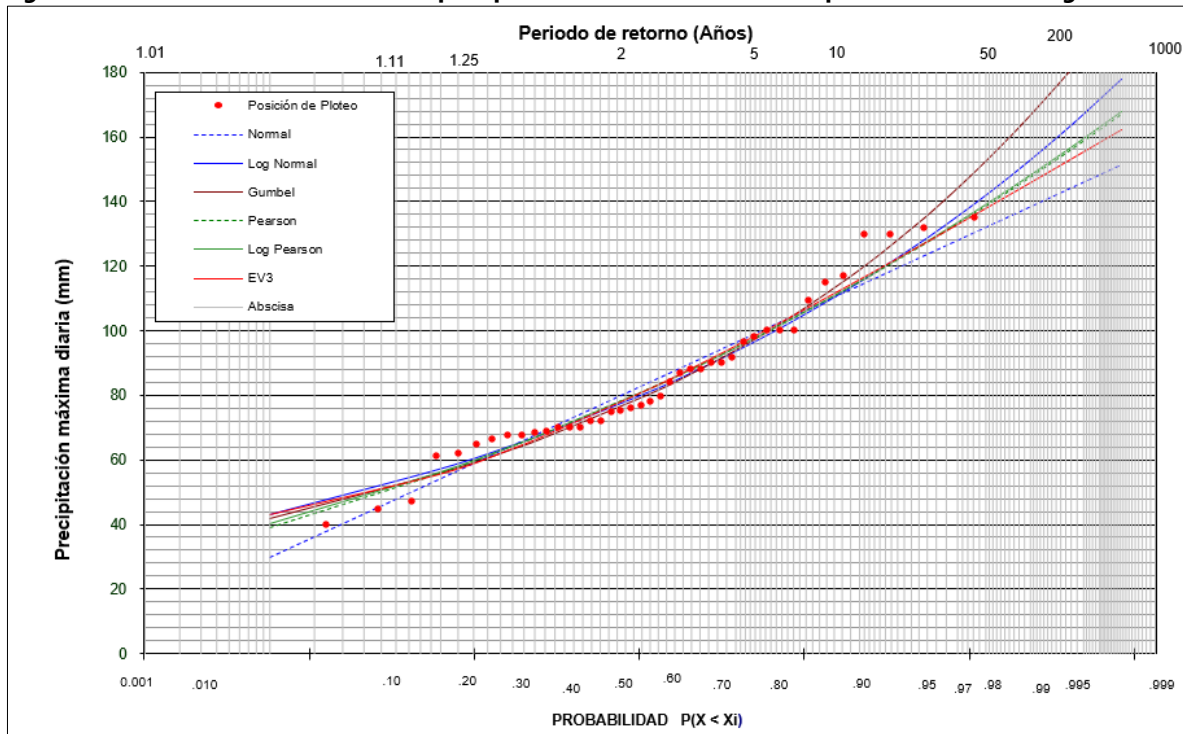
**Figura 6.27. Análisis de frecuencias de precipitación máxima en 24 horas para la estación La Mina**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022

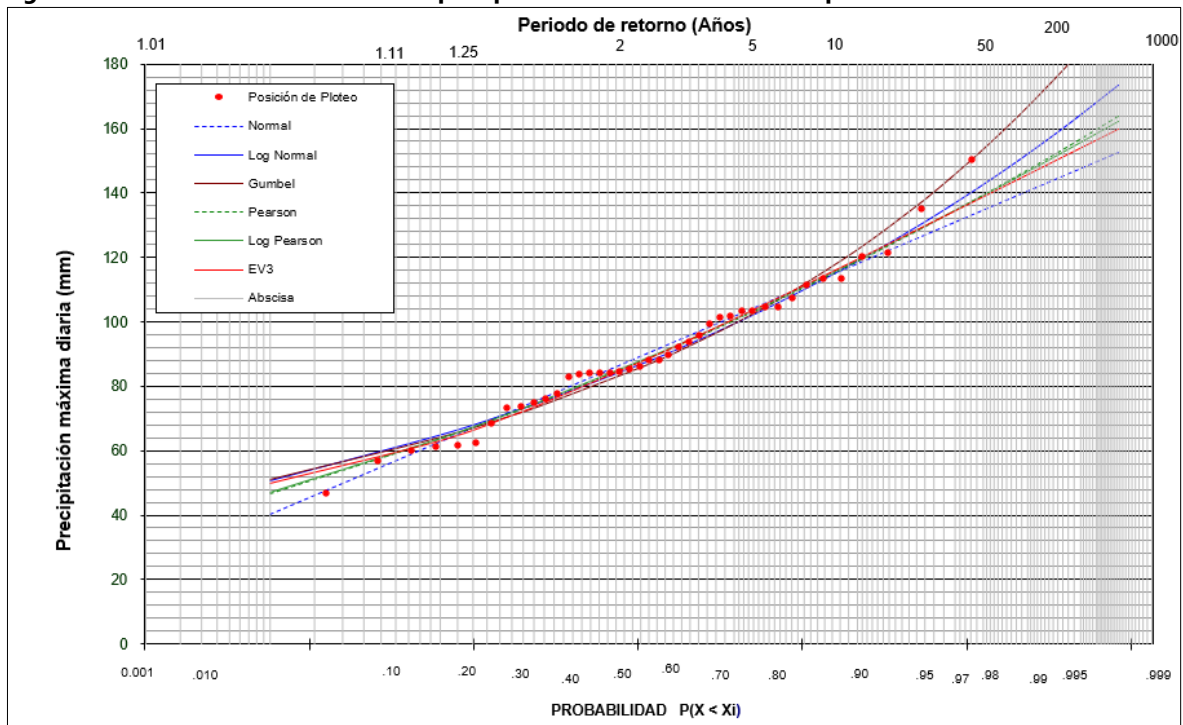


Figura 6.28. Análisis de frecuencias de precipitación máxima en 24 horas para la estación Nátaga



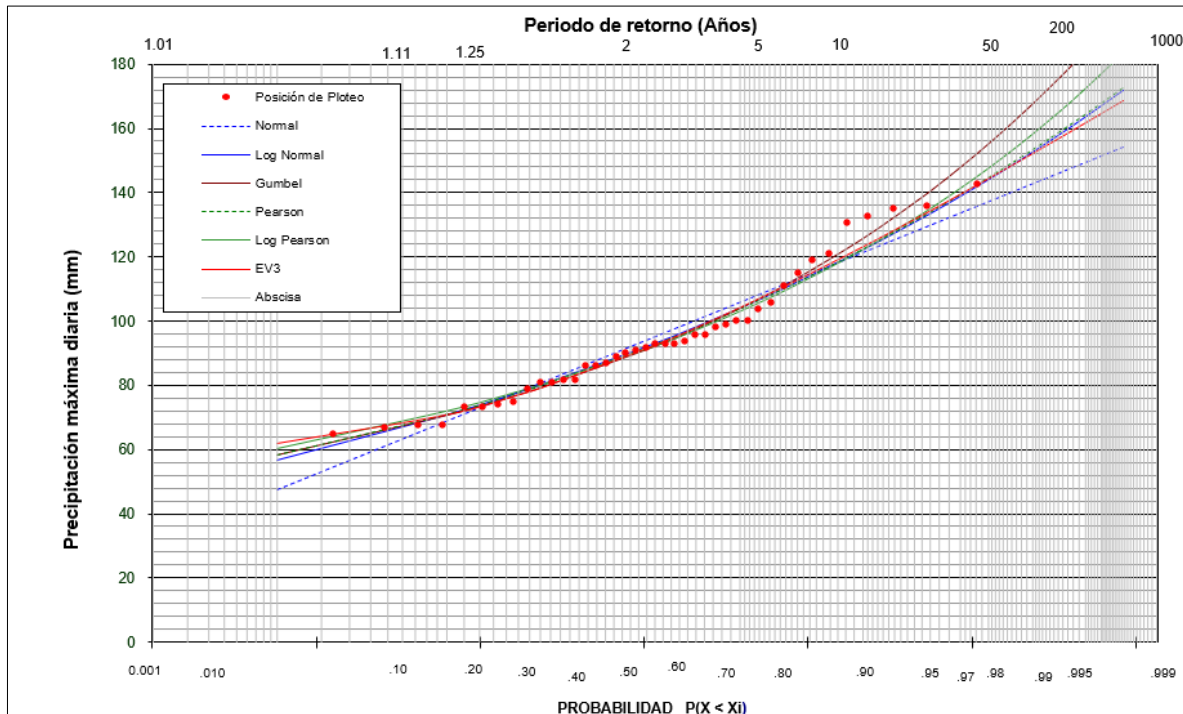
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022

Figura 6.29. Análisis de frecuencias de precipitación máxima en 24 horas para la estación San Rafael



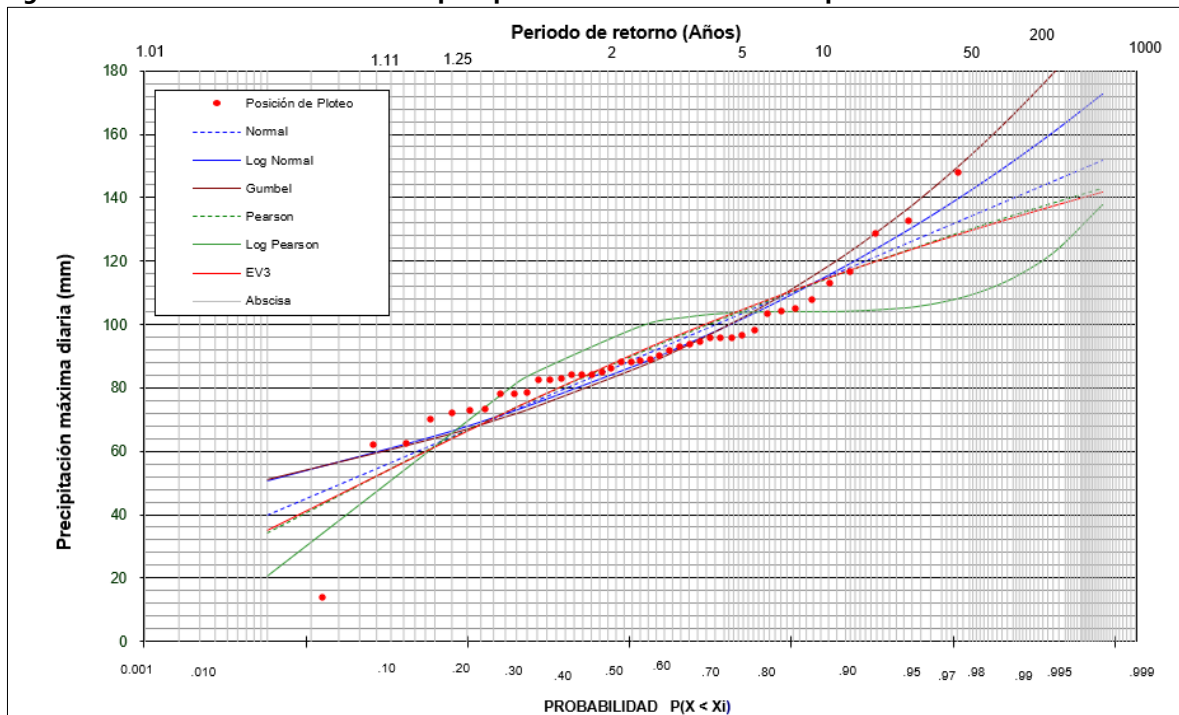
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022

**Figura 6.30. Análisis de frecuencias de precipitación máxima en 24 horas para la estación Santa Rosa Hacienda**



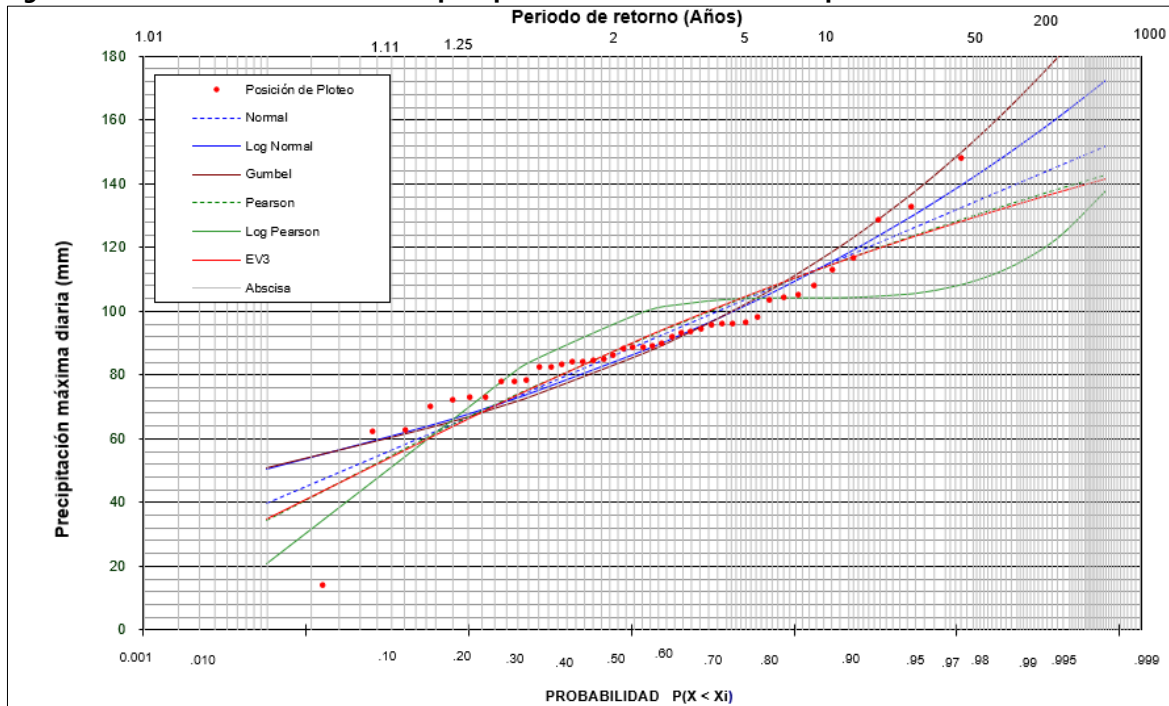
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022

**Figura 6.31. Análisis de frecuencias de precipitación máxima en 24 horas para la estación Tesalia 2**



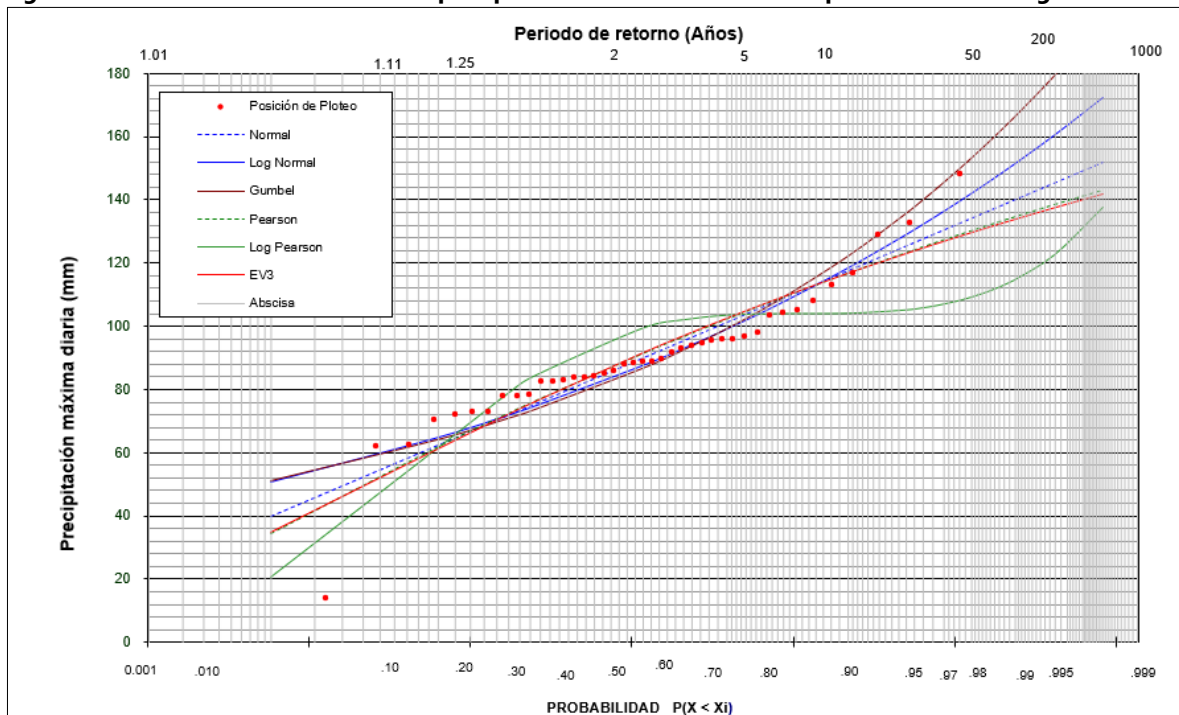
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022

**Figura 6.32. Análisis de frecuencias de precipitación máxima en 24 horas para la estación El Volcán**



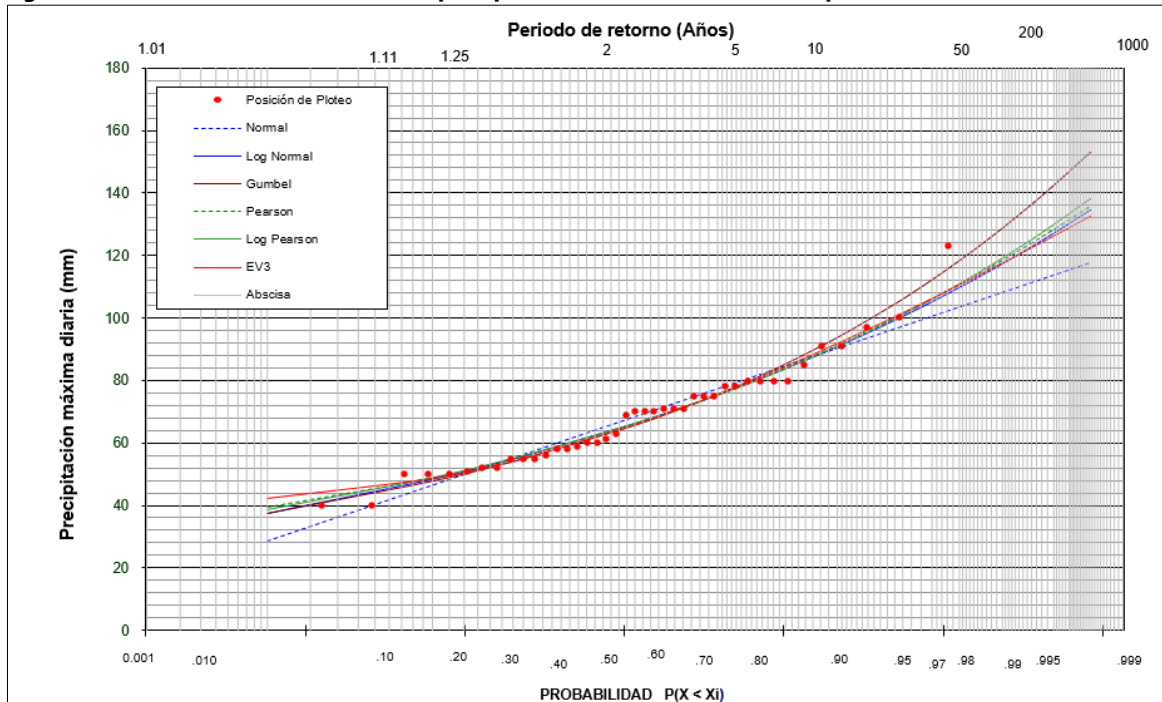
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022

**Figura 6.33. Análisis de frecuencias de precipitación máxima en 24 horas para la estación Yaguará**



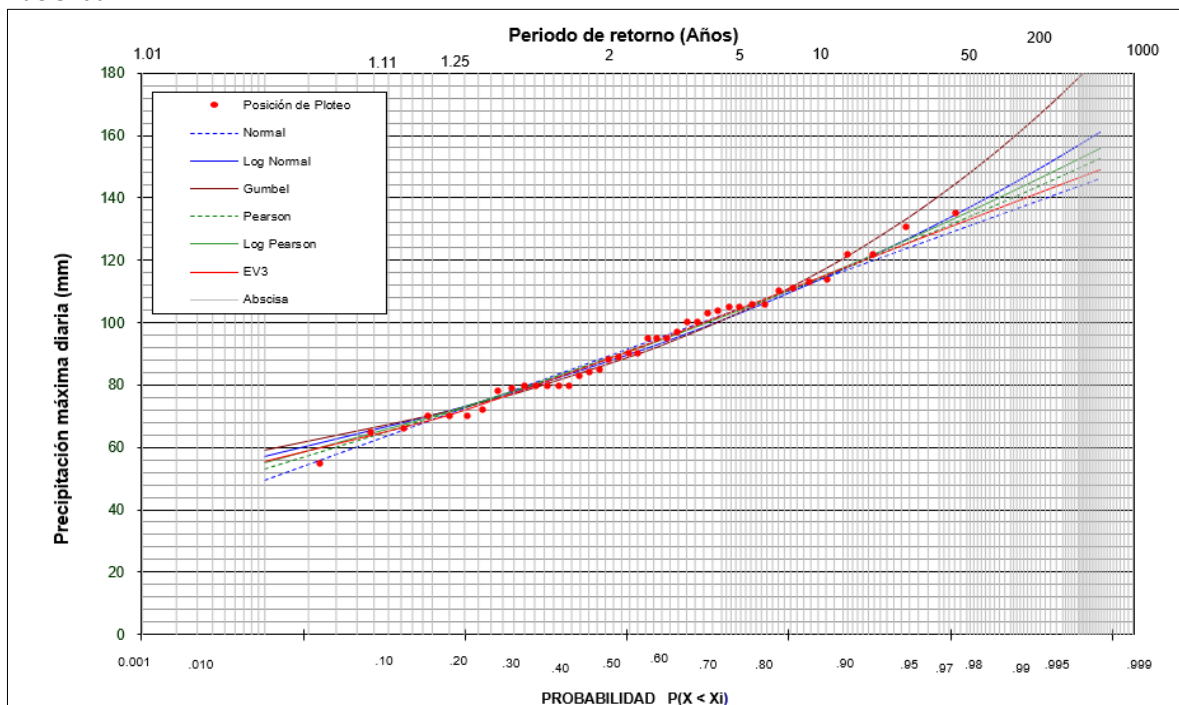
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022

Figura 6.34. Análisis de frecuencias de precipitación máxima en 24 horas para la estación Yarumal



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022

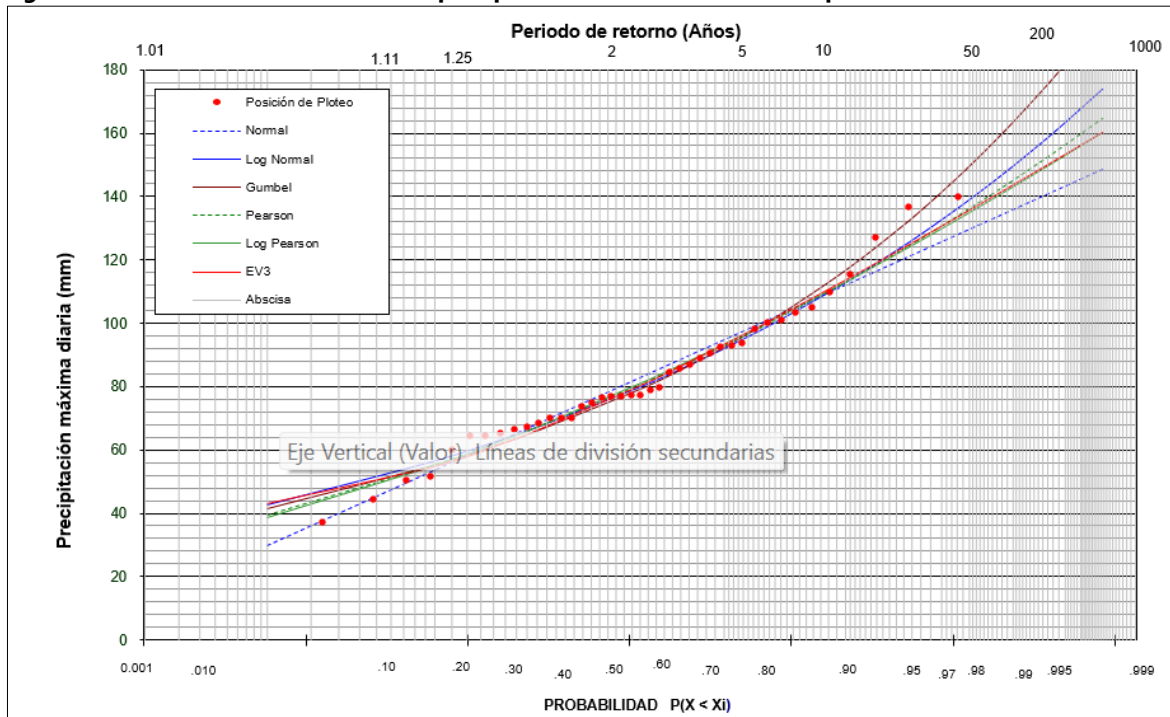
Figura 6.35. Análisis de frecuencias de precipitación máxima en 24 horas para la estación Papagayo Hacienda



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022



**Figura 6.36. Análisis de frecuencias de precipitación máxima en 24 horas para la estación Los Rosales**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022

En la información Datos – Precipitación Máxima anexa a este capítulo se incluyen las hojas de cálculo para los valores de precipitación máxima en 24 horas por estación.

#### 6.3.4.5. Curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia

Las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia se obtienen mediante un análisis de información pluviométrica, lo cual permite sintetizar el comportamiento pluvial en una determinada zona, de igual forma permite conocer la intensidad máxima de precipitación esperada durante determinada duración de lluvia que ocurre en un evento, el cual se presentará cada cierto número de años (Vargas y Díaz, 1998). Cuando no se cuenta con información pluviométrica suficiente o confiable, las curvas se construyen por métodos sintéticos.

Las curvas IDF son gráficas que representan la intensidad media de la precipitación en intervalos de diferente duración, y correspondientes todos ellos a una misma frecuencia y periodo de retorno (Témez, 1978).

Para obtener las curvas IDF de la zona de estudio, se realizó consulta al trabajo de curvas sintéticas regionalizadas de Intensidad-duración-frecuencia para Colombia elaborado por Vargas y Díaz en el año de 1998, para determinar la metodología que se mejor convendría a la cuenca del río Yaguará.

En el trabajo mencionado anteriormente, los autores investigaron la aplicabilidad de las principales ecuaciones propuestas por la literatura para generar las curvas IDF sobre la región colombiana. Considerando que la ecuación más adecuada para Colombia es la de Kothyari y Garde, debido a que tiene un mejor ajuste, donde los exponentes de los parámetros T y t de la ecuación 1, donde varían para t entre 0,18 y 0,26 y para T varían entre 0,7 y 0,85 (Vargas y Díaz, 1998).

$$I = a * \frac{T^m}{t^n} * (R_{24}^2)^d \quad (1)$$

Donde:

I= Intensidad (mm/hr)

T=Período de retorno (años)

t=Duración de lluvia (min)

a, m, n, d= Parámetros de ajuste

$R_{24}^2$ = Profundidad de precipitación correspondiente a un periodo de retorno de 2 años y una duración de 24 horas(mm)

La ecuación 1 se modificó para facilitar el procesamiento de información obteniendo la ecuación 2.

$$I = a * \frac{T^m}{t^n} * M^d \quad (2)$$

Donde:

I= Intensidad (mm/hr)

M=Promedio del valor máximo anual de precipitación diaria

T=Período de retorno (años)

t=Duración de lluvia (min)

a, d, m, n= Coeficientes determinados mediante el análisis de regresión para las mismas estaciones.

Simplificando la ecuación 2 se obtiene ecuación 3, siendo la fórmula válida para la cuenca:

$$I = \frac{K * T^m}{t^n} \quad (3)$$

Donde:

I= Intensidad (mm/hr)

T=Período de retorno (años)

t=Duración de lluvia (min)

K, m, n= Parámetros de ajuste

Dado que no se cuenta con estaciones de precipitación dentro de la cuenca que presenten registros de lluvia horaria en el período estudiado, el ajuste empleo la correlación entre la

precipitación máxima probable en 24 horas para cada unidad hidrográfica (obtenida con los máximos diarios y polígonos de Thiessen de cada estación) y la duración del aguacero, establecida por Campos (1978), y luego se aplicó regresión no lineal en dos etapas para obtener los valores de K, m y n.

**Tabla 6.28. Coeficientes de relación de lluvias de 24 horas**

Duraciones, en horas									
1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
0,30	0,39	0,46	0,52	0,57	0,61	0,68	0,80	0,91	1,00

Fuente: Campos, D.F. (1978)

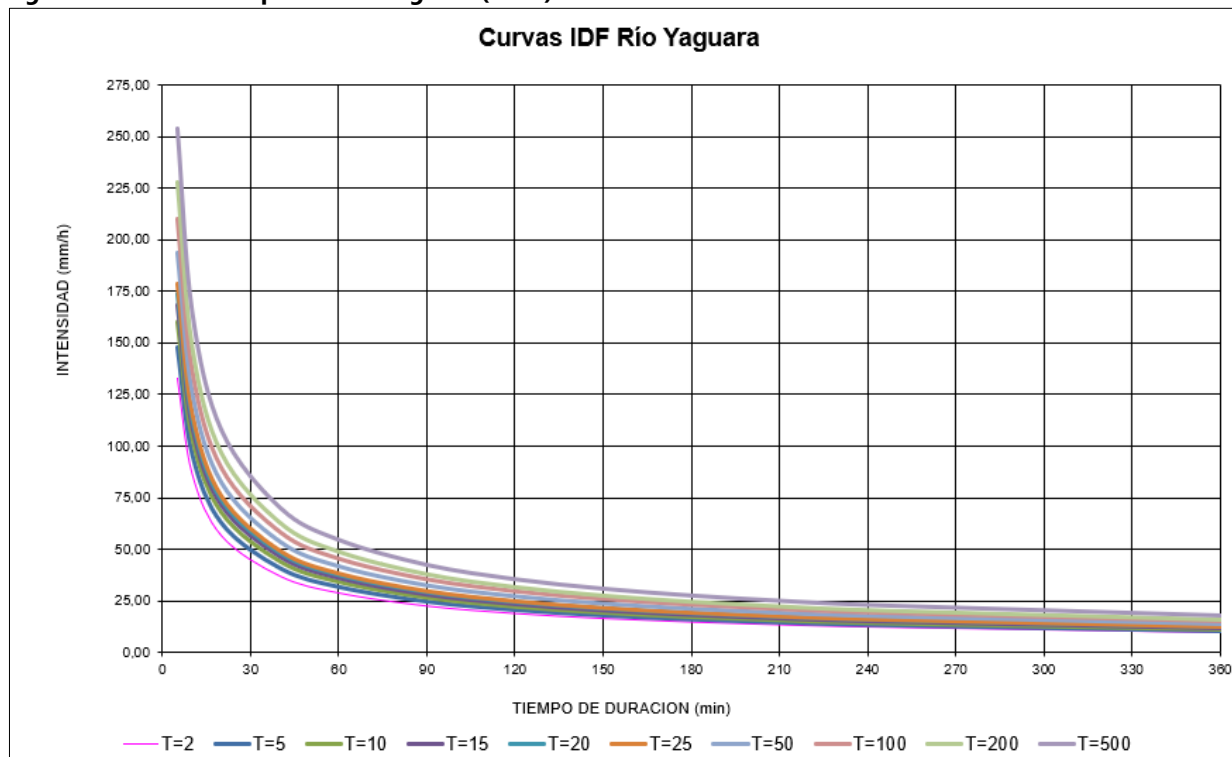
A continuación, se muestran los valores de los coeficientes K, m y n por microcuenca en la Tabla 6.29

**Tabla 6.29. Valores parámetros de ajuste para curvas IDF por Unidad Hidrográfica**

Unidad Hidrográfica	K	m	n
2108	330,6498	0,117471	0,61811
2108-01	357,7942	0,103378	0,61811
2108-02	356,7742	0,103369	0,61811
2108-03	331,2990	0,135130	0,61811
2108-04	312,5396	0,162874	0,61811
2108-05	279,6476	0,137833	0,61811
2108-06	325,5413	0,104006	0,61811
2108-07	397,0749	0,087947	0,61811
2108-08	397,3152	0,087532	0,61811
2108-09	356,3446	0,109091	0,61811
2108-10	345,6605	0,132031	0,61811
2108-11	345,6032	0,132176	0,61811
2108-12	352,5241	0,125951	0,61811

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022,

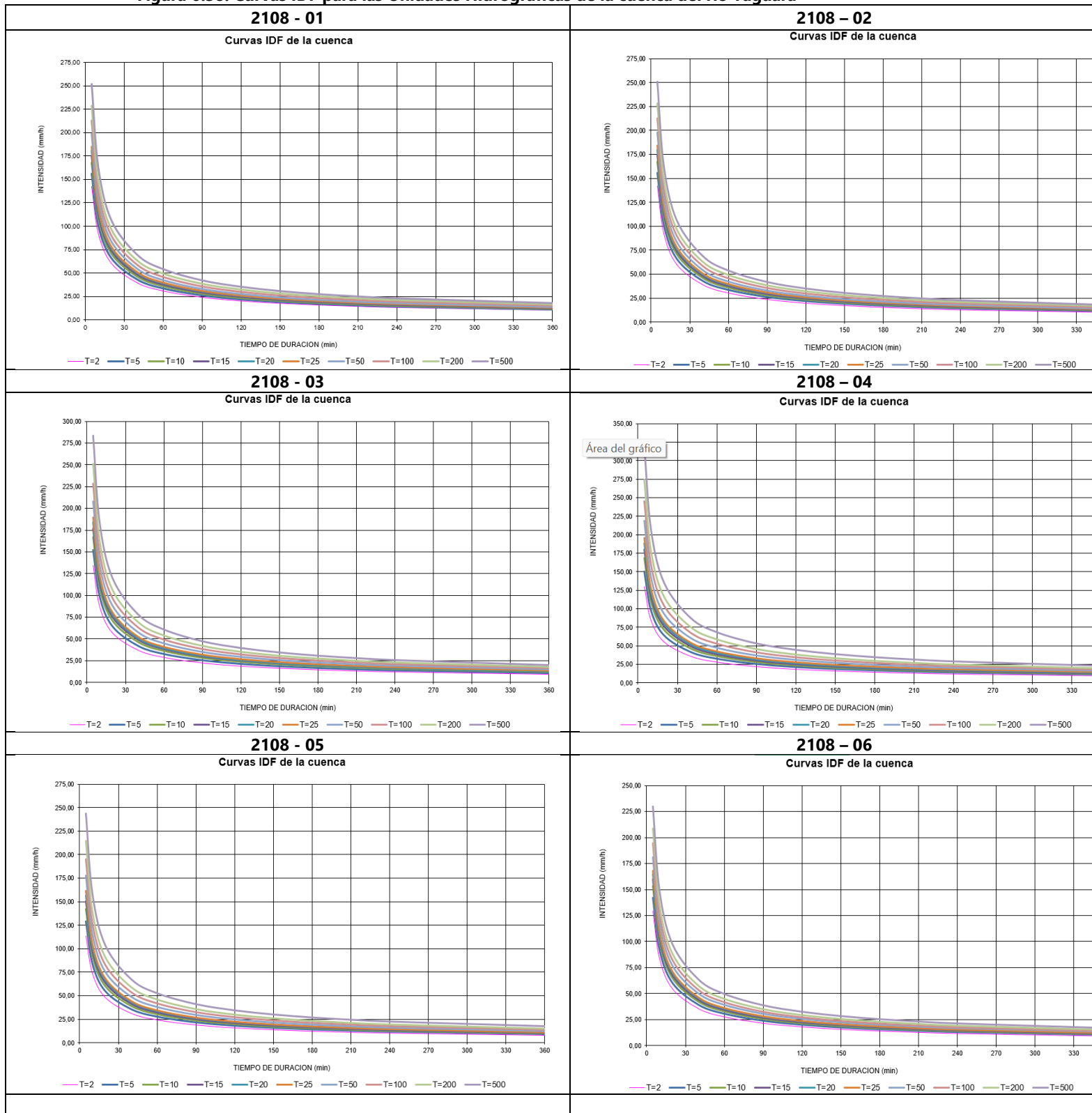
Figura 6.37. Curva IDF para el río Yaguará (2108)



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022,

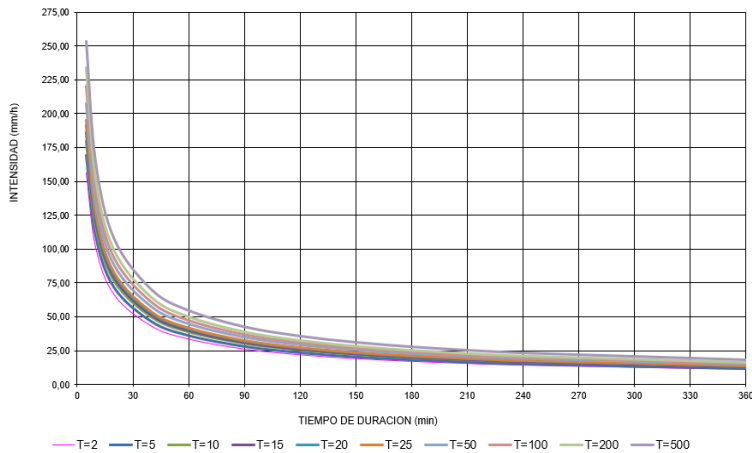


**Figura 6.38. Curvas IDF para las Unidades Hidrográficas de la cuenca del río Yaguará**



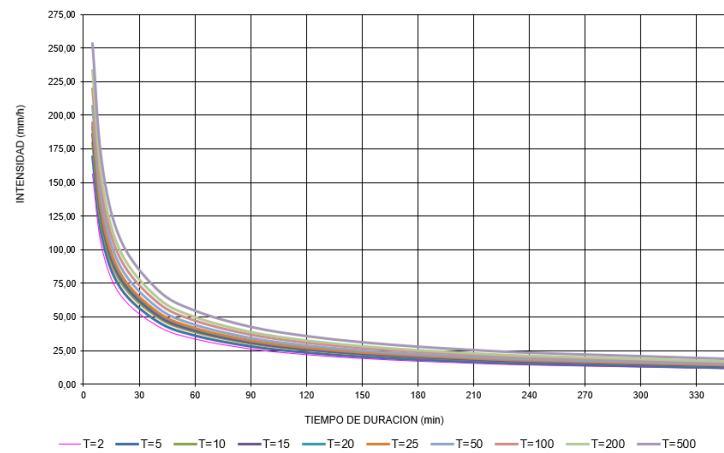
### 2108 - 07

#### Curvas IDF de la cuenca



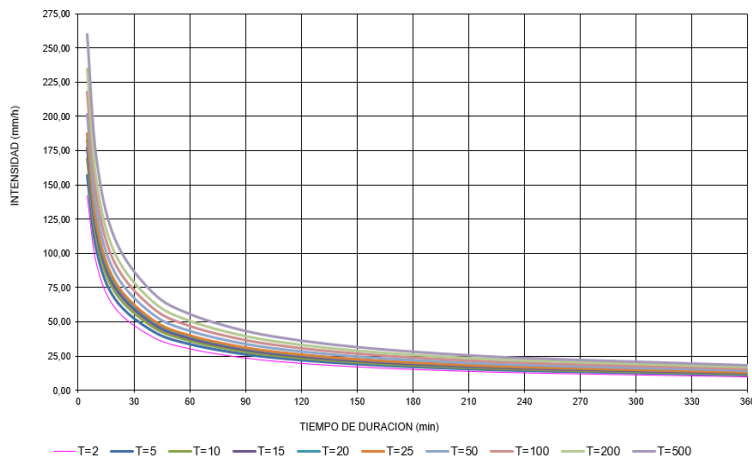
### 2108 - 08

#### Curvas IDF de la cuenca



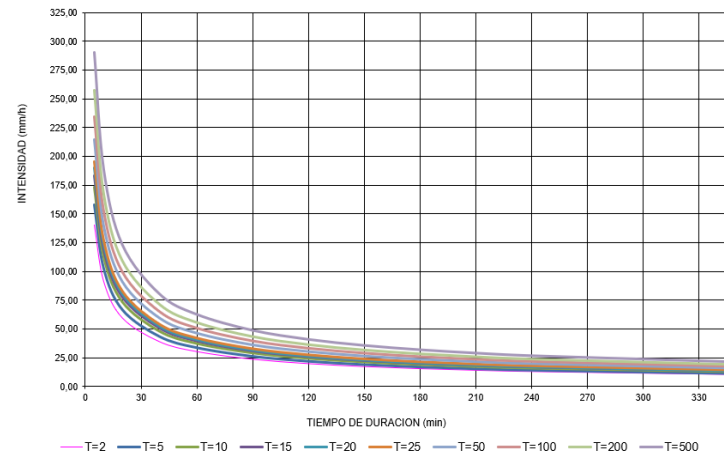
### 2108 - 09

#### Curvas IDF de la cuenca



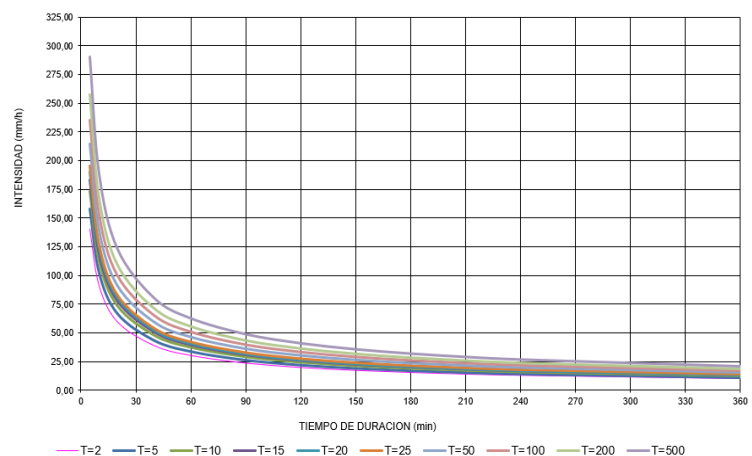
### 2108 - 10

#### Curvas IDF de la cuenca



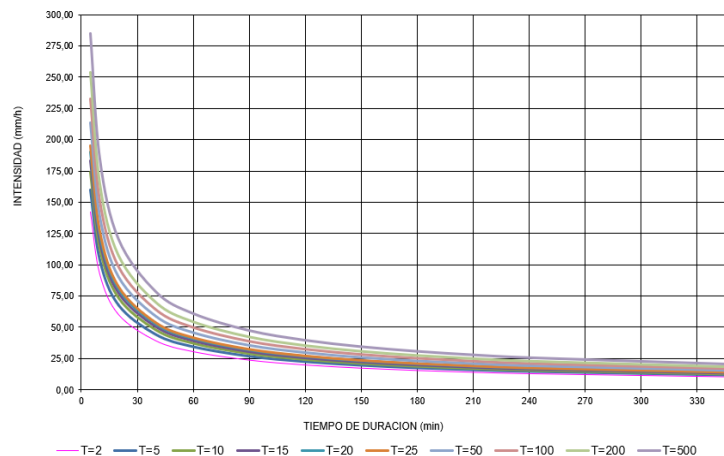
### 2108 - 11

#### Curvas IDF de la cuenca



### 2108 - 12

#### Curvas IDF de la cuenca



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

En la información Datos – Curvas IDF anexa a este capítulo se incluyen las hojas de cálculo para los valores de curvas de intensidad – duración frecuencia por unidad hidrográfica.

#### 6.3.4.6. *Polígonos de Thiessen*

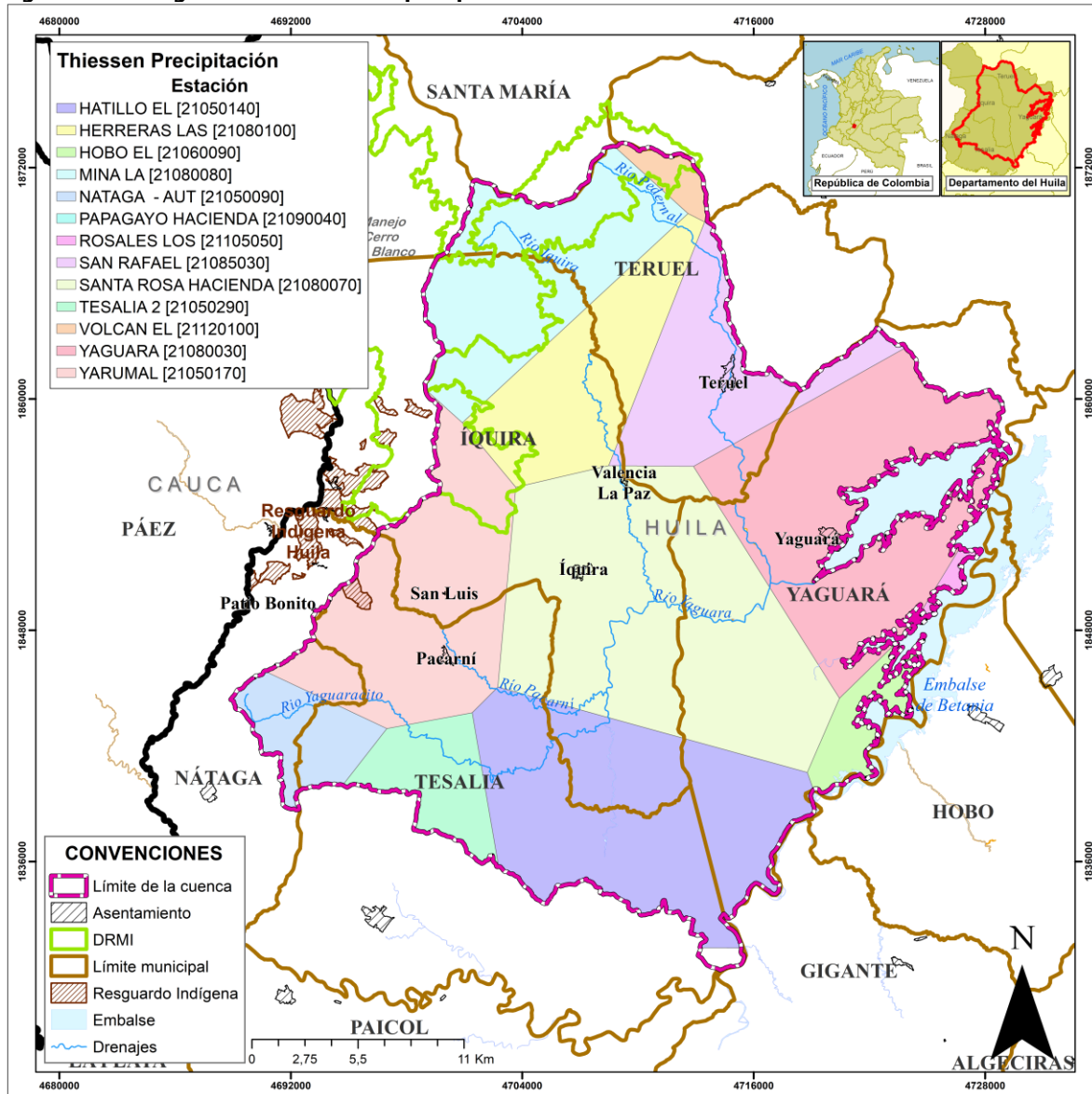
Se calculan los polígonos de Thiessen de precipitación en base a la información de la cuenca y de las estaciones, con el fin de obtener el valor de precipitación agregado para la cuenca o cualquiera de sus subcuencas, de acuerdo con el área de influencia de cada estación. En la Tabla 6.30 se registran los valores de área asignados a cada estación y en la Figura 6.39 se muestran los polígonos generados.

**Tabla 6.30. Porcentaje de área por estación de precipitación en la cuenca del río Yaguará**

Estación	CÓDIGO	Área (Ha)	Porcentaje de ponderación (%)
EL HATILLO	21050140	14369,53826	16,10%
LAS HERRERAS	21080100	7030,895337	7,88%
EL HOBO	21060090	1741,588932	1,95%
MINA LA	21080080	9375,261865	10,50%
NÁTAGA	21050090	2786,890628	3,12%
HACIENDA PAPAGAYO	21090040	9,718315	0,01%
LOS ROSALES	21105050	278,198612	0,31%
SAN RAFAEL	21085030	6318,373704	7,08%
HACIENDA SANTA ROSA	21080070	18870,71796	21,14%
TESALIA 2	21050290	3177,939008	3,56%
EL VOLCAN	21120100	825,520611	0,92%
YAGUARA	21080030	13412,63039	15,03%
YARUMAL	21050170	11070,8499	12,40%
<b>Cuenca Río Yaguará</b>		89268,12352	100,00%

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Figura 6.39. Polígonos de Thiessen de precipitación



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

De igual manera, se determinó el porcentaje de área de cada subcuenca influenciado por cada estación de precipitación



Código NSS-1	HATILLO EL [21050140]	HERRERAS LAS [21080100]	HOBO EL [21060090]	MINA LA [21080080]	NATAGA - AUT [21050090]
2108-01	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2108-02	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2108-03	0,00%	16,40%	0,00%	17,07%	0,00%
2108-04	0,00%	28,64%	0,00%	42,30%	0,00%
2108-05	6,82%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2108-06	28,19%	0,00%	0,00%	0,00%	20,20%
2108-07	98,82%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2108-08	99,04%	0,00%	0,69%	0,00%	0,00%
2108-09	6,90%	0,00%	16,31%	0,00%	0,00%
2108-10	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2108-11	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2108-12	14,16%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Código NSS-1	PAPAGAYO HACIENDA [21090040]	ROSALES LOS [21105050]	SAN RAFAEL [21085030]	SANTA ROSA HACIENDA [21080070]	TESALIA 2 [21050290]
2108-01	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2108-02	0,13%	0,00%	9,49%	0,00%	0,00%
2108-03	0,00%	0,00%	40,51%	5,17%	0,00%
2108-04	0,00%	0,00%	0,31%	23,99%	0,00%
2108-05	0,00%	0,00%	0,00%	22,08%	0,00%
2108-06	0,00%	0,00%	0,00%	0,15%	23,39%
2108-07	0,00%	0,00%	0,00%	1,18%	0,00%
2108-08	0,00%	0,00%	0,00%	0,27%	0,00%
2108-09	0,00%	2,69%	0,00%	30,27%	0,00%
2108-10	0,00%	0,00%	0,00%	99,46%	0,00%
2108-11	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%
2108-12	0,00%	0,00%	0,00%	85,84%	0,00%

Código NSS-1	VOLCAN EL [21120100]	YAGUARA [21080030]	YARUMAL [21050170]
2108-01	0,00%	100,00%	0,00%
2108-02	0,00%	90,38%	0,00%
2108-03	6,02%	14,83%	0,00%
2108-04	0,00%	0,00%	4,76%
2108-05	0,00%	0,00%	71,10%
2108-06	0,00%	0,00%	28,08%
2108-07	0,00%	0,00%	0,00%
2108-08	0,00%	0,00%	0,00%
2108-09	0,00%	43,84%	0,00%
2108-10	0,00%	0,54%	0,00%
2108-11	0,00%	0,00%	0,00%
2108-12	0,00%	0,00%	0,00%

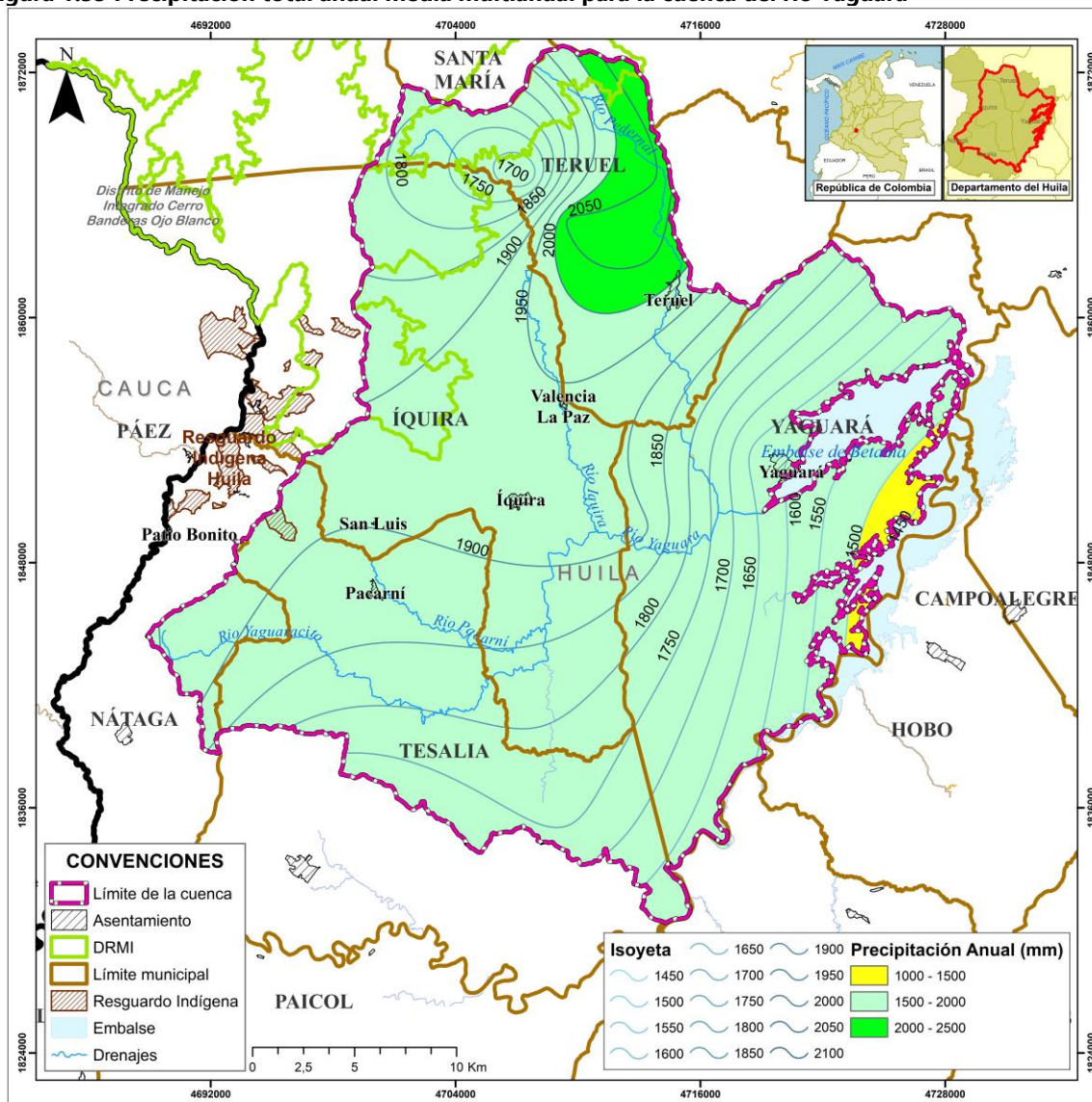
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

En la información Cartográfica – Dataset Clima anexa a este capítulo se incluyen los polígonos de Thiessen.

### 6.3.4.7. Distribución espacial de la precipitación

A partir de los resultados de la precipitación por las estaciones, empleando el método de Kriging, se estableció la superficie de precipitación que describe el comportamiento de esta variable en la cuenca del río Yaguará. El resultado de la precipitación total anual media multianual, con sus respectivas isoyetas, se presenta en la siguiente figura.

**Figura 1.35 Precipitación total anual media multianual para la cuenca del río Yaguará**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

En la información cartográfica anexa a este capítulo se incluyen las superficies de precipitación mensual media multianual por cada mes.

### 6.3.5. Análisis de Temperatura

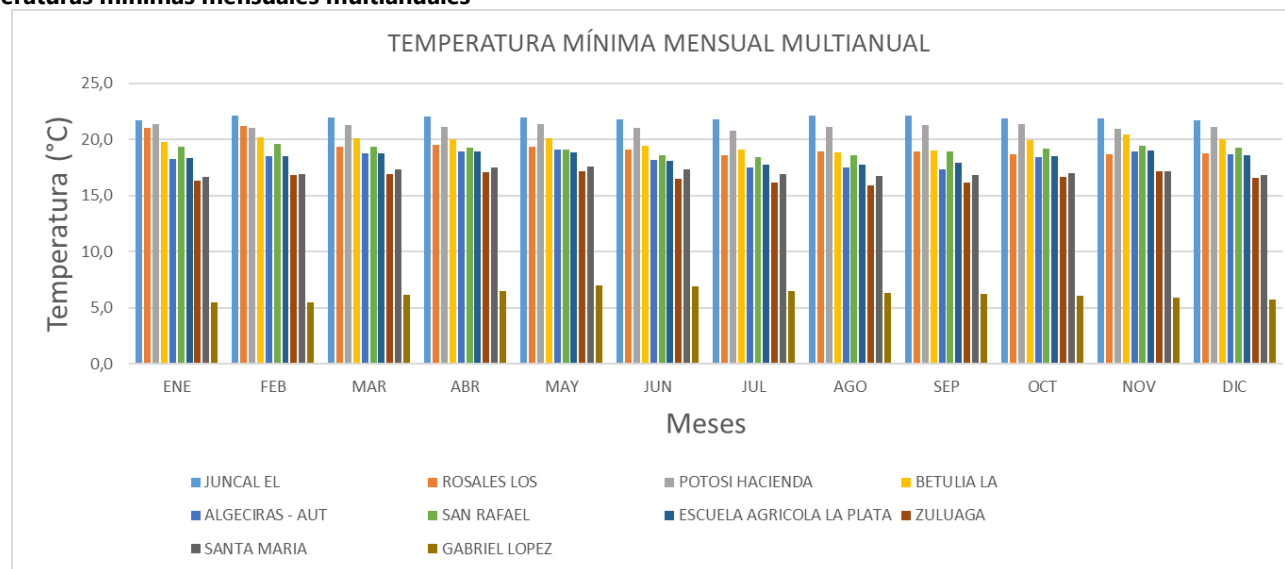
Siguiendo las indicaciones de la OMM (2018, pp. 87-88), el análisis de temperaturas para la cuenca se realizó en las siguientes etapas:

- ❖ Cálculo de promedios mensuales multianuales de temperatura máxima y mínima por estación, a partir de los datos existentes
- ❖ Cálculo de la temperatura media mensual multianual por estación
- ❖ Correlación de la temperatura con la altitud de la estación
- ❖ Cálculo de la superficie de temperatura media mensual multianual para la cuenca, a partir del modelo digital de elevación

#### 6.3.5.1. Temperaturas puntuales

##### 6.3.5.1.1. Temperatura mínima

Figura 6.36. Temperaturas mínimas mensuales multianuales



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

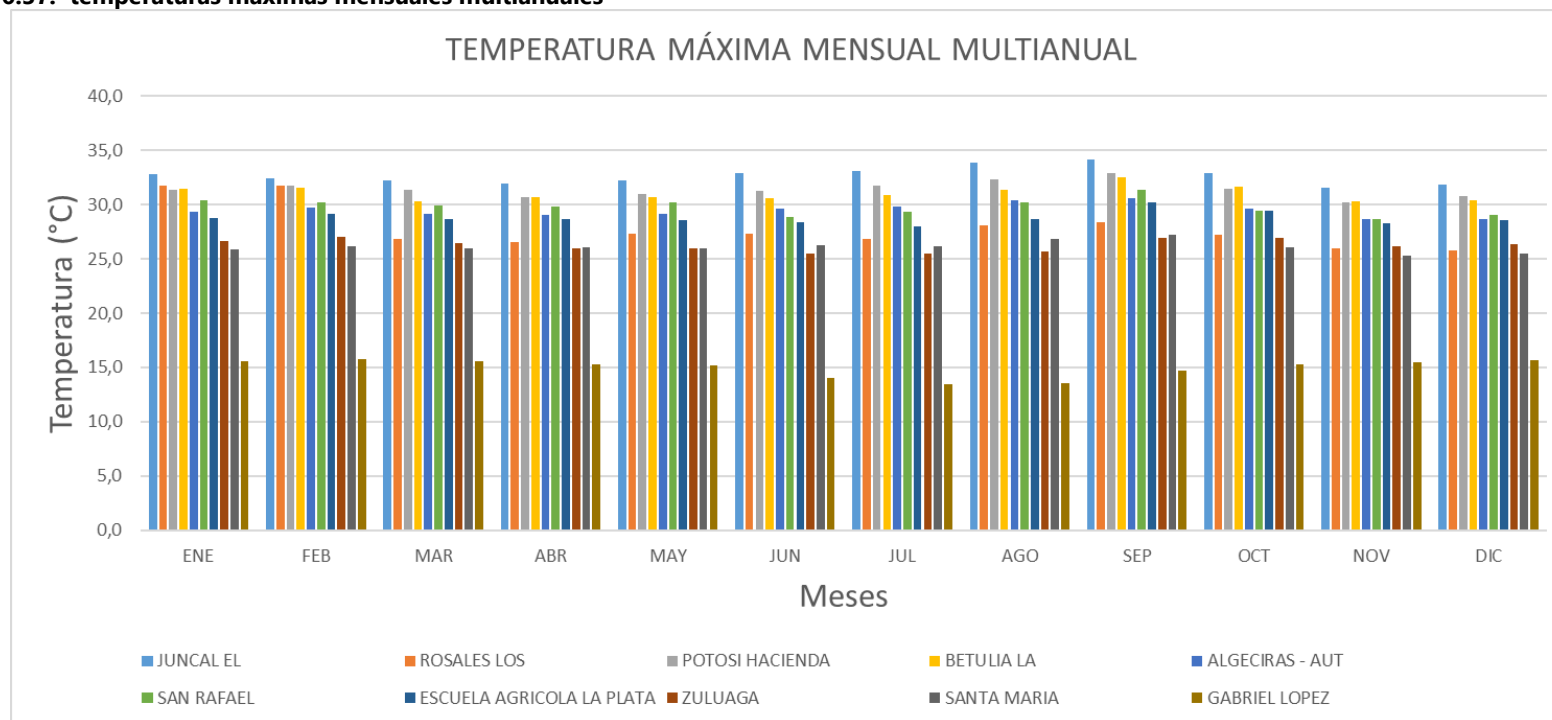


Las temperaturas mínimas, por mes, en cada estación climática del presente estudio, se resumen en la Figura 6.36. Se observa que la variación mensual no es muy pronunciada a lo largo del año; además, como era de esperar, que las temperaturas más bajas se encuentran para la estación Gabriel López, y las más altas en la estación El Juncal, las cuales se ubican en la más alta y más baja altitud respectivamente.

### 6.3.5.2. Temperatura máxima

El comportamiento de la temperatura máxima por estación es similar al de la temperatura mínima, donde los menores valores se presentan en la estación Gabriel López y los máximos valores en la estación El Juncal, y se resume en la Figura 6.37.

**Figura 6.37. temperaturas máximas mensuales multianuales**

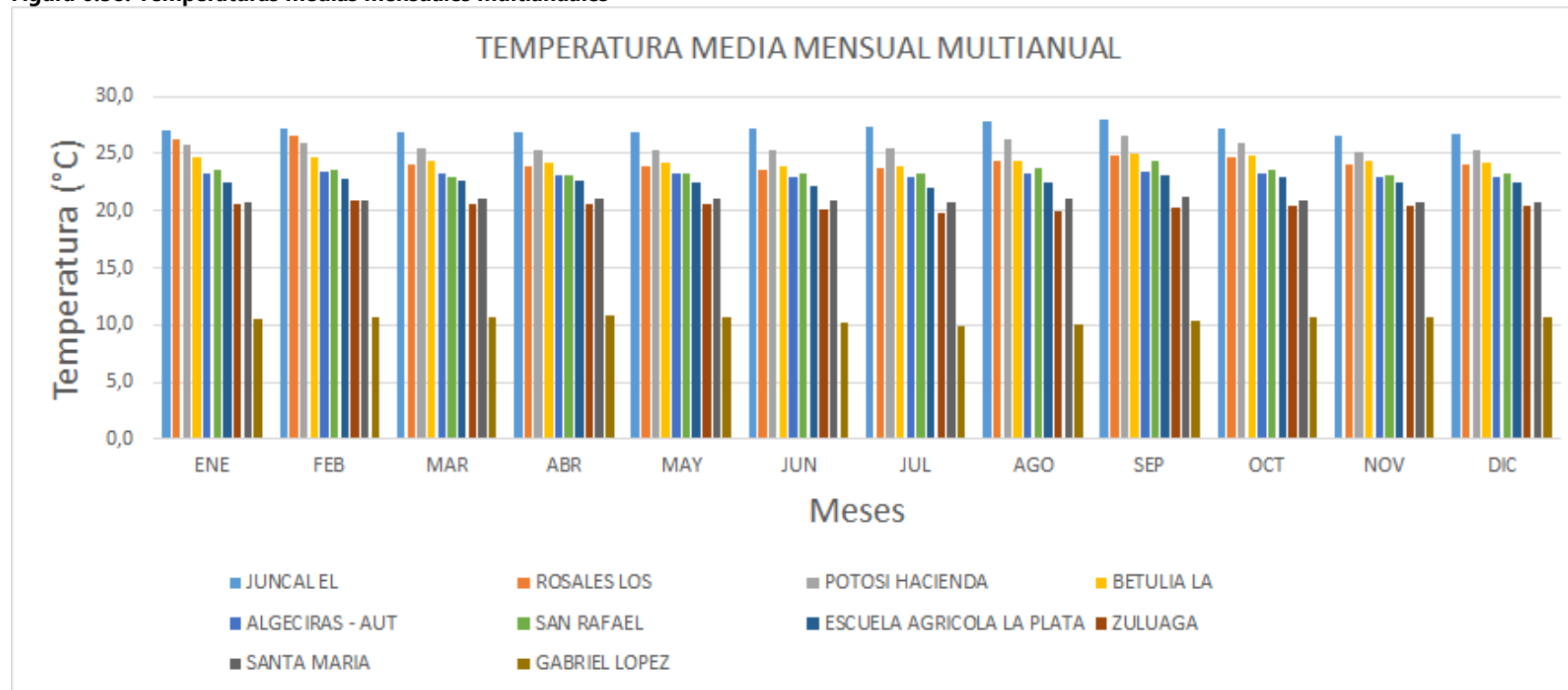


Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

### 6.3.5.3. Temperatura media

La Figura 6.38 resume los resultados de la temperatura media, por cada mes, por estación, obtenidos a partir de la información disponible en el IDEAM.

**Figura 6.38. Temperaturas medias mensuales multianuales**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

De la anterior figura se tiene que las temperaturas promedio mensual en las estaciones se encuentran en el rango de 9,9°C para el mes de agosto en la estación Gabriel López, hasta 27,9°C en el mes de septiembre para la estación El Juncal.

En la información Datos – Datos procesados anexa a este capítulo se incluyen las hojas de cálculo para los valores de temperatura media.

De acuerdo con los registros del IDEAM, la proporción de datos faltantes de temperatura media diaria para la mayoría de las estaciones consideradas supera el 30%, como se observa en la siguiente tabla.

**Tabla 6.32. Proporción de datos faltantes de temperatura media diaria en las estaciones con incidencia en la cuenca, para el período 1981 - 2021**

ESTACIÓN	% FALTANTES
ALGECIRAS - AUT [21105030]	39,07
BETULIA LA [21045010]	33,37
ESCUELA AGRICOLA LA PLATA [21055020]	38,57
GABRIEL LOPEZ [26025070]	85,55
JUNCAL EL [21095010]	49,66
POTOSI HACIENDA [21105040]	40,57
ROSALES LOS [21105050]	31,05
SAN RAFAEL [21085030]	77,48
SANTA MARIA [21125010]	29,52
ZULUAGA [21065040]	17,26

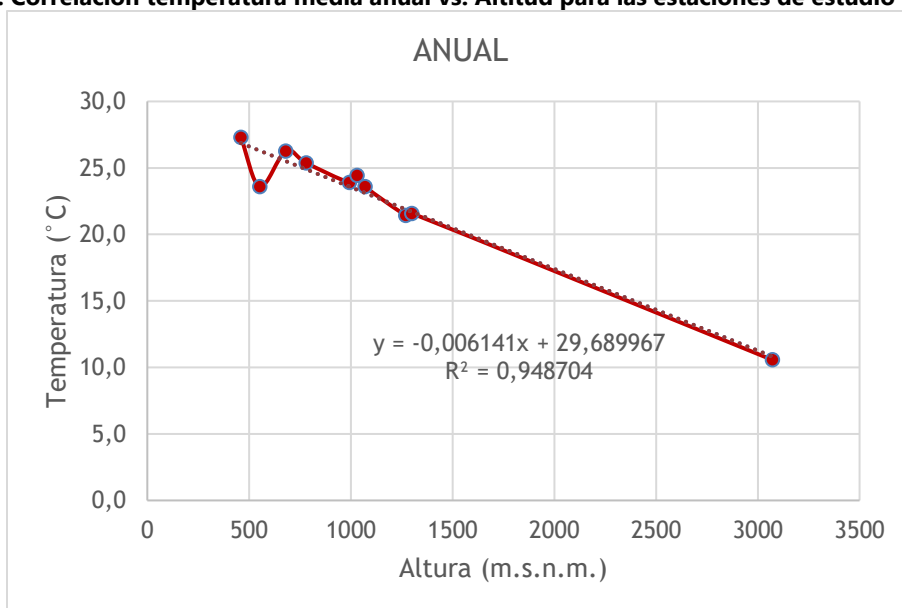
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022., a partir de información IDEAM

#### 6.3.5.4. Gradiente térmico

En la sección anterior se pudo observar que para la mayoría de las estaciones climáticas con incidencia en la Cuenca, la proporción de datos faltantes de temperatura media diaria supera el 30% para el período 1981-2021, por lo que, pese a dar un valor indicativo de los promedios multianuales de temperatura en cada estación, su empleo para la predicción de las temperaturas medias en el área de la cuenca no es recomendable. En este sentido, se obtuvieron valores de temperaturas medias de las estaciones como el promedio aritmético de las temperaturas máximas y mínimas mensuales multianuales, siguiendo la recomendación de la OMM (2018, p.88); se verificó, además, que el error relativo respecto del valor promedio obtenido de las series existentes en la mayoría de los casos no supera el 5%, con lo que se considera válido el método de la OMM como una aproximación al valor de la temperatura media.

De acuerdo con la metodología descrita por el IDEAM en el Atlas Climático de Colombia, se puede establecer una correlación lineal entre la temperatura y la altitud con el objeto de determinar la temperatura en aquellas áreas que carecen de una estación climática que mida dicho parámetro. El resultado de esta correlación para la temperatura media anual multianual en las estaciones del estudio, con relación a la temperatura, se muestra en la Figura 6.39. Las ecuaciones correspondientes a cada mes se presentan en la 0.

**Figura 6.39. Correlación temperatura media anual vs. Altitud para las estaciones de estudio**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



**Tabla 6.33. Correlación temperatura media va. Altitud para las estaciones de estudio**

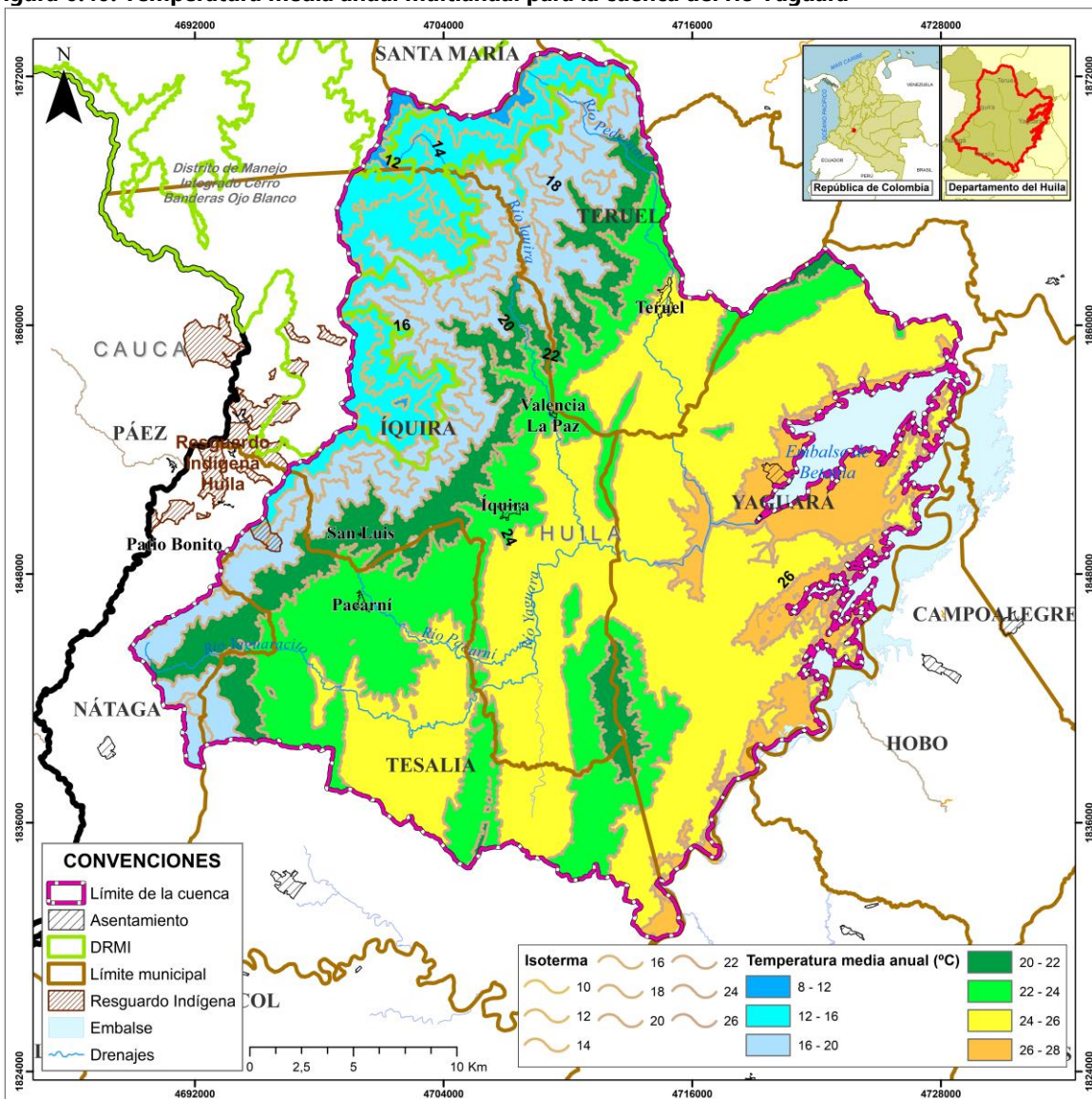
Mes	Correlación
Enero	$T(^{\circ}\text{C}) = -0,006517 * \text{Altitud (m.s.n.m.)} + 30,409614$
Febrero	$T(^{\circ}\text{C}) = -0,006485 * \text{Altitud (m.s.n.m.)} + 30,562436$
Marzo	$T(^{\circ}\text{C}) = -0,005941 * \text{Altitud (m.s.n.m.)} + 29,475316$
Abril	$T(^{\circ}\text{C}) = -0,005883 * \text{Altitud (m.s.n.m.)} + 29,371620$
Mayo	$T(^{\circ}\text{C}) = -0,005866 * \text{Altitud (m.s.n.m.)} + 29,464212$
Junio	$T(^{\circ}\text{C}) = -0,006102 * \text{Altitud (m.s.n.m.)} + 29,424180$
Julio	$T(^{\circ}\text{C}) = -0,006275 * \text{Altitud (m.s.n.m.)} + 29,451148$
Agosto	$T(^{\circ}\text{C}) = -0,006507 * \text{Altitud (m.s.n.m.)} + 30,025982$
Septiembre	$T(^{\circ}\text{C}) = -0,006393 * \text{Altitud (m.s.n.m.)} + 30,338145$
Octubre	$T(^{\circ}\text{C}) = -0,006079 * \text{Altitud (m.s.n.m.)} + 29,695670$
Noviembre	$T(^{\circ}\text{C}) = -0,005814 * \text{Altitud (m.s.n.m.)} + 29,024903$
Diciembre	$T(^{\circ}\text{C}) = -0,005834 * \text{Altitud (m.s.n.m.)} + 29,036383$

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### **6.3.5.5. Distribución espacial de la temperatura**

A partir de los resultados de la correlación entre temperatura y altitud obtenida para las estaciones de estudio, se aplicó un proceso de álgebra de mapas con el modelo digital de elevación y así obtener la superficie de temperatura media mensual y anual multianual. El resultado para la temperatura media anual, junto con sus isotermas se presenta en la 0.

**Figura 6.40. Temperatura media anual multianual para la cuenca del río Yaguará**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

En la información cartográfica anexa a este capítulo, se incluyen también las superficies de temperatura para cada mes en el área de la cuenca.

#### 6.4. Períodos secos en la microcuenca

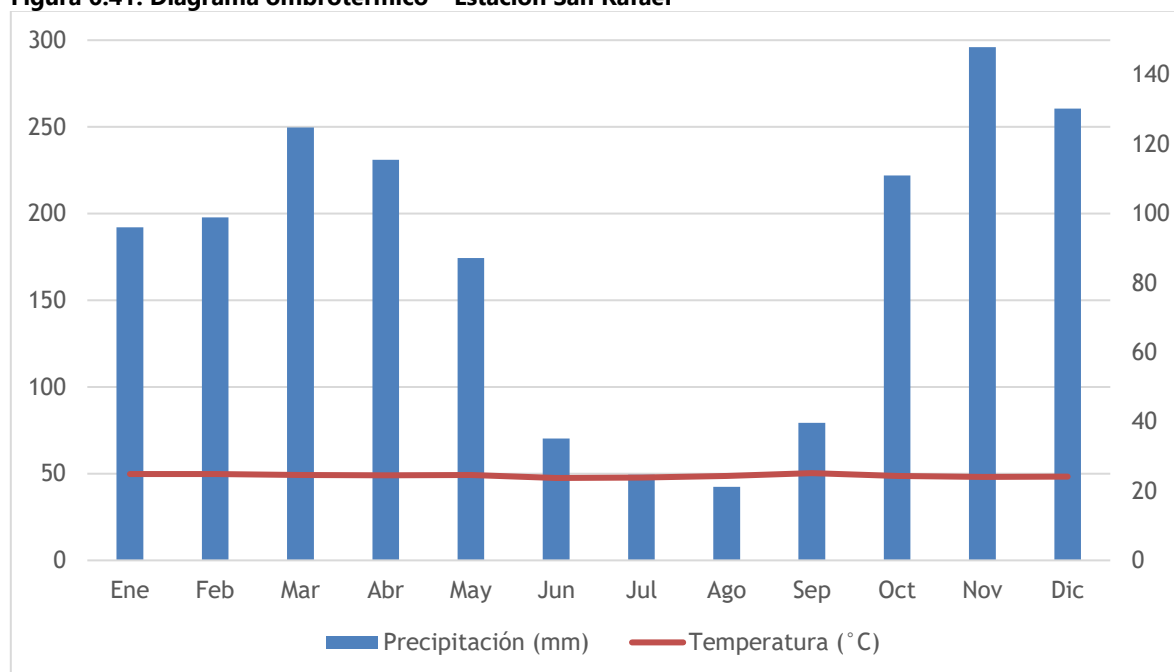
Uno de los métodos que se suele emplear para determinar la existencia y duración de períodos secos en una región es la construcción de un climodiagrama, siendo el más conocido el diagrama ombrotérmico de Gaussen (Walter, 1997). El diagrama ombrotérmico de Gaussen permite identificar los períodos secos del año por medio del análisis de las dos variables anteriores, definido por la siguiente expresión:

$$\text{Precipitación (mm)} = 2 * \text{Temperatura (}^{\circ}\text{C)}$$

Es decir, los períodos durante el año en donde la precipitación es inferior a dos veces la temperatura media, o más; cuando la precipitación se ubica debajo de este rango de temperatura, se habla de períodos de sequía.

Para las estaciones empleadas en el presente estudio, solo en las de tipo climático, se pudo tener simultáneamente datos de precipitación y temperatura, que corresponden a las estaciones San Rafael y Los Rosales. Sus respectivos diagramas ombrotérmico se exponen a continuación.

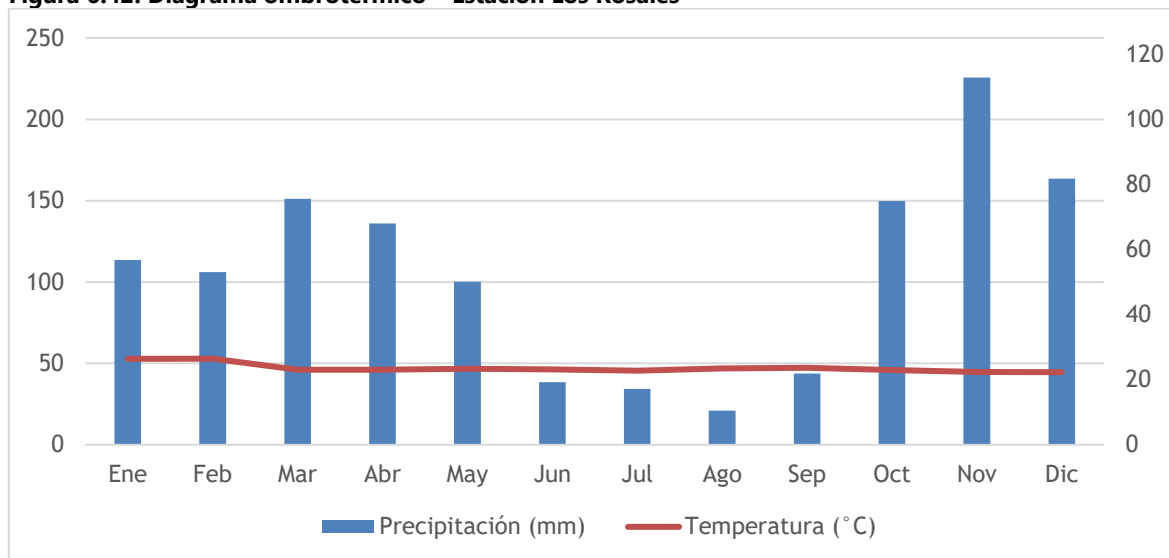
**Figura 6.41. Diagrama ombrotérmico – Estación San Rafael**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

En la anterior figura se observa que para la Estación San Rafael se presenta un periodo seco que se prolonga entre los meses de julio y agosto, para un total de 2 meses. Esta estación describe el comportamiento que puede encontrarse hacia el cierre de la microcuenca, en el municipio de Teruel.

**Figura 6.42. Diagrama ombrotérmico – Estación Los Rosales**



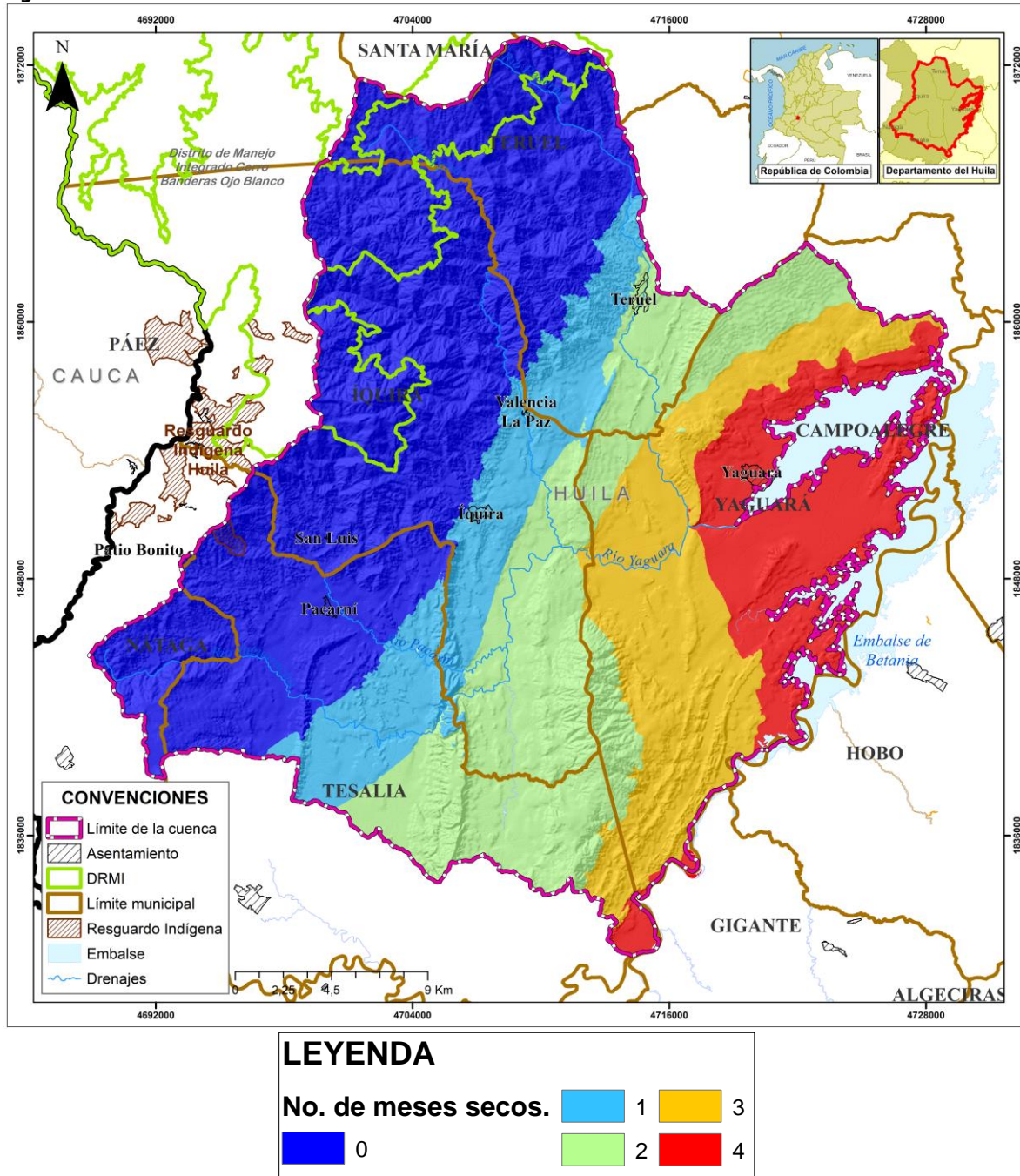
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

En cambio, para la Estación de Los Rosales se presenta un periodo seco que se prolonga entre los meses de junio y septiembre, para un total de 4 meses. Este comportamiento representa las áreas nordeste de la microcuenca en las que el clima es completamente semihúmedo.

Dado que al interior de la microcuenca no se cuenta con una estación climática que proporcione registros simultáneos de precipitación y temperatura en el rango de años de estudio, información que se requerirá para el análisis de amenazas por erosión y desertificación, se aplicó el álgebra de mapas para las superficies mensuales de precipitación y temperatura, obteniendo como resultado una variable booleana que cuente uno (1) si la precipitación es menor que 2 veces la temperatura, o cero (0) en el caso contrario. Luego, las salidas de cada mes se sumaron para obtener una distribución espacial del número de meses secos en la microcuenca, el cual será un insumo para el análisis de la erosión y la desertificación en el volumen dedicado a la Gestión del Riesgo en el presente Diagnóstico. El resultado se muestra en la siguiente figura.



Figura 6.43. Número medio de meses secos



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

En la información cartográfica anexa a este capítulo, se incluyen también las superficies del número de meses secos en el área de la cuenca.

## 6.5. Zonificación Climática

La clasificación de las cuencas en ordenación se debe hacer de acuerdo con los lineamientos de la metodología estándar para Colombia de Caldas-Lang la cual clasifica el clima de las cuencas dependiendo de la temperatura media anual (°C) y de la precipitación anual (mm), datos que fueron calculados anteriormente en este mismo informe, y clasifica en diferentes pisos térmicos dependiendo de la altura y la temperatura media de cada cuenca en ordenación. Según lo anterior, la clasificación establecida por Caldas se basa en los valores de temperatura, pero con respecto a su variación altitudinal y no latitudinal, mientras que Lang fija los límites de su clasificación teniendo en cuenta la relación entre la precipitación y la temperatura. Es por esto por lo que la clasificación Caldas-Lang utiliza la variación de la temperatura con respecto a la altitud, que indica los pisos térmicos y la efectividad de la precipitación que muestra la humedad.

La clasificación Caldas se basa en los valores de temperatura, pero con respecto a su variación altitudinal y no latitudinal. La clasificación se define por piso térmico como muestra la Tabla 6.34.

**Tabla 6.34. Clasificación expuestos por Caldas**

Piso Térmico	Rango de Altura (m.s.n.m)	Temperatura (°C)
Cálido	0 a 800	$T \geq 24^{\circ}\text{C}$
Templado	800 a 1800	$24^{\circ}\text{C} > T > 18^{\circ}\text{C}$
Frío	1800 a 2800	$18^{\circ}\text{C} > T > 12^{\circ}\text{C}$
Muy Frío	2800 a 3700	$12^{\circ}\text{C} > T > 6^{\circ}\text{C}$
Extremadamente Frío	3700 a 4700	$6^{\circ}\text{C} > T > 0^{\circ}\text{C}$
Nival	>4700	$T < 0^{\circ}\text{C}$

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022, a partir de información IDEAM

Por su parte, la clasificación Lang fija los límites de su clasificación teniendo en cuenta la relación entre la precipitación y la temperatura.

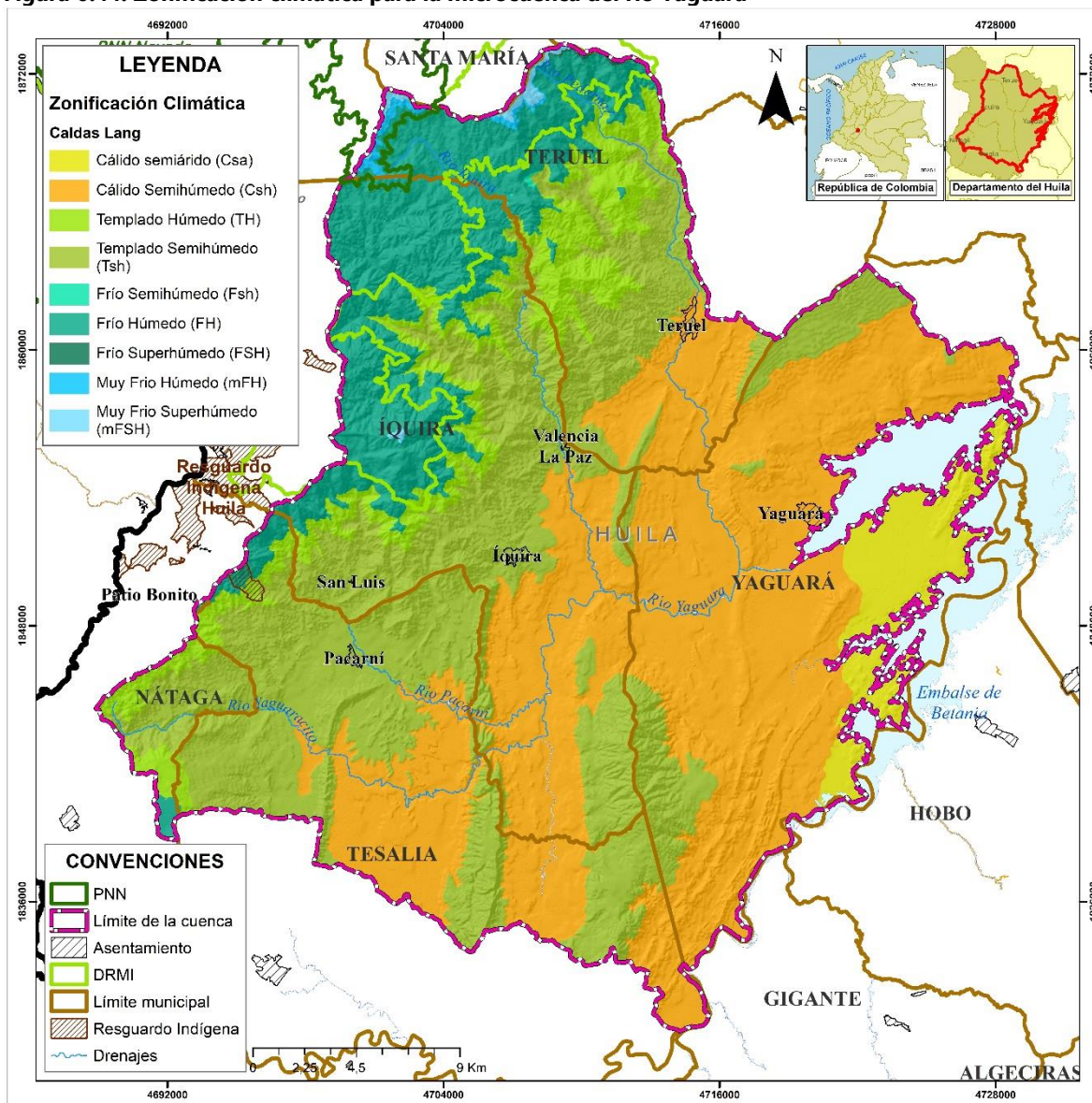
**Tabla 6.35. Clasificación expuestos por Lang**

Coefficiente P/T	Clase de Clima
0 a 20,0	Desértico
20,1 a 40,0	Árido
40,1 a 60,0	Semiárido
60,1 a 100,0	Semihúmedo
100,1 a 160,0	Húmedo
Mayor a 160,0	Superhúmedo

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022, a partir de información IDEAM

El resultado de la aplicación de los criterios de Caldas y Lang para la zonificación climática de la microcuenca se muestra en la Figura 6.44.

**Figura 6.44. Zonificación climática para la microcuenca del río Yaguará**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Se puede observar que los climas más representativos son el cálido semihúmedo (38,18% del área de la Cuenca), seguido del templado semihúmedo (30,18%) y el frío húmedo (14,31%).



**Tabla 6.36. Área por zona climática en la microcuenca**

Zona Climática	Área (Ha)	%Área
Cálido semiárido (Csa)	4297,94	4,80%
Cálido Semihúmedo (Csh)	35749,97	39,95%
Frío Húmedo (FH)	12588,53	14,07%
Frío Semihúmedo (Fsh)	28,04	0,03%
Frío Superhúmedo (FSH)	50,93	0,06%
Muy Frío Húmedo (mFH)	263,94	0,29%
Muy Frío Superhúmedo (mFSH)	323,18	0,36%
Templado Húmedo (TH)	6771,61	7,57%
Templado Semihúmedo (Tsh)	29402,46	32,86%
<b>TOTAL</b>	<b>89476,61</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

En la información cartográfica – Dataset Clima anexa a este capítulo, se incluyen también las superficies de zonificación climática en el área de la cuenca.

## 6.6. Índice de Aridez

El Índice de Aridez (IA), es una característica cualitativa del clima, que permite medir el grado de suficiencia o insuficiencia de la precipitación para el sostenimiento de los ecosistemas de una región. Identifica áreas deficitarias o de excedentes de agua, calculadas a partir del balance hídrico superficial. Según IDEAM 2015, el índice de aridez es una característica cualitativa del clima, que permite medir el grado de suficiencia o insuficiencia de la precipitación para el sostenimiento de los ecosistemas de una región. Este índice identifica áreas deficitarias o excedentes de agua y se obtiene a partir del balance hídrico superficial, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$I_a = \frac{(ETP - ETR)}{ETP}$$

Donde:

Ia: Índice de Aridez (adimensional)

ETP: Evapotranspiración potencial (mm)

ETR: Evapotranspiración real (mm)

### 6.6.1. Evapotranspiración Potencial.

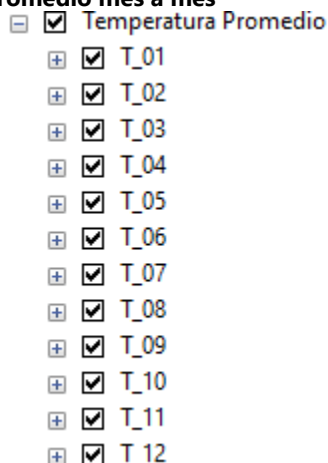
La evapotranspiración potencial es la medida de la posible cantidad máxima de agua que perdería la superficie de suelo a través de los procesos de evaporación y transpiración, en condiciones de saturación, y con existencia de cobertura vegetal (Irmak et al, 2003).



Para el presente estudio, se empleó el método de Thornthwaite, el cual se desarrolló en su totalidad en el Software de ArcMap, a continuación, se presenta la explicación del paso a paso de cómo se desarrolló el método:

- Primeramente, se cargan los ráster de temperatura promedio de cada uno de los meses, el cual es un insumo para poder calcular el índice de calor anual (ver Figura 6.45).

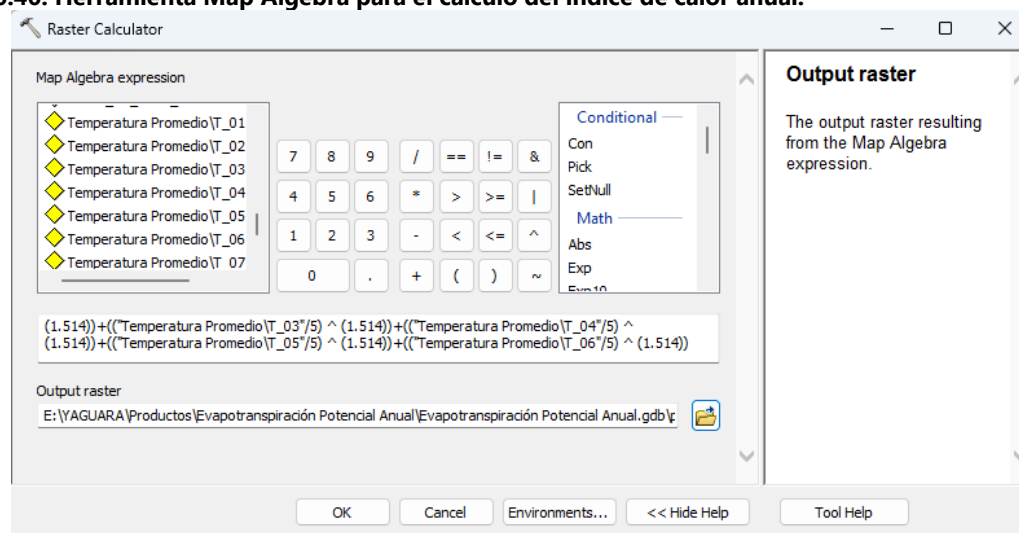
**Figura 6.45. Ráster de temperatura promedio mes a mes**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

- Seguidamente con la temperatura promedio y mediante la herramienta Map Algebra, la cual calcula ráster, se halló el índice de calor anual (ver Figura 6.46 y Figura 6.47).

**Figura 6.46. Herramienta Map Algebra para el cálculo del índice de calor anual.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

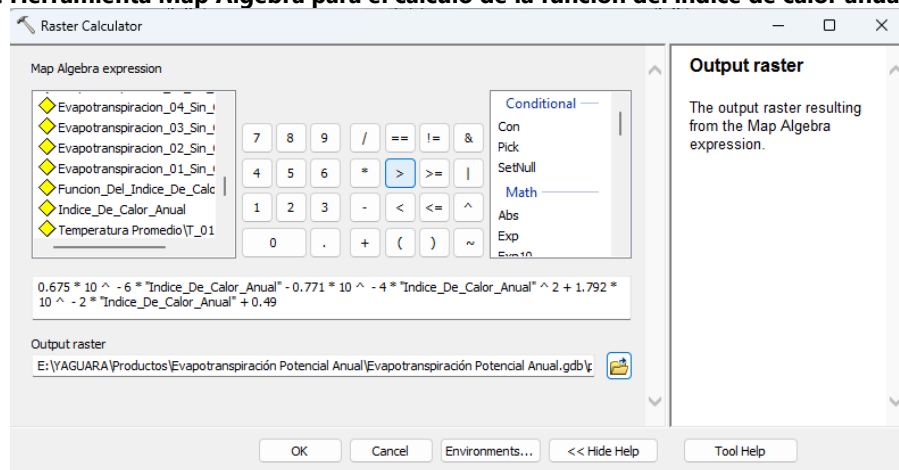
**Figura 6.47. Resultado Cálculo del índice de calor anual**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

- Posteriormente y teniendo como insumo el índice de calor anual se calculó la función del índice de calor anual, esta función también analizada mediante la herramienta Map Algebra (ver Figura 6.48 y Figura 6.49).

**Figura 6.48. Herramienta Map Algebra para el cálculo de la función del índice de calor anual.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

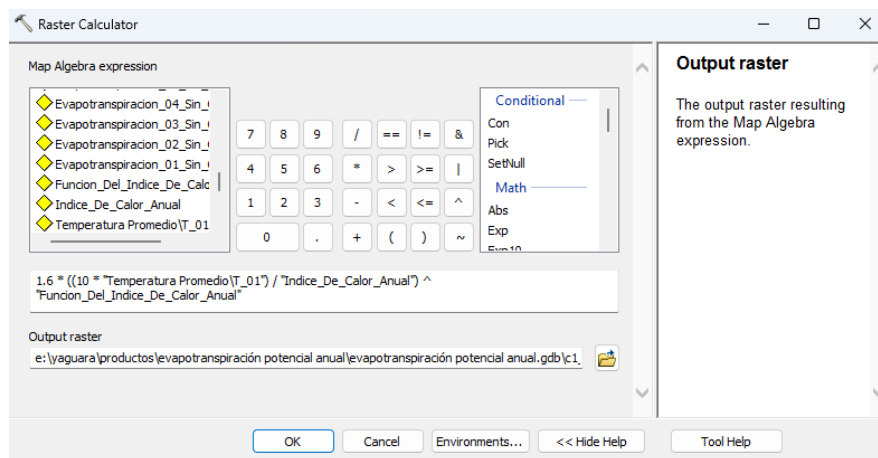
**Figura 6.49. Resultado cálculo de la función del índice de calor anual.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

- Una vez obtenido este producto se calcula la evapotranspiración potencial sin corregir para cada uno de los meses, la cual se presenta como archivo ráster.

**Figura 6.50. Herramienta Map Algebra para el cálculo de la evapotranspiración potencial sin corregir mes a mes.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 6.51. Resultado cálculo de la evapotranspiración potencial sin corregir mes a mes.**

- ☒ Evapotranspiracion\_12\_Sin\_Corregir
- ☒ Evapotranspiracion\_11\_Sin\_Corregir
- ☒ Evapotranspiracion\_10\_Sin\_Corregir
- ☒ Evapotranspiracion\_09\_Sin\_Corregir
- ☒ Evapotranspiracion\_08\_Sin\_Corregir
- ☒ Evapotranspiracion\_07\_Sin\_Corregir
- ☒ Evapotranspiracion\_06\_Sin\_Corregir
- ☒ Evapotranspiracion\_05\_Sin\_Corregir
- ☒ Evapotranspiracion\_04\_Sin\_Corregir
- ☒ Evapotranspiracion\_03\_Sin\_Corregir
- ☒ Evapotranspiracion\_02\_Sin\_Corregir
- ☒ Evapotranspiracion\_01\_Sin\_Corregir

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

- Una vez se tiene la evapotranspiración potencial sin corregir, se tiene el factor de corrección para cada uno de los meses.

**Figura 6.52. Factor de corrección mes a mes.**

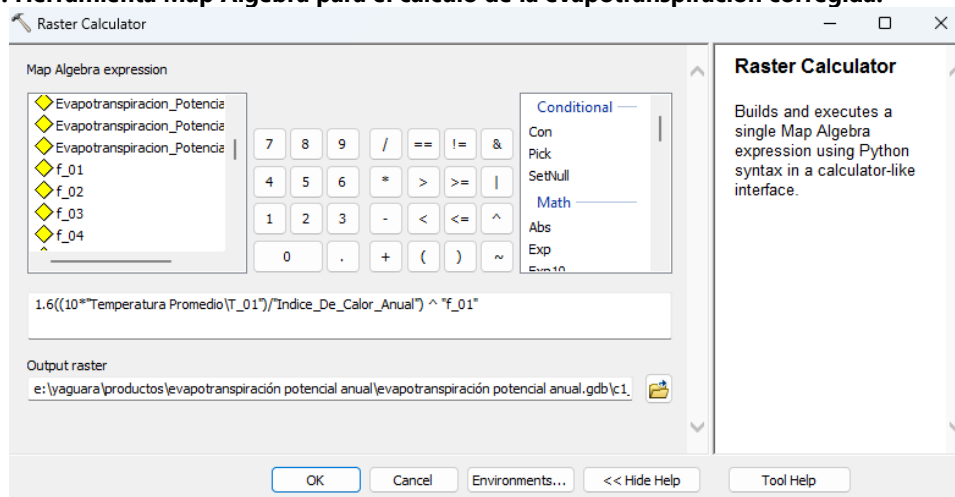
- ☒ f\_01
- ☒ f\_02
- ☒ f\_03
- ☒ f\_04
- ☒ f\_05
- ☒ f\_06
- ☒ f\_07
- ☒ f\_08
- ☒ f\_09
- ☒ f\_10
- ☒ f\_11
- ☒ f\_12

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



- Con este factor se vuelve y se calcula la evapotranspiración ya corregida (ver Figura 6.53).

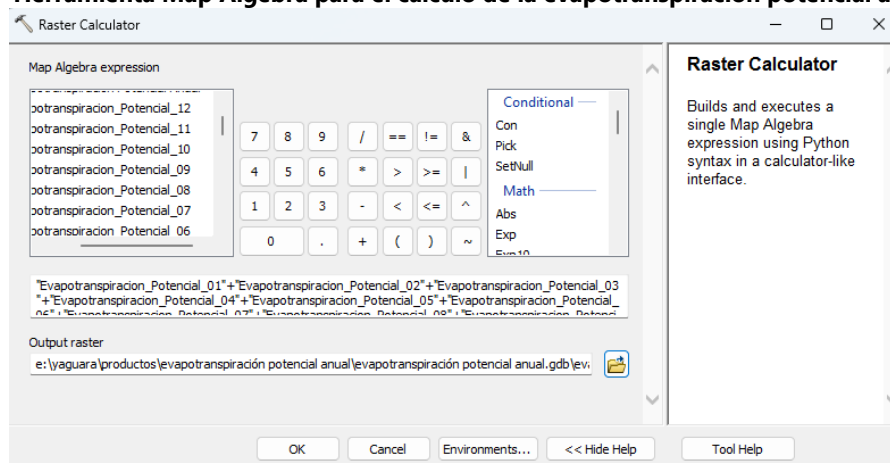
**Figura 6.53. Herramienta Map Algebra para el cálculo de la evapotranspiración corregida.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

- Con la herramienta Map Algebra se suma cada una de estos ráster para así poder obtener la evapotranspiración potencial anual.

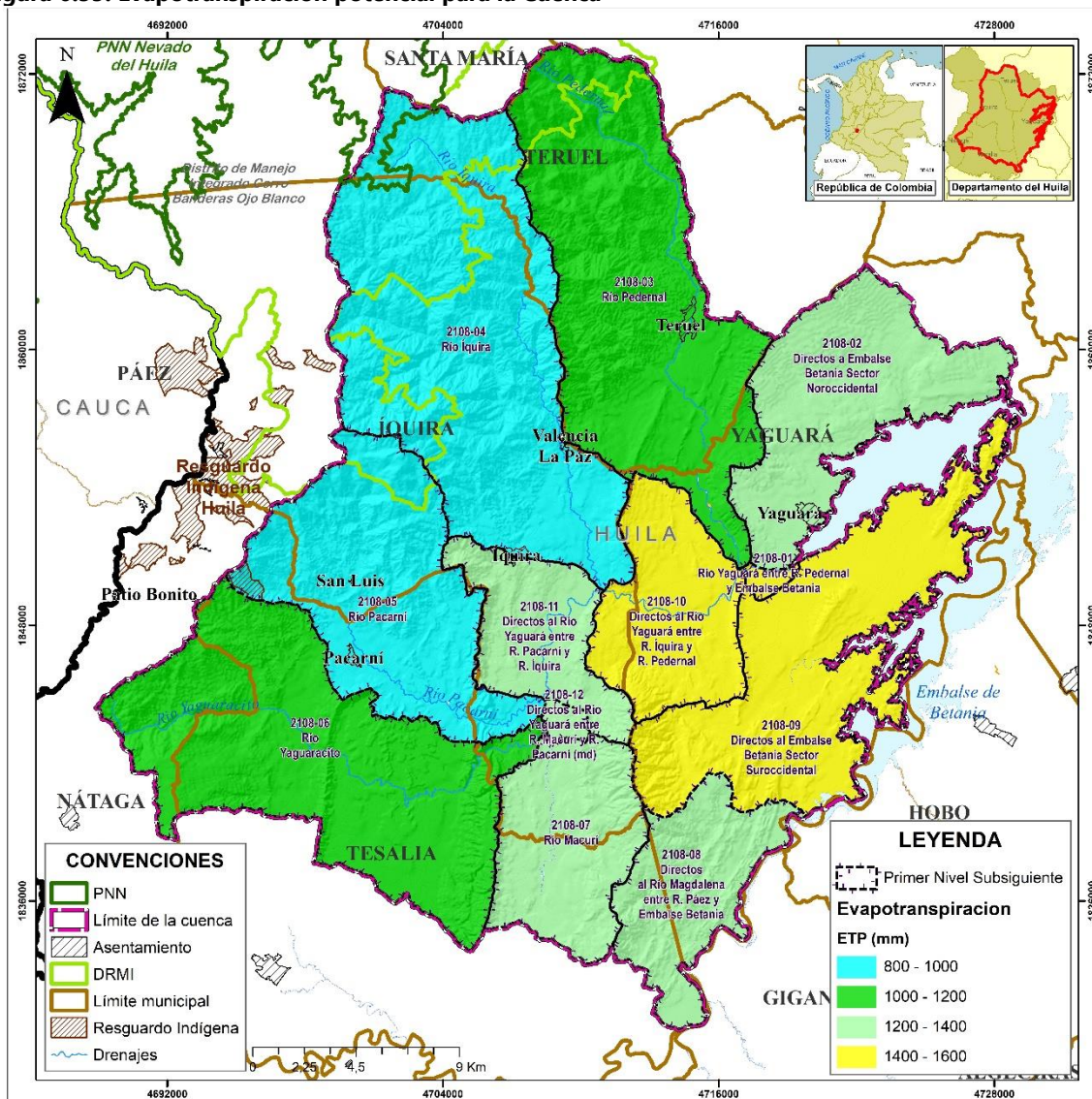
**Figura 6.54. Herramienta Map Algebra para el cálculo de la evapotranspiración potencial anual.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

- Finalmente, este producto se puede observar en la Figura 6.55 el comportamiento de la evapotranspiración potencial en la zona de estudio.

**Figura 6.55. Evapotranspiración potencial para la Cuenca**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

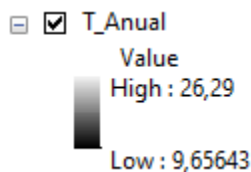
En la información cartográfica anexa a este capítulo, se incluyen también las superficies de evapotranspiración potencial en el área de la cuenca.

### 6.6.2. Evapotranspiración real

Es la evapotranspiración que ocurre realmente en condiciones de humedad del suelo y de vegetación existentes en un lugar y tiempo determinado (Irmak et al, 2003). Para esta caracterización, se empleó el método de Turc para el cálculo de la ETR anual, a continuación, se presenta la explicación del paso a paso de cómo se desarrolló el método, el cual se desarrolló en su totalidad en el software ArcMap:

- Primeramente, se cargan los ráster de temperatura promedio anual (ver Figura 6.56).

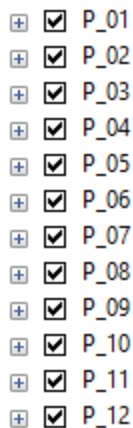
**Figura 6.56. Ráster de temperatura promedio mes a mes.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

- Seguidamente se cargan los ráster de precipitación promedio de cada uno de los meses (ver Figura 6.57).

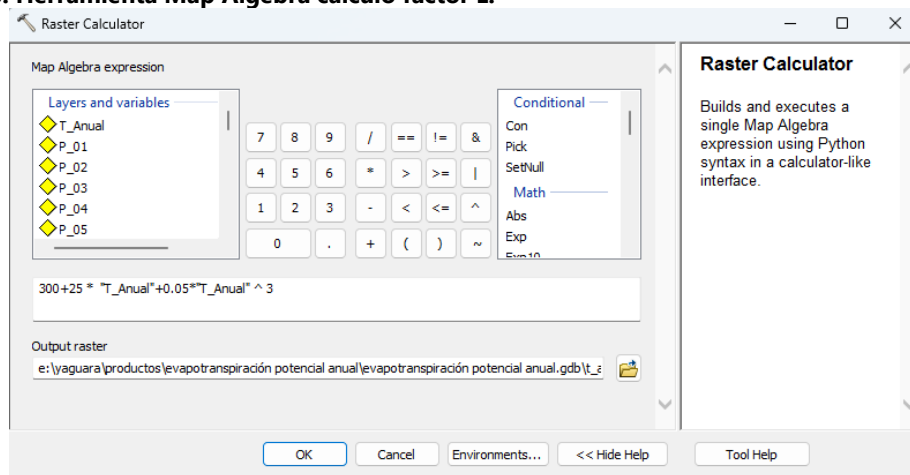
**Figura 6.57. Ráster de precipitación promedio mes a mes.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

- Posteriormente y teniendo como insumo la temperatura promedio anual se calcula el factor L, la cual se calcula mediante la herramienta Map Algebra (ver Figura 6.58).

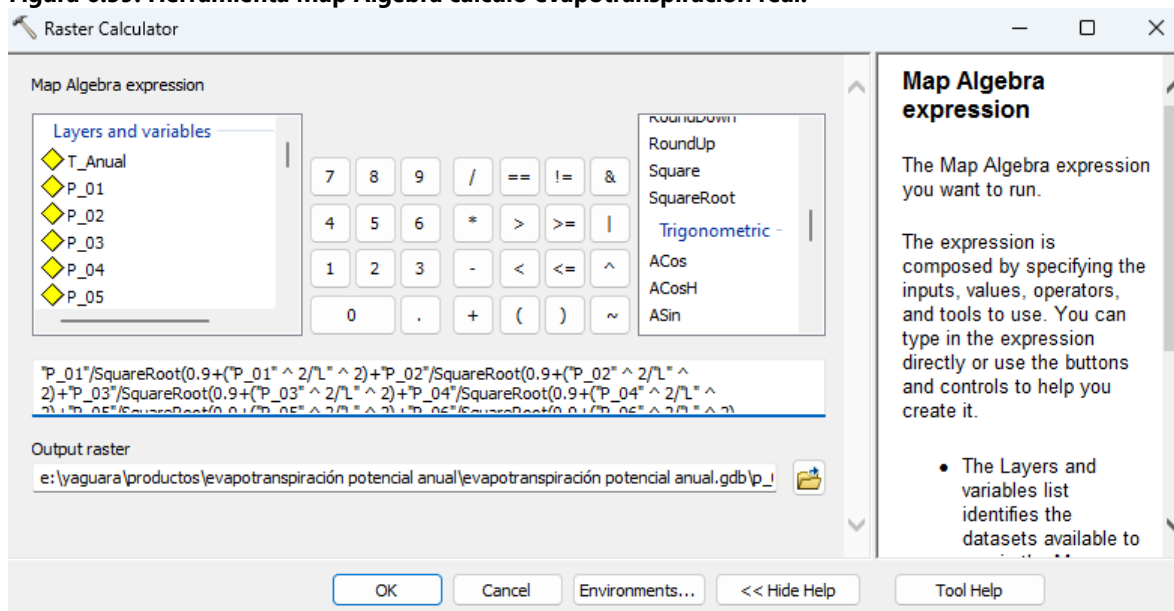
**Figura 6.58. Herramienta Map Algebra cálculo factor L.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

- Una vez obtenido este producto se calcula la evapotranspiración real, mediante la herramienta Map Algebra (ver Figura 6.59).

**Figura 6.59. Herramienta Map Algebra cálculo evapotranspiración real.**

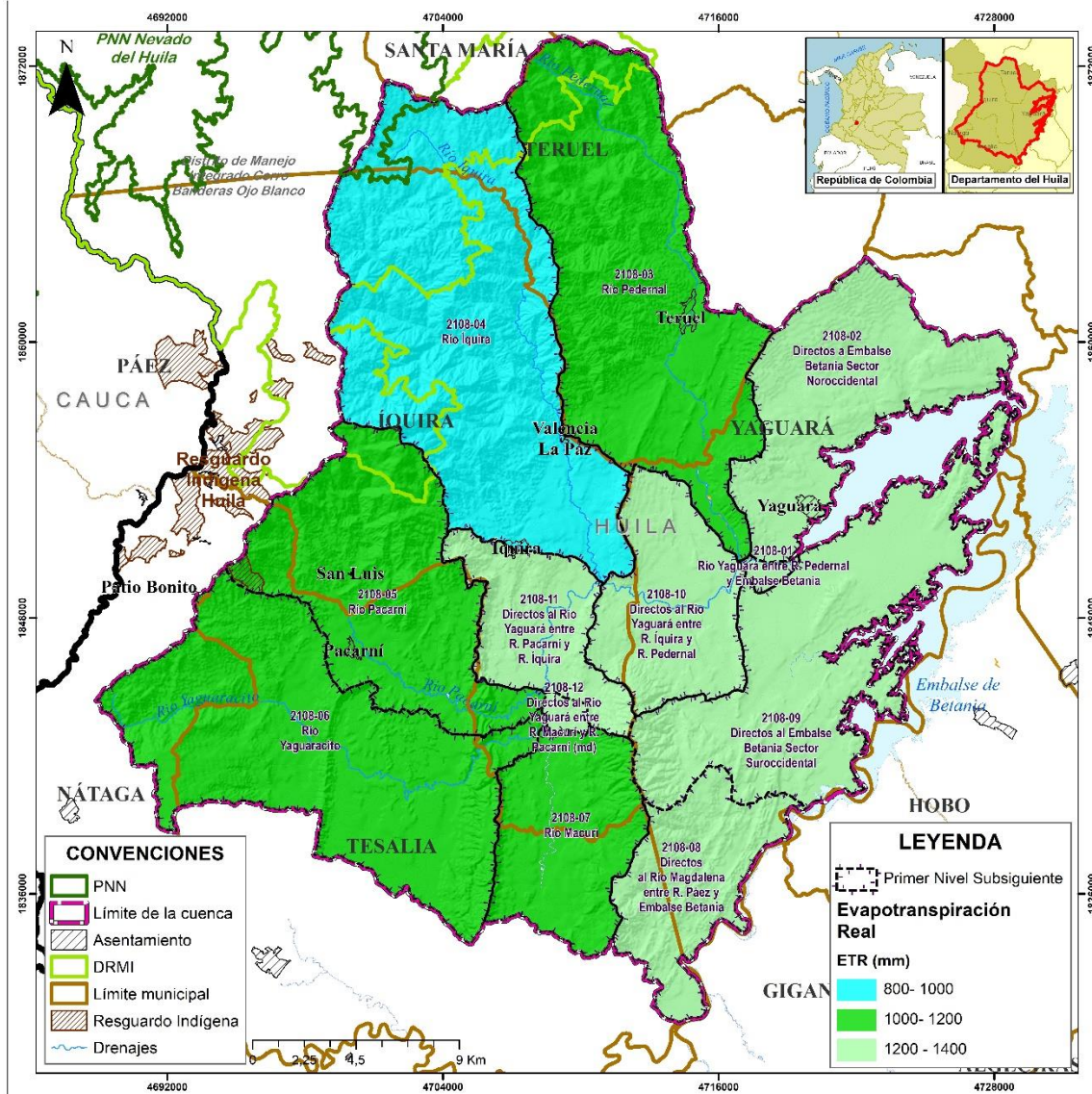


Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

- El resultado se muestra en la Figura 6.60



**Figura 6.60. Evapotranspiración real para la Cuenca**



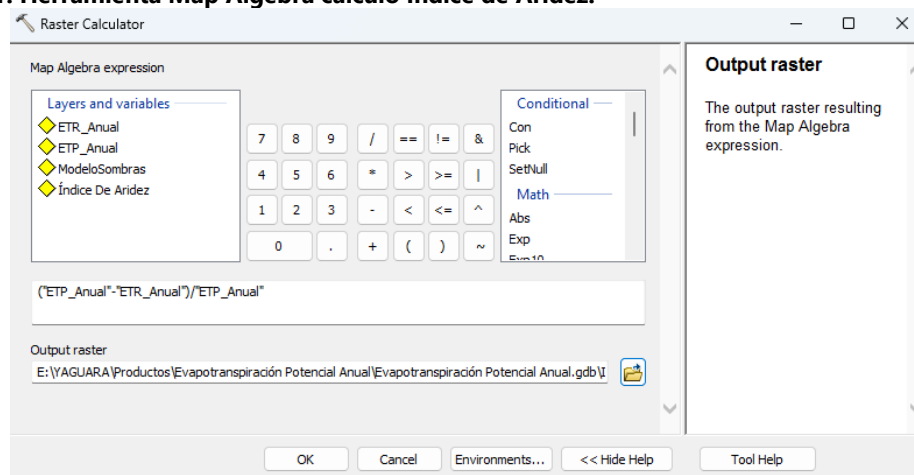
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

En la información cartográfica anexa a este capítulo, se incluyen también las superficies de evapotranspiración real en el área de la cuenca.

### 6.6.3. Resultado del índice de Aridez

- A partir de la información de evapotranspiración potencial y real, se calculó el Índice de Aridez mediante la herramienta Map Algebra (ver Figura 6.61).

**Figura 6.61. Herramienta Map Algebra cálculo Índice de Aridez.**

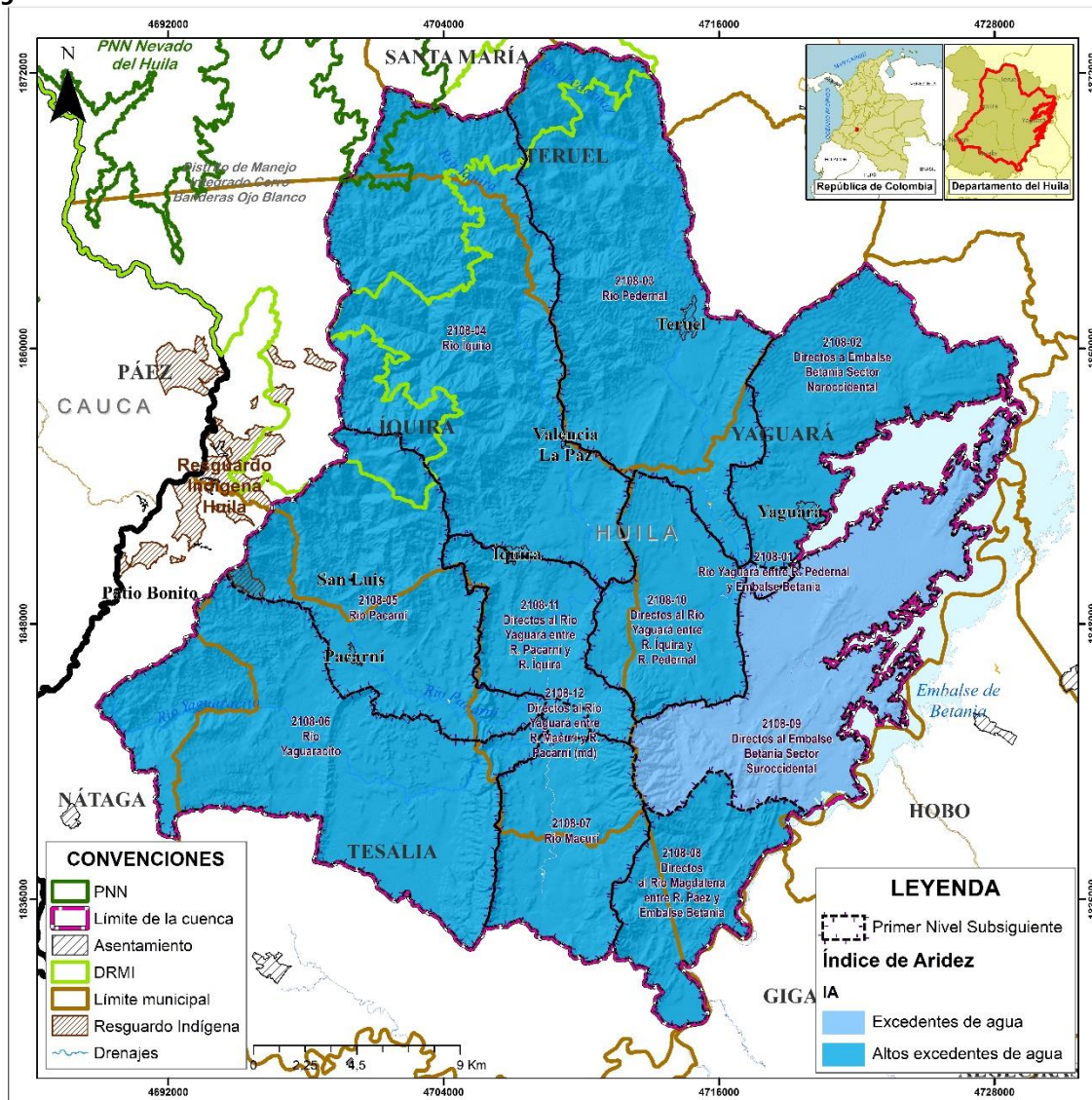


Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

- El resultado se puede observar en la Figura 6.62

Se observa que solo se presenta aridez moderada a excedentes de agua en la parte más nordeste de la microcuenca, cerca al embalse de Betania; el resto, presenta excedentes de agua. Es importante comprender que este resultado implica que, sin condiciones de intervención antrópica, el clima de la microcuenca es capaz de sostener los procesos de evaporación y transpiración de agua a través del suelo y las plantas, y aún contar con agua libre que se convertirá luego en escorrentías superficiales y subsuperficiales; la cantidad de escorrentía generada dependerá de la capacidad de retención y regulación hídrica que se analizará en el capítulo de hidrología.

**Figura 6.62. Índice de Aridez**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

En la información cartográfica anexa a este capítulo, se incluyen también las superficies de índice de aridez en el área de la cuenca.

## 6.7. Balance Hídrico (de largo plazo)

El balance hídrico de largo plazo se basa en la aplicación del principio de conservación de la masa o ecuación de continuidad, que establece que para cualquier volumen arbitrario y durante cualquier período de tiempo, la diferencia entre las entradas y las salidas a un cuerpo de agua estará condicionada por la variación del volumen del agua almacenada.



$$ESC = P - ETR$$

Dónde:

ESC: Escorrentía Total, en mm.

P: Precipitación, en mm.

ETR: Evapotranspiración Real, en mm.

Para el cálculo de escorrentía total se tomó el valor de evapotranspiración real promedio anual, y los valores de precipitación media anual en el área de estudio.

**Tabla 6.37. Balance Hídrico (de largo plazo) por unidad hidrográfica.**

Unidad Hidrográfica	Precipitación Promedio Anual (mm/año)	Evapotranspiración Real Anual Promedio (mm/año)	Escorrentía media anual de largo plazo (mm/año)	Caudal medio anual de largo plazo (Mm³/año)
2108-01	1678,30	1267,79	410,51	0,97
2108-02	1702,01	1227,57	474,43	34,58
2108-03	1946,28	1100,64	845,64	115,83
2108-04	1869,30	922,45	946,85	158,03
2108-05	1893,23	1057,57	835,66	75,63
2108-06	1836,77	1147,19	689,58	94,39
2108-07	1774,42	1199,59	574,83	28,81
2108-08	1669,64	1213,80	455,84	20,19
2108-09	1600,04	1216,76	383,28	39,89
2108-10	1833,52	1286,91	546,61	27,25
2108-11	1889,65	1250,21	639,44	23,66
2108-12	1840,48	1252,54	587,94	1,71

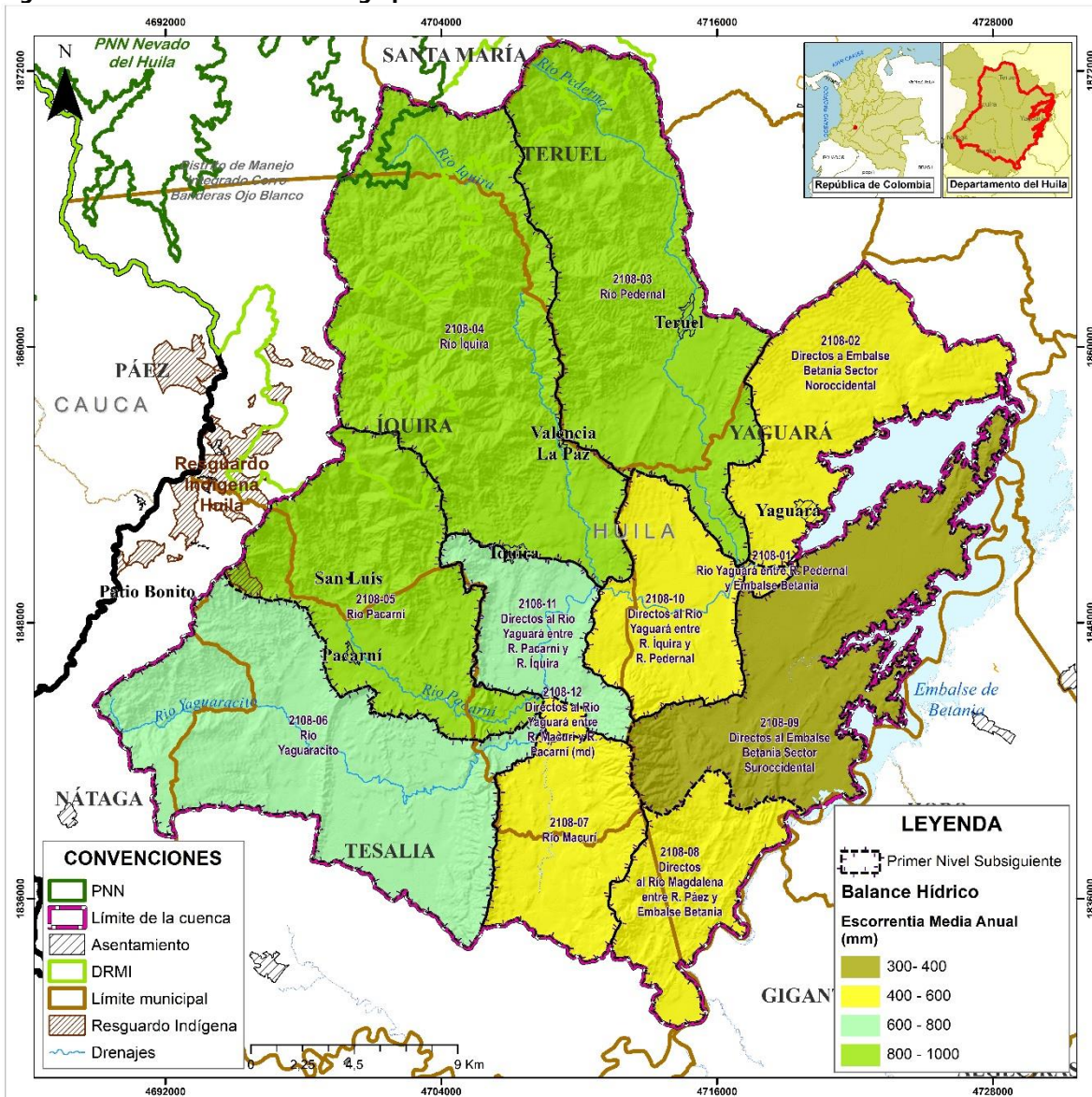
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Obsérvese que ninguna de las subcuencas presenta en su balance hídrico de largo plazo, condiciones de déficit; no obstante, hay subcuencas cuyo balance es una proporción muy baja de la precipitación incidente, es decir, que la mayor parte del agua que cae como lluvia es devuelta a la atmósfera por evapotranspiración, lo cual implica un eventual problema de disponibilidad del recurso hídrico para los usos antrópicos.

En la Figura 6.63 se representan cartográficamente los resultados del balance hídrico por nivel subsiguiente.



**Figura 6.63. Balance hídrico de largo plazo**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

En la información cartográfica anexa a este capítulo, se incluyen también las superficies de balance hídrico de largo plazo en el área de la cuenca.

## 6.8. Conclusión

Luego del análisis climático e hidrológico de la cuenca del río Yaguará se concluye lo siguiente:

- La red de estaciones meteorológicas próximas a la cuenca estudiada es óptima, ya que su ubicación en la mayoría se encuentra enfocada dentro de la cuenca.
- Se destaca que los meses de menos lluvia se concentran en los meses de junio a septiembre, mientras que la temporada de lluvias va del mes de octubre a noviembre.
- Con respecto a la temperatura puntual la variación entre los valores máximos y mínimos de este parámetro varían entre 9,9 y 28,1 °C, teniendo un comportamiento similar en todos los meses.

## 7. HIDROLOGÍA

La caracterización hidrológica presente permite identificar aspectos relacionados con la oferta hídrica consolidados en la generación de índices importantes para la gestión del recurso hídrico. En toda temática de ordenamiento del territorio, el recurso hídrico por supuesto es un eje fundamental.

Una de las mayores restricciones en la elaboración de este documento es la disponibilidad de información a la escala espacial y resolución temporal que exige este tipo de estudios, pues se pretende caracterizar unidades hidrográficas de acuerdo con el IDEAM soportándose básicamente en la red nacional de monitoreo que cumple otro tipo de propósitos pero que sin duda aporta información valiosa para la zona de estudio.

### 7.1. Objetivo

Caracterización del régimen hidrológico de la cuenca en ordenación, unidades hidrográficas de nivel II, III y microcuencas abastecedoras de centros urbanos y centros poblados de acuerdo con la información disponible. Se incluirán los siguientes índices: Índice de Retención y Regulación Hídrica (IRH), Índice de Uso del Agua Superficial (IUA) e Índice de Vulnerabilidad por Desabastecimiento Hídrico (IVH).

### 7.2. Generalidades

El comportamiento hidrológico de las corrientes que componen el sistema hídrico de la cuenca de los Río Yaguará (Código 2108), sus unidades hidrográficas de nivel II, III y microcuencas abastecedoras, está claramente determinados, tanto espacial como temporalmente, por el uso y tipo del suelo, la cobertura vegetal, la morfometría y, básicamente, por la ocurrencia de la precipitación a lo largo de su territorio.

#### 7.2.1. Inventario de infraestructuras hidráulicas

El inventario es el conocimiento detallado de las obras de infraestructura hidráulicas dentro de la cuenca, referido a su ubicación, usos, funcionamiento y estado actual y grado de afectación en la cuenca. La cuenca del Río Yaguará (Código 2108) no cuenta actualmente con embalses y trasvases construidos.

La infraestructura utilizada en las concesiones están relacionados con captaciones de diferentes tipos de ubicación de las bocatomas de acueductos municipales o centros poblados como se presenta en la Tabla 7.1.

**Tabla 7.1. Captaciones en la zona de estudio**

Unidades hidrográficas abastecedoras		
Código	Nombre	Concesiones
2108-0100	Desembocadura R. Yaguará	1
2108-0204	Q. Chichayaco	1
2108-0502	Q. de Juancho	5
2108-0603	Q. El Dave y otros directos a R. Yaguaracito	6
2108-0901	Q. El Espinal y otros directos a Embalse Betania (mi)	2
2108-0203	Q. En Medio	2
2108-0405	Q. Grande	2
2108-0604	Q. La Colorada	2
2108-1001	Q. La Garza	1
2108-1003	Q. La Salada	1
2108-0201	Q. Las Damas	2
2108-0903	Qdas. La Caraguaja y de Chipacá	5
2108-0402	Río Íquira entre R. San Francisco y Q. Grande	2
2108-0403	Río Íquira hasta R. San Francisco	1
2108-0305	Río La María	5
2108-0503	Río Pacarní entre Qdas. La Damita y de Juancho	10
2108-0505	Río Pacarní hasta Q. La Damita	12
2108-0301	Río Pedernal entre Q. La Papayala y R. Yaguará	1
2108-0303	Río Pedernal entre R. La María y Q. La Papayala	2
2108-0304	Río Pedernal hasta Q. La María	8
2108-0404	Río San Francisco	1
2108-0605	Río Yaguaracito hasta Q. La Colorada	2
<b>Total:</b>		<b>74</b>

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

### 7.2.2. Sistemas lénticos naturales

Los sistemas lénticos son cuerpos de agua cerrados que permanecen estancadas en un mismo lugar sin ningún flujo de corriente como los lagos, las lagunas, humedales, los esteros y los pantanos.

Ninguno de los sistemas de los cuerpos lénticos existentes en la cuenca del Río Yaguará (Código 2108) afecta en más de un 5% el caudal total, las unidades hidrográficas de nivel II, III y microcuencas drenan hacia el embalse de Betania.



### 7.2.3. Información utilizada

Aun cuando la cuenca del Río Yaguará presenta una muy baja cobertura de estaciones hidrológicas en la zona, identificando las siguientes estaciones en el río Yaguará operadas por el IDEAM. Las características generales de la estación hidrométrica utilizada en el presente análisis se presentan en la Tabla 7.2 su localización geográfica en la Figura 7.1.

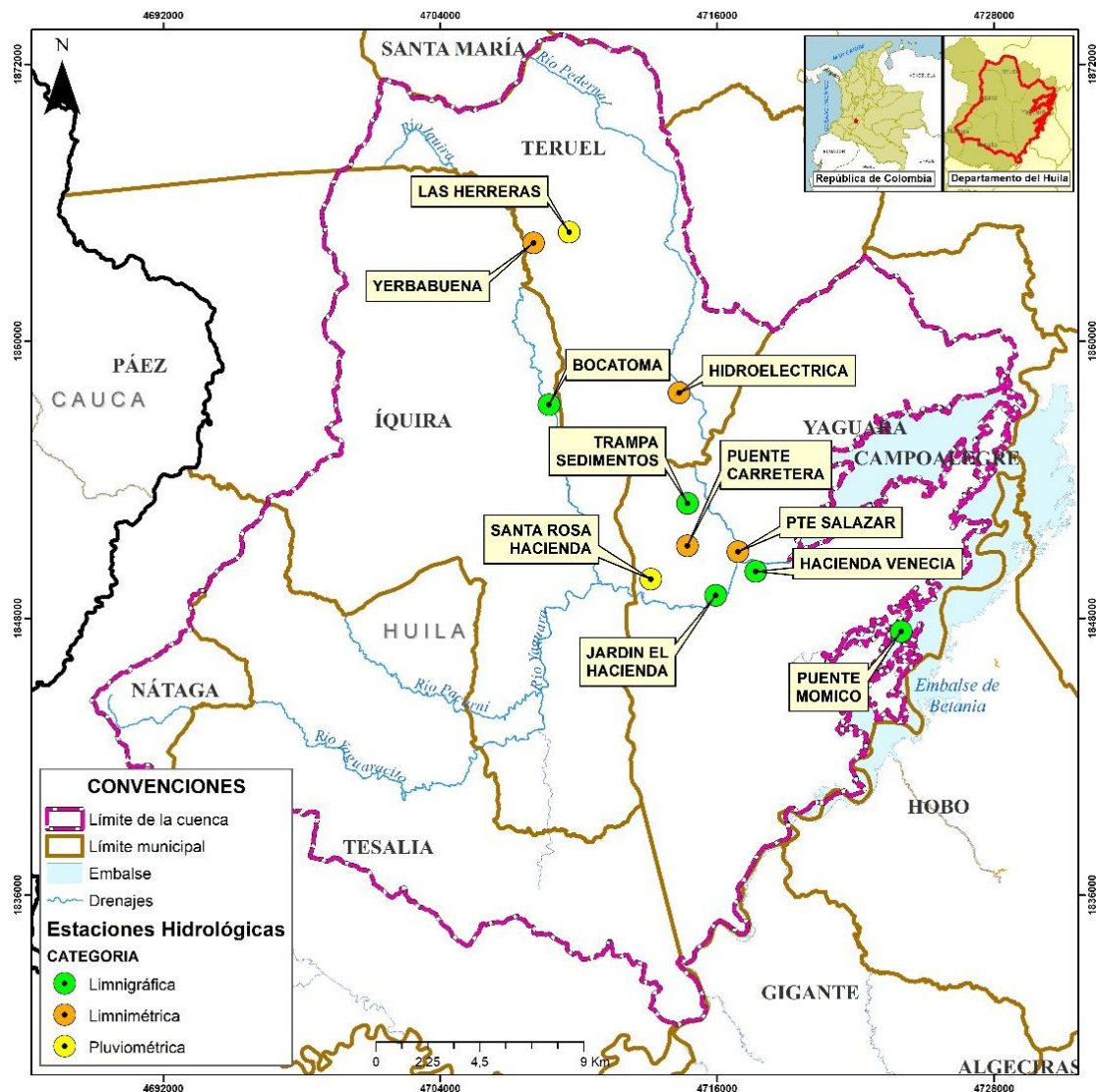
**Tabla 7.2. Estaciones hidrológicas y su Área de influencia**

CÓDIGO	ESTACIÓN	CORRIENTE	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACION (msnm)	TIPO	ENTIDAD	REGISTRO	FECHA SUSP.
21077010	PUENTE MOMICO	Magdalena	4723977.182	1847429.32	533	LG	IDEAM		15/12/1979
21087070	JARDIN EL HACIENDA	Yaguara	4715944.469	1848987.696	585	LG	IDEAM	1976-2022	
21087080	HACIENDA VENECIA - AUT	Yaguara	4717679.831	1850022.54	575	LG	IDEAM	1983-2022	
2105700205	PTE SALAZAR	Pedernal	4716903.033	1850883.477	597	LM	IDEAM	17/10/2020	
21087060	PUENTE CARRETERA	Pedernal	4714716.148	1851134.626	650	LM	IDEAM		15/07/1979
21087090	TRAMPA SEDIMENTOS	Quebrada San Rafael	4714719.981	1852977.95	900	LG	IDEAM		15/01/1990
21087050	BOCATOMA	Iquira	4708719.875	1857248.877	1250	LG	IDEAM	1971-2022	
21087040	HIDROELECTRICA	Pedernal	4714359.328	1857771.38	740	LM	IDEAM	1952-2015	
21087100	YERBABUENA	Iquira	4708043.166	1864258.418	20	LM	IDEAM	1995-2022	

Nota: Las coordenadas de las estaciones son Origen Nacional CTM 12.

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 7.1. Localización estaciones hidrológicas**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

### 7.3. Análisis de los datos de las estaciones hidrológicas

El análisis de homogeneidad se basa generalmente en comparar parámetros que se obtiene a partir de los estadísticos de las series como la media, varianza, entre otros, con valores críticos teóricos correspondientes a determinadas funciones de distribuciones de probabilidad según la prueba usada. Las pruebas aplicadas a las estaciones hidrológicas son: cambio en la media prueba T Simple (Lettenmaier, 1976b); para cambio en la varianza prueba F Simple (Devore, 1982) (Lettenmaier, 1976a); para tendencia de la serie Prueba T (Salas, 1992).

La Tabla 7.3 muestra el resumen de los resultados obtenidos del análisis de homogeneidad a nivel anual para cada una de las estaciones. En ella se indica que se acepta la hipótesis de que existe cambio en la media y la varianza correspondiente a un cambio evidente en la magnitud de esta variable a partir de la evaluación de la igualdad de las medias de las dos sub-series generadas al dividir la serie original por un punto de cambio. Para la hipótesis de tendencia se indica si hay tendencia (T) o si no hay tendencia (NT). Además, contiene el porcentaje de datos faltantes. En el Anexo 1 de hidrología se presenta los archivos con los cálculos realizados para cada una de las pruebas mencionadas.

**Tabla 7.3. Resumen de los resultados del análisis de homogeneidad para cambio en la media, la varianza y la tendencia.**

Estación	Código	Porcentaje de datos faltantes	Periodo de análisis		Longitud de serie (años)	Prueba T tendencia en la media	Prueba de cambio en la media		Prueba de cambio en la varianza	
			Inicial	Final			Prueba a T simple	Fecha de cambio	Prueba a F Simple	Fecha de cambio
JARDIN EL HACIENDA	21087070	6	1976	2022	46	NT	R	1997	R	1990
HACIENDA VENECIA - AUT	21087080	3	1983	2022	39	NT	R	2003	R	1988
BOCATOMA	21087050	12	1971	2022	51	NT	R	2003	R	1975
HIDROELECTRICA	21087040	19	1952	2015	63	NT	R	1953	R	1953
YERBABUENA	21087110	0	1995	2022	27	NT	R	1998	R	1998

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

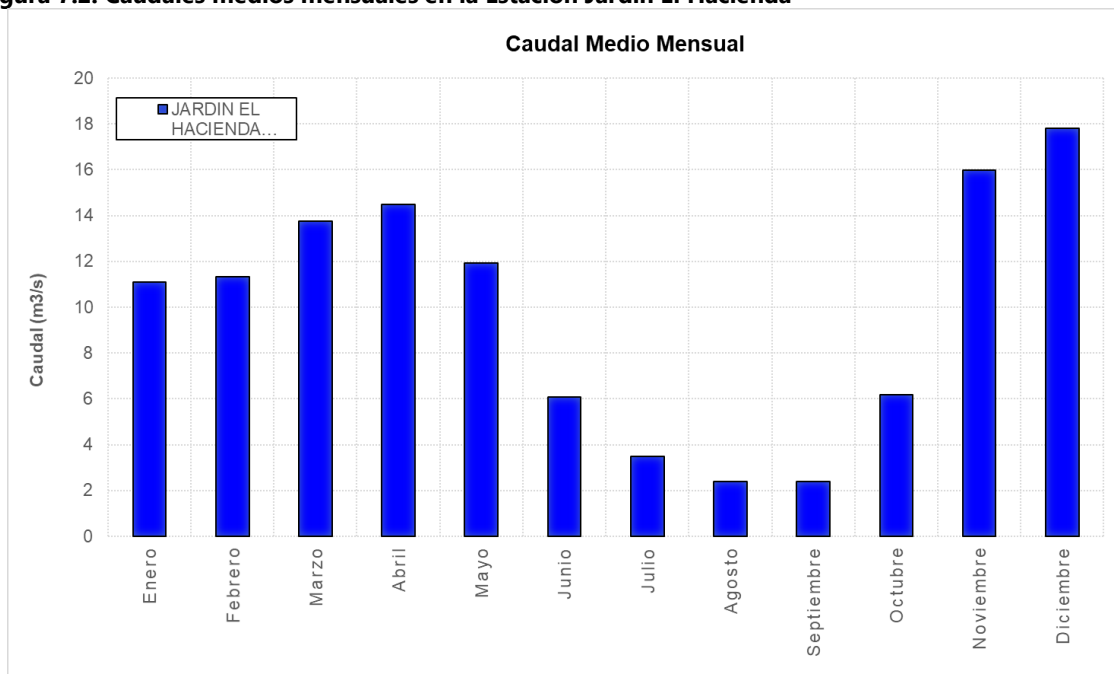
De acuerdo con el análisis de tendencia aplicado a las estaciones no es pertinente realizar un análisis de no estacionalidad a las series de caudal para el análisis de eventos extremos ya sean mínimos o máximos, teniendo en cuenta que estas series son estacionarias, según la prueba T de tendencia en la media.

### 7.3.1. Descripción y evaluación de la red de estaciones hidrológicas

Como se mencionó en el numeral anterior, la cuenca del Río Yaguará cuenta con información de cinco estaciones con datos de caudal, la estación Hacienda Venecia fue utilizada para la calibración y validación del modelo GR4J usada para estimar los caudales medios diarios en las unidades hidrográficas de nivel II y III de interés, esta estación fue seleccionada por el motivo que se encuentra a la salida y representa el comportamiento hídrico de la cuenca, las demás estaciones se utilizaron para el cálculo de caudales máximos.

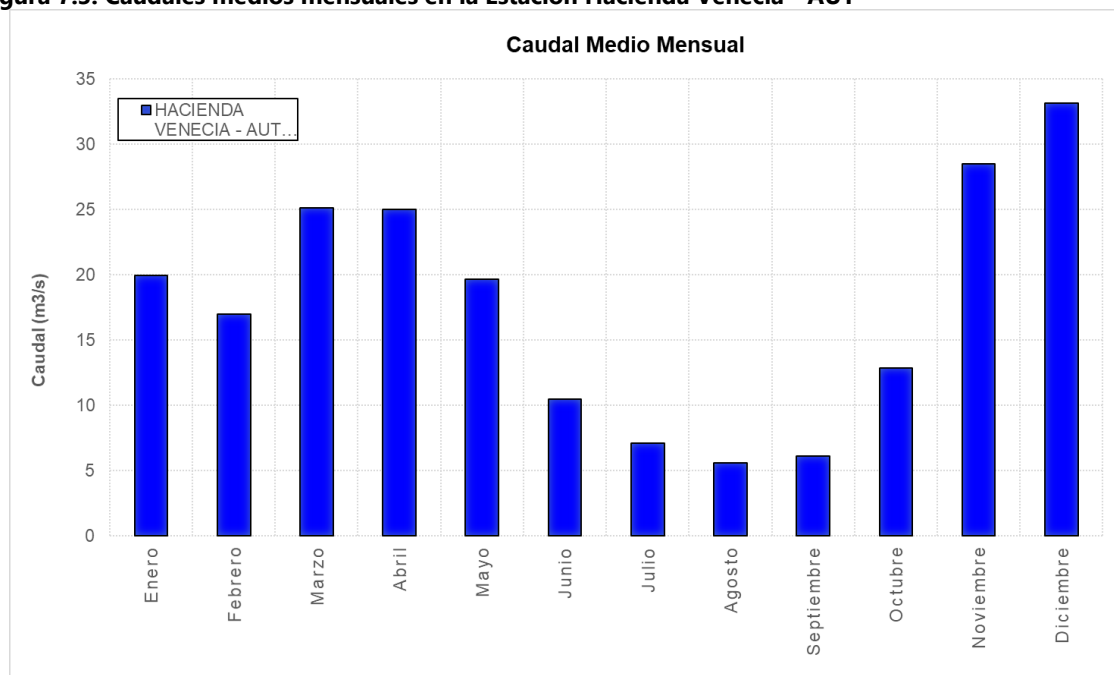
En la Figura 7.2 a la Figura 7.6, se presenta el ciclo anual en las estaciones hidrológicas consultadas. Como se puede apreciar, este es de carácter bimodal, presentando sus máximos en el mes de diciembre y abril y los caudales mínimos para los meses de enero y agosto.

**Figura 7.2. Caudales medios mensuales en la Estación Jardín El Hacienda**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

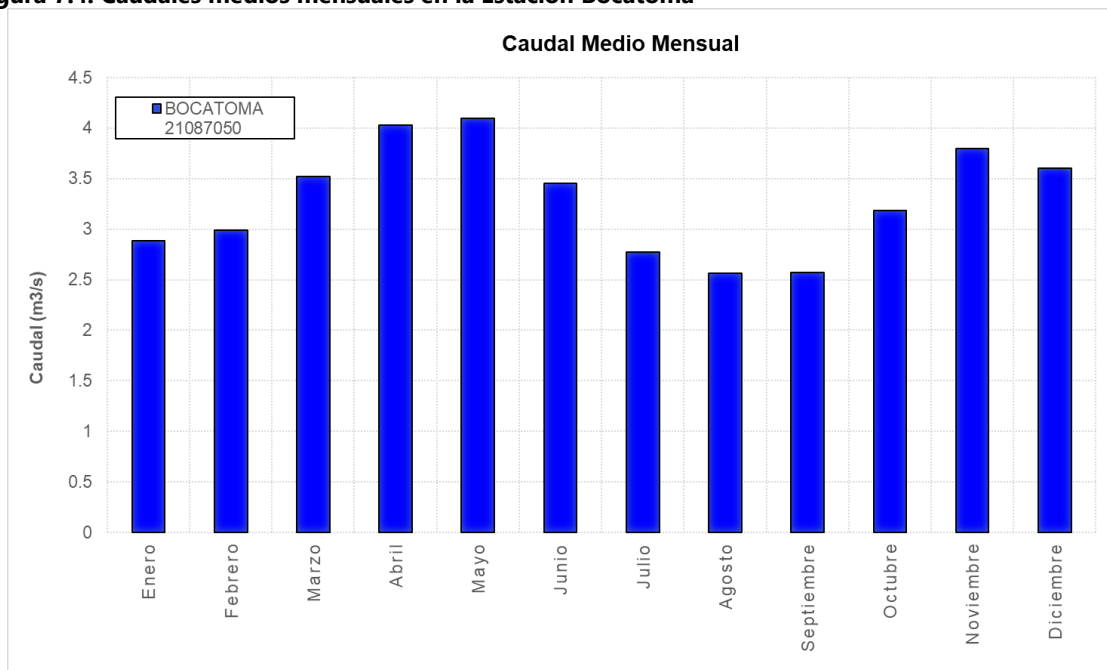
**Figura 7.3. Caudales medios mensuales en la Estación Hacienda Venecia - AUT**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

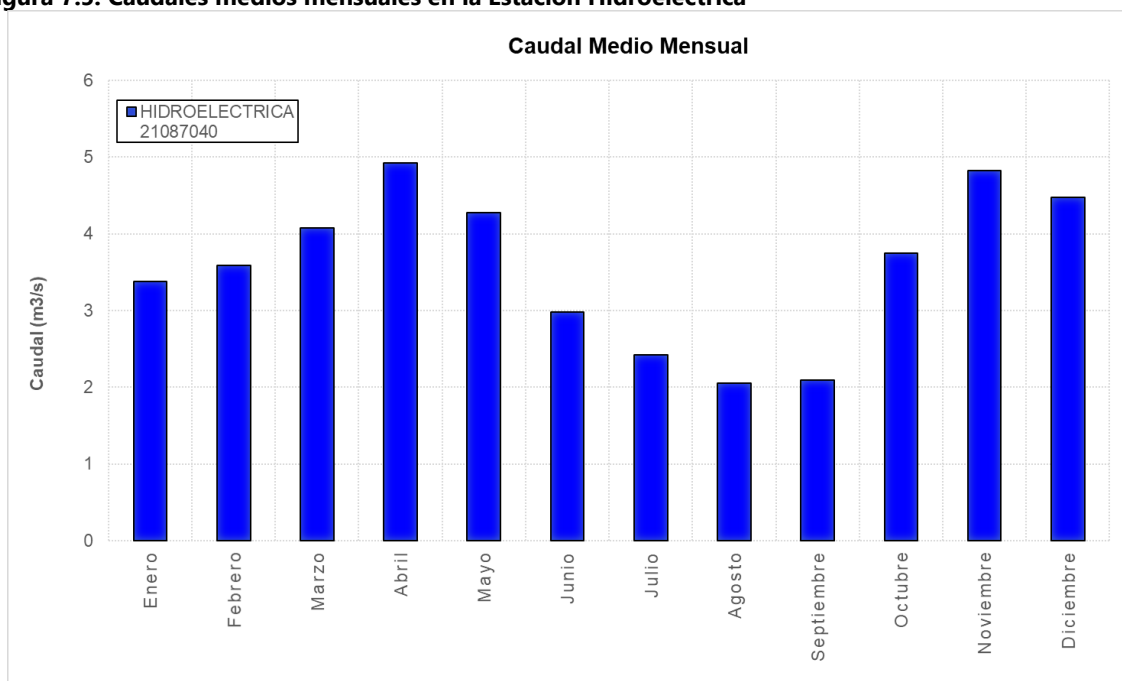


**Figura 7.4. Caudales medios mensuales en la Estación Bocatoma**



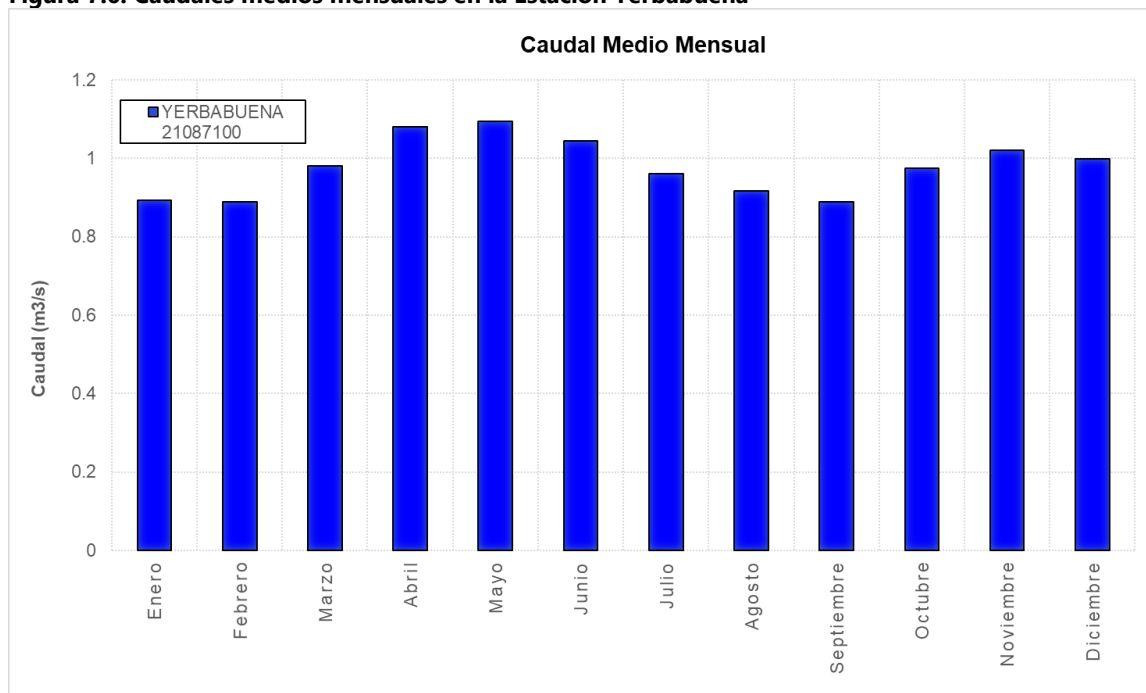
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 7.5. Caudales medios mensuales en la Estación Hidroeléctrica**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 7.6. Caudales medios mensuales en la Estación Yerbabuena**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

### 7.3.2. Análisis de frecuencia de máximos y mínimos de las estaciones

Para las estaciones hidrológicas que se consultaron se obtuvieron los caudales máximos y mínimos con diferentes períodos de retorno mediante un análisis de frecuencia utilizando las distribuciones Normal, Log Normal, Pearson tipo III, Log Pearson tipo III, Valores Extremos y Gumbel, con el propósito de seleccionar la que mejor represente el comportamiento de los datos disponibles partiendo de la prueba de bondad con el Chi Cuadrado. En el anexo 1, se muestran las hojas de cálculo.

#### 7.3.2.1. Caudales máximos

El cálculo de los caudales máximos con diferentes períodos de retorno se efectuó en Excel, el cual se presenta en el Anexo 1 y en la carpeta denominada "Distribución probabilística Qmax". A continuación, se muestran las figuras de las frecuencias de caudales a nivel multianual, los valores de los diferentes periodos de retorno y la distribución seleccionada para cada estación.

##### 7.3.2.1.1. Estación Jardín El Hacienda

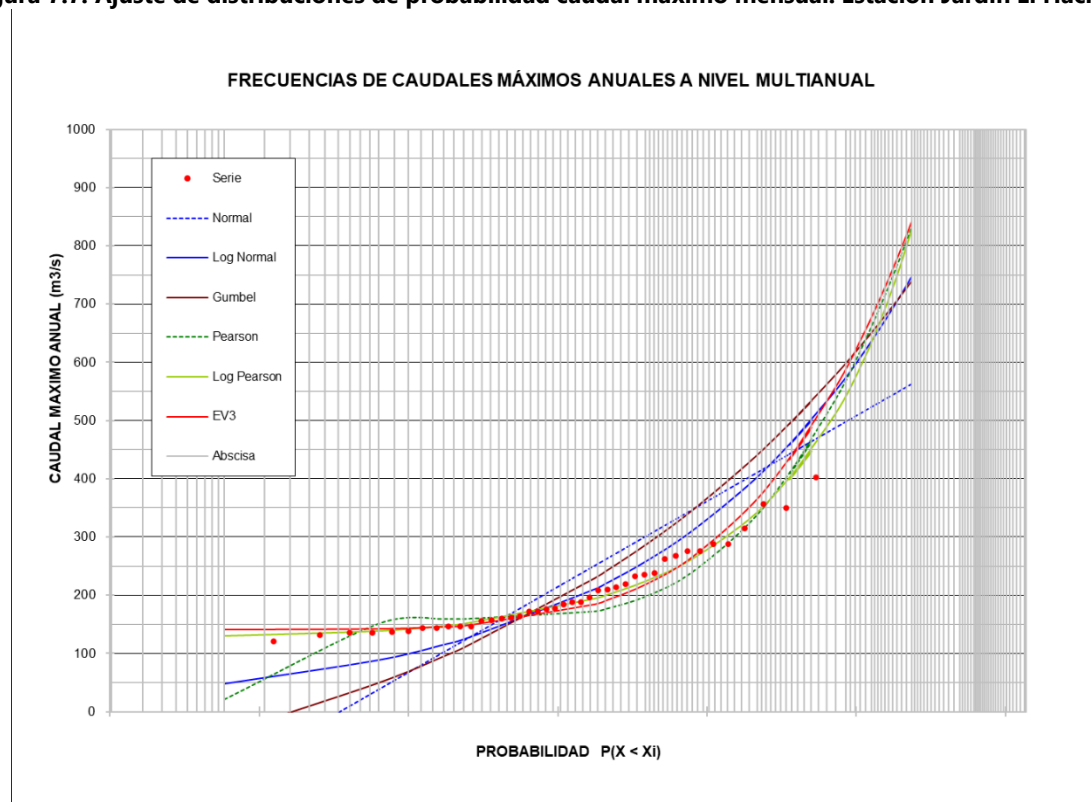
Para cada distribución probabilística de la estación Jardín El Hacienda se aplicó la prueba de Chi-Cuadrado (Prueba de ajuste estadística), encontrándose que, para los datos, la distribución probabilística de Pearson es el menor valor de esta prueba, que representa que la muestra era la que mejor los ajusta. En la Tabla 7.4 se presentan los resultados de frecuencia de los caudales máximos.

**Tabla 7.4. Valores de los periodos de retorno con diferentes distribuciones. Estación Jardín El Hacienda**

Tr	NORMAL	GUMBEL	PEARSON	LOG- PEAR	LOG-NOR	EV3
años	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)
2.33	250.9	229.3	172.5	194.0	209.9	184.1
5	347.3	346.2	240.3	262.5	310.7	265.5
10	411.4	441.4	338.7	342.7	402.9	365.4
15	443.3	495.2	408.9	400.1	458.8	433.9
20	464.2	532.8	463.6	446.6	499.4	486.7
30	491.7	585.3	547.0	521.5	558.5	566.8
50	523.7	651.0	661.6	634.3	635.9	676.8
100	563.3	739.6	832.5	828.6	747.0	841.3
500	643.5	944.4	1288.9	1554.6	1034.8	1286.3
<b>chi 2</b>	<b>1278.830</b>	<b>238.576</b>	<b>403.639</b>	<b>343.411</b>	<b>674.235</b>	<b>308.373</b>

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 7.7. Ajuste de distribuciones de probabilidad caudal máximo mensual. Estación Jardín El Hacienda**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

A continuación, se presenta la distribución seleccionada con los diferentes periodos de retorno para los caudales máximos para la Estación Jardín El Hacienda:

**Tabla 7.5. Caudales máximos con diferentes períodos de retorno con la distribución seleccionada. Estación Jardín El Hacienda**

<b>Período de Retorno, Tr (años)</b>	<b>Caudal Máximo (m<sup>3</sup>/s)</b>
2.33	229.3
5	346.2
10	441.4
15	495.2
20	532.8
30	585.3
50	651.0
100	739.6
500	944.4

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### **7.3.2.1.2. Estación Hacienda Venecia - AUT**

Para cada distribución probabilística de la estación Hacienda Venecia – AUT se aplicó la prueba de Chi-Cuadrado (Prueba de ajuste estadística), encontrándose que, para los datos, la distribución probabilística de valores extremos es el menor valor de esta prueba, que representa que la muestra era la que mejor los ajusta. En la Tabla 7.6 se presentan los resultados de frecuencia de los caudales máximos.

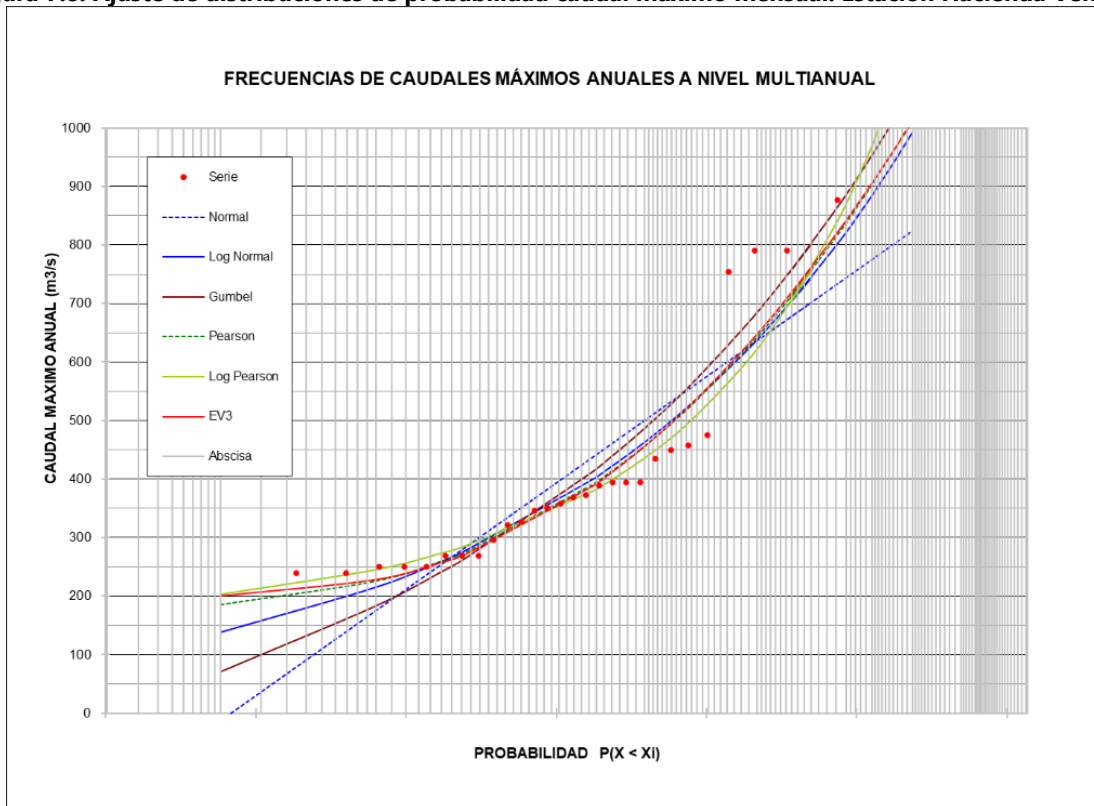
**Tabla 7.6. Valores de los periodos de retorno con diferentes distribuciones. Estación Hacienda Venecia**

<b>Tr</b>	<b>NORMAL</b>	<b>GUMBEL</b>	<b>PEARSON</b>	<b>LOG- PEAR</b>	<b>LOG-NOR</b>	<b>EV3</b>
<b>años</b>	<b>(m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>(m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>(m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>(m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>(m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>(m<sup>3</sup>/s)</b>
2.33	438.1	413.4	391.4	379.9	400.5	388.6
5	557.2	563.1	526.7	501.6	530.1	529.1
10	636.3	685.0	642.5	622.3	638.4	647.8
15	675.7	753.8	708.7	699.9	700.5	714.8
20	701.5	802.0	755.4	758.6	744.3	761.4
30	735.5	869.3	820.7	847.3	806.2	825.9
50	774.9	953.4	902.7	970.0	884.7	905.6
100	823.9	1066.9	1013.6	1158.8	992.7	1011.4
500	922.9	1329.1	1271.7	1721.8	1253.2	1248.6
<b>chi 2</b>	<b>692.441</b>	<b>330.758</b>	<b>152.043</b>	<b>149.508</b>	<b>194.220</b>	<b>141.208</b>

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



**Figura 7.8. Ajuste de distribuciones de probabilidad caudal máximo mensual. Estación Hacienda Venecia**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

A continuación, se presenta la distribución seleccionada con los diferentes periodos de retorno para los caudales máximos para la Estación Hacienda Venecia:

**Tabla 7.7. Caudales máximos con diferentes períodos de retorno con la distribución seleccionada. Estación Hacienda Venecia**

Período de Retorno, $T_r$ (años)	Caudal Máximo ( $m^3/s$ )
2.33	388.6
5	529.1
10	647.8
15	714.8
20	761.4
30	825.9
50	905.6
100	1011.4
500	1248.6

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

### 7.3.2.1.3. Estación Bocatoma

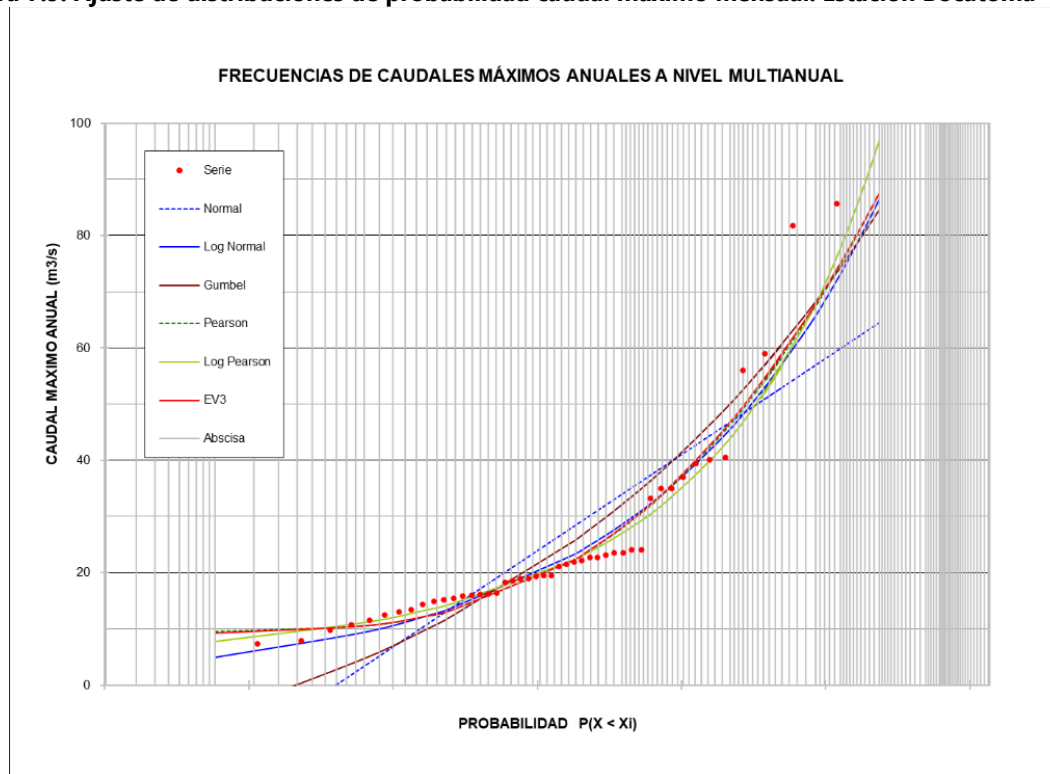
Para cada distribución probabilística de la estación Bocatoma se aplicó la prueba de Chi-Cuadrado (Prueba de ajuste estadística), encontrándose que, para los datos, la distribución probabilística de Log-Pearson es el menor valor de esta prueba, que representa que la muestra era la que mejor los ajusta. En la Tabla 7.8 se presentan los resultados de frecuencia de los caudales máximos.

**Tabla 7.8. Valores de los periodos de retorno con diferentes distribuciones. Estación Bocatoma**

Tr	NORMAL	GUMBEL	PEARSON	LOG- PEAR	LOG-NOR	EV3
años	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)
2.33	28.1	25.5	22.1	22.2	23.2	22.1
5	39.3	39.0	34.6	32.8	34.8	34.9
10	46.7	50.0	46.4	43.9	45.6	46.7
15	50.5	56.3	53.4	51.2	52.1	53.8
20	52.9	60.6	58.4	56.9	56.9	58.8
30	56.1	66.7	65.6	65.5	63.9	66.0
50	59.8	74.3	74.8	77.7	73.2	75.1
100	64.4	84.5	87.6	96.9	86.5	87.5
500	73.8	108.2	118.3	156.7	121.2	116.7
chi 2	-81.159	400.275	19.484	16.471	23.155	19.225

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 7.9. Ajuste de distribuciones de probabilidad caudal máximo mensual. Estación Bocatoma**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

A continuación, se presenta la distribución seleccionada con los diferentes periodos de retorno para los caudales máximos para la Estación Bocatoma:

**Tabla 7.9. Caudales máximos con diferentes períodos de retorno con la distribución seleccionada. Estación Bocatoma**

Período de Retorno, Tr (años)	Caudal Máximo (m <sup>3</sup> /s)
2.33	22.2
5	32.8
10	43.9
15	51.2
20	56.9
30	65.5
50	77.7
100	96.9
500	156.7

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### 7.3.2.1.4. Estación Hidroeléctrica

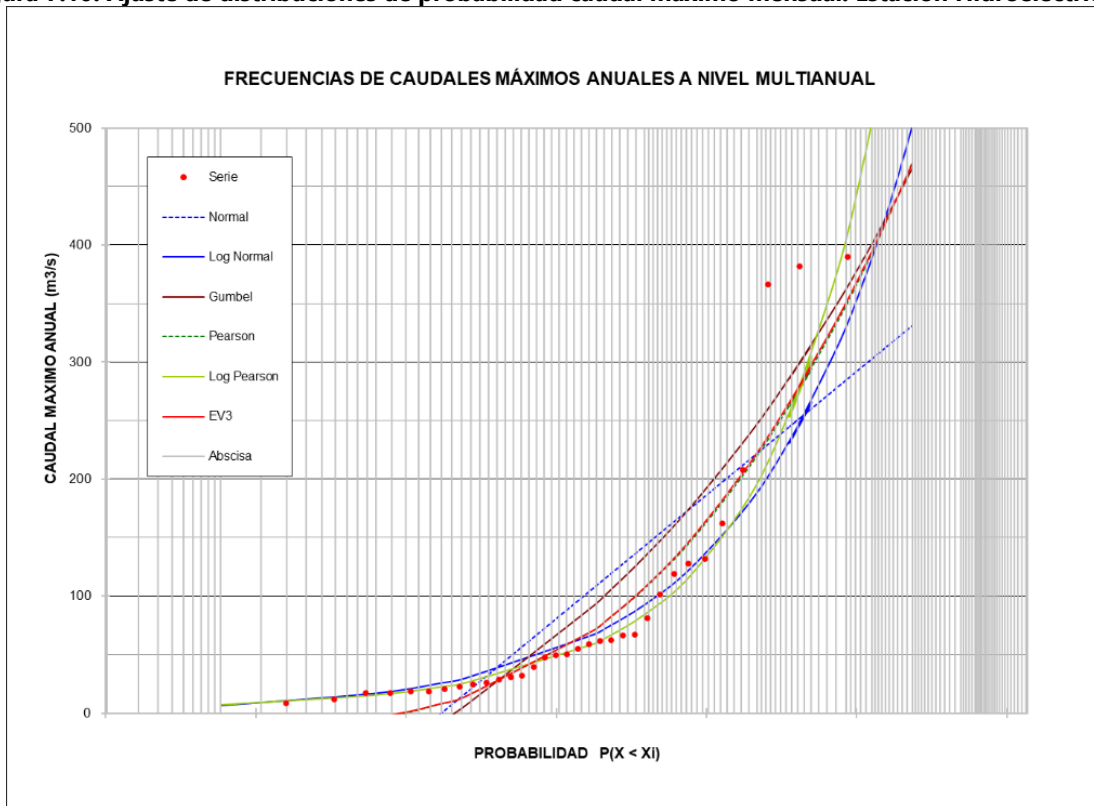
Para cada distribución probabilística de la estación Hidroeléctrica se aplicó la prueba de Chi-Cuadrado (Prueba de ajuste estadística), encontrándose que, para los datos, la distribución probabilística de Log-Pearson es el menor valor de esta prueba, que representa que la muestra era la que mejor los ajusta. En la Tabla 7.10 se presentan los resultados de frecuencia de los caudales máximos.

**Tabla 7.10. Valores de los periodos de retorno con diferentes distribuciones. Estación Hidroeléctrica**

Tr	NORMAL	GUMBEL	PEARSON	LOG- PEAR	LOG-NOR	EV3
años	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)
2.33	106.6	91.7	70.9	58.8	67.0	70.5
5	175.9	177.4	148.4	118.7	124.7	149.5
10	221.8	247.2	220.3	196.0	188.5	222.6
15	244.8	286.6	263.1	254.3	231.6	265.7
20	259.8	314.2	293.9	302.9	265.1	296.4
30	279.6	352.7	337.7	382.8	316.6	339.9
50	302.5	400.9	393.6	506.2	389.0	395.0
100	331.0	465.9	470.9	723.2	502.4	470.2
500	388.6	616.0	656.4	1543.6	842.9	646.4
<b>chi 2</b>	<b>196.117</b>	<b>-233.505</b>	<b>-77.395</b>	<b>171.097</b>	<b>258.479</b>	<b>-114.435</b>

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 7.10. Ajuste de distribuciones de probabilidad caudal máximo mensual. Estación Hidroeléctrica**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

A continuación, se presenta la distribución seleccionada con los diferentes periodos de retorno para los caudales máximos para la Estación Hidroeléctrica:

**Tabla 7.11. Caudales máximos con diferentes periodos de retorno con la distribución seleccionada. Estación Hidroeléctrica**

Período de Retorno, Tr (años)	Caudal Máximo (m³/s)
2.33	58.8
5	118.7
10	196.0
15	254.3
20	302.9
30	382.8
50	506.2
100	723.2
500	1543.6

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### 7.3.2.1.5. Estación Yerbabuena

Para cada distribución probabilística de la estación Yerbabuena se aplicó la prueba de Chi-Cuadrado (Prueba de ajuste estadística), encontrándose que, para los datos, la distribución



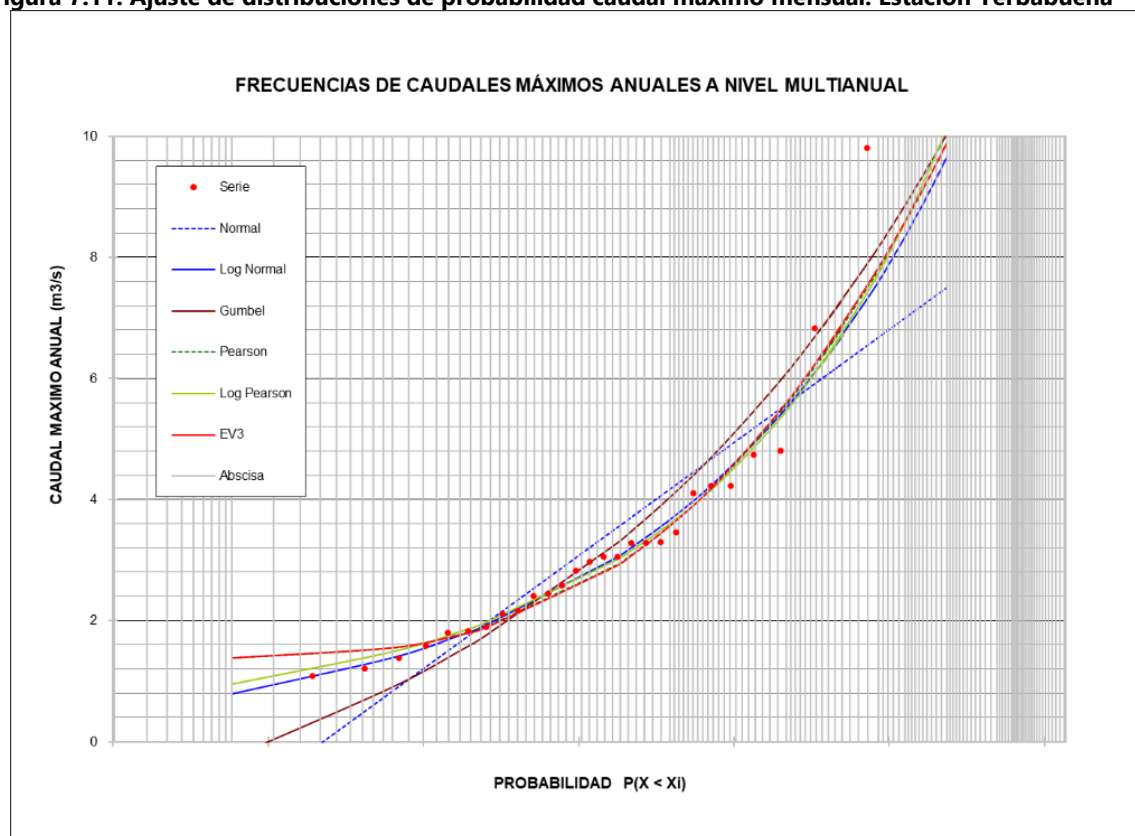
probabilística de Log-Pearson es el menor valor de esta prueba, que representa que la muestra era la que mejor los ajusta. En la Tabla 7.12 se presentan los resultados de frecuencia de los caudales máximos.

**Tabla 7.12. Valores de los periodos de retorno con diferentes distribuciones. Estación Yerbabuena**

Tr	NORMAL	GUMBEL	PEARSON	LOG- PEAR	LOG-NOR	EV3
años	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)
2.33	3.5	3.3	2.9	3.0	3.1	2.9
5	4.8	4.8	4.3	4.3	4.4	4.3
10	5.6	6.1	5.6	5.5	5.5	5.6
15	6.0	6.8	6.3	6.2	6.2	6.4
20	6.2	7.3	6.8	6.7	6.7	6.9
30	6.6	8.0	7.6	7.5	7.4	7.6
50	7.0	8.9	8.6	8.6	8.3	8.6
100	7.5	10.0	9.9	10.1	9.7	9.9
500	8.5	12.7	13.1	14.4	13.0	12.9
chi 2	-7.354	4.451	1.261	1.100	1.162	1.272

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 7.11. Ajuste de distribuciones de probabilidad caudal máximo mensual. Estación Yerbabuena**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

A continuación, se presenta la distribución seleccionada con los diferentes periodos de retorno para los caudales máximos para la Estación Yerbabuena:

**Tabla 7.13. Caudales máximos con diferentes períodos de retorno con la distribución seleccionada. Estación Yerbabuena**

Período de Retorno, Tr (años)	Caudal Máximo (m <sup>3</sup> /s)
2.33	3.0
5	4.3
10	5.5
15	6.2
20	6.7
30	7.5
50	8.6
100	10.1
500	14.4

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

### 7.3.2.2. Caudales mínimos

El cálculo de los **caudales mínimos con diferentes períodos de retorno** se efectuó en Excel, el cual se presenta en el Anexo 1 y en la carpeta denominada “Distribución probabilística Qmin”. A continuación, se muestran las figuras de las frecuencias de caudal a nivel multianual, los valores de los diferentes periodos de retorno y la distribución seleccionada para cada estación.

#### 7.3.2.2.1. Estación Jardín El Hacienda

Para cada distribución probabilística de la estación Jardín El Hacienda se aplicó la prueba de Chi-Cuadrado (Prueba de ajuste estadística), encontrándose que, para los datos, la distribución probabilística de valores extremos es el menor valor de esta prueba, que representa que la muestra era la que mejor los ajusta. En la Tabla 7.14 se presentan los resultados de frecuencia de los caudales mínimos.

**Tabla 7.14. Valores de los periodos de retorno con diferentes distribuciones. Estación Jardín El Hacienda**

Tr	NORMAL	GUMBEL	PEARSON	LOG- PEAR	LOG-NOR	EV3
años	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
2.33	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.64
5	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.38
10	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.28
15	0.0	0.1	0.2	0.3	0.3	0.25
20	-0.1	0.0	0.2	0.2	0.3	0.23
30	-0.2	-0.1	0.2	0.2	0.3	0.21
50	-0.3	-0.1	0.2	0.2	0.2	0.20
100	-0.4	-0.2	0.2	0.2	0.2	0.18
500	-0.5	-0.4	0.1	0.1	0.2	0.17
chi 2	-271.7	-2.2	0.6	0.6	0.8	0.4

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

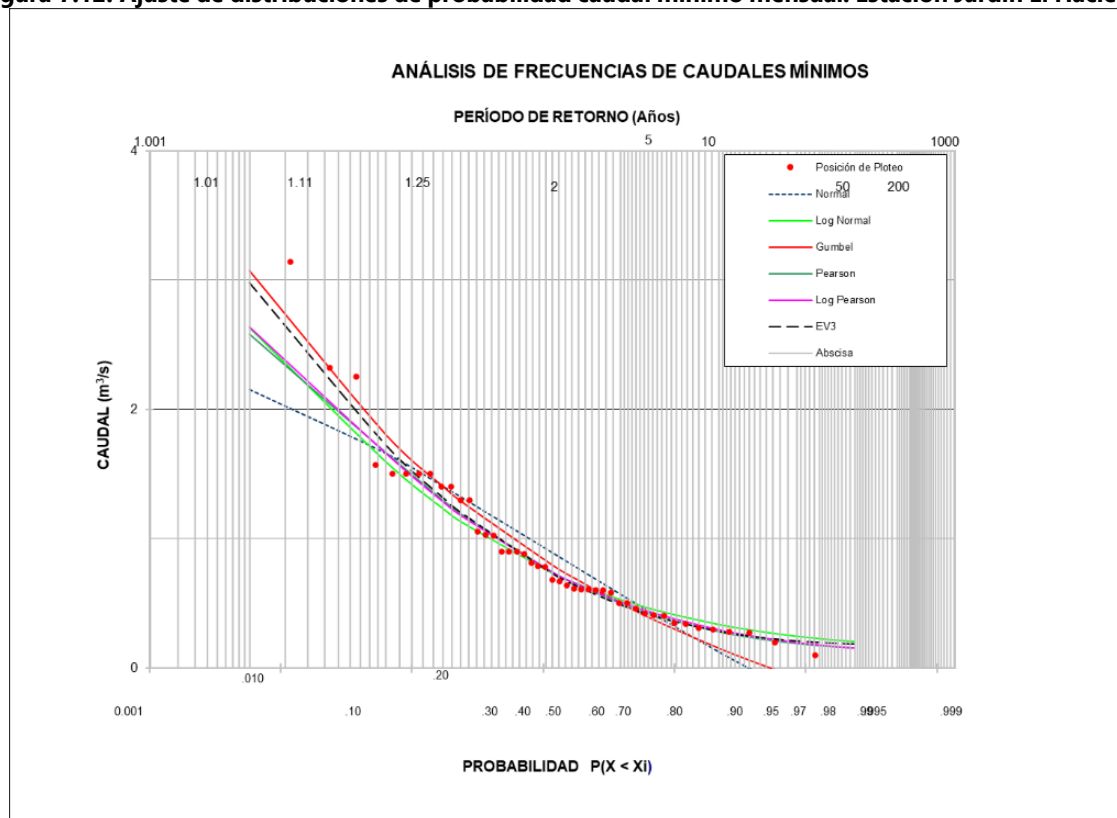
A continuación, se presenta la distribución seleccionada con los diferentes periodos de retorno para los caudales mínimos para la Estación Jardín El Hacienda:

**Tabla 7.15. Caudales mínimos con diferentes periodos de retorno con la distribución seleccionada. Estación Jardín El Hacienda**

Período de Retorno, Tr (años)	Caudal Mínimo (m <sup>3</sup> /s)
2.33	0.64
5	0.38
10	0.28
15	0.25
20	0.23
30	0.21
50	0.20
100	0.18
500	0.17

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 7.12. Ajuste de distribuciones de probabilidad caudal mínimo mensual. Estación Jardín El Hacienda**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### 7.3.2.2.2. Estación Hacienda Venecia - AUT

Para cada distribución probabilística de la estación Hacienda Venecia – AUT se aplicó la prueba de Chi-Cuadrado (Prueba de ajuste estadística), encontrándose que, para los datos,

la distribución probabilística de valores extremos es el menor valor de esta prueba, que representa que la muestra era la que mejor los ajusta. En la Tabla 7.16 se presentan los resultados de frecuencia de los caudales mínimos.

**Tabla 7.16. Valores de los periodos de retorno con diferentes distribuciones. Estación Hacienda Venecia**

Tr	NORMAL	GUMBEL	PEARSON	LOG- PEAR	LOG-NOR	EV3
años	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
2.33	2.0	1.8	1.9	1.9	1.8	1.9
5	1.3	1.2	1.3	1.2	1.3	1.23
10	0.9	0.9	0.9	0.9	1.1	0.89
15	0.6	0.7	0.8	0.8	1.0	0.75
20	0.5	0.6	0.7	0.7	1.0	0.67
30	0.3	0.5	0.6	0.6	0.9	0.57
50	0.2	0.4	0.5	0.6	0.8	0.48
100	0.0	0.2	0.4	0.5	0.8	0.39
500	-0.3	-0.1	0.2	0.4	0.7	0.26
<b>chi 2</b>	<b>0.8</b>	<b>0.3</b>	<b>0.6</b>	<b>0.6</b>	<b>1.3</b>	<b>0.4</b>

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

A continuación, se presenta la distribución seleccionada con los diferentes periodos de retorno para los caudales mínimos para la Estación Hacienda Venecia -AUT:

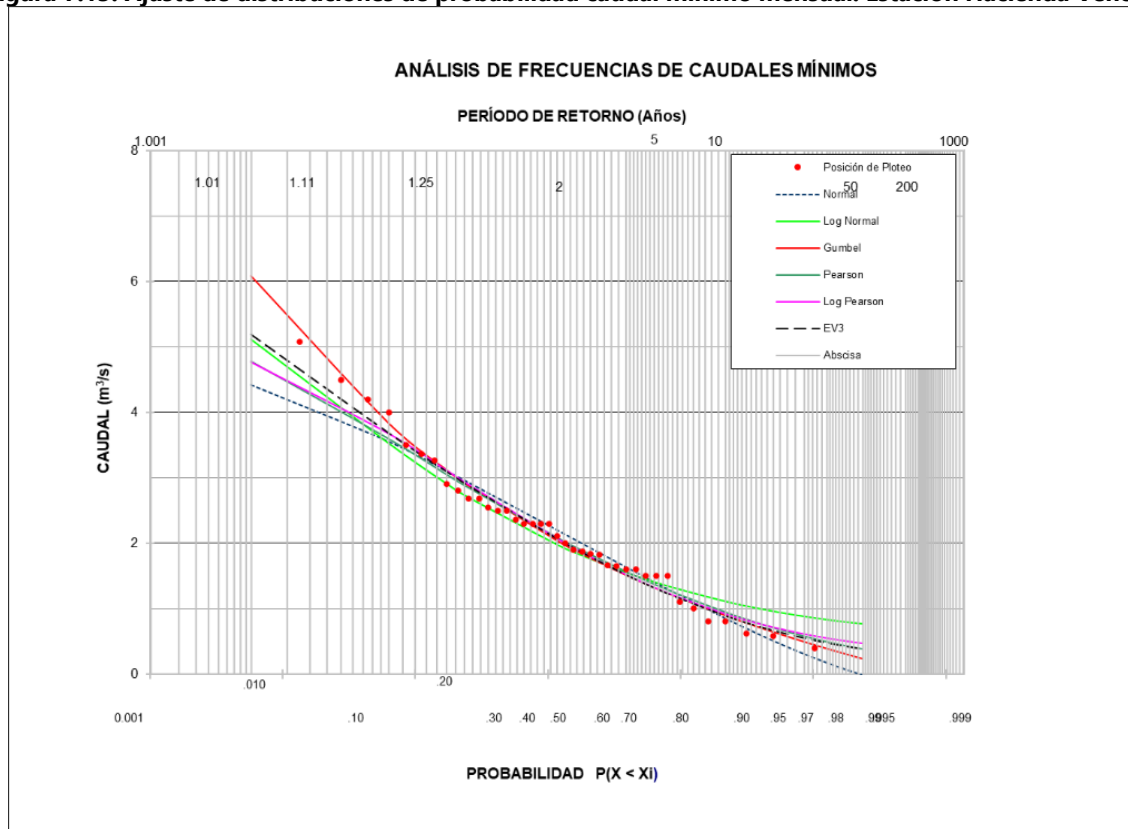
**Tabla 7.17. Caudales mínimos con diferentes períodos de retorno con la distribución seleccionada. Estación Hacienda Venecia**

Período de Retorno, Tr (años)	Caudal Mínimo (m <sup>3</sup> /s)
2.33	1.9
5	1.23
10	0.89
15	0.75
20	0.67
30	0.57
50	0.48
100	0.39
500	0.26

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



Figura 7.13. Ajuste de distribuciones de probabilidad caudal mínimo mensual. Estación Hacienda Venecia



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

### 7.3.2.2.3. Estación Bocatoma

Para cada distribución probabilística de la estación Bocatoma se aplicó la prueba de Chi-Cuadrado (Prueba de ajuste estadística), encontrándose que, para los datos, la distribución probabilística de valores extremos es el menor valor de esta prueba, que representa que la muestra era la que mejor los ajusta. En la Tabla 7.8 se presentan los resultados de frecuencia de los caudales mínimos.

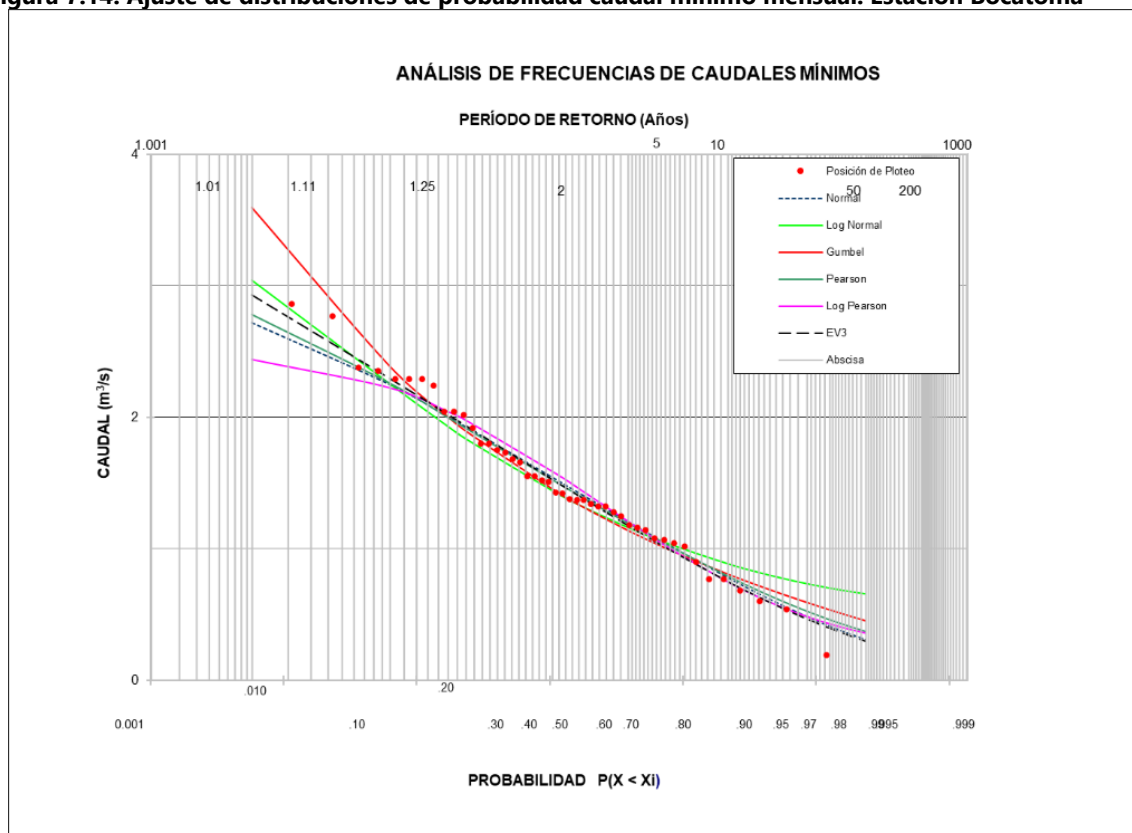
**Tabla 7.18. Valores de los periodos de retorno con diferentes distribuciones. Estación Bocatoma**

Tr	NORMAL	GUMBEL	PEARSON	LOG- PEAR	LOG-NOR	EV3
años	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
2.33	1.4	1.3	1.4	1.4	1.3	1.4
5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.99
10	0.8	0.8	0.8	0.7	0.9	0.75
15	0.7	0.7	0.7	0.6	0.8	0.64
20	0.6	0.7	0.6	0.6	0.8	0.57
30	0.5	0.6	0.5	0.5	0.7	0.49
50	0.4	0.5	0.5	0.4	0.7	0.40
100	0.3	0.5	0.4	0.4	0.7	0.30
500	0.2	0.3	0.2	0.3	0.6	0.14
<b>chi 2</b>	<b>0.3</b>	<b>0.4</b>	<b>0.3</b>	<b>0.5</b>	<b>0.8</b>	<b>0.2</b>

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

A continuación, se presenta la distribución seleccionada con los diferentes periodos de retorno para los caudales mínimos para la Estación Bocatoma:

**Figura 7.14. Ajuste de distribuciones de probabilidad caudal mínimo mensual. Estación Bocatoma**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 7.19. Caudales mínimos con diferentes períodos de retorno con la distribución seleccionada. Estación Bocatoma**

Período de Retorno, Tr (años)	Caudal Mínimo (m <sup>3</sup> /s)
2.33	1.4
5	0.99
10	0.75
15	0.64
20	0.57
30	0.49
50	0.40
100	0.30
500	0.14

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### 7.3.2.2.4. Estación Hidroeléctrica

Para cada distribución probabilística de la estación Hidroeléctrica se aplicó la prueba de Chi-Cuadrado (Prueba de ajuste estadística), encontrándose que, para los datos, la distribución probabilística de Log-Pearson es el menor valor de esta prueba, que representa que la muestra era la que mejor los ajusta. En la Tabla 7.20 se presentan los resultados de frecuencia de los caudales mínimos.

**Tabla 7.20. Valores de los periodos de retorno con diferentes distribuciones. Estación Hidroeléctrica**

Tr	NORMAL	GUMBEL	PEARSON	LOG- PEAR	LOG-NOR	EV3
años	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
2.33	0.9	0.7	0.5	0.6	0.6	0.5
5	0.0	-0.1	0.2	0.4	0.3	0.16
10	-0.6	-0.5	0.1	0.3	0.2	0.07
15	-0.8	-0.7	0.1	0.3	0.2	0.04
20	-1.0	-0.9	0.1	0.3	0.2	0.03
30	-1.2	-1.0	0.1	0.2	0.1	0.02
50	-1.4	-1.2	0.1	0.2	0.1	0.01
100	-1.6	-1.4	0.1	0.2	0.1	0.01
500	-2.0	-1.7	0.1	0.2	0.1	0.00
<b>chi 2</b>	<b>10.7</b>	<b>6.6</b>	<b>6.6</b>	<b>4.9</b>	<b>5.1</b>	<b>9.9</b>

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

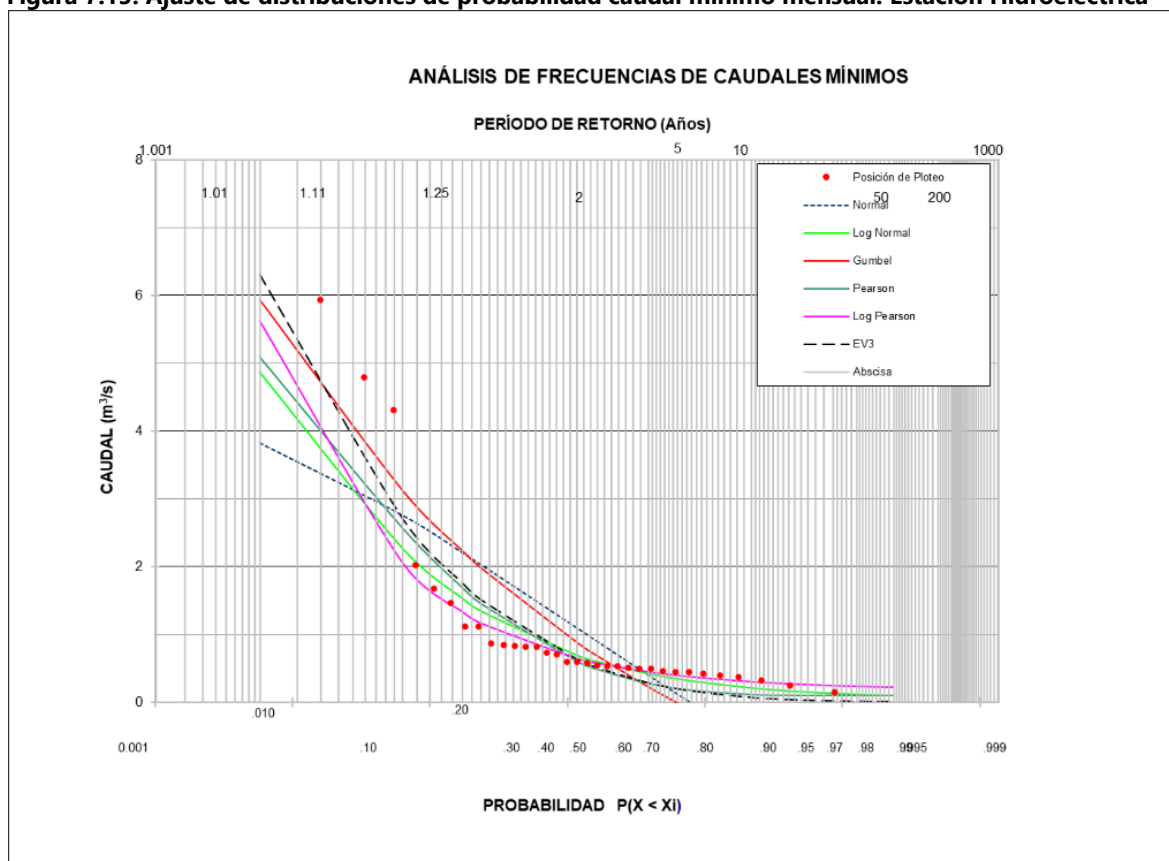
A continuación, se presenta la distribución seleccionada con los diferentes periodos de retorno para los caudales mínimos para la Estación Hidroeléctrica:

Tabla 7.21. Caudales mínimos con diferentes períodos de retorno con la distribución seleccionada. Estación Hidroeléctrica

Período de Retorno, Tr (años)	Caudal Mínimo (m³/s)
2.33	0.6
5	0.4
10	0.3
15	0.3
20	0.3
30	0.2
50	0.2
100	0.2
500	0.2

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Figura 7.15. Ajuste de distribuciones de probabilidad caudal mínimo mensual. Estación Hidroeléctrica



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### 7.3.2.2.5. Estación Yerbabuena

Para cada distribución probabilística de la estación Yerbabuena se aplicó la prueba de Chi-Cuadrado (Prueba de ajuste estadística), encontrándose que, para los datos, la distribución probabilística de Pearson es el menor valor de esta prueba, que representa que la muestra



era la que mejor los ajusta. En la Tabla 7.22 se presentan los resultados de frecuencia de los caudales mínimos.

**Tabla 7.22. Valores de los periodos de retorno con diferentes distribuciones. Estación Yerbabuena**

Tr	NORMAL	GUMBEL	PEARSON	LOG- PEAR	LOG-NOR	EV3
años	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
2.33	0.6	0.6	0.67	0.78	0.6	0.7
5	0.5	0.5	0.50	0.50	0.5	0.50
10	0.4	0.4	0.38	0.29	0.4	0.37
15	0.3	0.4	0.32	0.20	0.4	0.30
20	0.3	0.3	0.28	0.16	0.4	0.25
30	0.3	0.3	0.23	0.11	0.4	0.18
50	0.2	0.3	0.17	0.07	0.3	0.10
100	0.2	0.2	0.11	0.04	0.3	-0.01
500	0.1	0.2	0.01	0.02	0.3	-0.24
<b>chi 2</b>	<b>0.4</b>	<b>0.6</b>	<b>0.3</b>	<b>0.4</b>	<b>0.6</b>	<b>0.3</b>

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

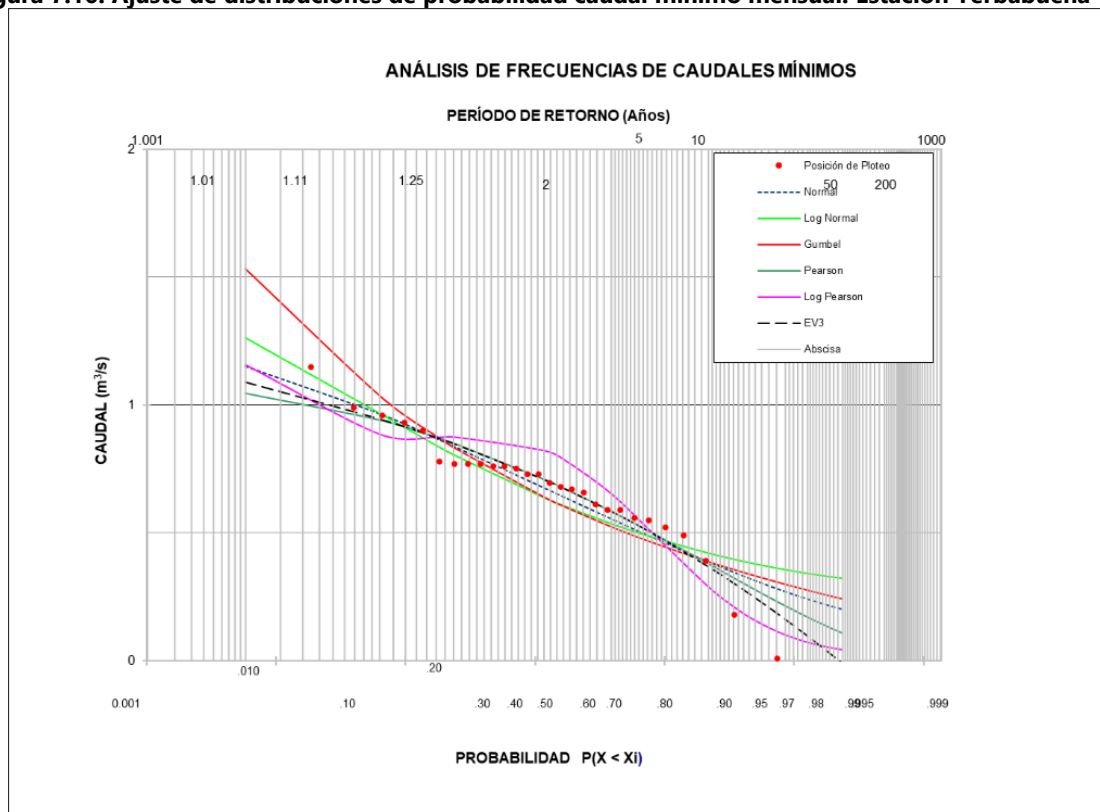
A continuación, se presenta la distribución seleccionada con los diferentes periodos de retorno para los caudales mínimos para la Estación Yerbabuena:

**Tabla 7.23. Caudales mínimos con diferentes períodos de retorno con la distribución seleccionada. Estación Yerbabuena**

Período de Retorno, Tr (años)	Caudal Mínimo (m <sup>3</sup> /s)
2.33	0.67
5	0.50
10	0.38
15	0.32
20	0.28
30	0.23
50	0.17
100	0.11
500	0.01

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 7.16. Ajuste de distribuciones de probabilidad caudal mínimo mensual. Estación Verbabuena**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### 7.4. Caracterización del régimen hidrológico

En este numeral se presenta la metodología y los resultados de la estimación de caudales medios diarios, caudales máximos y caudales mínimos, para diferentes períodos de retorno. En la primera parte se explica la metodología del cálculo de caudales medios diarios para cada una de las unidades hidrográficas de nivel II, III y microcuencas establecidas en el presente estudio, se indica la forma de estimación de los caudales máximos y finalmente se muestra cómo se calcularon los caudales mínimos.

Con el fin de estimar la oferta en cada una de las unidades hidrográficas de nivel II y III de la cuenca en estudio, se hace necesario tener una serie de caudales en cada una de las corrientes principales de las unidades hidrográficas de nivel II y III; sin embargo, esto no es posible ya que no se cuenta con estaciones de registro de caudal en estas.

Para este estudio se optó por utilizar el modelo GR4J construido y calibrado para las unidades hidrográficas de nivel II, III y microcuencas de las cuencas hidrográficas del Río Yaguará.

#### 7.4.1. Descripción conceptual del modelo GR4J

A continuación, se presenta la descripción conceptual del modelo GR4J utilizado para la determinación del modelo hidrológico diario:

##### Determinación de la precipitación y evapotranspiración potencial neta

La primera operación consiste en restar la evapotranspiración potencial de la precipitación, con el fin de determinar una precipitación neta "Pn" o una evapotranspiración neta "En". En el modelo GR4J, esta operación es calculada como si la capacidad de intercepción fuera cero:

$$\text{Si } P \geq E, \text{ entonces } P_n = P - E \text{ y } E_n = 0$$

$$\text{Si } P < E, \text{ entonces } P_n = 0 \text{ y } E_n = E - P$$

##### Almacenamiento de producción

En el caso en que "Pn" no es cero, una parte "Ps" de "Pn", entra al tanque de producción.

$$P_s = \frac{x_1 \left( 1 - \left( \frac{S}{x_1} \right)^2 \right) \tanh \left( \frac{P_n}{x_1} \right)}{1 + \frac{S}{x_1} \tanh \left( \frac{P_n}{x_1} \right)}$$

"Ps" es determinado como una función del nivel "S" en el tanque, donde x1 (mm) es la máxima capacidad del tanque de producción.

En la Figura 7.17, se muestra un esquema del modelo GR4J.

Cuando "En" no es cero, una tasa real de evaporación es determinada como una función del nivel en el almacenamiento de producción con el fin de calcular la cantidad "Es" de agua que se evaporará del tanque.

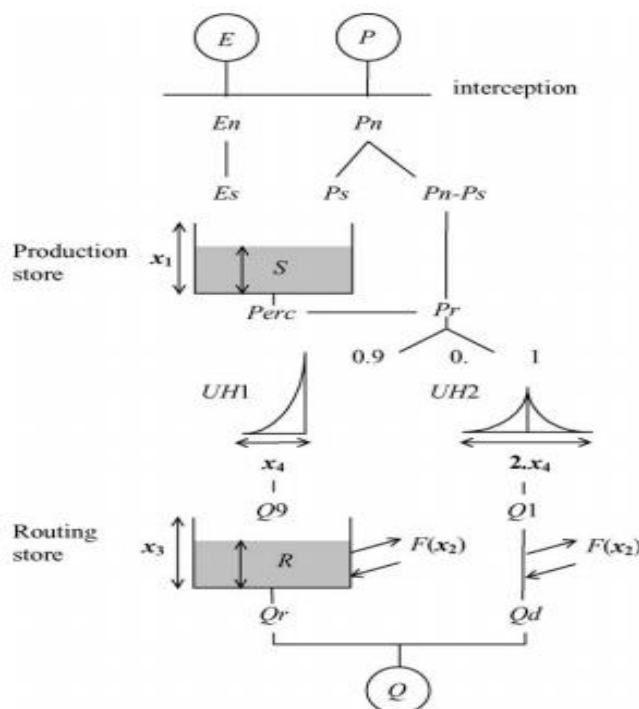
$$E_s = \frac{S \left( 2 - \frac{S}{x_1} \right) \tanh \left( \frac{E_n}{x_1} \right)}{1 + \left( 1 - \frac{S}{x_1} \right) \tanh \left( \frac{E_n}{x_1} \right)}$$

De esta forma, el contenido de agua en el tanque de producción se actualiza como:

$$S = S - E_s + P_s$$

Es importante resaltar que "S" nunca puede exceder a x1.

**Figura 7.17. Diagrama del modelo GR4J**



Fuente: PERRIN, 2003.

Una cantidad "Perc" se escapa como percolación del almacenamiento de producción. Este valor se calcula de la siguiente manera:

$$Perc = S \left\{ 1 - \left[ 1 + \left( \frac{4}{9} \frac{S}{x_1} \right)^4 \right]^{-\frac{1}{4}} \right\}$$

De la expresión anterior se concluye que la percolación no contribuye mucho al caudal, por esta razón es importante principalmente para la simulación de eventos mínimos. El valor de "Perc" es siempre menor que "S".

El nuevo nivel en el tanque queda definido como:

$$S = S - Perc$$

### Distribución lineal con hidrógrafas unitarias

La cantidad total de agua "Pr" que alcanza las funciones de distribución está dada por:

$$Pr = Perc + (P_n - P_s)$$

El valor de "Pr" se divide en dos componentes de flujo: el 90% de "Pr" se distribuye por medio de una hidrógrafa unitaria UH1 y luego por un tanque de distribución no lineal. El 10% restante de Pr es distribuido por medio de una hidrógrafa unitaria UH2. Con UH1 y



UH2, se puede simular el tiempo de rezago entre el evento de lluvia y el caudal pico resultante. Las ordenadas de ambas hidrógrafas son usadas en el modelo para distribuir la lluvia efectiva sobre varios intervalos de tiempo sucesivos. UH1 y UH2 dependen del mismo parámetro  $x_4$  expresado en días, sin embargo, UH1 tiene un tiempo base de  $x_4$  días, mientras que UH2 tiene un tiempo base de 2 veces  $x_4$  días. El parámetro  $x_4$  puede tomar valores reales y debe ser mayor de 0.5 días.

En su forma discreta, las hidrógrafas unitarias UH1 y UH2 tienen  $n$  y  $m$  ordenadas respectivamente, donde  $n$  y  $m$  son los enteros más pequeños que exceden  $x_4$  y 2 veces  $x_4$  respectivamente. Las ordenadas de ambas hidrógrafas se derivan de las curvas-S correspondientes (proporción acumulada de la entrada con el tiempo) denotadas por SH1 y SH2 respectivamente. SH1 está definida a lo largo del intervalo de tiempo  $t$  de la siguiente forma:

$$\text{Para, } t \leq 0, SH1(t) = 0$$

$$\text{Para, } 0 < t \leq x_4, SH1(t) = \left(\frac{t}{x_4}\right)^{\frac{5}{2}}$$

$$\text{Para, } t \geq x_4, SH1(t) = 1$$

SH2 se define similarmente:

$$\text{Para, } t \leq 0, SH2(t) = 0$$

$$\text{Para, } 0 < t \leq x_4, SH2(t) = \frac{1}{2} \left(\frac{t}{x_4}\right)^{\frac{5}{2}}$$

$$\text{Para, } 0 < t \leq 2x_4, SH2(t) = 1 - \frac{1}{2} \left(2 - \frac{t}{x_4}\right)^{\frac{5}{2}}$$

$$\text{Para, } t \geq 2x_4, SH2(t) = 1$$

Finalmente, las ordenadas de UH1 y UH2 se calculan como:

$$UH1(j) = SH1(j) - SH1(j-1)$$

$$UH2(j) = SH2(j) - SH2(j-1)$$

Donde  $j$  es un entero.

### Intercambio de agua en la cuenca

Posteriormente se calcula un término "F" que actúa en ambas componentes de flujo, el cual indica el intercambio de agua subterránea:

$$F = x_2 \left( \frac{R}{x_3} \right)^{\frac{7}{2}}$$

"R" es el nivel en el tanque de distribución,  $x_3$  es la capacidad de referencia y  $x_2$  es el coeficiente de intercambio. El parámetro  $x_2$  puede ser positivo en el caso en que se importa agua, negativo en el caso en que hay pérdidas, o cero cuando no hay intercambio de agua. Entre más alto el nivel en el tanque de distribución mayor es el intercambio. En valor absoluto, "F" no puede ser mayor que  $x_2$ , puesto que el coeficiente de intercambio representa la máxima cantidad de agua que puede ser adicionada (o liberada) a (de) cada componente de flujo, cuando el nivel en el tanque de distribución es igual a  $x_3$ .

### Almacenamiento de distribución no lineal

El valor de "R" se actualiza adicionando el término "F" y la salida "Q9" proveniente de UH1:

$$R = \max(0; R + Q9 + F)$$

El caudal de salida del tanque "Qr", se calcula entonces como:

$$Q_r = R \left\{ 1 - \left[ 1 + \left( \frac{R}{x_3} \right)^4 \right]^{-\frac{1}{4}} \right\}$$

"Qr" siempre es menor que "R".

El nuevo nivel en el almacenamiento es:

$$R = R - Q_r$$

Aunque al comienzo de un intervalo de tiempo el tanque puede recibir una cantidad de agua mayor que el déficit de saturación  $x_3 - R$ , el nivel en el tanque nunca puede exceder la capacidad  $x_3$  al final del intervalo de tiempo. Por esta razón, la capacidad  $x_3$  es llamada la capacidad máxima diaria. Este tanque de distribución está en la capacidad de simular recesiones cuando sea necesario.

### Caudal total

La salida "Q1" proveniente de UH2, también está sujeta al intercambio de agua "F", de esta forma la componente "Qd" queda definida de la siguiente forma:

$$Q_d = \max(0; Q1 + F)$$

Finalmente, el caudal total se calcula como:

$$Q = Q_r + Q_d$$

En la Tabla 7.24, se presentan los parámetros del modelo que deben ser optimizados:

**Tabla 7.24. Parámetros del modelo GR4J**

PARÁMETRO	DEFINICIÓN
X1 (mm)	Máxima capacidad del tanque de producción
X2 (mm)	Coefficiente de intercambio de aguas subterráneas
X3 (mm)	Máxima capacidad diaria del tanque de distribución
X4 (días)	Tiempo base de hidrograma unitario UH1

Fuente: PERRIN, 2003.

### Asignación de pesos de las estaciones

La ponderación o los pesos de las estaciones de precipitación lo realiza internamente la plataforma RS-Minerve de acuerdo con las coordenadas de las estaciones y la ubicación de las microcuencas y aplica la metodología de polígonos de Thiessen. Estos pesos se muestran en el anexo 2.

### 7.4.2. Calibración del modelo

Para la calibración del modelo GR4J, se tomaron las estaciones de caudal de la Tabla 7.25, el punto en el cual se encuentra cada estación representa la salida de una cuenca distinta, a la cual se le realizará la calibración.

**Tabla 7.25. Estaciones Hidrológicas**

Código	Estación	Corriente	Área (km <sup>2</sup> )
21087080	Hacienda Venecia	Yaguará	671.14

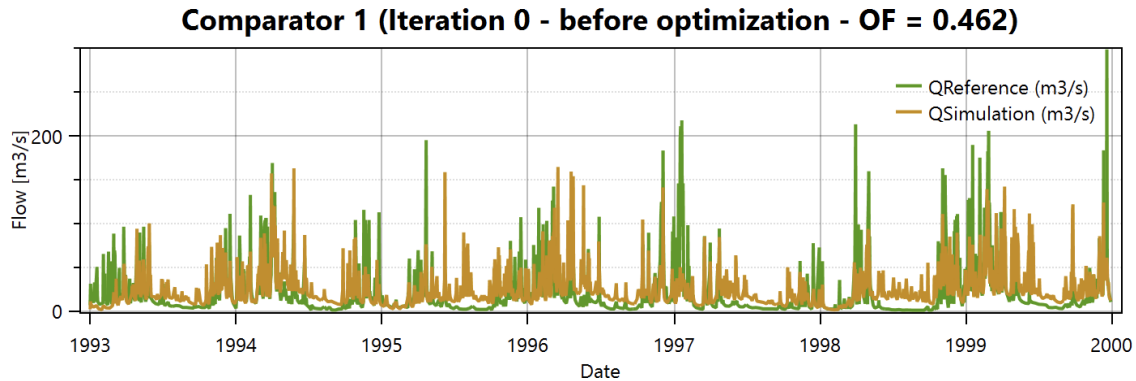
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Utilizando el modelo lluvia – escorrentía, se calibra cada una de las cuencas definidas por las estaciones de medición de caudal, y posterior a esto se generan series de caudal medio diario teniendo en cuenta los registros de precipitación diarios.

La Figura 7.18 muestra los resultados obtenidos para las series de tiempo de caudales obtenidos a partir del modelo de tanques propuesto por Pierrin et al (2003), para la estación Hacienda Venecia, en esta se observa como el modelo de tanques representa de forma adecuada la variabilidad de la serie medida de caudales, sin embargo, no reproduce de forma adecuada los valores más extremos de caudal. Los resultados pueden considerarse como adecuados para la representación de los valores medios de la serie de caudales. A diferencia de los resultados obtenidos para los caudales máximos, para los caudales mínimos

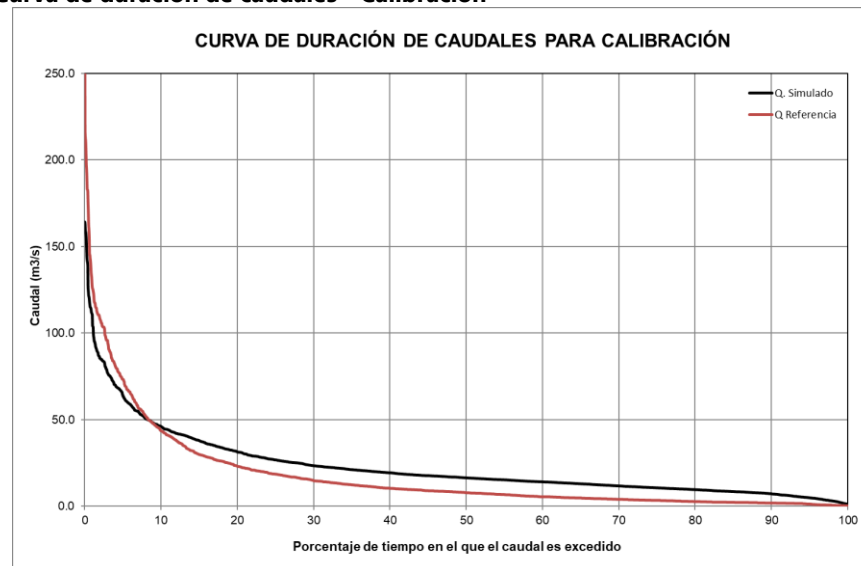
medios diarios los resultados obtenidos representan adecuadamente todos los rangos de variabilidad de los datos. El periodo de la calibración como se muestra en la figura es del año 1993 a 1999.

**Figura 7.18. Series de tiempo de caudales para las series modeladas mediante el modelo de tanques y las series medidas para la estación Hacienda Venecia - Calibración**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 7.19. Curva de duración de caudales - Calibración**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 7.26. Parámetros óptimos obtenidos para las cuencas con información de caudales para la zona del Río Yaguará**

Estación	Área de la cuenca [km <sup>2</sup> ]	x1 (mm)	x2 (mm)	x3 (mm)	x4 (días)
Hacienda Venecia	671.14	1.065039	0.00	0.013764	1.9999029

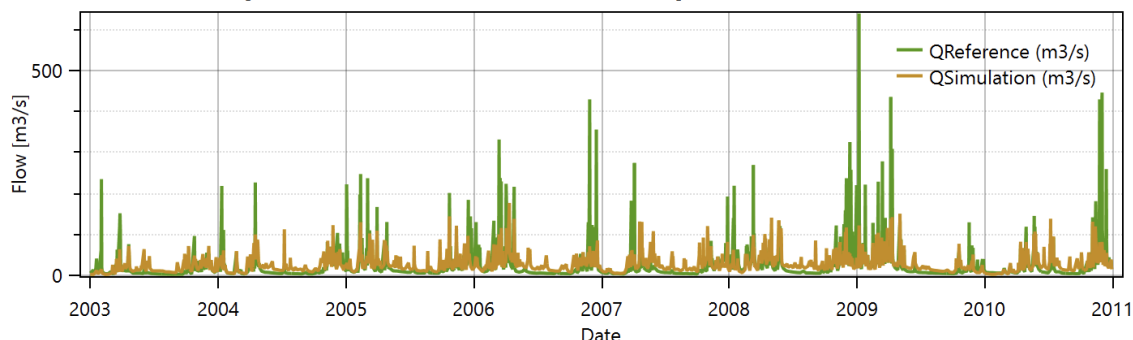
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



Adicionalmente se realizó una validación del modelo hidrológico para los años 2003 al 2010, obteniendo una mejor prueba de bondad. Esto comprueba nuevamente la bondad para la estimación de caudales medios a través de los modelos de tanques cuando se tienen caudales medidos para realizar una adecuada optimización de los parámetros.

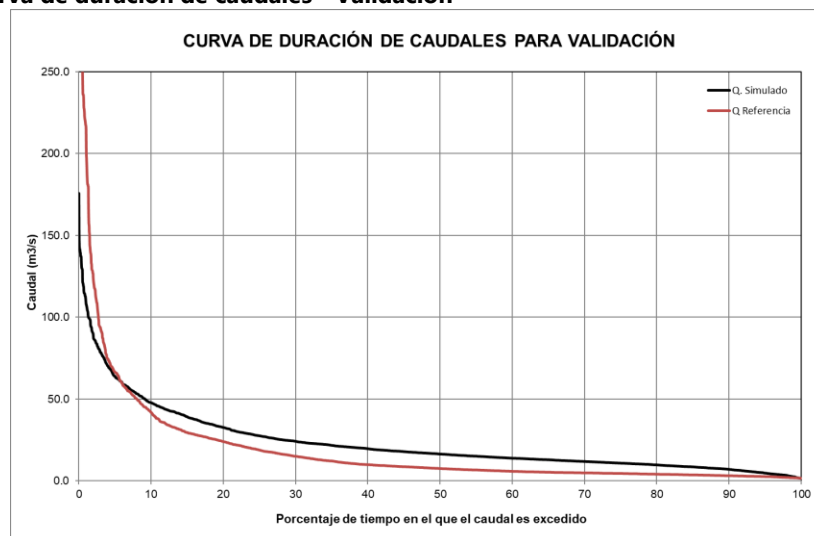
**Figura 7.20. Series de tiempo de caudales para las series modeladas mediante el modelo de tanques y las series medidas para la estación Hacienda Venecia - Validación**

**Comparador 1 (Iteration 0 - before optimization - OF = 0.465)**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 7.21. Curva de duración de caudales - Validación**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

La calibración y la validación del modelo se evalúa utilizando las métricas estadísticas de Nash Sutcliffe (NSE) y el coeficiente de Pearson ( $r$ ). Adicionalmente, se determina el periodo de validación de la modelación hidrológica, donde se ratifica el set de parámetros de calibración propios de la conceptualización del modelo, los cuales deben de representar calificativos similares obtenidos en el proceso de calibración. A continuación, se describen los parámetros de bondad de ajuste seleccionados para evaluar la calibración y validación del modelo en referencia.

Para la calibración del modelo hidrológico se van a utilizar las pruebas de bondad Nash Sutcliffe (NSE) y el Coeficiente de Pearson (r), cada uno con un peso de 0.5, tomando como función objetivo un máximo valor de 1.0.

**Tabla 7.27. Resultados de la prueba de bondad**

Modelo	Nash Sutcliffe (NSE)	Coeficiente de Pearson (r)	Función Objetivo
Calibración	0.316	0.608	0.462
Validación	0.320	0.610	0.465

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Para la transferencia de parámetros para cada una de las unidades hidrográficas de nivel II, III y microcuencas, se estableció los parámetros de la estación Hacienda Venecia, teniendo en cuenta que la estación se encuentra dentro de la zona de estudio.

#### 7.4.3. Simulación de caudales medios diarios

A partir de los parámetros calibrados en las estaciones, se simularon los caudales medios diarios para las unidades hidrográficas de nivel II y III y microcuencas de la cuenca del Río Yaguará. En la Tabla 7.28, se presentan los caudales medios mensuales y su rendimiento hídrico para las unidades hidrográficas de nivel II, y en la Tabla 7.29 caudales medios mensuales para las unidades hidrográficas de nivel III y Tabla 7.30 los caudales medios mensuales para las microcuencas. En el Anexo 2, se muestra el modelo hidrológico correspondiente.

**Tabla 7.28. Caudales medios mensuales y rendimiento hídrico para las unidades hidrográficas de nivel II (caudal m<sup>3</sup>/s)**

Código	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Caudal Medio	Rendimiento hídrico (l/s/km <sup>2</sup> )
2108-01	0.05	0.05	0.08	0.10	0.09	0.06	0.04	0.03	0.03	0.06	0.09	0.08	0.06	26.34
2108-02	1.40	1.41	2.44	3.07	2.81	1.85	1.44	1.06	1.12	1.84	2.67	2.13	1.94	26.56
2108-03	3.12	3.70	6.39	7.93	6.99	4.88	3.71	2.85	3.16	4.72	5.91	4.82	4.85	35.40
2108-04	3.54	4.11	7.23	9.10	8.28	5.95	4.58	3.58	3.92	5.63	6.83	5.42	5.68	34.03
2108-05	1.80	1.90	3.32	4.33	4.26	3.30	2.66	2.08	2.07	2.84	3.65	2.78	2.91	32.20
2108-06	2.59	2.75	4.69	6.00	5.89	4.58	3.66	2.84	2.73	4.00	5.22	4.08	4.09	29.85
2108-07	1.10	1.09	1.69	1.97	1.75	1.27	0.94	0.71	0.72	1.34	2.08	1.75	1.37	27.29
2108-08	0.87	0.86	1.40	1.70	1.55	1.11	0.83	0.63	0.64	1.12	1.71	1.40	1.15	25.98
2108-09	1.89	1.79	3.07	3.95	3.71	2.47	1.90	1.41	1.49	2.42	3.76	2.95	2.57	24.67
2108-10	1.47	1.21	2.01	2.38	2.22	1.36	0.99	0.73	0.83	1.41	2.53	2.17	1.61	32.29
2108-11	0.90	0.83	1.41	1.73	1.62	1.08	0.81	0.61	0.65	1.03	1.65	1.37	1.14	30.83
2108-12	0.07	0.06	0.10	0.13	0.12	0.08	0.06	0.05	0.05	0.08	0.12	0.10	0.08	29.12

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 7.29. Caudales medios mensuales y rendimiento hídrico para las unidades hidrográficas de nivel III (caudal m<sup>3</sup>/s)**

Código	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Caudal Medio	Rendimiento hídrico (l/s/km <sup>2</sup> )
2108-0100*	0.05	0.05	0.08	0.10	0.09	0.06	0.04	0.03	0.03	0.06	0.09	0.08	0.06	26.34
2108-0201*	0.17	0.18	0.32	0.42	0.39	0.26	0.20	0.15	0.16	0.25	0.36	0.28	0.26	25.74
2108-0202	0.28	0.30	0.53	0.68	0.63	0.42	0.32	0.24	0.26	0.40	0.55	0.44	0.42	28.50
2108-0203*	0.26	0.27	0.47	0.60	0.55	0.37	0.28	0.21	0.23	0.35	0.50	0.40	0.37	27.82
2108-0204*	0.33	0.33	0.58	0.73	0.66	0.44	0.34	0.25	0.26	0.43	0.63	0.51	0.46	27.06
2108-0205	0.36	0.32	0.54	0.64	0.57	0.36	0.29	0.20	0.21	0.40	0.63	0.51	0.42	23.97
2108-0301*	0.26	0.24	0.41	0.51	0.47	0.30	0.23	0.17	0.18	0.30	0.47	0.39	0.33	27.91
2108-0302	0.24	0.25	0.43	0.53	0.48	0.32	0.24	0.18	0.19	0.31	0.44	0.36	0.33	29.83
2108-0303*	1.18	1.34	2.33	2.87	2.55	1.74	1.31	1.01	1.09	1.66	2.19	1.82	1.76	35.04
2108-0304*	0.72	0.93	1.63	2.06	1.83	1.31	0.98	0.77	0.86	1.23	1.41	1.13	1.24	36.53
2108-0305*	0.72	0.94	1.59	1.96	1.66	1.22	0.95	0.72	0.84	1.23	1.39	1.12	1.19	39.72
2108-0401	0.39	0.34	0.57	0.69	0.64	0.41	0.30	0.22	0.25	0.40	0.68	0.58	0.46	32.17
2108-0402*	0.29	0.30	0.52	0.65	0.60	0.41	0.31	0.24	0.25	0.38	0.54	0.44	0.41	32.49
2108-0403*	1.01	1.28	2.32	2.99	2.70	2.00	1.55	1.24	1.39	1.93	2.03	1.55	1.83	33.75
2108-0404*	1.49	1.80	3.12	3.93	3.55	2.58	1.99	1.55	1.68	2.40	2.87	2.28	2.44	35.18
2108-0405*	0.38	0.40	0.68	0.85	0.79	0.55	0.42	0.32	0.34	0.51	0.71	0.58	0.54	32.95
2108-0501	0.36	0.35	0.60	0.75	0.71	0.50	0.38	0.29	0.30	0.46	0.68	0.55	0.50	30.08
2108-0502*	0.35	0.37	0.64	0.82	0.78	0.57	0.45	0.35	0.35	0.51	0.69	0.54	0.53	31.93
2108-0503*	0.41	0.44	0.78	1.02	1.01	0.77	0.62	0.48	0.48	0.67	0.86	0.65	0.68	30.53
2108-0504	0.48	0.53	0.92	1.21	1.19	0.94	0.77	0.61	0.60	0.80	0.98	0.73	0.81	34.14
2108-0505*	0.20	0.21	0.38	0.54	0.57	0.50	0.43	0.35	0.34	0.40	0.45	0.31	0.39	34.96
2108-0601	0.28	0.29	0.48	0.59	0.56	0.40	0.31	0.23	0.23	0.38	0.55	0.45	0.40	28.12
2108-0602	0.50	0.52	0.89	1.11	1.06	0.79	0.62	0.47	0.45	0.72	0.99	0.80	0.74	27.91
2108-0603*	0.41	0.44	0.76	0.97	0.95	0.74	0.59	0.46	0.43	0.64	0.82	0.65	0.65	29.69
2108-0604*	0.33	0.36	0.64	0.89	0.93	0.78	0.65	0.52	0.50	0.63	0.73	0.52	0.62	32.22
2108-0605*	0.63	0.69	1.18	1.56	1.57	1.28	1.05	0.82	0.78	1.05	1.26	0.95	1.07	33.05
2108-0606	0.45	0.45	0.74	0.89	0.82	0.60	0.45	0.34	0.34	0.59	0.87	0.72	0.60	26.78
2108-0701	0.19	0.19	0.32	0.38	0.35	0.25	0.19	0.14	0.14	0.24	0.37	0.31	0.26	27.63
2108-0702	0.15	0.15	0.25	0.30	0.27	0.19	0.14	0.11	0.11	0.19	0.30	0.24	0.20	27.40
2108-0703	0.34	0.33	0.49	0.57	0.49	0.36	0.27	0.20	0.21	0.40	0.63	0.53	0.40	26.94
2108-0704	0.09	0.09	0.13	0.14	0.12	0.09	0.07	0.05	0.05	0.10	0.16	0.14	0.10	27.37

2108-0705	0.12	0.11	0.17	0.19	0.17	0.12	0.09	0.07	0.07	0.14	0.22	0.19	0.14	27.37
2108-0706	0.22	0.21	0.33	0.39	0.35	0.25	0.19	0.14	0.14	0.26	0.40	0.34	0.27	27.34
2108-0801	0.26	0.26	0.43	0.54	0.50	0.35	0.26	0.20	0.21	0.34	0.52	0.42	0.36	25.63
2108-0802	0.22	0.22	0.35	0.42	0.39	0.28	0.21	0.16	0.16	0.28	0.42	0.35	0.29	26.26
2108-0803	0.39	0.39	0.62	0.74	0.66	0.48	0.36	0.27	0.27	0.50	0.76	0.63	0.51	26.07
2108-0901*	0.47	0.45	0.78	1.04	0.97	0.65	0.51	0.38	0.40	0.64	0.97	0.74	0.66	22.82
2108-0902	0.38	0.34	0.59	0.74	0.68	0.44	0.34	0.25	0.27	0.45	0.70	0.56	0.48	25.45
2108-0903*	0.68	0.63	1.08	1.35	1.26	0.84	0.63	0.47	0.50	0.82	1.30	1.05	0.89	27.13
2108-0904	0.37	0.36	0.62	0.82	0.79	0.53	0.41	0.31	0.33	0.52	0.80	0.60	0.54	22.91
2108-1001*	0.55	0.45	0.74	0.88	0.82	0.50	0.36	0.27	0.30	0.52	0.93	0.80	0.59	32.55
2108-1002	0.30	0.23	0.38	0.44	0.41	0.25	0.18	0.13	0.15	0.26	0.50	0.44	0.31	34.54
2108-1003*	0.63	0.53	0.88	1.06	0.99	0.62	0.45	0.33	0.37	0.63	1.10	0.93	0.71	31.20
2108-1101	0.37	0.33	0.55	0.67	0.63	0.41	0.30	0.23	0.25	0.40	0.66	0.56	0.45	31.35
2108-1102	0.24	0.24	0.41	0.50	0.47	0.33	0.25	0.19	0.20	0.30	0.45	0.37	0.33	31.43
2108-1103	0.29	0.27	0.45	0.55	0.52	0.35	0.26	0.19	0.21	0.33	0.53	0.44	0.37	29.73
2108-1200	0.07	0.06	0.10	0.13	0.12	0.08	0.06	0.05	0.05	0.08	0.12	0.10	0.08	29.12

Nota: Las microcuencas marcadas con el \* en el código son las que prestan el servicio de abastecimiento de agua potable para consumo humano, agrícola y pecuario.

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 7.30. Caudales medios mensuales y rendimiento hídrico para las microcuencas abastecedoras de los centros poblados y cabeceras (caudal m<sup>3</sup>/s)**

Municipio	Fuente	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Caudal Medio	Rendimiento hídrico (l/s/km <sup>2</sup> )
-	-														
Íquira	Qda Grande o Río Ibirco	0.16	0.18	0.30	0.37	0.34	0.24	0.19	0.14	0.15	0.22	0.30	0.25	0.24	34.35
Teruel	Río Pederal	0.25	0.32	0.53	0.64	0.57	0.40	0.29	0.24	0.26	0.38	0.46	0.38	0.39	39.56
Yaguará	San Francisco	1.29	1.56	2.66	3.30	2.96	2.15	1.66	1.29	1.40	2.01	2.43	1.95	2.06	36.33
	Río Pederal	3.12	3.70	6.39	7.93	6.99	4.88	3.71	2.85	3.16	4.72	5.91	4.82	4.85	35.40
Valencia de la Paz - Íquira	Quebrada El Chocho	0.02	0.02	0.03	0.04	0.04	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	33.56
Pacarní - Tesalia	Quebrada de Palmito	0.04	0.04	0.08	0.11	0.12	0.11	0.10	0.08	0.07	0.09	0.10	0.06	0.08	35.39

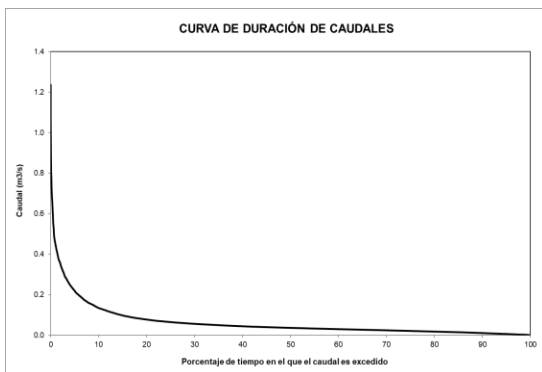
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



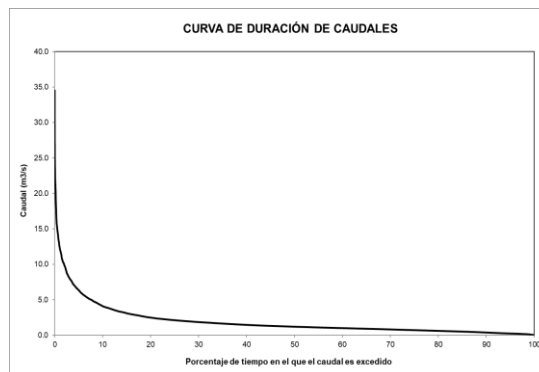
A continuación, se presentan las curvas de duración de caudales para los diferentes niveles estimados con el modelo hidrológico GR4J.

**Figura 7.22. Curva de duración de caudales para las unidades hidrográficas de nivel II**

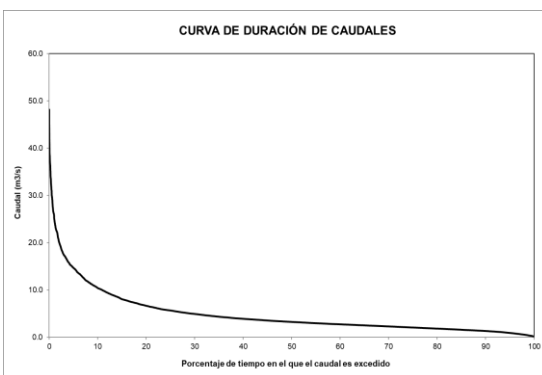
**2108-01**



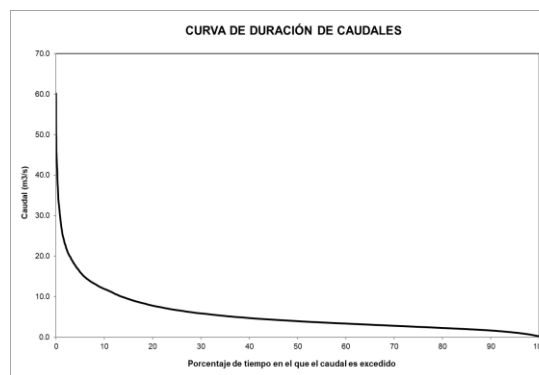
**2108-02**



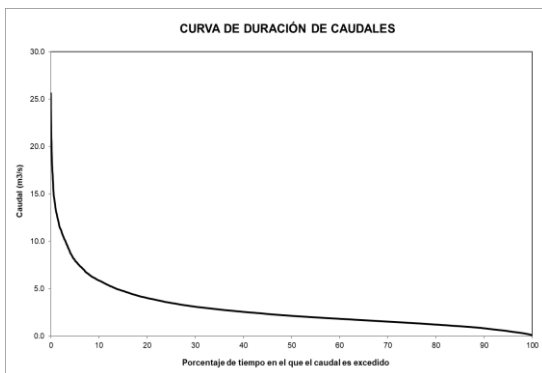
**2108-03**



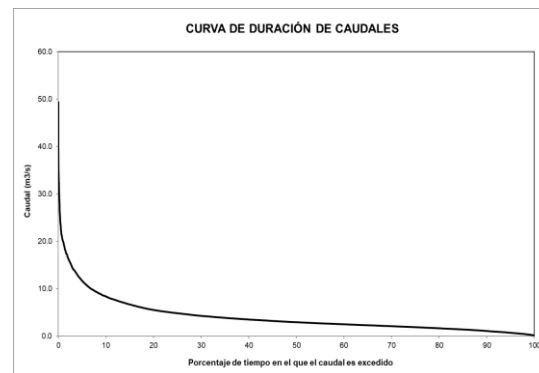
**2108-04**



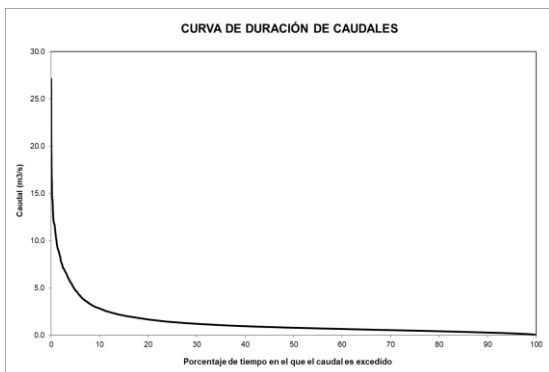
**2108-05**



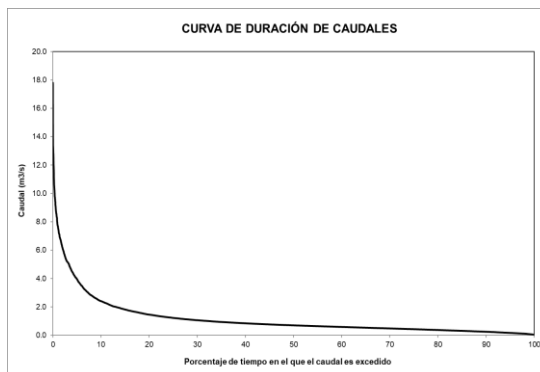
**2108-06**



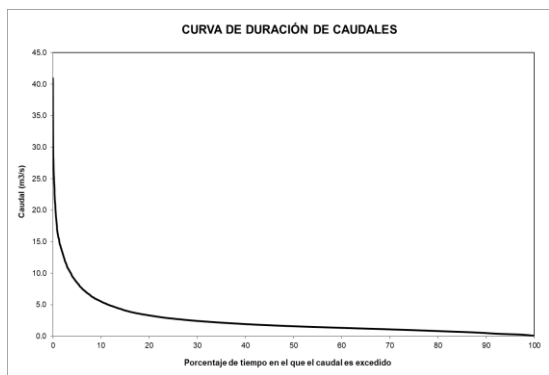
**2108-07**



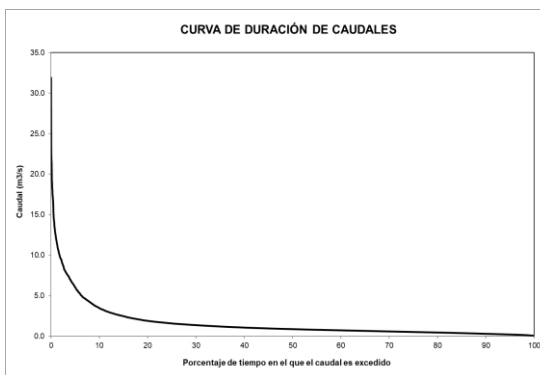
**2108-08**



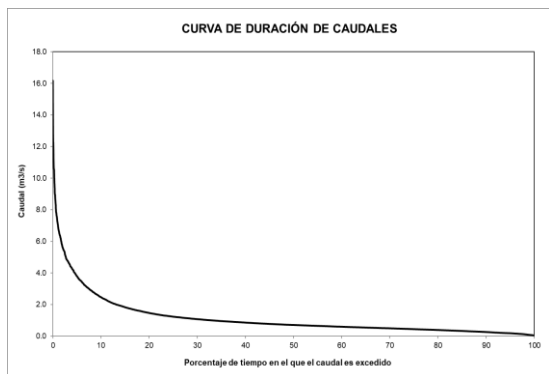
**2108-09**



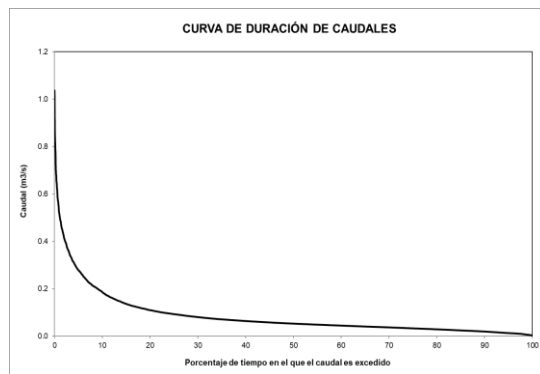
**2108-010**



**2108-11**



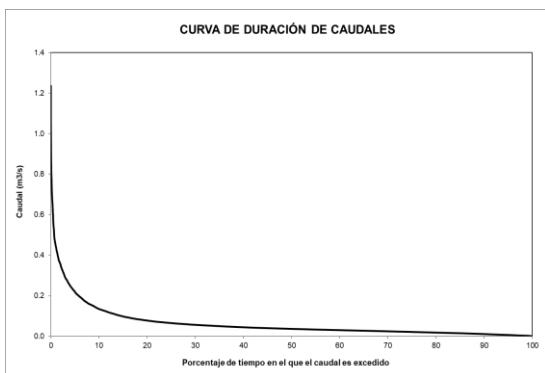
**2108-12**



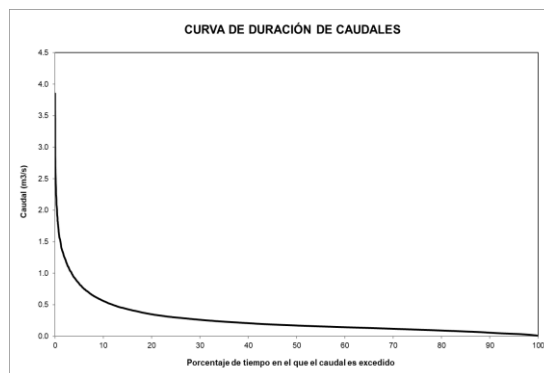
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 7.23. Curva de duración de caudales para las unidades hidrográficas de nivel III**

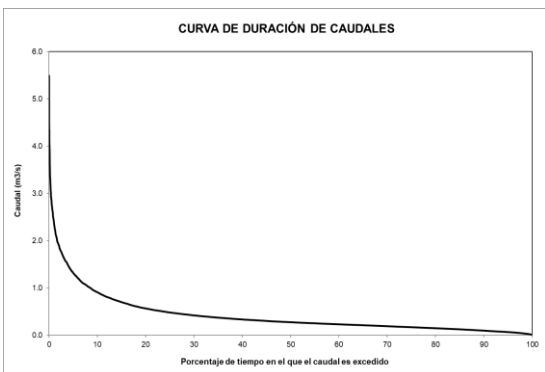
**2108-0100**



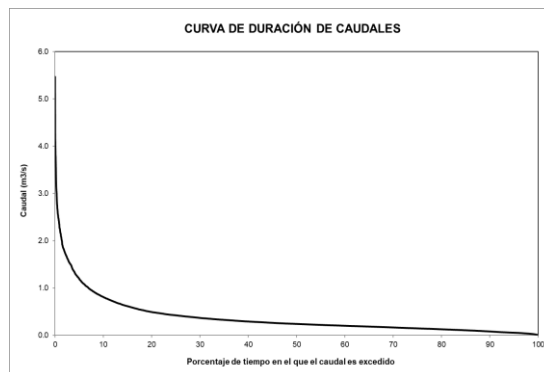
**2108-0201**



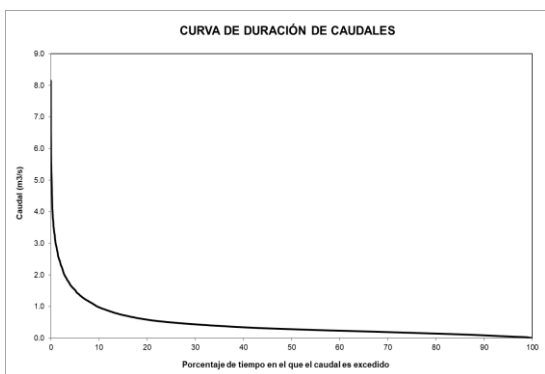
**2108-0202**



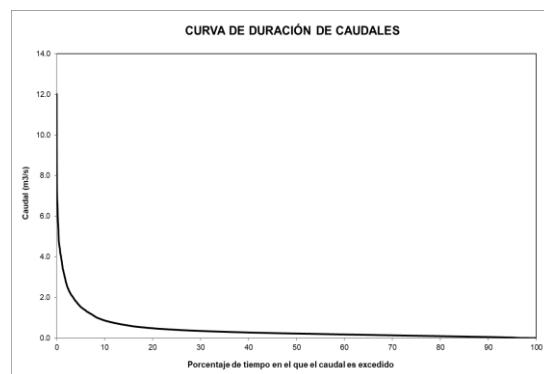
**2108-0203**



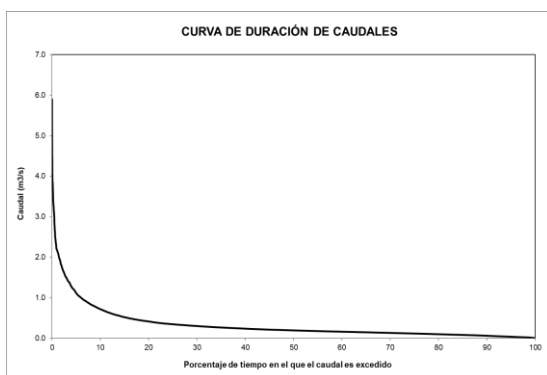
**2108-0204**



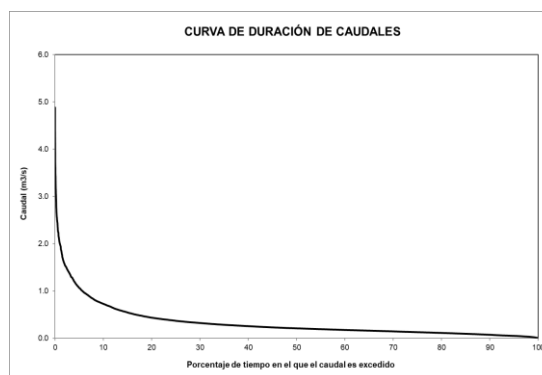
**2108-0205**



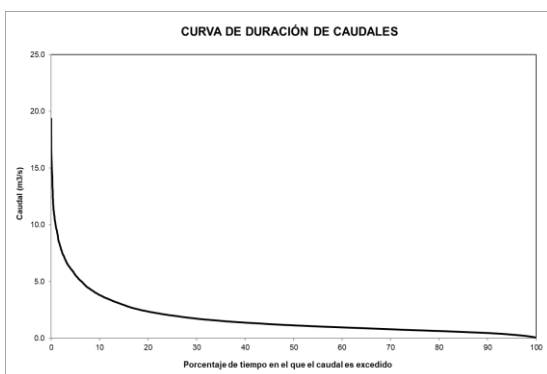
**2108-0301**



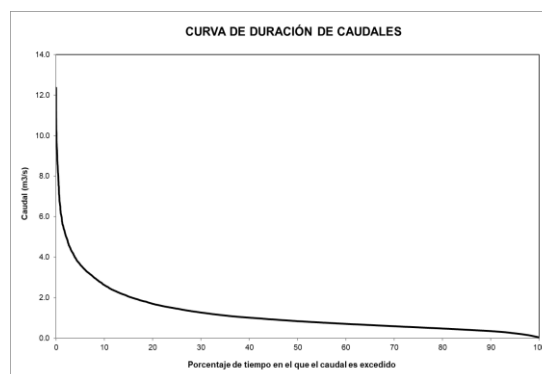
**2108-0302**



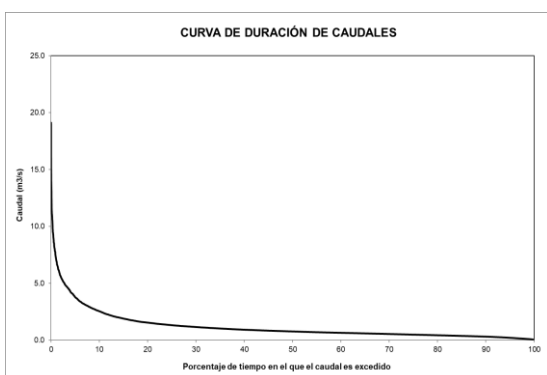
**2108-0303**



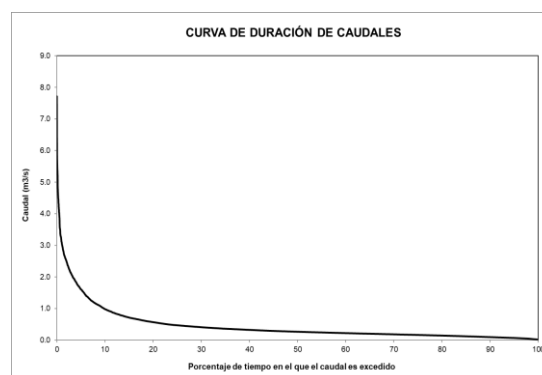
**2108-0304**



**2108-0305**

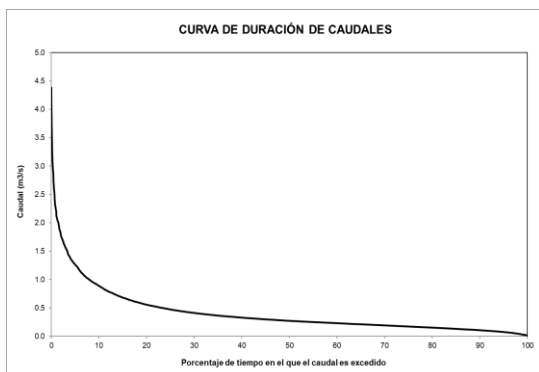


**2108-0401**

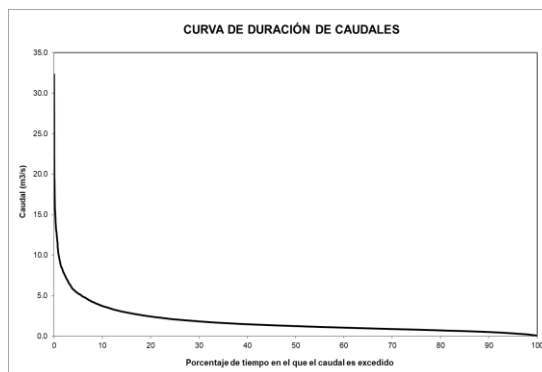




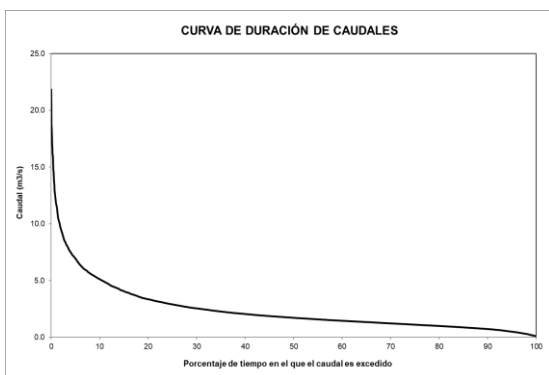
**2108-0402**



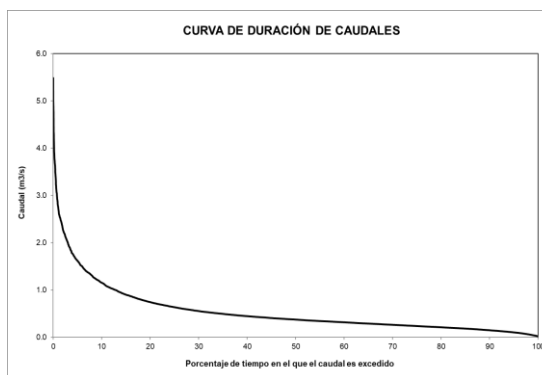
**2108-0403**



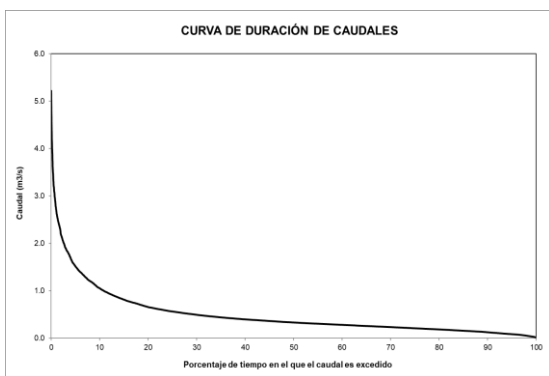
**2108-0404**



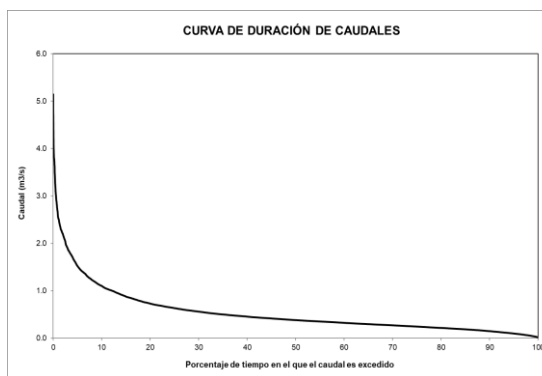
**2108-0405**



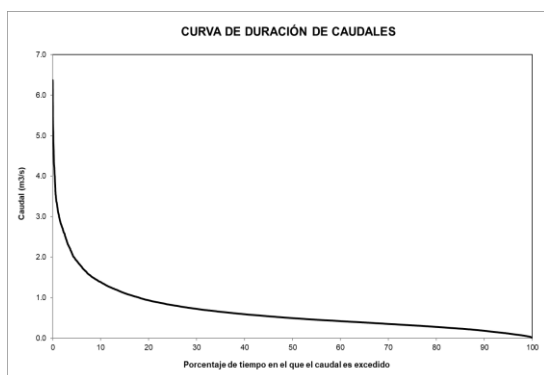
**2108-0501**



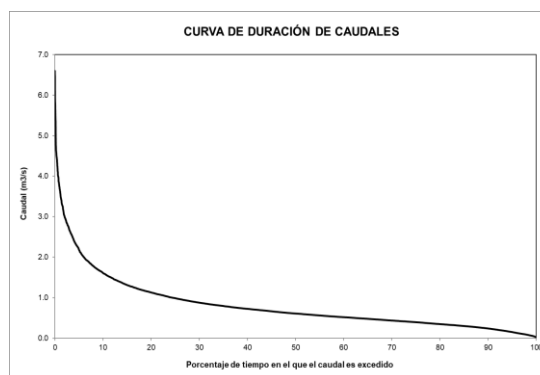
**2108-0502**



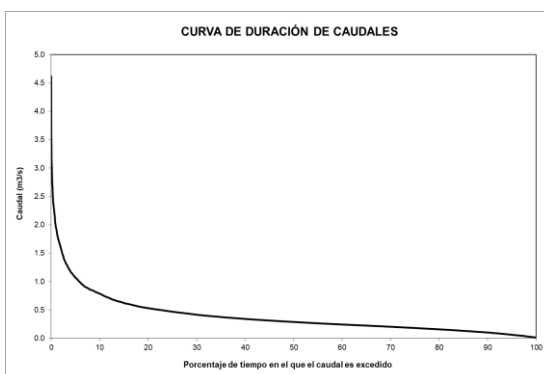
**2108-0503**



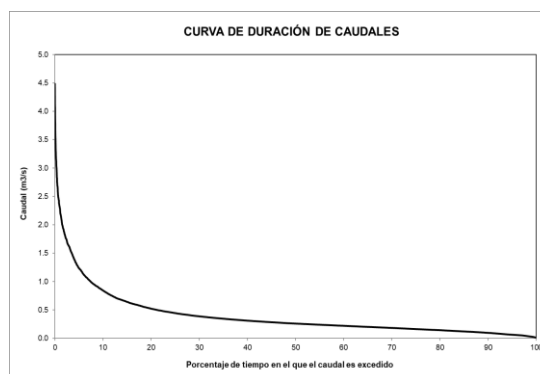
**2108-0504**



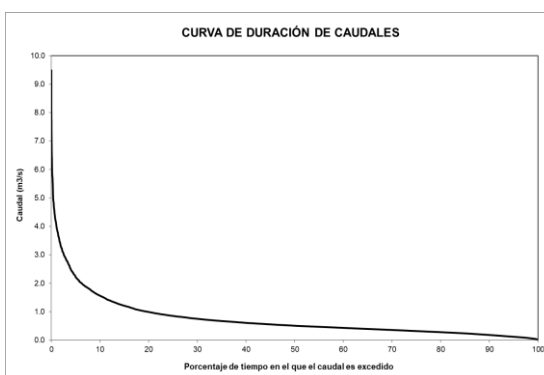
**2108-0505**



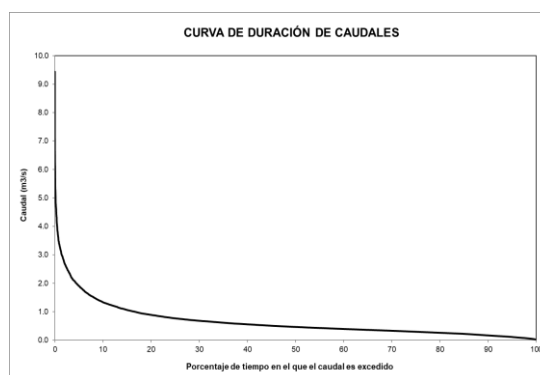
**2108-0601**



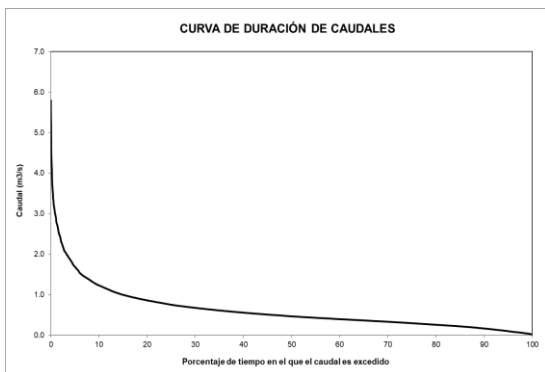
**2108-0602**



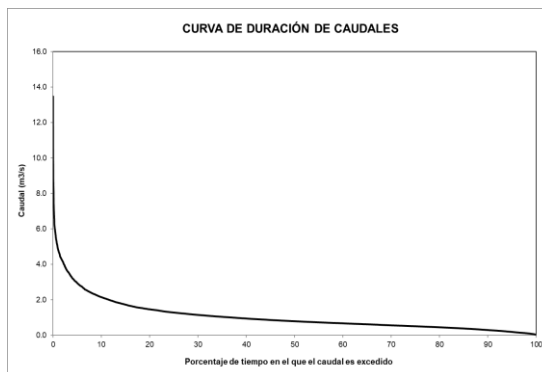
**2108-0603**



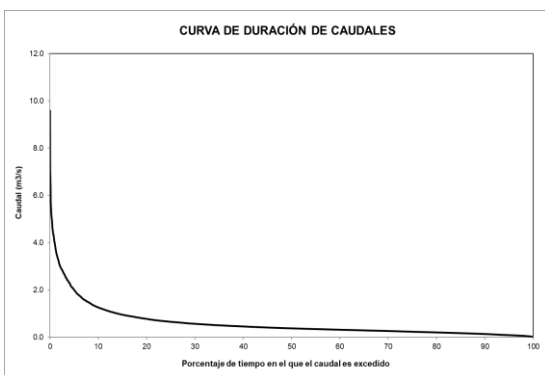
2108-0604



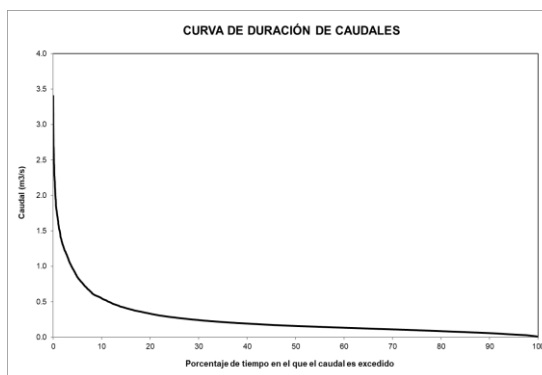
2108-0605



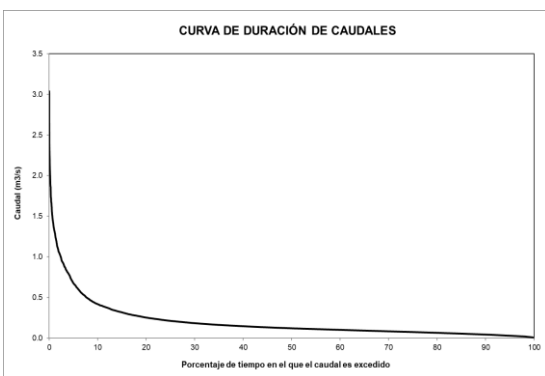
2108-0606



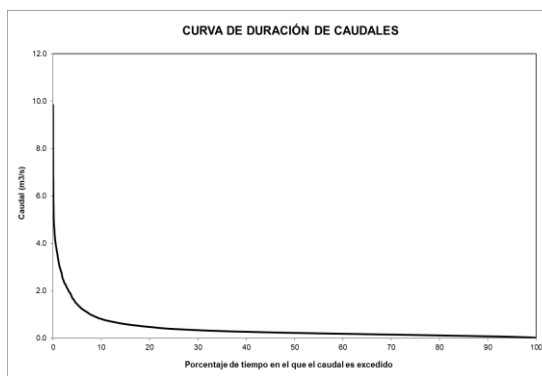
2108-0701



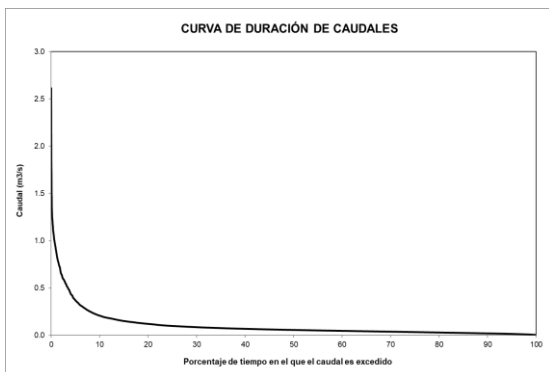
2108-0702



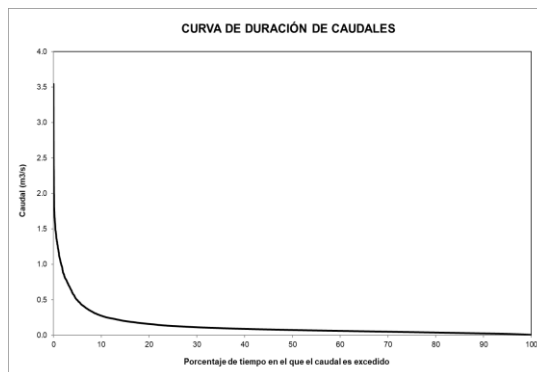
2108-0703



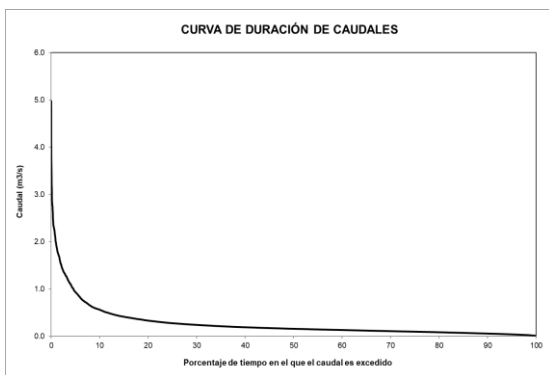
**2108-0704**



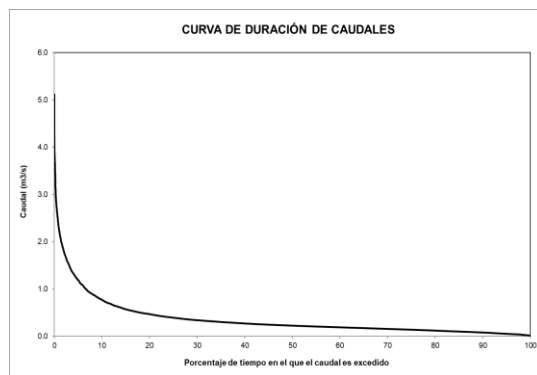
**2108-0705**



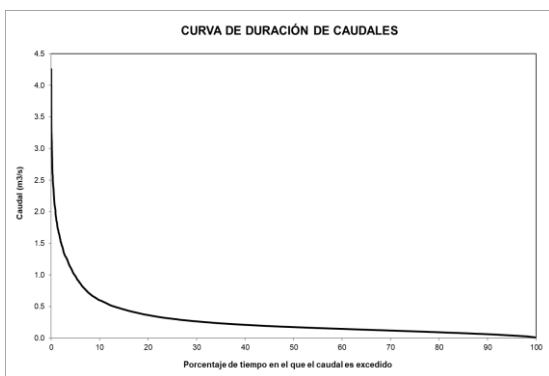
**2108-0706**



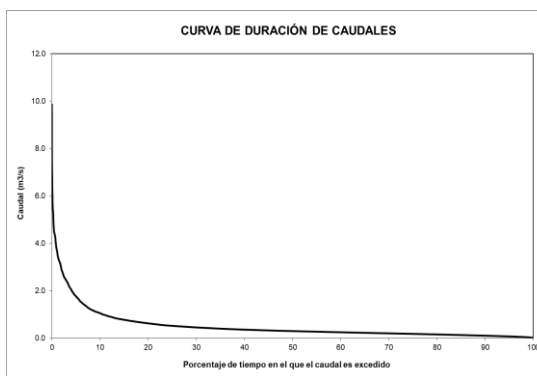
**2108-0801**



**2108-0802**

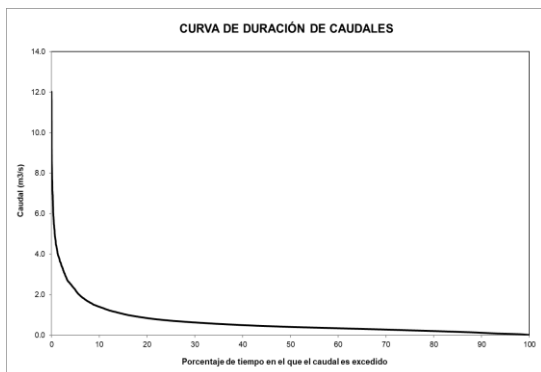


**2108-0803**

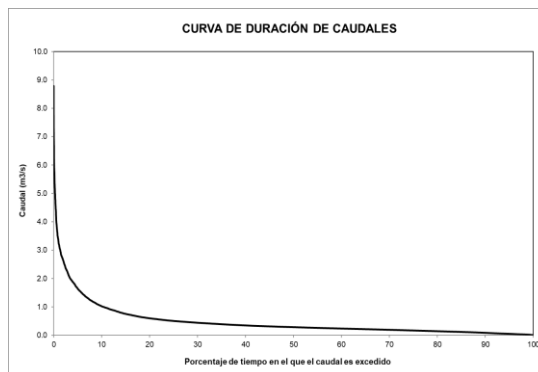




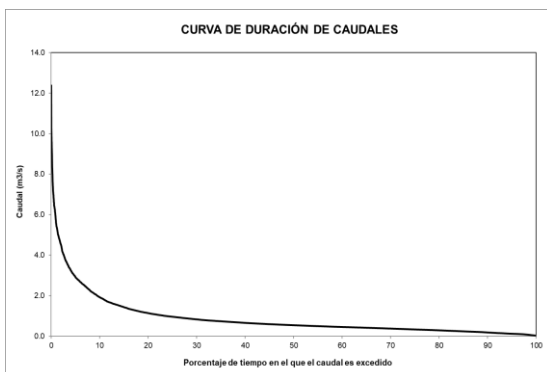
**2108-0901**



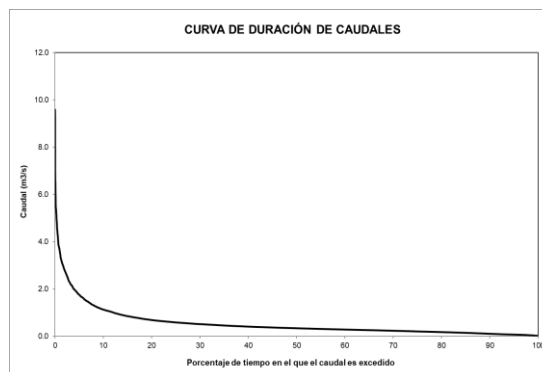
**2108-0902**



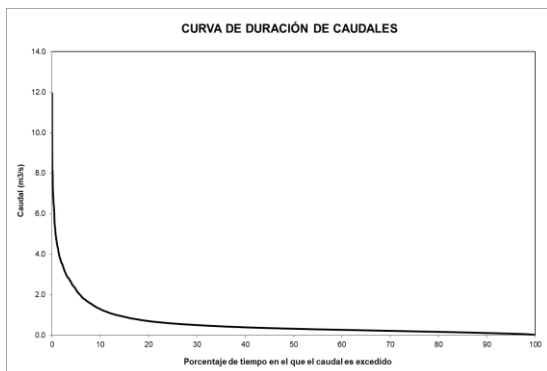
**2108-0903**



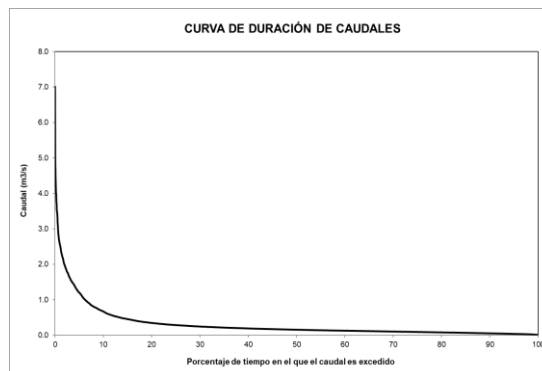
**2108-0904**



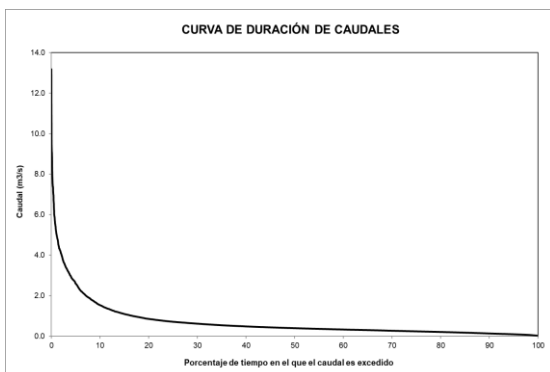
**2108-1001**



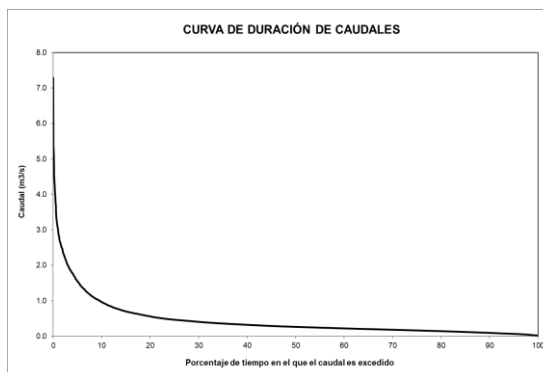
**2108-1002**



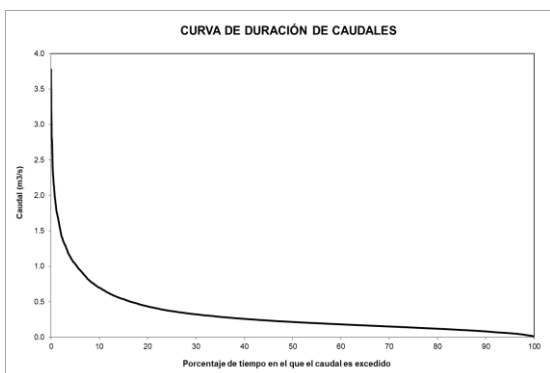
**2108-1003**



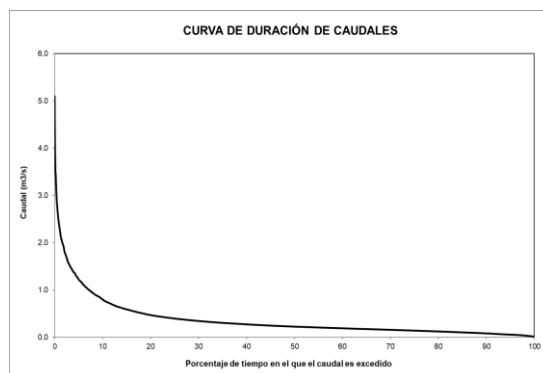
**2108-1101**



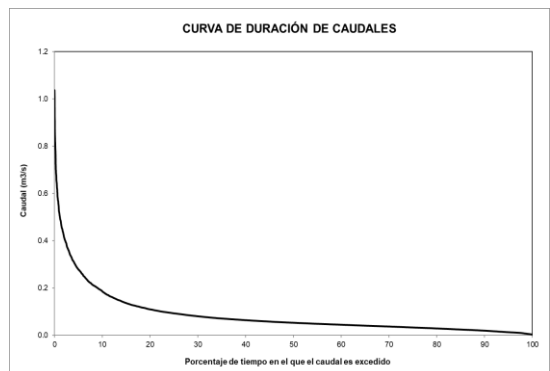
**2108-1102**



**2108-1103**



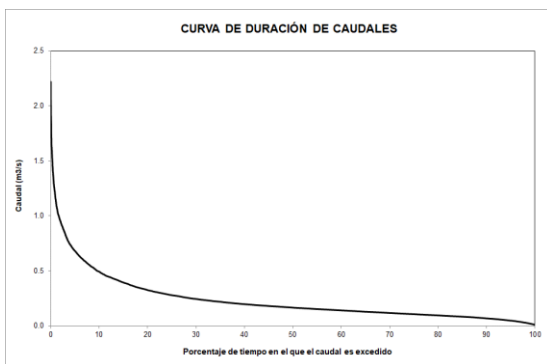
**2108-1200**



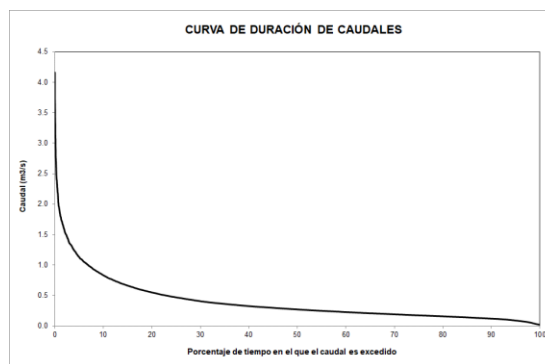
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 7.24. Curva de duración de caudales para las microcuencas abastecedoras de los centros poblados y cabeceras**

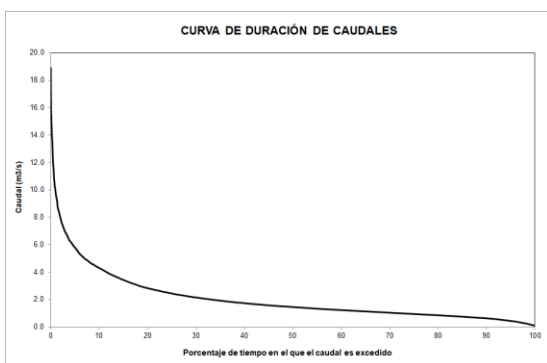
**Qda Grande o Río Ibirco – Iquira**



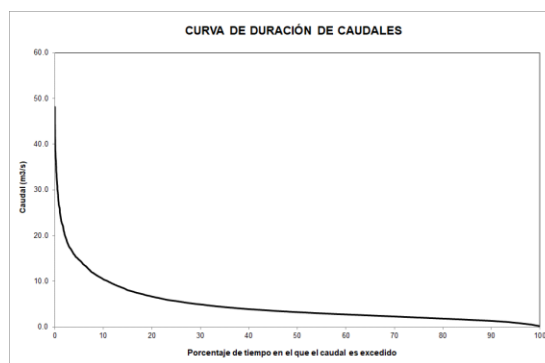
**Río Pedernal - Teruel**



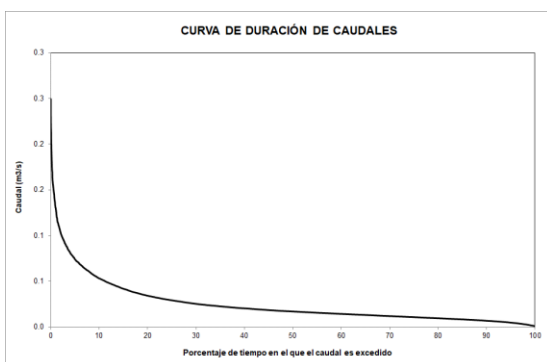
**Río San Francisco - Yaguará**



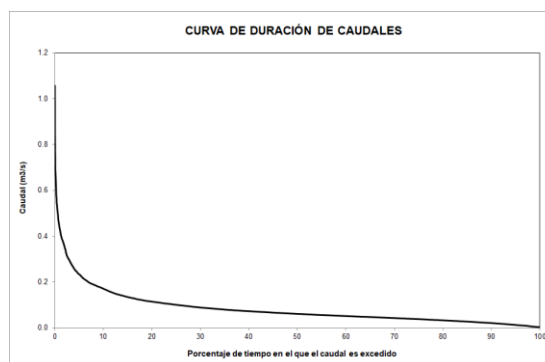
**Río Pedernal - Yaguará**



**Quebrada El Chocho – Valencia de la Paz**



**Quebrada de Palmito - Pacarní**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### 7.4.4. Cálculo de caudales mínimos

Con los resultados obtenidos mediante el modelo de GR4J para cada una de las unidades hidrográficas y microcuencas, el cual, se extrajeron los caudales mínimos para cada año y se realizó análisis de frecuencia para estos, encontrándose, para todos los casos, que la función que ofrecía el mejor ajuste aplicando la prueba de bondad Chi Cuadrado.

En la Tabla 7.31 se muestran los caudales mínimos para diferentes períodos de retorno en las unidades hidrográficas de nivel II, en la Tabla 7.32 se presenta para las unidades hidrográficas de nivel II y en la Tabla 7.30Tabla 7.33 para las microcuencas abastecedoras.

**Tabla 7.31. Caudales mínimos para diferentes períodos de retorno en las unidades hidrográficas de nivel II (Caudal m<sup>3</sup>/s)**

Código	Tr (Caudales mínimos)									
	2	5	10	15	20	25	30	50	100	500
2108-01	0.008	0.004	0.003	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001
2108-02	0.269	0.139	0.095	0.078	0.069	0.063	0.059	0.049	0.041	0.030
2108-03	0.746	0.421	0.303	0.257	0.232	0.215	0.202	0.175	0.148	0.115
2108-04	0.938	0.533	0.385	0.327	0.295	0.273	0.257	0.222	0.189	0.147
2108-05	0.461	0.255	0.183	0.156	0.140	0.130	0.122	0.106	0.090	0.070
2108-06	0.639	0.331	0.217	0.172	0.146	0.130	0.118	0.091	0.066	0.036
2108-07	0.193	0.104	0.069	0.054	0.046	0.040	0.036	0.027	0.018	0.006
2108-08	0.161	0.088	0.063	0.053	0.048	0.044	0.042	0.036	0.031	0.024
2108-09	0.346	0.183	0.128	0.107	0.095	0.088	0.082	0.070	0.059	0.045
2108-10	0.208	0.118	0.086	0.073	0.066	0.062	0.058	0.051	0.043	0.034
2108-11	0.167	0.093	0.067	0.057	0.051	0.047	0.045	0.038	0.033	0.025
2108-12	0.013	0.007	0.005	0.004	0.004	0.003	0.003	0.003	0.002	0.002

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 7.32. Caudales mínimos para diferentes períodos de retorno para las unidades hidrográficas de nivel III (Caudal m<sup>3</sup>/s)**

Código	Tr (Caudales mínimos)									
	2	5	10	15	20	25	30	50	100	500
2108-0100	0.008	0.004	0.003	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001
2108-0201	0.037	0.020	0.014	0.012	0.011	0.010	0.009	0.008	0.007	0.005
2108-0202	0.062	0.033	0.023	0.020	0.018	0.016	0.015	0.013	0.011	0.008
2108-0203	0.053	0.028	0.019	0.016	0.014	0.013	0.012	0.010	0.008	0.006
2108-0204	0.064	0.032	0.021	0.017	0.014	0.013	0.012	0.010	0.008	0.005
2108-0205	0.049	0.019	0.010	0.008	0.006	0.005	0.005	0.003	0.002	0.001
2108-0301	0.044	0.022	0.015	0.012	0.010	0.009	0.009	0.007	0.006	0.004
2108-0302	0.049	0.026	0.018	0.015	0.013	0.012	0.011	0.009	0.008	0.006



Código	Tr (Caudales mínimos)									
	2	5	10	15	20	25	30	50	100	500
2108-0303	0.261	0.146	0.105	0.089	0.080	0.074	0.070	0.061	0.051	0.040
2108-0304	0.192	0.107	0.077	0.065	0.058	0.054	0.051	0.044	0.037	0.028
2108-0305	0.168	0.092	0.065	0.055	0.049	0.045	0.042	0.036	0.031	0.024
2108-0401	0.063	0.036	0.026	0.022	0.020	0.018	0.017	0.015	0.013	0.010
2108-0402	0.064	0.036	0.026	0.022	0.020	0.018	0.017	0.015	0.012	0.010
2108-0403	0.291	0.167	0.122	0.104	0.094	0.088	0.083	0.072	0.062	0.049
2108-0404	0.406	0.230	0.166	0.141	0.127	0.117	0.111	0.095	0.081	0.063
2108-0405	0.089	0.050	0.036	0.031	0.028	0.026	0.024	0.021	0.018	0.014
2108-0501	0.077	0.042	0.030	0.025	0.023	0.021	0.020	0.017	0.014	0.011
2108-0502	0.085	0.047	0.034	0.029	0.026	0.024	0.022	0.019	0.016	0.013
2108-0503	0.106	0.054	0.035	0.027	0.023	0.020	0.018	0.014	0.009	0.004
2108-0504	0.133	0.074	0.053	0.045	0.041	0.038	0.036	0.031	0.026	0.020
2108-0505	0.055	0.030	0.022	0.019	0.017	0.016	0.015	0.013	0.011	0.008
2108-0601	0.060	0.032	0.023	0.019	0.017	0.016	0.015	0.012	0.010	0.008
2108-0602	0.113	0.058	0.038	0.030	0.026	0.023	0.021	0.016	0.012	0.007
2108-0603	0.097	0.050	0.034	0.028	0.025	0.023	0.022	0.018	0.015	0.012
2108-0604	0.093	0.047	0.030	0.023	0.019	0.017	0.015	0.011	0.007	0.003
2108-0605	0.160	0.083	0.057	0.047	0.042	0.038	0.036	0.030	0.026	0.020
2108-0606	0.090	0.047	0.031	0.024	0.021	0.018	0.016	0.012	0.008	0.004
2108-0701	0.037	0.020	0.015	0.012	0.011	0.010	0.009	0.008	0.007	0.005
2108-0702	0.029	0.016	0.011	0.010	0.009	0.008	0.007	0.006	0.005	0.004
2108-0703	0.052	0.028	0.019	0.015	0.013	0.011	0.010	0.008	0.006	0.002
2108-0704	0.013	0.007	0.005	0.004	0.003	0.003	0.003	0.002	0.002	0.001
2108-0705	0.018	0.010	0.007	0.005	0.005	0.004	0.004	0.003	0.002	0.001
2108-0706	0.039	0.021	0.014	0.011	0.009	0.008	0.007	0.005	0.003	0.001
2108-0801	0.051	0.028	0.020	0.017	0.015	0.014	0.013	0.011	0.009	0.007
2108-0802	0.041	0.022	0.016	0.013	0.012	0.011	0.010	0.009	0.008	0.006
2108-0803	0.070	0.037	0.024	0.019	0.016	0.014	0.012	0.009	0.006	0.002
2108-0901	0.085	0.043	0.030	0.025	0.022	0.020	0.019	0.016	0.013	0.010
2108-0902	0.063	0.031	0.021	0.017	0.014	0.013	0.012	0.010	0.008	0.006
2108-0903	0.125	0.067	0.048	0.040	0.036	0.033	0.031	0.027	0.022	0.017
2108-0904	0.072	0.036	0.023	0.018	0.015	0.013	0.012	0.009	0.007	0.004
2108-1001	0.076	0.043	0.031	0.027	0.024	0.022	0.021	0.018	0.016	0.012
2108-1002	0.037	0.022	0.016	0.014	0.013	0.012	0.011	0.010	0.009	0.007
2108-1003	0.094	0.052	0.038	0.032	0.029	0.027	0.025	0.022	0.019	0.015
2108-1101	0.062	0.035	0.025	0.021	0.019	0.018	0.017	0.014	0.012	0.010
2108-1102	0.051	0.029	0.021	0.018	0.016	0.015	0.014	0.012	0.010	0.008
2108-1103	0.053	0.029	0.021	0.018	0.016	0.015	0.014	0.012	0.010	0.008
2108-1200	0.013	0.007	0.005	0.004	0.004	0.003	0.003	0.003	0.002	0.002

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 7.33. Caudales mínimos para diferentes períodos de retorno para las microcuencas abastecedoras (Caudal m<sup>3</sup>/s)**

Municipio	Fuente	Tr (Caudales mínimos)									
		2	5	10	15	20	25	30	50	100	500
Íquira	Qda Grande o Río Ibirco	0.041	0.023	0.017	0.014	0.013	0.012	0.011	0.010	0.008	0.006
Teruel	Río Pedernal	0.073	0.043	0.031	0.027	0.024	0.022	0.021	0.018	0.015	0.012
Yaguará	San Francisco	0.366	0.211	0.153	0.130	0.117	0.109	0.103	0.089	0.075	0.059
	Río Pedernal	0.746	0.421	0.303	0.257	0.232	0.215	0.202	0.175	0.148	0.115
Valencia de la Paz - Íquira	Quebrada El Chocho	0.004	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Pacarní - Tesalia	Quebrada de Palmito	0.011	0.006	0.005	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.002	0.002

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### 7.4.5. Cálculo de caudales máximos

Para el cálculo de caudales máximos en toda la cuenca se emplearon técnicas de escalamiento de caudales máximos. De acuerdo con los resultados obtenidos por Poveda et. Al (2007), el caudal máximo ( $Q_{Tr}$  en m<sup>3</sup>/s) para un periodo de retorno ( $Tr$  en años) pueden estimarse con la ecuación:

$$Q_{Tr} = \mu_{Qmax} + K_{Tr} \cdot \sigma_{Qmax}$$

Dónde:

$Q_{Tr}$  es el caudal para un periodo de retorno  $Tr$  en años,

$\mu_{Qmax}$  y  $\sigma_{Qmax}$  son la media y desviación estándar de los caudales máximos respectivamente

$K_{Tr}$ , es el factor de frecuencia que depende de la función de distribución de probabilidad y del periodo de retorno.

La media ( $\mu_{Qmax}$ ) y desviación estándar ( $\sigma_{Qmax}$ ) de los caudales máximos pueden estimarse como:

$$\mu_{Qmax} = \alpha_{\mu} \cdot \hat{Q}^{\beta_{\mu}}$$

$$\sigma_{Qmax} = \alpha_{\sigma} \cdot \hat{Q}^{\beta_{\sigma}}$$

Dónde:

$\alpha_{\mu}$ ,  $\beta_{\mu}$ ,  $\alpha_{\sigma}$  y  $\beta_{\sigma}$ , son parámetros de ajuste

$\hat{Q}$  es el caudal medio de la cuenca en m<sup>3</sup>/s.

En la Tabla 7.34, se presenta los caudales máximos instantáneos en las estaciones Hidroeléctrica, Bocatoma, Hacienda El jardín, Hacienda Venecia y Yerbabuena, en el anexo 2, se muestran los cálculos:

**Tabla 7.34. Caudales máximos instantáneos registrados en las estaciones hidrológicas**

21087040	21087050	21087070	21087080	21087100
390.0	85.7	1036.0	876.4	9.8
381.7	81.8	402.1	790.0	6.8
366.4	59.0	349.8	790.0	4.8
208.0	56.0	356.8	754.0	4.7
162.2	40.5	314.6	475.0	4.2
132.0	40.1	288.1	457.6	4.2
127.5	39.4	288.0	449.1	4.1
118.8	37.0	275.0	434.2	3.5
101.2	35.0	275.0	394.0	3.3
80.9	35.0	268.0	394.0	3.3
67.3	33.3	262.5	394.0	3.3
66.3	24.0	237.8	389.4	3.1
62.1	24.0	235.4	372.4	3.1
61.6	23.5	233.0	368.6	3.0
58.7	23.5	218.4	358.0	2.8
54.6	23.1	214.0	350.5	2.6
50.5	22.8	209.8	345.5	2.5
49.2	22.8	208.8	326.7	2.4
47.3	22.2	195.6	322.0	2.2
39.3	21.9	188.7	296.1	2.1
32.3	21.5	187.4	269.0	1.9
30.8	21.1	184.3	268.8	1.8
28.5	19.5	176.8	268.8	1.8
26.1	19.5	176.0	249.9	1.6
24.8	19.4	172.1	249.9	1.4
22.5	18.9	171.4	249.9	1.2
20.5	18.9	163.6	239.6	1.1
18.7	18.5	161.6	239.3	
18.3	18.3	160.0		
17.3	16.4	157.0		
17.3	16.2	155.4		
11.6	16.1	146.9		
8.7	16.0	146.9		
	15.8	146.9		
	15.5	143.8		
	15.2	143.1		
	14.9	138.5		
	14.3	137.0		

21087040	21087050	21087070	21087080	21087100
	13.4	135.6		
	13.0	135.4		
	12.5	131.8		
	11.6	121.1		
	10.7			
	9.8			
	7.9			
	7.4			

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

En la Tabla 7.35, se muestran los estadísticos de las estaciones de caudal usadas en el proceso de regionalización de caudales máximos.

**Tabla 7.35. Estadísticos de las estaciones de caudal usadas en el proceso de regionalización de caudales máximos**

Estadísticos	Estaciones hidrológicas				
	21087040	21087050	21087070	21087080	21087100
Media (m³/s)	87.96	25.06	225.00	406.17	3.20
Desviación estándar (m³/s)	104.45	16.92	145.39	179.51	1.85
CV	1.19	0.68	0.65	0.44	0.58
Caudal medio (m³/s)	3.60	3.30	9.80	17.60	1.00
Media Estimada (m³/s)	38.75	33.42	213.22	577.80	4.38
Desviación estándar Estimada (m³/s)	27.82	24.11	144.65	379.23	3.38
Error Media (%)	-126.96	25.02	-5.53	29.70	26.85
Error Desviación estándar (%)	-275.43	29.81	-0.51	52.66	45.31

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Se aplicaron pruebas de bondad de ajuste, obteniendo la distribución que mejor se ajustaba, para la estimación de caudales máximos para diferentes períodos de retorno, es la distribución Lognormal. En la Figura 7.25 se muestra el ajuste potencial para los promedios de los caudales máximos, mientras que en la Figura 7.26 se presenta el ajuste potencial de las desviaciones estándar de los caudales máximos a los caudales medios de las estaciones hidrológicas.

$$\mu_{Qmax} = \alpha_{\mu} \cdot \hat{Q}^{\beta_{\mu}}$$

$$\sigma_{Qmax} = \alpha_{\sigma} \cdot \hat{Q}^{\beta_{\sigma}}$$

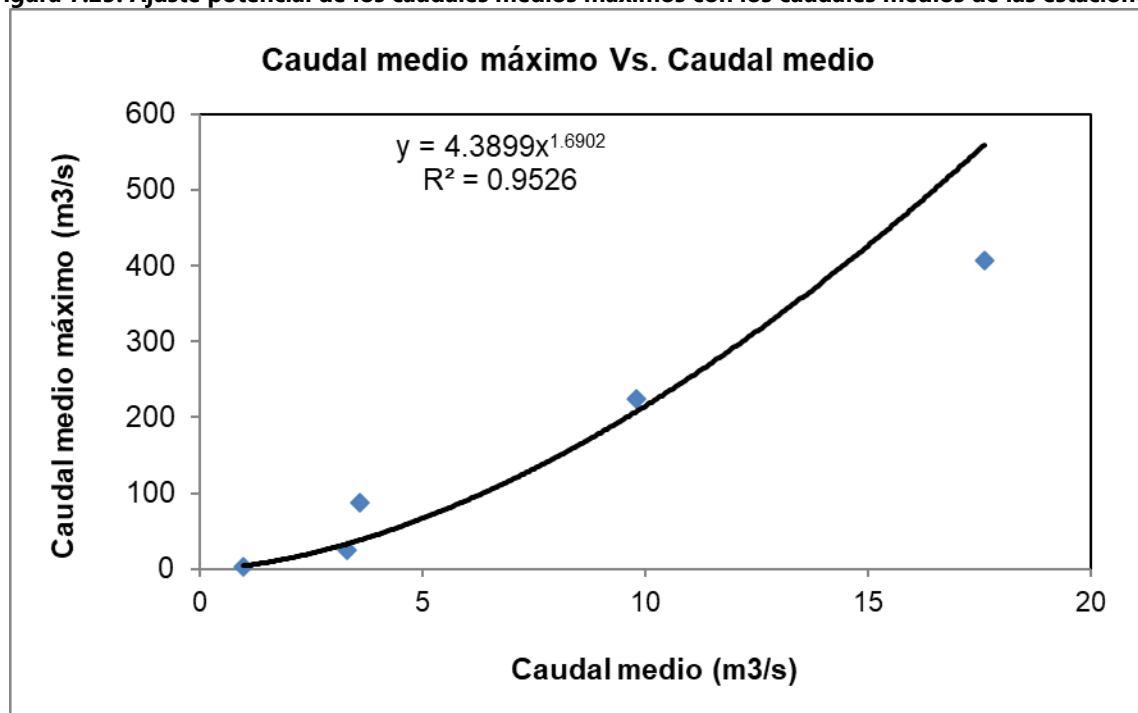


De este modo se tienen las siguientes ecuaciones para la media y la desviación estándar de los caudales máximos en cualquier lugar de la cuenca, de acuerdo con el caudal medio en el sitio:

$$\mu_{Qmax} = 4.3899 \cdot \hat{Q}^{1.6902}$$

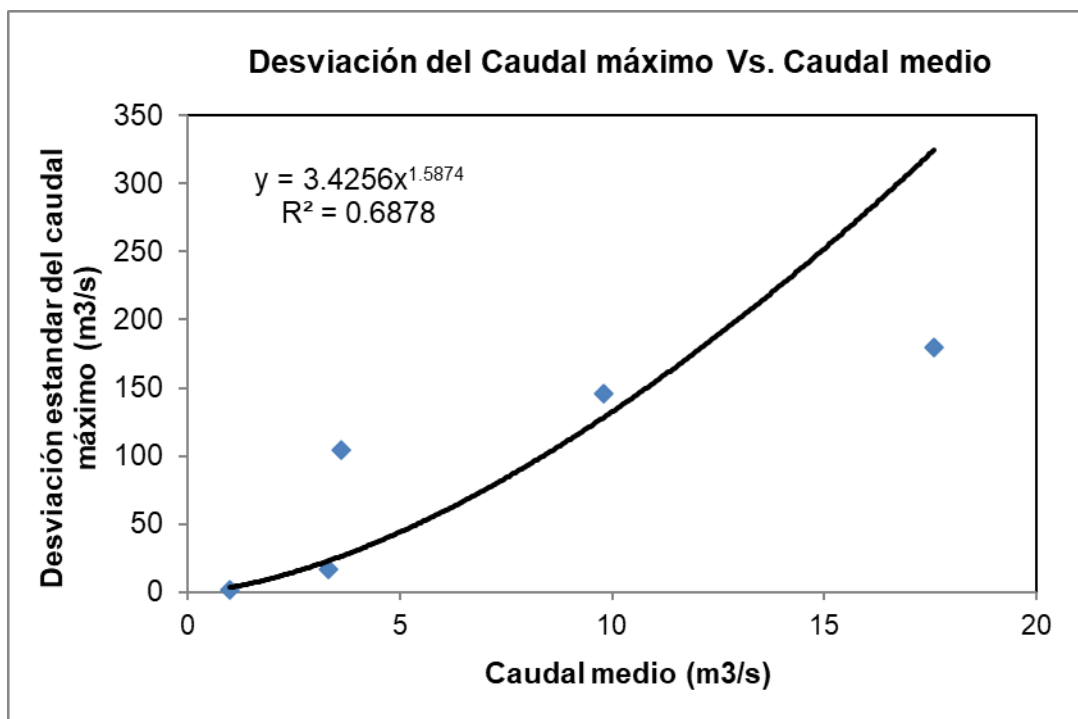
$$\sigma_{Qmax} = 3.4256 \cdot \hat{Q}^{1.5874}$$

**Figura 7.25. Ajuste potencial de los caudales medios máximos con los caudales medios de las estaciones**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 7.26. Ajuste potencial de las desviaciones estándar de los caudales máximos a los caudales medios de largo plazo en cada una de las estaciones**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

En las Tabla 7.36, Tabla 7.37 y Tabla 7.38 se presentan los resultados de los caudales máximos para las unidades hidrográficas de nivel II, III y microcuencas para diferentes periodos de retorno.

**Tabla 7.36. Caudales máximos para diferentes periodos de retorno para las unidades hidrográficas de nivel II (caudal m³/s)**

UHNII	Tr (Caudales máximos)								
	2.33	5	10	15	20	30	50	100	500
2108-01	0.03	0.06	0.08	0.10	0.11	0.13	0.16	0.21	0.33
2108-02	12.17	18.77	25.02	28.88	31.73	35.90	41.44	49.51	70.98
2108-03	58.72	87.66	114.36	130.58	142.43	159.66	182.34	214.97	299.97
2108-04	77.00	114.32	148.61	169.38	184.54	206.54	235.45	276.97	384.74
2108-05	24.55	37.31	49.25	56.57	61.94	69.79	80.17	95.21	134.84
2108-06	43.80	65.77	86.15	98.56	107.65	120.87	138.31	163.46	229.23
2108-07	6.70	10.46	14.07	16.31	17.96	20.39	23.64	28.39	41.14
2108-08	4.98	7.82	10.56	12.27	13.53	15.40	17.89	21.54	31.38
2108-09	19.75	30.15	39.92	45.93	50.34	56.79	65.33	77.74	110.51
2108-10	8.87	13.76	18.43	21.32	23.45	26.59	30.76	36.85	53.13
2108-11	4.91	7.72	10.42	12.11	13.36	15.20	17.65	21.26	30.98
2108-12	0.06	0.10	0.14	0.17	0.19	0.22	0.27	0.33	0.53

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 7.37. Caudales máximos para diferentes periodos de retorno para las unidades hidrográficas de nivel III (caudal m³/s)**



UHNIII	Tr (Caudales máximos)								
	2.33	5	10	15	20	30	50	100	500
2108-0100	0.03	0.06	0.08	0.10	0.11	0.13	0.16	0.21	0.33
2108-0201	0.39	0.65	0.92	1.08	1.21	1.40	1.66	2.04	3.12
2108-0202	0.89	1.45	2.00	2.36	2.62	3.01	3.55	4.34	6.52
2108-0203	0.72	1.18	1.64	1.93	2.15	2.48	2.92	3.58	5.40
2108-0204	1.02	1.66	2.29	2.69	2.99	3.43	4.03	4.93	7.39
2108-0205	0.88	1.44	1.99	2.34	2.60	2.99	3.52	4.31	6.48
2108-0301	0.57	0.94	1.32	1.55	1.73	2.00	2.36	2.89	4.39
2108-0302	0.59	0.97	1.35	1.59	1.77	2.04	2.41	2.96	4.48
2108-0303	10.30	15.94	21.30	24.62	27.06	30.65	35.42	42.38	60.94
2108-0304	5.65	8.86	11.93	13.85	15.27	17.36	20.14	24.23	35.21
2108-0305	5.31	8.33	11.24	13.05	14.39	16.36	19.00	22.87	33.27
2108-0401	1.01	1.65	2.28	2.68	2.98	3.42	4.02	4.91	7.36
2108-0402	0.85	1.38	1.92	2.25	2.51	2.89	3.40	4.16	6.25
2108-0403	11.07	17.11	22.84	26.38	28.99	32.81	37.90	45.33	65.09
2108-0404	18.06	27.62	36.62	42.15	46.22	52.17	60.06	71.51	101.82
2108-0405	1.38	2.23	3.06	3.59	3.98	4.57	5.36	6.53	9.73
2108-0501	1.17	1.89	2.61	3.07	3.41	3.91	4.59	5.60	8.38
2108-0502	1.33	2.16	2.97	3.48	3.86	4.43	5.20	6.33	9.45
2108-0503	2.03	3.25	4.45	5.20	5.76	6.59	7.70	9.35	13.84
2108-0504	2.74	4.37	5.95	6.94	7.67	8.76	10.22	12.38	18.23
2108-0505	0.77	1.26	1.75	2.06	2.30	2.64	3.11	3.81	5.75
2108-0601	0.79	1.30	1.80	2.12	2.36	2.71	3.19	3.91	5.89
2108-0602	2.35	3.75	5.12	5.98	6.62	7.56	8.83	10.71	15.81
2108-0603	1.89	3.03	4.15	4.85	5.38	6.15	7.20	8.75	12.97
2108-0604	1.73	2.78	3.81	4.46	4.95	5.67	6.63	8.07	11.98
2108-0605	4.38	6.90	9.34	10.86	11.98	13.64	15.86	19.12	27.92
2108-0606	1.64	2.65	3.63	4.25	4.71	5.40	6.32	7.69	11.43
2108-0701	0.38	0.63	0.88	1.04	1.16	1.34	1.59	1.96	3.00
2108-0702	0.24	0.41	0.58	0.69	0.77	0.90	1.06	1.32	2.03
2108-0703	0.81	1.33	1.84	2.17	2.42	2.78	3.27	4.01	6.03
2108-0704	0.08	0.13	0.19	0.23	0.26	0.30	0.37	0.46	0.72
2108-0705	0.13	0.22	0.31	0.37	0.42	0.49	0.58	0.72	1.13
2108-0706	0.41	0.68	0.95	1.12	1.25	1.45	1.71	2.11	3.22
2108-0801	0.67	1.10	1.52	1.80	2.00	2.31	2.72	3.33	5.04
2108-0802	0.45	0.75	1.05	1.25	1.39	1.61	1.90	2.34	3.56
2108-0803	1.21	1.97	2.71	3.18	3.53	4.05	4.76	5.80	8.68
2108-0901	1.94	3.11	4.26	4.98	5.52	6.31	7.39	8.97	13.29
2108-0902	1.10	1.79	2.47	2.89	3.22	3.69	4.34	5.30	7.93

UHNIII	Tr (Caudales máximos)								
	2.33	5	10	15	20	30	50	100	500
2108-0903	3.18	5.04	6.85	7.98	8.82	10.06	11.73	14.18	20.83
2108-0904	1.35	2.19	3.01	3.53	3.91	4.49	5.26	6.41	9.57
2108-1001	1.59	2.57	3.53	4.13	4.58	5.25	6.15	7.48	11.12
2108-1002	0.51	0.85	1.18	1.40	1.56	1.80	2.12	2.61	3.96
2108-1003	2.17	3.47	4.74	5.54	6.14	7.02	8.21	9.96	14.72
2108-1101	0.98	1.59	2.20	2.59	2.88	3.30	3.88	4.75	7.13
2108-1102	0.58	0.95	1.32	1.56	1.74	2.00	2.37	2.91	4.41
2108-1103	0.69	1.14	1.59	1.87	2.08	2.40	2.82	3.46	5.23
2108-1200	0.06	0.10	0.14	0.17	0.19	0.22	0.27	0.33	0.53

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 7.38. Caudales máximos para diferentes periodos de retorno para las microcuencas abastecedoras (caudal m<sup>3</sup>/s)**

Microcuenca	Tr (Caudales máximos)								
	2.33	5	10	15	20	30	50	100	500
Qda Grande o Río Ibirco	0.33	0.54	0.76	0.91	1.01	1.17	1.39	1.72	2.63
Río Pedernal	0.79	1.29	1.79	2.11	2.35	2.70	3.18	3.89	5.87
San Francisco	13.50	20.77	27.64	31.88	35.00	39.58	45.65	54.50	77.99
Río Pedernal	58.72	87.66	114.36	130.58	142.43	159.66	182.34	214.97	299.97
Quebrada El Chocho	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.05	0.08
Quebrada de Palmito	0.05	0.09	0.14	0.16	0.19	0.22	0.26	0.33	0.52

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### 7.4.6. Caudales ambientales

De acuerdo con el Decreto 1076 de 2015, se define como: "Volumen de agua necesario en términos de calidad, cantidad, duración y estacionalidad para el sostenimiento de los ecosistemas acuáticos y para el desarrollo de las actividades socioeconómicas de los usuarios aguas abajo de la fuente de la cual dependen tales ecosistemas"

Para la estimación del caudal ambiental se emplearán las 2 metodologías presentadas en el documento "Guía técnica para la formulación de planes de ordenamiento del recurso Hídrico", elaborado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014. Estas metodologías se presentan a continuación.

##### 7.4.6.1. Métodos para la estimación de caudales ambientales

Los cálculos del caudal ambiental se presentan en el anexo 2, en lo correspondiente a los resultados en Excel.



#### 7.4.6.1.1. Metodología 1: Resolución 865 de 2004

La primera de ellas es según lo dispuesto en la Resolución 865 de 2004, la cual propone considerar como caudal ambiental el valor máximo de caudal ecológico obtenido mediante la aplicación de los siguientes tres métodos:

- ✓ Mínimo histórico: corresponde al caudal promedio multianual que permanece el 97.5% del tiempo, obtenido de la curva de duración de la serie de caudales medios diarios, para el periodo de análisis, por medio de la aplicación del percentil 0.975.
- ✓ Porcentaje de descuento: este representa el 25% del caudal mensual multianual más bajo de la corriente de estudio (IDEAM, 2010).
- ✓ Reducción por caudal ambiental: esta aproximación corresponde al 25% del caudal medio multianual en condiciones de oferta media.

#### 7.4.6.1.2. Metodología 2: Método basado en el índice de retención y regulación hídrica

La segunda metodología para la determinación del caudal ambiental, según el Estudio Nacional del Agua -ENA (IDEAM, 2010), corresponde al 85% o 75% según el valor del Índice de Retención Hidráulica –IRH, obtenido de la curva de duración de caudales medios y su intersección con la recta de caudal promedio multianual. Cuando el IRH obtenido sea inferior a 0,7, el caudal ambiental será el 75% del caudal medio diario multianual, pero para valores de IRH superiores a 0,7 el caudal ambiental será el 85% del caudal medio diario multianual.

#### 7.4.6.2. Valores de caudales ambientales de acuerdo con cada metodología

Una vez aplicadas las dos metodologías se obtienen los caudales ambientales para las unidades hidrográficas de nivel II, III y microcuencas estudiadas, los cuales se pueden observar en la Tabla 7.39, Tabla 7.40 y la Tabla 7.41 respectivamente para la condición normal.

**Tabla 7.39. Caudales ambientales para las unidades hidrográficas de nivel II aplicando las metodologías 1 y 2 (caudal m<sup>3</sup>/s) – Condición normal**

Código	Nombre unidades hidrográficas de nivel II	Metodología a 1	Metodología a 2
2108-01	Río Yaguará entre R. Pedernal y Embalse Betania	0.014	0.022
2108-02	Directos a Embalse Betania Sector Noroccidental	0.444	0.770
2108-03	Río Pedernal	1.151	2.160
2108-04	Río Íquira	1.359	2.184
2108-05	Río Pacarní	0.707	1.206
2108-06	Río Yaguaracito	0.987	1.620
2108-07	Río Macurí	0.335	0.514
2108-08	Directos al Río Magdalena entre R. Páez y Embalse Betania	0.276	0.453
2108-09	Directos al Embalse Betania Sector Suroccidental	0.587	1.005
2108-10	Directos al Río Yaguará entre R. Íquira y R. Pedernal	0.372	0.530
2108-11	Directos al Río Yaguará entre R. Pacarní y R. Íquira	0.268	0.463
2108-12	Directos al Río Yaguará entre R. Macurí y R. Pacarní (md)	0.020	0.034

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 7.40. Caudales ambientales para las unidades hidrográficas de nivel III aplicando las metodologías 1 y 2 (caudal m<sup>3</sup>/s) Condición normal**

Código	Unidades hidrográficas de nivel II	Unidades hidrográficas de nivel III	Metodología 1	Metodología 2
2108-0100	Río Yaguará entre R. Pedernal y Embalse Betania	Desembocadura R. Yaguará	0.014	0.022
2108-0201	Directos a Embalse Betania Sector Noroccidental	Q. Las Damas	0.060	0.111
2108-0202	Directos a Embalse Betania Sector Noroccidental	Q. El Capote	0.098	0.180
2108-0203	Directos a Embalse Betania Sector Noroccidental	Q. En Medio	0.086	0.156
2108-0204	Directos a Embalse Betania Sector Noroccidental	Q. Chichayaco	0.105	0.180
2108-0205	Directos a Embalse Betania Sector Noroccidental	Q. Aguadulce y otros directos a Embalse Betania	0.095	0.128
2108-0301	Río Pedernal	Río Pedernal entre Q. La Papayala y R. Yaguará	0.075	0.122
2108-0302	Río Pedernal	Q. La Papayala	0.077	0.137
2108-0303	Río Pedernal	Río Pedernal entre R. La María y Q. La Papayala	0.408	0.746
2108-0304	Río Pedernal	Río Pedernal hasta Q. La María	0.297	0.566
2108-0305	Río Pedernal	Río La María	0.294	0.516
2108-0401	Río Íquira	Río Íquira entre Q. Grande y R. Yaguará	0.106	0.168
2108-0402	Río Íquira	Río Íquira entre R. San Francisco y Q. Grande	0.097	0.182
2108-0403	Río Íquira	Río Íquira hasta R. San Francisco	0.441	0.869
2108-0404	Río Íquira	Río San Francisco	0.586	0.960
2108-0405	Río Íquira	Q. Grande	0.129	0.252
2108-0501	Río Pacarní	Q. El Guamal y otros directos a R. Pacarní	0.118	0.221
2108-0502	Río Pacarní	Q. de Juancho	0.128	0.212
2108-0503	Río Pacarní	Río Pacarní entre Qdas. La Damita y de Juancho	0.164	0.274
2108-0504	Río Pacarní	Qdas. La Damita y El Tote	0.199	0.346
2108-0505	Río Pacarní	Río Pacarní hasta Q. La Damita	0.098	0.158
2108-0601	Río Yaguaracito	R. Yaguaracito entre Q. El Carbón y R. Yaguará	0.095	0.172
2108-0602	Río Yaguaracito	Q. Cachimbo y otros directos a R. Yaguaracito	0.178	0.343
2108-0603	Río Yaguaracito	Q. El Dave y otros directos a R. Yaguaracito	0.156	0.249
2108-0604	Río Yaguaracito	Q. La Colorada	0.153	0.258
2108-0605	Río Yaguaracito	Río Yaguaracito hasta Q. La Colorada	0.259	0.440
2108-0606	Río Yaguaracito	Q. El Carbón	0.146	0.251

Código	Unidades hidrográficas de nivel II	Unidades hidrográficas de nivel III	Metodología 1	Metodología 2
2108-0701	Río Macurí	Q. Seca y otros directos a R. Macurí	0.062	0.105
2108-0702	Río Macurí	Q. El Chocho y otros directos a R. Macurí	0.048	0.079
2108-0703	Río Macurí	Q. Los Linderos y otros directos a R. Macurí	0.100	0.141
2108-0704	Río Macurí	Q. El Pilón Grande	0.026	0.036
2108-0705	Río Macurí	Q. El Hatillo	0.034	0.047
2108-0706	Río Macurí	Q. de Jacobo	0.066	0.102
2108-0801	Directos al Río Magdalena entre R. Páez y Embalse Betania	Q. Las Coloradas y otros directos a Río Magdalena	0.084	0.145
2108-0802	Directos al Río Magdalena entre R. Páez y Embalse Betania	Q. La Sardina y otros directos a Río Magdalena	0.069	0.113
2108-0803	Directos al Río Magdalena entre R. Páez y Embalse Betania	Q. El Achiote y otros directos a Río Magdalena	0.123	0.193
2108-0901	Directos al Embalse Betabia Sector Suroccidental	Q. El Espinal y otros directos a Embalse Betania	0.150	0.258
2108-0902	Directos al Embalse Betabia Sector Suroccidental	Qdas. El Partidero y La Buitrera	0.109	0.177
2108-0903	Directos al Embalse Betabia Sector Suroccidental	Qdas. La Caraguaja y de Chipacá	0.206	0.347
2108-0904	Directos al Embalse Betabia Sector Suroccidental	Q. Zanja Larga y otros directos a Embalse Betania	0.122	0.214
2108-1001	Directos al Río Yaguará entre R. Íquira y R. Pedernal	Q. La Garza	0.137	0.193
2108-1002	Directos al Río Yaguará entre R. Íquira y R. Pedernal	R. Yaguará entre R. Íquira y Q. La Garza	0.071	0.092
2108-1003	Directos al Río Yaguará entre R. Íquira y R. Pedernal	Q. La Salada	0.164	0.244
2108-1101	Directos al Río Yaguará entre R. Pacarní y R. Íquira	R. Yaguará entre Q. El Cachingo y R. Íquira	0.104	0.169
2108-1102	Directos al Río Yaguará entre R. Pacarní y R. Íquira	Q. El Cachingo	0.078	0.144
2108-1103	Directos al Río Yaguará entre R. Pacarní y R. Íquira	Q. de Paredes y otros directos a R. Yaguará	0.086	0.146
2108-1200	Directos al Río Yaguará entre R. Macurí y R. Pacarní (md)	Q. La Chorrera y otros directos a R. Yaguará	0.020	0.034

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 7.41. Caudales ambientales para las microcuencas abastecedoras aplicando las metodologías 1 y 2 (caudal m<sup>3</sup>/s) Condición normal**

Municipio	Fuente	Metodología 1	Metodología 2
Íquira	Qda Grande o Río Ibirco	0.056	0.093
Teruel	Río Pedernal	0.101	0.182
Yaguará	San Francisco	0.498	0.824
	Río Pedernal	1.151	2.160
Valencia de la Paz - Íquira	Quebrada El Chocho	0.006	0.011
Pacarní - Tesalia	Quebrada de Palmito	0.021	0.033

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

A continuación, se muestran los caudales ambientales para las unidades hidrográficas de nivel II, III y microcuencas estudiadas para la condición seca, los cuales se pueden observar en la Tabla 7.42 y la Tabla 7.43.

**Tabla 7.42. Caudales ambientales para las unidades hidrográficas de nivel II aplicando las metodologías 1 y 2 (caudal m<sup>3</sup>/s) – Condición seca**

Código	Nombre unidades hidrográficas de nivel II	Metodología a 1	Metodología a 2
2108-01	Río Yaguará entre R. Pedernal y Embalse Betania	0.010	0.008
2108-02	Directos a Embalse Betania Sector Noroccidental	0.304	0.311
2108-03	Río Pedernal	0.845	1.236
2108-04	Río Íquira	1.005	1.497
2108-05	Río Pacarní	0.515	0.746
2108-06	Río Yaguaracito	0.713	1.020
2108-07	Río Macurí	0.218	0.280
2108-08	Directos al Río Magdalena entre R. Páez y Embalse Betania	0.183	0.238
2108-09	Directos al Embalse Betania Sector Suroccidental	0.399	0.409
2108-10	Directos al Río Yaguará entre R. Íquira y R. Pedernal	0.266	0.290
2108-11	Directos al Río Yaguará entre R. Pacarní y R. Íquira	0.190	0.238
2108-12	Directos al Río Yaguará entre R. Macurí y R. Pacarní (md)	0.014	0.018

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 7.43. Caudales ambientales para las unidades hidrográficas de nivel III aplicando las metodologías 1 y 2 (caudal m<sup>3</sup>/s) Condición seca**

Código	Unidades hidrográficas de nivel II	Unidades hidrográficas de nivel III	Metodología 1	Metodología 2
2108-0100	Río Yaguará entre R. Pedernal y Embalse Betania	Desembocadura R. Yaguará	0.010	0.008
2108-0201	Directos a Embalse Betania Sector Noroccidental	Q. Las Damas	0.042	0.048
2108-0202	Directos a Embalse Betania Sector Noroccidental	Q. El Capote	0.069	0.085



Código	Unidades hidrográficas de nivel II	Unidades hidrográficas de nivel III	Metodología 1	Metodología 2
2108-0203	Directos a Embalse Betania Sector Noroccidental	Q. En Medio	0.060	0.066
2108-0204	Directos a Embalse Betania Sector Noroccidental	Q. Chichayaco	0.071	0.070
2108-0205	Directos a Embalse Betania Sector Noroccidental	Q. Aguadulce y otros directos a Embalse Betania	0.062	0.039
2108-0301	Río Pedernal	Río Pedernal entre Q. La Papayala y R. Yaguará	0.051	0.049
2108-0302	Río Pedernal	Q. La Papayala	0.054	0.062
2108-0303	Río Pedernal	Río Pedernal entre R. La María y Q. La Papayala	0.308	0.439
2108-0304	Río Pedernal	Río Pedernal hasta Q. La María	0.223	0.331
2108-0305	Río Pedernal	Río La María	0.209	0.288
2108-0401	Río Íquira	Río Íquira entre Q. Grande y R. Yaguará	0.076	0.089
2108-0402	Río Íquira	Río Íquira entre R. San Francisco y Q. Grande	0.070	0.097
2108-0403	Río Íquira	Río Íquira hasta R. San Francisco	0.334	0.477
2108-0404	Río Íquira	Río San Francisco	0.432	0.659
2108-0405	Río Íquira	Q. Grande	0.093	0.136
2108-0501	Río Pacarní	Q. El Guamal y otros directos a R. Pacarní	0.083	0.114
2108-0502	Río Pacarní	Q. de Juancho	0.092	0.133
2108-0503	Río Pacarní	Río Pacarní entre Qdas. La Damita y de Juancho	0.119	0.168
2108-0504	Río Pacarní	Qdas. La Damita y El Tote	0.147	0.220
2108-0505	Río Pacarní	Río Pacarní hasta Q. La Damita	0.074	0.098
2108-0601	Río Yaguaracito	R. Yaguaracito entre Q. El Carbón y R. Yaguará	0.065	0.090
2108-0602	Río Yaguaracito	Q. Cachimbo y otros directos a R. Yaguaracito	0.125	0.172
2108-0603	Río Yaguaracito	Q. El Dave y otros directos a R. Yaguaracito	0.115	0.161
2108-0604	Río Yaguaracito	Q. La Colorada	0.114	0.156
2108-0605	Río Yaguaracito	Río Yaguaracito hasta Q. La Colorada	0.195	0.280
2108-0606	Río Yaguaracito	Q. El Carbón	0.098	0.132
2108-0701	Río Macurí	Q. Seca y otros directos a R. Macurí	0.042	0.055
2108-0702	Río Macurí	Q. El Chocho y otros directos a R. Macurí	0.032	0.042
2108-0703	Río Macurí	Q. Los Linderos y otros directos a R. Macurí	0.064	0.077
2108-0704	Río Macurí	Q. El Pílon Grande	0.016	0.020
2108-0705	Río Macurí	Q. El Hatillo	0.022	0.026
2108-0706	Río Macurí	Q. de Jacobo	0.043	0.056

Código	Unidades hidrográficas de nivel II	Unidades hidrográficas de nivel III	Metodología 1	Metodología 2
2108-0801	Directos al Río Magdalena entre R. Páez y Embalse Betania	Q. Las Coloradas y otros directos a Río Magdalena	0.057	0.074
2108-0802	Directos al Río Magdalena entre R. Páez y Embalse Betania	Q. La Sardina y otros directos a Río Magdalena	0.046	0.060
2108-0803	Directos al Río Magdalena entre R. Páez y Embalse Betania	Q. El Achiote y otros directos a Río Magdalena	0.080	0.102
2108-0901	Directos al Embalse Betabia Sector Suroccidental	Q. El Espinal y otros directos a Embalse Betania	0.101	0.094
2108-0902	Directos al Embalse Betabia Sector Suroccidental	Qdas. El Partidero y La Buitrera	0.073	0.066
2108-0903	Directos al Embalse Betabia Sector Suroccidental	Qdas. La Caraguaja y de Chipacá	0.142	0.166
2108-0904	Directos al Embalse Betabia Sector Suroccidental	Q. Zanja Larga y otros directos a Embalse Betania	0.084	0.091
2108-1001	Directos al Río Yaguará entre R. Íquira y R. Pedernal	Q. La Garza	0.098	0.104
2108-1002	Directos al Río Yaguará entre R. Íquira y R. Pedernal	R. Yaguará entre R. Íquira y Q. La Garza	0.052	0.055
2108-1003	Directos al Río Yaguará entre R. Íquira y R. Pedernal	Q. La Salada	0.117	0.128
2108-1101	Directos al Río Yaguará entre R. Pacarní y R. Íquira	R. Yaguará entre Q. El Cachingo y R. Íquira	0.074	0.088
2108-1102	Directos al Río Yaguará entre R. Pacarní y R. Íquira	Q. El Cachingo	0.055	0.075
2108-1103	Directos al Río Yaguará entre R. Pacarní y R. Íquira	Q. de Paredes y otros directos a R. Yaguará	0.060	0.075
2108-1200	Directos al Río Yaguará entre R. Macurí y R. Pacarní (md)	Q. La Chorrera y otros directos a R. Yaguará	0.014	0.018

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 7.44. Caudales ambientales para las microcuencas abastecedoras aplicando las metodologías 1 y 2 (caudal m<sup>3</sup>/s) Condición seca**

Municipio	Fuente	Metodología 1	Metodología 2
Íquira	Qda Grande o Río Ibirco	0.041	0.063
Teruel	Río Pedernal	0.073	0.115
Yaguará	San Francisco	0.367	0.574
	Río Pedernal	0.845	1.236
Valencia de la Paz - Íquira	Quebrada El Chocho	0.004	0.006
Pacarní - Tesalia	Quebrada de Palmito	0.016	0.021

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

De las estimaciones de caudal ambiental se tendrá en cuenta la primera de ellas es según lo dispuesto en la Resolución 865 de 2004, la cual propone considerar como caudal ambiental el valor máximo de caudal ecológico.

### 7.5. Estimación de la oferta hídrica

Para la estimación de la oferta hídrica disponible se calcula para cada condición hidrológica como se muestra en el Estudio Nacional del Agua 2018 IDEAM (2019), para año seco, húmedo y medio. Para el año hidrológico medio, húmedo y seco se calcula de acuerdo con la clasificación de los meses típicos de la NOAA con el índice del ONI y se seleccionan los datos de las series de caudales mensuales para las condiciones hidrológicas para las tres condiciones (eventos Neutro, El Niño y La Niña). En las Tabla 7.45 a la Tabla 7.53, se presentan las ofertas disponibles para las unidades hidrográficas de nivel II, III y las microcuencas abastecedoras en las condiciones secas, medias y húmedas respectivamente.

**Tabla 7.45. Oferta disponible para las tres condiciones hidrológicas en las unidades hidrográficas de nivel II (caudal m<sup>3</sup>/s) – condición Normal**

Código	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
2108-01	0.04	0.02	0.06	0.08	0.07	0.04	0.02	0.02	0.01	0.03	0.07	0.05	0.04
2108-02	0.90	0.70	1.82	2.58	2.22	1.39	0.86	0.58	0.55	1.10	1.93	1.44	1.34
2108-03	1.89	1.76	5.47	6.23	5.72	3.69	2.39	1.56	1.94	3.55	4.18	3.23	3.47
2108-04	2.19	2.08	6.36	7.17	6.80	4.56	3.05	2.00	2.43	4.09	4.67	3.71	4.09
2108-05	1.20	0.97	2.78	3.52	3.41	2.54	1.79	1.29	1.26	2.19	2.59	2.03	2.13
2108-06	1.76	1.38	3.80	5.08	4.68	3.52	2.43	1.77	1.56	3.13	3.55	3.05	2.98
2108-07	0.97	0.58	1.41	1.89	1.42	0.89	0.51	0.38	0.33	0.87	1.45	1.43	1.01
2108-08	0.71	0.45	1.12	1.57	1.25	0.80	0.47	0.35	0.30	0.73	1.17	1.09	0.83
2108-09	1.28	0.89	2.29	3.36	2.89	1.85	1.11	0.78	0.71	1.52	2.56	2.01	1.77
2108-10	1.07	0.65	1.73	2.06	1.69	0.94	0.51	0.32	0.35	0.94	1.64	1.56	1.12
2108-11	0.63	0.43	1.19	1.48	1.27	0.78	0.47	0.32	0.31	0.71	1.10	0.98	0.81
2108-12	0.05	0.03	0.09	0.11	0.09	0.06	0.03	0.02	0.02	0.05	0.08	0.07	0.06

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 7.46. Oferta disponible para las tres condiciones hidrológicas en las unidades hidrográficas de nivel II (caudal m<sup>3</sup>/s) – condición Seca**

Código	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
2108-01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.05	0.03	0.03	0.01	0.02	0.05	0.06	0.04	0.01
2108-02	0.21	0.28	0.44	1.05	1.39	1.12	0.90	0.51	0.56	1.54	1.85	1.10	0.21
2108-03	0.52	1.23	1.69	4.37	3.90	3.32	2.54	1.39	1.57	3.37	4.25	2.28	0.52
2108-04	0.59	1.36	2.03	4.85	4.91	4.09	3.05	1.91	2.04	4.05	4.89	2.40	0.59
2108-05	0.23	0.35	0.70	1.93	2.57	2.36	1.94	1.41	1.20	2.09	2.49	1.28	0.23
2108-06	0.30	0.52	1.02	2.34	3.55	3.16	2.58	1.84	1.55	3.03	3.72	2.05	0.30
2108-07	0.18	0.32	0.30	0.51	0.82	0.84	0.58	0.40	0.38	1.16	1.51	0.87	0.18

Código	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
2108-08	0.14	0.21	0.24	0.48	0.73	0.73	0.52	0.35	0.34	0.95	1.22	0.68	0.14
2108-09	0.29	0.29	0.46	1.29	1.83	1.51	1.20	0.74	0.76	1.99	2.55	1.44	0.29
2108-10	0.27	0.28	0.33	1.13	1.42	0.89	0.59	0.35	0.32	1.10	1.77	1.12	0.27
2108-11	0.15	0.18	0.25	0.75	0.97	0.72	0.52	0.33	0.30	0.81	1.15	0.68	0.15
2108-12	0.01	0.01	0.02	0.05	0.07	0.05	0.04	0.03	0.02	0.06	0.09	0.05	0.01

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 7.47. Oferta disponible para las tres condiciones hidrológicas en las unidades hidrográficas de nivel II (caudal m<sup>3</sup>/s) – condición Húmeda**

Código	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
2108-01	0.07	0.06	0.12	0.13	0.14	0.06	0.05	0.02	0.03	0.05	0.10	0.09	0.08
2108-02	1.89	1.96	3.59	4.19	4.45	1.91	1.57	0.81	1.08	1.67	2.80	2.40	2.36
2108-03	3.80	4.79	7.89	10.67	9.27	4.63	3.32	2.27	2.76	4.05	5.76	5.24	5.37
2108-04	4.13	5.00	8.42	12.19	10.43	5.57	4.16	2.94	3.50	4.97	6.71	5.82	6.15
2108-05	2.04	2.36	4.01	5.50	5.79	3.22	2.61	1.59	1.80	2.29	3.66	2.83	3.14
2108-06	3.04	3.51	5.86	7.29	8.06	4.55	3.70	2.15	2.40	3.14	5.28	4.12	4.42
2108-07	1.29	1.41	2.17	1.91	2.28	1.32	1.00	0.41	0.59	1.11	2.20	1.90	1.47
2108-08	1.04	1.15	1.87	1.85	2.19	1.15	0.90	0.40	0.55	0.95	1.84	1.54	1.29
2108-09	2.53	2.50	4.50	5.28	6.11	2.54	2.17	1.05	1.47	2.18	4.18	3.43	3.16
2108-10	2.07	1.61	2.60	2.66	3.32	1.40	1.07	0.47	0.80	1.16	2.88	2.55	1.88
2108-11	1.20	1.11	1.84	2.05	2.36	1.10	0.85	0.43	0.61	0.86	1.80	1.55	1.31
2108-12	0.08	0.08	0.14	0.15	0.17	0.08	0.06	0.03	0.04	0.06	0.13	0.11	0.10

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 7.48. Oferta disponible para las tres condiciones hidrológicas en las unidades hidrográficas de nivel III (caudal m<sup>3</sup>/s) – condición Normal**

Código	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
2108-0100	0.035	0.023	0.059	0.083	0.068	0.041	0.025	0.016	0.015	0.033	0.067	0.052	0.043
2108-0201	0.108	0.093	0.243	0.350	0.311	0.198	0.124	0.087	0.085	0.163	0.245	0.181	0.182
2108-0202	0.170	0.149	0.414	0.565	0.505	0.317	0.199	0.137	0.140	0.264	0.378	0.289	0.294
2108-0203	0.158	0.128	0.360	0.501	0.443	0.278	0.174	0.119	0.117	0.225	0.347	0.262	0.259
2108-0204	0.215	0.160	0.432	0.613	0.526	0.328	0.203	0.137	0.128	0.256	0.455	0.339	0.316
2108-0205	0.248	0.170	0.366	0.554	0.437	0.266	0.160	0.103	0.081	0.196	0.507	0.365	0.288
2108-0301	0.178	0.119	0.320	0.436	0.364	0.219	0.130	0.086	0.081	0.180	0.338	0.267	0.227
2108-0302	0.153	0.119	0.332	0.443	0.387	0.239	0.149	0.100	0.099	0.195	0.310	0.243	0.231
2108-0303	0.714	0.615	1.899	2.297	2.094	1.304	0.831	0.558	0.630	1.163	1.438	1.204	1.229
2108-0304	0.411	0.463	1.434	1.612	1.531	0.989	0.644	0.426	0.551	0.942	0.967	0.763	0.895
2108-0305	0.433	0.440	1.487	1.444	1.345	0.936	0.635	0.389	0.576	1.071	1.125	0.753	0.886
2108-0401	0.270	0.176	0.490	0.590	0.497	0.289	0.165	0.107	0.114	0.271	0.447	0.407	0.319
2108-0402	0.185	0.148	0.441	0.534	0.479	0.305	0.192	0.129	0.139	0.270	0.367	0.302	0.291
2108-0403	0.582	0.645	2.099	2.266	2.280	1.570	1.094	0.703	0.930	1.371	1.354	1.035	1.327



Código	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
2108-0404	0.909	0.907	2.747	3.078	2.917	1.979	1.332	0.881	1.057	1.810	2.012	1.562	1.766
2108-0405	0.249	0.203	0.581	0.699	0.632	0.415	0.267	0.181	0.190	0.365	0.489	0.403	0.389
2108-0501	0.249	0.182	0.503	0.643	0.563	0.373	0.235	0.165	0.155	0.326	0.461	0.399	0.354
2108-0502	0.231	0.187	0.538	0.671	0.624	0.436	0.292	0.206	0.203	0.377	0.478	0.386	0.386
2108-0503	0.267	0.217	0.644	0.839	0.806	0.597	0.415	0.300	0.283	0.511	0.598	0.471	0.496
2108-0504	0.316	0.274	0.778	0.958	0.955	0.732	0.530	0.382	0.383	0.634	0.711	0.542	0.600
2108-0505	0.133	0.108	0.315	0.412	0.457	0.398	0.313	0.236	0.236	0.346	0.346	0.235	0.295
2108-0601	0.210	0.145	0.393	0.525	0.444	0.296	0.184	0.133	0.118	0.263	0.375	0.338	0.285
2108-0602	0.345	0.256	0.706	0.958	0.848	0.601	0.390	0.283	0.242	0.539	0.660	0.598	0.536
2108-0603	0.259	0.220	0.606	0.813	0.752	0.573	0.393	0.284	0.239	0.514	0.535	0.473	0.472
2108-0604	0.207	0.176	0.531	0.702	0.739	0.613	0.464	0.346	0.329	0.527	0.532	0.381	0.462
2108-0605	0.381	0.355	0.973	1.265	1.234	1.002	0.733	0.531	0.470	0.873	0.855	0.687	0.780
2108-0606	0.360	0.232	0.595	0.816	0.658	0.436	0.264	0.194	0.162	0.408	0.590	0.572	0.441
2108-0701	0.152	0.098	0.260	0.348	0.282	0.180	0.107	0.077	0.069	0.164	0.254	0.235	0.186
2108-0702	0.126	0.080	0.203	0.274	0.216	0.137	0.080	0.058	0.051	0.127	0.203	0.192	0.146
2108-0703	0.311	0.180	0.417	0.560	0.405	0.250	0.139	0.106	0.090	0.257	0.444	0.449	0.301
2108-0704	0.083	0.048	0.109	0.144	0.103	0.063	0.035	0.026	0.023	0.065	0.115	0.118	0.078
2108-0705	0.111	0.064	0.145	0.192	0.136	0.083	0.046	0.035	0.030	0.087	0.154	0.158	0.103
2108-0706	0.186	0.114	0.276	0.371	0.282	0.177	0.102	0.075	0.065	0.169	0.282	0.275	0.198
2108-0801	0.193	0.131	0.338	0.479	0.400	0.259	0.154	0.112	0.099	0.224	0.351	0.306	0.254
2108-0802	0.174	0.112	0.282	0.392	0.312	0.199	0.117	0.086	0.075	0.181	0.289	0.269	0.207
2108-0803	0.339	0.204	0.505	0.702	0.538	0.342	0.198	0.148	0.126	0.324	0.530	0.511	0.372
2108-0901	0.303	0.220	0.547	0.864	0.756	0.496	0.302	0.214	0.190	0.387	0.671	0.487	0.453
2108-0902	0.253	0.171	0.437	0.634	0.531	0.329	0.197	0.133	0.119	0.262	0.500	0.382	0.329
2108-0903	0.482	0.323	0.860	1.171	0.989	0.618	0.364	0.254	0.238	0.537	0.866	0.742	0.620
2108-0904	0.246	0.175	0.444	0.687	0.613	0.410	0.244	0.177	0.159	0.330	0.525	0.404	0.368
2108-1001	0.397	0.242	0.639	0.760	0.620	0.343	0.184	0.116	0.127	0.342	0.606	0.574	0.413
2108-1002	0.223	0.133	0.341	0.385	0.311	0.164	0.084	0.051	0.060	0.180	0.316	0.319	0.214
2108-1003	0.451	0.279	0.750	0.918	0.757	0.433	0.239	0.156	0.163	0.418	0.714	0.663	0.495
2108-1101	0.260	0.169	0.472	0.579	0.490	0.291	0.168	0.112	0.115	0.271	0.436	0.396	0.313
2108-1102	0.167	0.122	0.342	0.424	0.373	0.240	0.150	0.102	0.102	0.211	0.307	0.263	0.234
2108-1103	0.208	0.138	0.379	0.482	0.406	0.250	0.148	0.101	0.098	0.227	0.356	0.318	0.259
2108-1200	0.048	0.032	0.087	0.112	0.094	0.059	0.035	0.024	0.023	0.053	0.082	0.074	0.060

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 7.49. Oferta disponible para las tres condiciones hidrológicas en las unidades hidrográficas de nivel III (caudal m<sup>3</sup>/s) – condición Seca**

Código	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
2108-0100	0.008	0.008	0.012	0.030	0.046	0.032	0.026	0.015	0.016	0.050	0.063	0.039	0.029
2108-0201	0.026	0.035	0.053	0.147	0.190	0.171	0.137	0.081	0.084	0.200	0.249	0.138	0.126

Código	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
2108-0202	0.043	0.067	0.101	0.279	0.321	0.280	0.216	0.125	0.129	0.317	0.390	0.218	0.207
2108-0203	0.038	0.056	0.085	0.233	0.280	0.235	0.183	0.105	0.111	0.287	0.348	0.198	0.180
2108-0204	0.051	0.065	0.100	0.252	0.333	0.259	0.207	0.116	0.128	0.361	0.433	0.259	0.214
2108-0205	0.054	0.060	0.099	0.137	0.269	0.170	0.158	0.078	0.107	0.380	0.430	0.286	0.186
2108-0301	0.043	0.047	0.065	0.182	0.253	0.178	0.138	0.078	0.083	0.252	0.326	0.199	0.154
2108-0302	0.039	0.055	0.084	0.227	0.254	0.204	0.153	0.086	0.091	0.252	0.311	0.183	0.162
2108-0303	0.216	0.386	0.594	1.682	1.416	1.223	0.855	0.472	0.488	1.265	1.593	0.893	0.923
2108-0304	0.120	0.351	0.462	1.166	1.053	0.915	0.698	0.396	0.444	0.864	1.053	0.519	0.670
2108-0305	0.112	0.391	0.485	1.116	0.925	0.800	0.695	0.356	0.467	0.738	0.965	0.485	0.628
2108-0401	0.070	0.077	0.100	0.327	0.399	0.271	0.187	0.113	0.104	0.314	0.476	0.294	0.228
2108-0402	0.047	0.074	0.111	0.316	0.345	0.278	0.208	0.125	0.122	0.290	0.378	0.213	0.209
2108-0403	0.174	0.531	0.792	1.693	1.630	1.365	0.976	0.642	0.751	1.367	1.499	0.607	1.002
2108-0404	0.246	0.585	0.875	2.106	2.070	1.791	1.383	0.851	0.892	1.694	2.044	1.009	1.295
2108-0405	0.062	0.096	0.150	0.409	0.464	0.382	0.291	0.183	0.172	0.383	0.495	0.278	0.280
2108-0501	0.054	0.073	0.114	0.306	0.408	0.340	0.260	0.171	0.152	0.362	0.476	0.269	0.249
2108-0502	0.051	0.076	0.132	0.368	0.464	0.402	0.318	0.216	0.191	0.382	0.473	0.256	0.277
2108-0503	0.049	0.075	0.153	0.431	0.600	0.545	0.447	0.319	0.272	0.498	0.587	0.304	0.357
2108-0504	0.063	0.101	0.210	0.573	0.732	0.690	0.572	0.422	0.359	0.573	0.662	0.329	0.440
2108-0505	0.017	0.023	0.086	0.252	0.365	0.386	0.340	0.278	0.223	0.277	0.292	0.123	0.222
2108-0601	0.041	0.062	0.089	0.207	0.300	0.267	0.203	0.135	0.121	0.306	0.395	0.219	0.195
2108-0602	0.062	0.094	0.180	0.402	0.599	0.518	0.421	0.281	0.246	0.570	0.729	0.403	0.375
2108-0603	0.047	0.077	0.178	0.387	0.597	0.494	0.412	0.284	0.238	0.477	0.601	0.343	0.345
2108-0604	0.027	0.045	0.136	0.390	0.582	0.575	0.496	0.386	0.315	0.447	0.485	0.227	0.343
2108-0605	0.067	0.132	0.295	0.688	1.058	0.917	0.762	0.565	0.454	0.735	0.868	0.492	0.586
2108-0606	0.066	0.108	0.141	0.262	0.412	0.386	0.290	0.193	0.178	0.493	0.644	0.362	0.295
2108-0701	0.031	0.045	0.055	0.124	0.182	0.165	0.120	0.080	0.073	0.203	0.266	0.150	0.125
2108-0702	0.025	0.039	0.043	0.088	0.133	0.127	0.090	0.061	0.056	0.162	0.212	0.120	0.096
2108-0703	0.057	0.107	0.089	0.124	0.213	0.240	0.159	0.113	0.109	0.355	0.460	0.268	0.191
2108-0704	0.015	0.029	0.024	0.031	0.053	0.061	0.040	0.028	0.027	0.091	0.120	0.070	0.049
2108-0705	0.021	0.039	0.032	0.041	0.070	0.081	0.053	0.038	0.036	0.122	0.160	0.094	0.065
2108-0706	0.036	0.061	0.059	0.104	0.164	0.167	0.115	0.079	0.074	0.224	0.293	0.170	0.129
2108-0801	0.040	0.051	0.070	0.172	0.247	0.229	0.171	0.112	0.108	0.282	0.365	0.199	0.170
2108-0802	0.035	0.052	0.059	0.122	0.185	0.182	0.130	0.088	0.083	0.233	0.302	0.168	0.137
2108-0803	0.063	0.107	0.106	0.185	0.301	0.316	0.220	0.153	0.146	0.430	0.551	0.313	0.241
2108-0901	0.067	0.064	0.109	0.298	0.441	0.378	0.320	0.195	0.212	0.530	0.644	0.365	0.302
2108-0902	0.059	0.060	0.088	0.230	0.346	0.255	0.207	0.120	0.130	0.380	0.474	0.282	0.219
2108-0903	0.110	0.121	0.171	0.493	0.674	0.547	0.406	0.256	0.245	0.666	0.898	0.511	0.425
2108-0904	0.055	0.048	0.089	0.268	0.370	0.335	0.265	0.171	0.176	0.416	0.534	0.285	0.251
2108-1001	0.102	0.104	0.123	0.417	0.527	0.324	0.215	0.127	0.117	0.406	0.655	0.416	0.294

Código	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
2108-1002	0.058	0.058	0.066	0.231	0.284	0.162	0.102	0.060	0.053	0.202	0.353	0.230	0.155
2108-1003	0.113	0.116	0.143	0.477	0.612	0.406	0.277	0.168	0.154	0.494	0.766	0.475	0.350
2108-1101	0.065	0.071	0.094	0.306	0.388	0.272	0.192	0.118	0.107	0.311	0.464	0.281	0.222
2108-1102	0.040	0.051	0.078	0.223	0.279	0.221	0.166	0.107	0.096	0.233	0.315	0.183	0.166
2108-1103	0.048	0.057	0.077	0.225	0.300	0.231	0.167	0.106	0.096	0.267	0.374	0.220	0.181
2108-1200	0.011	0.014	0.018	0.049	0.066	0.054	0.039	0.025	0.023	0.063	0.086	0.050	0.041

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 7.50. Oferta disponible para las tres condiciones hidrológicas en las unidades hidrográficas de nivel III (caudal m<sup>3</sup>/s) – condición Húmeda**

Código	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
2108-0100	0.07	0.06	0.12	0.13	0.14	0.06	0.05	0.02	0.03	0.05	0.10	0.09	0.08
2108-0201	0.22	0.25	0.46	0.58	0.62	0.27	0.22	0.12	0.16	0.23	0.38	0.32	0.32
2108-0202	0.36	0.41	0.75	0.91	0.94	0.43	0.33	0.19	0.25	0.35	0.58	0.49	0.50
2108-0203	0.34	0.37	0.68	0.81	0.85	0.38	0.30	0.17	0.22	0.32	0.52	0.45	0.45
2108-0204	0.46	0.47	0.85	0.99	1.05	0.45	0.37	0.19	0.25	0.39	0.66	0.57	0.56
2108-0205	0.52	0.46	0.85	0.90	0.99	0.38	0.35	0.15	0.20	0.38	0.66	0.57	0.53
2108-0301	0.37	0.34	0.60	0.66	0.74	0.31	0.25	0.12	0.17	0.27	0.51	0.45	0.40
2108-0302	0.32	0.34	0.61	0.70	0.72	0.32	0.25	0.14	0.19	0.27	0.46	0.41	0.39
2108-0303	1.49	1.82	3.06	3.70	3.45	1.65	1.23	0.80	1.02	1.41	2.22	2.01	1.99
2108-0304	0.81	1.13	1.91	2.75	2.24	1.27	0.83	0.64	0.75	1.05	1.32	1.18	1.32
2108-0305	0.82	1.16	1.70	2.86	2.12	1.09	0.75	0.58	0.64	1.05	1.25	1.19	1.27
2108-0401	0.53	0.45	0.74	0.81	0.95	0.41	0.32	0.15	0.24	0.34	0.76	0.67	0.53
2108-0402	0.37	0.40	0.67	0.83	0.84	0.40	0.30	0.18	0.23	0.32	0.56	0.49	0.47
2108-0403	1.06	1.41	2.50	4.18	3.04	1.80	1.35	1.11	1.26	1.81	1.89	1.62	1.92
2108-0404	1.70	2.22	3.65	5.28	4.50	2.42	1.78	1.26	1.47	2.07	2.76	2.41	2.63
2108-0405	0.47	0.52	0.86	1.08	1.09	0.54	0.41	0.24	0.31	0.43	0.73	0.63	0.61
2108-0501	0.45	0.47	0.78	0.91	1.01	0.51	0.39	0.21	0.27	0.38	0.72	0.60	0.56
2108-0502	0.42	0.47	0.80	1.03	1.08	0.57	0.44	0.26	0.32	0.42	0.70	0.57	0.59
2108-0503	0.48	0.56	0.96	1.30	1.40	0.77	0.62	0.37	0.42	0.54	0.87	0.66	0.75
2108-0504	0.52	0.63	1.07	1.56	1.57	0.90	0.74	0.47	0.52	0.64	0.95	0.73	0.86
2108-0505	0.17	0.23	0.40	0.70	0.73	0.47	0.41	0.27	0.28	0.31	0.41	0.27	0.39
2108-0601	0.35	0.38	0.63	0.69	0.78	0.41	0.32	0.16	0.20	0.31	0.58	0.48	0.44
2108-0602	0.60	0.69	1.16	1.32	1.50	0.80	0.64	0.35	0.40	0.57	1.03	0.84	0.82
2108-0603	0.50	0.58	0.96	1.20	1.33	0.73	0.60	0.35	0.39	0.49	0.83	0.65	0.72
2108-0604	0.33	0.41	0.74	1.16	1.24	0.75	0.64	0.41	0.43	0.49	0.70	0.48	0.65
2108-0605	0.73	0.84	1.40	1.98	2.11	1.24	1.02	0.64	0.70	0.81	1.24	0.90	1.13
2108-0606	0.53	0.61	0.98	0.95	1.11	0.61	0.48	0.23	0.28	0.47	0.91	0.78	0.66
2108-0701	0.24	0.25	0.42	0.42	0.49	0.26	0.20	0.09	0.13	0.20	0.40	0.34	0.29
2108-0702	0.19	0.20	0.32	0.31	0.37	0.20	0.15	0.07	0.09	0.16	0.31	0.27	0.22

Código	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
2108-0703	0.38	0.42	0.63	0.50	0.61	0.38	0.28	0.11	0.16	0.33	0.66	0.58	0.42
2108-0704	0.10	0.11	0.16	0.12	0.15	0.10	0.07	0.03	0.04	0.09	0.17	0.15	0.11
2108-0705	0.13	0.15	0.21	0.16	0.20	0.13	0.09	0.03	0.05	0.11	0.23	0.20	0.14
2108-0706	0.25	0.28	0.43	0.39	0.46	0.26	0.20	0.08	0.12	0.22	0.43	0.37	0.29
2108-0801	0.32	0.35	0.60	0.65	0.76	0.36	0.29	0.14	0.19	0.29	0.57	0.47	0.42
2108-0802	0.26	0.29	0.47	0.46	0.55	0.29	0.22	0.10	0.14	0.23	0.45	0.38	0.32
2108-0803	0.46	0.51	0.81	0.74	0.89	0.50	0.39	0.16	0.23	0.42	0.81	0.69	0.55
2108-0901	0.63	0.64	1.20	1.48	1.69	0.67	0.60	0.29	0.40	0.60	1.08	0.86	0.84
2108-0902	0.52	0.49	0.88	0.99	1.13	0.46	0.39	0.18	0.26	0.41	0.76	0.65	0.59
2108-0903	0.90	0.87	1.49	1.66	1.94	0.86	0.70	0.34	0.48	0.70	1.44	1.21	1.05
2108-0904	0.48	0.51	0.92	1.14	1.35	0.54	0.48	0.24	0.33	0.48	0.91	0.71	0.67
2108-1001	0.77	0.60	0.97	0.98	1.22	0.51	0.39	0.17	0.29	0.43	1.06	0.95	0.70
2108-1002	0.42	0.31	0.48	0.47	0.61	0.25	0.19	0.08	0.15	0.21	0.58	0.52	0.36
2108-1003	0.87	0.71	1.16	1.21	1.48	0.64	0.49	0.22	0.36	0.52	1.24	1.09	0.83
2108-1101	0.50	0.44	0.72	0.79	0.93	0.42	0.32	0.15	0.24	0.33	0.74	0.64	0.52
2108-1102	0.31	0.31	0.52	0.61	0.67	0.33	0.25	0.14	0.18	0.25	0.48	0.41	0.37
2108-1103	0.38	0.36	0.60	0.65	0.76	0.35	0.27	0.13	0.19	0.28	0.58	0.50	0.42
2108-1200	0.08	0.08	0.14	0.15	0.17	0.08	0.06	0.03	0.04	0.06	0.13	0.11	0.10

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 7.51. Oferta disponible para las tres condiciones hidrológicas en las microcuencas abastecedoras (caudal m<sup>3</sup>/s) – Condición Media**

Municipio	Fuente	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Íquira	Qda Grande o Río Ibirco	0.11	0.09	0.25	0.30	0.27	0.18	0.12	0.08	0.09	0.16	0.21	0.17	0.17
Teruel	Río Pedernal	0.15	0.18	0.47	0.51	0.47	0.29	0.18	0.12	0.16	0.28	0.30	0.26	0.28
Yaguará	San Francisco	0.82	0.82	2.35	2.58	2.43	1.64	1.10	0.72	0.87	1.50	1.70	1.35	1.49
	Río Pedernal	1.89	1.76	5.47	6.23	5.72	3.69	2.39	1.56	1.94	3.55	4.18	3.23	3.47
Valencia de la Paz - Íquira	Quebrada El Chocho	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
Pacarní - Tesalia	Quebrada de Palmito	0.03	0.02	0.07	0.09	0.10	0.09	0.07	0.05	0.05	0.08	0.08	0.05	0.064

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



**Tabla 7.52. Oferta disponible para las tres condiciones hidrológicas en las microcuencas abastecedoras (caudal m<sup>3</sup>/s) – Condición Seca**

Municipio	Fuente	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Íquira	Qda Grande o Río Ibirco	0.03	0.05	0.07	0.18	0.20	0.17	0.13	0.08	0.08	0.16	0.21	0.12	0.12
Teruel	Río Pederal	0.05	0.14	0.17	0.37	0.34	0.29	0.21	0.12	0.13	0.27	0.35	0.18	0.22
Yaguará	San Francisco	0.23	0.54	0.79	1.80	1.75	1.50	1.14	0.71	0.74	1.42	1.74	0.87	1.10
	Río Pederal	0.52	1.23	1.69	4.37	3.90	3.32	2.54	1.39	1.57	3.37	4.25	2.28	2.54
Valencia de la Paz - Íquira	Quebrada El Chocho	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01
Pacarní - Tesalia	Quebrada de Palmito	0.00	0.00	0.02	0.05	0.08	0.09	0.08	0.06	0.05	0.06	0.06	0.03	0.05

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 7.53. Oferta disponible para las tres condiciones hidrológicas en las microcuencas abastecedoras (caudal m<sup>3</sup>/s) – Condición Húmeda**

Municipio	Fuente	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Íquira	Qda Grande o Río Ibirco	0.20	0.23	0.36	0.47	0.46	0.23	0.18	0.11	0.13	0.18	0.31	0.26	0.26
Teruel	Río Pederal	0.27	0.37	0.60	0.81	0.64	0.39	0.24	0.18	0.22	0.32	0.42	0.38	0.40
Yaguará	San Francisco	1.47	1.91	3.06	4.38	3.67	1.99	1.46	1.04	1.21	1.74	2.33	2.05	2.19
	Río Pederal	3.80	4.79	7.89	10.67	9.27	4.63	3.32	2.27	2.76	4.05	5.76	5.24	5.37
Valencia de la Paz - Íquira	Quebrada El Chocho	0.02	0.02	0.04	0.05	0.05	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.03
Pacarní - Tesalia	Quebrada de Palmito	0.04	0.05	0.08	0.15	0.16	0.10	0.09	0.06	0.06	0.07	0.09	0.06	0.08

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

## 7.6. Demanda hídrica

Conforme a lo estipulado en el Estudio Nacional del Agua 2022, la demanda hídrica “se entiende como la estimación de la extracción de agua del sistema para ser usado como parte de las actividades productivas, desde el punto de vista económico, y para el uso doméstico. También se entiende a partir de la competencia por el uso que hacen los sectores y, por lo tanto, se asume como la no disponibilidad de agua para otras actividades antrópicas y los ecosistemas en un territorio y por un periodo de tiempo”.

### 7.6.1. Metodología

Los parámetros y lineamientos temáticos para la estimación de la demanda hídrica superficial para la cuenca del Río Yaguará son desarrollados de acuerdo con lo establecidos por el IDEAM en el Estudio Nacional del Agua 2022. Los requerimientos de agua por tipo de usos como los usuarios de la cuenca, en conjunto con diferentes estudios realizados previamente en la jurisdicción de Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM, en el marco del proyecto de formulación del POMCA.

La estimación de la demanda hídrica superficial se realiza a partir de los datos estadísticos de diferentes entidades gubernamentales como el ICA, IDEAM, DANE, proyectados para el año 2023, de acuerdo con las tendencias económicas y sociales identificadas por cada una de ellas, junto con los procedimientos y resoluciones actuales para los módulos de consumo doméstico (RAS – 2017), y los estimados por la Corporación. Es de anotar que, dado que existe un gran porcentaje de usuarios que a la fecha no cuentan con permiso de concesión. (Ver Anexo 3.)

La estimación de la demanda de agua tiene como propósito determinar el comportamiento que los diferentes sectores socioeconómicos establecidos en una determinada zona de estudio. Su importancia recae específicamente en su distribución y proporción de la oferta disponible. La presión ejercida por cada uno de los sectores y su tendencia o proyección futura en la evaluación del crecimiento económico y social, son una base importante para que las autoridades ambientales, tomen las medidas que consideren necesarias para la protección de la oferta hídrica.

La presión ejercida de todos los sectores sobre oferta hídrica guarda una estrecha relación en la evaluación de la vulnerabilidad hídrica, para mantener una buena gestión del agua, y generar alternativas enfocadas en la protección, y preservación en la disponibilidad y oferta futura del recurso.

La demanda hídrica, se planteó de acuerdo con el cálculo de las presiones ejercidas a nivel de las subcuencas establecidas, considerando los sectores socioeconómicos extractivos encontrados durante el censo y aplicando la metodología propuesta por el IDEAM, en el Estudio Nacional del Agua (Ideam, 2022).

#### 7.6.1.1. Demanda Hídrica Total

Definida como la suma de los volúmenes de agua que los sectores socioeconómicos de forma directa o indirecta realizan del recurso. La suma de la demanda por sector comprende, el consumo de agua básico para la alimentación y desarrollo de las actividades normales de una población; la demanda agrícola como el consumo de agua mínimo requerido para el crecimiento, germinación y cosecha de una determinada plantación, la demanda pecuaria referida al consumo de un animal según su etapa productiva (cría, levante y terminación) y la demanda industrial como la extracción del recurso en la fabricación de productos.

La expresión del cálculo matemático utilizado por los sectores socioeconómicos presentes en cada una de las subcuencas se representa con la siguiente formula.

$$DT = DUD + DUP + DUA$$

Donde:

$DT$  = Demanda Total de agua.

$DUD$  = Demanda de Agua para Uso Doméstico.

$DUP$  = Demanda de Agua para Uso Pecuario.

$DUA$  = Demanda de agua para el sector agrícola.

$DUA$  = Demanda de agua para el sector Industrial.

#### 7.6.1.2. Módulos de consumo

La estimación de la demanda se realizó teniendo en cuenta los módulos de consumo adoptados por la Corporación en su jurisdicción.

##### 7.6.1.2.1. Módulos de Consumo Uso doméstico

Los módulos de consumo hídrico en el sector doméstico, se consideró la última resolución del Reglamento Técnico – RAS, para el año 2017 con una dotación máxima neta, en un clima cálido por debajo de los 1000 msnm.

**Tabla 7.54. Dotación Máxima neta para poblaciones con clima cálido**

Altura promedio sobre el nivel del mar de la zona atendida	Dotación máxima neta para las poblaciones con clima cálido (l/hab/día)
>2000 m.s.n.m	120
1000 – 2000 m.s.n.m	130
<1000 m.s.n.m	140

Fuente: Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS (2017).

##### 7.6.1.2.2. Módulos de Consumo Agrícola

Para la estimación del módulo agrícola se realizó la priorización de los cultivos más relevantes del área de estudio con información generada por la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM.

Para esta fase, se realizó la investigación de los cultivos, verificando las principales producciones por municipio acorde al Anuario Estadístico del Sector Agropecuario del Ministerio de Agricultura y El Censo Nacional Agropecuario realizado por el DANE y la información brindada por las autoridades ambientales, arrojando como resultado los cultivos principales por municipio.

Posteriormente se confrontó la información recopilada, se priorizaron los cultivos más representativos e importantes por el número de hectáreas sembradas y su impacto al recurso hídrico. La siguiente tabla presenta los módulos de consumo por tipo de cultivo, en conformidad con lo establecido por la corporación.

#### 7.6.1.2.3. Módulos de Consumo Uso Pecuario

Para este uso se adoptará según especie y los módulos adoptados en el Estudio Nacional del Agua, en el año 2022.

**Tabla 7.55. Módulo de consumo Uso Avícola.**

Avícola			
Animal	Módulo de consumo en fase de cría, levante y terminación	Módulo de consumo en lugares de manejo y beneficio animal	Módulo de consumo en fase de sacrificio
	(L/día-cabeza)	(L/cabeza-día)	(L/cabeza-día)
Engorde	0.35	20.00	26.00
Levante	0.25	20.00	26.00
Postura	0.25	20.00	26.00
Reproductoras	0.25	20.00	26.00
Traspatio	0.25	20.00	26.00

Nota: 17,3 m<sup>3</sup>/lavado y terminación para lugares de manejo y beneficio ambiental, al no conocer la frecuencia de limpieza de los lugares de alojamiento, ni la relación de animales por dicho módulo, se aplica el módulo de consumo del ENA 2022.

Fuente: ENA, 2022

**Tabla 7.56. Módulo de consumo Uso Porcino.**

Porcino				
Animal	Etapa	Módulo de consumo en fase de cría, levante y terminación empleado	Módulo de consumo en lugares de manejo y beneficio animal	Módulo de consumo en fase de sacrificio
		(L/día-cabeza)	(L/día-cabeza)	(L/cabeza-día)
Cría	Cerdas madres (hembras cría >240 días)	18	10	300
Reemplazo	Cerdas para reposición (hembras reemplazo 120 - 240 días)	18	10	300
Engorde	Cerdos en ceba (ceba 121 - 180 días)	8	10	300
Traspatio	Cerdos traspatio (cerdos de traspatio 2017)	8	10	300
Levante	Cerdos en levante (levante 61 - 120 días)	5	10	300
Precebo	Lechones lactantes y precebo (lechones 1-60 días)	1.8	10	300





Porcino				
Animal	Etapas	Módulo de consumo en fase de cría, levante y terminación empleado	Módulo de consumo en lugares de manejo y beneficio animal	Módulo de consumo en fase de sacrificio
		(L/día-cabeza)	(L/día-cabeza)	(L/cabeza-día)
Reproductores	Reproductores (machos reproductores / reemplazo > 180 días)	16	10	300

Fuente: ENA, 2022

**Tabla 7.57. Módulo de consumo Uso Bovinos.**

Bovinos				
Animal	Módulo de consumo en fase de cría, levante y terminación	Módulo de consumo en fase de cría, levante y terminación empleado	Módulo de consumo en lugares de manejo y beneficio animal	Módulo de consumo en fase de sacrificio
	(L/día-cabeza) <sup>1</sup>	(L/día-cabeza)	(L/cabeza-día)	(L/cabeza-día)
Machos y hembras de 0-12 meses	20-30	25	40	500
Machos y hembras de 12-24 meses	45	45	40	500
Machos y hembras de 24-36 meses	80-110	93	40	500
Mayor de 36 meses	80-115	98	40	500

Fuente: ENA, 2022

De igual manera, se complementó al estudio las fases de manejo y beneficio animal, junto con los módulos de sacrificio, presentados por el Estudio Nacional del Agua en los años 2010 y 2014.

#### **7.6.1.2.4. Módulos de consumo en fases de lugares de manejo, beneficio y sacrificio animal**

Para la estimación de la demanda hídrica se aplicaron los módulos de consumo descritos en el Estudio Nacional del Agua (2014), para las diferentes fases de crecimiento por tipo de animal, como los módulos de consumo por sacrificio y lugares de manejo y beneficio, presentados a continuación

**Tabla 7.58. Módulos de Consumo manejo, beneficio y sacrificio animal**

Tipo de Animal	Módulo de consumo en lugares de manejo y beneficio animal	Módulo de consumo en fase de sacrificio
	(L/cabeza-día)	(L/cabeza-día)
Bovinos	40	500
Porcinos	10	300
Avícola	20	26

Fuente: IDEAM (2014).

## **7.6.2. Demanda hídrica potencial**

### **7.6.2.1. Demanda hídrica potencial para uso doméstico**

El cálculo de la demanda de agua para uso doméstico se establece a partir de la estimación del consumo que un habitante requiere para satisfacer las necesidades fundamentales. El ejercicio planteado coteja diferentes propuestas frente al umbral mínimo de consumo, dado un nivel de bienestar versus la tendencia real de consumo actual de los hogares acorde con la estratificación, el tamaño medio de los hogares, la caracterización climática y la

continuidad del suministro; esta última, en función de la complejidad de los sistemas de abastecimiento.

El volumen calculado de la demanda del sector doméstico se basa en la asignación de la dotación de agua para consumo humano de la Reglamentación Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS (Resolución 0330 de 2017, Artículo 43)

El cálculo del uso del agua en el sector doméstico se aborda desde la definición de dos conceptos:

- 1) el consumo propio o vital de la población (preparación de alimentos, higiene, lavado de ropa y usos en sistemas sanitarios), y el uso en actividades de mantenimiento y aseo en las viviendas, expresado a nivel per cápita en litros/habitante-día.
- 2) el agua extraída no consumida, que se explica mediante el cálculo de las pérdidas en la cadena de conducción y suministro en red. Este último, conforme a los estándares establecidos en el Reglamento Sanitario del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, RAS 2017: 5% por aducción, 5% en plantas de tratamiento, 5% en conducción y pérdidas técnicas conforme al nivel de complejidad del sistema.

La demanda hídrica potencial para el sector doméstico se basa en la asignación en la dotación neta y bruta para consumo humano, tomando en consideración la Reglamentación Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2017.

El cálculo de la demanda de agua para consumo humano se realiza utilizando la siguiente expresión:

$$DUD = \text{Demanda per cápita cabecera municipal} \times \text{número de habitantes en la cabecera municipal} + \text{Demanda per cápita rural} \times \text{número de habitantes rurales.}$$

Con la altura promedio de municipio en el área de influencia, se obtuvo el consumo por habitante mostrado a continuación.

**Tabla 7.59. Dotación doméstica proyectada.**

Cód Dpt o.	Código Municipi pio	Nombre Municipi o	Áre a en km <sup>2</sup>	Departam ento	Ár ea Re al	% Cobert ura	Altitud (m.s.n. m)	Población 2023		Dotación		
								Urbana	Rural	CLIMA	DOTACIÓN NETA L/hab/d ía	DOTACIÓN BRUTA L/hab/d ía
41	41357	ÍQUIRA	2.07 03	HUILA	0.6	27.26%	1400	2623	694 6	TEMPLADO Y FRÍO	130	173.33
41	41357	YAGUARÁ	1.00 49	HUILA	0.9	86.80%	650	6647	136 4	CÁLIDO	140	186.67
41	41357	TESALIA	0.26 53	HUILA	0.3	100.00 %	830	5469	571 8	CÁLIDO	140	186.67

Cód. Dpt o.	Código Municipio	Nombre Municipio	Área en km <sup>2</sup>	Departamento	Área Real	% Cobertura	Altitud (m.s.n.m)	Población 2023		Dotación		
								Urbana	Rural	CLIMA	DOTACIÓN NETA L/hab/día	DOTACIÓN BRUTA L/hab/día
41	41349	HOBO	0.0000	HUILA	0.0	0.00%	594	5781	1783	CÁLIDO	140	186.67
41	41357	TERUEL	0.7807	HUILA	0.8	100.00%	853	4350	3938	CÁLIDO	140	186.67
41	41357	PALERMO	0.0000	HUILA	0.0	0.00%	609	12851	14679	CÁLIDO	140	186.67
41	41357	SANTA MARÍA	0.0000	HUILA	0.0	0.00%	1320	2485	8227	TEMPLADO Y FRÍO	130	173.33
41	41483	NÁTAGA	0.0618	HUILA	0.0	38.41%	1450	2701	4029	TEMPLADO Y FRÍO	130	173.33

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Del análisis de habitantes se identificaron aquellos centros poblacionales que se encuentran por fuera del área de cada una de las microcuencas, para posteriormente calcular según sea el caso el porcentaje de ocupación del municipio dentro de la microcuenca sin tener en cuenta el centro poblacional.

**Tabla 7.60. Cabeceras municipales dentro de las subcuencas.**

Cód. Microcuenca	Microcuenca	Nombre Municipio	Área Municipio km <sup>2</sup>	Departamento	Área Urbana km <sup>2</sup>	% Intersección urbano	Centro Poblado
2108-0205	Q. Aguadulce y otros directos a Embalse Betania	YAGUARÁ	332.915	HUILA	0.87	86.8%	SI
2108-0303	Río Pedernal entre R. La María y Q. La Papayala	TERUEL	471.729	HUILA	0.78	100.0%	SI
2108-0405	Q. Grande	ÍQUIRA	356.516	HUILA	0.11	21.1%	SI
2108-0401	Río Íquira entre R. San Francisco y Q. Grande	ÍQUIRA	356.516	HUILA	0.24	48.5%	SI
2108-0402	Río Íquira entre R. San Francisco y Q. Grande	ÍQUIRA	356.516	HUILA	0.05	10.6%	SI
2108-0504	Qdas. La Damita y El Tote	ÍQUIRA	356.516	HUILA	0.01	1.9%	SI
2108-0503	Río Pacarní entre Qdas. La Damita y de Juancho	TESALIA	367.025	HUILA	0.27	100.0%	SI
2108-0604	Q. La Colorada	NÁTAGA	131.940	HUILA	0.02	38.4%	SI
2108-1102	Q. El Cachingo	ÍQUIRA	356.516	HUILA	0.05	10.9%	SI
2108-1101	R. Yaguará entre Q. El Cachingo y R. Íquira	ÍQUIRA	356.516	HUILA	0.10	19.5%	SI

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



**Tabla 7.61. Cabeceras municipales dentro de las microcuencas abastecedoras.**

Cód. Microcuenca	Microcuenca	Nombre Municipio	Área Municipio km <sup>2</sup>	Departamento	Área Real km <sup>2</sup>	% Intersección urbano	Centro Poblado
2108-0404	Río San Francisco	ÍQUIRA	356.45	HUILA	55.8333		NO
2108-0404	Río San Francisco	TERUEL	471.65	HUILA	0.7681		NO
2108-0304	Río Pedernal hasta Q. La María	ÍQUIRA	356.45	HUILA	0.3484		NO
2108-0304	Río Pedernal hasta Q. La María	PALERMO	883.96	HUILA	0.0344		NO
2108-0304	Río Pedernal hasta Q. La María	SANTA MARÍA	339.31	HUILA	0.0811		NO
2108-0304	Río Pedernal hasta Q. La María	TERUEL	471.65	HUILA	113.6323	100.0%	SI
2108-0304	Río Pedernal hasta Q. La María	YAGUARÁ	332.82	HUILA	12.9085		NO
2108-0402	Río Íquira entre R. San Francisco y Q. Grande	ÍQUIRA	356.45	HUILA	0.7434		NO
2108-0505	Río Pacarní hasta Q. La Damita	NÁTAGA	131.93	HUILA	0.0115		NO
2108-0505	Río Pacarní hasta Q. La Damita	TESALIA	366.96	HUILA	2.3601		NO
	Qda Grande o Río Ibirco	ÍQUIRA	356.45	HUILA	6.8734		NO
2108-0304	Río Pedernal hasta Q. La María	PALERMO	883.96	HUILA	0.0344		NO
	Río Pedernal	PALERMO	883.96	HUILA	0.0375		NO
2108-0304	Río Pedernal hasta Q. La María	SANTA MARÍA	339.31	HUILA	0.0811		NO
	Río Pedernal	SANTA MARÍA	339.31	HUILA	0.1692		NO
	Río Pedernal	TERUEL	471.65	HUILA	9.7614		NO

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### 7.6.2.1.2. Estimación de las pérdidas técnicas

Las pérdidas técnicas corresponden a la diferencia entre el volumen de agua tratada y medida a la salida de la(s) planta(s) potabilizadora(s) y el volumen entregado a la población medido en las acometidas domiciliarias del municipio (Ministerio de Desarrollo Económico, 2000). La tabla a continuación describe las pérdidas máximas admisibles por nivel de complejidad, considerando la Resolución 2320 de 2009 ajustada al Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2017.

De acuerdo con lo estipulado por el RAS, el nivel de complejidad del sistema se encuentra en rangos medio y bajo, con un número de habitantes en la población urbana inferior a 12.500 en la cabecera municipal de los municipios el porcentaje de ocupación de la cuenca en el municipio.

**Tabla 7.62. Pérdidas máximas admisibles de pérdidas técnicas según el RAS.**

Nivel de complejidad del sistema	Pérdidas máximas permisibles
Bajo	25%
Medio	25%
Medio Alto	25%
Alto	20%

Fuente: Res 2320 de 2009 adaptado según Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS (2017).

#### 7.6.2.1.3. Estimación de la dotación bruta

Corresponde a la dotación neta de agua, incluyendo las pérdidas técnicas. Esta fue calculada a partir de la ecuación sugerida por el RAS. "La dotación bruta, es la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante considerando para su cálculo el porcentaje de pérdidas que ocurran en el sistema de acueducto".

$$d_{bruta} = \frac{d_{neta}}{1 - \%p}$$

$d_{neta}$  = Demanda neta de agua, corresponde a la cantidad mínima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante sin considerar las pérdidas que ocurran en el sistema de acueducto.

$\%p$  = Pérdidas técnicas máximas admisibles. El porcentaje de pérdidas técnica máximas admisibles en la ecuación anterior no deberá superar el 25%. Este valor fue modificado por la resolución 2320 de 2009, pasando del 30% a 25%.

#### 7.6.2.1.4. Estimación de la demanda potencial de agua del sector doméstico

Corresponde al caudal medio calculado para la población proyectada, teniendo en cuenta el nivel de complejidad y las condiciones climáticas determinadas a partir de la altura de cada uno de los municipios y su porcentaje de ocupación en las subcuencas.

$$q_{medio} = P * \frac{A_{munc}}{A_{micr}} * d_{bruta}$$

Donde

- $q_{medio}$  = Caudal medio diario en L/día.
- $P$  = Población proyectada a 2023 en escala de la subcuenca, discriminado por área urbana y rural.
- $A_{munc}$  = Área del municipio en la subcuenca.
- $A_{micr}$  = Área de la subcuenca.
- $d_{bruta}$  = Dotación bruta en L/hab-día.

A continuación, se presenta el número de habitantes identificados en la zona de estudio para el año 2023.

**Tabla 7.63. Población por Microcuenca**

Cód. Microcuenca	Microcuenca	Nombre Municipio	% Intersección	Población 2023	
				Urbana	Rural
2108-0100	Desembocadura R. Yaguará	YAGUARÁ	0.7%	0	10
2108-0205	Q. Aguadulce y otros directos a Embalse Betania	YAGUARÁ	5.3%	5770	72
2108-0204	Q. Chichayaco	TERUEL	0.0%	0	1
2108-0204	Q. Chichayaco	YAGUARÁ	5.1%	0	70
2108-0202	Q. El Capote	TERUEL	0.0%	0	1
2108-0202	Q. El Capote	YAGUARÁ	4.4%	0	61
2108-0203	Q. En Medio	TERUEL	0.0%	0	1
2108-0203	Q. En Medio	YAGUARÁ	4.0%	0	56
2108-0201	Q. Las Damas	YAGUARÁ	3.1%	0	42
2108-0302	Q. La Papayala	TERUEL	1.4%	0	57
2108-0302	Q. La Papayala	YAGUARÁ	1.3%	0	19
2108-0305	Río La María	SANTA MARÍA	0.0%	0	2
2108-0305	Río La María	TERUEL	6.4%	0	251
2108-0301	Río Pedernal entre Q. La Papayala y R. Yaguará	ÍQUIRA	0.0%	0	1
2108-0301	Río Pedernal entre Q. La Papayala y R. Yaguará	TERUEL	0.7%	0	27
2108-0301	Río Pedernal entre Q. La Papayala y R. Yaguará	YAGUARÁ	2.6%	0	35
2108-0303	Río Pedernal entre R. La María y Q. La Papayala	ÍQUIRA	0.1%	0	7
2108-0303	Río Pedernal entre R. La María y Q. La Papayala	TERUEL	10.6%	4350	416
2108-0303	Río Pedernal entre R. La María y Q. La Papayala	YAGUARÁ	0.0%	0	1
2108-0304	Río Pedernal hasta Q. La María	PALERMO	0.0%	0	2
2108-0304	Río Pedernal hasta Q. La María	SANTA MARÍA	0.0%	0	5
2108-0304	Río Pedernal hasta Q. La María	TERUEL	7.1%	0	281
2108-0405	Q. Grande	ÍQUIRA	4.6%	553	323
2108-0401	Río Íquira entre Q. Grande y R. Yaguará	ÍQUIRA	3.9%	1272	274
2108-0401	Río Íquira entre Q. Grande y R. Yaguará	TERUEL	0.0%	0	1
2108-0401	Río Íquira entre Q. Grande y R. Yaguará	YAGUARÁ	0.0%	0	1
2108-0402	Río Íquira entre R. San Francisco y Q. Grande	ÍQUIRA	3.5%	278	245
2108-0402	Río Íquira entre R. San Francisco y Q. Grande	TERUEL	0.0%	0	1
2108-0403	Río Íquira hasta R. San Francisco	ÍQUIRA	8.1%	0	560
2108-0403	Río Íquira hasta R. San Francisco	SANTA MARÍA	0.0%	0	2
2108-0403	Río Íquira hasta R. San Francisco	TERUEL	5.4%	0	213
2108-0404	Río San Francisco	ÍQUIRA	19.2%	0	1335
2108-0404	Río San Francisco	TERUEL	0.2%	0	7
2108-0502	Q. de Juancho	ÍQUIRA	2.6%	0	184
2108-0502	Q. de Juancho	TESALIA	2.0%	0	115



Cód. Microcuenca	Microcuenca	Nombre Municipio	% Intersección	Población 2023	
				Urbana	Rural
2108-0501	Q. El Guamal y otros directos a R. Pacarní	ÍQUIRA	1.5%	0	106
2108-0501	Q. El Guamal y otros directos a R. Pacarní	TESALIA	3.0%	0	172
2108-0504	Qdas. La Damita y El Tote	ÍQUIRA	6.7%	49	465
2108-0504	Qdas. La Damita y El Tote	TESALIA	0.0%	0	1
2108-0503	Río Pacarní entre Qdas. La Damita y de Juancho	ÍQUIRA	1.5%	0	107
2108-0503	Río Pacarní entre Qdas. La Damita y de Juancho	TESALIA	4.6%	5470	263
2108-0505	Río Pacarní hasta Q. La Damita	ÍQUIRA	0.8%	0	53
2108-0505	Río Pacarní hasta Q. La Damita	NÁTAGA	0.0%	0	1
2108-0505	Río Pacarní hasta Q. La Damita	TESALIA	2.3%	0	131
2108-0602	Q. Cachimbo y otros directos a R. Yaguaracito	TESALIA	7.3%	0	415
2108-0606	Q. El Carbón	TESALIA	6.1%	0	352
2108-0603	Q. El Dave y otros directos a R. Yaguaracito	NÁTAGA	1.8%	0	71
2108-0603	Q. El Dave y otros directos a R. Yaguaracito	TESALIA	5.4%	0	308
2108-0604	Q. La Colorada	NÁTAGA	0.2%	1038	8
2108-0604	Q. La Colorada	TESALIA	5.2%	0	298
2108-0601	R. Yaguaracito entre Q. El Carbón y R. Yaguará	ÍQUIRA	1.1%	0	80
2108-0601	R. Yaguaracito entre Q. El Carbón y R. Yaguará	TESALIA	2.7%	0	156
2108-0605	Río Yaguaracito hasta Q. La Colorada	NÁTAGA	16.6%	0	668
2108-0605	Río Yaguaracito hasta Q. La Colorada	TESALIA	2.9%	0	164
2108-0706	Q. de Jacobo	ÍQUIRA	1.5%	0	107
2108-0706	Q. de Jacobo	TESALIA	1.2%	0	68
2108-0706	Q. de Jacobo	YAGUARÁ	0.0%	0	1
2108-0702	Q. El Chocho y otros directos a R. Macurí	ÍQUIRA	2.0%	0	143
2108-0702	Q. El Chocho y otros directos a R. Macurí	YAGUARÁ	0.0%	0	1
2108-0705	Q. El Hatillo	TESALIA	1.4%	0	79
2108-0704	Q. El Pilón Grande	TESALIA	1.0%	0	59
2108-0703	Q. Los Linderos y otros directos a R. Macurí	ÍQUIRA	0.3%	0	22
2108-0703	Q. Los Linderos y otros directos a R. Macurí	TESALIA	3.8%	0	215
2108-0701	Q. Seca y otros directos a R. Macurí	ÍQUIRA	2.6%	0	181
2108-0701	Q. Seca y otros directos a R. Macurí	TESALIA	0.0%	0	1
2108-0701	Q. Seca y otros directos a R. Macurí	YAGUARÁ	0.0%	0	1
2108-0803	Q. El Achote y otros directos a Río Magdalena	TESALIA	4.3%	0	249
2108-0803	Q. El Achote y otros directos a Río Magdalena	YAGUARÁ	1.0%	0	15
2108-0802	Q. La Sardina y otros directos a Río Magdalena	ÍQUIRA	0.0%	0	1
2108-0802	Q. La Sardina y otros directos a Río Magdalena	TESALIA	0.0%	0	3
2108-0802	Q. La Sardina y otros directos a Río Magdalena	YAGUARÁ	3.2%	0	45
2108-0801	Q. Las Coloradas y otros directos a Río Magdalena	HOBO	0.1%	0	2



Cód. Microcuenca	Microcuenca	Nombre Municipio	% Intersección	Población 2023	
				Urbana	Rural
2108-0801	Q. Las Coloradas y otros directos a Río Magdalena	YAGUARÁ	4.2%	0	57
2108-0901	Q. El Espinal y otros directos a Embalse Betania	YAGUARÁ	8.7%	0	120
2108-0904	Q. Zanja Larga y otros directos a Embalse Betania	HOBO	0.1%	0	2
2108-0904	Q. Zanja Larga y otros directos a Embalse Betania	YAGUARÁ	7.0%	0	96
2108-0902	Qdas. El Partidero y La Buitrera	YAGUARÁ	5.6%	0	77
2108-0903	Qdas. La Caraguaja y de Chipacá	ÍQUIRA	0.0%	0	2
2108-0903	Qdas. La Caraguaja y de Chipacá	YAGUARÁ	9.8%	0	134
2108-1001	Q. La Garza	ÍQUIRA	0.0%	0	3
2108-1001	Q. La Garza	YAGUARÁ	5.4%	0	75
2108-1003	Q. La Salada	ÍQUIRA	1.0%	0	73
2108-1003	Q. La Salada	YAGUARÁ	5.7%	0	78
2108-1002	R. Yaguará entre R. Íquira y Q. La Garza	ÍQUIRA	1.0%	0	69
2108-1002	R. Yaguará entre R. Íquira y Q. La Garza	YAGUARÁ	1.6%	0	23
2108-1103	Q. de Paredes y otros directos a R. Yaguará	ÍQUIRA	3.4%	0	238
2108-1103	Q. de Paredes y otros directos a R. Yaguará	TESALIA	0.0%	0	2
2108-1103	Q. de Paredes y otros directos a R. Yaguará	YAGUARÁ	0.0%	0	1
2108-1102	Q. El Cachingo	ÍQUIRA	2.9%	288	200
2108-1102	Q. El Cachingo	TESALIA	0.1%	0	4
2108-1101	R. Yaguará entre Q. El Cachingo y R. Íquira	ÍQUIRA	4.0%	512	278
2108-1200	Q. La Chorrera y otros directos a R. Yaguará	ÍQUIRA	0.8%	0	57

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 7.64. Población por Microcuenca abastecedora**

Cód. Microcuenca	Microcuenca	Nombre Municipio	% Intersección	Centro Poblado	POBLACIÓN 2023	
					Urbana	Rural
2108-0404	Río San Francisco	ÍQUIRA	15.7%	NO	0	1089
2108-0404	Río San Francisco	TERUEL	0.2%	NO	0	7
2108-0304	Río Pedernal hasta Q. La María	ÍQUIRA	0.1%	NO	0	7
2108-0304	Río Pedernal hasta Q. La María	PALERMO	0.0%	NO	0	1
2108-0304	Río Pedernal hasta Q. La María	SANTA MARÍA	0.0%	NO	0	2
2108-0304	Río Pedernal hasta Q. La María	TERUEL	24.1%	SI	4350	949
2108-0304	Río Pedernal hasta Q. La María	YAGUARÁ	3.9%	NO	0	53
2108-0402	Río Íquira entre R. San Francisco y Q. Grande	ÍQUIRA	0.2%	NO	0	15
2108-0505	Río Pacarní hasta Q. La Damita	NÁTAGA	0.0%	NO	0	1
2108-0505	Río Pacarní hasta Q. La Damita	TESALIA	0.6%	NO	0	37
	Qda Grande o Río Ibirco	ÍQUIRA	1.9%	NO	0	134

Cód. Microcuenca	Microcuenca	Nombre Municipio	% Intersección	Centro Poblado	POBLACIÓN 2023	
					Urbana	Rural
2108-0304	Río Pedernal hasta Q. La María	PALERMO	0.0%	NO	0	1
	Río Pedernal	PALERMO	0.0%	NO	0	1
2108-0304	Río Pedernal hasta Q. La María	SANTA MARÍA	0.0%	NO	0	2
	Río Pedernal	SANTA MARÍA	0.0%	NO	0	5
	Río Pedernal	TERUEL	2.1%	NO	0	82

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 7.65. Demanda Doméstica**

AH	ZH	SHZ	Subcuenca	Cód. Microcuenca	Nombre Microcuenca	Demanda Doméstica (l/d)	Demanda Doméstica (m³/s)
2	21	2108	Río Yaguará entre R. Pedernal y Embalse Betania	2108-1200	Desembocadura R. Yaguará	1733.3	632.67
2	21	2108	Directos a Embalse Betania Sector Noroccidental	2108-1003	Q. Aguadulce y otros directos a Embalse Betania	1012613.3	369603.87
2	21	2108	Directos a Embalse Betania Sector Noroccidental	2108-1103	Q. Chichayaco	12306.7	4491.93
2	21	2108	Directos a Embalse Betania Sector Noroccidental	2108-1002	Q. El Capote	10746.7	3922.53
2	21	2108	Directos a Embalse Betania Sector Noroccidental	2108-1102	Q. En Medio	9880.0	3606.20
2	21	2108	Directos a Embalse Betania Sector Noroccidental	2108-1101	Q. Las Damas	7280.0	2657.20
2	21	2108	Río Pedernal	2108-0902	Q. La Papayala	13173.3	4808.27
2	21	2108	Río Pedernal	2108-1001	Río La María	43853.3	16006.47
2	21	2108	Río Pedernal	2108-0904	Río Pedernal entre Q. La Papayala y R. Yaguará	10933.3	3990.67
2	21	2108	Río Pedernal	2108-0901	Río Pedernal entre R. La María y Q. La Papayala	827586.7	302069.13
2	21	2108	Río Pedernal	2108-0903	Río Pedernal hasta Q. La María	49946.7	18230.53
2	21	2108	Río Íquira	2108-0802	Q. Grande	163520.0	59684.80
2	21	2108	Río Íquira	2108-0803	Río Íquira entre Q. Grande y R. Yaguará	288933.3	105460.67
2	21	2108	Río Íquira	2108-0701	Río Íquira entre R. San Francisco y Q. Grande	97800.0	35697.00
2	21	2108	Río Íquira	2108-0703	Río Íquira hasta R. San Francisco	141800.0	51757.00
2	21	2108	Río Íquira	2108-0801	Río San Francisco	250413.3	91400.87
2	21	2108	Río Pacarní	2108-0705	Q. de Juancho	54280.0	19812.20
2	21	2108	Río Pacarní	2108-0704	Q. El Guamal y otros directos a R. Pacarní	49600.0	18104.00
2	21	2108	Río Pacarní	2108-0706	Qdas. La Damita y El Tote	96120.0	35083.80
2	21	2108	Río Pacarní	2108-0702	Río Pacarní entre Qdas. La Damita y de Juancho	1013693.3	369998.07
2	21	2108	Río Pacarní	2108-0605	Río Pacarní hasta Q. La Damita	32786.7	11967.13

AH	ZH	SZH	Subcuenca	Cód. Microcuenca	Nombre Microcuenca	Demanda Doméstica (l/d)	Demanda Doméstica (m³/s))
2	21	2108	Río Yaguaracito	2108-0602	Q. Cachimbo y otros directos a R. Yaguaracito	71933.3	26255.67
2	21	2108	Río Yaguaracito	2108-0601	Q. El Carbón	61013.3	22269.87
2	21	2108	Río Yaguaracito	2108-0603	Q. El Dave y otros directos a R. Yaguaracito	66640.0	24323.60
2	21	2108	Río Yaguaracito	2108-0606	Q. La Colorada	246906.7	90120.93
2	21	2108	Río Yaguaracito	2108-0505	R. Yaguaracito entre Q. El Carbón y R. Yaguará	41973.3	15320.27
2	21	2108	Río Yaguaracito	2108-0604	Río Yaguaracito hasta Q. La Colorada	153120.0	55888.80
2	21	2108	Río Macurí	2108-0403	Q. de Jacobo	31933.3	11655.67
2	21	2108	Río Macurí	2108-0504	Q. El Chocho y otros directos a R. Macurí	26866.7	9806.33
2	21	2108	Río Macurí	2108-0404	Q. El Hatillo	13693.3	4998.07
2	21	2108	Río Macurí	2108-0502	Q. El Pilón Grande	10226.7	3732.73
2	21	2108	Río Macurí	2108-0501	Q. Los Linderos y otros directos a R. Macurí	41373.3	15101.27
2	21	2108	Río Macurí	2108-0503	Q. Seca y otros directos a R. Macurí	34133.3	12458.67
2	21	2108	Directos al Río Magdalena entre R. Páez y Embalse Betania	2108-0405	Q. El Achiote y otros directos a Río Magdalena	45760.0	16702.40
2	21	2108	Directos al Río Magdalena entre R. Páez y Embalse Betania	2108-0401	Q. La Sardina y otros directos a Río Magdalena	8506.7	3104.93
2	21	2108	Directos al Río Magdalena entre R. Páez y Embalse Betania	2108-0402	Q. Las Coloradas y otros directos a Río Magdalena	10253.3	3742.47
2	21	2108	Directos al Embalse Betania Sector Suroccidental	2108-0304	Q. El Espinal y otros directos a Embalse Betania	20800.0	7592.00
2	21	2108	Directos al Embalse Betania Sector Suroccidental	2108-0301	Q. Zanja Larga y otros directos a Embalse Betania	17013.3	6209.87
2	21	2108	Directos al Embalse Betania Sector Suroccidental	2108-0305	Qdas. El Partidero y La Buitrera	13346.7	4871.53
2	21	2108	Directos al Embalse Betania Sector Suroccidental	2108-0303	Qdas. La Caraguaja y de Chipacá	23600.0	8614.00
2	21	2108	Directos al Río Yaguará entre R. Íquira y R. Pedernal	2108-0302	Q. La Garza	13560.0	4949.40
2	21	2108	Directos al Río Yaguará entre R. Íquira y R. Pedernal	2108-0203	Q. La Salada	27146.7	9908.53
2	21	2108	Directos al Río Yaguará entre R. Íquira y R. Pedernal	2108-0201	R. Yaguará entre R. Íquira y Q. La Garza	16866.7	6156.33
2	21	2108	Directos al Río Yaguará entre R. Pacarní y R. Íquira	2108-0205	Q. de Paredes y otros directos a R. Yaguará	44946.7	16405.53
2	21	2108	Directos al Río Yaguará entre R. Pacarní y R. Íquira	2108-0204	Q. El Cachingo	91786.7	33502.13
2	21	2108	Directos al Río Yaguará entre R. Pacarní y R. Íquira	2108-0202	R. Yaguará entre Q. El Cachingo y R. Íquira	147466.7	53825.33
2	21	2108	Directos al Río Yaguará entre R. Macurí y R. Pacarní (md)	2108-0100	Q. La Chorrera y otros directos a R. Yaguará	10640.0	3883.60
<b>Total</b>						<b>5,480,506.67</b>	<b>2,000,384.93</b>

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 7.66. Demanda Doméstica para microcuencas abastecedoras**

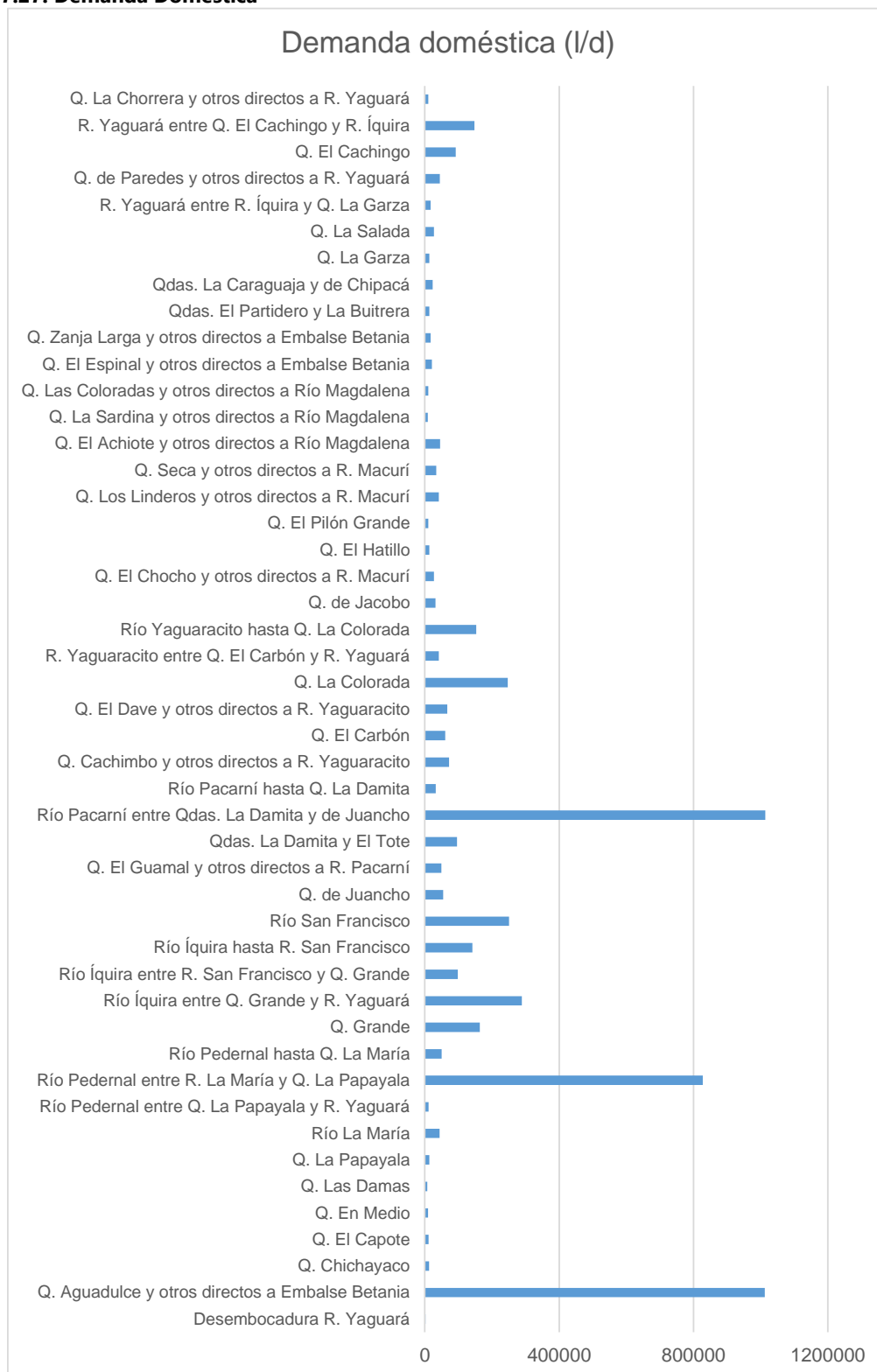
A H	Z H	SZH	Subcuenca	Cód. Microcuenca	Nombre Microcuenca	Demanda Doméstica (l/d)	Demanda Doméstica (m³/año)
2	21	2108	Río Íquira	2108-0404	Río San Francisco	189973.3	69,340.27
2	21	2108	Río Pedernal	2108-0304	Río Pedernal hasta Q. La María	929933.3	339,425.67
2	21	2108	Río Íquira	2108-0402	Río Íquira entre R. San Francisco y Q. Grande	2600.0	949.00
2	21	2108	Río Pacarní	2108-0505	Río Pacarní hasta Q. La Damita	6586.7	2,404.13
2	21	2108	Iquira		Qda Grande o Río Ibirco	23226.7	8,477.73
2	21	2108	Teruel		Río Pedernal	15253.3	5,567.47
<b>Total</b>						<b>1,167,573.33</b>	<b>426,164.27</b>

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

En general, la mayoría de las cuencas presentan consumos pequeños, la baja densidad poblacional y la extensión de los municipios describen un número pequeño de habitantes en la zona, en algunas microcuencas los resultados de presión hídrica tienden a aumentar de manera importante debido a la existencia de algunos centros urbanos Yaguará, Teruel, Íquira, Nátaga y Tesalia. La cuenca del río Yaguará para la demanda doméstica tiene un valor de 63.43 l/s.

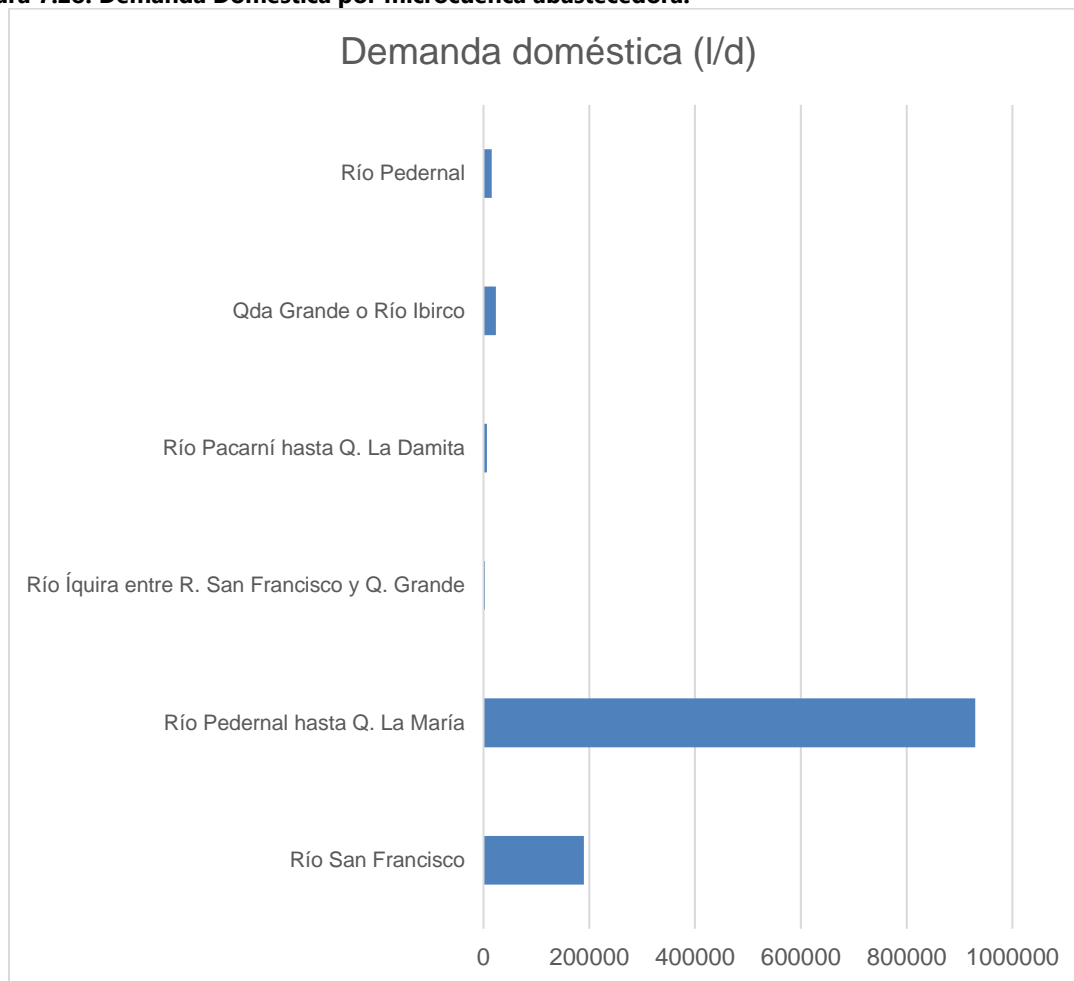


**Figura 7.27. Demanda Doméstica**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 7.28. Demanda Doméstica por microcuenca abastecedora.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### **7.6.2.2. Demanda hídrica potencial para uso agrícola**

La estimación de la demanda agrícola analiza la cantidad mínima de agua requerida para suplir la escasez de humedad en el suelo durante la germinación y crecimiento de un determinado cultivo, su valor está condicionado por el tipo de plantación y su zona climatológica.

El cálculo de la demanda agrícola potencial inicia con la revisión de los datos de las hectáreas y tipo de cultivos de cada uno de los municipios a partir del Censo Nacional Agropecuario realizado en el año 2014 por el DANE, para aproximar el número de hectáreas reales cultivadas en el año 2023, se utilizaron los valores de crecimiento promedio por tipo de cultivo obtenidos del Anuario Estadístico del Sector Agropecuario.

La demanda hídrica por cada tipo de cultivo se asoció a la superficie de las subcuencas y microcuencas, este cálculo se desarrolla mediante la aplicación del mapa de usos del suelo para las tres zonas de estudio, a través del cual se determinan las hectáreas de cultivos,

mostrando así, la relación de las áreas de cultivo del municipio con las áreas de cultivo presentes en las subcuencas.

El cálculo de la demanda en el sector agrícola se acota a partir de dos componentes:

- la estimación del agua extraída con fines agrícolas, mediante la agregación del uso consuntivo y el agua extraída no consumida.
- el valor agregado por consumo de agua en las actividades de postcosecha.

Las siguientes son las unidades de observación para la estimación de la demanda por uso agrícola:

- ✓ Pastos
- ✓ Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
- ✓ Mosaico de cultivos
- ✓ Mosaico de cultivos con espacios naturales
- ✓ Café
- ✓ Mosaico de pastos y cultivos
- ✓ Arroz
- ✓ Piña
- ✓ Maíz
- ✓ Cultivos herbáceos
- ✓ Caña
- ✓ Cítricos
- ✓ Cultivos transitorios
- ✓ Cultivos permanentes arbustivos
- ✓ Cacao
- ✓ Cultivos Agroforestales

La demanda hídrica por cada tipo de cultivo se asoció a la superficie de las subcuencas, este cálculo se desarrolla mediante la aplicación del mapa de usos del suelo de la jurisdicción de CAM a través del cual se determinan las hectáreas de cultivos y pastos, mostrando, la relación de las áreas de cultivo del municipio con las áreas de cultivo presentes en las cuencas.

El cálculo de la demanda de agua para consumo agrícola se realiza con la aplicación de la siguiente expresión:

$$D_{UA} = \left( \frac{(ETP * Kc - P * Ke)}{Kr} \right) * ha$$

- $D_{UA}$  = Demanda agrícola potencial  
 $ETP$  = Evapotranspiración potencial en mm/año  
 $Kc$  = Coeficiente del cultivo (adimensional)  
 $P$  = Precipitación en mm/año

$Ke$  = Coeficiente de escorrentía  
 $Kr$  = Coeficiente de eficiencia de riego  
 $ha$  = Área sembrada en ha

El producto entre  $Kc$  y ETP permite obtener la evapotranspiración del cultivo ( $ETc$ ), la cual corresponde al uso consuntivo de agua demandado por el cultivo. De igual manera a través del producto entre  $Ke$  y  $P$  se estima la Precipitación Efectiva ( $Pe$ ), definida como la fracción de la precipitación que realmente se pone a disposición de la planta.

Cuando el uso consuntivo ( $ETc$ ) es menor que la precipitación efectiva ( $Pe$ ), se asume que no existe necesidad de riego complementario; si por el contrario  $ETc$  es mayor que  $Pe$ , es necesario suplir el déficit de agua con sistemas de riego (IDEAM, 2022).

#### **7.6.2.2.1. Información de los tipos de cultivos**

Las áreas de cultivos se tomaron con base en los mapas de usos del suelo en formato shape, del cual se determina el porcentaje de ocupación de los cultivos y las tierras disponibles para cultivos y pastoreo. Con la información de los tipos de cultivos y la topografía del área de estudio se calcula la pendiente media, de la cual se determinaron los coeficientes de escorrentía asociados a cada microcuenca aplicando la tabla mostrada:



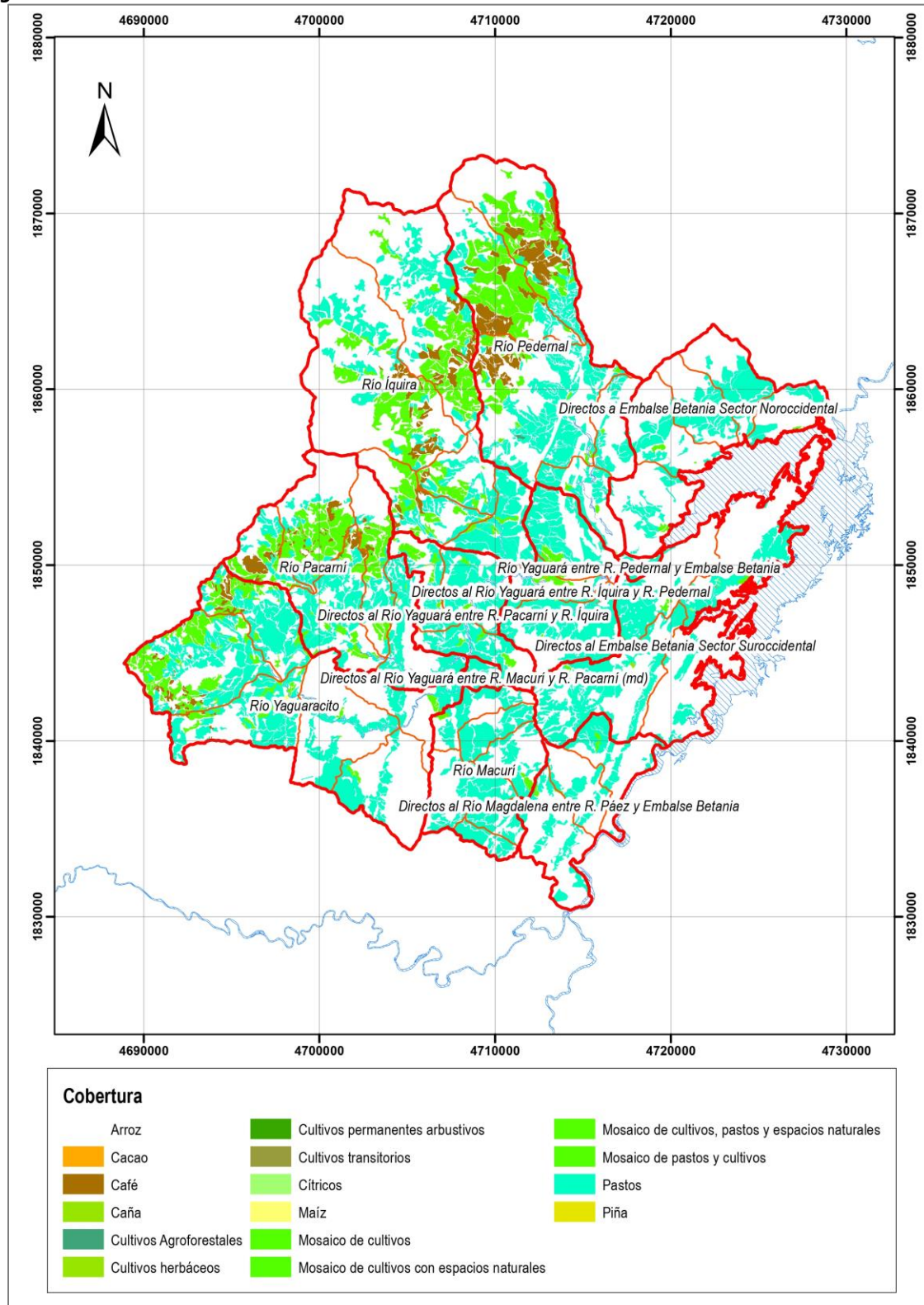
**Tabla 7.67. Coeficientes de escorrentía**

Cobertura Vegetal	Tipo de Suelo	Pendiente del Terreno				
		Pronunciada > 50%	Alta 50- 20%	Media 20- 8%	Suave 8-1%	Despreciable <1%
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos y vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierva y grama	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosques y vegetación densa	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Fuente: Ramírez, Maritza. Hidrología Aplicada. Universidad de los Andes (2003).

Con relación a los coeficientes de cultivo, estos se aplicaron conforme a los coeficientes descritos en Estudio de Riego y drenaje, Evapotranspiración de Cultivo de la FAO, la Resolución 865 de 2004 y el Estudio Nacional del Agua ENA 2010, 2014 y 2022. A continuación, se describen las hectáreas para las coberturas vegetales de cultivos de interés comercial identificadas a partir de las coberturas vegetales.

Figura 7.29. Cultivos en las subcuencas de estudio



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 7.68. Cultivos por Cobertura Vegetal**

Cód. Microcuenca	Nombre Microcuenca	Cultivos por ha															
		Pastos	Mosaico de cultivos, pastos y	Mosaico de cultivos	Mosaico de cultivos con espacios naturales	Café	Mosaico de pastos y cultivos	Arroz	Piña	Maíz	Cultivos herbáceos	Caña	Cítricos	Cultivos transitorios	Cultivos permanentes	Cacao	Cultivos Agroforestales
2108-1200	Desembocadura R. Yaguará	76.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	88.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2108-1003	Q. Aguadulce y otros directos a Embalse Betania	299.3	0.0	0.0	11.2	0.0	11.9	256.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2108-1103	Q. Chichayaco	420.1	0.0	0.0	21.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2108-1002	Q. El Capote	640.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2108-1102	Q. En Medio	607.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2108-1101	Q. Las Damas	273.4	0.0	0.0	17.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2108-0902	Q. La Papayala	315.9	0.0	0.0	3.7	0.0	4.7	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2108-1001	Río La María	421.6	333.5	58.8	728.1	340.1	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2108-0904	Río Pedernal entre Q. La Papayala y R. Yaguará	431.4	0.0	0.0	25.5	0.0	0.0	197.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2108-0901	Río Pedernal entre R. La María y Q. La Papayala	1775.9	45.7	0.0	304.6	312.0	6.9	171.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1	0.0	9.1
2108-0903	Río Pedernal hasta Q. La María	523.7	459.8	150.6	172.2	501.7	14.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2108-0802	Q. Grande	335.3	5.3	18.2	328.5	75.8	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2108-0803	Río Íquira entre Q. Grande y R. Yaguará	1006.5	9.6	0.0	53.0	0.0	0.0	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2108-0701	Río Íquira entre R. San Francisco y Q. Grande	370.3	0.0	2.8	217.4	29.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2108-0703	Río Íquira hasta R. San Francisco	992.4	163.1	9.9	759.5	266.4	36.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2108-0801	Río San Francisco	910.1	91.4	60.4	756.6	292.1	39.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2108-0705	Q. de Juancho	332.0	44.8	2.3	358.1	34.8	11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	0.0	0.0
2108-0704	Q. El Guamal y otros directos a R. Pacarní	756.3	0.0	2.1	6.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2108-0706	Qdas. La Damita y El Tote	313.6	21.0	99.7	622.8	102.3	26.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	0.6	0.0	0.0

2108-0702	Río Pacarní entre Qdas. La Damita y de Juancho	1058.8	18.8	39.3	138.0	60.5	36.2	11.4	0.0	0.0	0.0	3.5	0.0	0.0	4.1	0.0	0.0
2108-0605	Río Pacarní hasta Q. La Damita	245.8	76.8	97.3	95.7	140.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0
2108-0602	Q. Cachimbo y otros directos a R. Yaguaracito	609.4	0.0	1.5	12.5	0.0	0.0	0.0	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2108-0601	Q. El Carbón	524.3	0.0	0.0	23.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2108-0603	Q. El Dave y otros directos a R. Yaguaracito	1089.4	12.2	41.4	129.4	15.2	9.7	33.8	0.0	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2108-0606	Q. La Colorada	943.2	4.6	11.0	302.0	100.3	0.0	70.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	0.0	0.0	0.0
2108-0505	R. Yaguaracito entre Q. El Carbón y R. Yaguará	356.6	0.0	0.0	40.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2108-0604	Río Yaguaracito hasta Q. La Colorada	1174.9	141.1	34.1	615.7	100.5	97.0	18.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2108-0403	Q. de Jacobo	417.8	27.2	0.0	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2108-0504	Q. El Chocho y otros directos a R. Macurí	510.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2108-0404	Q. El Hatillo	331.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2108-0502	Q. El Pilón Grande	267.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2108-0501	Q. Los Linderos y otros directos a R. Macurí	773.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2108-0503	Q. Seca y otros directos a R. Macurí	414.2	0.0	0.0	20.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2108-0405	Q. El Achote y otros directos a Río Magdalena	488.2	12.5	3.0	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2108-0401	Q. La Sardina y otros directos a Río Magdalena	287.0	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2108-0402	Q. Las Coloradas y otros directos a Río Magdalena	492.2	0.0	0.0	19.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2108-0304	Q. El Espinal y otros directos a Embalse Betania	731.8	0.0	0.0	58.2	0.0	0.0	876.3	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	1.4	0.0	0.0	0.0
2108-0301	Q. Zanja Larga y otros directos a Embalse Betania	245.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2108-0305	Qdas. El Partidero y La Buitrera	698.9	0.0	0.0	24.3	0.0	0.0	771.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2108-0303	Qdas. La Caraguaja y de Chipacá	1611.4	13.9	0.0	6.9	0.0	0.0	48.7	0.0	0.0	6.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



2108-0302	Q. La Garza	889.7	0.0	0.0	98.6	0.0	0.0	296.6	0.0	0.0	2.3	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0
2108-0203	Q. La Salada	1402.9	0.0	0.0	5.3	0.0	0.0	66.2	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	2.5	0.0	0.0	0.0
2108-0201	R. Yaguará entre R. Íquira y Q. La Garza	346.0	0.0	0.0	127.2	0.0	0.0	146.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	2.9	2.6	0.0
2108-0205	Q. de Paredes y otros directos a R. Yaguará	598.6	0.0	0.0	55.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2108-0204	Q. El Cachingo	401.7	6.7	0.0	115.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2108-0202	R. Yaguará entre Q. El Cachingo y R. Íquira	921.2	0.1	0.0	41.0	0.0	0.0	43.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2108-0100	Q. La Chorrera y otros directos a R. Yaguará	202.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 7.69. Cultivos por Cobertura Vegetal por microcuenca abastecedora**

Cultivos por ha										
Cód. Microcuenca	Nombre Microcuenca	Pastos	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Mosaico de cultivos	Mosaico de cultivos con espacios naturales	Café	Mosaico de pastos y cultivos	Arroz	Cultivos permanentes arbustivos	Cultivos Agroforestales
2108-0404	Río San Francisco	7,729,181.47	913,818.06	459,219.92	4,954,909.42	1,463,832.64	186,167.98	0.00	0.00	0.00
2108-0304	Río Pedernal hasta Q. La María	34,686,660.06	8,389,758.18	2,094,939.4	12,340,447.40	11,538,467.6	284,314.3	3,749,595.0	50,545.41	90,984.40
2108-0402	Río Íquira entre R. San Francisco y Q. Grande	217,950.24	0.00	0.00	10,693.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2108-0505	Río Pacarní hasta Q. La Damita	69,640.58	0.00	832,165.24	102,480.84	586,368.08	0.00	0.00	0.00	0.00
	Qda Grande o Río Ibirco	442,619.10	0.00	143,777.82	1,855,124.30	148,995.22	0.00	0.00	0.00	0.00
	Río Pedernal	0.00	1,399,406.20	0.00	132,287.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	<b>Total</b>	<b>43,146,051.4</b>	<b>10,702,982.4</b>	<b>3,530,102.4</b>	<b>19,395,942.9</b>	<b>13,737,663.5</b>	<b>470,482.3</b>	<b>3,749,595.1</b>	<b>50,545.4</b>	<b>90,984.4</b>

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

De lo anterior, se observa la predominancia de áreas de pastos limpios, presenta el mayor número de territorios agrícolas, comparado el resto de los cultivos, Así mismo se observa un alto porcentaje de hectáreas de cultivos de arroz.

#### 7.6.2.2.2. Cálculo de la demanda potencial de uso agrícola

A continuación, se presenta, la distribución de la demanda agrícola a nivel de subcuencas.

**Tabla 7.70. Demanda Agrícola por microcuenca**

AH	ZH	SH	Subcuenca	Cód. Microcuenca	Nombre Microcuenca	Demanda Agrícola (m³/año)	Demanda Agrícola (L/día)
2	21	2108	Río Yaguará entre R. Pedernal y Embalse Betania	2108-1200	Desembocadura R. Yaguará	1,588,463.08	4,351,953.64
2	21	2108	Directos a Embalse Betania Sector Noroccidental	2108-1003	Q. Aguadulce y otros directos a Embalse Betania	6,511,106.15	17,838,647.00
2	21	2108	Directos a Embalse Betania Sector Noroccidental	2108-1103	Q. Chichayaco	2,851,245.38	7,811,631.19
2	21	2108	Directos a Embalse Betania Sector Noroccidental	2108-1002	Q. El Capote	3,861,057.69	10,578,240.25
2	21	2108	Directos a Embalse Betania Sector Noroccidental	2108-1102	Q. En Medio	3,930,514.62	10,768,533.19
2	21	2108	Directos a Embalse Betania Sector Noroccidental	2108-1101	Q. Las Damas	2,390,174.62	6,548,423.60
2	21	2108	Río Pedernal	2108-0902	Q. La Papayala	1,813,026.15	4,967,194.94
2	21	2108	Río Pedernal	2108-1001	Río La María	77,208.46	211,530.03
2	21	2108	Río Pedernal	2108-0904	Río Pedernal entre Q. La Papayala y R. Yaguará	4,867,070.00	13,334,438.36
2	21	2108	Río Pedernal	2108-0901	Río Pedernal entre R. La María y Q. La Papayala	6,614,734.62	18,122,560.59
2	21	2108	Río Pedernal	2108-0903	Río Pedernal hasta Q. La María	249,954.62	684,807.17
2	21	2108	Río Íquira	2108-0802	Q. Grande	643,637.69	1,763,390.94
2	21	2108	Río Íquira	2108-0803	Río Íquira entre Q. Grande y R. Yaguará	3,716,045.38	10,180,946.26
2	21	2108	Río Íquira	2108-0701	Río Íquira entre R. San Francisco y Q. Grande	994,949.23	2,725,888.30
2	21	2108	Río Íquira	2108-0703	Río Íquira hasta R. San Francisco	94,430.00	258,712.33
2	21	2108	Río Íquira	2108-0801	Río San Francisco	29,723.08	81,433.09
2	21	2108	Río Pacarní	2108-0705	Q. de Juancho	798,192.31	2,186,828.24
2	21	2108	Río Pacarní	2108-0704	Q. El Guamal y otros directos a R. Pacarní	2,427,473.08	6,650,611.17
2	21	2108	Río Pacarní	2108-0706	Qdas. La Damita y El Tote	135,376.15	370,893.57

AH	ZH	SZH	Subcuenca	Cód. Microcuenca	Nombre Microcuenca	Demanda Agrícola (m³/año)	Demanda Agrícola (L/día)
2	21	2108	Río Pacarní	2108-0702	Río Pacarní entre Qdas. La Damita y de Juancho	2,141,523.08	5,867,186.51
2	21	2108	Río Pacarní	2108-0605	Río Pacarní hasta Q. La Damita	42,634.62	116,807.17
2	21	2108	Río Yaguaracito	2108-0602	Q. Cachimbo y otros directos a R. Yaguaracito	2,873,005.38	7,871,247.63
2	21	2108	Río Yaguaracito	2108-0601	Q. El Carbón	3,247,877.69	8,898,295.05
2	21	2108	Río Yaguaracito	2108-0603	Q. El Dave y otros directos a R. Yaguaracito	3,024,399.23	8,286,025.29
2	21	2108	Río Yaguaracito	2108-0606	Q. La Colorada	1,597,835.38	4,377,631.19
2	21	2108	Río Yaguaracito	2108-0505	R. Yaguaracito entre Q. El Carbón y R. Yaguará	2,062,067.69	5,649,500.53
2	21	2108	Río Yaguaracito	2108-0604	Río Yaguaracito hasta Q. La Colorada	797,965.38	2,186,206.53
2	21	2108	Río Macurí	2108-0403	Q. de Jacobo	1,083,533.85	2,968,585.88
2	21	2108	Río Macurí	2108-0504	Q. El Chocho y otros directos a R. Macurí	1,825,523.08	5,001,433.09
2	21	2108	Río Macurí	2108-0404	Q. El Hatillo	1,242,176.92	3,403,224.45
2	21	2108	Río Macurí	2108-0502	Q. El Pilón Grande	1,108,099.23	3,035,888.30
2	21	2108	Río Macurí	2108-0501	Q. Los Linderos y otros directos a R. Macurí	3,626,888.46	9,936,680.72
2	21	2108	Río Macurí	2108-0503	Q. Seca y otros directos a R. Macurí	1,944,040.00	5,326,136.99
2	21	2108	Directos al Río Magdalena entre R. Páez y Embalse Betania	2108-0405	Q. El Achiote y otros directos a Río Magdalena	2,382,544.62	6,527,519.49
2	21	2108	Directos al Río Magdalena entre R. Páez y Embalse Betania	2108-0401	Q. La Sardina y otros directos a Río Magdalena	1,334,864.62	3,657,163.33
2	21	2108	Directos al Río Magdalena entre R. Páez y Embalse Betania	2108-0402	Q. Las Coloradas y otros directos a Río Magdalena	2,783,376.15	7,625,688.09
2	21	2108	Directos al Embalse Betabia Sector Suroccidental	2108-0304	Q. El Espinal y otros directos a Embalse Betania	22,066,811.54	60,457,017.91
2	21	2108	Directos al Embalse Betabia Sector Suroccidental	2108-0301	Q. Zanja Larga y otros directos a Embalse Betania	2,089,300.77	5,724,111.70
2	21	2108	Directos al Embalse Betabia Sector Suroccidental	2108-0305	Qdas. El Partidero y La Buitrera	17,775,149.23	48,699,038.99
2	21	2108	Directos al Embalse Betabia Sector Suroccidental	2108-0303	Qdas. La Caraguaya y de Chipacá	9,023,086.92	24,720,786.09
2	21	2108	Directos al Río Yaguará entre R. Íquira y R. Pederal	2108-0302	Q. La Garza	8,603,419.23	23,571,011.59
2	21	2108	Directos al Río Yaguará entre R. Íquira y R. Pederal	2108-0203	Q. La Salada	10,584,200.00	28,997,808.22
2	21	2108	Directos al Río Yaguará entre R. Íquira y R. Pederal	2108-0201	R. Yaguará entre R. Íquira y Q. La Garza	4,631,841.54	12,689,976.82
2	21	2108	Directos al Río Yaguará entre R. Pacarní y R. Íquira	2108-0205	Q. de Paredes y otros directos a R. Yaguará	3,056,185.38	8,373,110.64

AH	ZH	SZH	Subcuenca	Cód. Microcuenca	Nombre Microcuenca	Demanda Agrícola (m³/año)	Demanda Agrícola (L/día)
2	21	2108	Directos al Río Yaguará entre R. Pacarní y R. Íquira	2108-0204	Q. El Cachingo	1,419,980.00	3,890,356.16
2	21	2108	Directos al Río Yaguará entre R. Pacarní y R. Íquira	2108-0202	R. Yaguará entre Q. El Cachingo y R. Íquira	4,625,364.62	12,672,231.82
2	21	2108	Directos al Río Yaguará entre R. Macurí y R. Pacarní (md)	2108-0100	Q. La Chorrera y otros directos a R. Yaguará	746,876.15	2,046,236.04
<b>Total</b>						<b>161,334,953.1</b>	<b>442,013,570.1</b>

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

De igual manera, la siguiente figura, esquematiza la presión ejercida en cada una de las subcuencas que hacen parte del estudio.

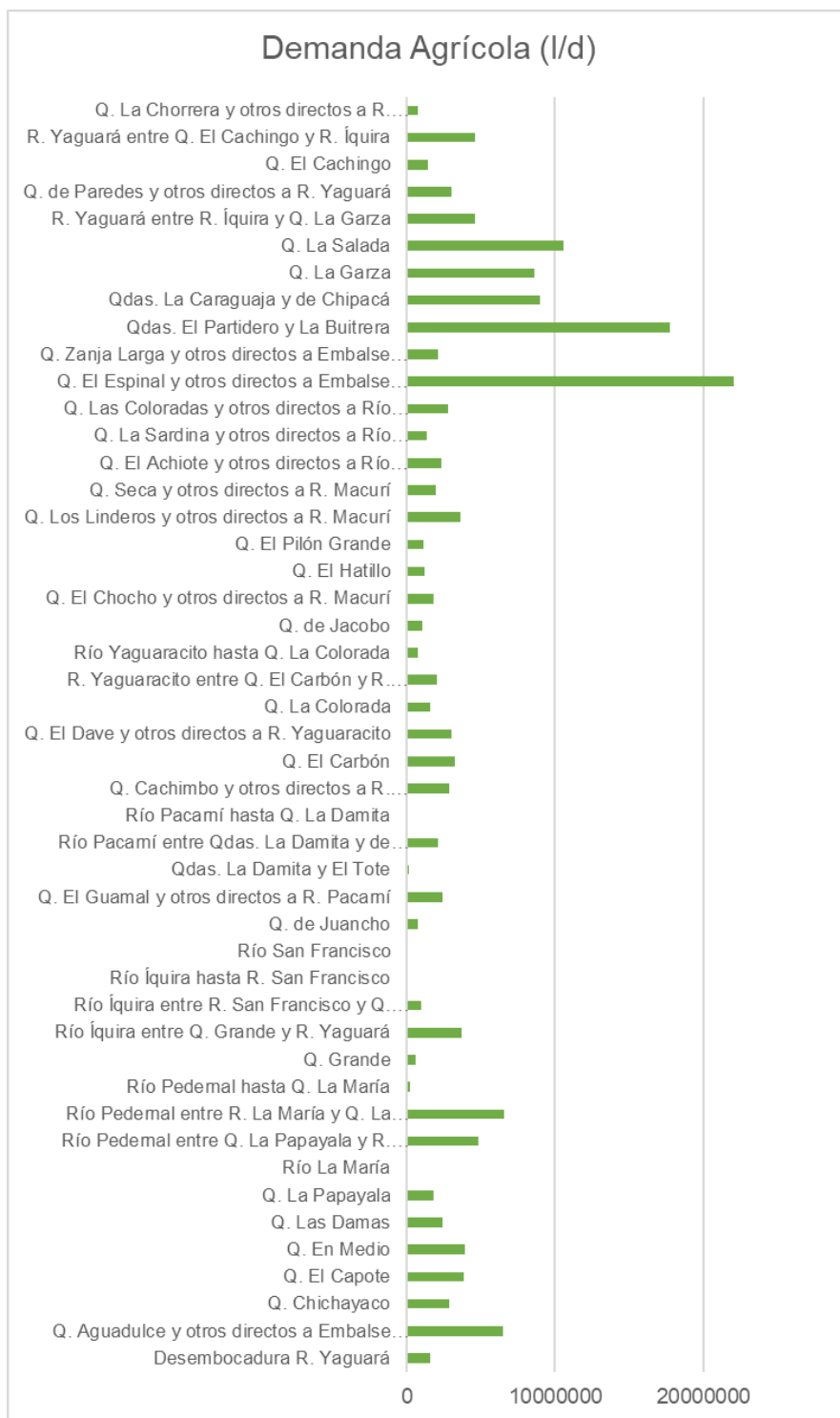
**Tabla 7.71. Demanda Agrícola por microcuenca abastecedora**

AH	ZH	SZH	Subcuenca	Cód. Microcuenca	Nombre Microcuenca	Demanda Agrícola (m³/año)	Demanda Agrícola (L/día)
2	21	2108	Río Íquira	2108-0404	Río San Francisco	11,887.69	32,569.02
2	21	2108	Río Pedernal	2108-0304	Río Pedernal hasta Q. La María	13,621,993.85	37,320,531.09
2	21	2108	Río Íquira	2108-0402	Río Íquira entre R. San Francisco y Q. Grande	872.31	2,389.88
2	21	2108	Río Pacarní	2108-0505	Río Pacarní hasta Q. La Damita	2,720.77	7,454.16
2	21	2108	Íquira		Qda Grande o Río Ibirco	0.00	0.00
2	21	2108	Teruel		Río Pedernal	0.00	0.00
<b>Total</b>						<b>13,637,474.62</b>	<b>37,362,944.15</b>

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

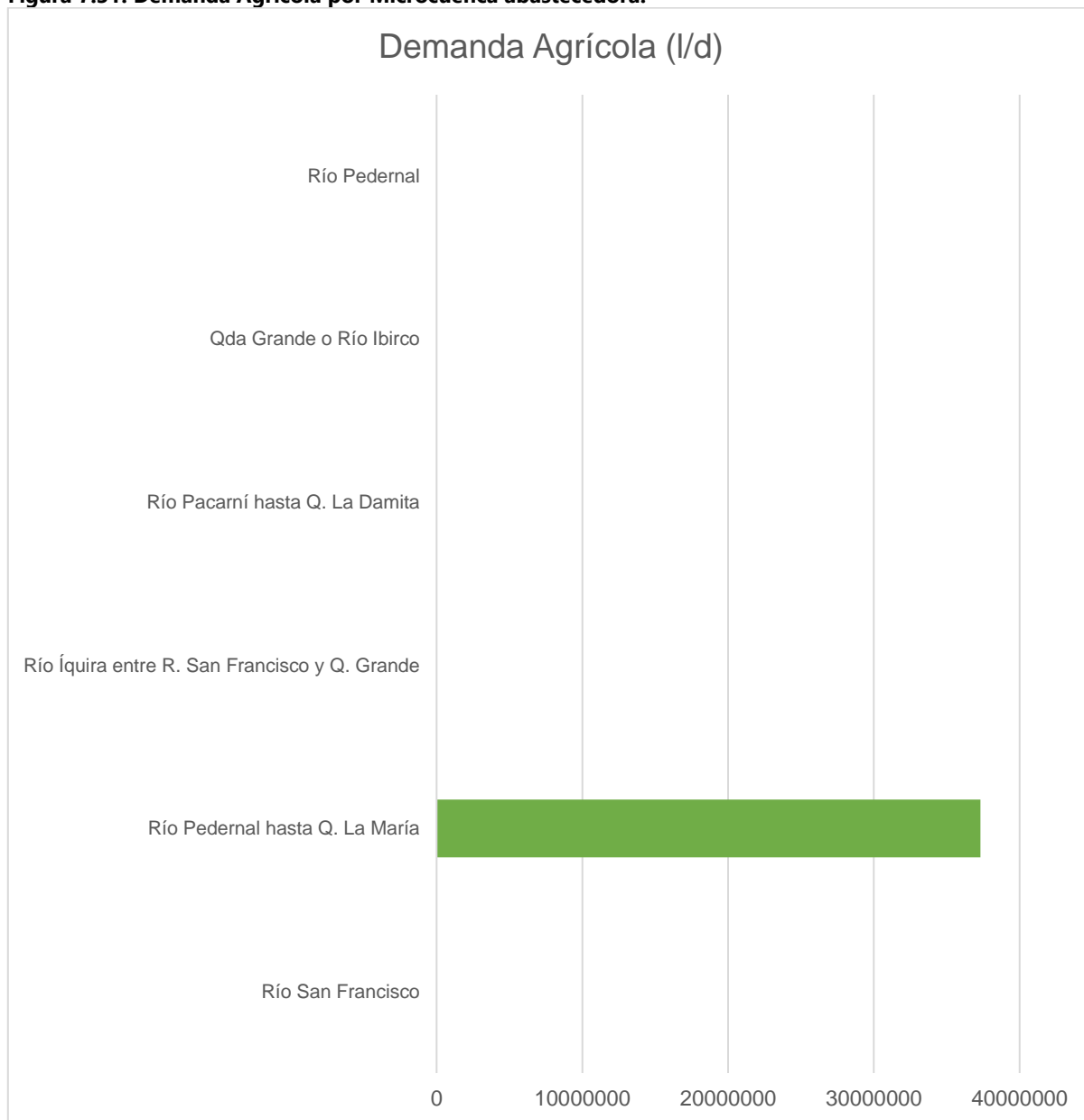


**Figura 7.30. Demanda Agrícola por Microcuenca.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 7.31. Demanda Agrícola por Microcuenca abastecedora.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

### **7.6.2.3. Demanda hídrica potencial para uso pecuario**

La demanda pecuaria potencial es el resultado del agua utilizada para la alimentación en la producción de animales de interés comercial, el consumo de agua por animales incluye dependiendo de su fase productiva los módulos de consumo en las fases de cría, levante, engorde y sacrificio, además del consumo en los lugares de alojamiento y beneficio animal para la población de bovinos, caprinos, ovinos bufalinos, porcinos, equinos y aves.

La estimación de la demanda hídrica pecuaria se define en términos del consumo de agua del hato (l/cabeza-día) y se realiza mediante la adopción de módulos de consumo aplicados diferencialmente en la cadena de producción.

El análisis se inició a partir del número de animales en los sistemas de producción descritos por el Censo Pecuario Nacional del ICA en 2018, donde se incluye el inventario de la población animal (bovina, porcina, equina, ovina y aviar) a nivel municipal. De la misma forma que se calcula la estimación de la demanda agrícola, se hizo el análisis del número de especies a nivel municipal, obteniéndose la densidad de cada animal por la superficie total del municipio. Con esta relación se determinó el número de especies dentro de las subcuencas.

La estimación de la demanda hídrica pecuaria se realizó de acuerdo con la metodología empleada en el Estudio Nacional del Agua del año 2010, 2014 y 2022. El cálculo de la demanda pecuaria potencial para cada uno de los subsectores se realizó mediante la aplicación de la siguiente expresión:

$$Dp = Cv + Cs + Cua$$

Dónde:

- $Dp$  : Demanda pecuaria potencial en m<sup>3</sup>/año  
 $Cv$  : Consumo vital en la fase de cría, levante y terminación en m<sup>3</sup>/año  
 $Cs$  : Consumo en sacrificio en m<sup>3</sup>/año  
 $Cua$  : Consumo en lugares de alojamiento animal en m<sup>3</sup>/año

El consumo pecuario para cada una de las fases de cría, levante, terminación, como el consumo por sacrificio y lugares de alojamiento se calculan de forma individual usando la siguiente fórmula:

$$DUP = \sum_{i=1}^n Vpai * Fca$$

$DUP$  = Demanda de agua para uso pecuario.

$Vpai$  = Volumen de producción según tipo de animal.

$Fca$  = Factor de consumo según producción animal.

La demanda hídrica del sector pecuario por subzonas hidrográficas tiene definido los sectores con mayor número de poblaciones tal como se muestra a continuación:

- ✓ Bovinos
- ✓ Avícola
- ✓ Porcinos
- ✓ Ovinos
- ✓ Equinos
- ✓ Caprinos

✓ Bufalinos

#### 7.6.2.3.1. Subsector Bovino

La estimación de la población bovina inicia utilizando el número de animales por subsector, aplicando las tasas de crecimiento del período (2023), se calcula la población bovina. La tabla a continuación presenta la densidad de la población bovina del municipio.

**Tabla 7.72. Densidad Bovina**

Densidad Bovina (# de Cabezas/km <sup>2</sup> )							
Departamento	Municipio	Área en km <sup>2</sup>	Terneros < 1 año	Hembras y machos 1 - 2 años	Machos y hembras 2 - 3 años	Machos y hembras > 3 años	Total, bovinos
HUILA	HOBO	194.23	6.31	7.33	6.27	11.19	31.10
HUILA	ÍQUIRA	356.52	5.57	3.82	3.67	8.98	22.04
HUILA	NÁTAGA	131.94	4.80	8.25	5.18	9.22	27.44
HUILA	PALERMO	884.27	8.67	6.47	5.37	14.73	35.24
HUILA	SANTA MARÍA	339.38	4.46	5.27	3.97	6.49	20.20
HUILA	TESALIA	367.03	12.16	7.23	8.35	20.05	47.78
HUILA	TERUEL	471.73	2.78	3.31	2.64	4.84	13.57
HUILA	YAGUARÁ	332.92	14.27	8.45	6.07	19.70	48.49

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Para la estimación de la demanda hídrica se aplicaron los módulos de consumo descritos en el Estudio Nacional del Agua (2022), para las diferentes fases de crecimiento por tipo de animal, como los módulos de consumo por sacrificio y lugares de manejo y beneficio.

A partir del área total del departamento se determinó la densidad de cabezas sacrificadas por kilómetro cuadrado.

En cuanto a la demanda hídrica por sacrificio no registrado se aplicó la estimación del 10% con respecto al total departamental del sacrificio formal descrita en el Estudio Nacional del Agua (2014). En total, la demanda hídrica para bovinos en la zona de estudio es de 1,345,677.34 m<sup>3</sup>/ año. La siguiente tabla, presenta el total de los resultados obtenidos donde se describe el resultado la demanda por etapa de crecimiento, lugares de manejo y beneficio animal, como de sacrificio registrado y no registrado.

**Tabla 7.73. Demanda hídrica para Bovinos**

Consumo Bovino por microcuenca (l/d)	
Terneros < 1 año	204,250
Hembras y machos 1 - 2 años	242,325
Machos y hembras 2 - 3 años	441,040
Machos y hembras > 3 años	1,213,875
Total, bovinos	2,101,490

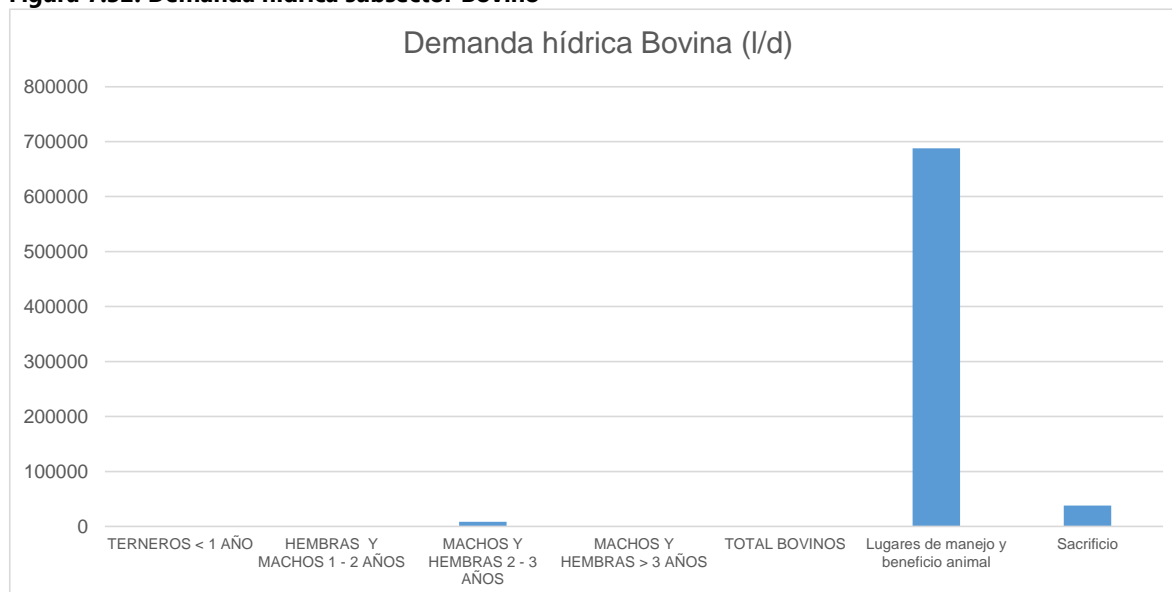


Consumo Bovino por microcuenca (l/d)	
Lugares de manejo y beneficio animal	84,059,600
Sacrificio	6,225,000
<b>Total (l/d)</b>	<b>94,487,580</b>

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Asimismo, se presenta la ilustración de los resultados mostrados previamente.

**Figura 7.32. Demanda hídrica subsector Bovino**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### 7.6.2.3.2. Subsector Porcino

La población porcina, se calculó utilizando la información del Censo Nacional Agropecuario del ICA 2023, con base en el área del departamento de Huila, se estimaron las densidades de la población porcina, como se observa en la siguiente tabla.

**Tabla 7.74. Densidad Porcina**

Densidad Porcina (# de Cabezas/km2)							
Departamento	Municipio	Área en km <sup>2</sup>	Total, cerdos traspatio	Total, porcinos comerciales familiar	Total, porcinos comerciales industrial	Total, porcinos tecnificada	Total, cerdos
HUILA	HOBO	194.23	0.70	1.09	2.72	0.00	4.50
HUILA	ÍQUIRA	356.52	0.17	0.65	2.17	0.00	2.99
HUILA	NÁTAGA	131.94	1.68	3.42	0.00	0.00	5.09
HUILA	PALERMO	884.27	0.47	1.21	2.17	1.38	5.24
HUILA	SANTA MARÍA	339.38	0.28	1.31	1.91	0.00	3.50
HUILA	TESALIA	367.03	0.54	1.23	3.09	8.47	13.33

Densidad Porcina (# de Cabezas/km2)							
Departamento	Municipio	Área en km <sup>2</sup>	Total, cerdos traspatio	Total, porcinos comerciales familiar	Total, porcinos comerciales industrial	Total, porcinos tecnificada	Total, cerdos
HUILA	TERUEL	471.73	0.21	0.98	1.00	8.49	10.68
HUILA	YAGUARÁ	332.92	0.60	1.76	1.55	0.00	3.91

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Para la estimación de la demanda hídrica para porcinos se emplearon los módulos de consumo de agua reportados en el Estudio Nacional del Agua (2022), incluyendo las dotaciones de agua en infraestructura de beneficio y sacrificio.

La demanda hídrica del subsector porcino es de 1.608.956 l/d, la relación por cada una de las etapas de crecimiento, como sacrificio y lugares de beneficio animal, está representada en la siguiente tabla.

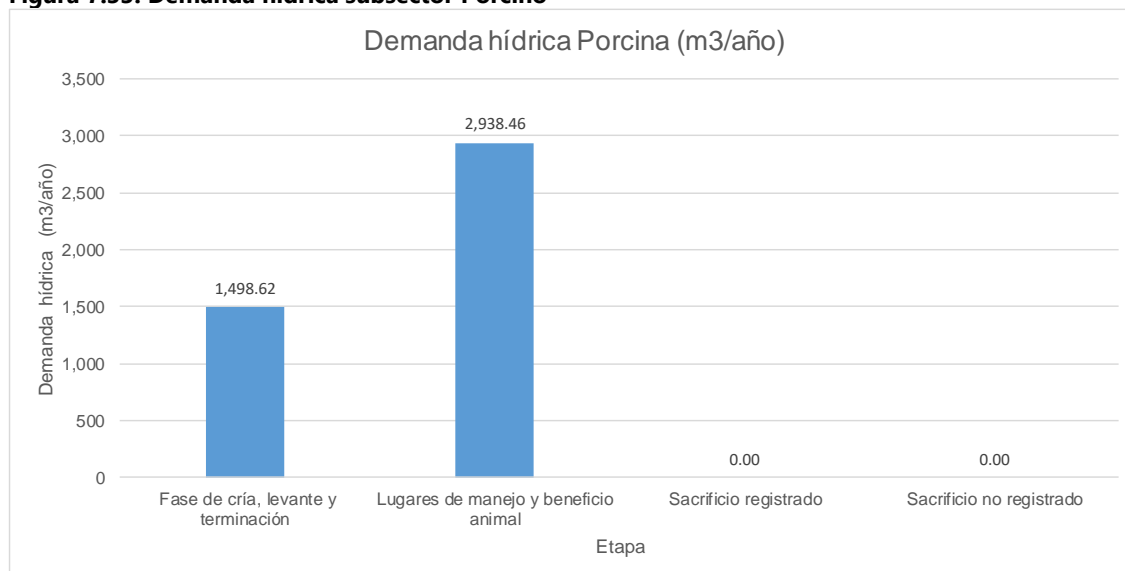
**Tabla 7.75. Demanda hídrica para Porcinos**

Consumo Porcino por microcuenca (l/d)	
TOTAL, CERDOS TRASPATIO	3,536
TOTAL, PORCINOS COMERCIAL FAMILIAR	18,560
TOTAL, PORCINOS COMERCIAL INDUSTRIAL	28,496
TOTAL, PORCINOS TECNIFICADA	47,104
Lugares de manejo y beneficio animal	976,960
Sacrificio	534,300
<b>Total</b>	<b>1,608,956</b>

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

La distribución de la demanda hídrica en las fases de cría, levante, terminación y sacrificio, como la demanda para los lugares de manejo y beneficio animal para el subsector porcino, es ilustrada a continuación:

**Figura 7.33. Demanda hídrica subsector Porcino**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

### 7.6.2.3.3. Subsector Avícola

Con base en el área del departamento del Huila, se estimaron las densidades de la población avícola. En la siguiente tabla se muestra dicha información.

**Tabla 7.76. Densidad Avícola**

Densidad Avícola (# de Cabezas/km <sup>2</sup> )								
Departamento	Municipio	Área en km <sup>2</sup>	Total, aves - capacidad ocupada - engorde	Total, aves - capacidad ocupada - levante	Total, aves - capacidad ocupada - postura	Total, aves - capacidad ocupada - material genético o reproductoras	Total, aves traspatio	Total, aves capacidad ocupada más aves traspatio
HUILA	HOBO	194.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.74	0.74
HUILA	ÍQUIRA	356.52	0.00	0.00	8.41	0.00	0.72	9.13
HUILA	NÁTAGA	131.94	0.00	0.00	15.16	0.00	1.29	16.45
HUILA	PALERMO	884.27	63.33	0.00	283.63	0.00	1.76	348.72
HUILA	SANTA MARÍA	339.38	23.57	0.00	29.47	0.00	2.33	55.37
HUILA	TESALIA	367.03	0.00	0.00	21.80	0.00	2.07	23.87
HUILA	TERUEL	471.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.82	0.82
HUILA	YAGUARÁ	332.92	0.00	0.00	99.12	0.00	2.53	101.65

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Para la estimación de la demanda hídrica avícola se utilizaron los módulos de consumo de agua reportados en el Estudio Nacional del Agua (2022) para aves.

La demanda hídrica del subsector avícola es de 734,317 l/d, a continuación, se muestra la tabla de la demanda hídrica avícola.

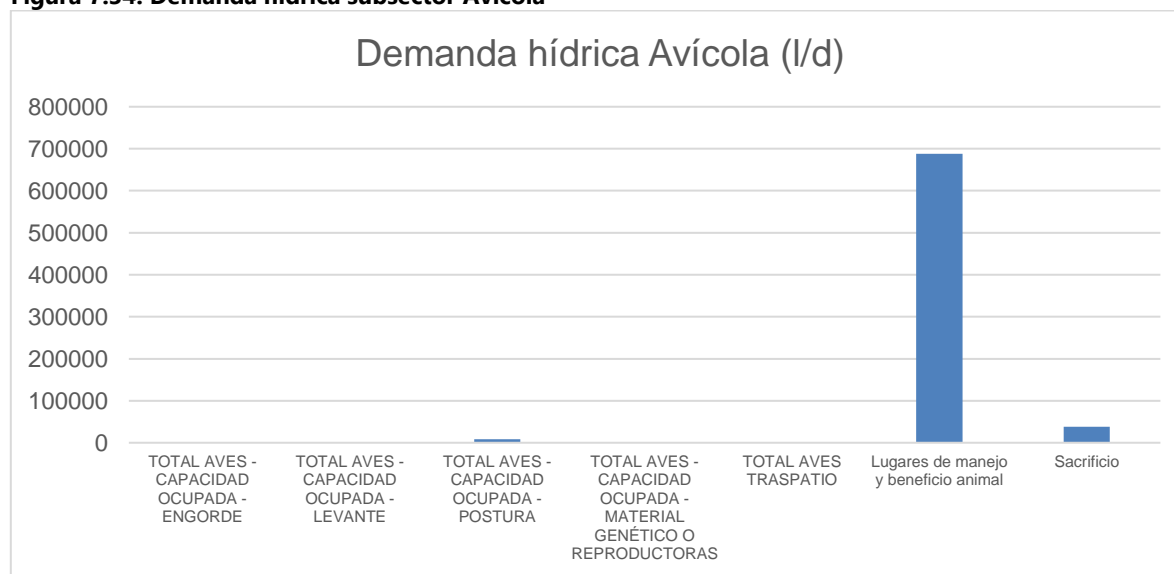
**Tabla 7.77. Demanda hídrica Avícola**

Consumo Avícola por microcuenca (l/d)	
Total, aves - capacidad ocupada - engorde	5
Total, aves - capacidad ocupada - levante	0
Total, aves - capacidad ocupada - postura	8,236
Total, aves - capacidad ocupada - material genético o reproductoras	0
Total, aves traspatio	366
Lugares de manejo y beneficio animal	687,620
Sacrificio	38090
<b>Total</b>	<b>734,317</b>

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

La siguiente ilustración, refleja los resultados obtenidos del análisis de la tabla anterior.

**Figura 7.34. Demanda hídrica subsector Avícola**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### 7.6.2.3.4. Subsector Equino, Caprino y Ovino

Con base en el área del departamento del Huila, se estimaron las densidades de la población equina, caprina y ovina. En la siguiente tabla se muestra dicha información.



**Tabla 7.78. Densidad Equina, Caprino y Ovino**

Densidad Otras especies (# de Cabezas/km <sup>2</sup> )					
Departamento	Municipio	Área en km <sup>2</sup>	Total, equinos	Total, caprinos	Total, ovinos
HUILA	HOBO	194.23	1.13	0.24	1.10
HUILA	ÍQUIRA	356.52	0.54	0.09	0.09
HUILA	NÁTAGA	131.94	1.77	0.17	0.39
HUILA	PALERMO	884.27	1.09	0.16	0.58
HUILA	SANTA MARÍA	339.38	0.57	0.34	0.16
HUILA	TESALIA	367.03	1.44	0.36	0.43
HUILA	TERUEL	471.73	1.02	0.10	0.11
HUILA	YAGUARÁ	332.92	0.77	0.22	1.11

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Como resultado, la siguiente tabla describe los resultados obtenidos, para el subsector equino, caprino y ovino, en las etapas de consumo, como lugares de manejo y beneficio animal.

La siguiente ilustración, refleja los resultados obtenidos del análisis de la tabla anterior.

**Figura 7.35. Demanda hídrica Subsector Equino, Caprino y Ovino**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 7.79. Demanda hídrica subsector Equino**

Consumo Equino, Caprino y Ovino por microcuenca (l/d)	
TOTAL, EQUINOS	21,900
TOTAL, CAPRINOS	5,800
TOTAL, OVINOS	12,150
Lugares de manejo y beneficio animal	63,760
<b>Total</b>	<b>103,610</b>

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### 7.6.2.3.5. Subsector Bufalino

La población ovina, se calculó utilizando la información del Censo Nacional Agropecuario del ICA 2022, con base en el área del departamento del Huila, se estimaron las densidades de la población ovina, como se observa en la siguiente tabla.

**Tabla 7.80. Densidad Bufalina**

Densidad Bufalinos (# de Cabezas/km <sup>2</sup> )					
Departamento	Municipio	Área en km <sup>2</sup>	Becerras < 1 año	Hembras y machos 1 - 2 años	Machos y hembras 2 - 3 años
HUILA	HOBO	194.23	0.02	0.00	0.00
HUILA	ÍQUIRA	356.52	0.00	0.00	0.00
HUILA	NÁTAGA	131.94	0.06	0.00	0.05
HUILA	PALERMO	884.27	0.01	0.04	0.01
HUILA	SANTA MARÍA	339.38	0.01	0.02	0.00
HUILA	TESALIA	367.03	0.00	0.01	0.01
HUILA	TERUEL	471.73	0.00	0.00	0.01
HUILA	YAGUARÁ	332.92	0.05	0.02	0.03

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Para la estimación de la demanda hídrica para ovinos se emplearon los módulos de consumo de agua reportados en el Estudio Nacional del Agua (2018), incluyendo las dotaciones de agua en infraestructura de beneficio y sacrificio.

La demanda hídrica del subsector ovino es de 734,405 l/d, la relación por cada una de las etapas de crecimiento, como sacrificio y lugares de beneficio animal, está representada en la siguiente tabla.

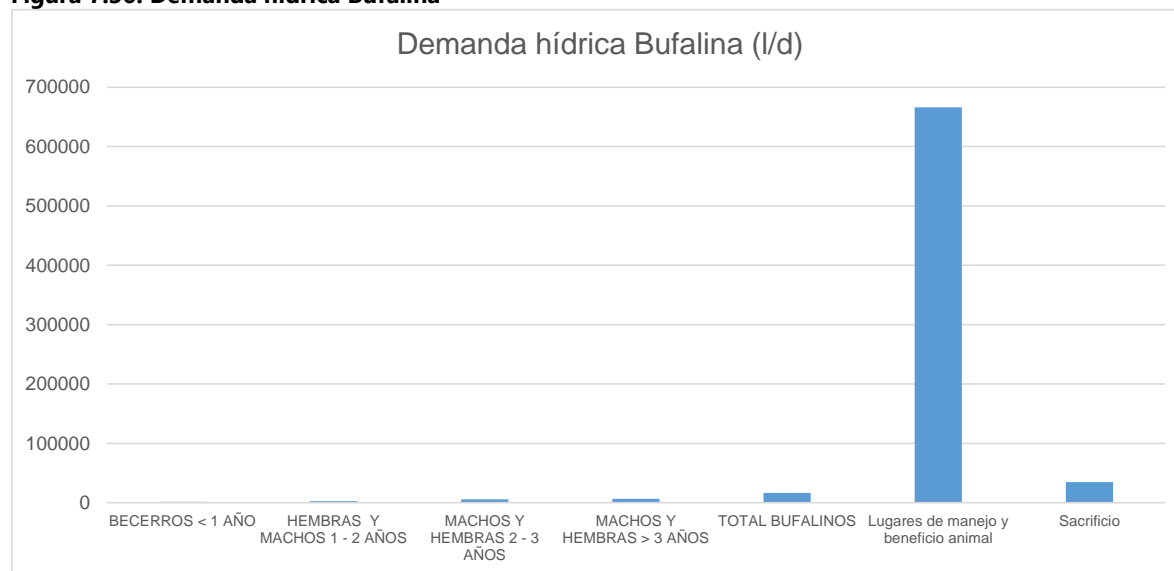
Tabla 7.81. Demanda hídrica subsector Ovino

Consumo Bufalino por microcuenca (l/d)	
Becerras < 1 año	1,300
Hembras y machos 1 - 2 años	2,700
Machos y hembras 2 - 3 años	5,828
Machos y hembras > 3 años	6,825
Total, bufalinos	16652.5
Lugares de manejo y beneficio animal	666100
Sacrificio	35000
<b>Total</b>	<b>734,405</b>

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

La distribución de la demanda hídrica en las fases de cría, levante y terminación, como la demanda para los lugares de manejo y beneficio animal para el subsector ovino, es ilustrada a continuación:

Figura 7.36. Demanda hídrica Bufalina



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### 7.6.2.3.6. Demanda potencial pecuaria total

En total, la demanda pecuaria potencial a nivel de subcuenca y por área analizada de cada uno de los subsectores que hacen parte de este estudio se describen en la siguiente tabla. El sector pecuario representado por la suma de los mostrados subsectores tiene un consumo de 35.625.864,3 m<sup>3</sup>/año. Su distribución está representada en el diagrama que también se muestra, con sus respectivos porcentajes.

**Tabla 7.82. Demanda pecuaria potencial**

Cód. Microcuenca	Microcuenca	NÚMERO DE ANIMALES POR ESPECIE							CONSUMO POR ESPECIE							Total (l/d)	Total (m³/año)
		AVÍCOLA	BOVINO	PORCINA	EQUINO	CAPRINO	OVINO	BUFALINO	AVÍCOLA	BOVINOS	PORCINA	EQUINO	CAPRINO	OVINO	BUFALINO		
2108-1200	Desembocadura R. Yaguará	242	116	116	2	1	3	1	5056.5	349630.0	2960.0	50.0	25.0	75.0	11420.0	369216.5	134764.0
2108-1003	Q. Aguadulce y otros directos a Embalse Betania	1783	851	69	14	4	20	3	37275.8	2550725.0	19752.0	350.0	100.0	500.0	11420.0	2620122.8	956344.8
2108-1103	Q. Chichayaco	1718	820	68	14	5	20	4	35933.5	2465030.0	20016.0	350.0	125.0	500.0	22840.0	2544794.5	928850.0
2108-1002	Q. El Capote	1506	719	59	13	5	18	4	31510.5	2163550.0	17408.0	325.0	125.0	450.0	22840.0	2236208.5	816216.1
2108-1102	Q. En Medio	1368	653	54	12	4	16	4	28612.0	1964725.0	15928.0	300.0	100.0	400.0	22840.0	2032905.0	742010.3
2108-1101	Q. Las Damas	1040	496	41	8	3	12	2	21736.0	1490675.0	11400.0	200.0	75.0	300.0	11420.0	1535806.0	560569.2
2108-0902	Q. La Papayala	453	306	90	11	2	6	2	9641.5	927615.0	19952.0	275.0	50.0	150.0	22840.0	980523.5	357891.1
2108-1001	Río La María	30	409	322	32	4	5	3	1284.0	1270290.0	65796.0	800.0	100.0	125.0	18955.0	1357350.0	495432.7
2108-0904	Río Pedernal entre Q. La Papayala y R. Yaguará	870	458	70	12	4	12	3	18293.8	1388305.0	18196.0	300.0	100.0	300.0	22840.0	1448334.8	528642.2
2108-0901	Río Pedernal entre R. La María y Q. La Papayala	46	685	535	53	7	8	3	2049.8	2121465.0	109320.0	1325.0	175.0	200.0	27435.0	2261969.8	825619.0
2108-0903	Río Pedernal hasta Q. La María	64	464	362	37	6	6	4	2077.2	1437160.0	74688.0	925.0	150.0	150.0	30375.0	1545525.2	564116.7
2108-0802	Q. Grande	152	365	50	9	2	2	0	3390.0	1140250.0	19336.0	225.0	50.0	50.0	0.0	1163301.0	424604.9
2108-0803	Río Íquira entre Q. Grande y R. Yaguará	132	313	45	10	4	4	2	3011.5	993435.0	18436.0	250.0	100.0	100.0	22840.0	1038172.5	378933.0
2108-0701	Río Íquira entre R. San Francisco y Q. Grande	116	279	39	8	3	3	1	2635.3	877470.0	16092.0	200.0	75.0	75.0	11420.0	907967.3	331408.0
2108-0703	Río Íquira hasta R. San Francisco	289	981	360	43	7	7	2	6970.7	3053800.0	90008.0	1075.0	175.0	175.0	18955.0	3171158.7	1157472.9
2108-0801	Río San Francisco	627	1521	214	39	8	8	1	14023.0	4744675.0	81872.0	975.0	200.0	200.0	11420.0	4853365.0	1771478.2
2108-0705	Q. de Juancho	262	559	127	17	4	5	1	5903.8	1767730.0	35552.0	425.0	100.0	125.0	10370.0	1820205.8	664375.1
2108-0704	Q. El Guamal y otros directos a R. Pacarní	314	648	165	19	5	6	1	7060.5	2049440.0	42700.0	475.0	125.0	150.0	10370.0	2110320.5	770267.0
2108-0706	Qdas. La Damita y El Tote	219	526	73	14	4	4	1	4929.3	1648270.0	28924.0	350.0	100.0	100.0	10370.0	1693043.3	617960.8



2108-0702	Río Pacarní entre Qdas. La Damita y de Juancho	454	928	242	28	8	9	1	10207.5	2935945.0	61476.0	700.0	200.0	225.0	10370.0	3019123.5	1101980.1
2108-0605	Río Pacarní hasta Q. La Damita	227	463	122	16	5	6	2	5143.3	1478565.0	30984.0	400.0	125.0	150.0	19900.0	1535267.3	560372.5
2108-0602	Q. Cachimbo y otros directos a R. Yaguaracito	636	1272	355	39	10	12	1	14335.3	4025055.0	86412.0	975.0	250.0	300.0	10370.0	4137697.3	1510259.5
2108-0601	Q. El Carbón	539	1078	301	33	9	10	1	12136.8	3412620.0	73008.0	825.0	225.0	250.0	10370.0	3509434.8	1280943.7
2108-0603	Q. El Dave y otros directos a R. Yaguaracito	510	1007	275	34	9	10	2	11471.5	3181025.0	65556.0	850.0	225.0	250.0	19900.0	3279277.5	1196936.3
2108-0606	Q. La Colorada	460	919	257	29	8	10	2	10381.3	2913340.0	62052.0	725.0	200.0	250.0	19900.0	3006848.3	1097499.6
2108-0505	R. Yaguaracito entre Q. El Carbón y R. Yaguará	277	567	146	18	5	6	1	6233.3	1798685.0	37432.0	450.0	125.0	150.0	10370.0	1853445.3	676507.5
2108-0604	Río Yaguaracito hasta Q. La Colorada	610	1101	252	55	8	14	5	13679.0	3408290.0	50644.0	1375.0	200.0	350.0	24835.0	3499373.0	1277271.1
2108-0403	Q. de Jacobo	158	331	76	11	4	4	2	3563.8	1054635.0	21740.0	275.0	100.0	100.0	21790.0	1102203.8	402304.4
2108-0504	Q. El Chocho y otros directos a R. Macurí	68	162	23	5	2	2	1	1559.5	515555.0	9412.0	125.0	50.0	50.0	11420.0	538171.5	196432.6
2108-0404	Q. El Hatillo	120	240	67	8	2	3	1	2716.3	762295.0	16680.0	200.0	50.0	75.0	10370.0	792386.3	289221.0
2108-0502	Q. El Pilón Grande	90	181	51	6	2	2	1	2030.8	574760.0	12488.0	150.0	50.0	50.0	10370.0	599898.8	218963.0
2108-0501	Q. Los Linderos y otros directos a R. Macurí	340	684	188	21	6	7	1	7665.3	2175645.0	46624.0	525.0	150.0	175.0	10370.0	2241154.3	818021.3
2108-0503	Q. Seca y otros directos a R. Macurí	88	208	30	8	3	3	2	2016.3	658955.0	13060.0	200.0	75.0	75.0	21790.0	696171.3	254102.5
2108-0405	Q. El Achote y otros directos a Río Magdalena	735	931	227	26	7	11	2	16002.0	2925655.0	56224.0	650.0	175.0	275.0	21790.0	3020771.0	1102581.4
2108-0401	Q. La Sardina y otros directos a Río Magdalena	1100	531	46	11	5	14	3	23055.5	1607690.0	13884.0	275.0	125.0	350.0	21790.0	1667169.5	608516.9
2108-0402	Q. Las Coloradas y otros directos a Río Magdalena	1407	676	56	12	5	17	4	29427.8	2025820.0	16404.0	300.0	125.0	425.0	17065.0	2089566.8	762691.9
2108-0304	Q. El Espinal y otros directos a Embalse Betania	2962	1413	115	23	7	33	5	61904.5	4228805.0	32632.0	575.0	175.0	825.0	17065.0	4341981.5	1584823.2
2108-0301	Q. Zanja Larga y otros directos a Embalse Betania	2380	1140	93	19	7	28	5	49781.3	3414785.0	27064.0	475.0	175.0	700.0	22710.0	3515690.3	1283226.9

2108-0305	Qdas. El Partidero y La Buitrera	1910	911	74	15	5	21	3	39925.8	2734480.0	21320.0	375.0	125.0	525.0	12470.0	2809220.8	1025365.6
2108-0303	Qdas. La Caraguaja y de Chipacá	3313	1582	129	26	9	38	5	69272.8	4740530.0	36984.0	650.0	225.0	950.0	20950.0	4869561.8	1777390.0
2108-0302	Q. La Garza	1843	882	72	15	6	22	3	38543.0	2646080.0	21144.0	375.0	150.0	550.0	11420.0	2718262.0	992165.6
2108-0203	Q. La Salada	1969	1005	87	18	6	23	3	41224.8	3024695.0	26220.0	450.0	150.0	575.0	12470.0	3105784.8	1133611.4
2108-0201	R. Yaguará entre R. Íquira y Q. La Garza	580	339	33	7	3	7	1	12187.0	1028070.0	10820.0	175.0	75.0	175.0	11420.0	1062922.0	387966.5
2108-0205	Q. de Paredes y otros directos a R. Yaguará	117	276	40	9	4	4	2	2655.5	877470.0	16356.0	225.0	100.0	100.0	21790.0	918696.5	335324.2
2108-0204	Q. El Cachingo	99	236	34	7	2	2	1	2239.3	744545.0	13448.0	175.0	50.0	50.0	10370.0	770877.3	281370.2
2108-0202	R. Yaguará entre Q. El Cachingo y R. Íquira	131	314	43	8	2	2	0	2938.8	982015.0	16780.0	200.0	50.0	50.0	0.0	1002033.8	365742.3
2108-0100	Q. La Chorrera y otros directos a R. Yaguará	27	65	9	2	1	1	0	625.0	207330.0	3772.0	50.0	25.0	25.0	0.0	211827.0	77316.9
	Total	34,381	30,611	6,302	876	232	486	102	734,316	94,487,580	1,608,956	21,9	5,8	12,15	734,405.0	97,605,107.6	35,625,864.3

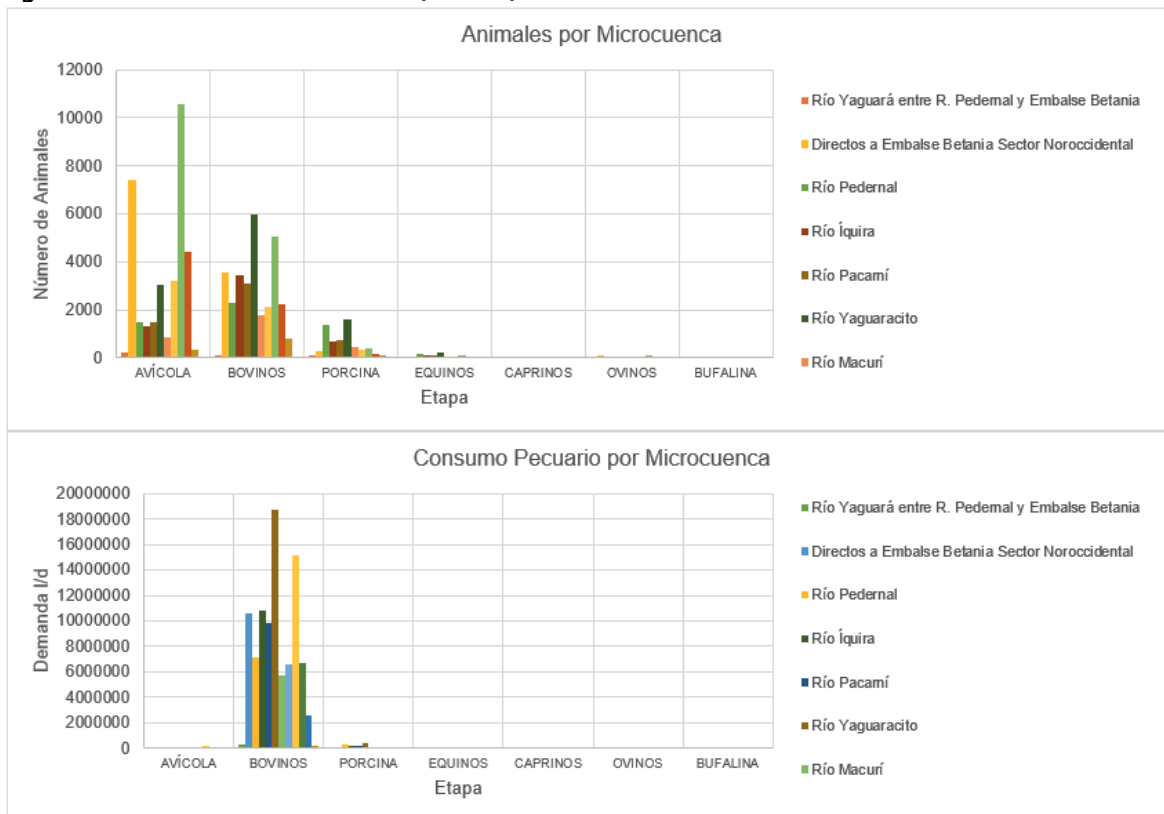
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 7.83. Demanda pecuaria potencial por microcuenca abastecedora**

A H	Z H	SZ H	Subcuenca	Cód. Microcuenca	Nombre Microcuenca	AVÍOLA	BOVINOS	PORCINA	EQUINOS	CAPRINOS	OVINOS	BUFALINA	AVÍOLA	BOVINOS	PORCINA	EQUINOS	CAPRINOS	OVINOS	BUFALINA	Total (l/d)	Total (m³/año)	
2	21	2108	Río Íquira	2108-0404	Río San Francisco	512	1242	1242	32	7	7	1	11460.0	3872980.0	67436.0	800.0	175.0	175.0	11420.0	3964446.0	1447022.8	
2	21	2108	Río Pedernal	2108-0304	Río Pedernal hasta Q. La María	1451	2188	1271	131	19	33	11	32791.0	6701225.0	264992.0	3275.0	475.0	825.0	69940.0	7073523.0	2581835.9	
2	21	2108	Río Íquira	2108-0402	Río Íquira entre R. San Francisco y Q. Grande	7	17	3	1	1	1	0	168.0	54740.0	1216.0	25.0	25.0	25.0	0.0	56199.0	20512.6	
2	21	2108	Río Pacarní	2108-0505	Río Pacarní hasta Q. La Damita	58	114	33	5	2	3	2	1330.8	374150.0	8296.0	125.0	50.0	75.0	19900.0	403926.8	147433.3	
2	21	2108	Iquira		Qda Grande o Río Ibirco	63	152	21	4	1	1	0	1405.8	477880.0	8196.0	100.0	25.0	25.0	0.0	487631.8	177985.6	
2	21	2108	Teruel		Río Pedernal	32	139	107	12	3	4	3	909.0	440775.0	23048.0	300.0	75.0	100.0	30375.0	495582.0	180887.4	
																				Total	8,516,862	3,108,655

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 7.37. Demanda total Pecuaria (m³/año)**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

### 7.7. Demanda hídrica potencial total

Los resultados a nivel de microcuenca, para la demanda hídrica total, son los descritos en la siguiente tabla, donde se entrega el resultado total por cada subsector y su respectiva sumatoria.

**Tabla 7.84. Demanda Total (m³/año)**

Cód. Microcuenca	Nombre Microcuenca	Demanda Doméstica (l/d)	Demanda Agrícola (L/día)	Demanda Pecuaria (L/día)	Demanda Total (L/día)	Demanda a Total (m³/s)
2108-1200	Desembocadura R. Yaguará	1,733.33	4,351,953.64	369,216.50	4,722,903.47	0.05
2108-1003	Q. Aguadulce y otros directos a Embalse Betania	1,012,613.33	17,838,647.00	2,620,122.75	21,471,383.08	0.25
2108-1103	Q. Chichayaco	12,306.67	7,811,631.19	2,544,794.50	10,368,732.36	0.12
2108-1002	Q. El Capote	10,746.67	10,578,240.25	2,236,208.50	12,825,195.42	0.15
2108-1102	Q. En Medio	9,880.00	10,768,533.19	2,032,905.00	12,811,318.19	0.15
2108-1101	Q. Las Damas	7,280.00	6,548,423.60	1,535,806.00	8,091,509.60	0.09
2108-0902	Q. La Papayala	13,173.33	4,967,194.94	980,523.50	5,960,891.78	0.07
2108-1001	Río La María	43,853.33	211,530.03	1,357,349.95	1,612,733.31	0.02
2108-0904	Río Pedernal entre Q. La Papayala y R. Yaguará	10,933.33	13,334,438.36	1,448,334.75	14,793,706.44	0.17





Cód. Microcuenca	Nombre Microcuenca	Demanda Doméstica (l/d)	Demanda Agrícola (L/día)	Demanda Pecuaria (L/día)	Demanda Total (L/día)	Demanda Total (m³/s)
2108-0901	Río Pedernal entre R. La María y Q. La Papayala	827,586.67	18,122,560.59	2,261,969.75	21,212,117.01	0.25
2108-0903	Río Pedernal hasta Q. La María	49,946.67	684,807.17	1,545,525.15	2,280,278.98	0.03
2108-0802	Q. Grande	163,520.00	1,763,390.94	1,163,301.00	3,090,211.94	0.04
2108-0803	Río Íquira entre Q. Grande y R. Yaguará	288,933.33	10,180,946.26	1,038,172.50	11,508,052.09	0.13
2108-0701	Río Íquira entre R. San Francisco y Q. Grande	97,800.00	2,725,888.30	907,967.25	3,731,655.55	0.04
2108-0703	Río Íquira hasta R. San Francisco	141,800.00	258,712.33	3,171,158.70	3,571,671.03	0.04
2108-0801	Río San Francisco	250,413.33	81,433.09	4,853,365.00	5,185,211.42	0.06
2108-0705	Q. de Juancho	54,280.00	2,186,828.24	1,820,205.75	4,061,313.99	0.05
2108-0704	Q. El Guamal y otros directos a R. Pacarní	49,600.00	6,650,611.17	2,110,320.50	8,810,531.67	0.10
2108-0706	Qdas. La Damita y El Tote	96,120.00	370,893.57	1,693,043.25	2,160,056.82	0.03
2108-0702	Río Pacarní entre Qdas. La Damita y de Juancho	1,013,693.33	5,867,186.51	3,019,123.50	9,900,003.35	0.11
2108-0605	Río Pacarní hasta Q. La Damita	32,786.67	116,807.17	1,535,267.25	1,684,861.08	0.02
2108-0602	Q. Cachimbo y otros directos a R. Yaguaracito	71,933.33	7,871,247.63	4,137,697.25	12,080,878.21	0.14
2108-0601	Q. El Carbón	61,013.33	8,898,295.05	3,509,434.75	12,468,743.13	0.14
2108-0603	Q. El Dave y otros directos a R. Yaguaracito	66,640.00	8,286,025.29	3,279,277.50	11,631,942.79	0.13
2108-0606	Q. La Colorada	246,906.67	4,377,631.19	3,006,848.25	7,631,386.11	0.09
2108-0505	R. Yaguaracito entre Q. El Carbón y R. Yaguará	41,973.33	5,649,500.53	1,853,445.25	7,544,919.11	0.09
2108-0604	Río Yaguaracito hasta Q. La Colorada	153,120.00	2,186,206.53	3,499,373.00	5,838,699.53	0.07
2108-0403	Q. de Jacobo	31,933.33	2,968,585.88	1,102,203.75	4,102,722.96	0.05
2108-0504	Q. El Chocho y otros directos a R. Macurí	26,866.67	5,001,433.09	538,171.50	5,566,471.25	0.06
2108-0404	Q. El Hatillo	13,693.33	3,403,224.45	792,386.25	4,209,304.03	0.05
2108-0502	Q. El Pilón Grande	10,226.67	3,035,888.30	599,898.75	3,646,013.72	0.04
2108-0501	Q. Los Linderos y otros directos a R. Macurí	41,373.33	9,936,680.72	2,241,154.25	12,219,208.30	0.14
2108-0503	Q. Seca y otros directos a R. Macurí	34,133.33	5,326,136.99	696,171.25	6,056,441.57	0.07
2108-0405	Q. El Achote y otros directos a Río Magdalena	45,760.00	6,527,519.49	3,020,771.00	9,594,050.49	0.11
2108-0401	Q. La Sardina y otros directos a Río Magdalena	8,506.67	3,657,163.33	1,667,169.50	5,332,839.50	0.06
2108-0402	Q. Las Coloradas y otros directos a Río Magdalena	10,253.33	7,625,688.09	2,089,566.75	9,725,508.18	0.11
2108-0304	Q. El Espinal y otros directos a Embalse Betania	20,800.00	60,457,017.91	4,341,981.50	64,819,799.41	0.75
2108-0301	Q. Zanja Larga y otros directos a Embalse Betania	17,013.33	5,724,111.70	3,515,690.25	9,256,815.28	0.11
2108-0305	Qdas. El Partidero y La Buitrera	13,346.67	48,699,038.99	2,809,220.75	51,521,606.41	0.60
2108-0303	Qdas. La Caraguaja y de Chipacá	23,600.00	24,720,786.09	4,869,561.75	29,613,947.84	0.34
2108-0302	Q. La Garza	13,560.00	23,571,011.59	2,718,262.00	26,302,833.59	0.30
2108-0203	Q. La Salada	27,146.67	28,997,808.22	3,105,784.75	32,130,739.64	0.37
2108-0201	R. Yaguará entre R. Íquira y Q. La Garza	16,866.67	12,689,976.82	1,062,922.00	13,769,765.48	0.16
2108-0205	Q. de Paredes y otros directos a R. Yaguará	44,946.67	8,373,110.64	918,696.50	9,336,753.81	0.11
2108-0204	Q. El Cachingo	91,786.67	3,890,356.16	770,877.25	4,753,020.08	0.06

Cód. Microcuenca	Nombre Microcuenca	Demanda Doméstica (l/d)	Demanda Agrícola (L/día)	Demanda Pecuaria (L/día)	Demanda Total (L/día)	Demanda Total (m³/s)
2108-0202	R. Yaguará entre Q. El Cachingo y R. Íquira	147,466.67	12,672,231.82	1,002,033.75	13,821,732.24	0.16
2108-0100	Q. La Chorrera y otros directos a R. Yaguará	10,640.00	2,046,236.04	211,827.00	2,268,703.04	0.03
		<b>5,480,506.67</b>	<b>442,013,570.07</b>	<b>97,605,107.55</b>	<b>545,099,184.29</b>	<b>6.31</b>

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

La siguiente tabla representa la distribución de la demanda total por cada una de las áreas de análisis y las subcuencas del estudio:

**Tabla 7.85. Demanda total Potencial por subcuenca**

SZH	Subcuenca	Demanda Doméstica (l/d)	Demanda Agrícola (L/día)	Demanda Pecuaria (L/día)	Demanda Total (L/día)	Demanda Total (m³/día)
2108	Río Yaguará entre R. Pedernal y Embalse Betania	1,733	4,351,954	369,217	4,722,903	0.05
2108	Directos a Embalse Betania Sector Noroccidental	1,052,827	53,545,475	10,969,837	65,568,139	0.76
2108	Río Pedernal	945,493	37,320,531	7,593,703	45,859,728	0.53
2108	Río Íquira	942,467	15,010,371	11,133,964	27,086,802	0.31
2108	Río Pacarní	1,246,480	15,192,327	10,177,960	26,616,767	0.31
2108	Río Yaguaracito	641,587	37,268,906	19,286,076	57,196,569	0.66
2108	Río Macurí	158,227	29,671,949	5,969,986	35,800,162	0.41
2108	Directos al Río Magdalena entre R. Páez y Embalse Betania	64,520	17,810,371	6,777,507	24,652,398	0.29
2108	Directos al Embalse Betania Sector Suroccidental	74,760	139,600,955	15,536,454	155,212,169	1.80
2108	Directos al Río Yaguará entre R. Íquira y R. Pedernal	57,573	65,258,797	6,886,969	72,203,339	0.84
2108	Directos al Río Yaguará entre R. Pacarní y R. Íquira	284,200	24,935,699	2,691,608	27,911,506	0.32
2108	Directos al Río Yaguará entre R. Macurí y R. Pacarní (md)	10,640	2,046,236	211,827	2,268,703	0.03
	<b>Total</b>	<b>5,480,507</b>	<b>442,013,570</b>	<b>97,605,108</b>	<b>545,099,184</b>	<b>6.31</b>

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 7.86. Demanda total Potencial por microcuenca abastecedora.**

A H	Z H	SZH	Subcuenca	Cód Microcuenca	Nombre Microcuenca	Demanda Doméstica (l/d)	Demanda Agrícola (L/día)	Demanda Pecuaria (L/día)	Demanda Total (L/día)	Demanda Total (m³/s)
2	21	2108	Río Íquira	2108-0404	Río San Francisco	189,973.33	34,958.90	3,964,446.00	4,189,378.24	0.05
2	21	2108	Río Pedernal	2108-0304	Río Pedernal hasta Q. La María	929,933.33	37,320,531.09	7,073,522.95	45,323,987.37	0.52
2	21	2108	Río Íquira	2108-0402	Río Íquira entre R. San Francisco y Q. Grande	2,600.00	34,958.90	56,199.00	93,757.90	0.00
2	21	2108	Río Pacarní	2108-0505	Río Pacarní hasta Q. La Damita	6,586.67	7,454.16	403,926.75	417,967.58	0.00
2	21	2108	Río Iquira		Qda Grande o Río Ibircó	23,226.67	0.00	487,631.75	510,858.42	0.01
2	21	2108	Teruel		Río Pedernal	15,253.33	0.00	495,581.95	510,835.28	0.01
					<b>Total</b>	<b>1,167,573.3</b>	<b>37,397.90</b>	<b>12,481,308.4</b>	<b>51,046.78</b>	<b>0.59</b>

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

## 7.8. Indicadores de estado del recurso hídrico

### 7.8.1. Índice de retención y regulación hídrica -IRH

El Índice de retención y regulación hídrica – IRH, mide la capacidad de la cuenca para mantener un régimen de caudales; la interpretación se presenta en la Figura 7.38. Se calcula a partir de la curva de duración de caudales medios diarios, según la ecuación (IDEAM, 2010).

La curva de duración de caudales sintetiza las características y la interacción de las condiciones geomorfológicas, geológicas, del suelo, de la vegetación y el clima.

Como se mencionó anteriormente la obtención de este indicador se basa fundamentalmente en la curva de duración de caudales medios diarios para las estaciones que se seleccionen. Su estimación resulta de la relación entre el volumen representado por el área que se encuentra por debajo de la línea del caudal medio y el correspondiente al área total bajo la curva de duración de caudales diarios.

La expresión matemática de cálculo es la siguiente:

$$IRH=VP/Vt$$

Dónde:

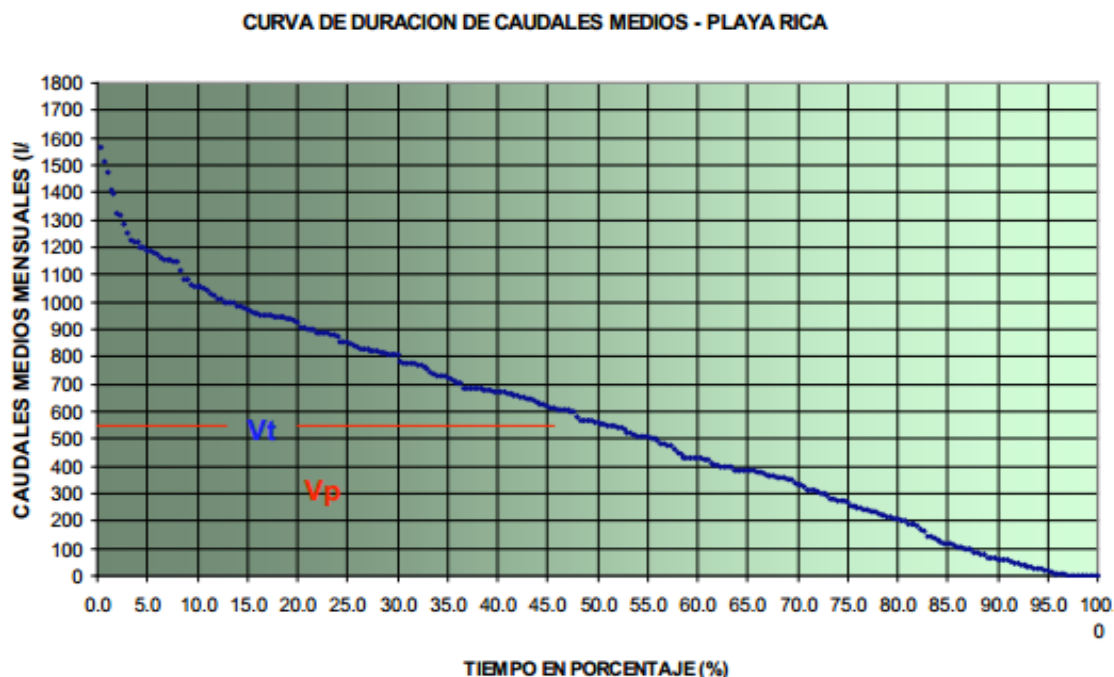
*IRH*: Índice de retención y regulación hídrica

*VP*: Volumen representado por el área que se encuentra por debajo del caudal medio

*Vt*: Volumen total representado por el área bajo la curva de duración de caudales diarios

Los valores obtenidos con la estimación del IRH se agrupan en rangos para facilitar las comparaciones, a cada rango se le asigna una calificación cualitativa, que corresponde a la descripción que se refleja en la Tabla 7.87

**Figura 7.38. Ejemplo de curva de duración de caudales**



Fuente: ESTUDIO NACIONAL DEL AGUA, 2010.

**Tabla 7.87. Clasificación de los rangos de valores IRH**

RANGOS DE VALORES DEL INDICADOR	CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
> 0.85	Muy alta	Muy alta retención y regulación de humedad
0.75 – 0.85	Alta	Alta retención y regulación de humedad
0.65 – 0.75	Moderada	Media retención y regulación de humedad media
0.50 – 0.65	Baja	Baja retención y regulación de humedad
< 0.50	Muy Baja	Muy baja retención y regulación de humedad

Fuente: ESTUDIO NACIONAL DEL AGUA, 2010.

El IRH mide la capacidad de retención de humedad de las cuencas con base en la distribución de las series de frecuencias acumuladas (curvas de duración) de los caudales diarios. Este índice se mueve en el rango entre 0 y 1, siendo los valores más bajos los que se interpretan como de menor regulación.

En las Tabla 7.88 y Tabla 7.89, se presentan los resultados y categorización del IRH, para las unidades hidrográficas de nivel II, III y microcuencas. Los valores de caudal bajo la curva, el



caudal medio (Vp) y el volumen total (Vt), se obtuvieron de las curvas de duración, tal como lo establece la guía del IDEAM.

**Tabla 7.88. Resultados del índice de retención y regulación hídrica en las unidades hidrográficas de nivel II**

Código	IRH	Calificación	Descripción
2108-01	0.60	Baja	Baja retención y regulación de humedad
2108-02	0.63	Baja	Baja retención y regulación de humedad
2108-03	0.67	Moderada	Media retención y regulación de humedad media
2108-04	0.69	Moderada	Media retención y regulación de humedad media
2108-05	0.70	Moderada	Media retención y regulación de humedad media
2108-06	0.69	Moderada	Media retención y regulación de humedad media
2108-07	0.61	Baja	Baja retención y regulación de humedad
2108-08	0.63	Baja	Baja retención y regulación de humedad
2108-09	0.63	Baja	Baja retención y regulación de humedad
2108-10	0.59	Baja	Baja retención y regulación de humedad
2108-11	0.64	Baja	Baja retención y regulación de humedad
2108-12	0.64	Baja	Baja retención y regulación de humedad

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 7.89. Resultados del índice de retención y regulación hídrica en las unidades hidrográficas de nivel III**

Código	IRH	Calificación	Descripción
2108-0100	0.60	Baja	Baja retención y regulación de humedad
2108-0201	0.65	Baja	Baja retención y regulación de humedad
2108-0202	0.65	Moderada	Media retención y regulación de humedad media
2108-0203	0.64	Baja	Baja retención y regulación de humedad
2108-0204	0.63	Baja	Baja retención y regulación de humedad
2108-0205	0.57	Baja	Baja retención y regulación de humedad
2108-0301	0.61	Baja	Baja retención y regulación de humedad
2108-0302	0.64	Baja	Baja retención y regulación de humedad
2108-0303	0.66	Moderada	Media retención y regulación de humedad media

Código	IRH	Calificación	Descripción
2108-0304	0.68	Moderada	Media retención y regulación de humedad media
2108-0305	0.65	Moderada	Media retención y regulación de humedad media
2108-0401	0.62	Baja	Baja retención y regulación de humedad
2108-0402	0.66	Moderada	Media retención y regulación de humedad media
2108-0403	0.68	Moderada	Media retención y regulación de humedad media
2108-0404	0.69	Moderada	Media retención y regulación de humedad media
2108-0405	0.68	Moderada	Media retención y regulación de humedad media
2108-0501	0.66	Moderada	Media retención y regulación de humedad media
2108-0502	0.69	Moderada	Media retención y regulación de humedad media
2108-0503	0.70	Moderada	Media retención y regulación de humedad media
2108-0504	0.71	Moderada	Media retención y regulación de humedad media
2108-0505	0.70	Moderada	Media retención y regulación de humedad media
2108-0601	0.66	Moderada	Media retención y regulación de humedad media
2108-0602	0.67	Moderada	Media retención y regulación de humedad media
2108-0603	0.68	Moderada	Media retención y regulación de humedad media
2108-0604	0.70	Moderada	Media retención y regulación de humedad media
2108-0605	0.70	Moderada	Media retención y regulación de humedad media
2108-0606	0.64	Baja	Baja retención y regulación de humedad
2108-0701	0.64	Baja	Baja retención y regulación de humedad
2108-0702	0.63	Baja	Baja retención y regulación de humedad
2108-0703	0.59	Baja	Baja retención y regulación de humedad
2108-0704	0.58	Baja	Baja retención y regulación de humedad
2108-0705	0.58	Baja	Baja retención y regulación de humedad
2108-0706	0.61	Baja	Baja retención y regulación de humedad
2108-0801	0.64	Baja	Baja retención y regulación de humedad
2108-0802	0.63	Baja	Baja retención y regulación de humedad
2108-0803	0.61	Baja	Baja retención y regulación de humedad
2108-0901	0.63	Baja	Baja retención y regulación de humedad
2108-0902	0.61	Baja	Baja retención y regulación de humedad

Código	IRH	Calificación	Descripción
2108-0903	0.63	Baja	Baja retención y regulación de humedad
2108-0904	0.63	Baja	Baja retención y regulación de humedad
2108-1001	0.59	Baja	Baja retención y regulación de humedad
2108-1002	0.57	Baja	Baja retención y regulación de humedad
2108-1003	0.60	Baja	Baja retención y regulación de humedad
2108-1101	0.62	Baja	Baja retención y regulación de humedad
2108-1102	0.66	Moderada	Media retención y regulación de humedad media
2108-1103	0.63	Baja	Baja retención y regulación de humedad
2108-1200	0.64	Baja	Baja retención y regulación de humedad

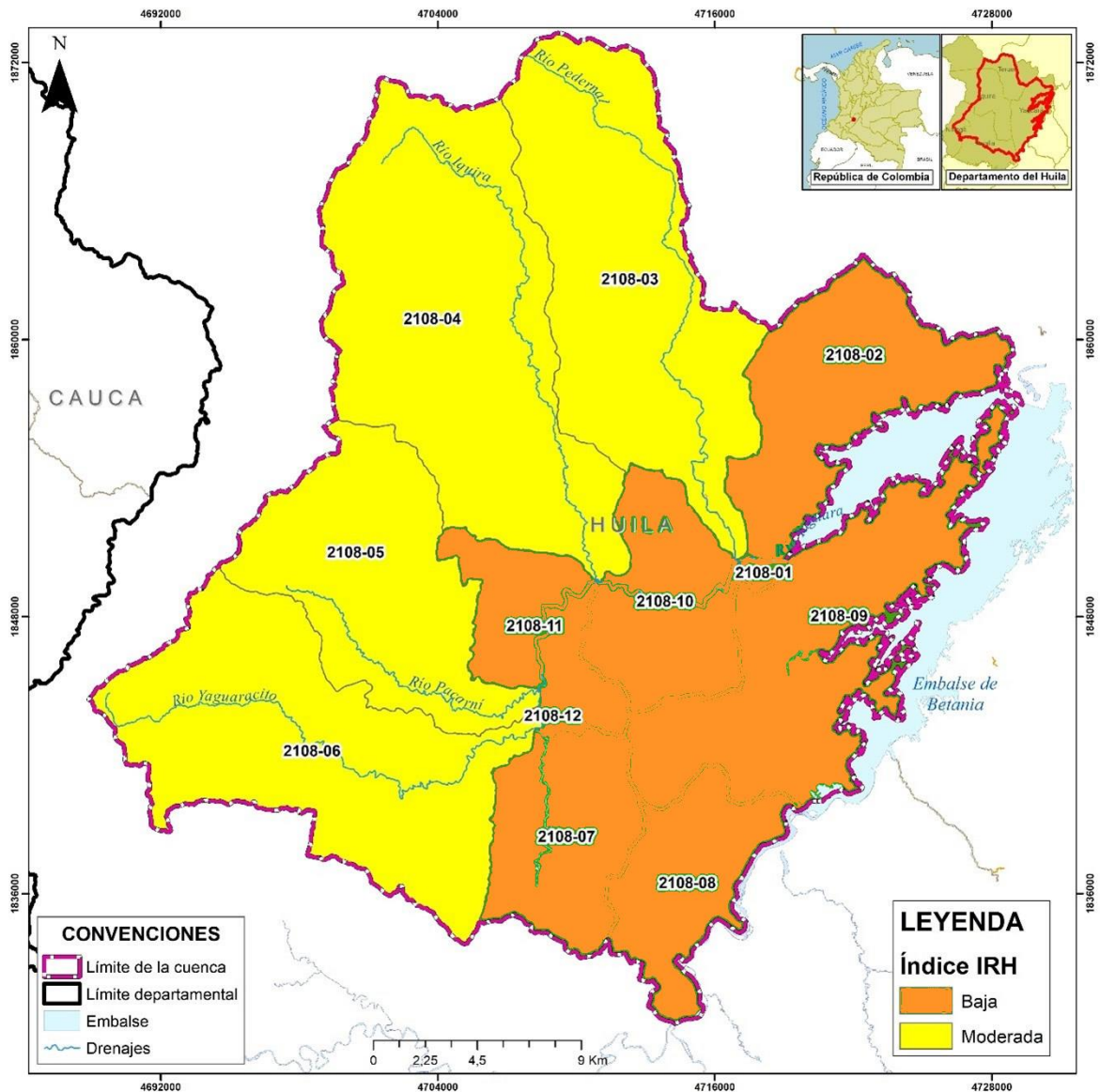
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 7.90. Resultados del índice de retención y regulación hídrica en las microcuencas abastecedoras**

Municipio	Fuente	IRH	Calificación	Descripción
Íquira	Qda Grande o Río Ibirco	0.69	Moderada	Media retención y regulación de humedad media
Teruel	Río Pedernal	0.68	Moderada	Media retención y regulación de humedad media
Yaguará	San Francisco	0.69	Moderada	Media retención y regulación de humedad media
	Río Pedernal	0.67	Moderada	Media retención y regulación de humedad media
Valencia de la Paz - Íquira	Quebrada El Chocho	0.67	Moderada	Media retención y regulación de humedad media
Pacarní - Tesalia	Quebrada de Palmito	0.69	Moderada	Media retención y regulación de humedad media

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

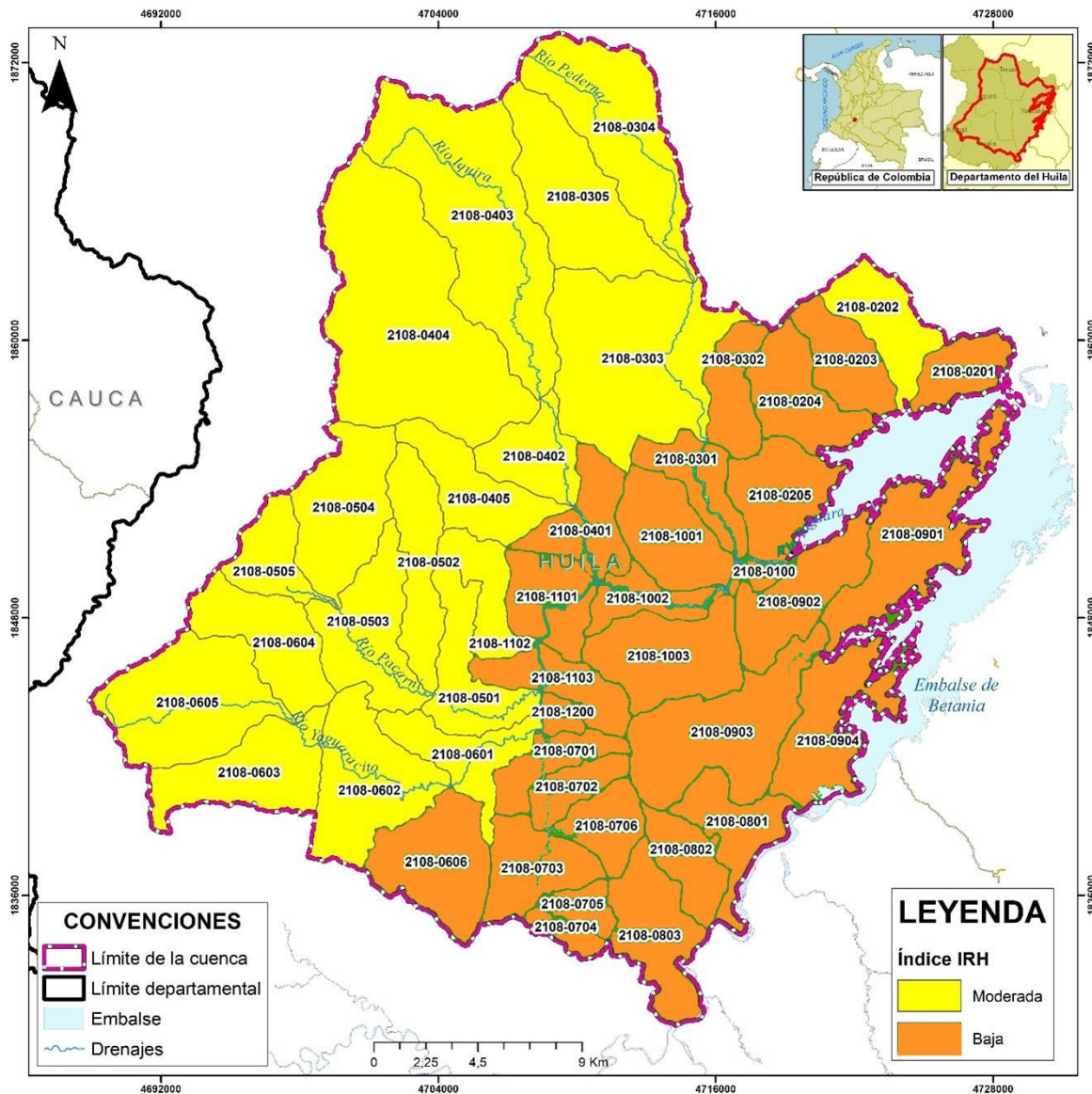
**Figura 7.39. Índice de regulación hídrica por unidades hidrográficas de nivel II**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

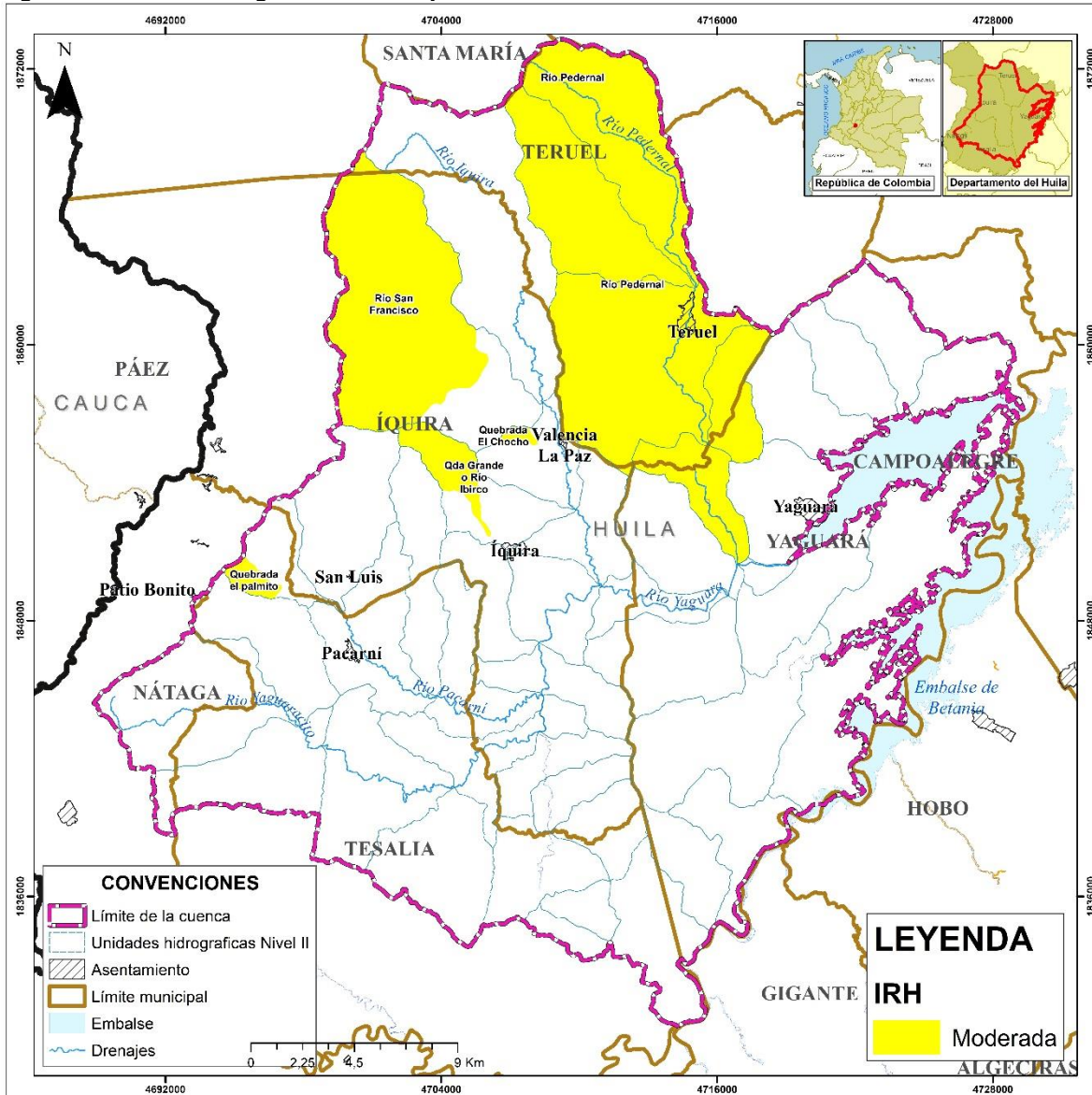


Figura 7.40. Índice de regulación hídrica para las unidades hidrográficas de nivel III



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 7.41. Índice de regulación hídrica para las microcuencas abastecedoras**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

### 7.8.2. Índice de uso de agua (IUA)

Es la relación porcentual de la demanda de agua en relación con la oferta hídrica disponible.

En sentido estricto el indicador debería considerar la oferta hídrica superficial y subterránea en forma unitaria. Sin embargo, mientras se logra una mayor claridad sobre la oferta de agua subterránea, se considera la oferta hídrica superficial. Esta hace referencia a la cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores y usuarios, en un período determinado (anual,

mensual) y unidad espacial de análisis (área, zona, subzona, etc.), en relación con la oferta hídrica superficial en la zona de estudio.

$$IUA = \left( \frac{Dh}{Oh} \right) * 100$$

Dónde:

*Dh*: Demanda hídrica sectorial

*Oh*: Oferta hídrica superficial disponible (esta última resulta de la cuantificación de la oferta hídrica natural sustrayendo la oferta correspondiente al caudal ambiental).

*Dh* =  $\Sigma(\text{volumen de agua extraída para usos sectoriales en un período determinado})$

$$Dh = Ch + Csp + Csm + Ccss + Cea + Ce + Ca + Aenc$$

Donde

*Dh*: Demanda hídrica

*Ch*: Consumo humano o doméstico

*Csp*: Consumo del sector agrícola

*Csm*: Consumo del sector industrial

*Ccss*: Consumo del sector de servicios

*Ce*: Consumo del sector energía

*Ca*: Consumo del sector acuícola

*Aenc*: Agua extraída no consumida

$$Oh = Ohtotal - OQamb$$

Dónde:

*Ohtotal*: es el volumen total de agua superficial en una unidad de análisis espacial y temporal determinada.

*OQamb*: es el volumen de agua correspondiente al caudal ambiental en la misma unidad de análisis espacial y de tiempo de la oferta total.

El cálculo de la oferta hídrica natural disponible se realiza para condiciones hidrológicas medias y secas con base en las series de caudales medios mensuales y anuales. Las condiciones secas corresponden al año típico seco, construido a partir del comportamiento del ONI.

Este indicador se calculó para las unidades hidrográficas de nivel II, III y microcuencas que fueron delimitadas según la zona de estudio. Para el desarrollo de este indicador se tiene en cuenta, la demanda hídrica y la oferta hídrica superficial disponible en las áreas de estudio.

En la Tabla 7.91, se representan los rangos y categorías del índice de uso del agua.

**Tabla 7.91. Rangos y categorías del índice de uso de agua (IUA)**

Rango (Dh/Oh)*100 IUA	Categoría IUA	Significado
>50	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
20.01 – 50	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
10.01 – 20	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
1 – 10	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
≤ 1	Muy bajo	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta

Fuente: ESTUDIO NACIONAL DEL AGUA, 2022.

En la Tabla 7.92 a la Tabla 7.97, se presenta el índice de uso del agua para las unidades hidrográficas de nivel II, III y microcuencas abastecedoras en condiciones hidrológicas secas y medias. Según la definición anterior, si el IUA sobrepasa el 20%, deben iniciarse programas de ordenamiento y de conservación de cuencas, a fin de hacer sostenible el recurso hídrico, evitar situaciones que afecten el abastecimiento de agua y prevenir futuras crisis. Teniendo en cuenta lo anterior, varias de las unidades hidrográficas de nivel II, III y microcuencas se encuentran en este rango, con valores de IUA en las categorías de Muy Alto y Alto, por lo que es recomendable iniciar programas de ordenamiento y de conservación de cuencas, para evitar situaciones que afecten el abastecimiento de agua a futuro.

**Tabla 7.92. Índice de uso del agua condición hidrológica media para las unidades hidrográficas de nivel II**

Código	IUA	Categoría IUA	Significado
	Media		
2108-01	116.57	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2108-02	52.26	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2108-03	14.60	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2108-04	7.36	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2108-05	14.09	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2108-06	21.60	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible



Código	IUA	Categoría IUA	Significado
	Media		
2108-07	40.40	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2108-08	33.07	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2108-09	93.29	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2108-10	69.22	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2108-11	37.75	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2108-12	41.38	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Tabla 7.93. Índice de uso de agua condición hidrológica seca para las unidades hidrográficas de nivel II

código	IUA	Categoría IUA	Significado
	Seca		
2108-01	240.98	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2108-02	103.64	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2108-03	24.47	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2108-04	12.06	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2108-05	23.14	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2108-06	36.19	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2108-07	77.88	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2108-08	64.36	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2108-09	188.35	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2108-10	125.99	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2108-11	68.26	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2108-12	76.84	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 7.94. Índice de uso del agua condición hidrológica media para las unidades hidrográficas de nivel III**

Código	IUA	Categoría IUA	Significado
	Media		
2108-0100	55.99	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2108-0201	80.73	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2108-0202	50.55	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2108-0203	132.61	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2108-0204	16.05	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2108-0205	34.29	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2108-0301	43.62	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2108-0302	122.28	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2108-0303	26.01	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2108-0304	80.78	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2108-0305	66.58	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2108-0401	18.05	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2108-0402	36.54	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2108-0403	3.46	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2108-0404	2.67	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2108-0405	27.17	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2108-0501	38.09	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2108-0502	10.52	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2108-0503	13.70	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2108-0504	10.56	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible



Código	IUA	Categoría IUA	Significado
	Media		
2108-0505	29.92	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2108-0601	48.67	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2108-0602	25.10	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2108-0603	27.43	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2108-0604	14.49	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2108-0605	2.43	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2108-0606	19.51	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2108-0701	22.43	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2108-0702	76.39	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2108-0703	13.73	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2108-0704	131.78	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2108-0705	45.60	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2108-0706	12.40	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2108-0801	22.37	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2108-0802	16.65	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2108-0803	35.08	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2108-0901	49.24	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2108-0902	19.24	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2108-0903	3.97	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2108-0904	42.36	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2108-1001	4.20	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2108-1002	64.51	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible

Código	IUA	Categoría IUA	Significado
	Media		
2108-1003	46.69	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2108-1101	27.97	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2108-1102	60.22	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2108-1103	43.68	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2108-1200	86.15	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 7.95. Índice de uso del agua condición hidrológica seca para las unidades hidrográficas de nivel III**

Código	IUA	Categoría IUA	Significado
	Seco		
2108-0100	115.76	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2108-0201	156.31	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2108-0202	93.69	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2108-0203	254.03	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2108-0204	32.25	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2108-0205	75.80	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2108-0301	87.08	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2108-0302	229.70	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2108-0303	43.27	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2108-0304	128.51	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2108-0305	110.71	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2108-0401	32.59	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2108-0402	63.92	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2108-0403	5.41	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible





Código	IUA	Categoría IUA	Significado
	Seco		
2108-0404	4.36	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2108-0405	46.75	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2108-0501	68.02	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2108-0502	17.87	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2108-0503	22.98	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2108-0504	16.78	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2108-0505	44.01	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2108-0601	89.28	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2108-0602	44.40	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2108-0603	45.52	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2108-0604	22.43	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2108-0605	3.79	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2108-0606	36.51	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2108-0701	42.42	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2108-0702	145.98	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2108-0703	26.74	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2108-0704	256.22	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2108-0705	88.82	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2108-0706	23.91	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2108-0801	43.54	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2108-0802	32.30	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2108-0803	68.39	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible

Código	IUA	Categoría IUA	Significado
	Seco		
2108-0901	103.91	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2108-0902	39.95	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2108-0903	7.65	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2108-0904	85.71	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2108-1001	7.65	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2108-1002	114.38	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2108-1003	85.85	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2108-1101	50.63	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2108-1102	106.56	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2108-1103	80.48	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2108-1200	159.96	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 7.96. Índice de uso del agua condición hidrológica media para las microcuencas abastecedoras**

Municipio	Fuente	IUA	Calificación	Descripción
		Medio		
Íquira	Qda Grande o Río Ibirco	3.48	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
Teruel	Río Pedernal	2.11	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
Yaguará	San Francisco	3.25	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
	Río Pedernal	15.12	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
Valencia de la Paz - Íquira	Quebrada El Chocho	5.43	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
Pacarní - Tesalia	Quebrada de Palmito	7.56	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible

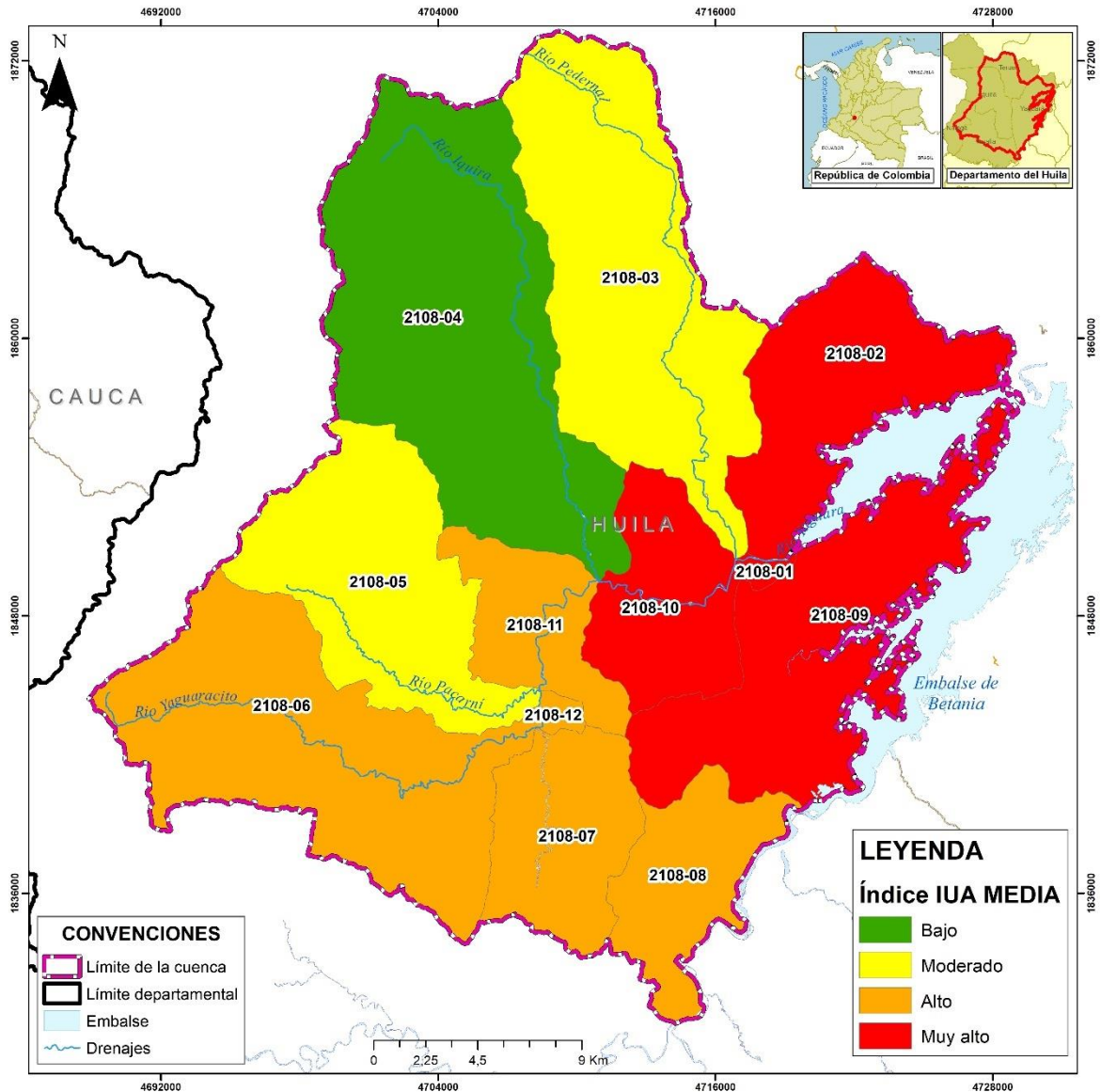
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 7.97. Índice de uso del agua condición hidrológica seca para las microcuencas abastecedoras**

Municipio	Fuente	IUA	Calificación	Descripción
		Seco		
Íquira	Qda Grande o Río Ibirco	4.93	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
Teruel	Río Pedernal	2.69	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
Yaguará	San Francisco	4.41	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
	Río Pedernal	20.65	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
Valencia de la Paz - Íquira	Quebrada El Chocho	10.85	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
Pacarní - Tesalia	Quebrada de Palmito	9.68	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

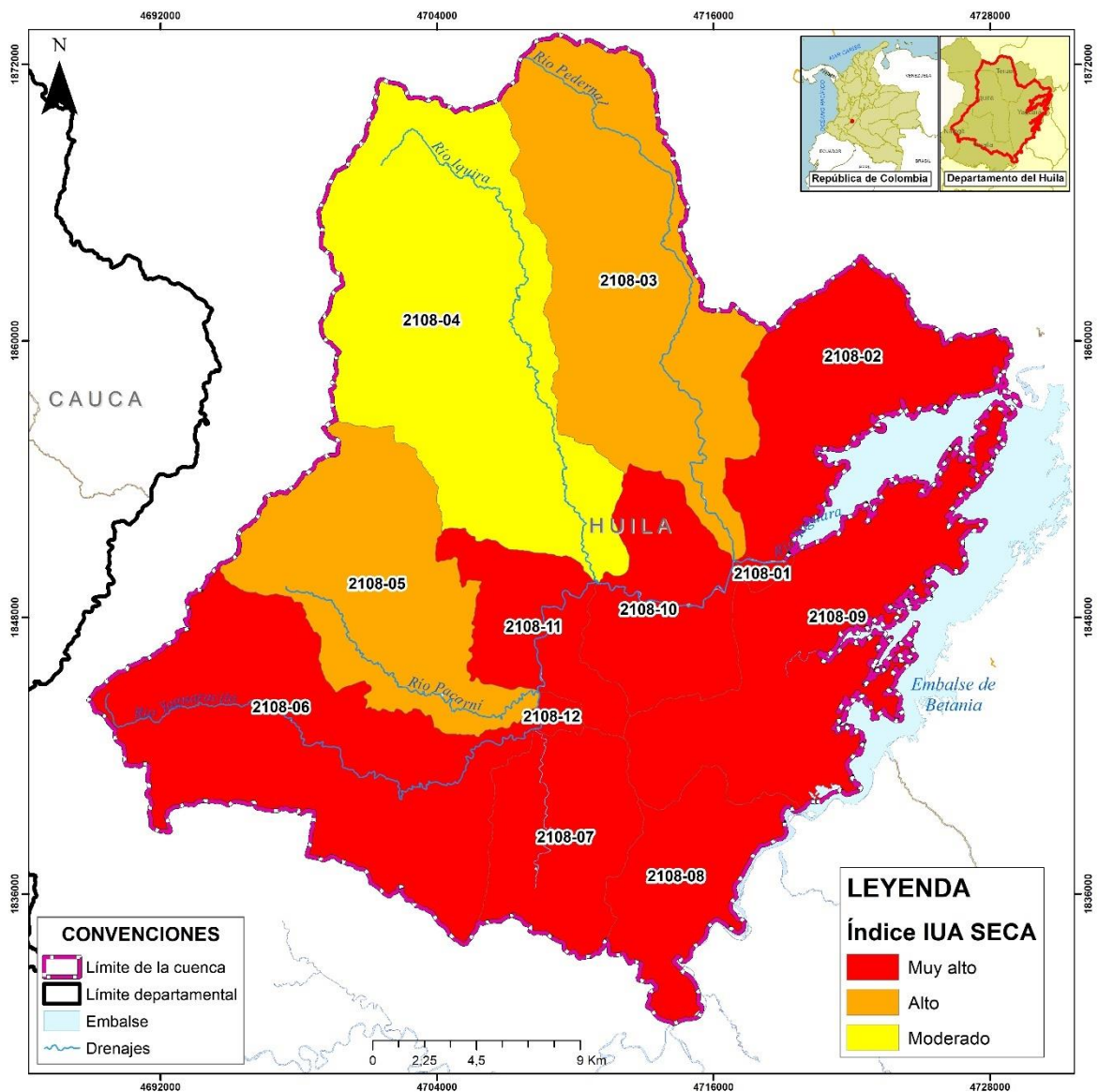
**Figura 7.42. Índice de uso del agua condición hidrológica media para las unidades hidrográficas de nivel II**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

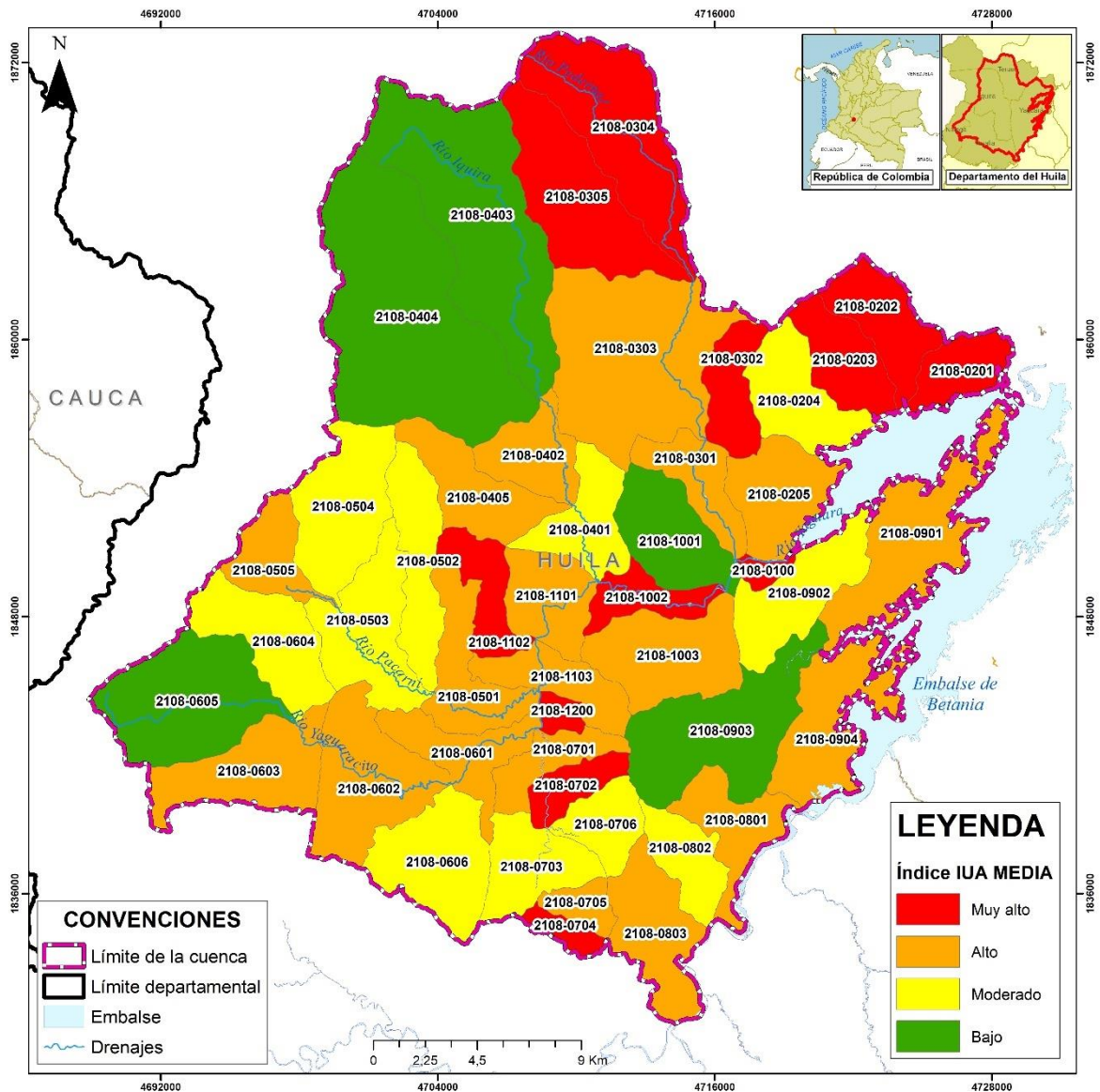


**Figura 7.43. Índice de uso del agua condición hidrológica seca para las unidades hidrográficas de nivel II**



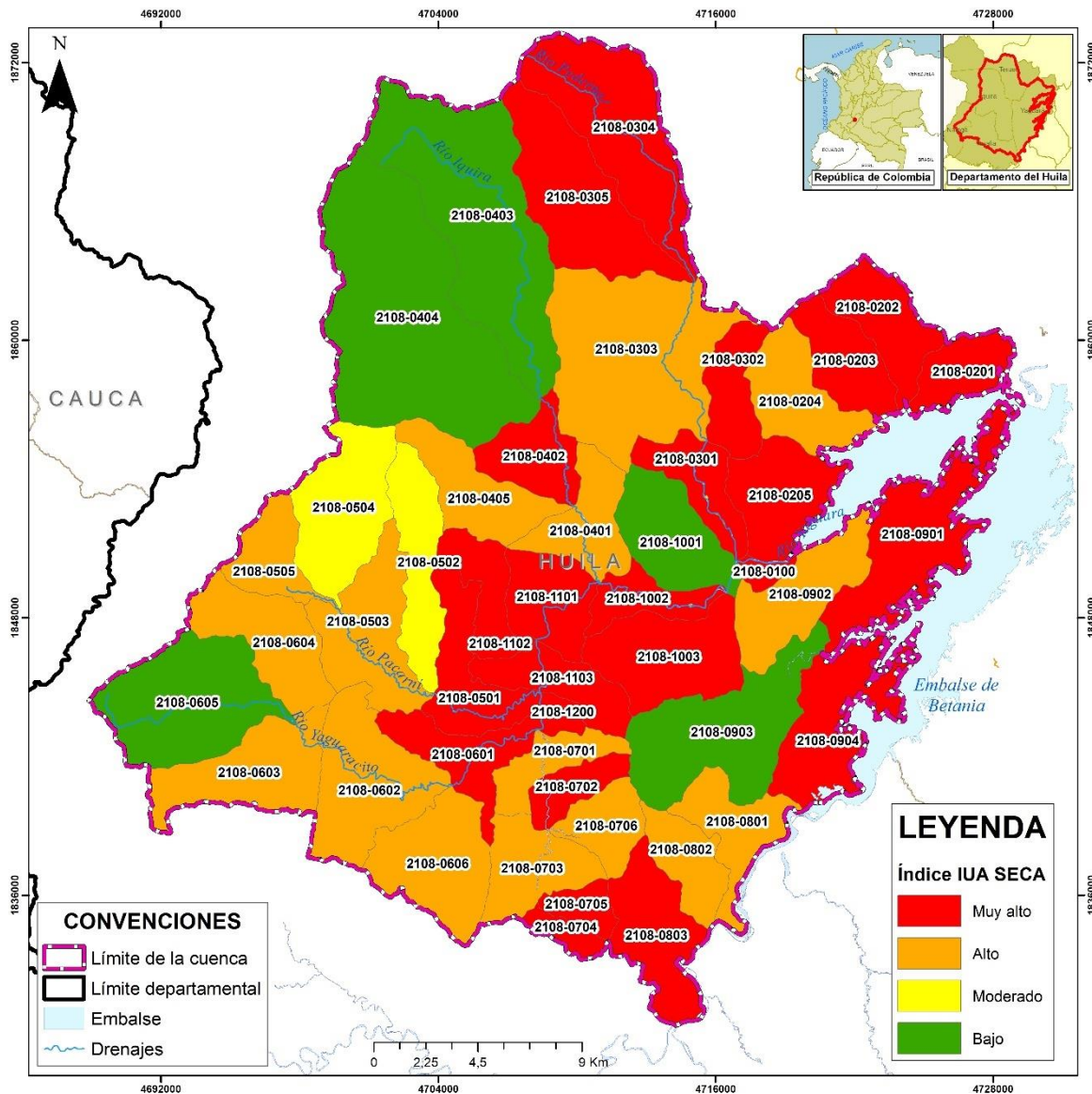
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 7.44. Índice de uso del agua condición hidrológica media para las unidades hidrográficas de nivel III**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

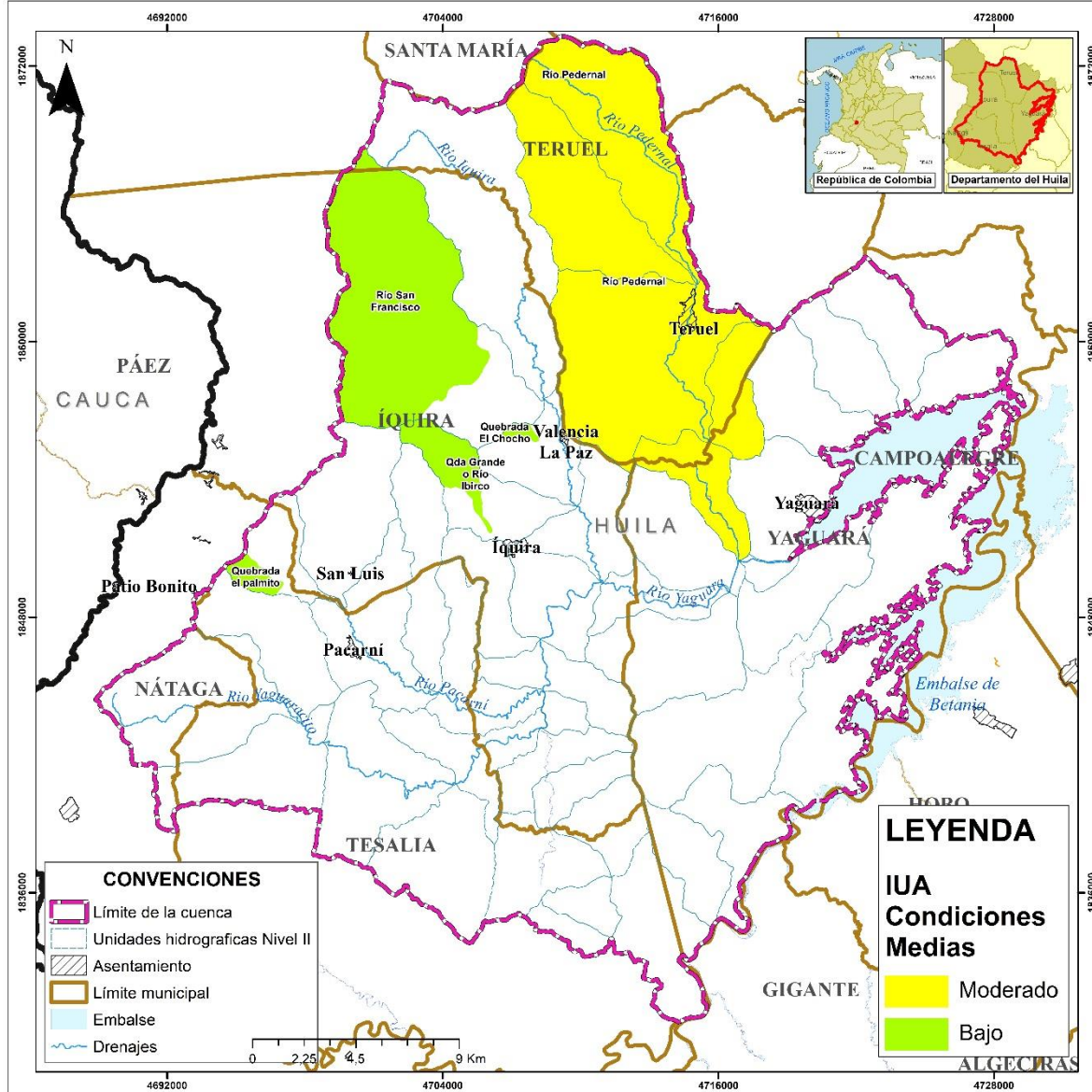
Figura 7.45. Índice de uso del agua condición hidrológica seca para las unidades hidrográficas de nivel III



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



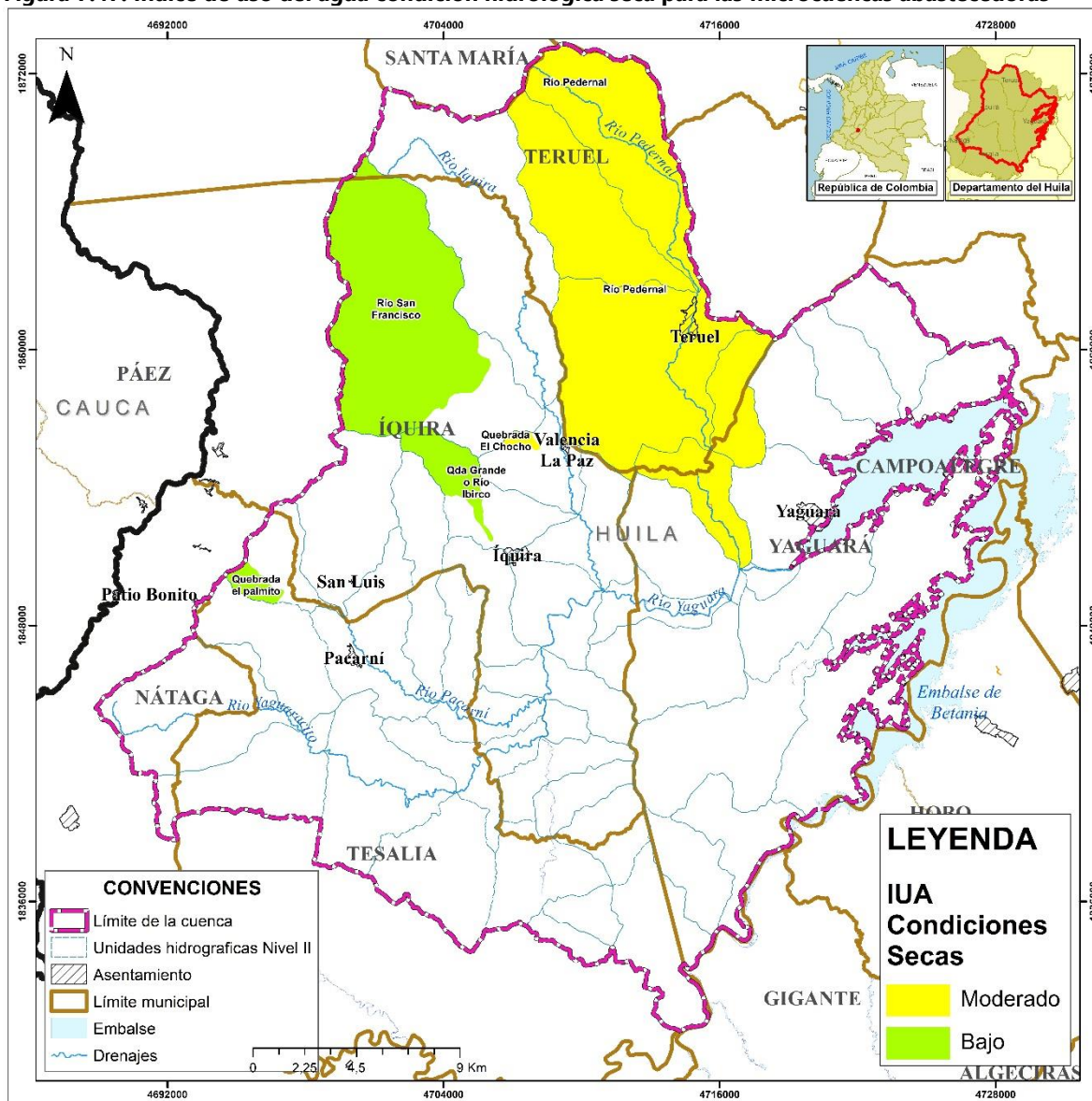
**Figura 7.46. Índice de uso del agua condición hidrológica media para las microcuencas abastecedoras**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



**Figura 7.47. Índice de uso del agua condición hidrológica seca para las microcuencas abastecedoras**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

### 7.8.3. Índice de vulnerabilidad hídrica por desabastecimiento (IVH)

El Índice de Vulnerabilidad Hídrica por Desabastecimiento refiere el grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener una oferta para el abastecimiento de agua, que, ante amenazas, como periodos largos de estiaje o eventos como el Fenómeno Cálido del Pacífico, podría generar riesgos de desabastecimiento.

El Índice de Vulnerabilidad Hídrica por Desabastecimiento se determina a través de una matriz de relación de rangos del Índice de Regulación Hídrica (IRH) y el Índice de Uso de Agua (IUA). Las categorías de este índice se presentan en la Tabla 7.98.

**Tabla 7.98. Matriz de relación para caracterizar el índice de vulnerabilidad al desabastecimiento (IVH)**

CATEGORÍAS ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DE DESABASTECIMIENTO (IVH)		
ÍNDICE DE USO DE AGUA	ÍNDICE DE REGULACIÓN	CATEGORÍA VULNERABILIDAD
Muy bajo	Alto	Muy bajo
Muy bajo	Moderado	Bajo
Muy bajo	Bajo	Medio
Muy bajo	Muy bajo	Medio
Bajo	Alto	Bajo
Bajo	Moderado	Bajo
Bajo	Bajo	Medio
Bajo	Muy bajo	Medio
Medio	Alto	Medio
Medio	Moderado	Medio
Medio	Bajo	Alto
Medio	Muy bajo	Alto
Alto	Alto	Medio
Alto	Moderado	Alto
Alto	Bajo	Alto
Alto	Muy bajo	Muy alto
Muy alto	Alto	Medio
Muy alto	Moderado	Alto
Muy alto	Bajo	Alto
Muy alto	Muy bajo	Muy alto

Fuente: ESTUDIO NACIONAL DEL AGUA, 2022.

Este indicador se calculó para las unidades hidrográficas de nivel II, III y microcuencas abastecedoras identificadas, teniendo los resultados de los índices de retención y regulación hídrica y del índice del uso del agua, el cual se muestra en la Tabla 7.99 y Tabla 7.100 para cada una de las condiciones hidrológicas establecidas.

**Tabla 7.99. Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico para las unidades hidrográficas de nivel II para la condición hidrológica media**

Código	Categoría IUA Medio	Categoría IRH	CATEGORÍA VULNERABILIDAD IVH
2108-01	Muy alta	Baja	Alto
2108-02	Muy alta	Baja	Alto
2108-03	Moderado	Moderada	Medio
2108-04	Bajo	Moderada	Bajo
2108-05	Moderado	Moderada	Medio

Código	Categoría IUA Medio	Categoría IRH	CATEGORÍA VULNERABILIDAD IVH
2108-06	Alto	Moderada	Alto
2108-07	Alto	Baja	Alto
2108-08	Alto	Baja	Alto
2108-09	Muy alta	Baja	Alto
2108-10	Muy alta	Baja	Alto
2108-11	Alto	Baja	Alto
2108-12	Alto	Baja	Alto

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 7.100. Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico para las unidades hidrográficas de nivel II para la condición hidrológica seca**

Código	Categoría IUA Medio	Categoría IRH	CATEGORÍA VULNERABILIDAD IVH
2108-01	Muy alta	Baja	Alto
2108-02	Muy alta	Baja	Alto
2108-03	Alto	Moderada	Alto
2108-04	Moderado	Moderada	Medio
2108-05	Alto	Moderada	Alto
2108-06	Muy alta	Moderada	Alto
2108-07	Muy alta	Baja	Alto
2108-08	Muy alta	Baja	Alto
2108-09	Muy alta	Baja	Alto
2108-10	Muy alta	Baja	Alto
2108-11	Muy alta	Baja	Alto
2108-12	Muy alta	Baja	Alto

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 7.101. Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico para las unidades hidrográficas de nivel III para la condición hidrológica media**

Código	Categoría IUA Media	Categoría IRH	CATEGORÍA VULNERABILIDAD IVH
2108-0100	Muy alta	Baja	Alto
2108-0201	Muy alta	Baja	Alto
2108-0202	Muy alta	Moderada	Alto



Código	Categoría IUA Media	Categoría IRH	CATEGORÍA VULNERABILIDAD IVH
2108-0203	Muy alta	Baja	Alto
2108-0204	Moderado	Baja	Alto
2108-0205	Alto	Baja	Alto
2108-0301	Alto	Baja	Alto
2108-0302	Muy alta	Baja	Alto
2108-0303	Alto	Moderada	Alto
2108-0304	Muy alta	Moderada	Alto
2108-0305	Muy alta	Moderada	Alto
2108-0401	Moderado	Baja	Alto
2108-0402	Alto	Moderada	Alto
2108-0403	Bajo	Moderada	Bajo
2108-0404	Bajo	Moderada	Bajo
2108-0405	Alto	Moderada	Alto
2108-0501	Alto	Moderada	Alto
2108-0502	Moderado	Moderada	Medio
2108-0503	Moderado	Moderada	Medio
2108-0504	Moderado	Moderada	Medio
2108-0505	Alto	Moderada	Alto
2108-0601	Alto	Moderada	Alto
2108-0602	Alto	Moderada	Alto
2108-0603	Alto	Moderada	Alto
2108-0604	Moderado	Moderada	Medio
2108-0605	Bajo	Moderada	Bajo
2108-0606	Moderado	Baja	Alto
2108-0701	Alto	Baja	Alto
2108-0702	Muy alta	Baja	Alto
2108-0703	Moderado	Baja	Alto
2108-0704	Muy alta	Baja	Alto
2108-0705	Alto	Baja	Alto
2108-0706	Moderado	Baja	Alto
2108-0801	Alto	Baja	Alto
2108-0802	Moderado	Baja	Alto
2108-0803	Alto	Baja	Alto
2108-0901	Alto	Baja	Alto





Código	Categoría IUA Media	Categoría IRH	CATEGORÍA VULNERABILIDAD IVH
2108-0902	Moderado	Baja	Alto
2108-0903	Bajo	Baja	Medio
2108-0904	Alto	Baja	Alto
2108-1001	Bajo	Baja	Medio
2108-1002	Muy alta	Baja	Alto
2108-1003	Alto	Baja	Alto
2108-1101	Alto	Baja	Alto
2108-1102	Muy alta	Moderada	Alto
2108-1103	Alto	Baja	Alto
2108-1200	Muy alta	Baja	Alto

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 7.102. Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico para las unidades hidrográficas de nivel III para la condición hidrológica seca**

Código	Categoría IUA - Seco	Categoría IRH	CATEGORÍA VULNERABILIDAD IVH
2108-0100	Muy alta	Baja	Alto
2108-0201	Muy alta	Baja	Alto
2108-0202	Muy alta	Moderada	Alto
2108-0203	Muy alta	Baja	Alto
2108-0204	Alto	Baja	Alto
2108-0205	Muy alta	Baja	Alto
2108-0301	Muy alta	Baja	Alto
2108-0302	Muy alta	Baja	Alto
2108-0303	Alto	Moderada	Alto
2108-0304	Muy alta	Moderada	Alto
2108-0305	Muy alta	Moderada	Alto
2108-0401	Alto	Baja	Alto
2108-0402	Muy alta	Moderada	Alto
2108-0403	Bajo	Moderada	Bajo
2108-0404	Bajo	Moderada	Bajo
2108-0405	Alto	Moderada	Alto
2108-0501	Muy alta	Moderada	Alto
2108-0502	Moderado	Moderada	Medio
2108-0503	Alto	Moderada	Alto

Código	Categoría IUA - Seco	Categoría IRH	CATEGORÍA VULNERABILIDAD IVH
2108-0504	Moderado	Moderada	Medio
2108-0505	Alto	Moderada	Alto
2108-0601	Muy alta	Moderada	Alto
2108-0602	Alto	Moderada	Alto
2108-0603	Alto	Moderada	Alto
2108-0604	Alto	Moderada	Alto
2108-0605	Bajo	Moderada	Bajo
2108-0606	Alto	Baja	Alto
2108-0701	Alto	Baja	Alto
2108-0702	Muy alta	Baja	Alto
2108-0703	Alto	Baja	Alto
2108-0704	Muy alta	Baja	Alto
2108-0705	Muy alta	Baja	Alto
2108-0706	Alto	Baja	Alto
2108-0801	Alto	Baja	Alto
2108-0802	Alto	Baja	Alto
2108-0803	Muy alta	Baja	Alto
2108-0901	Muy alta	Baja	Alto
2108-0902	Alto	Baja	Alto
2108-0903	Bajo	Baja	Medio
2108-0904	Muy alta	Baja	Alto
2108-1001	Bajo	Baja	Medio
2108-1002	Muy alta	Baja	Alto
2108-1003	Muy alta	Baja	Alto
2108-1101	Muy alta	Baja	Alto
2108-1102	Muy alta	Moderada	Alto
2108-1103	Muy alta	Baja	Alto
2108-1200	Muy alta	Baja	Alto

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 7.103. Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico para las microcuencas abastecedoras para la condición hidrológica media**

Municipio	Fuente	IUA (Cond Medias)	IRH	Calificación IVH
Íquira	Qda Grande o Río Ibirco	Bajo	Moderada	Baja
Teruel	Río Pedernal	Bajo	Moderada	Baja
Yaguará	San Francisco	Bajo	Moderada	Baja
	Río Pedernal	Moderado	Moderada	Medio
Valencia de la Paz - Íquira	Quebrada El Chocho	Bajo	Moderada	Baja
Pacarní - Tesalia	Quebrada de Palmito	Bajo	Moderada	Baja

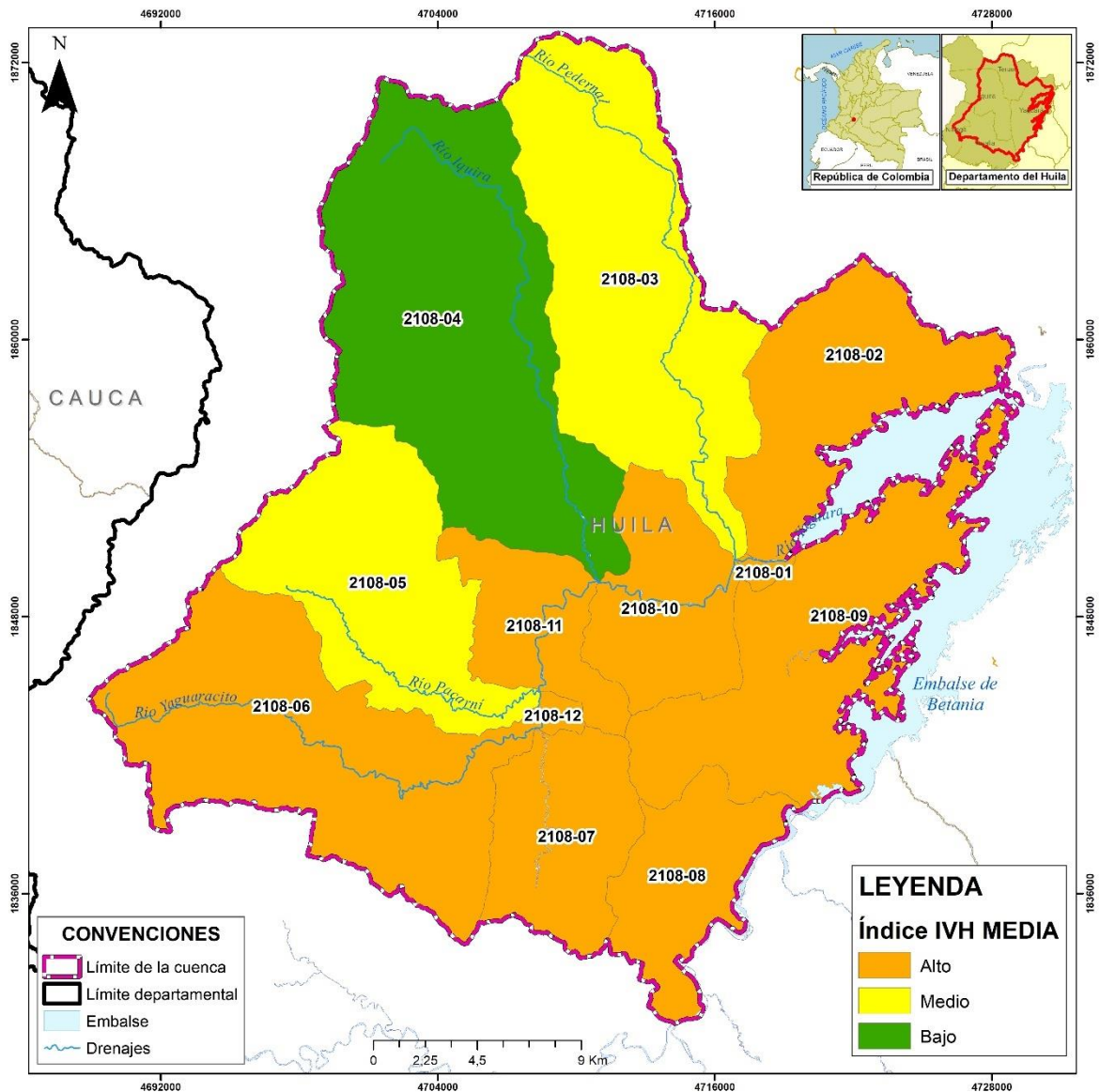
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 7.104. Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico para las microcuencas abastecedoras para la condición hidrológica seca**

Municipio	Fuente	IUA (Cond Secas)	IRH	Calificación IVH
Íquira	Qda Grande o Río Ibirco	Bajo	Moderada	Baja
Teruel	Río Pedernal	Bajo	Moderada	Baja
Yaguará	San Francisco	Bajo	Moderada	Baja
	Río Pedernal	Moderado	Moderada	Medio
Valencia de la Paz - Íquira	Quebrada El Chocho	Moderado	Moderada	Medio
Pacarní - Tesalia	Quebrada de Palmito	Bajo	Moderada	Baja

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

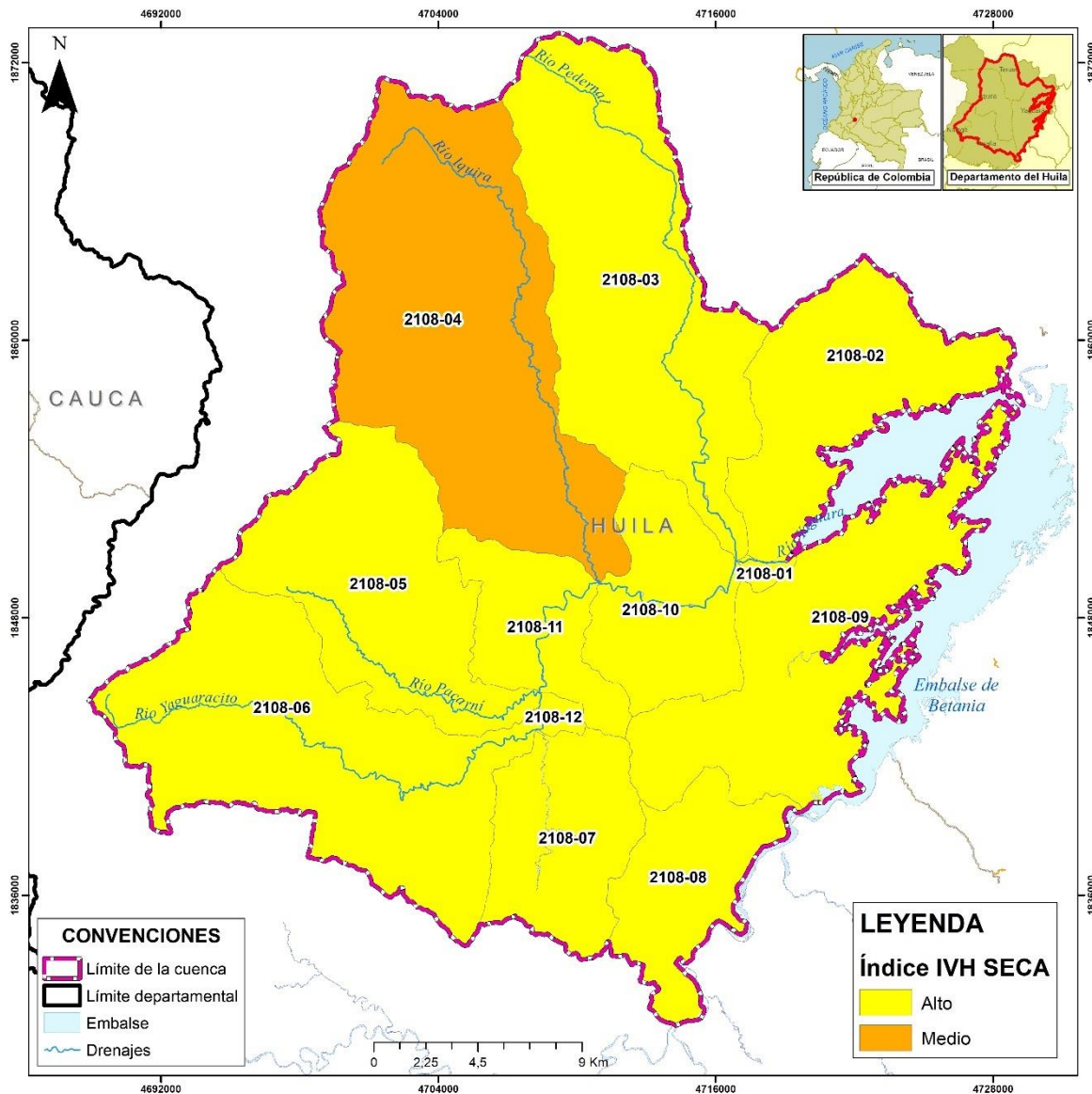
**Figura 7.48. Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico para las unidades hidrográficas de nivel II para la condición hidrológica media**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

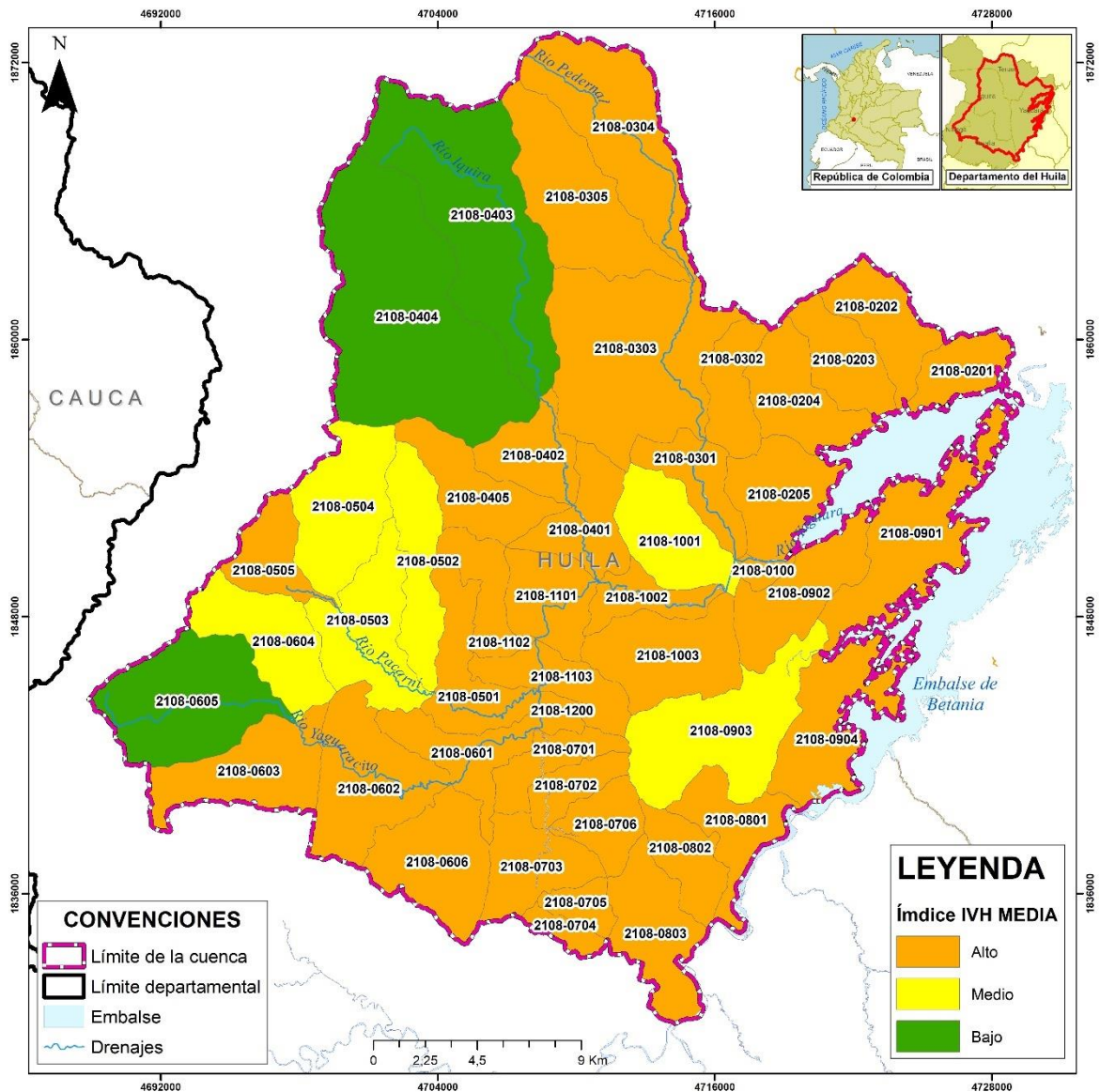


**Figura 7.49. Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico para las unidades hidrográficas de nivel II para la condición hidrológica seca**



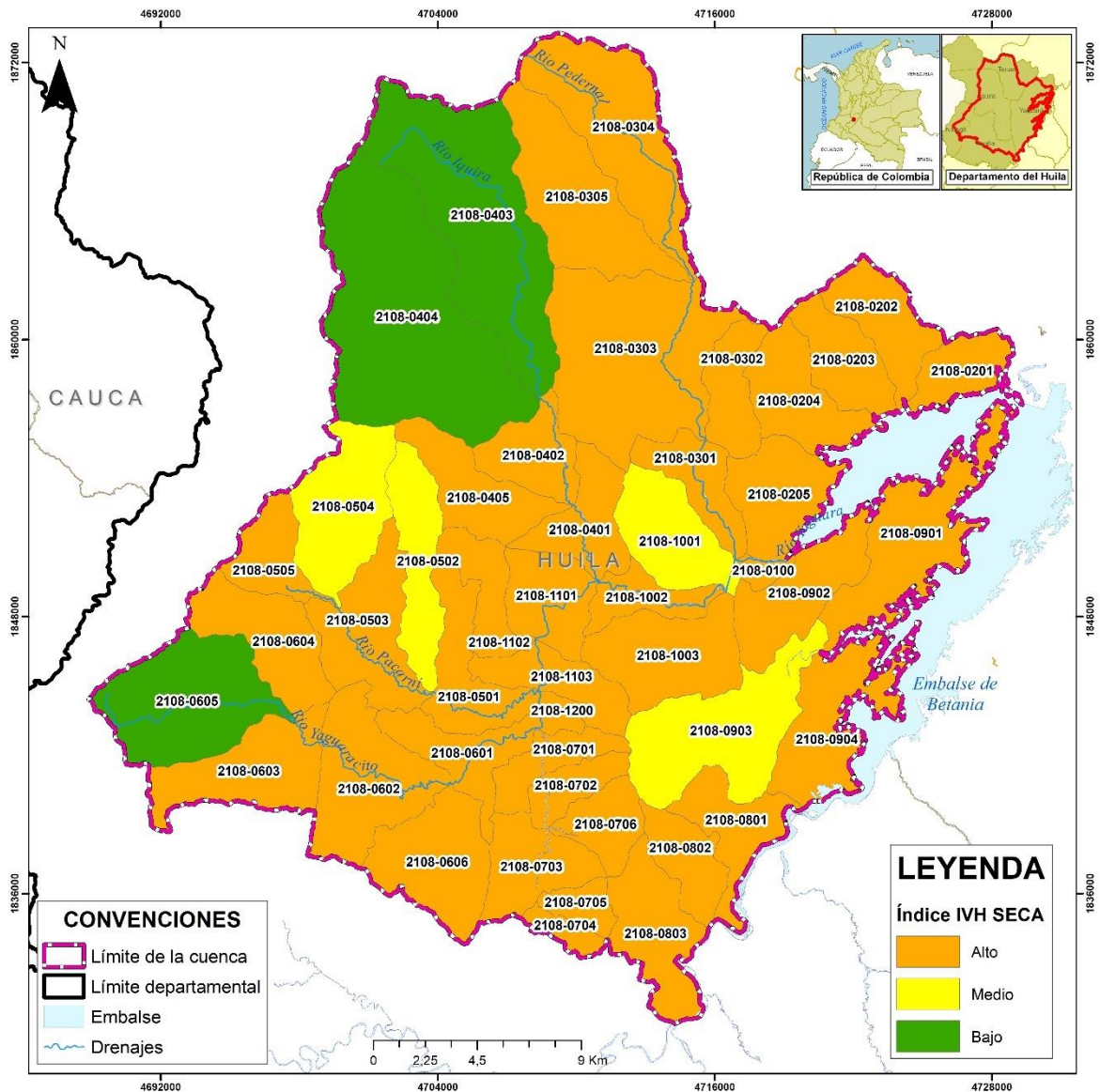
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 7.50. Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico para las unidades hidrográficas de nivel III para la condición hidrológica media**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

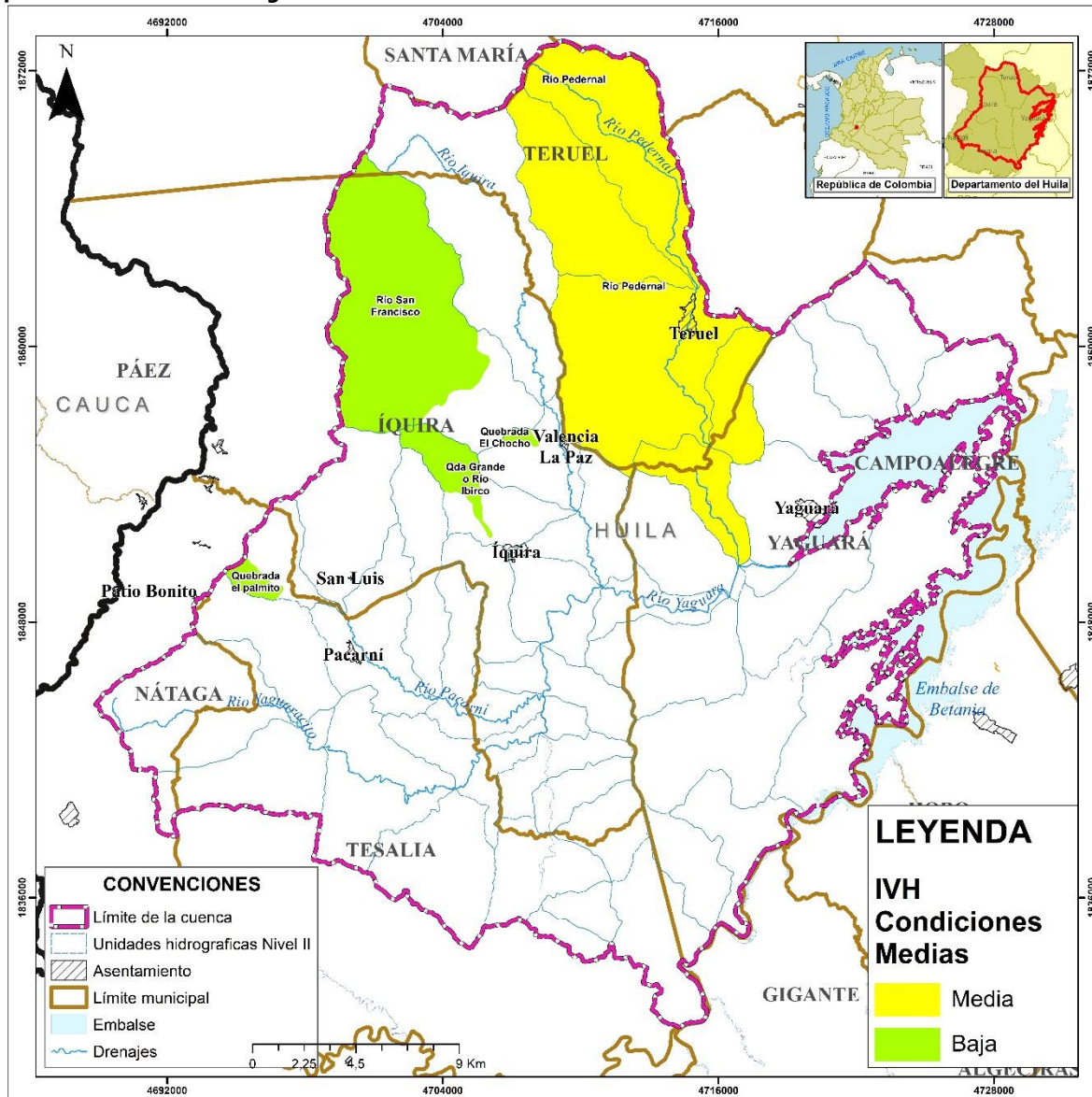
**Figura 7.51. Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico para las unidades hidrográficas de nivel III para la condición hidrológica seca**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



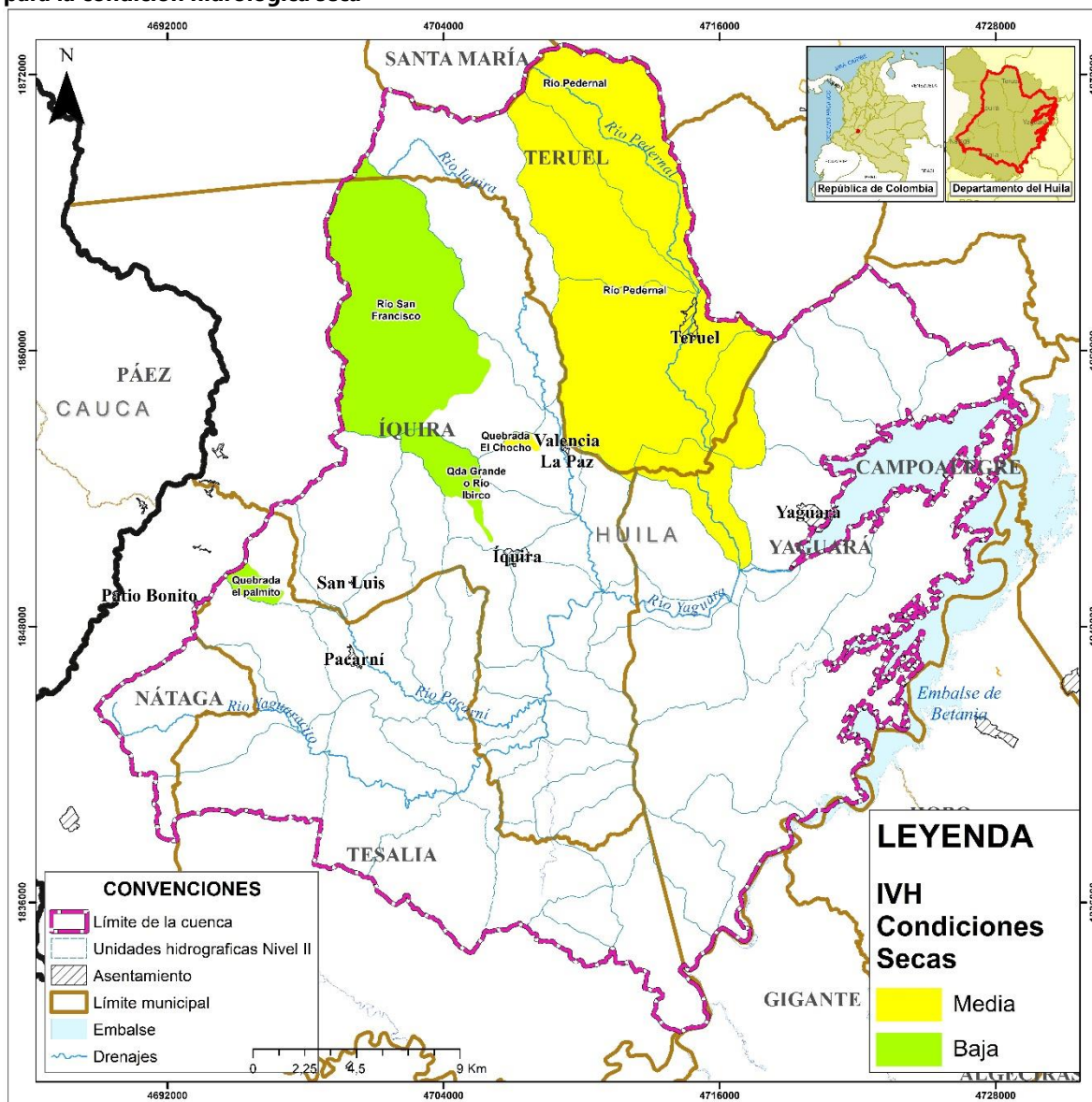
**Figura 7.52. Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico para las microcuencas abastecedoras para la condición hidrológica media**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



**Figura 7.53. Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico para las microcuencas abastecedoras para la condición hidrológica seca**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

## 7.9. Conclusiones y recomendaciones

Para el análisis de los datos se aplican pruebas a las estaciones de caudal ubicadas en la cuenca del Río Yaguará, las cuales fueron: cambio en la media prueba T simple (Lettenmaier, 1976); para cambio en la varianza prueba F simple (Jay L. Devore, 1982) (Lettenmaier, 1976); para tendencia de la serie Prueba T (Salas, 1992), obteniendo como resultado que las estaciones presentan cambio en la media y la varianza. Además, se puede verificar la relación entre el índice del ONI y el caudal, donde se puede apreciar que las estaciones tienen un alto grado de correlación con el índice del ONI a lo largo de todos los meses, los mayores

meses son diciembre a enero y septiembre. Adicionalmente, de acuerdo con el análisis de tendencia aplicado a las estaciones no es pertinente realizar un análisis de no estacionalidad a las series de caudal para el análisis de eventos extremos ya sean mínimos o máximos, teniendo en cuenta que estas series son estacionarias, según la prueba T de tendencia en la media.

Para la caracterización del régimen hidrológico de las unidades hidrográficas de nivel II, III y microcuencas abastecedoras del Río Yaguará, se aplica el uso modelo hidrológico GR4J desarrollado por (Perrin, 2003), el cual se caracteriza por representar un modelo lluvia-escorrentía de simulación continua y representación espacial agregada hasta el nivel de detalle de interés. Se caracteriza por determinar escala temporal diaria y su distribución temporal se configura a partir de cuatro (4) parámetros. Dicho modelo hidrológico ha sido utilizado profusamente en la literatura científica, determinándose gran desempeño en múltiples cuencas hidrográficas en condiciones hidroclimáticas diversas, el cual dio muy buenos resultados en el proceso de calibración y validación del modelo con las estaciones Hacienda Venecia ubicada sobre el cauce principal del río.

Para analizar el desabastecimiento hídrico se estima el Índice de Uso del Agua IUA, que resulta de la comparación entre la demanda existente y la oferta disponible de agua en cada unidades hidrográficas de nivel II, III y microcuencas. Para analizar el comportamiento en el tiempo de este índice se calcula para la condición media y para la condición seca o de caudales mínimos. Según el significado del índice, si el IUA sobrepasa el 20%, deben iniciarse programas de ordenamiento y de conservación de cuencas, a fin de hacer sostenible el recurso hídrico, evitar situaciones que afecten el abastecimiento de agua y prevenir futuras crisis. Teniendo en cuenta lo anterior, varias unidades hidrográficas y microcuencas que se encuentran en este rango, con valores de IUA en las categorías de Muy Alto y Alto, por lo que es recomendable iniciar programas de ordenamiento y de conservación de cuencas, para evitar situaciones que afecten el abastecimiento de agua a futuro.

Dada la necesidad de conocer los recursos de agua disponibles en las unidades hidrográficas de nivel II y III, se recomienda la instalación y operación de estaciones hidrológicas en la mayoría de estas, los cuales aportarían los datos básicos para el conocimiento del régimen de la cuenca.

Se recomienda realizar un censo de usuarios para toda la cuenca del Río Yaguará que permita establecer las demandas reales por sus usos respectivos, incluyendo las reglamentaciones y legalización de las concesiones de agua.

## 8. MORFOMETRÍA

### 8.1. Generalidades

El comportamiento hidrológico de una cuenca hidrográfica está en función de numerosos factores, entre los cuales predominan el clima y la forma del territorio. Las formas de la superficie terrestre y su relación con el comportamiento hidrológico de una determinada cuenca pueden establecerse por medio de índices morfométricos, en donde dichos índices describen las características de paisajes complejos por medio de valores constantes. En forma adicional, en esta cuenca el comportamiento hidrológico está influenciado por las intervenciones derivadas de los procesos de expansión, que conllevan a rectificaciones de cursos de las quebradas y ríos, a la profundización y desviación de cauces, impermeabilización de suelos, al igual que el trasvase de cuenca, entre otros factores que modifican o afectan la hidrología de la cuenca.

La estimación de las características morfométricas de la cuenca hidrográfica, correspondiente a las 12 unidades hidrográficas nivel I, 47 unidades hidrográficas nivel II y 6 microcuencas abastecedoras de centros urbanos y poblados que la conforman en el área de jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena-CAM del presente estudio, se evaluaron a partir de la base cartográfica en formato digital del Instituto Geográfico Agustín Codazzi escala 1:25.000, con intervalos de curvas de nivel cada 25 y 50 metros, utilizando como herramienta el Sistema de Información Geográfica (Arc Gis 10.4).

De acuerdo con los resultados obtenidos en el producto de hidrografía con la delimitación de las unidades hidrográficas nivel I, II y las microcuencas abastecedoras de centros urbanos y poblados.

**Tabla 8.1. Relación numeración de las unidades hidrográficas nivel I delimitadas en la cuenca hidrográfica del Río Yaguará**

Numero Consecutivo	Unidades hidrográficas Nivel I	Código
1	Río Yaguará entre R. Pederal y Embalse Betania	2108-01
2	Directos a Embalse Betania Sector Noroccidental	2108-02
3	Río Pederal	2108-03
4	Río Íquira	2108-04
5	Río Pacarní	2108-05
6	Río Yaguaracito	2108-06
7	Río Macurí	2108-07



Numero Consecutivo	Unidades hidrográficas Nivel I	Código
8	Directos al Río Magdalena entre R. Páez y Embalse Betania	2108-08
9	Directos al Embalse Betania Sector Suroccidental	2108-09
10	Directos al Río Yaguará entre R. Íquira y R. Pedernal	2108-10
11	Directos al Río Yaguará entre R. Pacarní y R. Íquira	2108-11
12	Directos al Río Yaguará entre R. Macurí y R. Pacarní (md)	2108-12

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 8.2. Relación numeración de las unidades hidrográficas nivel II delimitadas en la cuenca hidrográfica del Río Yaguará**

No. Consecutivo	Código	Microcuenca
1	2108-0100	Desembocadura R. Yaguará
2	2108-0201	Q. Las Damas
3	2108-0202	Q. El Capote
4	2108-0203	Q. En Medio
5	2108-0204	Q. Chichayaco
6	2108-0205	Q. Aguadulce y otros directos a Embalse Betania
7	2108-0301	Río Pedernal entre Q. La Papayala y R. Yaguará
8	2108-0302	Q. La Papayala
9	2108-0303	Río Pedernal entre R. La María y Q. La Papayala
10	2108-0304	Río Pedernal hasta Q. La María
11	2108-0305	Río La María
12	2108-0401	Río Íquira entre Q. Grande y R. Yaguará
13	2108-0402	Río Íquira entre R. San Francisco y Q. Grande
14	2108-0403	Río Íquira hasta R. San Francisco
15	2108-0404	Río San Francisco
16	2108-0405	Q. Grande
17	2108-0501	Q. El Guamal y otros directos a R. Pacarní
18	2108-0502	Q. de Juancho
19	2108-0503	Río Pacarní entre Qdas. La Damita y de Juancho
20	2108-0504	Qdas. La Damita y El Tote
21	2108-0505	Río Pacarní hasta Q. La Damita
22	2108-0601	R. Yaguaracito entre Q. El Carbón y R. Yaguará
23	2108-0602	Q. Cachimbo y otros directos a R. Yaguaracito

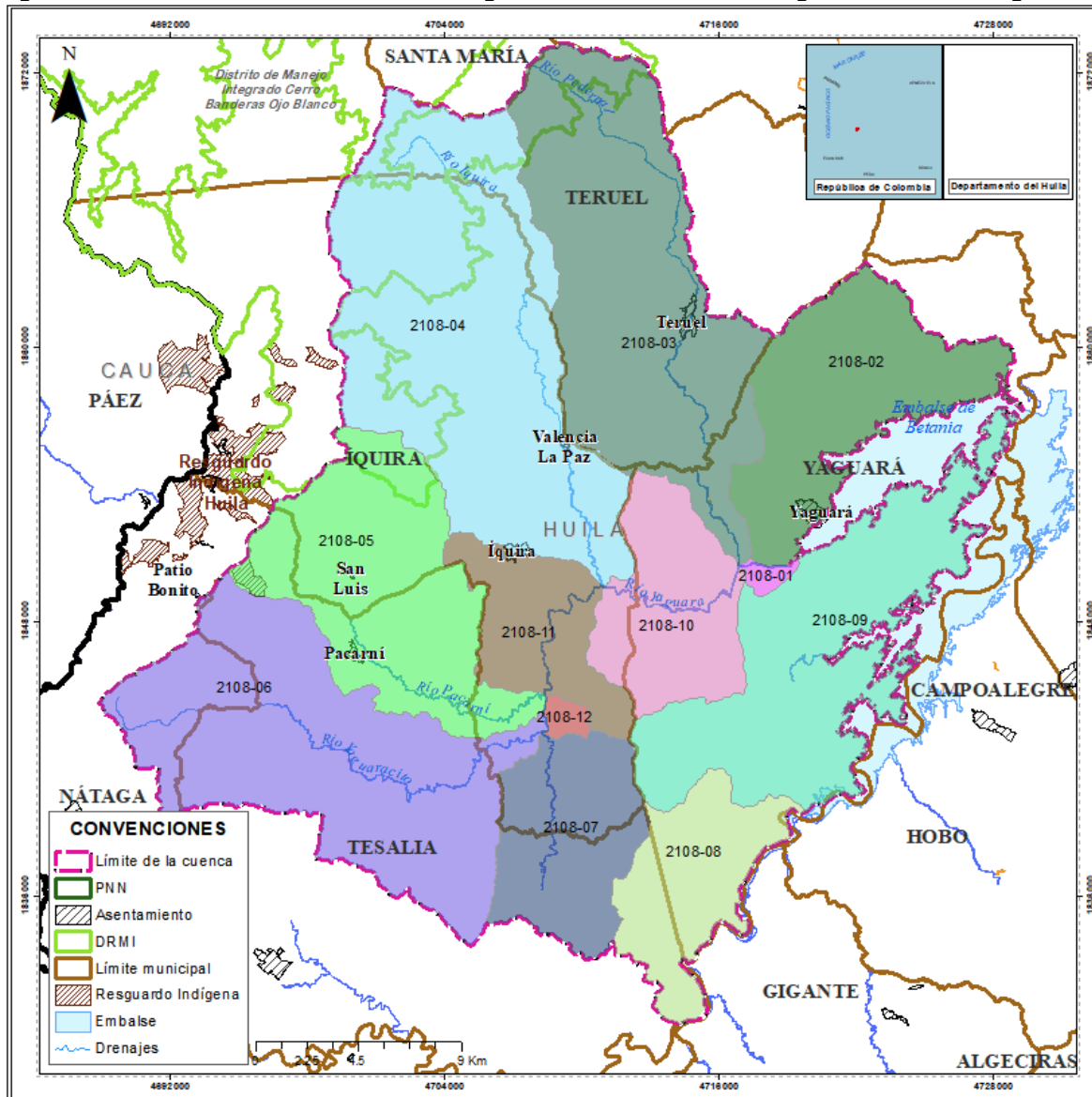




No. Consecutivo	Código	Microcuenca
24	2108-0603	Q. El Dave y otros directos a R. Yaguaracito
25	2108-0604	Q. La Colorada
26	2108-0605	Río Yaguaracito hasta Q. La Colorada
27	2108-0606	Q. El Carbón
28	2108-0701	Q. Seca y otros directos a R. Macurí
29	2108-0702	Q. El Chocho y otros directos a R. Macurí
30	2108-0703	Q. Los Linderos y otros directos a R. Macurí
31	2108-0704	Q. El Pilón Grande
32	2108-0705	Q. El Hatillo
33	2108-0706	Q. de Jacobo
34	2108-0801	Q. Las Coloradas y otros directos a Río Magdalena
35	2108-0802	Q. La Sardina y otros directos a Río Magdalena
36	2108-0803	Q. El Achiote y otros directos a Río Magdalena
37	2108-0901	Q. El Espinal y otros directos a Embalse Betania
38	2108-0902	Qdas. El Partidero y La Buitrera
39	2108-0903	Qdas. La Caraguaja y de Chipacá
40	2108-0904	Q. Zanja Larga y otros directos a Embalse Betania
41	2108-1001	Q. La Garza
42	2108-1002	R. Yaguará entre R. Íquira y Q. La Garza
43	2108-1003	Q. La Salada
44	2108-1101	R. Yaguará entre Q. El Cachingo y R. Íquira
45	2108-1102	Q. El Cachingo
46	2108-1103	Q. de Paredes y otros directos a R. Yaguará
47	2108-1200	Q. La Chorrera y otros directos a R. Yaguará

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 8.1. Delimitación de las unidades hidrográficas nivel I – cuenca hidrográfica de los Río Yaguará**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 8.2. Delimitación de las unidades hidrográficas nivel II – cuenca hidrográfica de los Río Yaguará**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 8.3. Relación numeración microcuencas abastecedoras de centros urbanos y poblados delimitadas**

<b>Tipo</b>	<b>Municipio</b>	<b>Fuente</b>	<b>Área aferente (ha)</b>
Centros Urbanos	Íquira	Qda Grande o Río Ibirco	687,3
	Teruel	Río Pedernal	33,90
	Yaguará	San Francisco	5.660,14
		Río Pedernal	13.697,28
Centros Poblados	Valencia de la Paz - Íquira	Quebrada El Chocho	74,34
	Pacarní - Tesalia	Quebrada de Palmito	237,15

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

## 8.2. Parámetros físicos de la cuenca

### 8.2.1. Área de drenaje de la cuenca ( $A_c$ ) [ $\text{km}^2$ ]

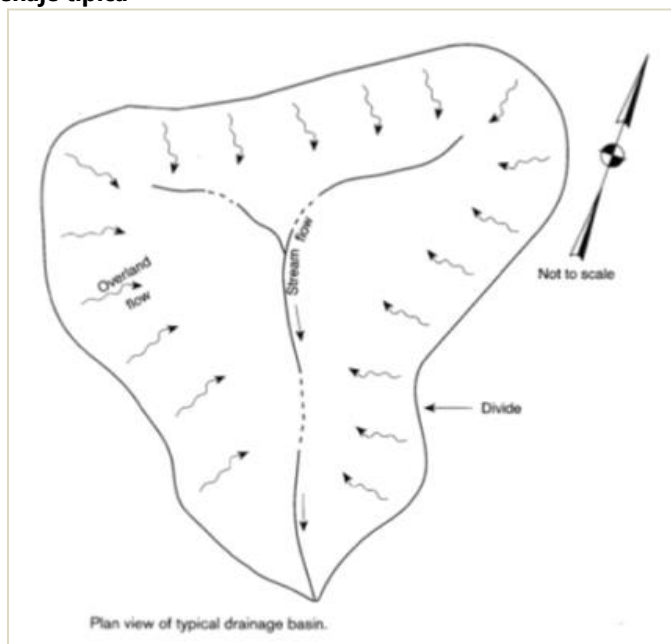
Es la proyección horizontal del área de drenaje, o de un sistema de escorrentía dirigido, directa o indirectamente, a un mismo cauce natural. El sitio que recoge toda la escorrentía que se produce en una cuenca hidrográfica se denomina punto de concentración o punto de cierre de la cuenca.

El concepto de área de drenaje y divisoria de aguas se presenta en las Figura 8.3 y Figura 8.4.

La delimitación de una cuenca hidrográfica se realiza a partir de restitutiones cartográficas y fotogramétricas y, para ello, se deben seguir las reglas básicas que se mencionan en la Guía Básica para la Caracterización Morfométrica de Cuencas Hidrográficas:

- La divisoria de aguas pasa por los puntos más altos de las cordilleras, cruzando los valles que estas delimitan.
- Su delimitación comienza en el punto de concentración y se continúa a cada lado de este punto con líneas siempre perpendiculares a las curvas de nivel.
- La divisoria de aguas nunca debe interceptar los cauces naturales.
- Imagine una gota de agua cayendo sobre el mapa, si la gota llegara al punto de concentración, esta área debe pertenecer a la cuenca.

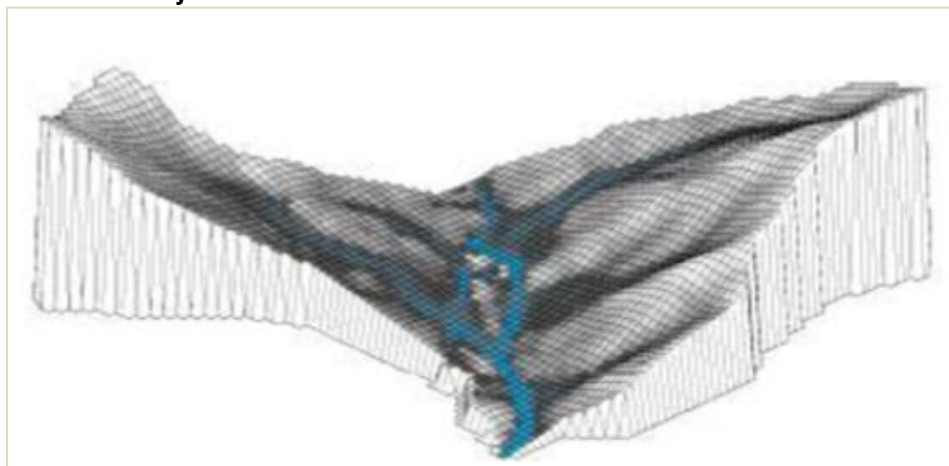
**Figura 8.3. Área de drenaje típica**



Fuente: Guía básica para la caracterización morfométrica de cuencas hidrográficas, 2010.



**Figura 8.4. Área de drenaje vista en 3D**



Fuente: Guía básica para la caracterización morfométrica de cuencas hidrográficas, 2010.

### 8.2.2. Perímetro de la cuenca

El perímetro de la cuenca o la longitud de la línea divisoria de la cuenca es un parámetro importante, pues en conexión con el área permite inferir sobre la forma de la cuenca. Usualmente este parámetro físico es simbolizado por la mayúscula P.

### 8.2.3. Longitud recta de la cuenca

Es la longitud de una línea recta con dirección "paralela" al cauce principal.

### 8.2.4. Ancho de la cuenca (w) [km]

Es la relación entre el área de drenaje de la cuenca y la longitud de la misma.

### 8.2.5. Resultados y análisis de los parámetros físicos de la cuenca

A continuación, se relacionan los resultados obtenidos de los cuatro parámetros físicos de la subzona hidrográfica del Río Yaguará y las unidades hidrográficas de nivel I y II estimados a partir de la información disponible en la cartografía.

**Tabla 8.4. Resultados de los parámetros físicos de la subzona hidrográfica del río Yaguará y la unidad hidrográfica de nivel I.**

Nombre	Codificación	Área	Perímetro	Longitud Recta de la Cuenca	Ancho de la Cuenca
-	-	km <sup>2</sup>	km	km	km
Río Yaguará	2108	894.77	291.48	41.63	21.49
Río Yaguará entre R. Pederal y Embalse Betania	208-01	2.37	7.54	2.58	0.92
Directos a Embalse Betania Sector Noroccidental	2108-02	72.89	61.04	11.32	6.44
Río Pederal	2108-03	136.97	64.45	23.96	5.72
Río Íquira	2108-04	166.90	66.20	23.70	7.04

Nombre	Codificación	Área	Perímetro	Longitud Recta de la Cuenca	Ancho de la Cuenca
-	-	km <sup>2</sup>	km	km	km
Río Pacarní	2108-05	90.51	53.59	14.02	6.46
Río Yaguaracito	2108-06	136.88	70.97	18.27	7.49
Río Macurí	2108-07	50.11	32.65	9.15	5.47
Directos al Río Magdalena entre R. Páez y Embalse Betania	2108-08	44.28	40.63	10.10	4.38
Directos al Embalse Betania Sector Suroccidental	2108-09	104.08	145.97	22.06	4.72
Directos al Río Yaguará entre R. Íquira y R. Pedernal	2108-10	49.85	32.70	10.75	4.64
Directos al Río Yaguará entre R. Pacarní y R. Íquira	2108-11	37.01	34.55	11.74	3.15
Directos al Río Yaguará entre R. Macurí y R. Pacarní (md)	2108-12	2.91	7.62	2.47	1.18

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 8.5. Resultados de los parámetros físicos de la unidad hidrográfica de nivel II.**

Nombre	Codificación	Área	Perímetro	Longitud Recta de la Cuenca	Ancho de la Cuenca
-	-	km <sup>2</sup>	km	km	km
Desembocadura R. Yaguará	2108-0100	2.37	7.54	2.58	0.92
Q. Las Damas	2108-0201	10.23	21.15	5.16	1.98
Q. El Capote	2108-0202	14.80	20.37	6.19	2.39
Q. En Medio	2108-0203	13.44	17.16	6.24	2.15
Q. Chichayaco	2108-0204	16.89	22.09	6.08	2.78
Q. Aguadulce y otros directos a Embalse Betania	2108-0205	17.53	21.16	4.80	3.65
Río Pedernal entre Q. La Papayala y R. Yaguará	2108-0301	11.74	18.61	5.86	2.00
Q. La Papayala	2108-0302	11.13	16.51	5.59	1.99
Río Pedernal entre R. La María y Q. La Papayala	2108-0303	50.14	36.10	9.82	5.11
Río Pedernal hasta Q. La María	2108-0304	33.90	30.99	12.27	2.76
Río La María	2108-0305	30.07	29.32	11.55	2.60
Río Íquira entre Q. Grande y R. Yaguará	2108-0401	14.17	20.24	6.06	2.34
Río Íquira entre R. San Francisco y Q. Grande	2108-0402	12.64	16.61	4.45	2.84

Nombre	Codificación	Área	Perímetro	Longitud Recta de la Cuenca	Ancho de la Cuenca
Río Íquira hasta R. San Francisco	2108-0403	54.28	40.56	15.32	3.54
Río San Francisco	2108-0404	69.27	41.09	13.68	5.06
Q. Grande	2108-0405	16.54	22.32	7.48	2.21
Q. El Guamal y otros directos a R. Pacarní	2108-0501	16.46	26.34	7.58	2.17
Q. de Juancho	2108-0502	16.74	25.99	10.96	1.53
Río Pacarní entre Qdas. La Damita y de Juancho	2108-0503	22.35	27.70	8.38	2.67
Qdas. La Damita y El Tote	2108-0504	23.82	23.69	8.06	2.96
Río Pacarní hasta Q. La Damita	2108-0505	11.13	17.57	5.28	2.11
R. Yaguaracito entre Q. El Carbón y R. Yaguará	2108-0601	14.06	25.86	6.83	2.06
Q. Cachimbo y otros directos a R. Yaguaracito	2108-0602	26.62	25.89	7.69	3.46
Q. El Dave y otros directos a R. Yaguaracito	2108-0603	22.04	26.14	8.16	2.70
Q. La Colorada	2108-0604	19.31	22.50	7.22	2.67
Río Yaguaracito hasta Q. La Colorada	2108-0605	32.31	25.58	7.31	4.42
Q. El Carbón	2108-0606	22.55	22.11	6.92	3.26
Q. Seca y otros directos a R. Macurí	2108-0701	9.29	18.44	6.08	1.53
Q. El Chocho y otros directos a R. Macurí	2108-0702	7.30	13.24	4.74	1.54
Q. Los Linderos y otros directos a R. Macurí	2108-0703	14.90	18.51	4.92	3.03
Q. El Pilón Grande	2108-0704	3.77	10.11	3.70	1.02
Q. El Hatillo	2108-0705	5.02	10.45	3.50	1.43
Q. de Jacobo	2108-0706	9.83	13.88	4.18	2.35
Q. Las Coloradas y otros directos a Río Magdalena	2108-0801	13.96	25.71	5.11	2.73
Q. La Sardina y otros directos a Río Magdalena	2108-0802	10.91	16.61	6.21	1.76
Q. El Achiote y otros directos a Río Magdalena	2108-0803	19.42	24.86	8.27	2.35
Q. El Espinal y otros directos a Embalse Betania	2108-0901	29.13	70.97	12.38	2.35
Qdas. El Partidero y La Buitrera	2108-0902	18.79	24.88	8.70	2.16
Qdas. La Caraguaja y de Chipacá	2108-0903	32.64	33.59	10.69	3.05

Nombre	Codificación	Área	Perímetro	Longitud Recta de la Cuenca	Ancho de la Cuenca
Q. Zanja Larga y otros directos a Embalse Betania	2108-0904	23.53	57.23	8.20	2.87
Q. La Garza	2108-1001	18.23	18.79	7.37	2.47
R. Yaguará entre R. Íquira y Q. La Garza	2108-1002	8.88	17.57	6.46	1.38
Q. La Salada	2108-1003	22.74	22.26	6.78	3.36
R. Yaguará entre Q. El Cachingo y R. Íquira	2108-1101	14.24	16.06	5.95	2.40
Q. El Cachingo	2108-1102	10.45	19.99	6.21	1.68
Q. de Paredes y otros directos a R. Yaguará	2108-1103	12.32	19.91	7.35	1.68
Q. La Chorrera y otros directos a R. Yaguará	2108-1200	2.91	7.62	2.47	1.18

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 8.6. Resultados de los parámetros físicos de las microcuencas abastecedoras de centros urbanos y poblados**

Municipio	Fuente	Área	Perímetro	Longitud Recta de la Cuenca	Ancho de la Cuenca
-	-	km <sup>2</sup>	km	km	km
Íquira	Qda Grande o Río Ibirco	6.87	16.41	6.23	1.10
Teruel	Río Pedernal	9.97	13.17	4.26	2.34
Yaguará	San Francisco	56.60	34.97	11.54	4.91
	Río Pedernal	136.97	64.45	24.08	5.69
Valencia de la Paz - Íquira	Quebrada El Chocho	0.74	4.12	1.62	0.46
Pacarní - Tesalia	Quebrada de Palmito	2.37	6.80	2.26	1.05

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

### 8.3. Parámetros de forma de la cuenca

Los factores geológicos, principalmente, son los encargados de moldear la fisiografía de una región y particularmente la forma que tienen las cuencas hidrográficas.

Para explicar cuantitativamente la forma de la cuenca, se compara la cuenca con figuras geométricas conocidas como lo son: el círculo, el óvalo, el cuadrado y el rectángulo, principalmente.



### 8.3.1. Índice de compacidad o índice de Gravelius

Parámetro adimensional que relaciona el perímetro de la cuenca y el perímetro de un círculo de igual área que el de la cuenca. Este parámetro describe la geometría de la cuenca y está estrechamente relacionado con el tiempo de concentración del sistema hidrológico.

$$K_c = \frac{P_{cuenca}}{2\pi \left( \frac{A_{cuenca}}{\pi} \right)^{\frac{1}{2}}}$$

Dónde:

P: Perímetro de la cuenca [km]

A: Área de la cuenca [km<sup>2</sup>]

Este valor adimensional, independiente del área estudiada, tiene por definición un valor de 1 para cuencas imaginarias de forma exactamente circular. Los valores de Kc nunca serán inferiores a 1. El grado de aproximación de este índice a la unidad indicará la tendencia a concentrar fuerte volúmenes de aguas de escurrimiento, siendo más acentuado cuanto más cercano sea a la unidad, lo cual quiere decir que entre más bajo sea Kc mayor será la concentración de agua. Existen tres categorías para la clasificación según el valor de este parámetro, según la Tabla 8.7:

**Tabla 8.7. Índice de compacidad para la evaluación de la forma**

Clase	Rango	Descripción
Kc1	1.0 a 1.25	Forma redonda a oval redonda
Kc2	1.25 a 1.5	Forma oval redonda a oval oblonga
Kc3	> 1.5	Forma oval oblonga a rectangular oblonga

Fuente: Guía básica para la caracterización morfométrica de cuencas hidrográficas, 2010.

### 8.3.2. Factor de Forma (Kf)

Índice propuesto por Gravelius. Es la relación entre el área (A) de la cuenca y el cuadrado del máximo recorrido (L). Este parámetro mide la tendencia de la cuenca hacia las crecidas, rápidas y muy intensas o lentas y sostenidas, según que su factor de forma tienda hacia valores extremos grandes o pequeños.

$$K_f = \frac{A}{L^2}$$

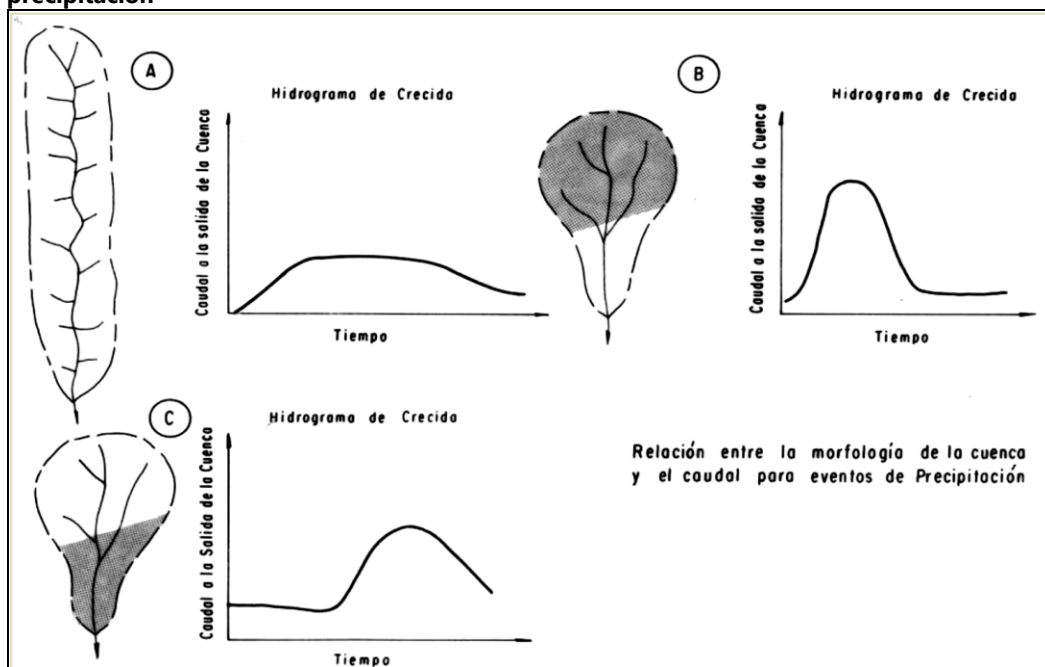
**Tabla 8.8. Clasificación del factor de forma**

$K_f$	Característica
<1	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas
1	Cuadrada
>1	Tiende a ser achatada, tendencia a ocurrencia de avenidas

Fuente: Guía básica para la caracterización morfométrica de cuencas hidrográficas, 2010.

En la Figura 8.5, se muestra la relación entre la morfología de algunas cuencas y sus respectivos caudales pico.

**Figura 8.5. Relación entre la forma de algunas cuencas y el caudal pico para eventos máximos de precipitación**



Fuente: F. Bell, 1999.

### 8.3.3. Índice de alargamiento

Relaciona la longitud del cauce encontrada en la cuenca, medida en el sentido principal, y el ancho máximo de ella. Éste define si la cuenca es alargada, cuando su valor es mucho mayor a la unidad, o si es muy achatada, cuando son valores menores a la unidad.

$$I_A = \frac{L}{A_n}$$

Dónde:

L: Longitud de la cuenca

An: Ancho de la cuenca

**Tabla 8.9. Índice de alargamiento**

$I_A$	Característica
$I_A > 1$	Cuenca alargada
$I_A < 1$	Cuenca achatada y por lo tanto el cauce principal es corto

Fuente: Guía básica para la caracterización morfométrica de cuencas hidrográficas, 2010.

#### 8.3.4. Índice asimétrico

Es la relación del área de las vertientes, mayor ( $A_{mayor}$ ) y menor ( $A_{menor}$ ), las cuales son separadas por el cauce principal. Este índice evalúa la homogeneidad en la distribución de la red de drenaje, pues si se tiene un índice mucho mayor a 1 se observará sobre la cuenca que el río principal estará recargado a una de las vertientes, lo cual implica una heterogeneidad en la distribución de la red de drenaje, aumentando la descarga hídrica de la cuenca a esta vertiente, lo que incrementa en cierto grado los niveles de erosión a causa de los altos eventos de escorrentía superficial obtenidos.

A continuación, se presenta la ecuación que define el índice asimétrico como:

$$I_{AS} = \frac{A_{mayor}}{A_{menor}}$$

Dónde:

$I_{AS}$ : Índice asimétrico (adimensional)

$A_{mayor}$ : Vertiente mayor (km<sup>2</sup>)

$A_{menor}$ : Vertiente menor (km<sup>2</sup>)

**Tabla 8.10. Índice asimétrico**

$I_{AS}$	Característica
$I_{AS} > 1$	Cauce principal bastante recargado a una de las vertientes
$I_{AS} = 1$	Distribución uniforme del cauce principal

Fuente: Guía básica para la caracterización morfométrica de cuencas hidrográficas, 2010.

#### 8.3.5. Resultados y análisis de los parámetros de forma de las unidades hidrográficas de nivel I, II y microcuencas abastecedoras

A continuación, se relacionan los resultados obtenidos de los parámetros de forma de la subzona hidrográfica del Río Yaguará y las unidades hidrográficas de nivel I, II y microcuencas abastecedoras estimados a partir de la información disponible en la cartografía.

**Tabla 8.11. Resultados de los parámetros de forma de la subzona hidrográfica del río Yaguará y la unidad hidrográficas de nivel I**

Nombre	Codificación	Coeficiente De Compacidad		Coeficiente De Forma		Índice De Alargamiento		Índice Asimétrico	
		-	Clasificación	-	Clasificación	-	Clasificación	-	Clasificación
Río Yaguará	2108	2.75	Forma oval oblonga a rectangular oblonga	0.52	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	1.94	Cuenca alargada	1.78	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Río Yaguará entre R. Pedernal y Embalse Betania	208-01	1.38	Forma oval redonda a oval oblonga	0.36	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	2.81	Cuenca alargada	10.30	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Directos a Embalse Betania Sector Noroccidental	2108-02	2.02	Forma oval oblonga a rectangular oblonga	0.57	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	1.76	Cuenca alargada	3.43	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Río Pedernal	2108-03	1.55	Forma oval oblonga a rectangular oblonga	0.24	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	4.19	Cuenca alargada	2.24	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Río Íquira	2108-04	1.45	Forma oval redonda a oval oblonga	0.30	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	3.36	Cuenca alargada	4.00	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Río Pacarní	2108-05	1.59	Forma oval oblonga a rectangular oblonga	0.46	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	2.17	Cuenca alargada	1.61	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Río Yaguaracito	2108-06	1.71	Forma oval oblonga a rectangular oblonga	0.41	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	2.44	Cuenca alargada	1.28	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)



Nombre	Codificación	Coeficiente De Compacidad		Coeficiente De Forma		Índice De Alargamiento		Índice Asimétrico	
-	-	-	Clasificación	-	Clasificación	-	Clasificación	-	Clasificación
Río Macurí	2108-07	1.30	Forma oval redonda a oval oblonga	0.60	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	1.67	Cuenca alargada	1.69	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Directos al Río Magdalena entre R. Páez y Embalse Betania	2108-08	1.72	Forma oval oblonga a rectangular oblonga	0.43	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	2.30	Cuenca alargada	1.61	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Directos al Embalse Betania Sector Suroccidental	2108-09	4.04	Forma oval oblonga a rectangular oblonga	0.21	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	4.68	Cuenca alargada	1.52	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Directos al Río Yaguará entre R. Íquira y R. Pederal	2108-10	1.31	Forma oval redonda a oval oblonga	0.43	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	2.32	Cuenca alargada	1.82	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Directos al Río Yaguará entre R. Pacarní y R. Íquira	2108-11	1.60	Forma oval oblonga a rectangular oblonga	0.27	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	3.73	Cuenca alargada	1.75	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Directos al Río Yaguará entre R. Macurí y R. Pacarní (md)	2108-12	1.26	Forma oval redonda a oval oblonga	0.48	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	2.10	Cuenca alargada	5.76	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### 8.4. Características de relieve de la cuenca

Son de gran importancia puesto que el relieve de una cuenca tiene más influencia sobre la respuesta hidrológica que su forma; con carácter general se puede decir que a mayor relieve o pendiente la generación de escorrentía se produce en lapsos de tiempo menores.

#### 8.4.1. Pendiente media de la cuenca

La pendiente es la variación de la inclinación de una cuenca; su determinación es importante para definir el comportamiento de la cuenca respecto al desplazamiento de las capas de suelo (erosión o sedimentación), puesto que, en zonas de altas pendientes se presentan con mayor frecuencia los problemas de erosión; mientras que en regiones planas aparecen principalmente problemas de drenaje y sedimentación.

La pendiente media de la cuenca se estima con base en un plano topográfico que contenga las curvas de nivel o en el modelo de elevación digital de 12.5 x 12.5 metros, empleando el siguiente método.

Para obtener la pendiente media de la cuenca se realiza el siguiente procedimiento:

1. Fill (rellenar pixeles vacíos)
2. Slope (pendiente en %)
3. Interpolation shape (unir MDT con el shape de la cuenca)
4. Zonal statistics as table (generar tabla de atributos de la pendiente)

De acuerdo con el uso del suelo y la red de drenaje, la pendiente influye en el comportamiento de la cuenca, afectando directamente el escurrimiento de las aguas lluvias; esto es, en la magnitud y en el tiempo de formación de una creciente en el cauce principal. En cuencas de pendientes fuertes, existe la tendencia a la generación de crecientes en los ríos en tiempos relativamente cortos; estas cuencas se conocen como torrenciales, igual que los ríos que las drenan. En la Tabla 8.12 se muestra la clasificación de las cuencas según la pendiente.

**Tabla 8.12. Clasificación de las cuencas de acuerdo con la pendiente**

Pendiente media (%)	Tipo de relieve
0 - 3	Plano
3 - 7	Suave
7 - 12	Medianamente accidentado
12 -20	Accidentado
20 - 35	Fuertemente accidentado
35 - 50	Muy fuertemente accidentado
50 - 75	Escarpado
> 75	Muy escarpado

Fuente: Guía básica para la caracterización morfométrica de cuencas hidrográficas, 2010.

#### 8.4.2. Elevación media de la cuenca

Es la variación altitudinal de la cuenca hidrográfica, que incide directamente sobre el clima y por tanto sobre el régimen hidrológico, además de brindar una base para caracterizar zonas climatológicas y ecológicas diferentes dentro de la misma cuenca. Una forma conveniente y objetiva de describir la relación entre la propiedad altimétrica de la cuenca en un plano y su elevación, es a través de la función hipsométrica.

Esta función o característica se determina a partir de la “curva hipsométrica” de la cuenca. La curva hipsométrica es la representación gráfica de la variación de la elevación de una cuenca, en la cual puede observarse la distribución de las zonas altas, medias y bajas.

La curva hipsométrica representa, entonces, el porcentaje de área acumulada que es igualado o excedido a una determinada cota.

La elevación media de una cuenca puede calcularse como:

$$H_{media} = \frac{\sum Area * Alt. media i}{\sum Area}$$

#### 8.4.3. Resultados y análisis de las características del relieve de la cuenca

A continuación, se relacionan los resultados de las características del relieve de la subzona hidrográfica del río Yaguará y las unidades hidrográficas de nivel I, II y microcuencas abastecedoras estimados a partir de la información disponible en la cartografía.

**Tabla 8.13. Resultados de las características del relieve de la subzona hidrográfica del río Yaguará y la unidad hidrográficas de nivel I**

Nombre	Codificación	Pendiente Media De La Cuenca		Elevación Media De La Cuenca
-	-	%	-	m.s.n.m.
Río Yaguará	2108	38.248773	Muy Fuertemente Accidentado	1,226.76
Río Yaguará entre R. Pedernal y Embalse Betania	208-01	14.949293	Accidente	614.01
Directos a Embalse Betania Sector Noroccidental	2108-02	22.358712	Fuertemente Accidentando	781.73
Río Pedernal	2108-03	49.249202	Muy Fuertemente Accidentado	1,394.14
Río Íquira	2108-04	56.44808	Escarpado	1,935.95
Río Pacarní	2108-05	48.206721	Muy Fuertemente Accidentado	1,497.35
Río Yaguaracito	2108-06	33.321692	Fuertemente Accidentando	1,174.16
Río Macurí	2108-07	30.393449	Fuertemente Accidentando	965.92

Nombre	Codificación	Pendiente Media De La Cuenca		Elevación Media De La Cuenca
		%	-	
-	-			<b>m.s.n.m.</b>
Directos al Río Magdalena entre R. Páez y Embalse Betania	2108-08	37.968223	Muy Fuertemente Accidentado	799.04
Directos al Embalse Betania Sector Suroccidental	2108-09	19.824712	Accidente	676.42
Directos al Río Yaguará entre R. Íquira y R. Pedernal	2108-10	20.122031	Fuertemente Accidentando	730.30
Directos al Río Yaguará entre R. Pacarní y R. Íquira	2108-11	31.506723	Fuertemente Accidentando	902.98
Directos al Río Yaguará entre R. Macurí y R. Pacarní (md)	2108-12	19.689653	Accidente	855.39

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 8.14. Resultados de las características del relieve la unidad hidrográficas de nivel II**

Nombre	Codificación	Pendiente Media De La Cuenca		Elevación Media De La Cuenca
		%	-	
-	-			<b>m.s.n.m.</b>
Desembocadura R. Yaguará	2108-0100	14.95	Accidente	614.01
Q. Las Damas	2108-0201	23.14	Fuertemente Accidentando	709.58
Q. El Capote	2108-0202	26.16	Fuertemente Accidentando	924.26
Q. En Medio	2108-0203	22.44	Fuertemente Accidentando	819.60
Q. Chichayaco	2108-0204	22.94	Fuertemente Accidentando	784.93
Q. Aguadulce y otros directos a Embalse Betania	2108-0205	18.17	Accidente	665.16
Río Pedernal entre Q. La Papayala y R. Yaguará	2108-0301	23.03	Fuertemente Accidentando	714.31
Q. La Papayala	2108-0302	29.89	Fuertemente Accidentando	829.65



Nombre	Codificación	Pendiente Media De La Cuenca		Elevación Media De La Cuenca
-	-	%	-	m.s.n.m.
Río Pedernal entre R. La María y Q. La Papayala	2108-0303	42.74	Muy Fuertemente Accidentado	1,057.57
Río Pedernal hasta Q. La María	2108-0304	60.17	Escarpado	1,919.53
Río La María	2108-0305	65.55	Escarpado	1,834.81
Río Íquira entre Q. Grande y R. Yaguará	2108-0401	21.74	Fuertemente Accidentado	884.16
Río Íquira entre R. San Francisco y Q. Grande	2108-0402	44.34	Muy Fuertemente Accidentado	1,145.19
Río Íquira hasta R. San Francisco	2108-0403	56.64	Escarpado	2,178.76
Río San Francisco	2108-0404	65.94	Escarpado	2,199.48
Q. Grande	2108-0405	55.86	Escarpado	1,551.28
Q. El Guamal y otros directos a R. Pacarní	2108-0501	36.47	Muy Fuertemente Accidentado	978.40
Q. de Juancho	2108-0502	51.89	Escarpado	1,529.95
Río Pacarní entre Qdas. La Damita y de Juancho	2108-0503	34.28	Fuertemente Accidentado	1,171.22
Qdas. La Damita y El Tote	2108-0504	62.42	Escarpado	1,955.24
Río Pacarní hasta Q. La Damita	2108-0505	58.37	Escarpado	1,897.43
R. Yaguaracito entre Q. El Carbón y R. Yaguará	2108-0601	39.33	Muy Fuertemente Accidentado	912.66
Q. Cachimbo y otros directos a R. Yaguaracito	2108-0602	23.10	Fuertemente Accidentado	910.25
Q. El Dave y otros directos a R. Yaguaracito	2108-0603	26.75	Fuertemente Accidentado	1,266.00
Q. La Colorada	2108-0604	37.27	Muy Fuertemente Accidentado	1,365.31
Río Yaguaracito hasta Q. La Colorada	2108-0605	45.01	Muy Fuertemente Accidentado	1,488.00
Q. El Carbón	2108-0606	28.23	Fuertemente Accidentado	938.57



Nombre	Codificación	Pendiente Media De La Cuenca		Elevación Media De La Cuenca
		%	-	
-	-			m.s.n.m.
Q. Seca y otros directos a R. Macurí	2108-0701	31.69	Fuertemente Accidentando	922.20
Q. El Chocho y otros directos a R. Macurí	2108-0702	32.08	Fuertemente Accidentando	960.55
Q. Los Linderos y otros directos a R. Macurí	2108-0703	27.68	Fuertemente Accidentando	896.71
Q. El Pílon Grande	2108-0704	24.61	Fuertemente Accidentando	966.45
Q. El Hatillo	2108-0705	25.53	Fuertemente Accidentando	987.16
Q. de Jacobo	2108-0706	37.05	Muy Fuertemente Accidentado	1,112.92
Q. Las Coloradas y otros directos a Río Magdalena	2108-0801	33.95	Fuertemente Accidentando	730.81
Q. La Sardina y otros directos a Río Magdalena	2108-0802	45.67	Muy Fuertemente Accidentado	867.29
Q. El Achiote y otros directos a Río Magdalena	2108-0803	36.61	Muy Fuertemente Accidentado	805.09
Q. El Espinal y otros directos a Embalse Betania	2108-0901	13.01	Accidente	597.76
Qdas. El Partidero y La Buitrera	2108-0902	9.64	Medianamente Accidentado	624.02
Qdas. La Caraguaja y de Chipacá	2108-0903	34.18	Fuertemente Accidentando	828.99
Q. Zanja Larga y otros directos a Embalse Betania	2108-0904	15.94	Accidente	608.92
Q. La Garza	2108-1001	17.78	Accidente	730.59
R. Yaguará entre R. Íquira y Q. La Garza	2108-1002	17.13	Accidente	698.03
Q. La Salada	2108-1003	23.39	Fuertemente Accidentando	748.83
R. Yaguará entre Q. El Cachingo y R. Íquira	2108-1101	21.03	Fuertemente Accidentando	798.30
Q. El Cachingo	2108-1102	50.60	Escarpado	1,022.08

Nombre	Codificación	Pendiente Media De La Cuenca		Elevación Media De La Cuenca
-	-	%	-	m.s.n.m.
Q. de Paredes y otros directos a R. Yaguará	2108-1103	27.78	Fuertemente Accidentado	927.41
Q. La Chorrera y otros directos a R. Yaguará	2108-1200	19.69	Accidente	855.39

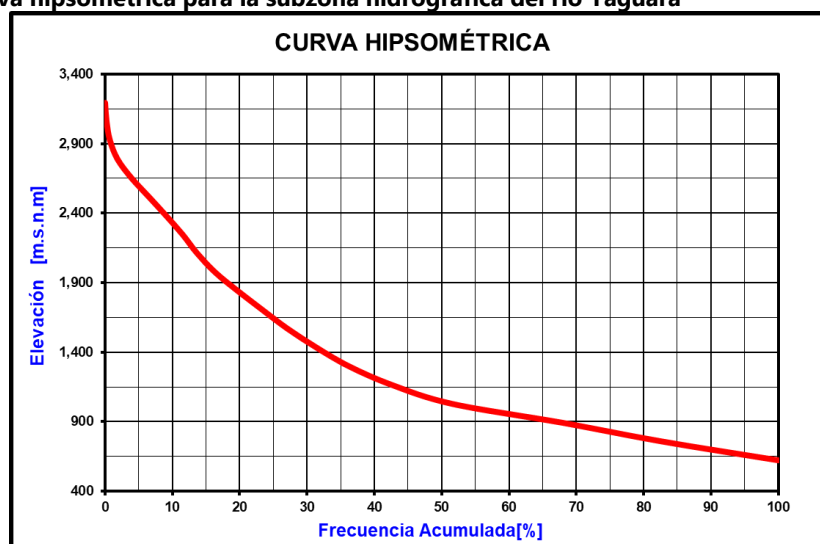
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 8.15. Resultados de las características del relieve de las microcuencas abastecedoras de centros urbanos y poblados**

Municipio	Fuente	Pendiente Media De La Cuenca		Elevación Media De La Cuenca
-	-	%	-	m.s.n.m.
Íquira	Qda Grande o Río Ibirco	67.77	Escarpado	2,608.8
Teruel	Río Pedernal	70.86	Escarpado	2,518.8
Yaguará	San Francisco	64.43	Escarpado	2,313.4
	Río Pedernal	49.26	Muy Fuertemente Accidentado	1,392.6
Valencia de la Paz - Íquira	Quebrada El Chocho	63.82	Escarpado	1,399.3
Pacarní - Tesalia	Quebrada de Palmito	59.94	Escarpado	1,931.0

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

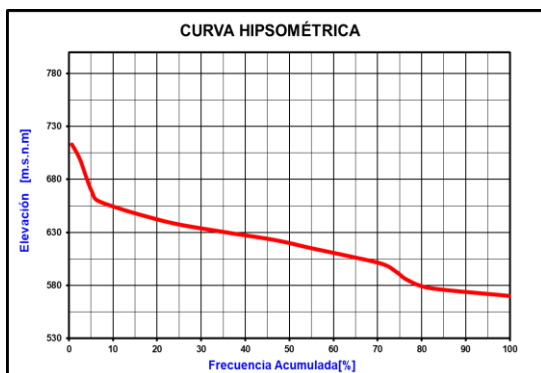
**Figura 8.6. Curva hipsométrica para la subzona hidrográfica del río Yaguará**



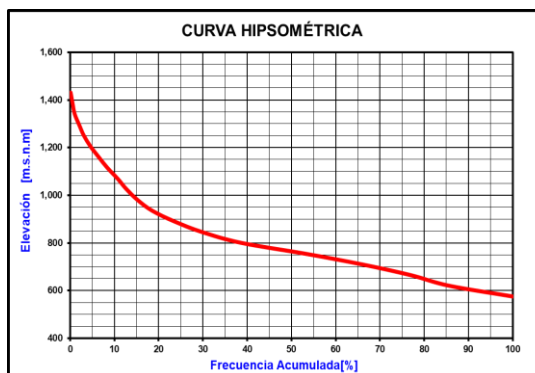
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 8.7. Curva hipsométrica para las unidades hidrográficas de nivel I**

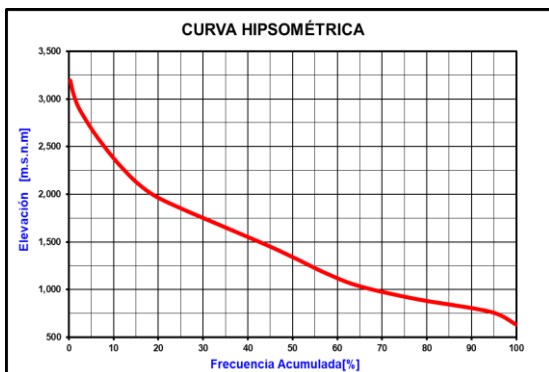
**2108-01**



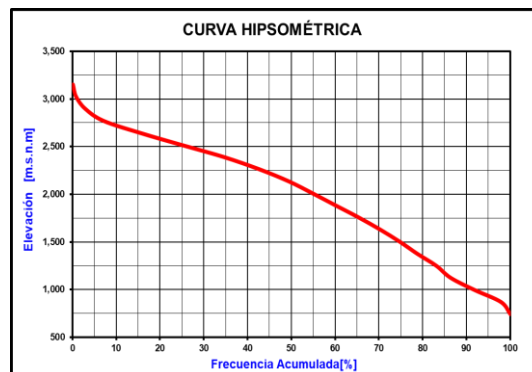
**2108-02**



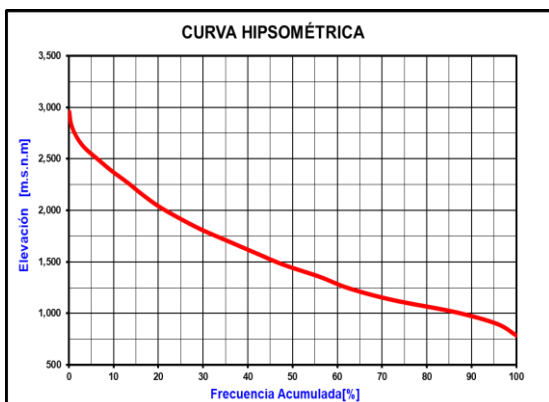
**2108-03**



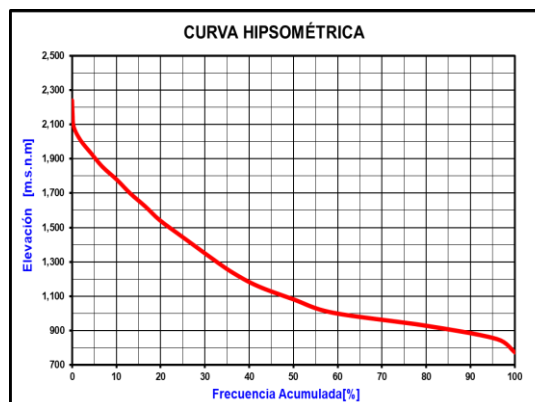
**2108-04**



**2108-05**

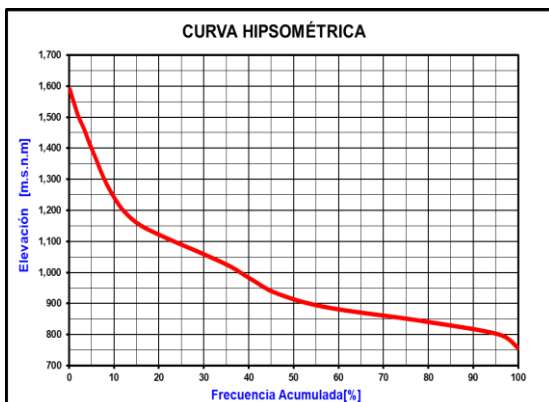


**2108-06**

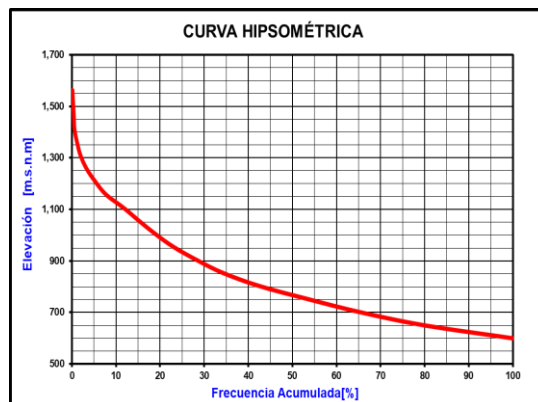




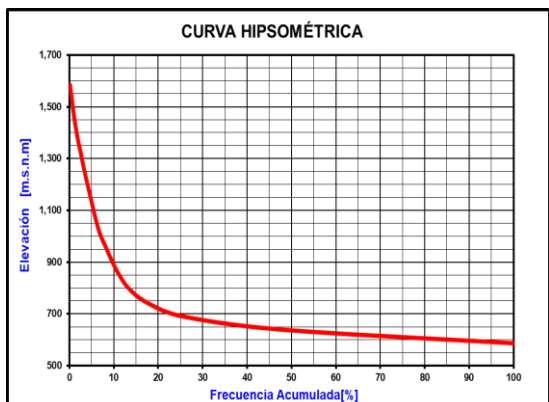
**2108-07**



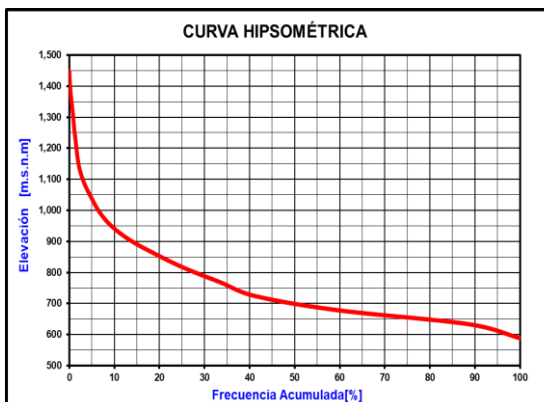
**2108-08**



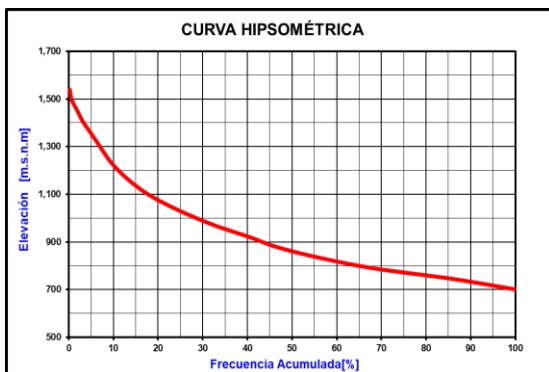
**2108-09**



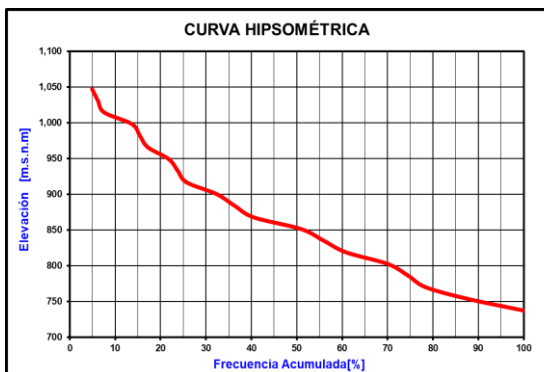
**2108-010**



**2108-11**



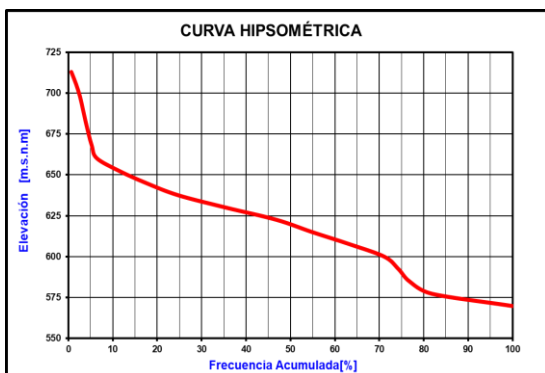
**2108-12**



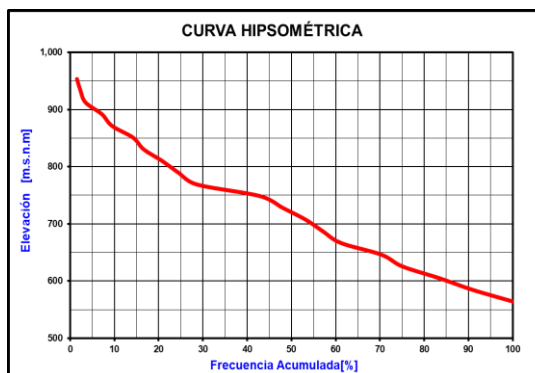
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 8.8. Curva hipsométrica para las unidades hidrográficas de nivel II**

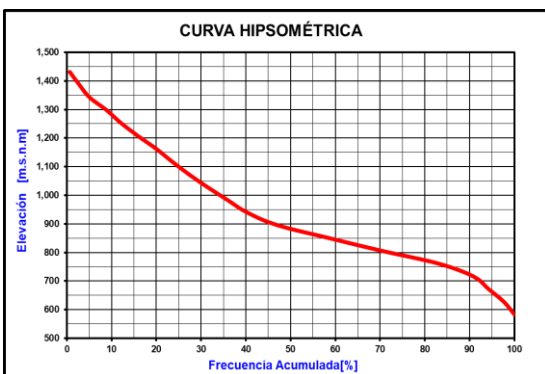
**2108-0100**



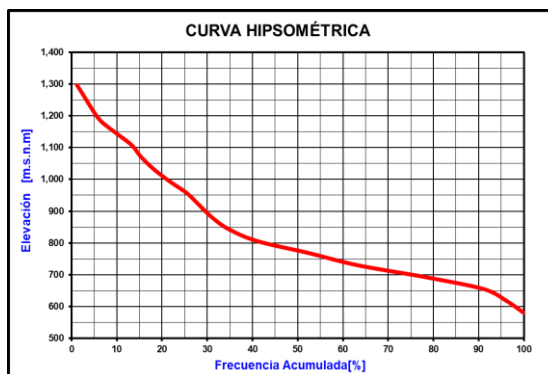
**2108-0201**



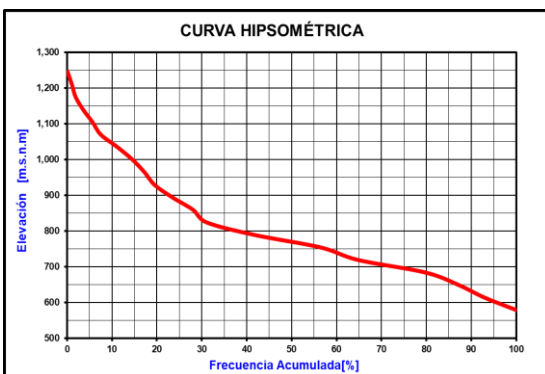
**2108-0202**



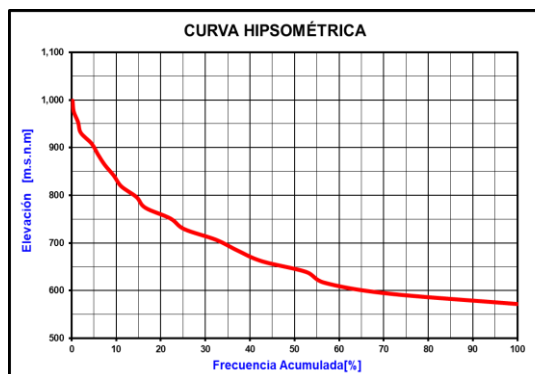
**2108-0203**



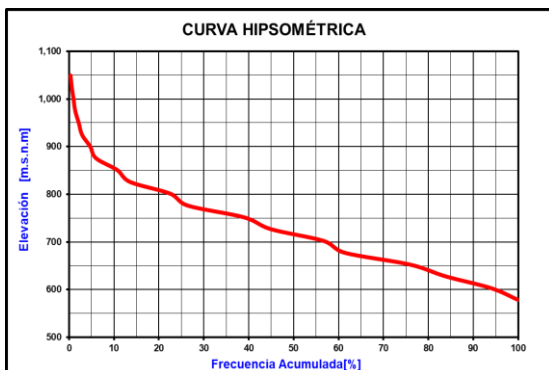
**2108-0204**



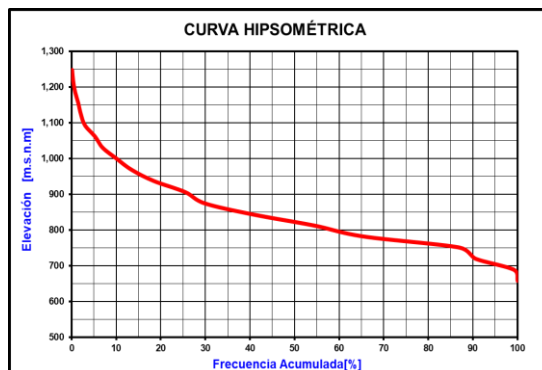
**2108-0205**



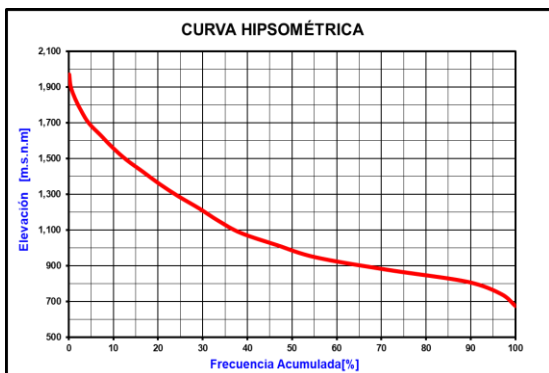
**2108-0301**



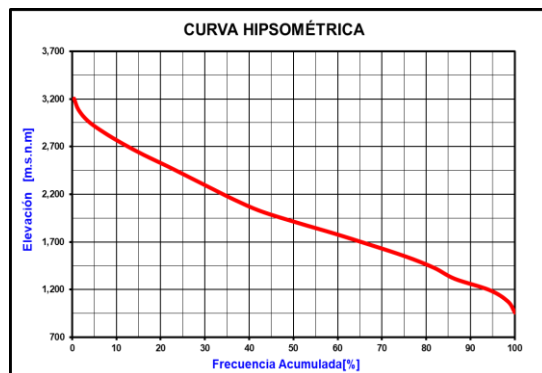
**2108-0302**



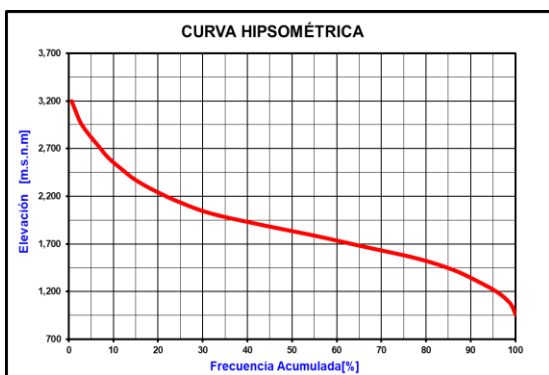
**2108-0303**



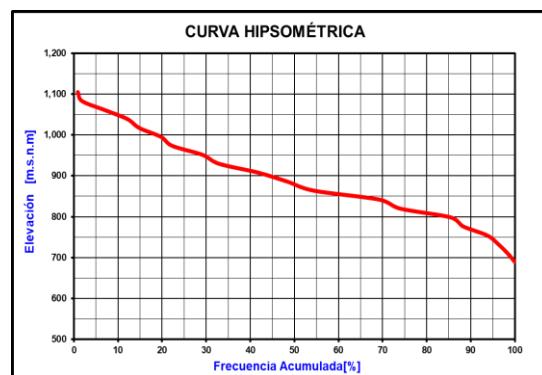
**2108-0304**



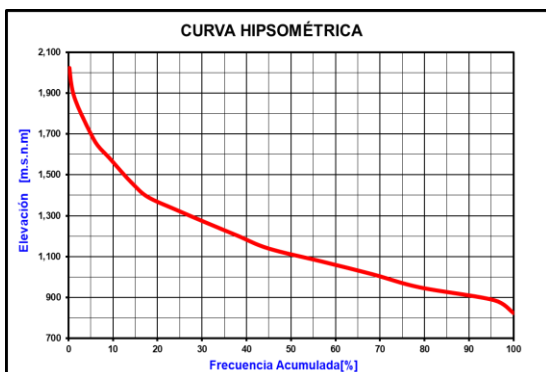
**2108-0305**



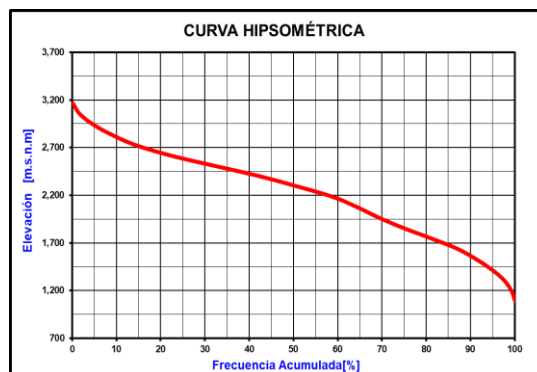
**2108-0401**



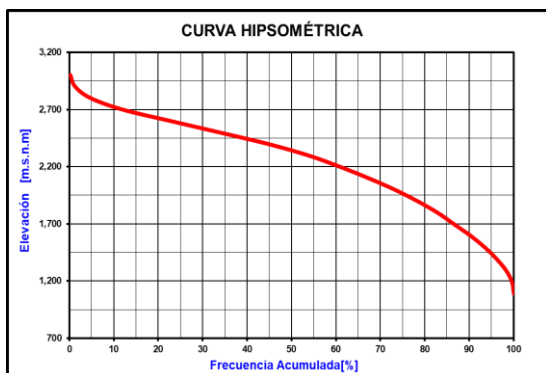
**2108-0402**



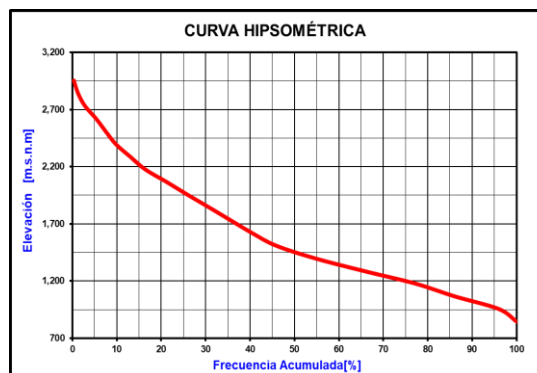
**2108-0403**



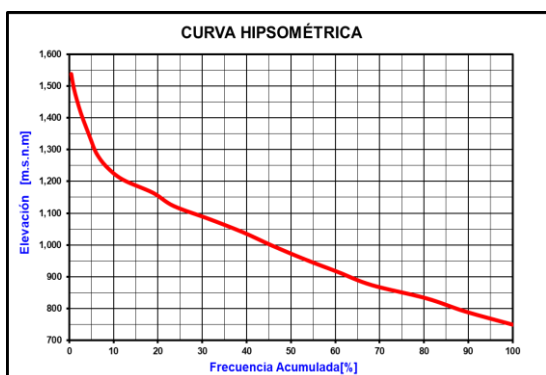
**2108-0404**



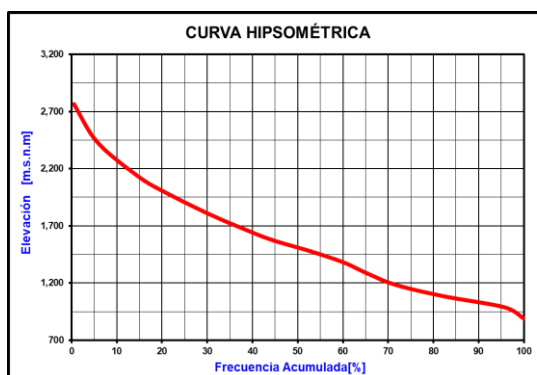
**2108-0405**



**2108-0501**

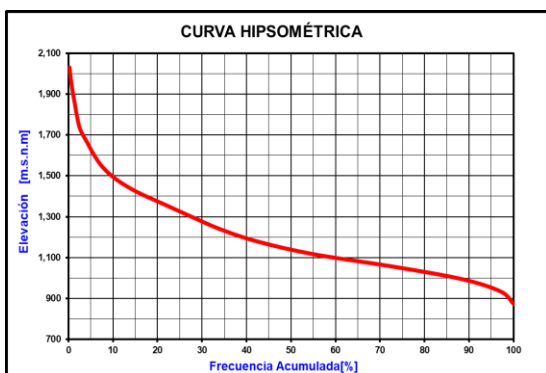


**2108-0502**

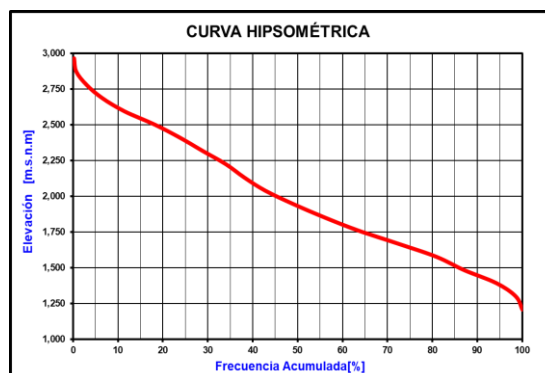




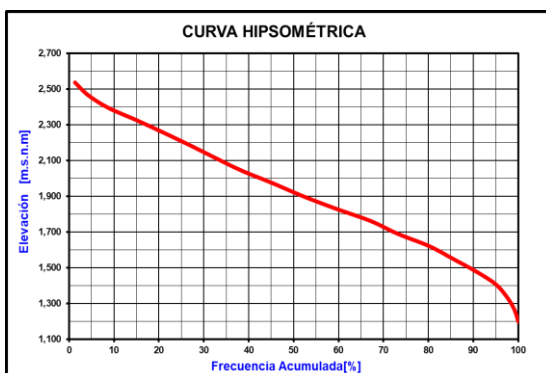
**2108-0503**



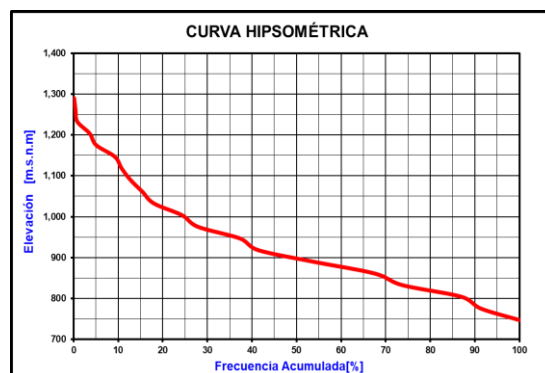
**2108-0504**



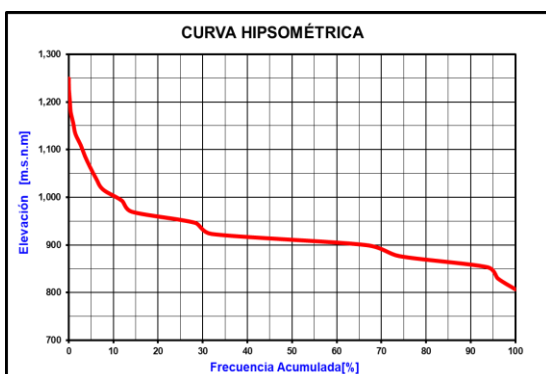
**2108-0505**



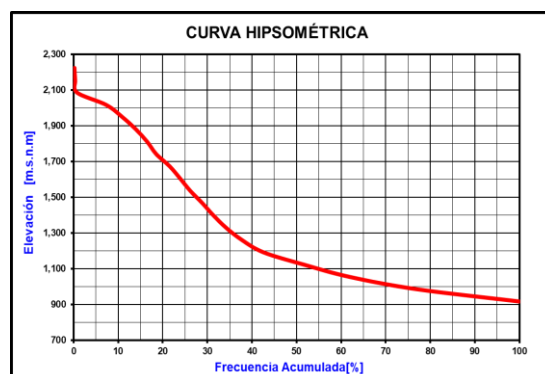
**2108-0601**



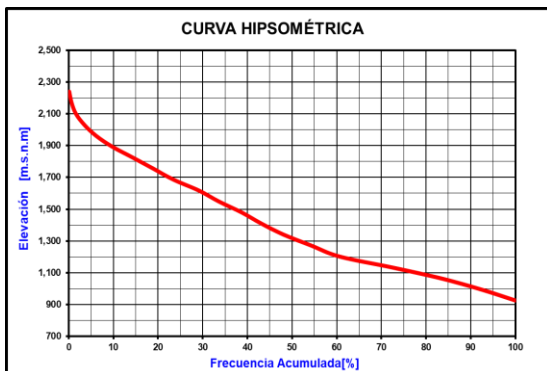
**2108-0602**



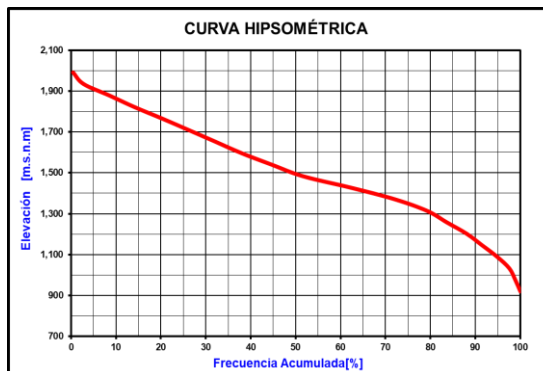
**2108-0603**



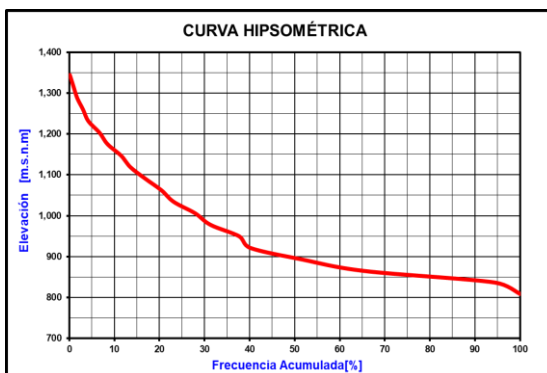
**2108-0604**



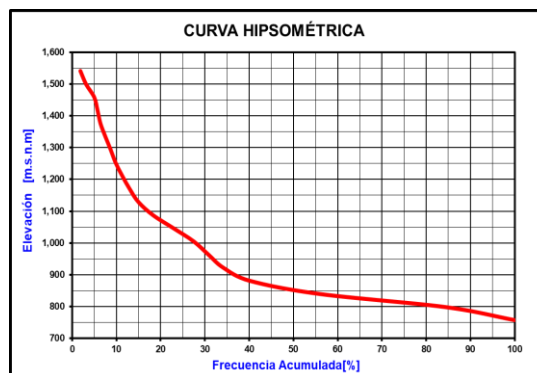
**2108-0605**



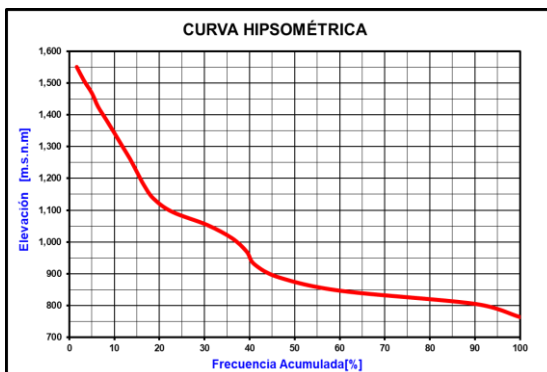
**2108-0606**



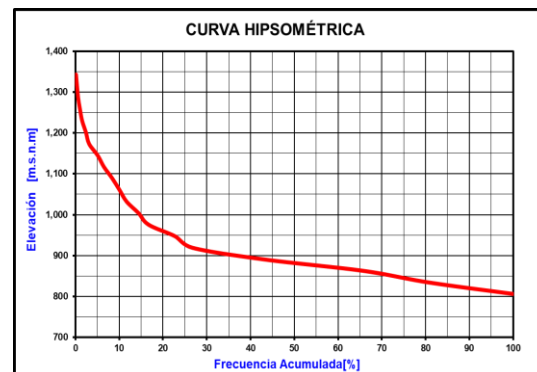
**2108-0701**



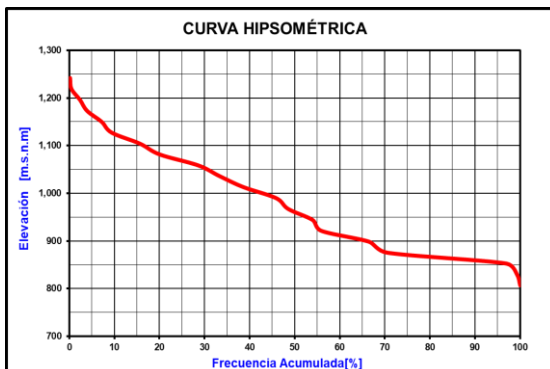
**2108-0702**



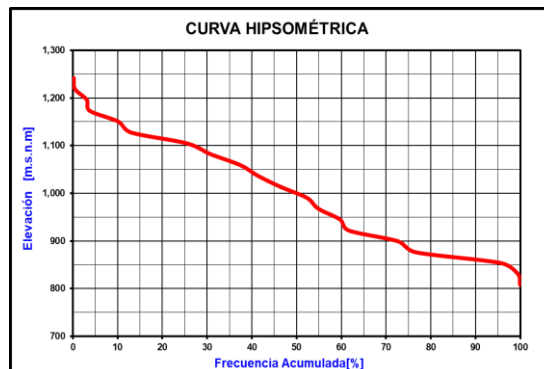
**2108-0703**



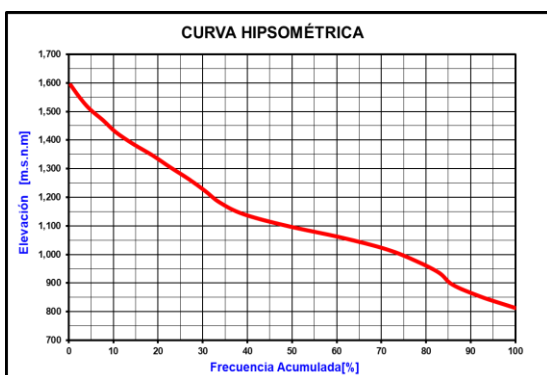
**2108-0704**



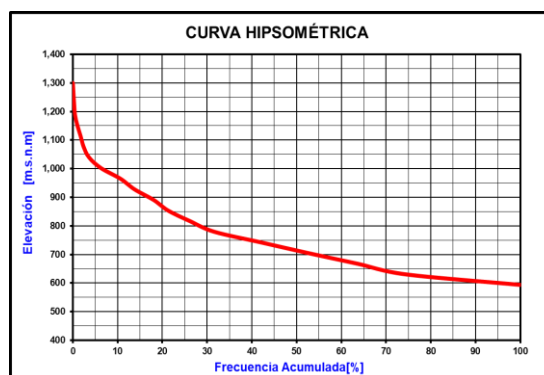
**2108-0705**



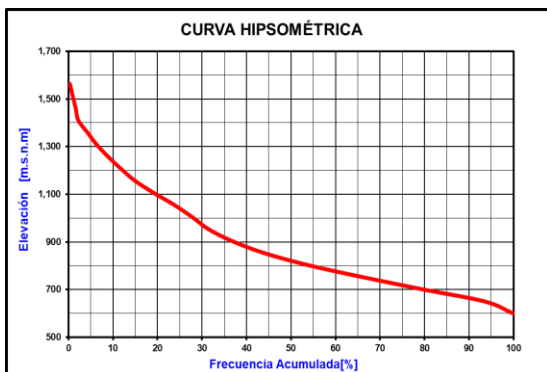
**2108-0706**



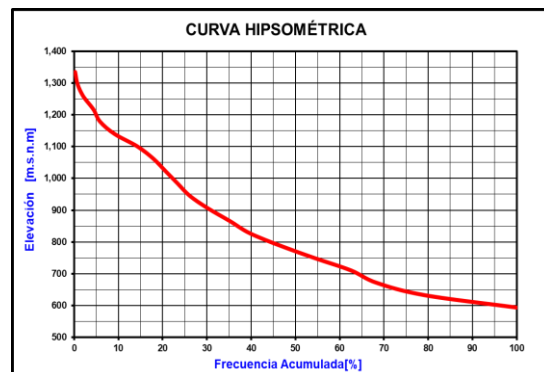
**2108-0801**



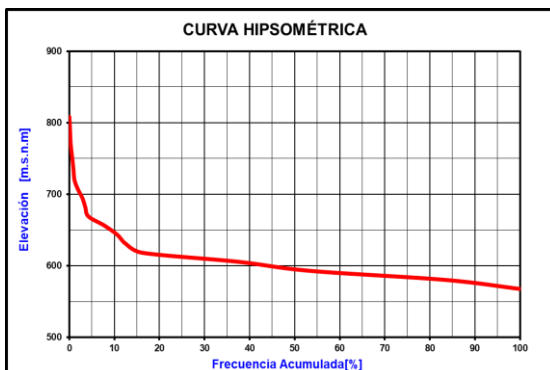
**2108-0802**



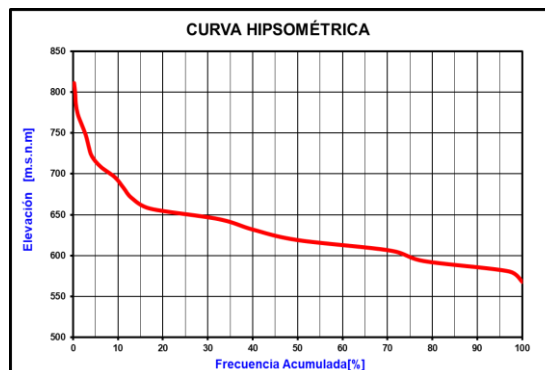
**2108-0803**



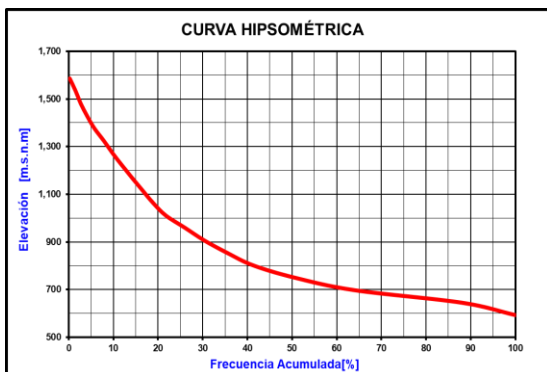
**2108-0901**



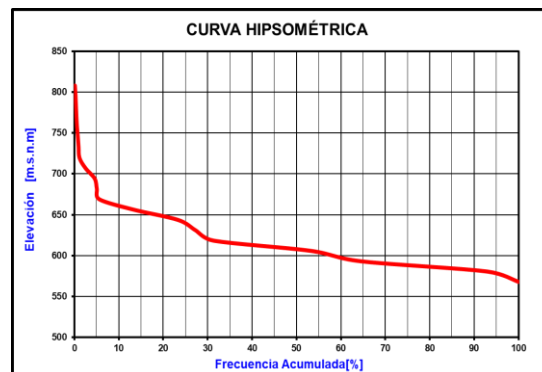
**2108-0902**



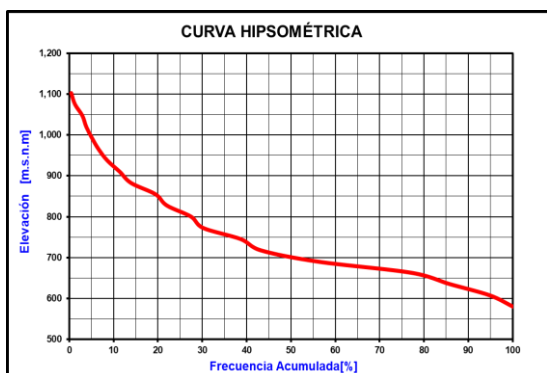
**2108-0903**



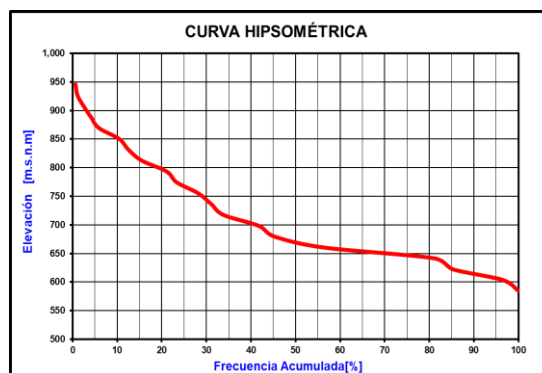
**2108-0904**



**2108-1001**

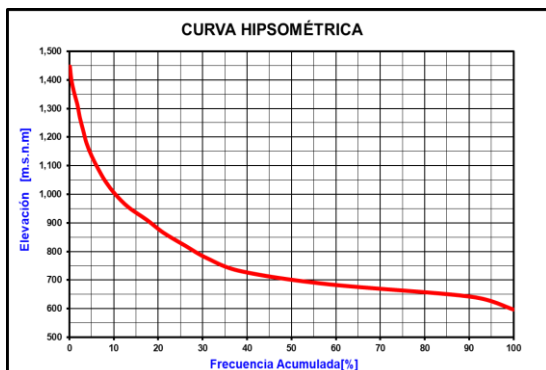


**2108-1002**

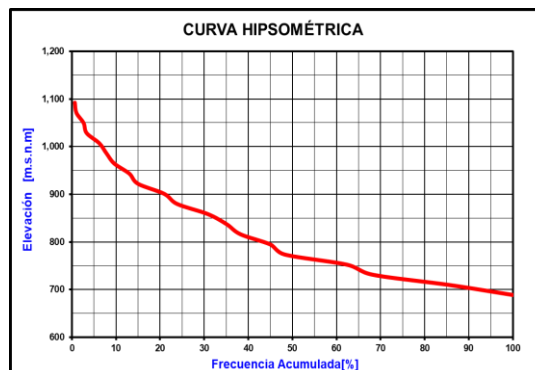




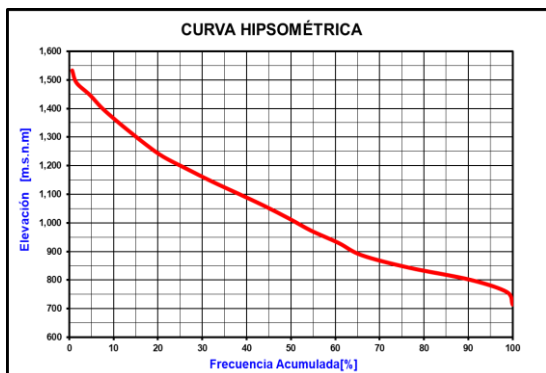
**2108-1003**



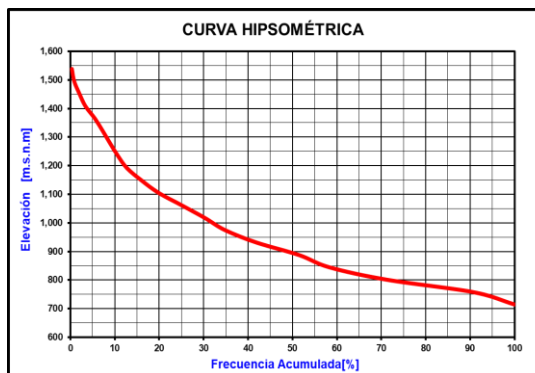
**2108-1101**



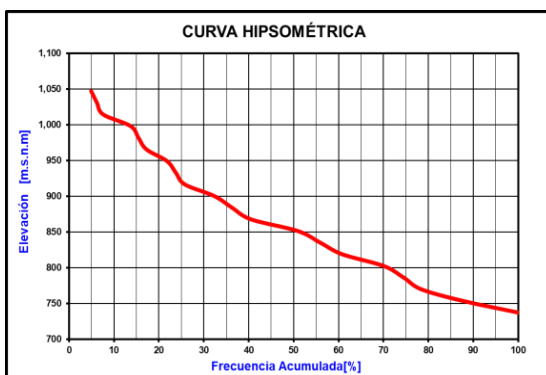
**2108-1102**



**2108-1103**

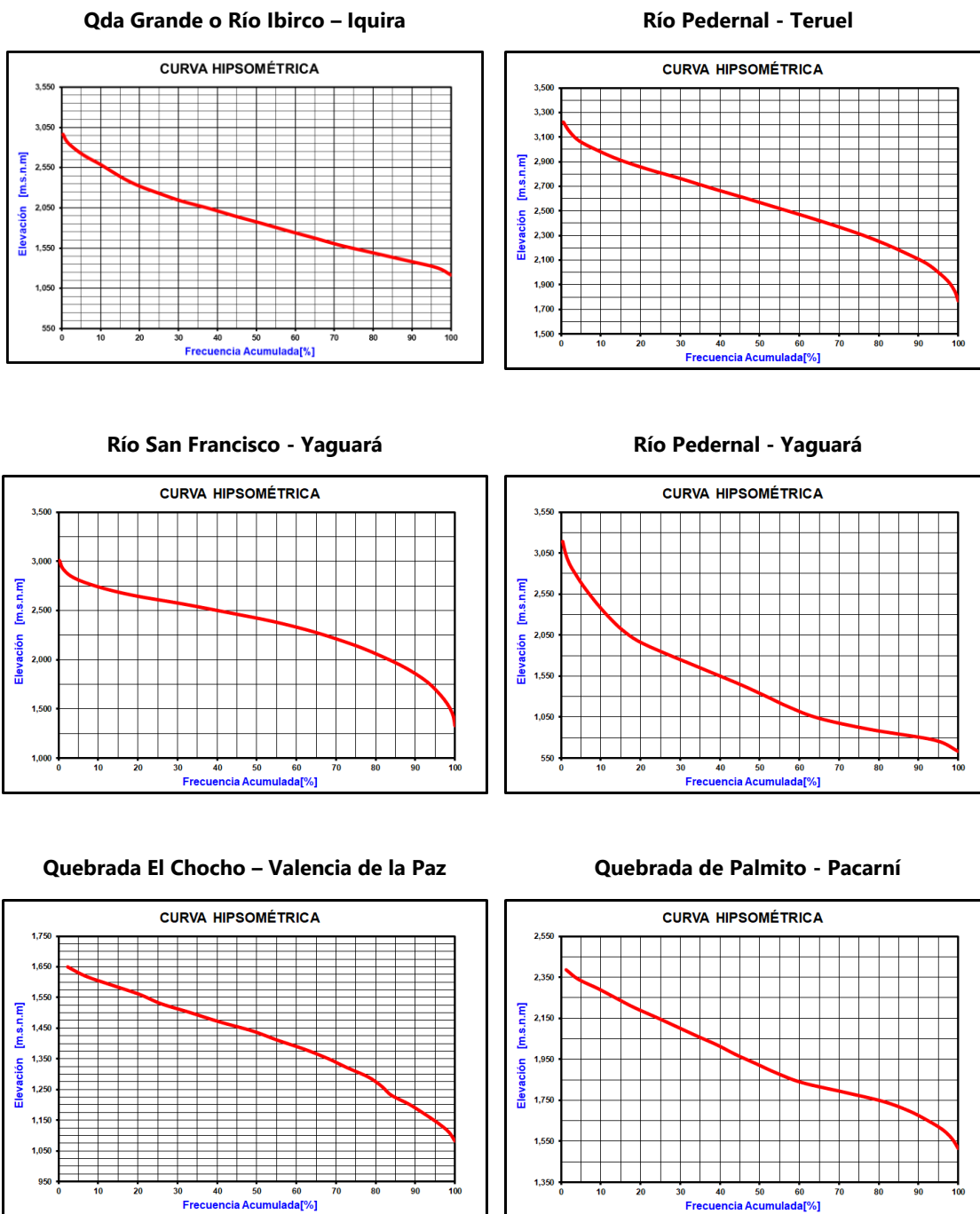


**2108-1200**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 8.9. Curva hipsométrica para las microcuencas abastecedoras de centros urbanos y poblados**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

## **8.5. Características del sistema de drenaje**

### **8.5.1. Longitud del cauce (L) [km]**

Es la longitud del cauce principal, medida desde el punto de concentración hasta el tramo de mayor longitud del mismo.

Generalmente, los caudales medios, máximos y mínimos, crecen con la longitud de los cauces. Según Londoño 2001, esto se debe a la normal relación que existe entre las longitudes de los cauces y las áreas de las cuencas hidrográficas correspondientes, de tal manera que el área crece con la longitud y la superficie de captación.

Igualmente, los tiempos promedios de subida y las duraciones promedias totales de las crecientes torrenciales tendrán siempre una evidente relación con la longitud de los cauces. Una longitud mayor supone mayores tiempos de desplazamiento de las crecidas y como consecuencia de esto, mayor atenuación de las mismas, por lo que los tiempos de subida y las duraciones totales de éstas serán evidentemente mayores.

### **8.5.2. Perfil del cauce**

El perfil longitudinal de un río es muy característico. La línea que dibuja la quebrada desde su nacimiento hasta el sitio de estudio se representa gráficamente como una curva cuya forma ideal es la de una curva exponencial cóncava hacia arriba, en la cabecera, y a la altura del nivel de base, en la desembocadura.

La profundidad y el ancho del lecho aumentan aguas abajo, en la medida que disminuye la pendiente. Esto es debido a que aguas abajo aumenta el caudal y disminuye la velocidad, por lo que la carga material transportada cambia de gruesa a fina.

### **8.5.3. Pendiente media del cauce**

Es la relación entre la altura total del cauce principal (cota máxima menos cota mínima) y la longitud del mismo, por lo tanto, se aplica el Método de Taylor y Schwarz.

$$S = \left[ \frac{L}{\sum \frac{L_1}{\sqrt{S_1}} + \frac{L_2}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{L_m}{\sqrt{S_m}}} \right]^2$$

Dónde:

$S$  : Pendiente del tramo

$L$ : Longitud del Cauce

#### 8.5.4. Tiempo de concentración

Es considerado como el tiempo de viaje de una gota de agua de lluvia que escurre superficialmente desde el lugar más lejano de la cuenca hasta el punto de salida. Para su cálculo se pueden emplear diferentes fórmulas que se relacionan con otros parámetros propios de la cuenca. Para la estimación del tiempo de concentración se recomienda emplear varias ecuaciones empíricas disponibles en la literatura científica, se considera apropiado incluir al menos cinco estimaciones diferentes (Ven Te Chow, Maidment, & Mays, 1994).

Ramser y Kirpich lo definen como el tiempo al pico  $T_p$ , (Viessman W. , 1977) lo define como el tiempo comprendido entre el final de la precipitación efectiva y el final de la escorrentía superficial directa. Este último valor es el punto de inflexión del hidrograma después del caudal pico. (Témez, 1978) lo define como la diferencia entre el tiempo de finalización del hidrograma de escorrentía superficial directa y el tiempo de finalización de la precipitación efectiva.

En la literatura se encuentran numerosas expresiones para determinar el tiempo de concentración  $T_c$  de las cuencas hidrográficas, desarrolladas por diferentes autores para diferentes regiones del mundo. A continuación, se presenta un resumen de las ecuaciones utilizadas en el presente estudio y tomadas de diferentes fuentes (Viessman W. , 1977), (Ven Te Chow, Maidment, & Mays, 1994), (Linsley, Kohler, Paulhus , Serra , & Aparicio , 1977), (Viessman & Lewis, 2003) y (Vélez Upegui & Botero Gutiérrez , 2011).

##### 8.5.4.1. Fórmula de Kirpich (1940)

Calcula el tiempo de concentración,  $T_c$ , en horas, según la ecuación:

$$T_c = 0.06628 \left( \frac{L}{\sqrt{S_0}} \right)^{0.77}$$

Dónde:

L: Longitud del cauce principal de la cuenca, en metros

S: Diferencia entre las dos elevaciones extremas de la cuenca, en metros, dividida por L (es decir, la pendiente promedio del recorrido principal en m/m).

##### 8.5.4.2. Ecuación de Témez

Calcula el tiempo de concentración,  $T_c$ , en horas, según la ecuación:

$$T_c = 0.30 \left( \frac{L}{S_0^{0.25}} \right)^{0.76}$$

Dónde:

$T_c$ : Tiempo de concentración, en horas (h).

L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km).



S: Pendiente total del cauce principal, en porcentaje (%).

#### 8.5.4.3. Ecuación de Williams

Calcula el tiempo de concentración,  $T_c$ , en horas, según la ecuación:

$$T_c = 0.683 \cdot \left( \frac{L \cdot A^{0.4}}{D \cdot S^{0.25}} \right)$$

Dónde:

$T_c$ : Tiempo de concentración, en horas (h).

L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km).

A: Área de la cuenca, en kilómetros cuadrados (km<sup>2</sup>).

D: Diámetro de una cuenca circular con área "A", en kilómetros (km).

S: Pendiente total del cauce principal, en porcentaje (%).

#### 8.5.4.4. Ecuación de Johnstone y Cross

Calcula el tiempo de concentración,  $T_c$ , en horas, según la ecuación:

$$T_c = 2.6 \cdot \left( \frac{L}{S^{0.5}} \right)^{0.5}$$

Dónde:

$T_c$ : Tiempo de concentración, en horas (h).

L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km).

S: Pendiente total del cauce principal, en metros por kilómetro (m/km).

#### 8.5.4.5. Fórmula de Giandotti

Proporciona el tiempo de concentración de la cuenca,  $T_c$ , en horas, mediante la siguiente fórmula:

$$T_c = \left( \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{25.3\sqrt{S \cdot L}} \right)$$

Dónde:

L: es la longitud del cauce principal en km

S: es la pendiente promedio del cauce principal de la cuenca en m/m

A: es la superficie de la cuenca en Km<sup>2</sup>.

#### 8.5.4.6. Ecuación de SCS – Ranser

Calcula el tiempo de concentración,  $T_c$ , en horas, según la ecuación:

$$T_c = 0.97 \cdot \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

Dónde:

T<sub>c</sub>: Tiempo de concentración, en horas (h).

L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km).

H: Diferencia de cotas entre puntos extremos de la corriente principal, en metros (m).

#### 8.5.4.7. Ecuación de Ventura - Heras

Proporciona el tiempo de concentración de la cuenca, T<sub>c</sub>, en horas, mediante la siguiente fórmula:

$$T_c = 0.30 \cdot \left( \frac{L}{S^{0.25}} \right)^{0.75}$$

Dónde:

T<sub>c</sub>: Tiempo de concentración, en horas (h).

L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km).

S: Pendiente total del cauce principal, en porcentaje (%).

#### 8.5.4.8. Bransby-Williams

Calcula el tiempo de concentración, T<sub>c</sub>, en horas, según la ecuación:

$$T_c = \frac{L}{1.5 \cdot D} \sqrt[5]{\frac{A^2}{S}}$$

Dónde:

T<sub>c</sub>: tiempo de concentración (horas),

L: distancia máxima a la salida (km),

D: diámetro del círculo de área equivalente a la superficie de la cuenca (km<sup>2</sup>),

A: área de la cuenca (km<sup>2</sup>),

S: pendiente media del cauce principal (%)

#### 8.5.4.9. Ecuación de Clark

Proporciona el tiempo de concentración de la cuenca, T<sub>c</sub>, en horas, mediante la siguiente fórmula:

$$T_c = 0.108 \cdot \frac{(A \cdot L)^{1/3}}{\sqrt{S}}$$

Dónde:

T<sub>c</sub>: tiempo de concentración (horas),

L: distancia máxima a la salida (km),

A: área de la cuenca (km<sup>2</sup>),

S: Pendiente total del cauce principal, m/m

#### 8.5.4.10. Fórmula de Témez (1978)

Calcula el tiempo de concentración,  $T_c$ , en horas, según la ecuación:

$$T_c = 0.3 \left( \frac{L_c}{S^{0.25}} \right)^{0.76}$$

Dónde:

$T_c$ : es el tiempo de concentración (horas).

$L_c$ : es la longitud del cauce principal (km).

$S$ : es la pendiente promedio del cauce principal (en porcentaje).

#### 8.5.4.11. Fórmula de Valencia y Zuluaga

Calcula el tiempo de concentración,  $T_c$ , en horas, según la ecuación:

$$T_c = 1.7694 \cdot A^{0.325} \cdot L^{-0.096} \cdot S^{-0.29}$$

Dónde:

$T_c$ : es el tiempo de concentración (horas),

$L$ : es la longitud del curso de agua más largo (km),

$S$ : es la pendiente en porcentaje,

$A$ : es el área de la cuenca ( $\text{km}^2$ ).

#### 8.5.4.12. Fórmula de California Culvert Practice

Proporciona el tiempo de concentración de la cuenca,  $T_c$ , en horas, mediante la siguiente fórmula:

$$T_c = \left( 0.87 \cdot \frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

Dónde:

$T_c$ : Tiempo de concentración, en horas (h).

$L$ : Longitud del cauce principal, en kilómetros (km).

$H$ : Diferencia de cotas entre puntos extremos de la corriente principal, en metros (m).

#### 8.5.4.13. Fórmula de Pilgrim y McDermott

Calcula el tiempo de concentración,  $T_c$ , en horas, según la ecuación:

$$T_c = 0.76 \cdot A^{0.38}$$

Dónde:

$T_c$  es el tiempo de concentración (horas),

$A$  es el área de la cuenca ( $\text{km}^2$ ).

### 8.5.5. Resultados y análisis de las características del sistema de drenaje

A continuación, se relacionan los resultados obtenidos de las características del sistema de drenaje de la subzona hidrográfica del río Yaguará y las unidades de nivel hidrográficas I, II y las microcuencas abastecedoras estimados a partir de la información disponible en la cartografía.

**Tabla 8.16. Resultados de las características del sistema de drenaje de la subzona hidrográfica del río Yaguará y la unidad hidrográficas de nivel I**

Nombre	Codificación	Longitud Del Cauce Principal	Pendiente Media Del Cauce	Tiempo De Concentración
-	-	km	%	horas
Río Yaguará	2108	51.84	0.0032	18.01
Río Yaguará entre R. Pedernal y Embalse Betania	208-01	2.55	0.0004	2.64
Directos a Embalse Betania Sector Noroccidental	2108-02	7.90	1.0722	1.39
Río Pedernal	2108-03	32.00	0.0136	2.62
Río Íquira	2108-04	32.18	0.6234	2.65
Río Pacarní	2108-05	24.96	0.0077	2.24
Río Yaguaracito	2108-06	30.93	0.0074	3.33
Río Macurí	2108-07	15.56	0.0040	2.07
Directos al Río Magdalena entre R. Páez y Embalse Betania	2108-08	8.06	0.4976	1.64
Directos al Embalse Betania Sector Suroccidental	2108-09	17.02	0.2253	1.84
Directos al Río Yaguará entre R. Íquira y R. Pedernal	2108-10	11.70	0.1478	1.57
Directos al Río Yaguará entre R. Pacarní y R. Íquira	2108-11	14.97	0.0093	1.63
Directos al Río Yaguará entre R. Macurí y R. Pacarní (md)	2108-12	3.10	0.1677	0.40

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 8.17. Resultados de las características del sistema de drenaje de las unidades hidrográficas de nivel II**

Nombre	Codificación	Longitud Del Cauce Principal	Pendiente Media Del Cauce	Tiempo De Concentración
-	-	km	%	horas
Desembocadura R. Yaguará	2108-0100	2.55	0.0004	1.29





Nombre	Codificación	Longitud Del Cauce Principal	Pendiente Media Del Cauce	Tiempo De Concentración
-	-	km	%	horas
Q. Las Damas	2108-0201	4.46	0.2633	0.59
Q. El Capote	2108-0202	7.90	0.7407	1.50
Q. En Medio	2108-0203	7.13	0.6150	1.43
Q. Chichayaco	2108-0204	7.41	0.6494	1.49
Q. Aguadulce y otros directos a Embalse Betania	2108-0205	5.35	0.3083	0.68
Río Pedernal entre Q. La Papayala y R. Yaguará	2108-0301	7.41	0.0023	1.74
Q. La Papayala	2108-0302	8.84	0.1373	1.05
Río Pedernal entre R. La María y Q. La Papayala	2108-0303	14.56	0.0020	7.45
Río Pedernal hasta Q. La María	2108-0304	15.50	1.0678	2.32
Río La María	2108-0305	14.97	1.3501	2.16
Río Íquira entre Q. Grande y R. Yaguará	2108-0401	8.45	0.3747	1.16
Río Íquira entre R. San Francisco y Q. Grande	2108-0402	8.00	0.0010	0.71
Río Íquira hasta R. San Francisco	2108-0403	21.57	0.6333	3.27
Río San Francisco	2108-0404	18.69	0.6769	2.90
Q. Grande	2108-0405	12.22	1.1111	0.91
Q. El Guamal y otros directos a R. Pacarní	2108-0501	14.73	0.0027	1.64
Q. de Juancho	2108-0502	13.55	0.6232	2.32
Río Pacarní entre Qdas. La Damita y de Juancho	2108-0503	10.80	0.3929	2.13
Qdas. La Damita y El Tote	2108-0504	11.36	0.8007	1.93
Río Pacarní hasta Q. La Damita	2108-0505	7.73	1.6811	1.26
R. Yaguaracito entre Q. El Carbón y R. Yaguará	2108-0601	12.64	0.0017	1.95
Q. Cachimbo y otros directos a R. Yaguaracito	2108-0602	12.90	0.0076	2.37
Q. El Dave y otros directos a R. Yaguaracito	2108-0603	10.74	0.4368	2.13
Q. La Colorada	2108-0604	9.72	0.3722	1.99
Río Yaguaracito hasta Q. La Colorada	2108-0605	11.57	0.7028	1.16
Q. El Carbón	2108-0606	11.55	0.0576	1.48

Nombre	Codificación	Longitud Del Cauce Principal	Pendiente Media Del Cauce	Tiempo De Concentración
-	-	km	%	horas
Q. Seca y otros directos a R. Macurí	2108-0701	5.91	0.2207	0.99
Q. El Chocho y otros directos a R. Macurí	2108-0702	4.56	1.6750	0.85
Q. Los Linderos y otros directos a R. Macurí	2108-0703	7.43	0.0010	1.02
Q. El Pílon Grande	2108-0704	4.96	0.6392	1.11
Q. El Hatillo	2108-0705	5.41	0.3665	1.31
Q. de Jacobo	2108-0706	5.74	0.3728	1.38
Q. Las Coloradas y otros directos a Río Magdalena	2108-0801	6.77	0.1737	0.74
Q. La Sardina y otros directos a Río Magdalena	2108-0802	8.06	0.4503	1.67
Q. El Achiote y otros directos a Río Magdalena	2108-0803	7.78	0.3219	1.73
Q. El Espinal y otros directos a Embalse Betania	2108-0901	7.90	0.0838	1.53
Qdas. El Partidero y La Buitrera	2108-0902	9.25	0.1092	1.95
Qdas. La Caraguaja y de Chipacá	2108-0903	17.02	0.2261	1.84
Q. Zanja Larga y otros directos a Embalse Betania	2108-0904	5.01	0.0405	0.91
Q. La Garza	2108-1001	9.71	0.1444	1.35
R. Yaguará entre R. Íquira y Q. La Garza	2108-1002	9.33	0.1792	1.31
Q. La Salada	2108-1003	10.24	0.1420	1.39
R. Yaguará entre Q. El Cachingo y R. Íquira	2108-1101	9.54	0.0910	1.28
Q. El Cachingo	2108-1102	9.25	0.2589	2.05
Q. de Paredes y otros directos a R. Yaguará	2108-1103	7.00	0.0005	0.70
Q. La Chorrera y otros directos a R. Yaguará	2108-1200	3.10	0.1653	0.98

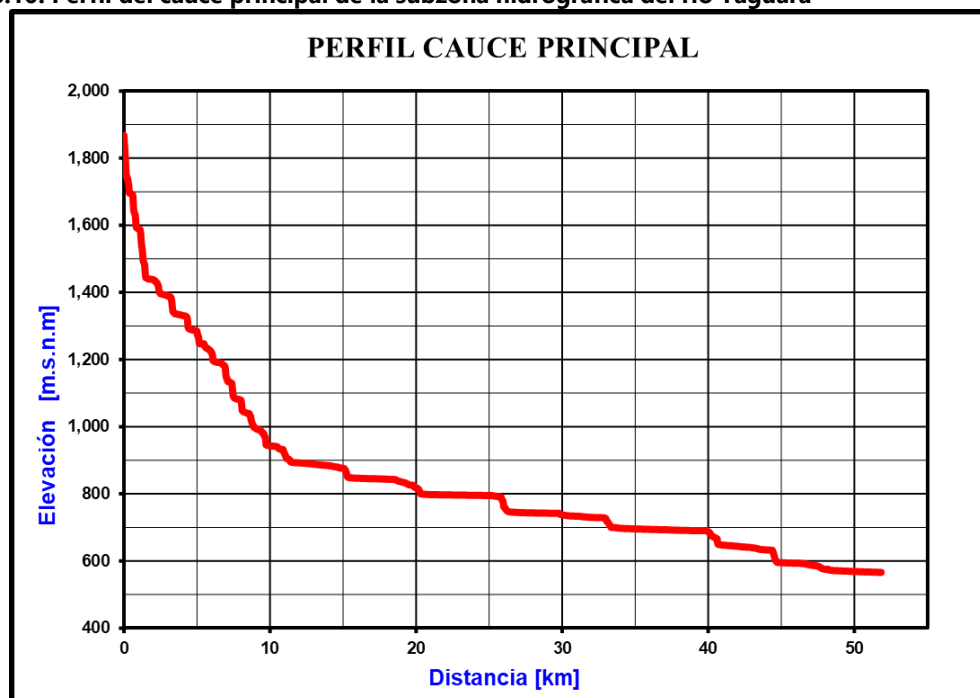
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 8.18. Resultados de las características del sistema de drenaje de las microcuencas abastecedoras de centros urbanos y poblados**

Municipio	Fuente	Longitud Del Cauce Principal	Pendiente Media Del Cauce	Tiempo De Concentración
-	-	km	%	horas
Íquira	Qda Grande o Río Ibirco	7.53	1.45	1.27
Teruel	Río Pedernal	4.63	6.30	0.63
Yaguará	San Francisco	14.62	0.84	2.32
	Río Pedernal	31.97	0.01	19.55
Valencia de la Paz - Íquira	Quebrada El Chocho	1.56	5.09	0.29
Pacarní - Tesalia	Quebrada de Palmito	3.09	1.39	0.66

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

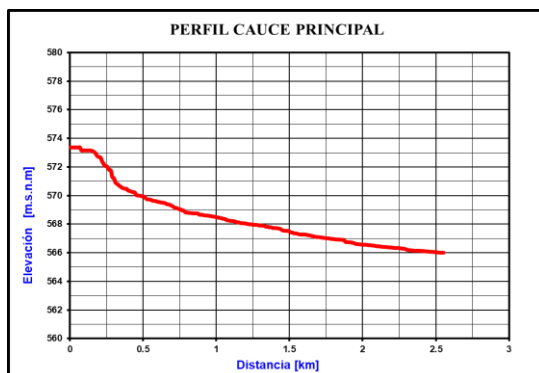
**Figura 8.10. Perfil del cauce principal de la subzona hidrográfica del río Yaguará**



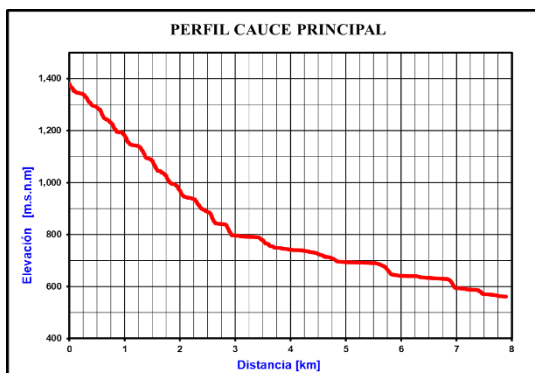
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 8.11. Perfil del cauce principal para las unidades hidrográficas de nivel I**

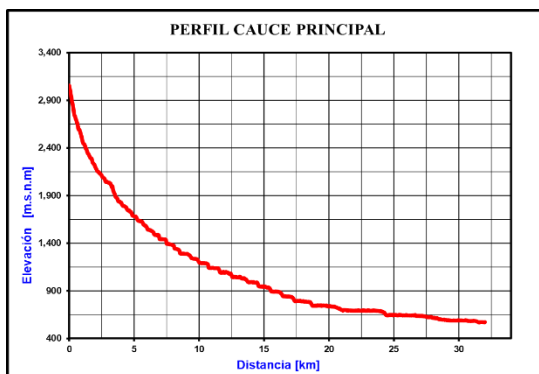
**2108-01**



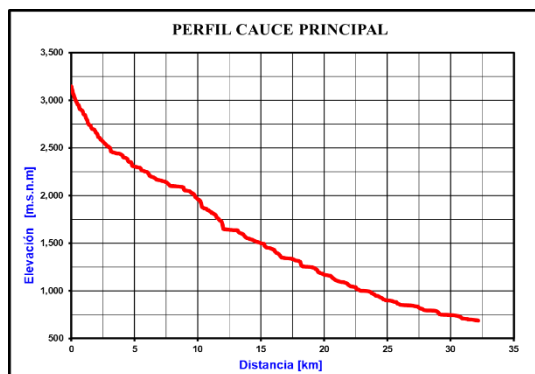
**2108-02**



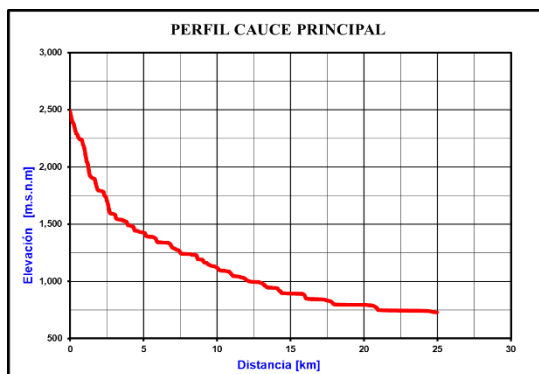
**2108-03**



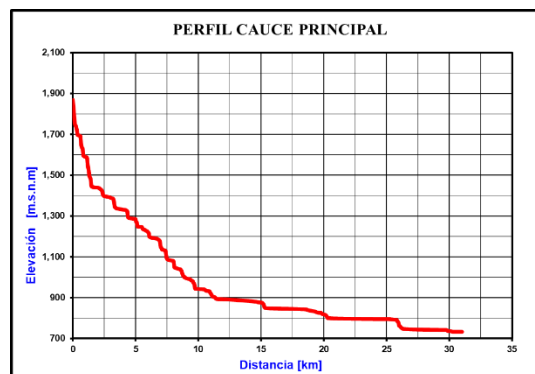
**2108-04**



**2108-05**

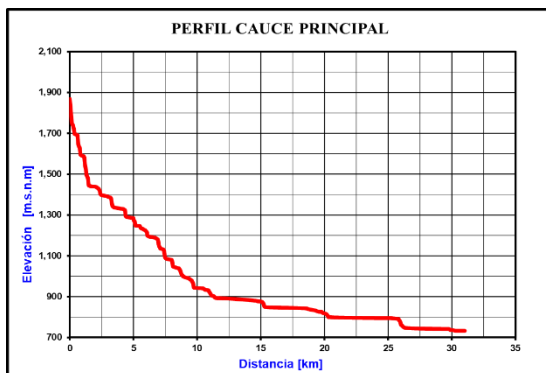


**2108-06**

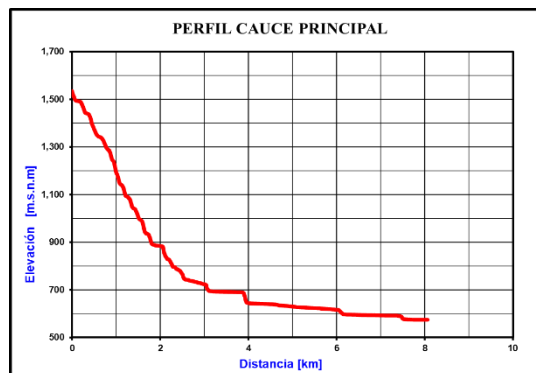




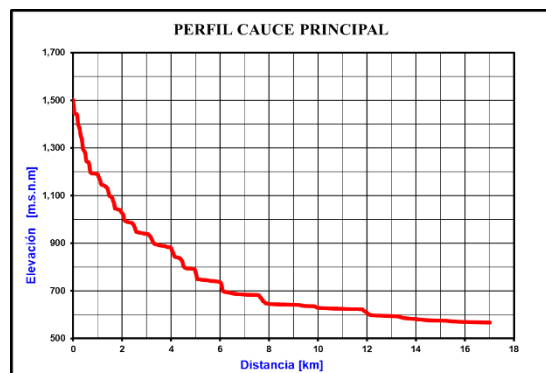
**2108-07**



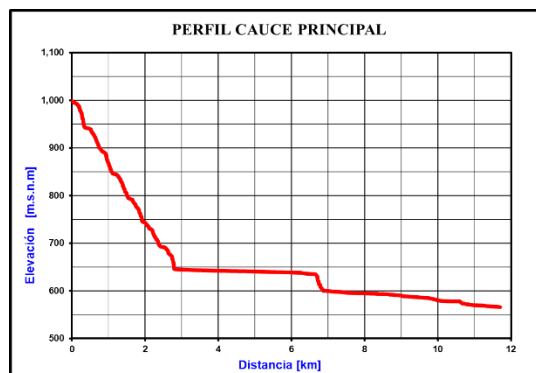
**2108-08**



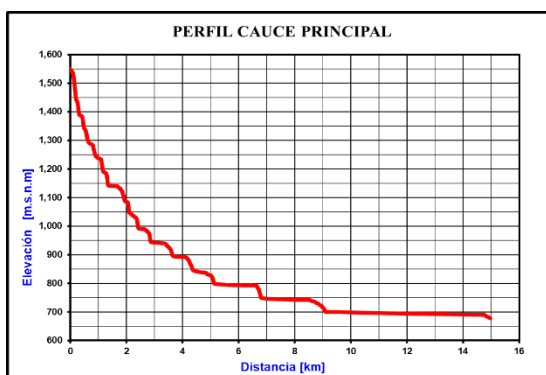
**2108-09**



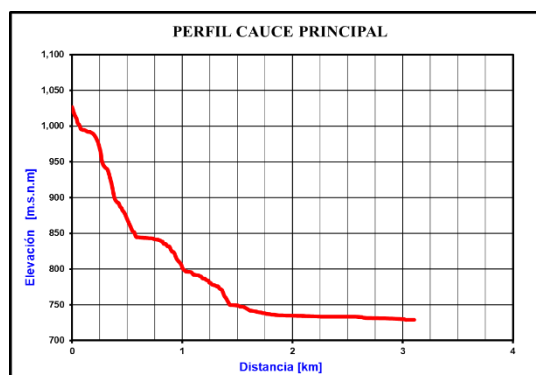
**2108-010**



**2108-11**



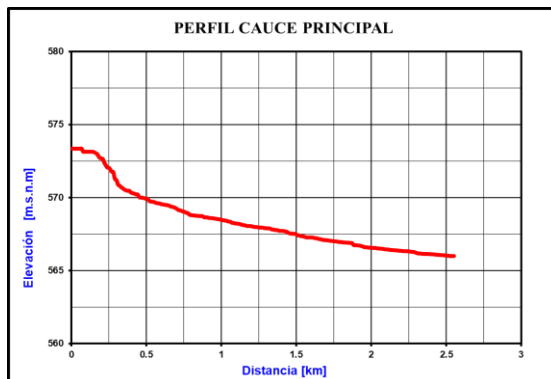
**2108-12**



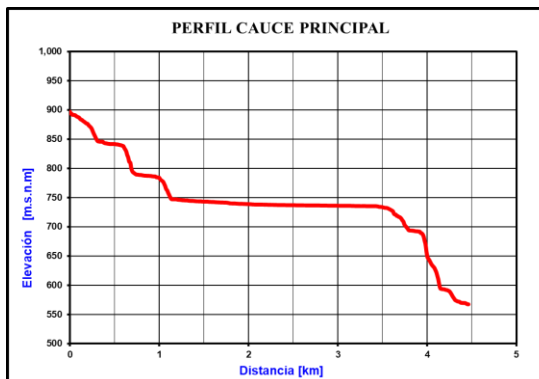
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 8.12. Perfil del cauce principal para las unidades hidrográficas de nivel II**

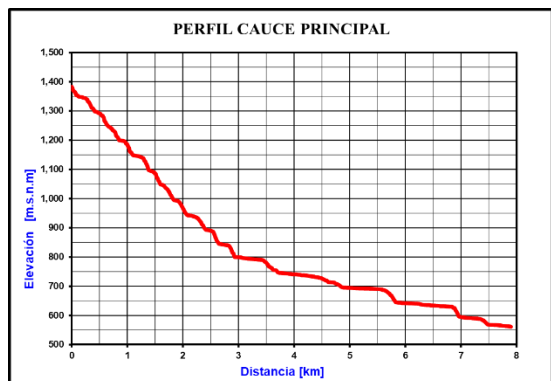
**2108-0100**



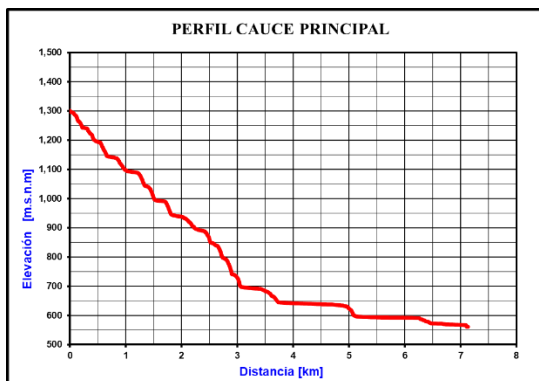
**2108-0201**



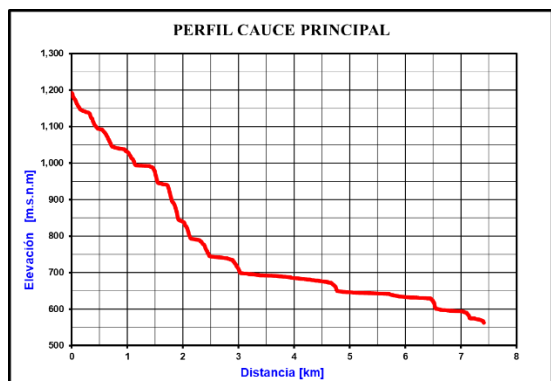
**2108-0202**



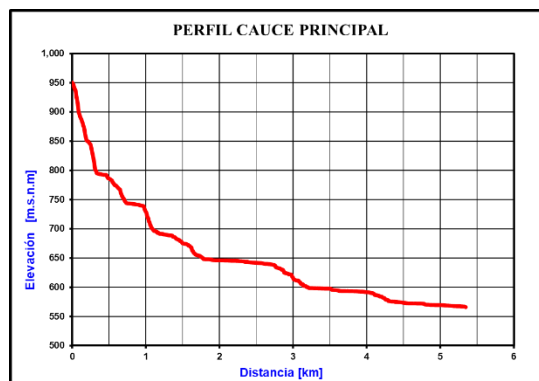
**2108-0203**



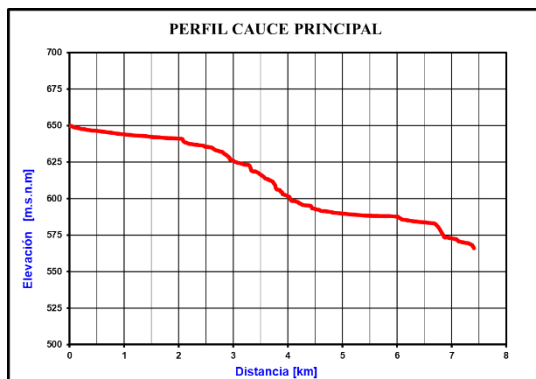
**2108-0204**



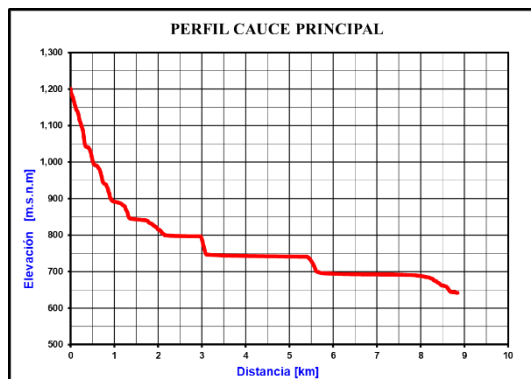
**2108-0205**



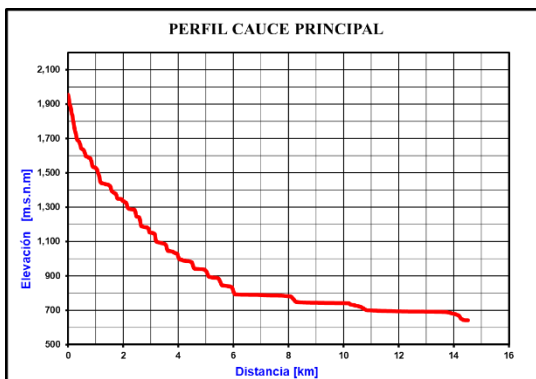
**2108-0301**



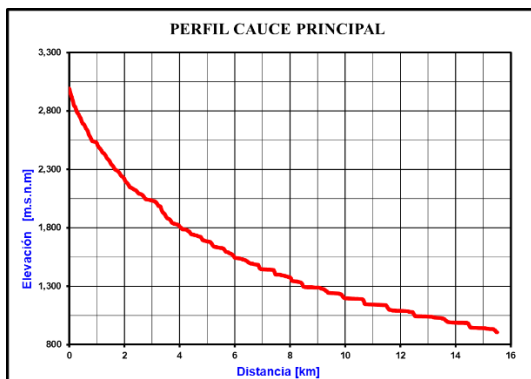
**2108-0302**



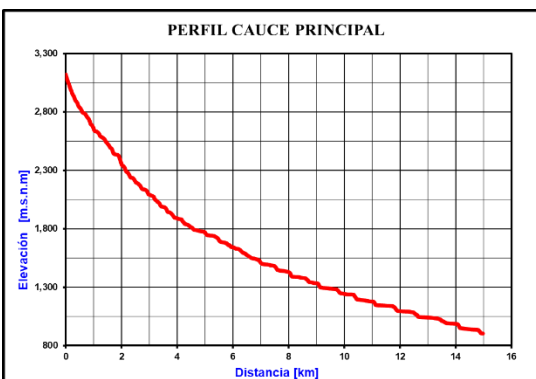
**2108-0303**



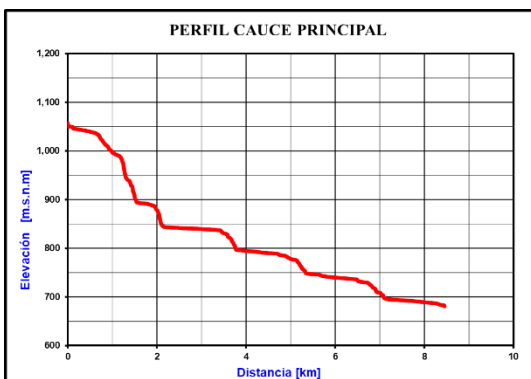
**2108-0304**



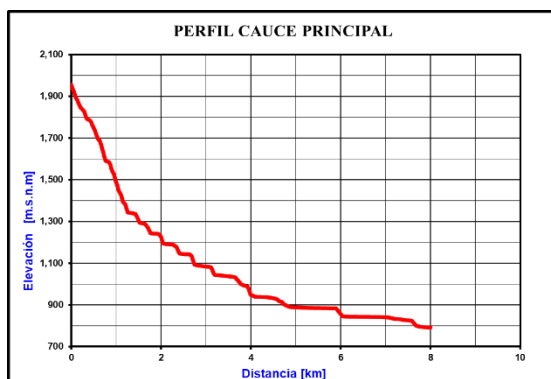
**2108-0305**



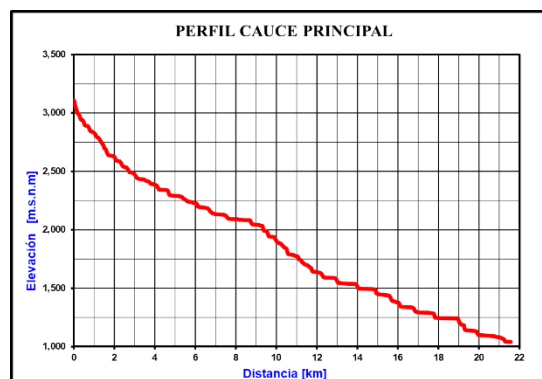
**2108-0401**



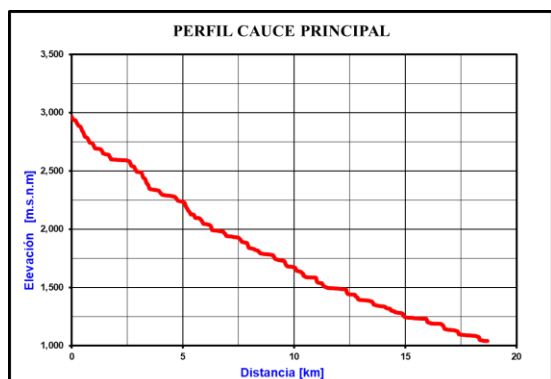
**2108-0402**



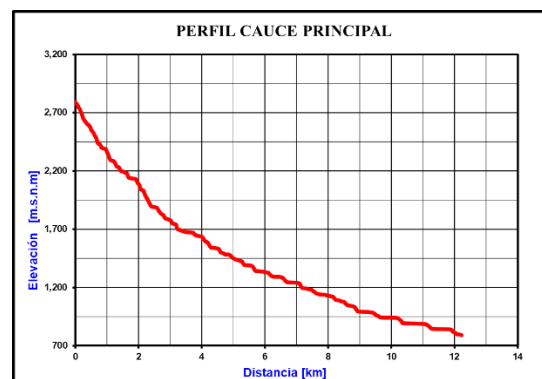
**2108-0403**



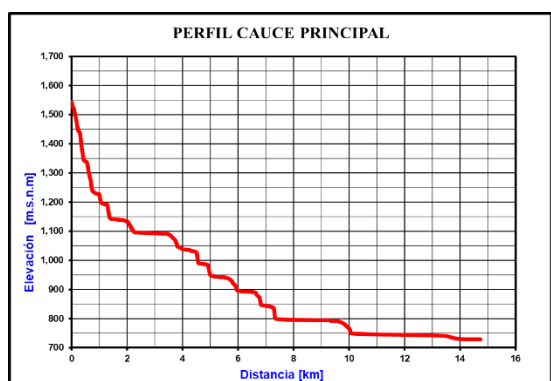
**2108-0404**



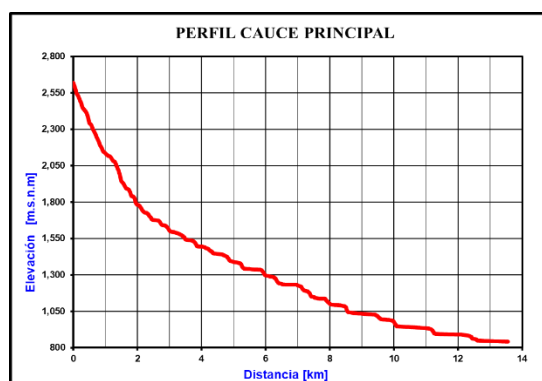
**2108-0405**



**2108-0501**

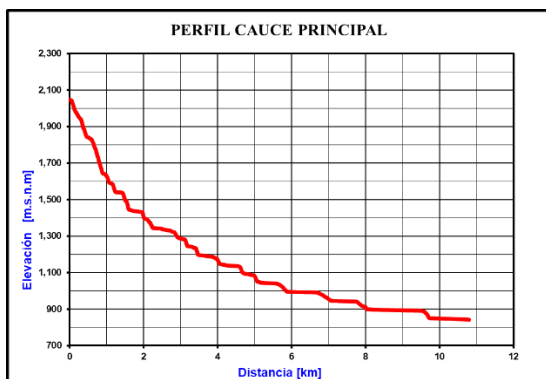


**2108-0502**

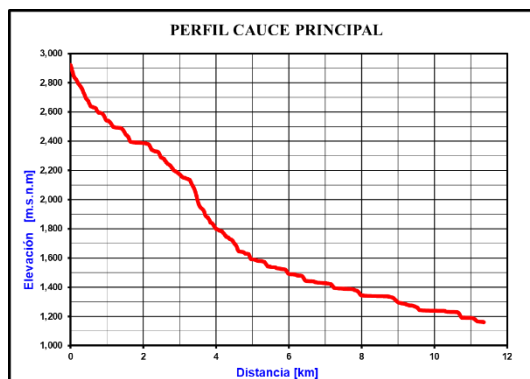




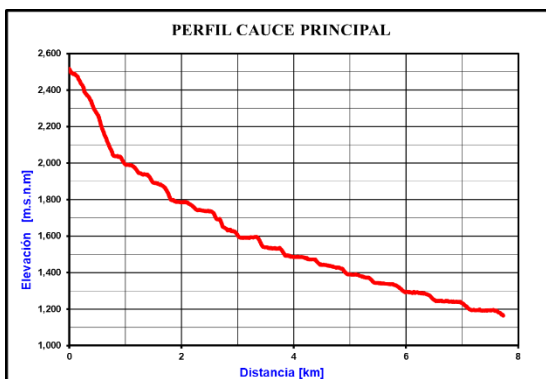
**2108-0503**



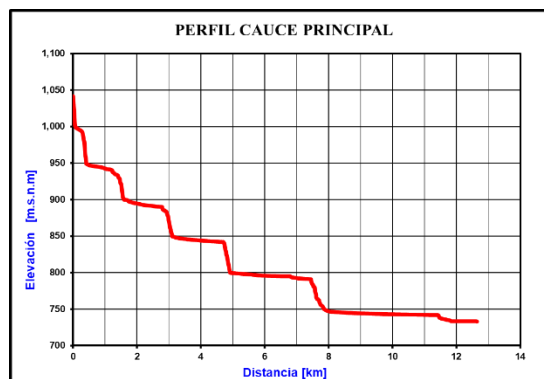
**2108-0504**



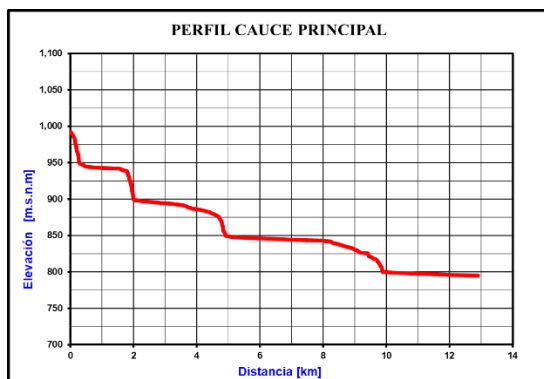
**2108-0505**



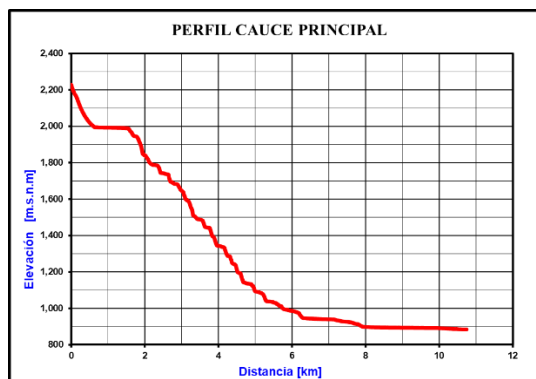
**2108-0601**



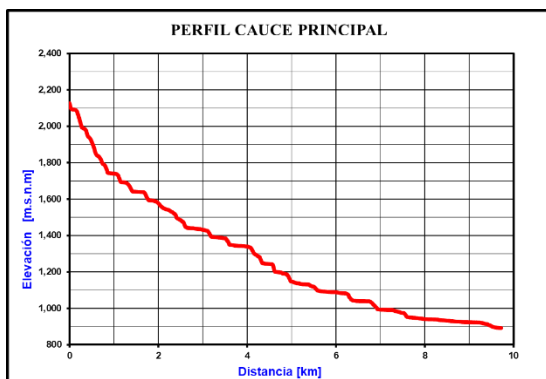
**2108-0602**



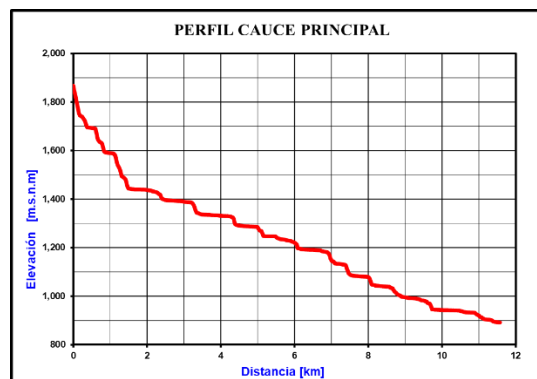
**2108-0603**



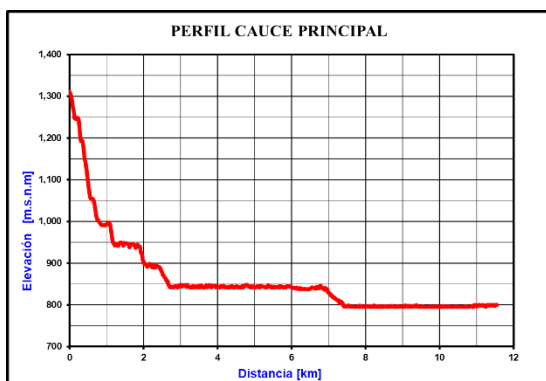
**2108-0604**



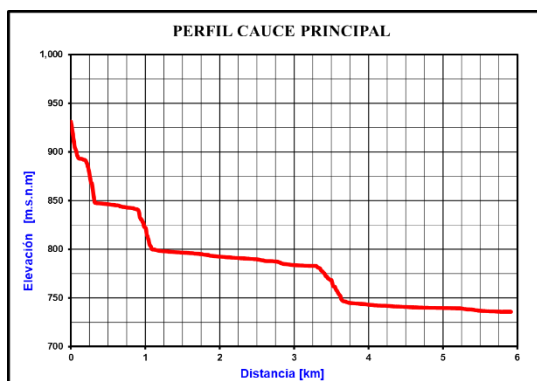
**2108-0605**



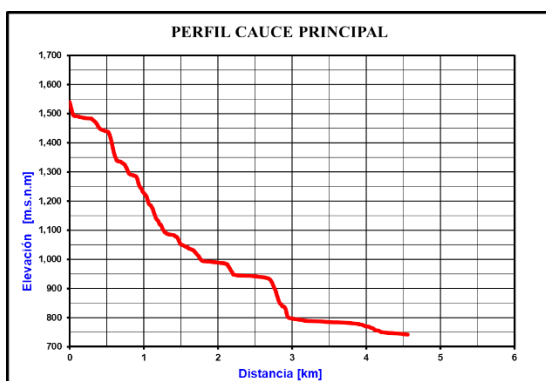
**2108-0606**



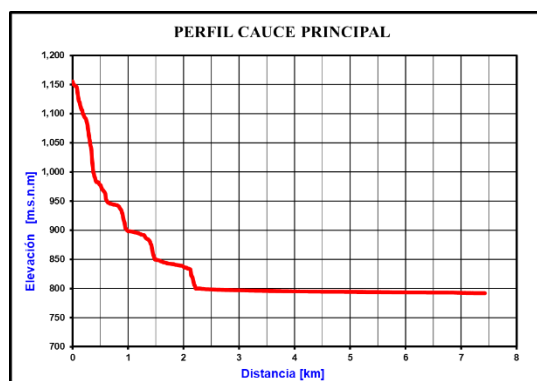
**2108-0701**



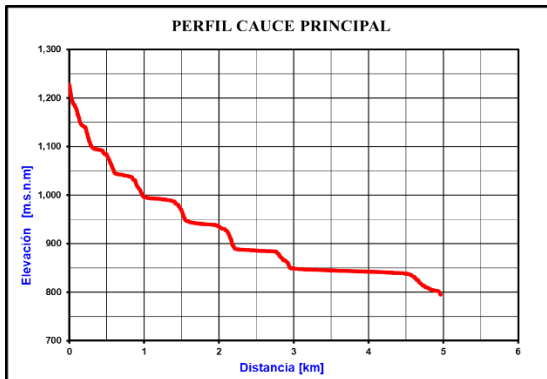
**2108-0702**



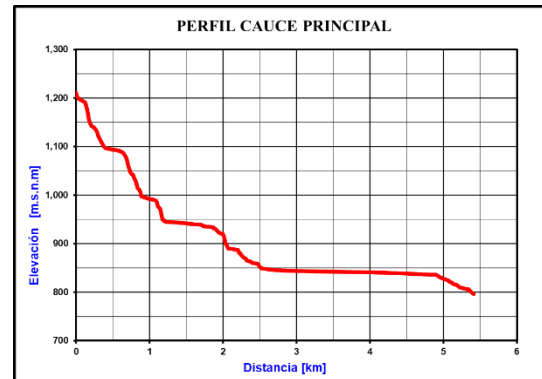
**2108-0703**



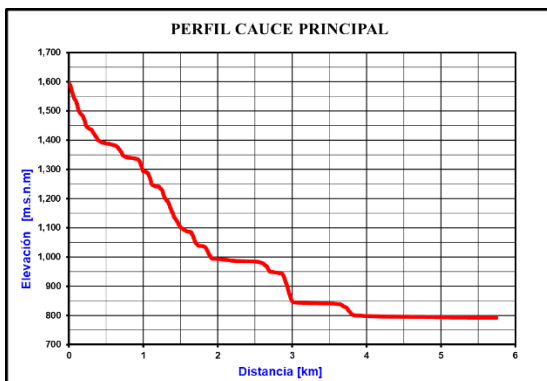
**2108-0704**



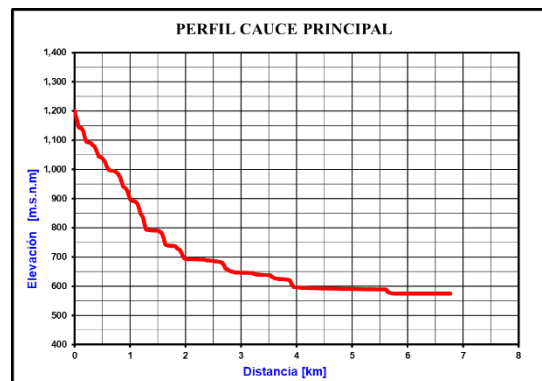
**2108-0705**



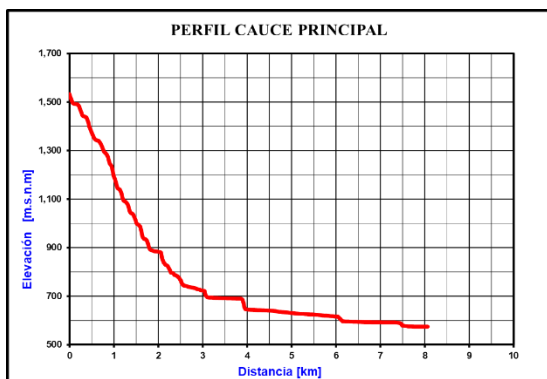
**2108-0706**



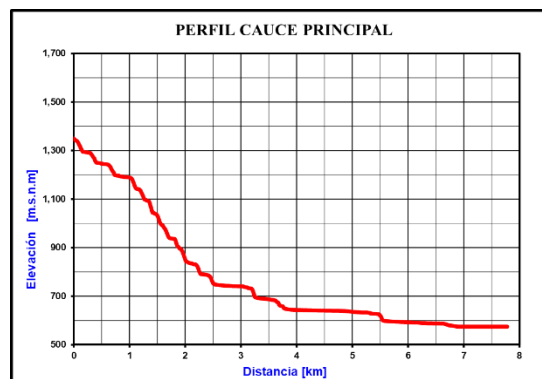
**2108-0801**



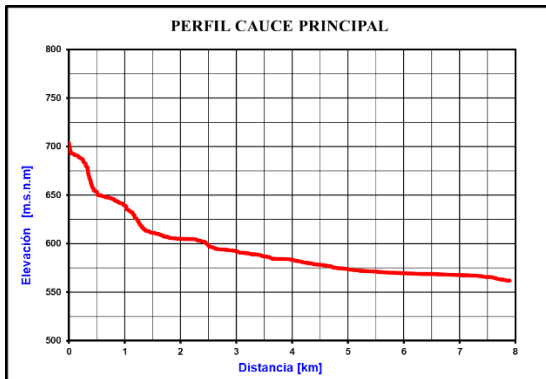
**2108-0802**



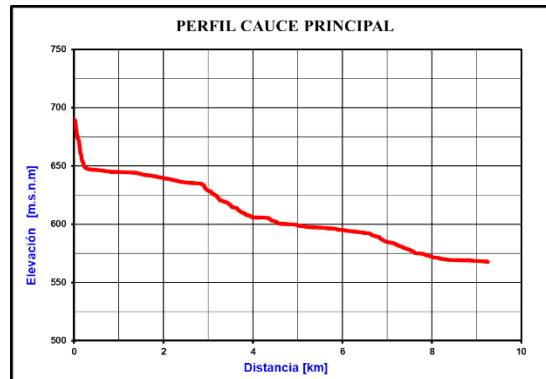
**2108-0803**



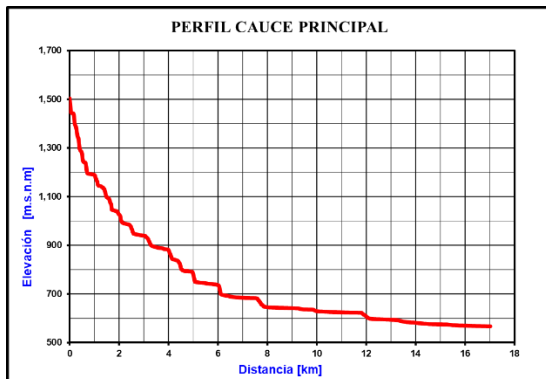
**2108-0901**



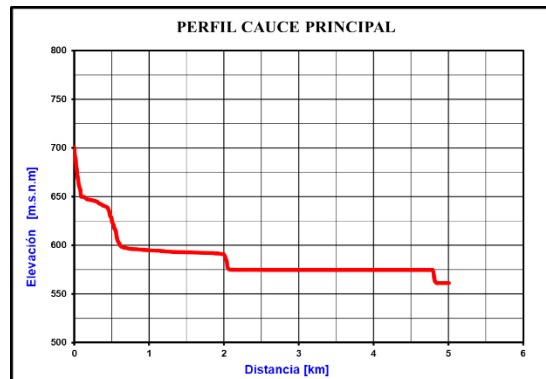
**2108-0902**



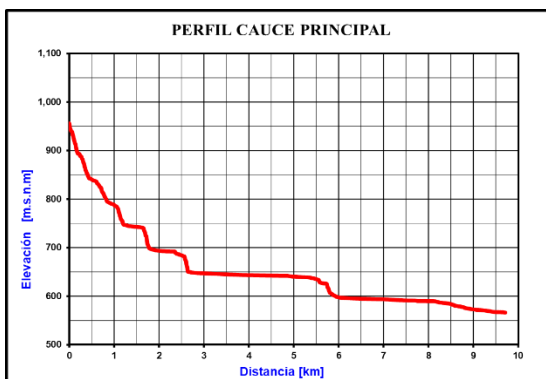
**2108-0903**



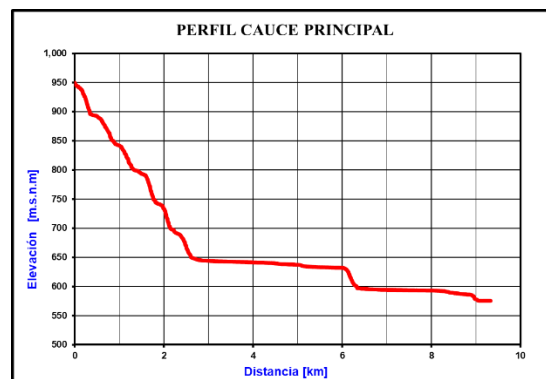
**2108-0904**



**2108-1001**

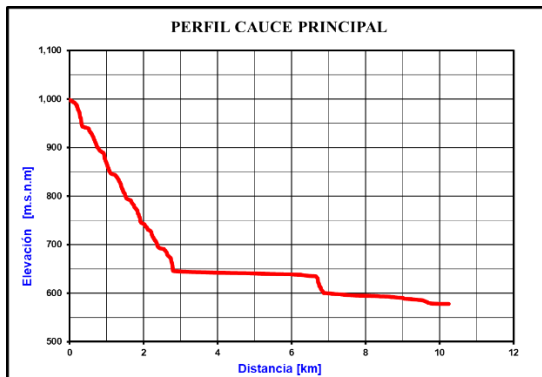


**2108-1002**

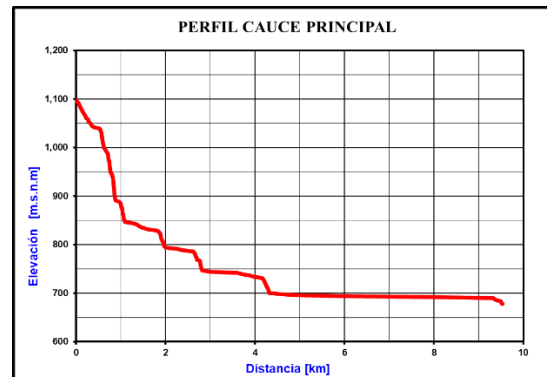




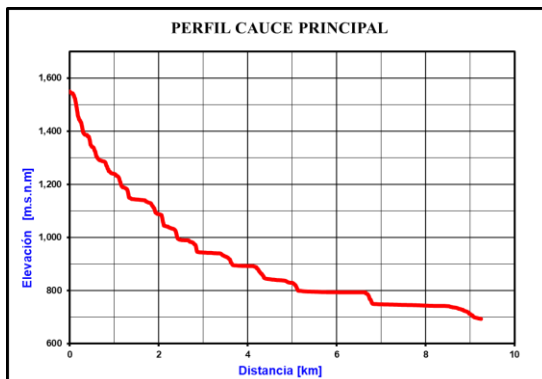
**2108-1003**



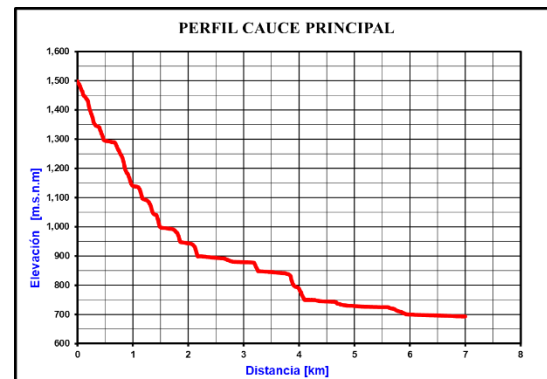
**2108-1101**



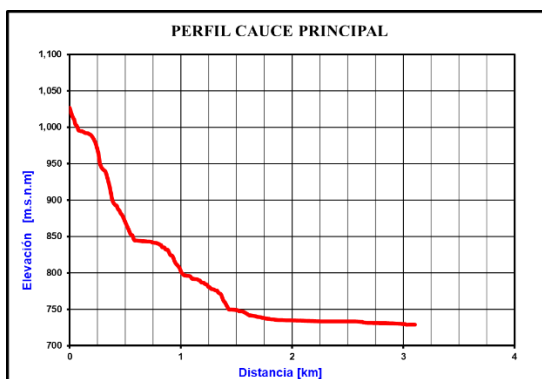
**2108-1102**



**2108-1103**

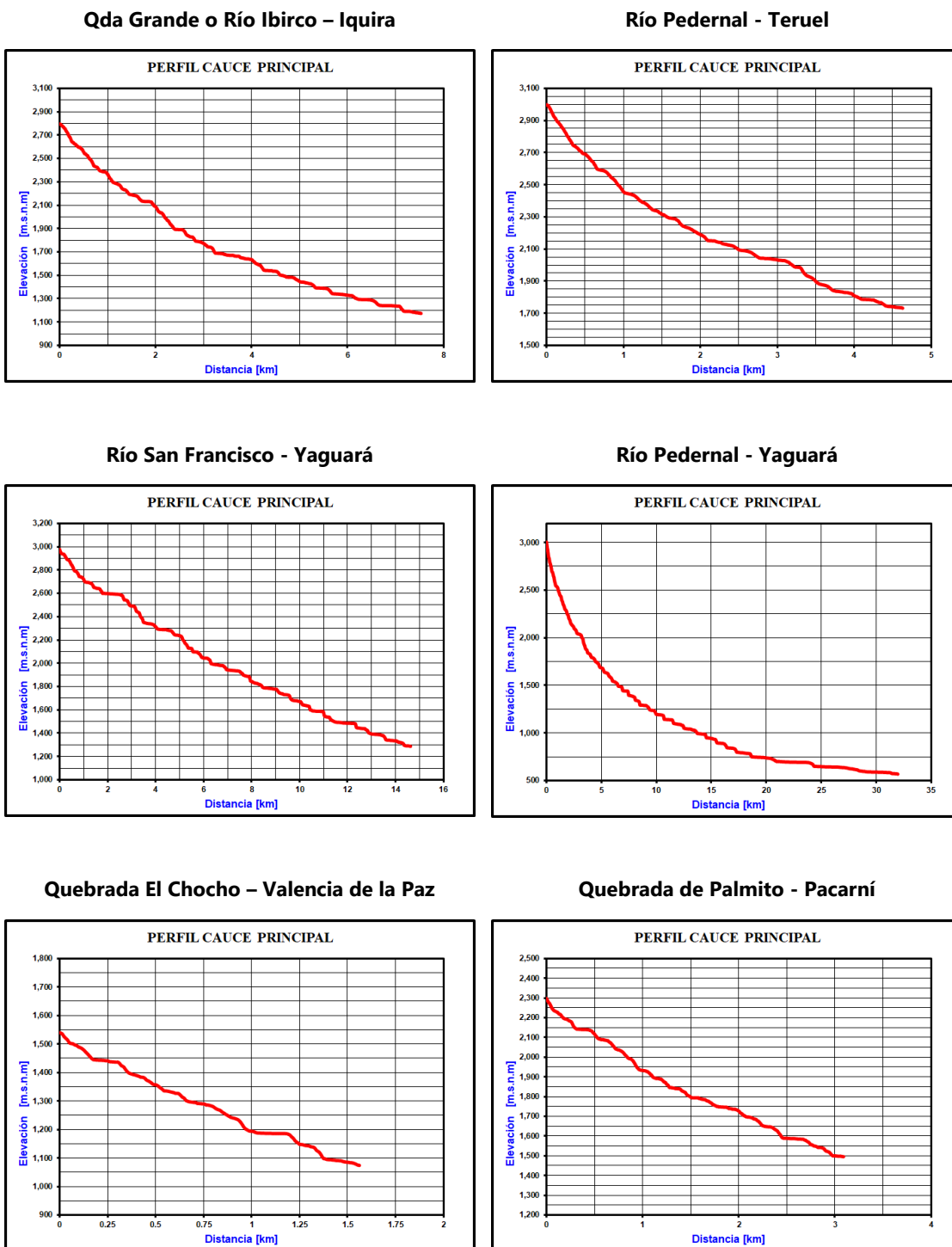


**2108-1200**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 8.13. Perfil del cauce principal para las microcuencas abastecedoras de centros urbanos y poblados**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

## 8.6. Conclusiones

Con un área de 894.77 km<sup>2</sup>, un perímetro de 291.48 km y una longitud del cauce principal de 51.83 km, la cuenca hidrográfica del río Yaguará se caracteriza por:

- ✓ Un índice de compacidad de 2,75, indicador de una cuenca de forma oval oblonga a rectangular oblonga, de baja susceptibilidad a las avenidas torrenciales.
- ✓ Un factor de forma de 0,52, indicador de una forma alargada de baja susceptibilidad a las avenidas torrenciales.
- ✓ Un índice de asimetría de 1.78, que indica que el cauce está recostado sobre la vertiente izquierda.
- ✓ Una pendiente media de la cuenca de 38.25%, representativa de un relieve Fuertemente Accidentado, de baja a moderada influencia sobre las crecidas instantáneas.
- ✓ Una elevación media de 1226.75 msnm, que indica que la cuenca en promedio tiene un clima templado.
- ✓ La curva hipsométrica indica que se trata de un río viejo.
- ✓ Tiene una pendiente media de su cauce de 0.0031%, que se considera baja, si bien es necesario advertir que las pendientes más fuertes se presentan al comienzo de la cuenca, en sus sectores montañosos altos, pero en la mayor parte del cauce las pendientes son bajas.
- ✓ El tiempo de concentración promedio es de 18 horas, lo que significa que una gota de lluvia que caiga en la parte más alejada de la divisoria de aguas tardará un poco menos de un día en llegar a la desembocadura al embalse.

## 9. PENDIENTES

### 9.1. Introducción

La pendiente de un terreno se relaciona con la morfología y la dinámica de todas las formas del relieve; todas ellas tienen un umbral límite que las clasifica o jerarquiza de acuerdo con su geometría; es decir, la pendiente constituye un factor que favorece la delimitación de los procesos y los tipos de formas que se encuentran en el terreno. La pendiente como atributo de la forma es la derivada de la función de una recta, por lo tanto, es la tangente del cociente de la diferencia de alturas entre dos puntos de una distancia horizontal; esta definición sirve como base para decir de una manera más sencilla que es la inclinación que presenta un terreno.

Esta delimitación de las pendientes es importante para la implementación de acciones dentro de los diferentes instrumentos de planificación del territorio; dentro del POMCA, la pendiente realza su importancia porque ejerce control directo en eventos como por ejemplo controlar la velocidad de la escorrentía superficial, también afecta el tiempo que tarda la lluvia para concentrarse en los lechos fluviales, que constituyen la red de drenaje de la cuenca; la velocidad de escurrimiento de las corrientes de agua depende de la pendiente y es directamente proporcional; en el caso específico del componente de capacidad de uso de las tierras define de manera directa aquellas áreas que no pueden tener actividades agropecuarias por la fuerte inclinación del terreno (>75% de inclinación); también define en la cartografía las fases por inclinación de un mismo suelo, lo cual determina algunas clases agrológicas.

### 9.2. Objetivos

#### 9.2.1. General

Realizar la caracterización de las pendientes dentro de la cuenca del Río Yaguará a partir de un modelo de elevación digital (DEM).

#### 9.2.2. Específicos

- ✓ Realizar el análisis de las pendientes en porcentaje, de acuerdo con los criterios y categorías establecidas por el IGAC (0-3%, 3-7%, 7-12%, 12-25%, 25-50%, 50- 75%, >75%), y utilizando el modelo digital del terreno elaborado para el POMCA.



- ✓ Realizar el análisis de las pendientes en grados, desarrollado con base en el modelo digital de terreno elaborado para el POMCA y de acuerdo con los requerimientos técnicos de la temática de riesgos u otros.

### 9.3. Generalidades

El relieve tiene varias características, entre ellas se encuentra la pendiente, la cual está compuesta por la forma, orientación (aspecto) y el gradiente (inclinación); el objeto de este trabajo es identificar este último componente. Resulta importante conocer la pendiente porque, de acuerdo con su inclinación, favorece la estabilidad y potencialidad de los suelos de la cuenca, pues según las propiedades del suelo a una inclinación dada, se produce el momento de la escorrentía y sus efectos erosivos; por consiguiente relieves planos no favorecen la escorrentía del agua, lo cual da posibilidad a mayor tiempo de contacto entre el agua y el suelo, beneficiando la infiltración y disminuyendo la energía cinética del agua que produce la erosividad.

A mayor inclinación del terreno, se presenta mayor concentración de flujos y por consiguiente mayor desestabilización de laderas, etc. En la metodología de la USLE, el valor crítico de la pendiente que activa los procesos erosivos se encuentra en un 9%, por lo que valores superiores de gradiente o inclinación activan los procesos erosivos significativamente. Toda la información cartográfica suministrada será transformada al Origen Único Nacional de Coordenadas para Colombia.

Dentro de este capítulo se analiza la manera de clasificar las pendientes, siguiendo las normas de la clasificación empleada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, que identifica los gradientes que afectan considerablemente la calidad del recurso suelo.

Adicionalmente se estudia la clasificación usada para la zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1:25.000 del Servicio Geológico Colombiano, que considera la pendiente como un factor importante en la ocurrencia de movimientos en masa en la medida en que se relaciona directamente con las tensiones de cortes tangenciales y normales en los materiales superficiales, e influye también en la distribución de agua en la ladera (Santacana, 2001), la pendiente es el principal factor geométrico a tener en cuenta en análisis de estabilidad y puede obtenerse como una variable cuantitativa continua que se deriva del DEM. A continuación, se presenta una breve explicación de la clasificación.

El IGAC utiliza una clasificación de las pendientes con siete clases, que representan de forma técnica el impacto que la pendiente puede tener sobre el suelo. La Tabla 9.1 Muestra las diferentes clases con sus respectivo nombre, símbolo e intervalo en; estos intervalos representan gradualmente la incidencia, que tiene la pendiente sobre el suelo, afectando por consiguiente la productividad del cultivo y su manejo; a medida que vaya aumentando

la pendiente será necesario ir incrementando las medidas de manejo o ir disminuyendo la intensidad de uso sobre el suelo.

El Servicio Geológico Colombiano utiliza una clasificación de las pendientes con siete clases, que representan el impacto sobre la ocurrencia de movimientos en masa en la Figura 9.8 se muestran las diferentes clases con su respectiva interpretación e intervalos estos últimos representan la incidencia del grado de inclinación en la pendiente en lo que respecta a susceptibilidad y riesgos por movimientos en masa.

**Tabla 9.1. Clases e intervalos en porcentaje y grados, utilizados por el IGAC para clasificar las pendientes del terreno**

Clase	Intervalos	
	Porcentaje (%)	Nombre
a	0 - 3	Plano a ligeramente plana
b	3 - 7	Ligeramente inclinada
c	7 - 12	Moderadamente inclinada
d	12 - 25	Fuertemente inclinada
e	25 - 50	Ligeramente escarpada
f	50 - 75	Moderadamente escarpada
g	>75	Fuertemente escarpada

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 9.1. Rangos de pendiente utilizados con propósitos de análisis de ingeniería y zonificación de amenazas por movimientos en masa**

INCLINACIÓN (°)	PROCESOS CARACTERÍSTICOS Y CONDICIONES DEL TERRENO
0-2	Plano a casi plano. No hay denudación apreciable.
2-4	Suavemente inclinado. Movimientos en masa de baja velocidad y procesos erosivos de diferentes tipos, especialmente bajo condiciones periglaciares (soliflucción) y fluviales (erosión laminar y en surcos). Susceptible a desarrollar procesos erosivos.
4-8	Inclinado. Condiciones similares a las anteriores. Alta susceptibilidad a desarrollar procesos erosivos.
8-16	Moderadamente abrupto. Movimientos en masa de todos los tipos, especialmente soliflucción periglaciara, reptación y ocasionalmente deslizamientos, también erosión de tipo laminar y en surcos. Susceptible a erosión y deslizamientos.
16-35	Abrupto. Procesos denudacionales intensos de diferentes tipos (erosión bajo cubierta forestal, reptación, deslizamientos). Alta propensión al desarrollo de procesos erosivos.
35-55	Muy abrupto. Afloramientos rocosos, procesos denudacionales intensos, depósitos granulares caóticos de poco espesor.
> 55	Extremadamente abrupto. Afloramientos rocosos. Procesos denudacionales muy fuertes, especialmente "denudación de escarpe"; susceptible a rodamiento de rocas.

Fuente: tomado de van Zuidam (1986).

Fuente: Guía Metodológica para La Zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa Escala 1: 25.000 - 2017

#### 9.4. Metodología

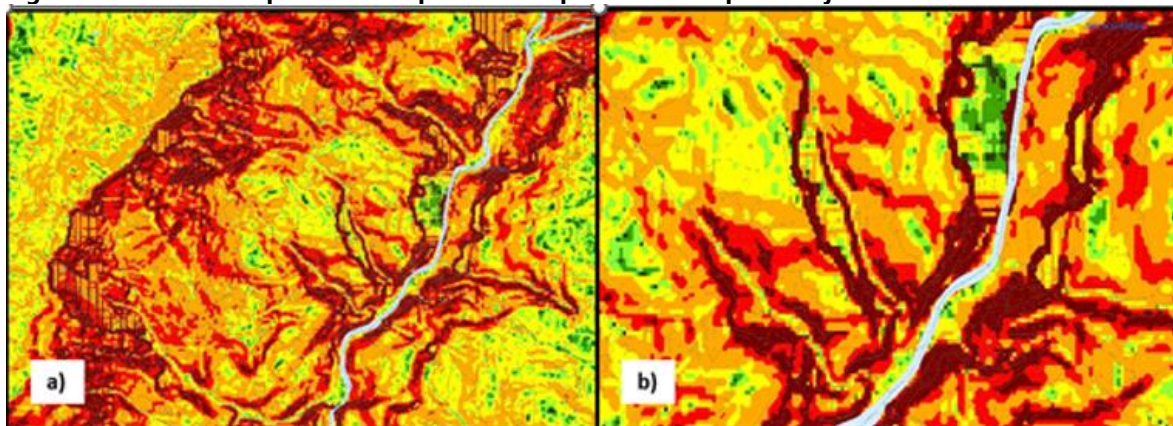
Existen varios procesos metodológicos para la construcción del mapa de pendientes, estos pueden ir desde la fotointerpretación estereoscópica, pasando por el uso de solo curvas de nivel en la base cartográfica hasta el uso de radar, cada uno de ellos brinda una aproximación a la realidad del terreno que va incrementando con las nuevas tecnologías. En este ejercicio se partió del ALOS PALSAR DEM de 12.5 metros, ajustado con las curvas de nivel de la cartografía básica del proyecto, con un buffer aproximado de 1.000 metros y utilizando el programa ArcGIS 10.8, extensión Spatial Analyst Tools, Geomorphometry & Gradient Metrics, Data Management Tools, se procedió a seguir el Geo proceso Pendiente del terreno.

Para producir la capa de pendientes del terreno, se tuvo en cuenta el buffer del DEM de aproximadamente 1.000 metros más allá del límite de la cuenca, lo cual garantiza la continuidad de dichas áreas de pendiente; una vez generados los polígonos con sus áreas mínimas, se corta la capa con el límite de la cuenca, conservando los polígonos que coincidan con el área mínima cartografiada de 1 ha.

A continuación, se presenta una muestra del proceso seguido para la generación de la capa de pendientes en formato vector (polígonos):

1. A partir del modelo digital de elevación DEM de la Cuenca y mediante la herramienta Geoprocessing Slope del grupo Surface de la extensión Spatial Analyst Tools de ArcMap®, se genera el mapa de pendientes en porcentaje. Ver Figura 9.2.

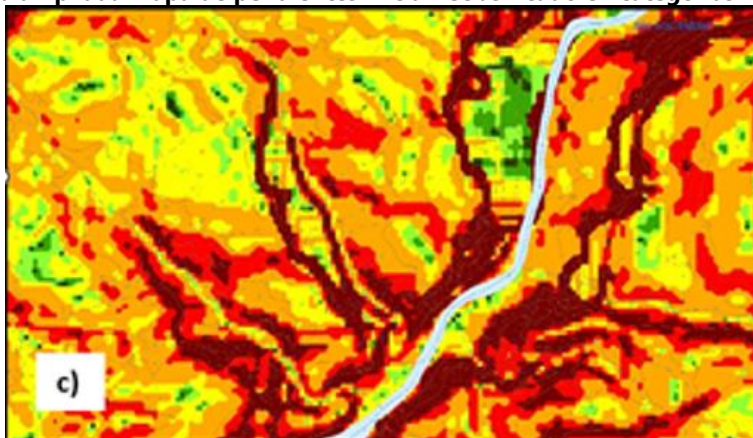
**Figura 9.2. Ventana ampliada del mapa inicial de pendientes en porcentaje**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

2. Usando la extensión Spatial Analyst Tools, grupo Reclass y aplicando la herramienta Geoprocessing Reclassify, se reclasifica el valor de píxeles de acuerdo con los intervalos IGAC. Ver Figura 9.3

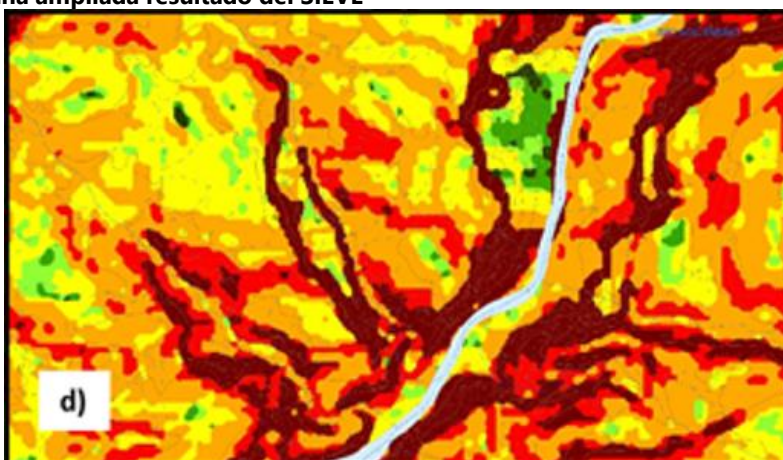
**Figura 9.3. Ventana ampliada mapa de pendientes inicial reclasificado en categorías IGAC**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

3. Mediante la extensión Geomorphometry & Gradient Metrics, se aplica algoritmo de generalización sieve (asigna valor de 70), esto permite establecer una unidad de mapeo mínima que para este caso es de 1 ha. Ver Figura 9.4

**Figura 9.4. Ventana ampliada resultado del SIEVE**

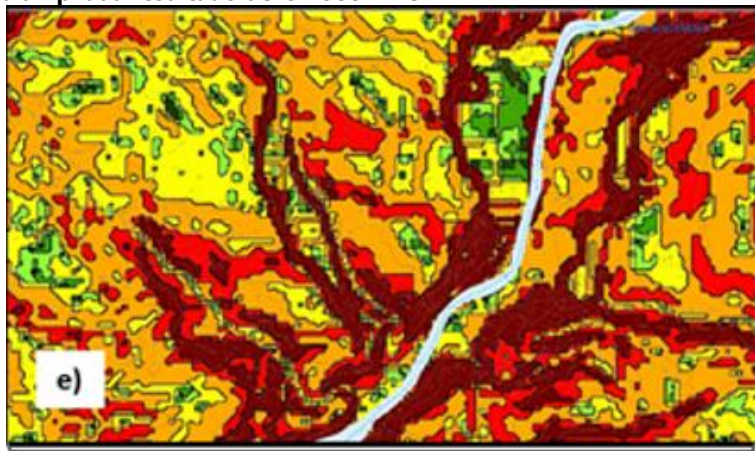


Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

4. La capa Ráster resultante de los pasos anteriores es convertida a polígono y luego a línea y se aplica smooth line con valores de tolerancia de 50. Ver Figura 9.5.



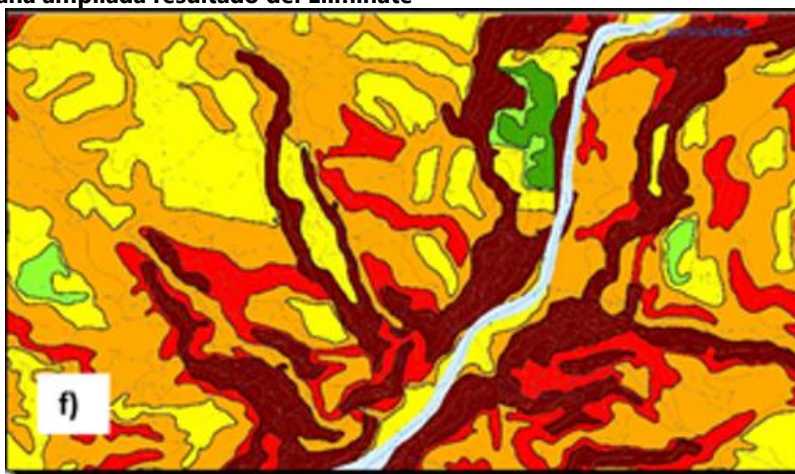
**Figura 9.5. Ventana ampliada resultado del smooth line**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

5. Por último, se revisa que los polígonos resultantes coincidan con el área mínima cartografiada (1ha) aquello que no cumplan se les aplica la herramienta Eliminate iniciando por aquellos menores a 1.000 metros cuadrados y al final se realiza la depuración manual a criterio del experto que realizó el ejercicio. Ver Figura 9.6

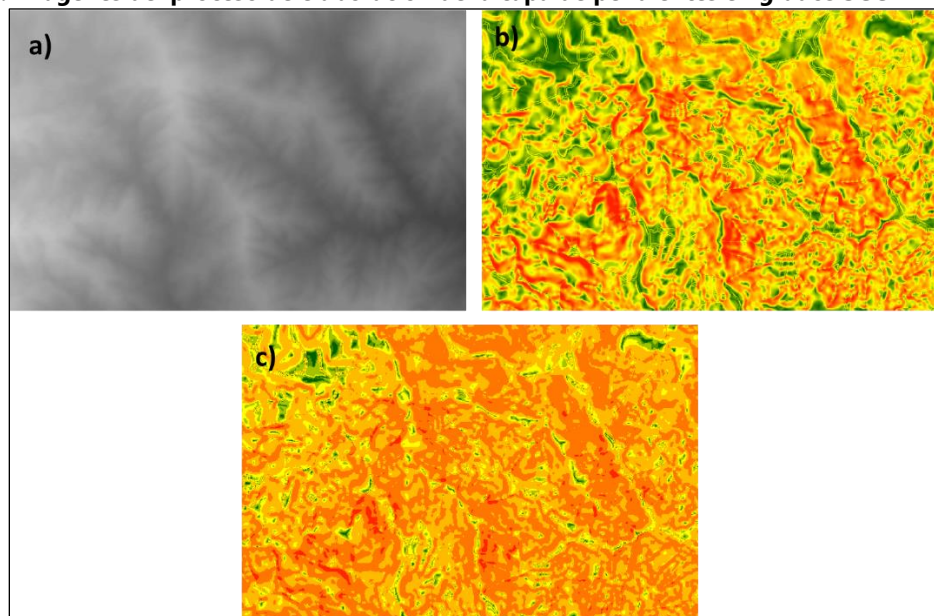
**Figura 9.6. Ventana ampliada resultado del Eliminate**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

La capa de pendientes (Ráster) y clasificada en grados de acuerdo con la metodología del Servicio Geológico Colombiano, fue generada a partir de DEM (Figura 9.7a) usando el programa ArcGIS 10.8 y la extensión Spatial Analyst Tools – Surface (algoritmo Slope) (Figura 9.7b) y posteriormente se reclasifico en los intervalos de la Figura 9.1 (Figura 9.7c); el resultado final se convierte en insumo para los procesamiento espaciales del componente de Riesgos.

**Figura 9.7. Imágenes del proceso de elaboración de la capa de pendientes en grados SGC**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

En general, la capa de pendientes del terreno clasificación IGAC tiene un total de 10.442 polígonos que están distribuidos como se observa en la Tabla 9.2, cómo se puede ver en dicha tabla, en la cuenca están presentes 7 tipos de pendiente, dominando las clases ligeramente escarpada (intervalo 25 a 50% y símbolo e) con el 32,2%, fuertemente escarpada (intervalo mayor a 75% y símbolo g) con el 17,6% y moderadamente escarpada (intervalos 50 a 75% y símbolo f) con él 16,7, mientras que las clases de menor representación son plana (intervalo 0 a 3% y símbolo a) con él 12,1%, fuertemente inclinada (intervalo 12 a 25% y símbolo d) con el 11,5%, seguidas por ligeramente inclinada (intervalo 3 a 7% y símbolo b) con el 6,4% y por ultimo moderadamente inclinada (intervalo 7 a 12% y símbolo c) con el 3,4%.

**Tabla 9.2. Resultados de las clases por pendiente y su correspondiente área en hectáreas y porcentaje IGAC**

Clase	Intervalo %	Polígonos	Área	
			Ha	%
a	0 - 3	806	10.802,02	12,1%
b	3 - 7	1.175	5.694,19	6,4%
c	7 - 12	913	3.060,17	3,4%
d	12 - 25	2.418	10.331,05	11,5%
e	25 - 50	1.740	28.826,43	32,2%
f	50 - 75	2.327	14.986,76	16,7%
g	>75	1.063	15.775,98	17,6%
Total		10.442	89.476,61	100%

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Como se puede apreciar de los resultados obtenidos del mapa de pendientes, la cuenca presenta un 78% de su territorio con pendiente superiores a 12% (pendientes d, e, f, g), esto da una primera entrada a lo que puede ser la capacidad de uso de las tierras que se verá afectada por las pendientes fuertemente inclinadas (superiores al 12%) que tienen aptitud para cultivos permanentes como forestales o frutales y sistema agroforestal

Como se puede apreciar de la anterior distribución, y entendiendo que la pendiente es un factor de decisión de gran influencia para determinar los usos del suelo (pero no la única), se puede decir que la vocación dominante de la cuenca del río Yaguará está enmarcada en las grandes potencialidades para las actividades de conservación de la naturaleza, de protección de los recursos naturales, sistemas forestales protectores y productores, sistemas agroforestales, silvopastoriles, silvícolas, llegando a convertirse la cuenca en una gran suministradora de agua y santuario de protección del medio ambiente.

De acuerdo la Tabla 9.3 las pendientes que dominan son abrupto (16°-35°) con 34,3%, seguido por muy abrupto (35°-55°), moderadamente abrupta (8°-16°) con 17,7%, en cuarto lugar, plano a casi plano (0°-2°) con 13,0% y por último están inclinado (4°-8°) con 10,2%, suavemente inclinado (2°-4°) con 6,7% y extremadamente abrupto (> 55°) con 0,4%.

Como se puede apreciar del análisis anterior el 70,1% de la cuenca se encuentra en pendientes superiores a 8° en los intervalos moderadamente abruptos a extremadamente abruptos, esta condición revela que el área de estudio tiene predisposición a la ocurrencia de movimientos en masa.

**Tabla 9.3. Resultados de las clases por pendiente y su correspondiente área en hectáreas y porcentaje Servicio Geológico Colombiano**

Inclinación (° grados)	Pendiente	Píxeles*	Área**	
			Ha	%
0-2	Plano a casi plano	1.252.296	11.656,07	13,0%
2-4	Suavemente inclinado	445.502	5.988,01	6,7%
4-8	Inclinado	673.406	9.129,75	10,2%
8-16	Moderadamente abrupto	1.169.659	15.818,70	17,7%
16-35	Abrupto	2.254.553	30.647,62	34,3%
35-55	Muy abrupto	1.138.266	15.852,16	17,7%
> 55	Extremadamente abrupto	30.224	384,29	0,4%
Total		6.963.906	89.476,61	100,0%

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

\*\* Para el hallar del área en hectáreas (ha) se convirtió la capa ráster a polígono se cortó con el límite de la cuenca y se realizaron los respectivos cálculos de áreas.

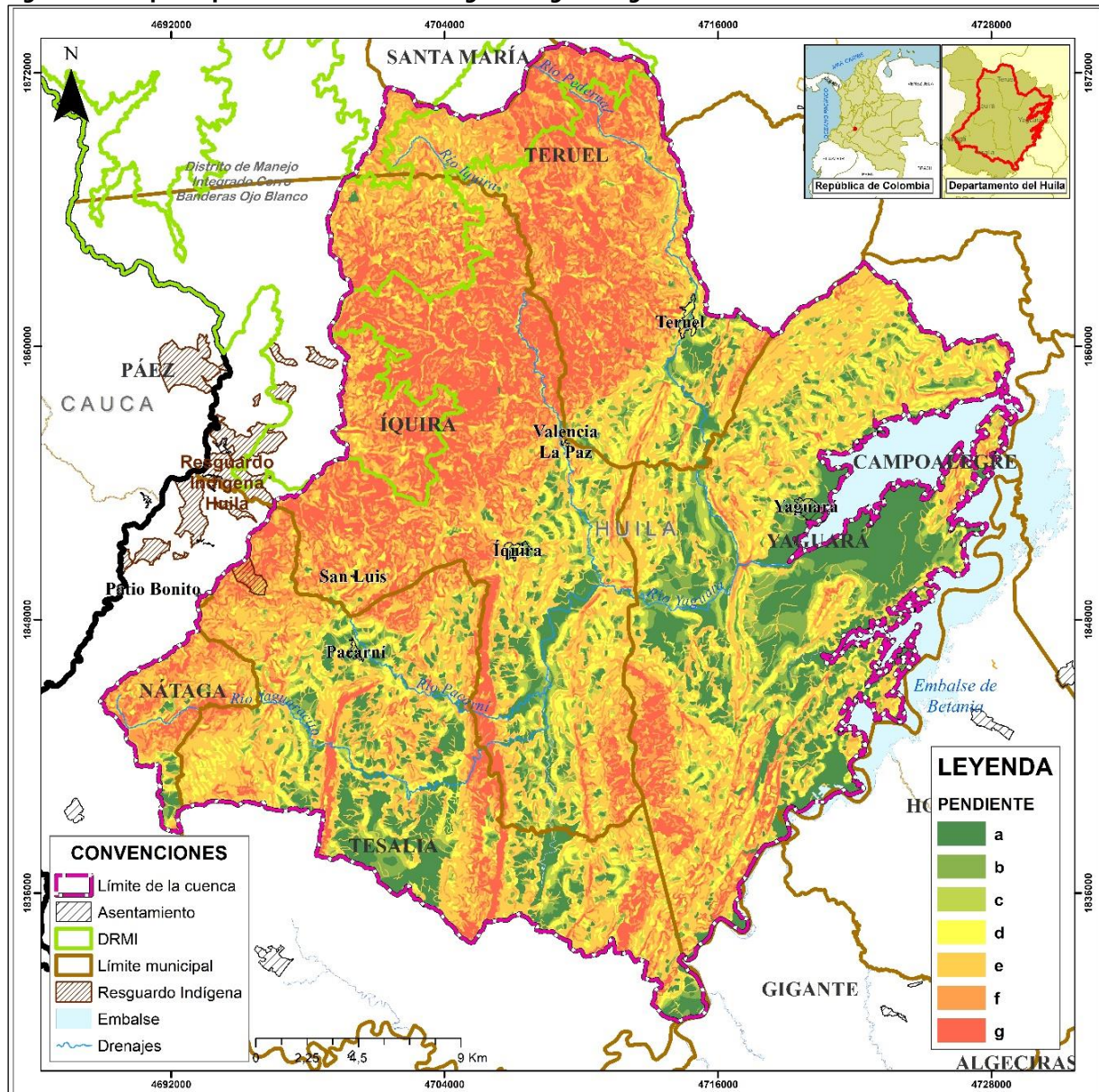
La representación cartográfica de pendientes en porcentaje rangos (IGAC) y grados (Servicio Geológico Colombiano) para la cuenca del río Yaguará se puede apreciar en la Figura 9.8 y Figura 9.9, respectivamente.



El Shape de pendientes en porcentaje IGAC, se encuentra en la GDB temática del POMCA Dataset\_12\_GEOMORFOLOGIA, capa Pendiente, y se anexa al presente documento.

El Raster de pendientes en grados Servicio Geológico Colombiano, se encuentra en los anexos cartográficos del presente documento.

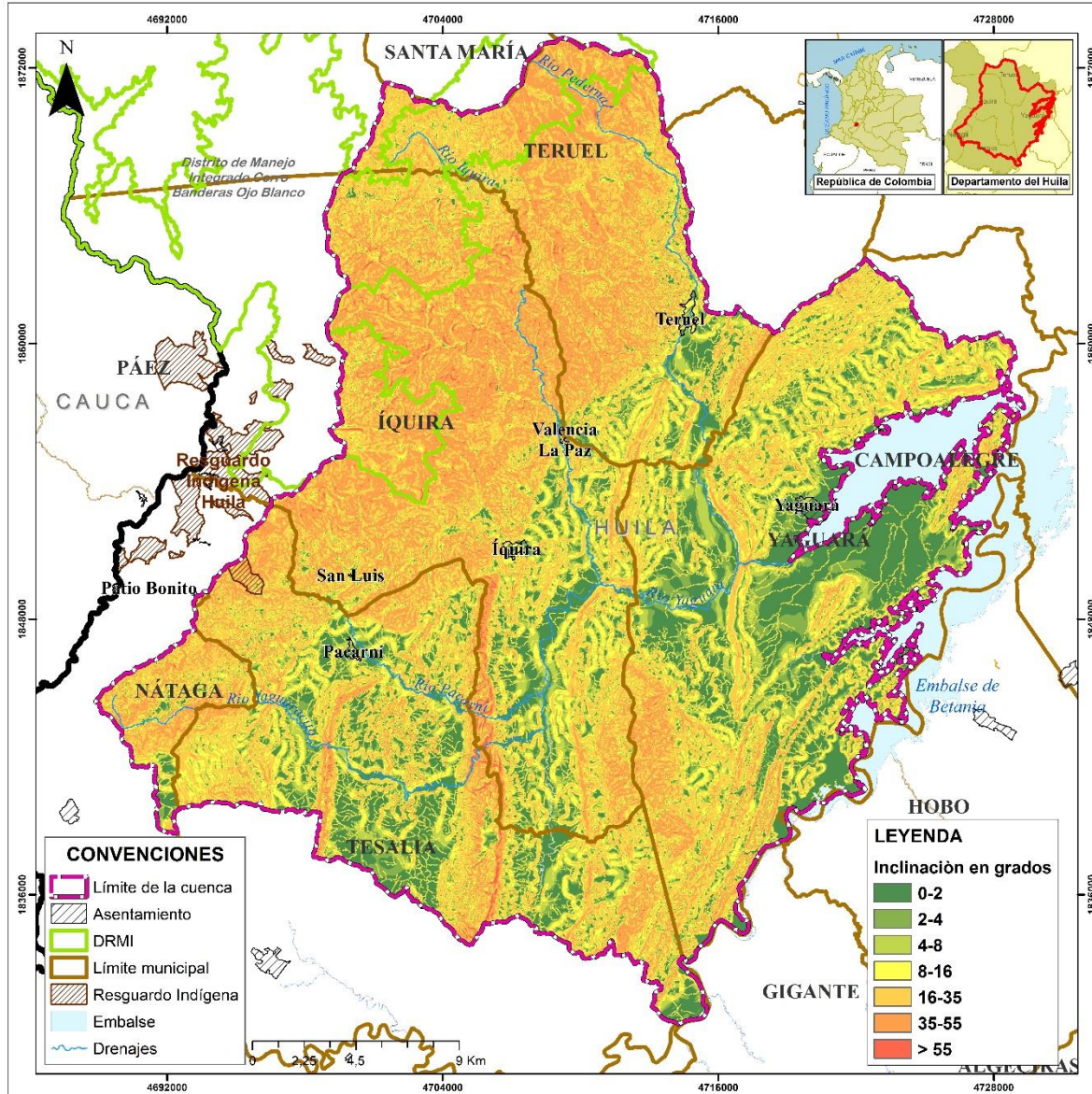
**Figura 9.8. Mapa de pendientes cuenca río Yaguará según rangos del IGAC**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



Figura 9.9. Mapa de pendientes cuenca río Yaguará según rangos del Servicio Geológico Colombiano



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

## 10. CALIDAD DE AGUA Y SANEAMIENTO

### 10.1. Redes de monitoreo existentes en la cuenca

#### 10.1.1. Red de monitoreo IDEAM

La Red de Referencia Nacional de Calidad del Agua está conformada por 160 puntos de monitoreo, operados por el laboratorio de calidad ambiental y las 11 áreas operativas del instituto, entre 2 o 3 veces al año. En la red son analizadas alrededor de 40 variables de calidad del agua, distribuidas por punto de monitoreo de acuerdo a las necesidades de información. (IDEAM, s.f). Dentro del área de la cuenca se evidencia la presencia de una estación activa:

**Figura 10.1. Estación de monitoreo Hacienda Venecia – AUT**

Estación de monitoreo Red calidad IDEAM		
		
Municipio	Nombre estación	Código estación
Yaguará – Río Yaguará	HACIENDA VENECIA - AUT	[21087080]
Latitud	Longitud	Altitud msnm
2,643805555556	-75,544305555556	575
Variables de monitoreo	Variables: Temperatura, Oxígeno Disuelto, pH, Conductividad Eléctrica, Demanda Química de Oxígeno, Sólidos Suspendidos Totales, Nitrógeno Total, Fosforo Total, Sólidos Totales, Carbono Orgánico Total, Turbidez, Pesticidas (organoclorados y organofosforados), Nitrato, Nitrito, Nitrógeno Amoniacal, Fósforo Reactivo Disuelto, Metales Biodisponible, Sedimento, Mercurio Total(en sedimentos)	

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará, 2023 con base IDEAM, s.f



En la zona se registró la existencia de dos estaciones sobre el río Íquira y Pedernal; empero, tan solo registró datos para el año 2005, lo cual evidencia la clausura de las mismas.

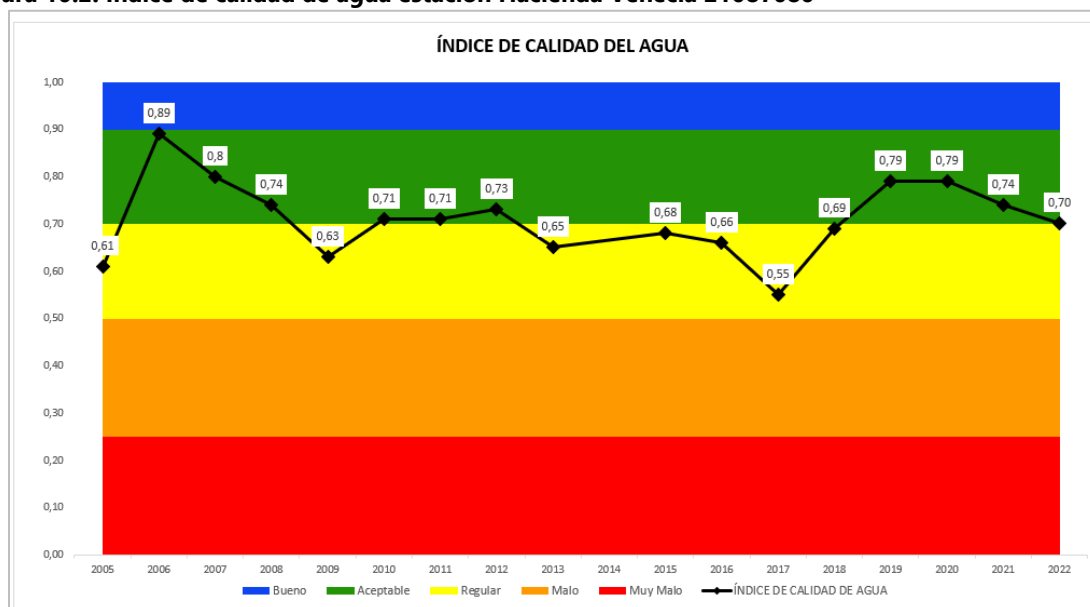
**Tabla 10.1. Estaciones en la cuenca fuera de operación IDEAM**

Corriente	Datos estación	Latitud Grados	Longitud Grados	Altitud msnm
Río Íquira	Bocatoma [21087050]	2,708027777778	-75,623916666667	1250
Pedernal	Hidroeléctrica [21087040]	2,714333333333	-75,569333333333	740

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará, 2023 con base IDEAM, s.f

Dentro del monitoreo realizado por la estación sobre el río Yaguará, el ICA reporta un comportamiento fluctuante en una ventana de tiempo que comprende el año 2005 al año 2022; sin embargo, en este periodo, las categorías del indicador han permanecido entre regular y aceptable, para el año 2006 reportó su mejor indicador con un 0.89 (cerca de encajar en la categoría bueno). El indicador reporta sus cifras más bajas en los años 2005, 2009 y 2017 (siendo este último año el de menor valor con 0.55). A pesar de que se evidencia una mejora en el indicador entre el año 2017 a 2019, éste evidencia una pérdida de calidad para el año 2022 de 0.79 a 0.70; escenario que demanda la atención de las autoridades ambientales para detectar los principales factores detonantes de la pérdida de calidad del recurso en la cuenca.

**Figura 10.2. Índice de calidad de agua estación Hacienda Venecia 21087080**

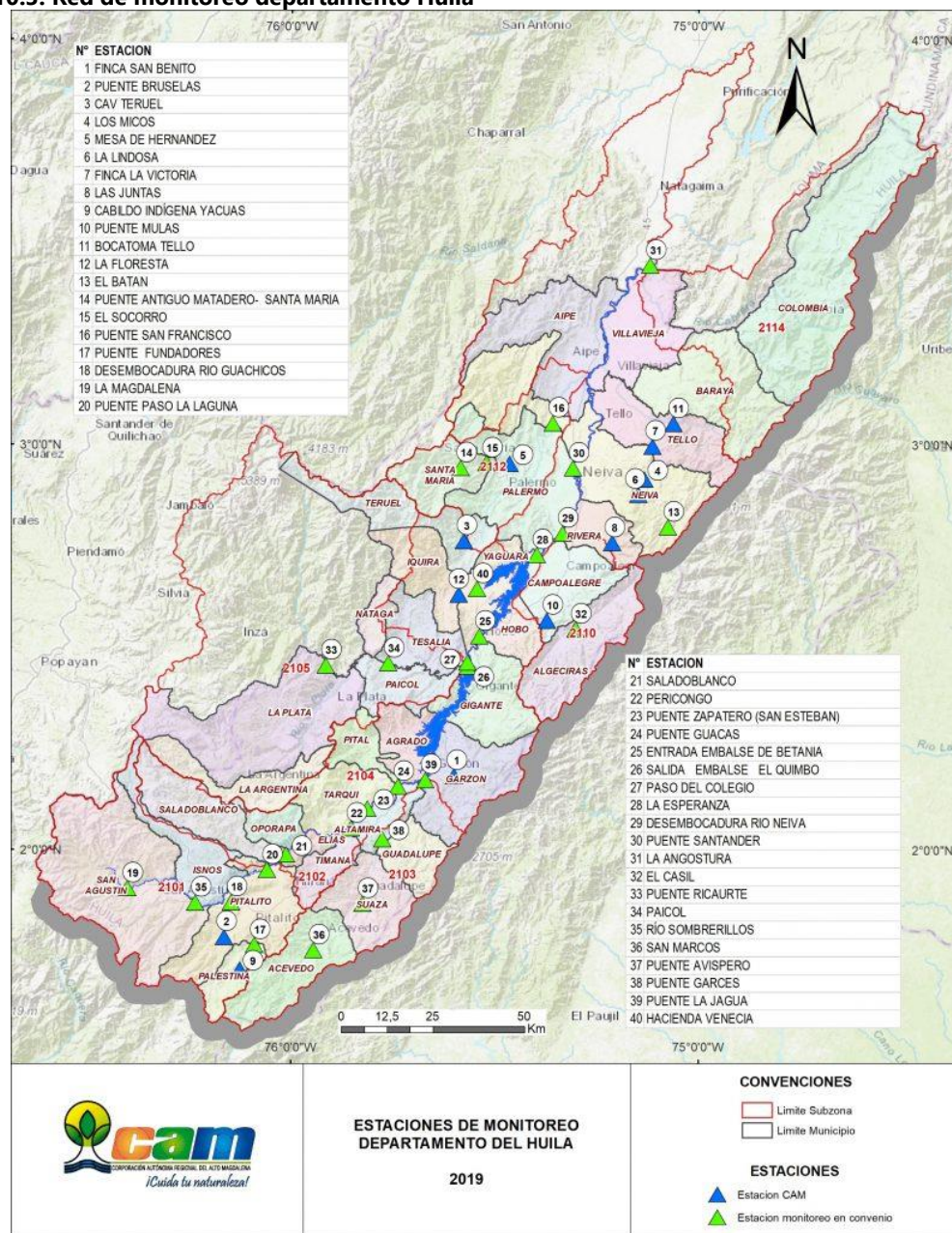


Fuente: IDEAM 2022

### 10.1.2. Red de monitoreo departamento del Huila

La red convenio IDEAM-Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM), esta conformada por 40 puntos de monitoreo ubicados sobre el río Magdalena y sus principales afluentes en jurisdicción de la CAM, operada 2 veces por año de convenio, analizando alrededor de 40 variables de calidad del agua.

**Figura 10.3. Red de monitoreo departamento Huila**



Fuente: CAM, s.f



A través de estos puntos de monitoreo la CAM adelanta actividades tendientes a la recopilación de información de cantidad y calidad de las aguas superficiales de su jurisdicción generando una estrategia para la obtención periódica de este tipo de información de las fuentes superficiales del Departamento del Huila.

Mantenimiento y ocurrencia de actualización Permanente. A través de dos (2) campañas de monitoreo con convenio IDEAM. Para el área de la cuenca en ordenación, se identifican tres estaciones como se relaciona a continuación:

**Tabla 10.2. Estaciones de monitoreo IDEAM en la cuenca**

SZH	Corriente	Datos estación	Latitud Grados	Longitud Grados	Altitud msnm
Río Yaguará y Río Iquirá	Yaguará	Venecia Hda Automática [21087080]	2,643805555556	-75,544305555556	575
<b>Río Páez</b>	Qbda La María	CAV Teruel	2,7625	-75,575277777	1055
Río Yaguará y Río Iquirá	Yaguará	La Floresta	2,630277778	-75,58777778	655

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará, 2023 con base IDEAM, 2023

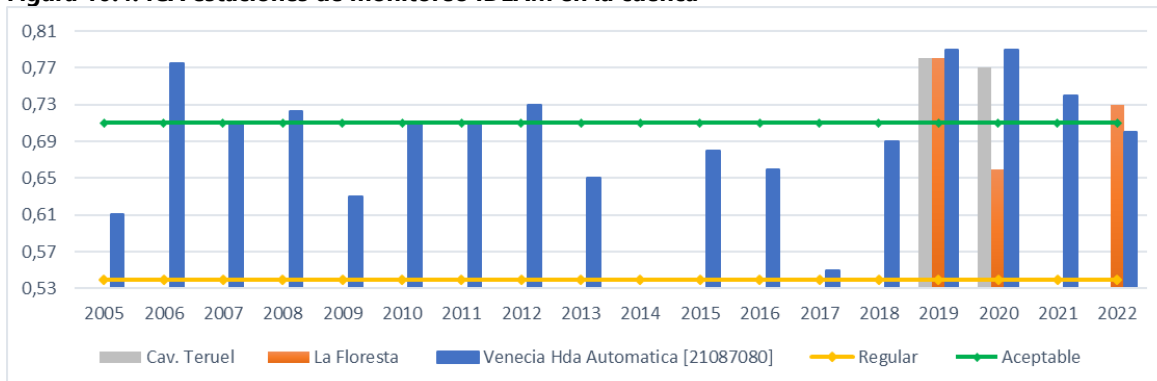
Dentro de las estaciones identificadas, la estación Venecia Hda Automática [21087080] localizada entre las veredas Flandes y Vilú sobre el río Yaguará, es la única estación que presenta continuidad en los registros anuales desde el año 2005 hasta el año 2022; sin embargo, en el caso de las dos estaciones restantes, no se evidencian registros antes del año 2019, limitando el análisis multitemporal y comparativo entre estaciones.

Otro de los aspectos a señalar frente a la estación de monitoreo localizada en cerca del Centro de Atención y Valoración CAV de Fauna Silvestre de la CAM sobre la quebrada La María en la vereda Primavera del municipio de Teruel, es que se encuentra asociada a la subzona hidrográfica del Río Páez (escenario erróneo) dado que la Quebrada es tributaria del río Pedernal y éste a su vez del río Yaguará, siendo, por lo tanto, parte de la cuenca objeto de ordenación. Bajo la anterior premisa y para efectos del presente análisis, se tomará en cuenta los registros de la estación para los dos años en mención haciendo la salvedad del error de SZH adjudicada a la fuente hídrica. Para el caso de la estación de la floresta, se presenta un vacío en el monitoreo para el año 2021, sin embargo, para la fecha de corte del indicador (2022) evidencia registro.

### 10.1.2.1. Índice de calidad del agua ICA

A continuación, se realiza el análisis de ICA promedio registrado en las estaciones anteriormente mencionadas. Es importante señalar que entre el año 2005 y 2008 se realizó el análisis con 5 y 6 variables para el indicador, a partir del año 2009 se obtienen datos solo con 6 variables; por lo tanto, se tomará como referencia este cálculo para el siguiente análisis. Para el año 2005 solo se reporta cálculo con 5 variables.

**Figura 10.4. ICA estaciones de monitoreo IDEAM en la cuenca**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará con base IDEAM, 2023

De los valores reportados por las estaciones de la red de monitoreo convenio IDEAM – CAM, la estación Venecia (Yaguará – parte baja de la cuenca) posiciona el 44% de los reportes en la categoría ICA regular, siendo el año 2017 el de menor reporte con 0.55; respecto a la categoría ICA aceptable, la estación recoge un 56% de sus reportes evidenciando un estado óptimo de la calidad del recurso en el río Yaguará para los años 2019 y 2020 en este sector de la cuenca con 0.79. La estación CAV Teruel evidencia los reportes de ICA aceptable para los años 2019 y 2020 en la Quebrada La María (tributaria del río Pedernal- parte alta de la cuenca), sin embargo no existe continuidad en sus reportes para el año 2021 y 2022; escenario similar para la estación Floresta, la cual reporta en los años 2019 y 2022 ICA aceptable y una disminución del indicador a **regular** para el año 2020.

### 10.1.2.2. Índice de alteración potencial de la calidad del agua

De acuerdo a los reportes del IDEAM, este indicador se manejó a nivel de subzona hidrográfica que para efectos de la cuenca objeto de ordenación corresponde a 2108 Río Yaguará y Río Íquira, donde se reflejaron los siguientes reportes para el año 2008, 2012, 2016 y 2020:

**Tabla 10.3. Resultados IACAL para subzona hidrográfica 2108 Río Yaguará – Río Íquira – IDEAM**

Año	Periodo	DBO	DQO-DBO	SST	NT	PT	Categoría IACAL
2008	<b>Año medio</b> (t año/Mm3)	Alta	Media Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
	<b>Año seco</b> (t año/Mm3)	Media Alta	Moderada	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Media Alta
2012	<b>Año medio</b> (t año/Mm3)	Media Alta	Moderada	Moderada	Media Alta	Media Alta	Media Alta
	<b>Año seco</b> (t año/Mm3)	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Media Alta
2016	<b>Año medio</b> (t año/Mm3)	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Media Alta
	<b>Año seco</b> (t año/Mm3)	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
2020	<b>Año medio</b> (t año/Mm3)	Media Alta	Baja	Moderada	Media Alta	Media Alta	Moderada
	<b>Año seco</b> (t año/Mm3)	Alta	Baja	Alta	Alta	Alta	Media Alta

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará con base IDEAM, 2023

A nivel de subzona hidrográfica y en los periodos registrados (no continuos), la SZH reflejó alertas para los años 2008 en año medio y 2016 en año seco con IACAL en categoría **Alta**, escenario que puede evidenciar una alta carga contaminante o disminución de la oferta hídrica superficial para la época de monitoreo. El año 2012 es el periodo más favorable, debido a que no se registraron alteraciones en los dos monitoreos manteniéndose en la categoría **Media Alta**. Los registros más favorables durante el monitoreo son el balance DQO – DBO para el año 2020 que registró una categoría **Baja**.

#### 10.1.2.3. Cálculo ICA – red de monitoreo CAM – ERA 2019

Como red de monitoreo a nivel departamental y/o regional encontramos la resultante del convenio IDEAM – CAM que para efectos de la cuenca 2108-1, cuenta con una red de 20 puntos de monitoreo. Sin embargo, cotejando el límite de la cuenca objeto de ordenación, de la red empleada en el estudio, se identifican 18 estaciones en el área de jurisdicción. Las estaciones 268 y 270 de la ERA se sitúan por fuera del área de interés, por lo cual no son consideradas como fuente de consulta para el proceso. A continuación, se presentan las estaciones contempladas:

**Tabla 10.4. Red de estaciones de monitoreo en vertiente 2108-1**

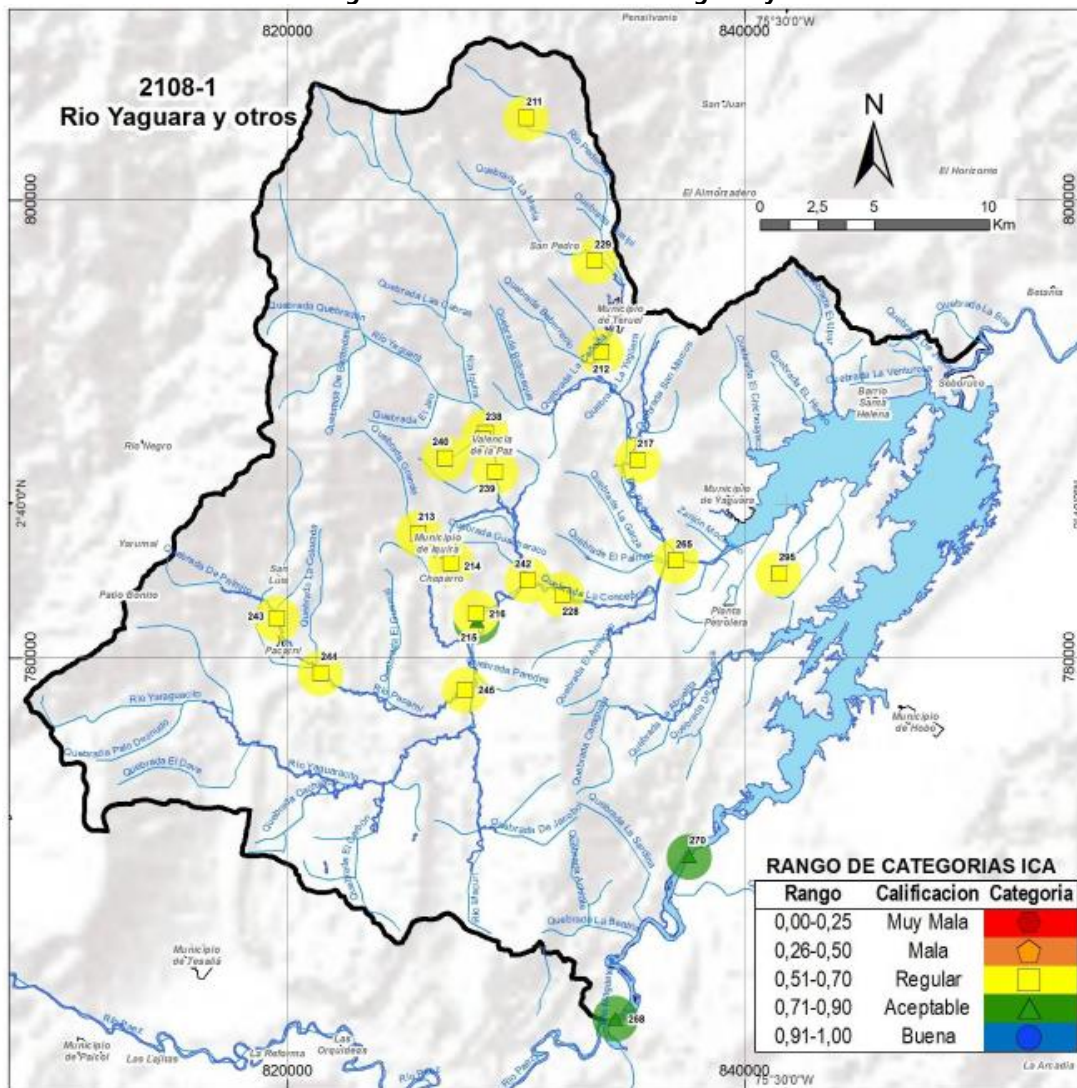
ID	Corriente	ICA	Nombre estación	Latitud	Longitud	Elevac
211	Rio Pedernal	R	Bocatoma municipio de Teruel	4710801,169	1869825,95	1753,53
212	Rio Pedernal	R	Después vertimientos municipio de Teruel	4714285,729	1860030,023	789,567
213	Quebrada Grande (Ibirco)	R	Bocatoma municipio de Íquira	4706082,395	1851685,813	1191,99
214	Quebrada La Palma	R	Fuente receptora vertimientos Íquira	4707496,373	1850379,684	920,033
215	Rio Yaguará	A	Antes fuente vertimientos municipio de Íquira	4708628,65	1847844,083	699,335
216	Rio Yaguará	R	Después fuente vertimientos municipio de Íquira	4708584,833	1848170,212	693
217	Rio Pedernal	R	Bocatoma municipio de Yaguará	4715655,834	1854878,01	645,481
228	Rio Yaguará	R	Estación La Floresta	4712363,587	1848988,933	648,332
229	Rio Pedernal	R	Estación CAM CAV Teruel	4713784,806	1863579,142	1045,36
238	Rio Íquira	R	Antes Centro Poblado Valencia de la Paz	4709022,292	1856066,771	982,057
239	Rio Íquira	R	Después Centro Poblado Valencia de la Paz	4709445,203	1854374,6	861,22
240	Quebrada Hormiga	R	Antes toma Valencia de la Paz	4707239,658	1854964,932	1241
242	Rio Íquira	R	Antes de desembocar al Rio Yaguará	4710850,408	1849626,093	684
243	Rio Pacarni	R	Antes Centro Poblado Pacarni	4699877,774	1847957,194	1127
244	Rio Pacarni	R	Después Centro Poblado Pacarni	4701794,197	1845584,695	942
245	Rio Pacarni	R	Antes de desembocar al Rio Yaguará	4708101,5	1844824,22	738
265	Río Yaguará	R	Estación Hacienda Venecia IDEAM ICA	4717337,812	1850471,775	573,353
295	Zanja Sin Nombre	R	Antes de desembocar a Q. El Espinal	4721830,451	1849901,494	619,21

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará con base CAM, 2023

Dentro del análisis que presenta el Estudio Regional de Agua del año 2019 de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena – CAM, tres de las estaciones (228, 229 y 265) coinciden con estaciones del convenio IDEAM. El cálculo de ICA resultante del estudio, identifica que el 95% de las estaciones presenta un ICA de categoría **regular**, frente a un único registro (5%) con categoría ICA **aceptable** en la estación que corresponde al Río Yaguará aguas arriba de los vertimiento del casco urbano de Íquira (Q La Palma). Esta estación recoge las aguas de la cuenca con la quebrada Macuri, río Yaguaracito y río Pacarní (zona sur y occidente de la cuenca) donde preponderan las actividades pecuarias y una baja ocupación de asentamientos humanos en la cuenca.



**Figura 10.5. Índice de calidad de agua en vertiente 2108-1 Río Yaguará y otros – ERA 2019**



Fuente: CAM, 2019

## **10.2. Estaciones de monitoreo para la cuenca del río Yaguará**

### **10.2.1. Factores considerados para la ubicación de los puntos de muestreo**

#### **10.2.1.1. Hidrografía y centros poblados**

De acuerdo con las especificaciones de la Guía Técnica del MADS, la determinación de las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas generales de la calidad de los cuerpos de agua se sugiere sea realizada para las corrientes principales de la cuenca. Esto representa el estado general del agua y las posibilidades o limitaciones para determinados usos en función de las variables establecidas en la Guía, ponderadas y agregadas según fórmulas e intervalos establecidos por el IDEAM de acuerdo a los efectos que puedan tener sobre las condiciones del ecosistema y el desarrollo de las actividades humanas.

Por lo anterior, el primer criterio seleccionado para ubicar los puntos de monitoreo es la configuración de la red de drenaje de la cuenca, obtenida de la cartografía base IGAC a escala 1:25.000 elaborada para la cuenca, y sus unidades hidrográficas de nivel subsiguiente elaboradas por la CAM en su Evaluación Regional del Agua (2019).

En este criterio se contemplan de manera particular los cuerpos de agua con drenaje permanente, a fin de identificar cuáles son aquellos que revisten mayor importancia por su orden de drenaje y contar con la posibilidad de realizar los muestreos bajo diferentes condiciones hidroclimáticas.

Desde este punto de vista, la ubicación de los puntos procurará contar con estaciones de muestreo en los puntos de cierre de las unidades hidrográficas de nivel subsiguiente a la cuenca, a fin de que dicho valor sea representativo de lo ocurrido al interior de cada una de ellas, o pueda obtenerse el efecto diferenciado mediante balances de materia sustrayendo los aportes de carga de las unidades hidrográficas aferentes. Este criterio de selección ha sido usado por el IDEAM en la elaboración de los Estudios Nacionales del Agua 2010, 2014 y 2018 para la evaluación de las condiciones de calidad, específicamente a través del cálculo del Índice de Calidad del Agua (ICA)

Asimismo, se incluye como factor de decisión la generación de vertimientos de actividades domésticas, la cual se relaciona con la presencia de asentamientos humanos. A partir de la cartografía DANE - IGAC, se ubicaron los asentamientos con incidencia en el área de la cuenca, como se indica también en la Figura 10.6.

**Figura 10.6. Red de drenaje y asentamientos de la cuenca del río Yaguará**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará, a partir de información IGAC y CAM

Se observa la incidencia directa al interior de la cuenca de las cabeceras municipales de Yaguará, Íquira y Teruel, así como los centros poblados de Valencia La Paz, Pacarni y San Luis. De acuerdo con la información aportada por los municipios, el casco urbano de Teruel cuenta con 2 vertimientos que son objeto de seguimiento, e Íquira, 3 puntos de vertimiento; en ambos casos cada vertimiento se realiza a un cuerpo receptor diferente.

En cuanto a la población rural dispersa, la información disponible de caracterización municipal y el Diagnóstico realizado para el POMCH en 2011, denotan las falencias en infraestructura de saneamiento básico, especialmente alcantarillado y manejo de residuos sólidos, como fuentes importantes de impacto al recurso hídrico en las zonas rurales de la cuenca. Durante los recorridos del componente de Calidad de Agua se procederá a actualizar

esta información a fin de determinar si puede o no existir riesgo potencial de alteración de la calidad del agua.

#### **10.2.1.2. Desarrollo de actividades económicas**

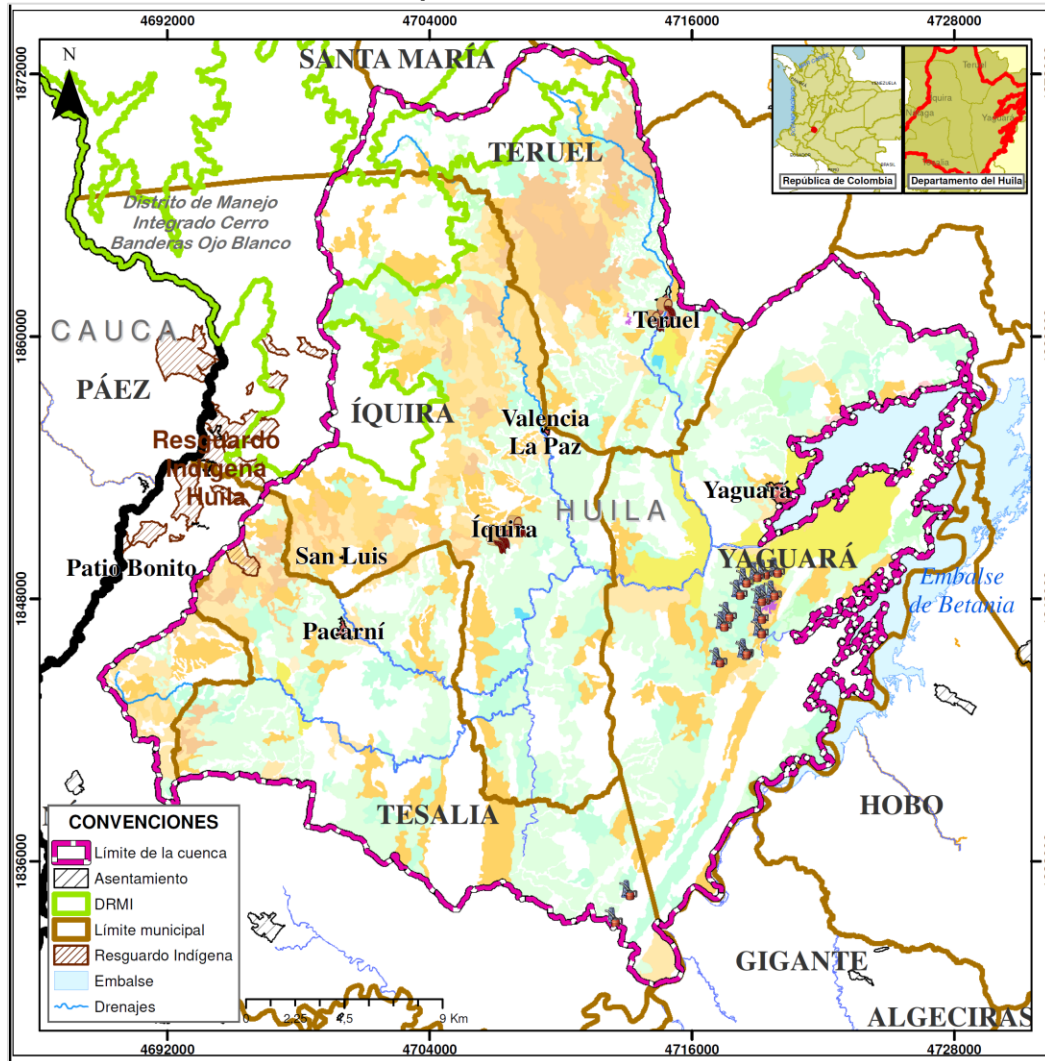
En la Figura 10.7, y de acuerdo con la interpretación de coberturas de la tierra 2018 realizada por el IDEAM a escala 1:100.000, se muestra la incidencia de actividades agropecuarias en la mayor parte de la cuenca. Asimismo, se señala en la misma figura la ubicación de los vertimientos de las cabeceras urbanas y los pozos petroleros con licencia ambiental vigente.

De esta manera, en la cuenca del río Yaguará se cuenta con algunos vertimientos puntuales, asociados a actividades piscícolas y de explotación de hidrocarburos; pero aparece una potencial carga importante de vertimientos difusos correspondientes a las escorrentías producto de la precipitación sobre los suelos sembrados o empleados para ganadería, las cuales podrían arrastrar contaminantes hasta los cuerpos de agua.

En el análisis que se realice de los resultados se tendrá en cuenta la información de usuarios del recurso hídrico, en especial los permisos de vertimiento concedidos por la Corporación en el área de la cuenca; sin embargo, de acuerdo con la información obtenida durante la fase de aprestamiento, los principales vertimientos de agua residual que pueden afectar la calidad de agua, están relacionados con las aguas servidas de las cabeceras municipales.



**Figura 10.7. Coberturas de la tierra (2018) presentes en la cuenca**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará a partir de información IDEAM

### **10.2.1.3. Redes de monitoreo existentes**

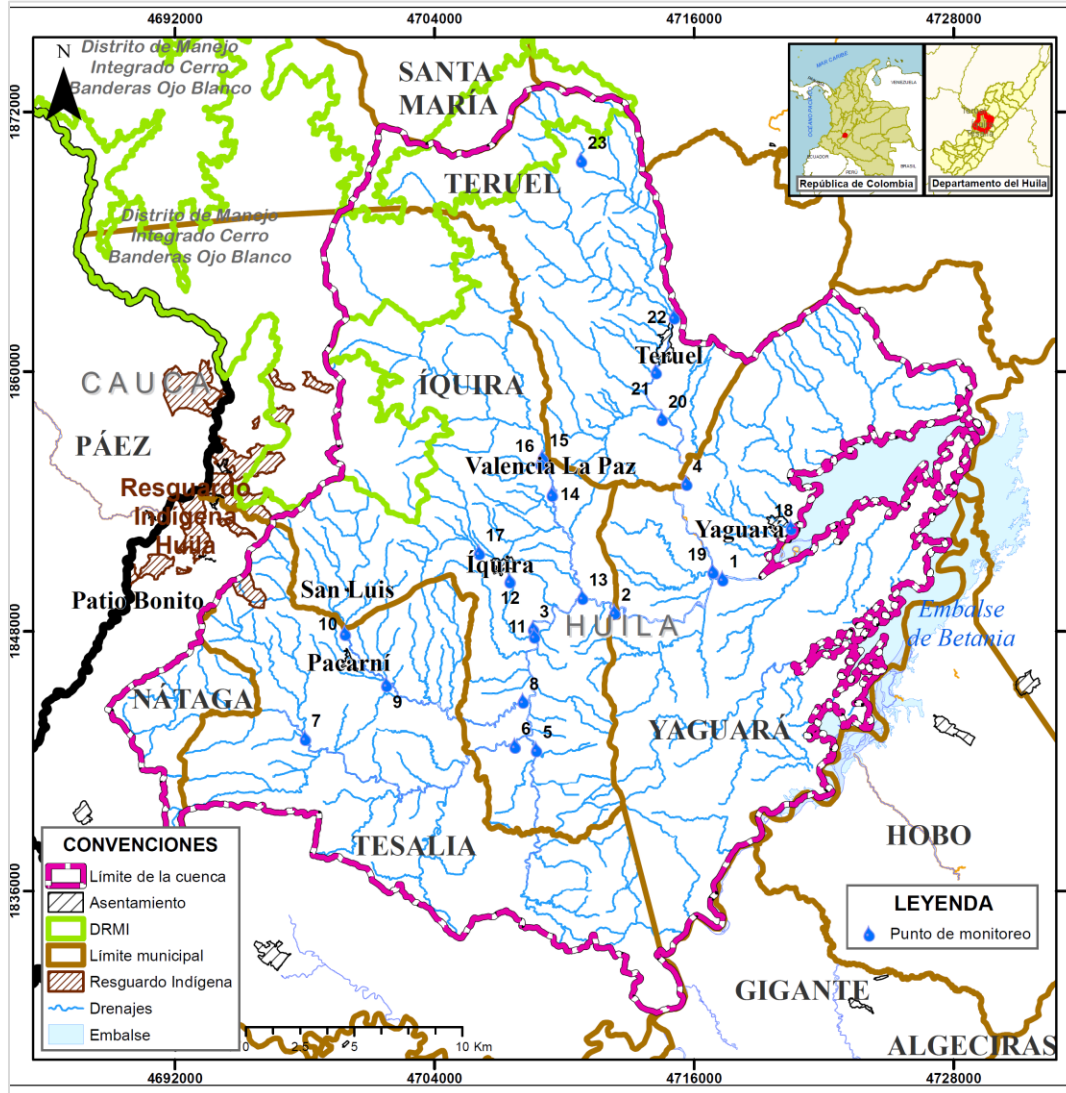
La Corporación cuenta con una red de monitoreo de calidad del agua, desde el año 2018, como parte de su seguimiento al ordenamiento hídrico y permisos ambientales, la cual cuenta con 41 puntos sobre la cuenca, como se muestra en la siguiente figura.

En este sentido, y para aprovechar la disponibilidad de información previa de monitoreos de calidad de agua en el análisis, se considerará, en la medida que sea pertinente, mantener la ubicación de los puntos de monitoreo usados por la CAM en años anteriores. Es importante anotar que, de los 41 puntos georreferenciados por la Corporación, varios corresponden a vertimientos, los cuales no son objeto de muestreo directo durante la formulación del POMCA, pero cuyo efecto se analiza en la determinación de cargas contaminantes y con base en los resultados de los puntos de muestreo antes y después de los vertidos; adicionalmente, algunos puntos se encuentran ubicados al final de tramos secundarios de la red hídrica definidos en PORH, para los cuales no se realizará toma de muestra considerando el Alcance de las actividades de muestreo en el marco de la Formulación del POMCA.

### **10.2.2. Propuesta de puntos de muestreo**

Considerando los factores anteriormente expuestos, se propone la realización del muestreo para el monitoreo de las características de calidad de las corrientes principales de la cuenca en veintitrés (23) estaciones como se indica a continuación.

**Figura 10.8. Ubicación propuesta de estaciones de muestreo de calidad de agua**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 10.5. Descripción de las estaciones de muestreo de calidad de agua propuestas**

N	ID	Descripción	Observaciones
1	PM265	Rio Yaguará - Est Hacienda Venecia	Desembocadura drenaje principal de la cuenca
2	PM228	Rio Yaguará - Estación La Floresta	Descarga R Íquira y actividades agrícolas (se ajusta la coordenada de acuerdo con la imagen satelital)
3	PM216	Rio Yaguará aguas abajo vert Íquira (Q La Palma)	Descarga Q La Palma y actividades piscícolas
4	PM217	Bocatoma municipio Yaguará (R Pedernal)	Captación Casco Urbano
5	-	Rio Macuri	Parte alta R Yaguará y actividades agropecuarias
6	-	Desembocadura Rio Yaguaracito	Descarga R Yaguaracito y actividades pecuarias
7	-	Rio Yaguaracito parte alta	Actividades agropecuarias
8	PM245	Rio Pacarní antes desembocadura R Yaguará	Actividades agropecuarias

N	ID	Descripción	Observaciones
9	PM244	Rio Pacarní aguas abajo Pacarní	Vertimiento CP Pacarní
10	PM243	Rio Pacarní aguas arriba Pacarní	Actividades agrícolas
11	PM215	Rio Yaguará aguas arriba vert Íquira (Q La Palma)	Actividades pecuarias
12	PM214	Q La Palma aguas abajo vert Íquira (Q La Palma)	Vertimientos Casco urbano Íquira <sup>4</sup>
13	PM242	Rio Íquira antes desemb R Yaguará	Actividades pecuarias
14	PM239	Rio Íquira aguas abajo Valencia La Paz	Vertimiento CP Valencia La Paz
15	PM238	Rio Íquira aguas arriba Valencia La Paz	Actividades agrícolas
16	PM241	Q La Hormiga antes desemb Rio Íquira	Actividades agrícolas antes de CP Valencia
17	PM213	Q Grande - Bocatoma municipio Íquira	Actividades agrícolas antes de Íquira
18	-	Q Agua Hedionda aguas abajo vert Yaguará	Vertimiento Yaguará (Se ubica coordinada aguas abajo del PM370 <sup>5</sup> sobre la quebrada más próxima al vertimiento)
19	PM530	R Pedernal antes desemb R Yaguará	Actividades agrícolas
20	PM529	Rio Pedernal aguas vertimiento PCH	Actividades pecuarias y piscícolas (se ubica sobre el río Pedernal, aguas abajo del PM529, para ver el efecto tanto de la PCH como de las actividades piscícolas localizadas en el área de influencia del punto)
21	PM212	Rio Pedernal aguas abajo vertimientos de Teruel	Vertimientos Teruel (se ajusta coordenada de acuerdo con la imagen satelital)
22	PM525	Rio Pedernal aguas arriba Q La María	Actividades agrícolas
23	PM211	Rio Pedernal - Bocatoma municipio Teruel	Parte alta R Pedernal (Red CAM: PM211)

Nota: Sistema de Coordenadas Magna Sirgas de origen único nacional

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Los puntos 5, 6 no existen en la Red de Monitoreo actual de la CAM; sin embargo, para establecer el efecto de las actividades humanas en el área de influencia de los ríos Yaguaracito y Macurí, cauces que al unirse forman el río Yaguará, el Consorcio los incluye por su importancia en el análisis de la calidad de agua. Adicionalmente, el punto 7 se requiere para contrastar la calidad antes y después de la presencia de actividades productivas sobre la unidad hidrográfica del río Yaguaracito.

En cada una de las estaciones propuestas se llevará a cabo un muestreo simple, para un total de veintitrés (23) monitoreos de agua superficial y dos (2) campañas de monitoreo -una por cada condición hidrometeorológica (alta y baja precipitación)-, de conformidad con los Alcances técnicos del Contrato. El muestreo incluirá los siguientes parámetros, de acuerdo con lo establecido por el IDEAM en sus "Lineamientos conceptuales y metodológicos para la Evaluación Regional del Agua" (2013):

<sup>4</sup> Al momento de realizarse la Evaluación Regional del Agua en 2018, el municipio contaba con un solo vertimiento sobre la Quebrada La Palma; a partir de 2021, cuenta con un segundo vertimiento sobre una quebrada afluente de la Q. La Palma.

<sup>5</sup> Este punto de seguimiento de la Corporación es un vertimiento, no se encuentra sobre la fuente receptora.



- pH
- Temperatura
- Oxígeno disuelto
- Conductividad Eléctrica
- DBO5
- DQO
- Nitrógeno Total Kjeldahl
- Fósforo Total
- Coliformes Fecales
- Sólidos Suspendidos Totales
- Aforo de Caudal

### 10.2.3. Descripción de los puntos de monitoreo y resultados de monitoreo

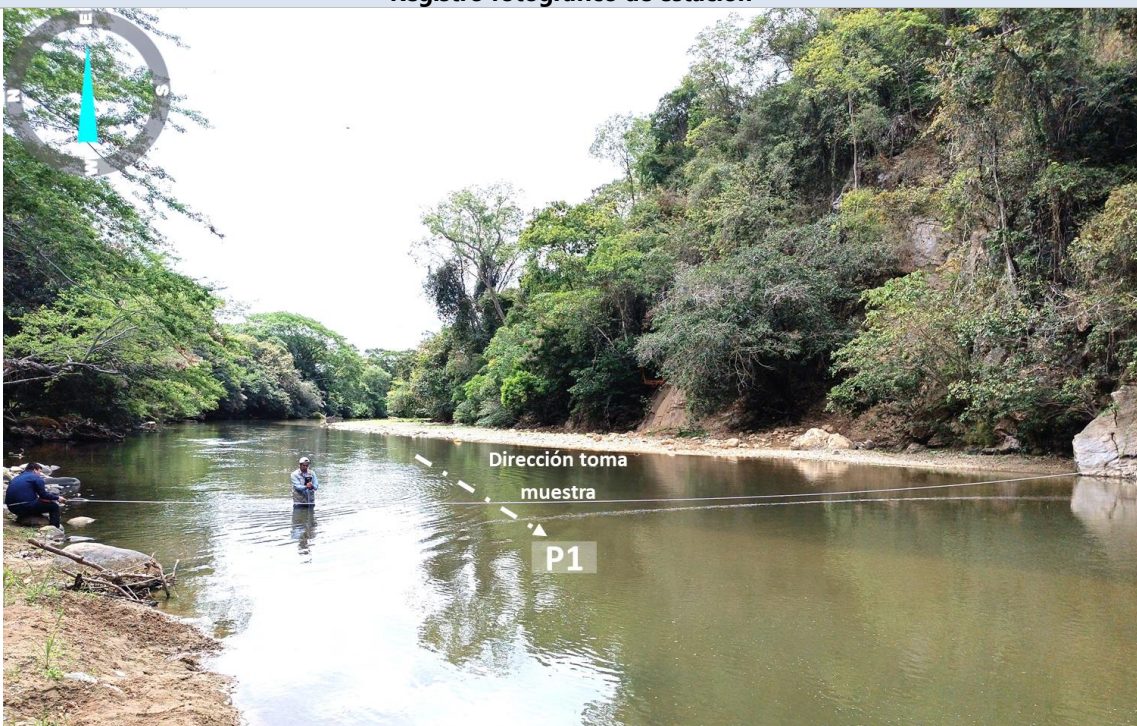
Con base en los puntos anteriormente mencionados y una vez aprobados por la corporación, el equipo profesional procedió a la contratación del laboratorio Diagnosticamos con sede administrativa en la ciudad de Neiva (Huila) para el monitoreo en condiciones lluviosas y de bajas lluvias los cuales se llevaron a cabo en el siguiente periodo:

**Tabla 10.6. Programación de monitoreo en época normal y seca**

Época de monitoreo	Periodo
Normal	Abril – marzo de 2023
Seco	Del 08 de julio al 16 de julio de 2023

La selección de la fecha se fundamenta en que las condiciones de mayor precipitación multianual ocurren entre los meses de marzo y abril, y el comportamiento del clima para el año 2023 está mostrando una desviación hacia una tendencia más seca, de manera que hacer el monitoreo fuera de la ventana de tiempo propuesta significaría no tener un resultado válido para condición de mayor precipitación.

### 10.2.3.1. Río Yaguara - Est Hacienda Venecia

Nombre estación	Río Yaguara - Est Hacienda Venecia		Código	P1							
Coordenada Este		Coordenada Norte	Altitud								
4717315,3501000004		1850457,93368	573,3529999999995								
Municipio	Yaguará	Vereda	Flandes – Bajo mirador								
Registro fotográfico de estación											
											
Parámetros											
Época	T°	pH	OD	Conduct	SST	DBO	DQO	NT	PT	COL	Q
Cond. Seca	26,77	8,55	8,04	151,63	15	10	10	3	0,5	1300	3,9305
Cond. Normal	24,23	7,74	7,81	122,73	31,67	10	14,58	18,39	0,5	1300	18,670
Descripción											
El punto de monitoreo se encuentra localizado en los límites de la vereda Flandes y bajo mirador del municipio de Yaguará en inmediaciones de la hacienda Venecia y aproximadamente a 400 metros aguas abajo de la entrega de las aguas del río Pedernal al río Yaguará. La zona es encañonada - formación rocosa en el sector sur y norte con aproximadamente 8 -12 metros de altura y un ancho del río, que promedia entre los 28 metros (época seca) y 40 metros (época normal). Por las características de la zona no se evidencian viviendas o cultivos en la zona de ronda inmediata al río en este punto; tan solo vegetación entre los 4 – 10 metros de altura, área pedregosa y zonas de lodo amarillo. La tonalidad del río en época normal es marrón claro y en época de sequía presenta tonalidad clara – cristalina											



**Figura 10.9. Conducción de agua teruel – Yaguará para sector agrícola**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 10.10. Punto de monitoreo Río Yaguará - Est Hacienda Venecia época normal**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



**Figura 10.11. Vertimiento zona suroriental**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

En la estación se evidencia una estación limnimétrica del IDEAM en el sector sur, además de una taravita que de acuerdo a los residentes de la zona es frecuentada por funcionarios de la misma entidad. En la zona norte del punto (parte alta) se identifica la vía que comunica a yaguará con el municipio de Iquira, además de dos viviendas sobre la vía con cultivos de pancoger (plátano, caña, yuca entre otros), especies menores de traspatio y además hacen uso de la zona del río para actividades de turismo (balneario) en época de aguas bajas.

En esta margen del río se evidencian residuos de plásticos, lonas, tarros de agroquímicos y troncos de árboles; residuos que vierten sobre la vía, así como originados en las viviendas y por arrastre del río en época de lluvia. Sin embargo, es importante destacar que es una zona de tránsito (corredor) de especies, por su bajo nivel de intervención y presencia de bosque y vegetación riparia en sus márgenes. De manera preliminar por el tipo de huella, se podrían asociar a especies de roedores, infiriendo ser de animales como el ñeque, borugos entre otras especies.



**Figura 10.12. Registro de corredor en punto de monitoreo P1**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

La zona sur y suroriente del punto, posee un buen estado de conservación boscosa, evidenciando tan solo la Hacienda Venecia a 200 metros aproximadamente de distancia del punto, además de encontrarse a una distancia aproximada de 400 metros aguas abajo del punto, el sector balneario conocido como "El Tomo". En la margen inmediata al punto de monitoreo en esta zona, se evidenció un vertimiento que se desprende en la pared de roca y que probablemente provenga de la hacienda Venecia, teniendo en cuenta que es la única vivienda en ese sector.

### 10.2.3.2. Río Yaguara - Estacion La Floresta

Nombre estación	Río Yaguara - Estacion La Floresta				Código	P2					
Coordenada Este		Coordenada Norte				Altitud					
4712378,0840699999		1848947,55051				643,03599999999994					
Municipio		Vereda									
Registro fotográfico de estación											
											
Parámetros											
Epoca	T°	pH	OD	Conduct	SST	DBO	DQO	NT	PT	COL	Q
Cond. Seca	23,57	8,51	8,06	134,80	15	10	10	5,39	0,5	240	2,3861
Cond. Normal	22,43	7,69	8,13	117,90	63,33	10	24,870	16,52	0,5	2000	12,1740
Descripción											
Estación La Floresta se localiza en las inmediaciones del balneario conocido como “El Caiman”, vereda La Floresta municipio de yaguará aproximadamente a 1.5 km después de la desembocadura del río Iquira en el río Yaguará. La zona norte del punto tiene pendiente media y una amplia zona de arena grisácea y zonas pedregosas, con rocas redondeadas que no superan los 50 cm de altura. La zona sur presenta estructura rocosa con altura promedio de 15 metros y una franja boscosa con especies entre los 4 y 12 metros de altura como. El río presenta un ancho que promedia entre los 23 metros (época seca) y 28 metros (época normal). La tonalidad del río en época normal es marrón claro y en época de sequía presenta tonalidad clara – cristalina											



El punto de monitoreo La Floresta se localiza se identifica una estación limnimétrica del IDEAM y infraestructura de conducción asociada al acueducto de Yaguará; es una zona de alto flujo de población con fines turísticos en el sector conocido como “El Caiman”, allí las familias hacen uso del río para fines recreativos (balneario y zona de cocción de alimentos). El acceso al punto se realizó por el sector norte en la vía que conduce de la Floresta a la vía yaguará – iquira. En la zona norte y debido a la alta afluencia de población los fines de semana, se identifica una estructura de vivienda con un área aproximada de 200 metros cuadrados y aproximadamente a 20 metros de distancia de la lámina de agua, destinada para la prestación de servicio de restaurante y ventas para la población que accede al lugar; se desconoce si cuenta con estructura de saneamiento básico para su operatividad.

**Figura 10.13. Explotación de material de playa localización de estación IDEAM**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Aunado a lo anterior, es una zona en la cual se evidenció la extracción de material de playa que arrastra el río Yaguará transportado mediante volquetas. Esta margen del río presenta una amplia área de playa con pedregosidad que en época de aguas bajas puede alcanzar los 30 metros de amplitud en la zona más ancha, aunque existe un cinturón de vegetación, se identifican cultivos aledaños de limón tahiti, caña, cacao y viviendas dispersas.



**Figura 10.14. Área de playa en zona norte del punto de monitoreo**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

La zona sur del punto presenta un bosque primario y secundario, con una franja de protección amplia sin evidenciar viviendas, ni cultivos que invadan la ronda. Durante la época de monitoreo normal, se evidencia un rápido crecimiento del caudal y torrencialidad del río, depositando fango color terracota en la margen izquierda (zona norte), dado que la margen derecha prepondera la formación rocosa.



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



### 10.2.3.3. Río Yaguara aguas abajo vert Iquira (Q La Palma)

Nombre estación	Río Yaguara aguas abajo vert Iquira (Q La Palma)	Código	P3
Coordenada Este	4708580,3891200004	Coordenada Norte	1848149,7298399999
Altitud	697,69100000000003		
Municipio	Iquira	Vereda	Santa Lucía – Santa Bárbara

#### Registro fotográfico de estación



Parámetros											
Epoca	T°	pH	OD	Conduct	SST	DBO	DQO	NT	PT	COL	Q
Cond. Seca	27,57	8,31	7,55	146,83	15	10	10	7,65	0,5	4,5	1,8710
Cond. Normal	24,20	7,93	7,70	117,47	60	10	26,70	20,65	0,5	4,5	8,2204

#### Descripción

El punto de monitoreo se localiza en los límites de la vereda Santa Lucía y Santa Bárbara del municipio de Iquira, en una zona de pendiente ligeramente plana con importante actividad económica en sectores como el arrozero y piscicultura. En este sector el río Yaguará es conocido como Río Callejón y recoge las aguas de la Quebrada Macuri proveniente de sur de la cuenca, río Yaguaracito, Río Pacarní, Quebrada Agua blanca, Quebrada Cachingo y Quebrada La Palma (esta última es el cuerpo receptor de vertimientos del casco urbano del municipio de Iquira y parte de la piscícola) entre otros cuerpos. El punto se localiza aprox. 80 metros aguas abajo de la desembocadura de la Qbda. La Palma al río Yaguará o Callejón en este sector.

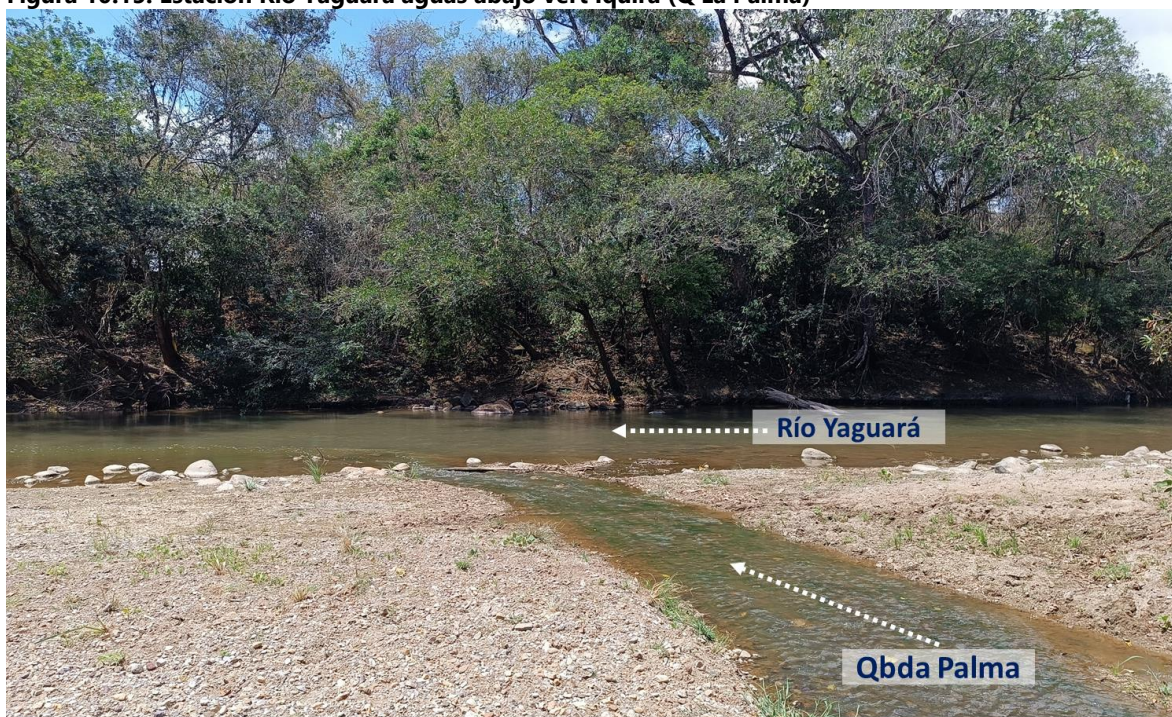
El río en este punto, presenta una angosta área de ronda con arbustos que no superan los 8 metros de altura, la zona de desembocadura de la quebrada La Palma se encuentra zona de playa (arenas grises y limo) con un ancho promedio de 10 metros. No se evidencian rocas de gran tamaño en este tramo del río, sino pequeñas rocas redondeadas que no superan los 25 cm de altura promedio.



Nombre estación	Río Yaguara aguas abajo vert Iquira (Q La Palma)	Código	P3
El río presenta un ancho que promedia entre los 23 metros (época seca) y 28 metros (época normal). La tonalidad del río en época normal es marrón claro y en época de sequía presenta tonalidad clara – cristalina			

La estación de monitoreo cuenta con una importante actividad piscícola, principalmente de las empresas Huinagro en el sector occidental y Gran Pez – San Mateo en el sector oriental con una amplia trayectoria y presencia dentro de la cuenca. En el sector occidental de la estación, se identifica una alta intervención de las áreas para el establecimiento de potreros para fines de ganadería, no se evidencian viviendas, en la zona oriental se localiza además de la actividad piscícola la agrícola con cultivos de arroz y áreas destinadas a la actividad ganadera igualmente. Parte del objetivo de este punto de control, es verificar el impacto de la quebrada La Palma, cuerpo receptor de vertimientos provenientes del casco urbano del municipio de Iquira, sobre el río Yaguará.

**Figura 10.15. Estación Río Yaguara aguas abajo vert Iquira (Q La Palma)**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Durante el monitoreo realizado en época seca, la quebrada La Palma presenta un ancho promedio de dos metros, sus aguas presentan fragmentos de algas verdes adheridas a las piedras y no se percibe olor; sin embargo para la época normal, se evidenció durante el monitoreo, la descarga de un efluente a la quebrada la Palma, el cual presentaba una fuerte tonalidad verde. Lo anterior se podría asociar a las características de columnas de agua



eutrofizadas de piscifactorías, que en gran parte conducen residuos de alimentación y excretas como se evidencia a continuación:

**Figura 10.16. Desembocadura de quebrada la Palma sobre río Yaguará**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



Durante el monitoreo en época de aguas bajas, se reconoce en el lecho del río, una capa de limo color grisácea que recubre a las piedras y fondo del río, lo cual precisa una alta carga de sedimento y material que arrastra el cuerpo de agua aguas arriba y que se deposita en esta zona. No se evidencian rocas de gran tamaño, los habitantes de la zona manifiestan que en esta zona del río, en época de lluvia se han presentado crecientes súbitas que han afectado cultivos e inclusive infraestructura que impide la movilidad entre las dos riveras.

**Figura 10.17. Fango depositado sobre lecho de río Yaguará después desembocadura Q. Palma**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



#### 10.2.3.4. Bocatoma municipio Yaguara (R Pedernal)

Nombre estación	Bocatoma municipio Yaguara (R Pedernal)		Código	P4
Coordenada Este		Coordenada Norte	Altitud	
4715673,3962399997		1854869,0543	641	
Municipio	Yaguará		Vereda	Flandes – Floresta

#### Registro fotográfico de estación



Parámetros											
Epoca	T°	pH	OD	Conduct	SST	DBO	DQO	NT	PT	COL	Q
Cond. Seca	21,77	7,40	8,13	98,67	15	10	10	10,30	0,5	1100	3,2512
Cond. Normal	25,53	7,70	7,71	122,63	15	10	10	15,39	0,5	13	3,9396

#### Descripción

Se localiza sobre el río Pedernal en el límite entre la vereda Flandes y la Floresta del municipio de Yaguará, se encuentra aprox. a 250 metros aguas arriba de la bocatoma destinada para consumo agrícola. El punto se encuentra en un área con pendiente ligeramente plana e inclinada en la zona occidental (con fin principalmente de producción arroceras) y en su zona oriental con pendientes ligeramente escarpadas. La zona occidental del punto cuenta con un área donde se desposita pequeño material pedregoso que arrastra el río y que forman una playa que en aguas bajas puede tener hasta 10 metros de amplitud.

En la zona oriental se encuentra expuesto el perfil del suelo (aprox. 2m de altura) en el cual se evidencian depósitos de roca desprendidos de la ladera y raíces de vegetación que cuenta con alturas entre los 4 a 15 metros. El río presenta un ancho promedio de 15 metros y su tonalidad en las dos épocas de monitoreo es de color claro con muy bajo nivel de turbidez. Se destaca que en ambas márgenes el río cuenta con un amplio cinturón de vegetación que protege la ronda.



Dentro de los monitoreos realizados, el equipo profesional evidenció que aguas arriba del punto se lleva a cabo minería artesanal de oro, a pesar de que no es una zona densamente poblada (se identifican dos haciendas en la zona norte del punto), es una importante zona económica para el municipio de Yaguará en límites con el municipio de Teruel por la concentración de grandes campos productores que se surten de obras de captación y conducción sobre el río Pedernal localizada en la zona oriental .

**Figura 10.18. Bocatoma distrito riego sobre río Pedernal**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 10.19. Zona occidental del punto de monitoreo**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



Se evidencian a su vez en la zona oriental, obras de mitigación como muros de contención, aguas abajo de la bocatoma, se identificó la disposición de aguas servidas por canaleta que finalmente discurren en el río y que provienen de las actividades domésticas de una pequeña vivienda localizada en la zona oriental.

**Figura 10.20. Aguas servidas cerca estación 4**

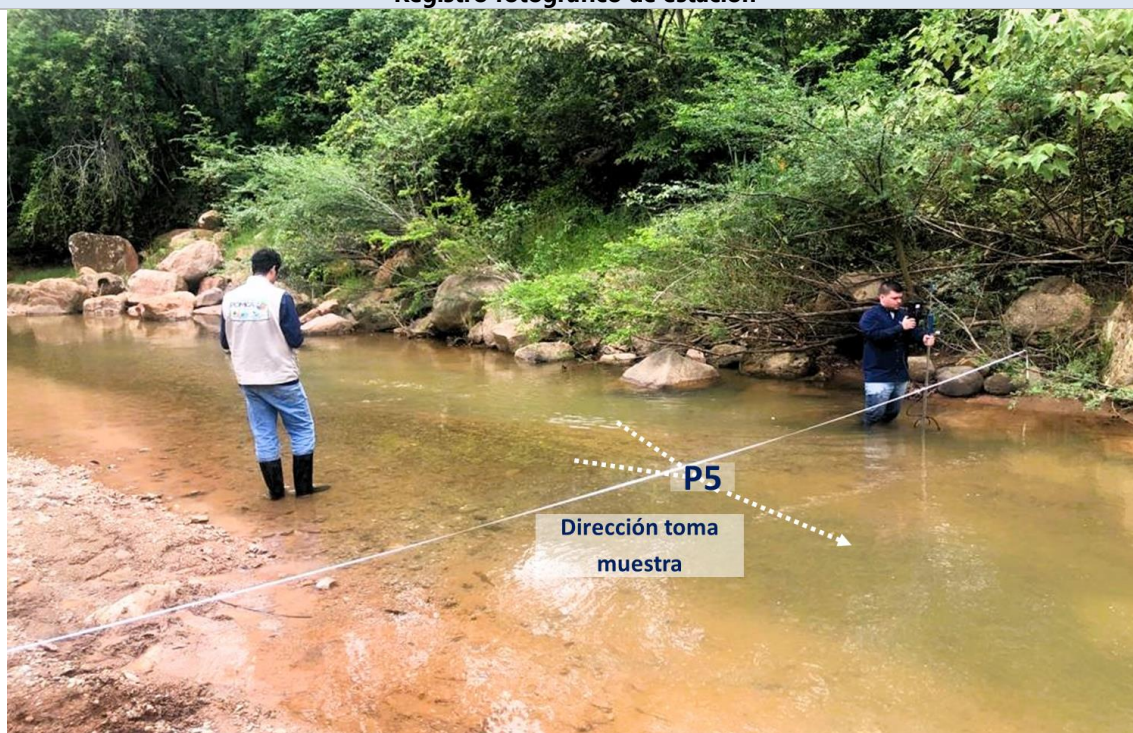


Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

### 10.2.3.5. Río Macuri

Nombre estación	Río Macuri		Código	P5
Coordenada Este	Coordenada Norte		Altitud	
4708765,7467200002	1842625,56231		740	
Municipio	Íquira	Vereda	Santa Lucía	

#### Registro fotográfico de estación



Parámetros											
Epoca	T°	pH	OD	Conduct	SST	DBO	DQO	NT	PT	COL	Q
Cond. Seca	22,83	8,72	8,19	282,30	15	10	10	20,98	0,5	13	0,1144
Cond. Normal	25,07	8,02	8,03	86,20	15	10	10	17,64	0,5	280	0,3441

#### Descripción

El punto de Monitoreo se encuentra localizado sobre el río Macuri en la vereda Santa Lucía del municipio de Iquira, cuerpo de agua que nace en la vereda Espinal (Tesalia) sector sur de la cuenca, caracterizado por amplias áreas destinadas a ganadería y una muy baja presencia de viviendas en la zona. Se encuentra aprox. 800 metros antes de recibir las aguas del río Yaguaracito. En su margen oriental, el punto posee un área de escarpe con altura promedio de 6 metros, evidenciando perfil de suelo color rojizo y movimientos en masa en las márgenes por procesos erosivos del río, además de contar con una franja de protección reducida y en algunos sectores desprovista. Es importante mencionar en una distancia aprox de cinco metros al sur del punto se identifica un cuerpo intermitente encañonado y que evidencia arrastre de material (rocas con diámetros superiores al metro).



Nombre estación	Río Macuri	Código	P5
La margen occidental posee una pendiente ligeramente inclinada y plana y evidencia actividad ganadera, evidencia vegetación como caracolí, raspayuco, con una altura promedio de 4 a 10 metros de altura. Al norte del punto, se evidencian rocas arrastradas con dimensiones promedio entre 1.5 m de ancho y El río presenta un ancho promedio de 2 metros (época aguas bajas) a 6 metros (epoca normal), en ambas épocas de monitoreo presenta un bajo nivel de turbidez. Al sur del punto, pasa la vía (construcción de batea) que conduce del municipio de Iquira a la vereda Alto de La Hocha en el municipio de Tesalia.			

**Figura 10.21. Deslizamientos sector estación P5**



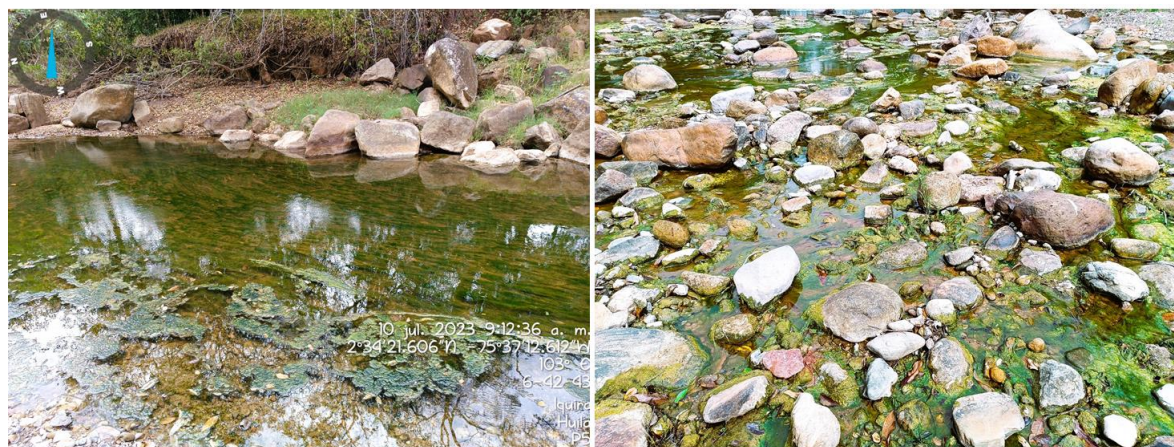
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Para los dos periodos de monitoreo, se logró identificar en el río presencia de alevinos, lo cual evidencia un buen estado del recurso; los habitantes de la zona, señalan que por el crecimiento de las áreas de potrero, se evidencia una deforestación acelerada de las márgenes del río; situación que preocupa a la comunidad, dado que este cuerpo de agua en época de invierno presenta crecientes súbitas (señalan que el río crece hasta dos metros de altura más de su estado normal) que han inundado las fincas, además de destruir puentes y dejar incomunicada a la población que transita en esta zona. La comunidad señala que por lo cual la pérdida de este cinturón de vegetación puede agudizar los impactos de las crecientes y acelerar procesos de deslizamientos en las márgenes como ya se evidencia en la actualidad.



En la actualidad y después de la pérdida del puente, se construyó una batea para el paso de vehículos, sin embargo, esta estructura interrumpe el flujo normal del río, generando estancamientos en la zona sur. En época de monitoreo de aguas bajas, se identificó en el cuerpo de agua, presencia de algas de color verde y en algunos sectores espumas del mismo color después de la estructura de tránsito. Lo anterior puede indicar un aumento de nutrientes en el agua que a su vez por el lento flujo del agua después de la batea y el aumento de las temperaturas, favorece la proliferación de estas algas en el río, convirtiéndose en un indicador de la alta carga que puede afectar la calidad del agua.

**Figura 10.22. Río Macurí – época seca**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



### 10.2.3.6. Desembocadura Río Yaguarcito

Nombre estación	Desembocadura Río Yaguarcito		Código	P6
Coordenada Este	Coordenada Norte		Altitud	
4707608,2400000002	1842750,64381		742	
Municipio	Íquira	Vereda	Limonar	

#### Registro fotográfico de estación



Parámetros											
Epoca	T°	pH	OD	Conduct	SST	DBO	DQO	NT	PT	COL	Q
Cond. Seca	23,47	8,25	7,80	128,63	15	10	10	19,41	0,5	9,30	0,8654
Cond. Normal	23,07	7,56	7,69	111,67	37,5	10	20,76	18,58	0,5	3200	2,8973

#### Descripción

Este punto de monitoreo recoge las aguas provenientes del sector suroccidental de la cuenca (área correspondiente al municipio de Nátaga y parte de Tesalia) Q. Copial, Q. Buenavista, Q. Dave, Q. Infierno. Q. Yuyos entre otros tributarios del río Yaguarcito que une sus aguas al río Macuri proveniente del sur de la cuenca. La estación se localiza en la vereda Limonar del municipio de Iquira en un área de pendiente ligeramente plana a inclinada con una distancia aprox. 750 metros aguas arriba de la unión con el río Macuri; zona predominantemente ganadera con viviendas dispersas.

El río posee un ancho promedio de 19 metros, entre monitoreo de aguas bajas la lámina de agua registra una altura promedio de 20 cm frente a altura hasta de 40 cm en época normal. Cuenta con una angosta franja de vegetación riparia, la cual identifica principalmente especies como cedro, igua, boton de oro, con alturas entre los 3 y 8 metros; tanto en la zona sur como norte del punto,



Nombre estación	Desembocadura Río Yaguaracito	Código	P6
se identifican grandes extensiones de potreros con fines pecuarios. La tonalidad del río es cristalina y no evidencia rocas de gran tamaño en el curso del mismo.			

**Figura 10.23. Vertimiento en margen sur del punto**

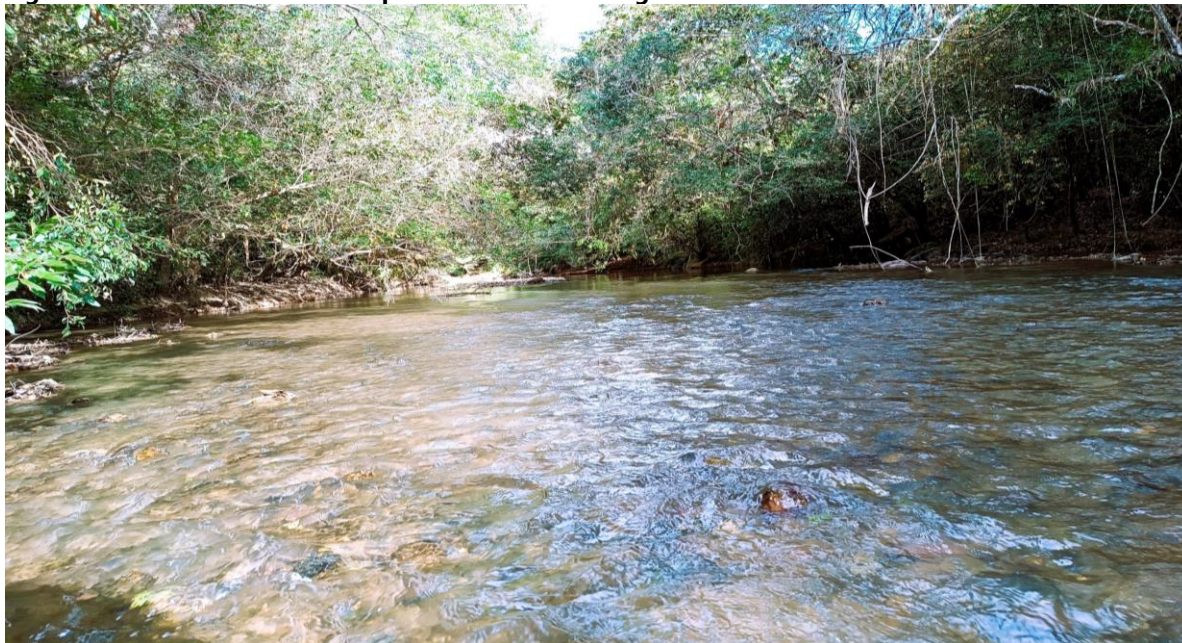


Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

En la zona de monitoreo se evidenció la actividad de minería de oro (barequeo) a una distancia aprox. de 100 aguas abajo del punto, aguas arriba del punto se evidenció en la margen sur, un vertimiento sobre el cauce de una vivienda localizada 300 metros aguas arriba sobre la misma margen, este vertimiento tenía color grisáceo y presentaba olor en el momento de la muestra. Tanto en la zona norte como sur del punto, las márgenes tienen una altura promedio de un metro y medio, una textura limosa en el suelo. Las rocas del lecho presentan un limo color grisáceo.



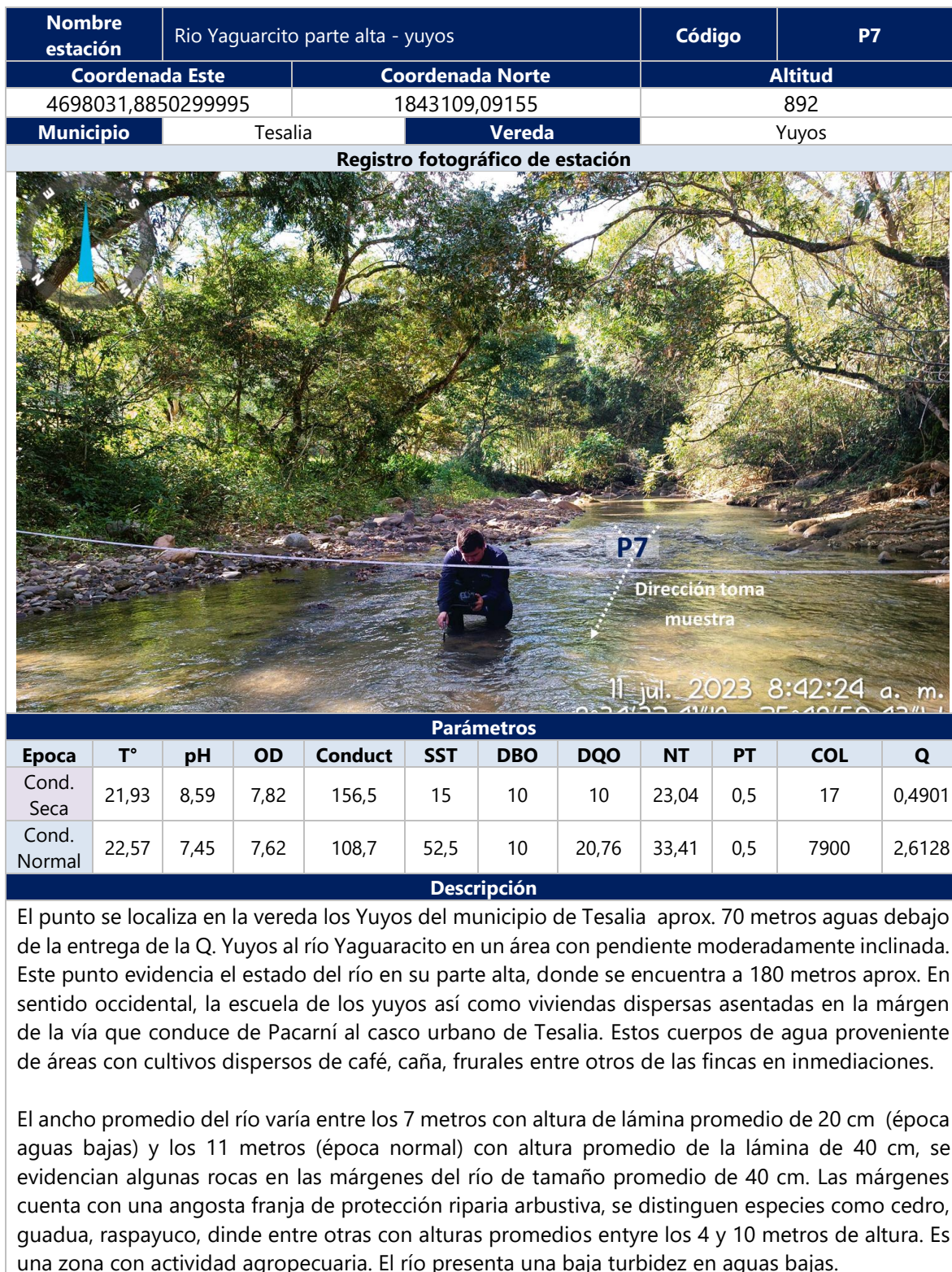
**Figura 10.24. Vista noroccidental punto monitoreo 6 – aguas arriba**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### **10.2.3.7. Río Yaguarcito parte alta – yuyos**

En la zona occidente del punto el perfil de suelo de aspecto arenoso, alcanza una altura hasta de 4 metros, evidenciando restos de material vegetal y exposición de raíces; se identifican viviendas con actividad ganadera de gran extensión como arroz y a menor escala cultivos pan coger como caña, yuca entre otros. Aunado a lo anterior, se encuentra a una distancia promedio de 150 metros, la vía que conduce de Pacarní hacia el casco urbano de Tesalia. La zona oriental posee menos viviendas y se encuentra en gran parte destinada a ganadería, a menos de un kilómetro se encuentran zonas de pendientes fuertemente escarpadas (sinclinal de tesalia) que se encuentran destinadas a conservación.



**Figura 10.25. Estación P7**





Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



### 10.2.3.8. Río Pacarni antes desembocadura R Yaguara

Nombre estación	Río Pacarni antes desembocadura R Yaguara		Código	P8
Coordenada Este	Coordenada Norte		Altitud	
4708091,7215299997	1844792,2611700001		745,04899999999998	
Municipio	Íquira	Vereda	Chaparro – Limonar	

#### Registro fotográfico de estación



Parámetros											
Epoca	T°	pH	OD	Conduct	SST	DBO	DQO	NT	PT	COL	Q
Cond. Seca	22,80	8,63	8,60	116,33	15	10	10	19,41	0,5	2	1,0435
Cond. Normal	23,57	7,67	7,58	100,90	92	10	12,73	23,93	0,5	700	3,0810

#### Descripción

La estación recoge las aguas del río Pacarní y sus tributarios atravesando la formación de cerro negro (límite natural entre los municipios de Tesalia e Iquira). El punto se localiza 300 metros aguas arriba de su desembocadura sobre el río callejón (río Yaguará) entre los límites de la vereda Chaparro y Limonar del municipio de Iquira. Se encuentra en una zona de pendientes moderadamente y ligeramente inclinada, logrando un ancho promedio de 14 metros, la lámina de agua entre monitoreo de aguas bajas y normales tiene una altura promedio entre los 16 cm y los 45 cm y en su curso no se evidencian rocas de gran tamaño, su lecho es arenoso color amarillo, a una distancia de aprox 100 aguas abajo del punto, el río deposita en un área de playa que puede alcanzar los 100 metros de ancha, material pedregoso y arenas finas de color amarillo.

En sus márgenes se identifica vegetación con porte entre los 8 – 15 metros de altura con especies como guadua, cedro, dinde entre otras, hacia el sector sur se reconoce una importante area de



Nombre estación	Río Pacarni antes desembocadura R Yaguara	Código	P8
bosque de guadua conservado con suelo arenoso que sirve de zona de amortiguación durante las crecientes del río. El río posee una baja turbidez en época de aguas bajas, durante época normal su tonalidad es marrón. El río desde su nacimiento hasta su desembocadura, se encuentra expuesto a áreas de fin ganadero. Hacia la zona noroccidental del punto se encuentra la vereda el Chaparro de Iquira, donde existe la población se dedican principalmente a la actividad pecuaria, contando con amplias áreas de potrero con alto y medio grado de erosión.			

**Figura 10.26. Deslizamientos estación P8**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

El perfil del suelo en la margen sur del punto, tiene una altura promedio de dos metros y evidencia que el río ha sobrepasado este nivel en crecientes, dado el material y residuos allí depositados por el cuerpo de agua. En la margen norte se reconoce un pequeño afloramiento rocoso y aprox. 20 metros aguas abajo del punto, una zona de escarpe con altura promedio de 8 metros, material arenoso color terracota con evidencia de desprendimientos, acelerados por la dinámica de erosión del río y la ausencia de vegetación que den soporte al suelo en esta zona (ampliación de potreros); escenario que puede configurar a futuro un deslizamiento y represamiento de la corriente de agua en este punto.



**Figura 10.27. Presencia de algas en segunda jornada de monitoreo**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

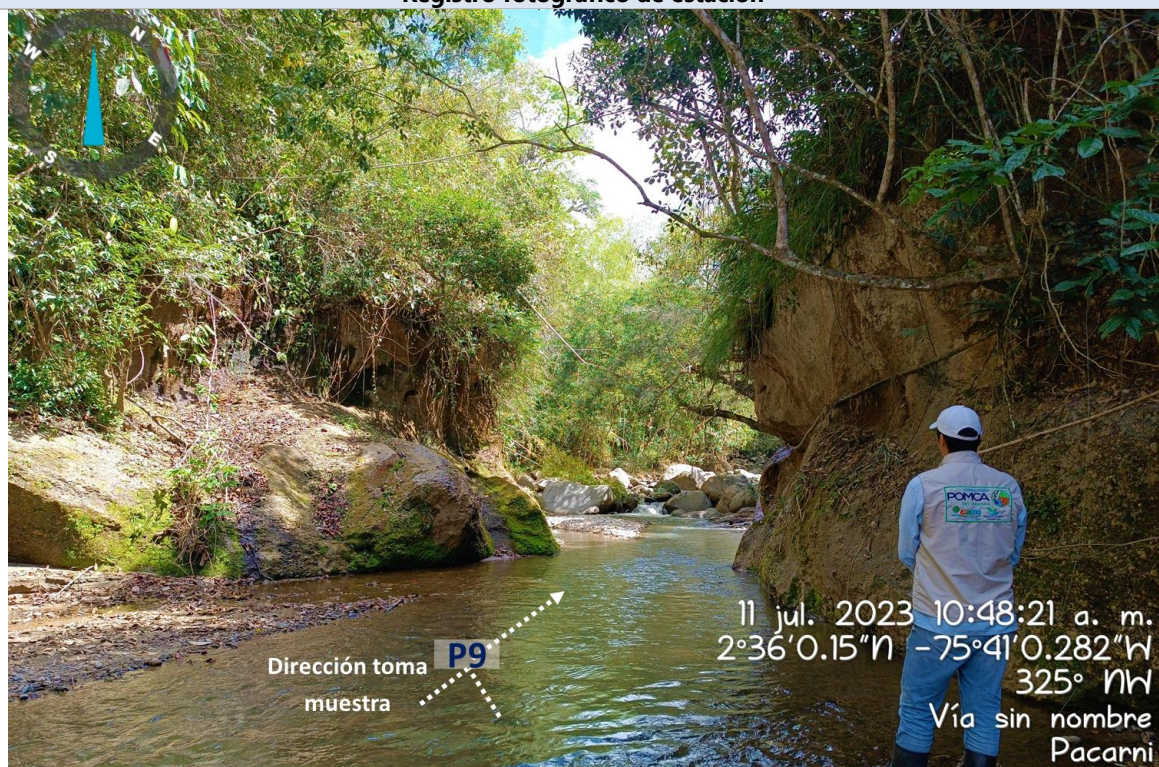
Al igual que se presentó en el río Macuri, metros antes de entregar su caudal al río Callejón, el río Pacarní registró durante la campaña de aguas bajas, la presencia de algas verdes en su lecho que indican un aumento de nutrientes en el agua, probablemente del arrastre de residuos de actividad ganadera, agrícola y antrópica; empero no registra olores y su presencia es menor grado de la registrada en el punto de monitoreo 5.



### 10.2.3.9. Río Pacarni aguas abajo Pacarni

Nombre estación	Río Pacarni aguas abajo Pacarni		Código	P9
Coordenada Este	Coordenada Norte		Altitud	
4701728,8178000003	1845628,8793599999		942	
Municipio	Tesalia	Vereda	Piedragorda – Esperanza	

#### Registro fotográfico de estación



Parámetros											
Epoca	T°	pH	OD	Conduc t	SST	DBO	DQO	NT	PT	COL	Q
Cond. Seca	22,57	8,54	7,56	119,73	15	10	10	11,18	0,5	940	0,8399
Cond. Normal	23,43	7,45	7,5	111,63	52,5	10	10	36,13	0,5	2200	2,2657

#### Descripción

El punto monitorea la calidad de agua del río Pacarní, a una distancia aproximada de kilómetro y medio del punto de vertimiento de la inspección y posterior a la entrega de las aguas provenientes de la Q. colorada y Q. Capote. La estación se localiza en los límites de las veredas de Piedragorda, esperanza y ambicá del municipio de Tesalia en un área con pendientes entre ligeramente escarpada y moderadamente inclinada y recoge las aguas además de

La estación se encuentra en una zona encañonada, formación rocosa con una altura promedio de 4 a 6 metros de altura, en su margen oriental se encuentran viviendas dispersas con cultivos de cacao, caña y zonas de pastos. En la zona suroccidental a una distancia de 100 metros se encuentra la vía que conduce de pacarni a la vereda de piedragorda, siendo un área principalmente con



Nombre estación	Río Pacarni aguas abajo Pacarni	Código	P9
<p>destino pecuario. El río registra un ancho promedio de 6 metros (época aguas bajas) y 11 metros (época normal) y una variación en la altura de la lámina de agua de 30 cm aprox. Se reconoce material vegetal que se ha desprendido de la rivera (árboles) y rocas que tienen un tamaño promedio de 1.5 m de anchas por 70 cm de altas, lo que da cuenta de la fuerza de arrastre del río en época de lluvia.</p> <p>Tanto la margen norte como sur del punto evidencian conglomerados, raíces expuestas de árboles y presencia de caliche, se distingue vegetación en la ronda del río con arbustos y árboles entre los 4 y 15 metros de altura, algunos de los árboles que se reconocen son: guadua, dinde, cedro, . El río presenta una tonalidad café oscura por presencia de las algas en las orillas, al centro tiene una baja turbidez. En época normal , y con lluvia el día anterior presentó una tonalidad café oscura.</p>			

Es importante señalar que durante el primer monitoreo realizado en el mes de abril, días previos a la toma de la muestra, se presentaron lluvias intensas que obligaron al equipo profesional a reubicar el punto 80 metros aguas arriba del punto original propuesto. Lo anterior, debido a que, por el alto caudal y corriente del río en el momento de la visita, limitaba el uso de los instrumentos como el Flow tracker y comprometían la seguridad del equipo.

**Figura 10.28. Trazas de grasas estación P9**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



Para la época de monitoreo en aguas bajas, el equipo sostuvo la medición en el mismo punto de la primera campaña, registrando una reducción considerable de caudal y el depósito en sus márgenes (especialmente en la zona oriental) de trazas de grasas y aceites. En la zona occidental se detecta sobre el conglomerado una pequeña caída de agua, la cual no se logra identificar de manera certera si es de origen antrópico o natural; el agua que escurre por el perfil en una zona del conglomerado forma una especie de lama color rojo – naranja sin ningún tipo de olor. El lecho del río presenta además un alga de color café oscura que cubre las piedras, condiciones de cargas de material orgánico y mineral.

**Figura 10.29. Lama evidenciada en el lecho de río Pacarní -**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

### 10.2.3.10. Río Pacarni aguas arriba Pacarni

Nombre estación	Río Pacarni aguas arriba Pacarni		Código	P10
Coordenada Este	Coordenada Norte		Altitud	
4699874,3262999998	1847933,2361099999		1126	
Municipio	Tesalia	Vereda	La Esperanza – La Florida	

#### Registro fotográfico de estación



Parámetros											
Epoca	T°	pH	OD	Conduct	SST	DBO	DQO	NT	PT	COL	Q
Cond. Seca	20,47	8,26	7,85	109,3	15	10	10	13,53	0,5	330	0,7789
Cond. Normal	22,23	7,49	7,52	114,37	17,5	10	10	43,54	0,55	1350	2,2550

#### Descripción

Se localiza en los límites de las veredas Esperanza y Florida del municipio de Tesalia, a una distancia aprox. de 800 metros aguas arriba del centro poblado de Pacarni, allí el río ha recibido las aguas de quebradas de la zona suroccidental de la cuenca: Q. Palmito, Q. Yeguera, Q. Garvanzal, Q. Damita, Q. Tote, Q. San Luis entre otros cuerpos de agua, es un área con pendientes ligeramente inclinada a fuertemente inclinada.

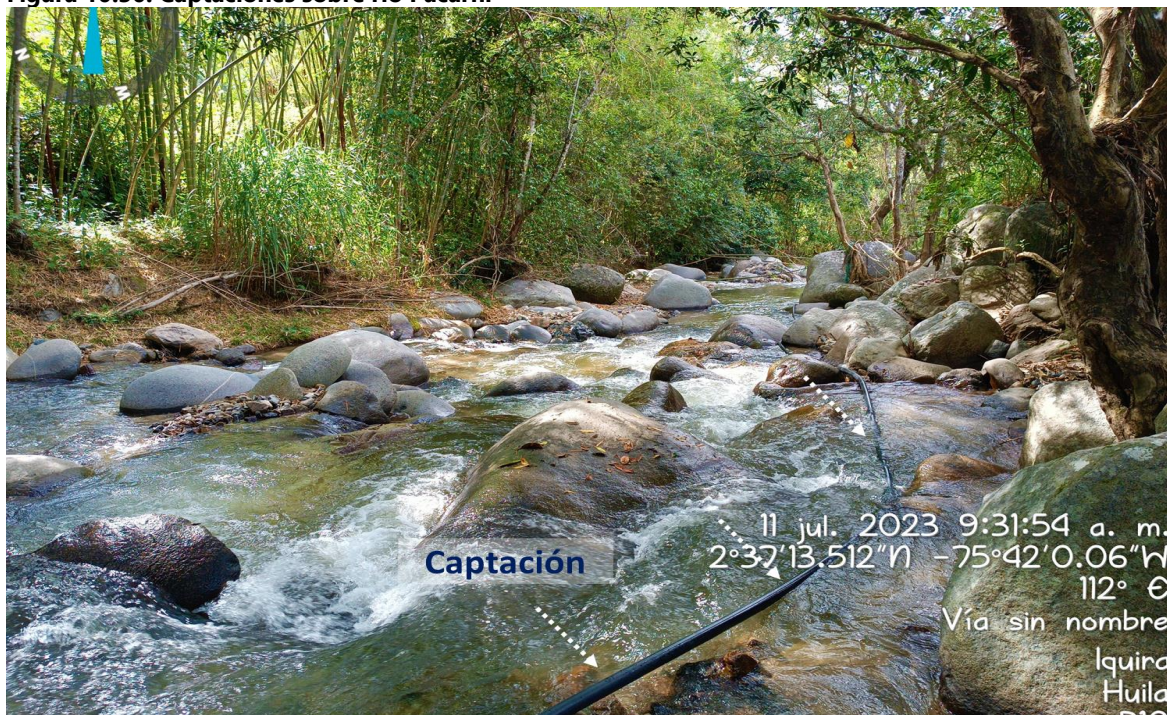
El río tiene un ancho promedio de 6 metros en ambas épocas de monitoreo y con una altura de la lámina de agua en época seca de 20 cm en promedio. En su curso se identifican rocas con dimensiones hasta de 4 metros de anchas por 2 metros de altas, que según habitantes aledaños, fueron transportadas por el río en los diferentes eventos de avenida torrencial que se han presentado en los últimos años. En sus riveras el suelo es de textura arenosa y presenta una angosta



Nombre estación	Río Pacarni aguas arriba Pacarni	Código	P10
<p>franja de vegetación como guadua, cedro que poseen alturas entre los 8 y 12 metros promedio y que disminuye de manera acelerada por la invasión de la ronda hídrica por parte de cultivos como el cacao, el río presenta baja turbidez en época y color marron claro en época normal.</p> <p>Este punto de monitoreo se considera estratégico, dada el área de la cuenca que recorre, permitiendo obtener un panorama del estado del recurso en un territorio con un amplio abanico de actividades económicas entre los municipios de Tesalia e Iquira a saber: cultivos de cafe, caña, cacao, plátano, yuca, piscícola y uno de los sectores con mayor conflicto en las comunidades como lo es la minería de oro; este último sector aprox. tres kilómetros aguas arriba del punto en el centro poblado de San Luis Iquira.</p>			

Durante la campaña realizada en el mes de abril (época normal), el equipo debió reubicar el punto de monitoreo inicial 56 metros aguas abajo (zona sur), debido a que por la dinámica del río y las crecientes que ha presentado, el lugar inicial presentaba material vegetal como troncos y rocas de gran tamaño que generaba la bifurcación del curso del río; escenario que puede generar mediciones imprecisas durante el aforo y toma de muestras.

**Figura 10.30. Captaciones sobre río Pacarni**



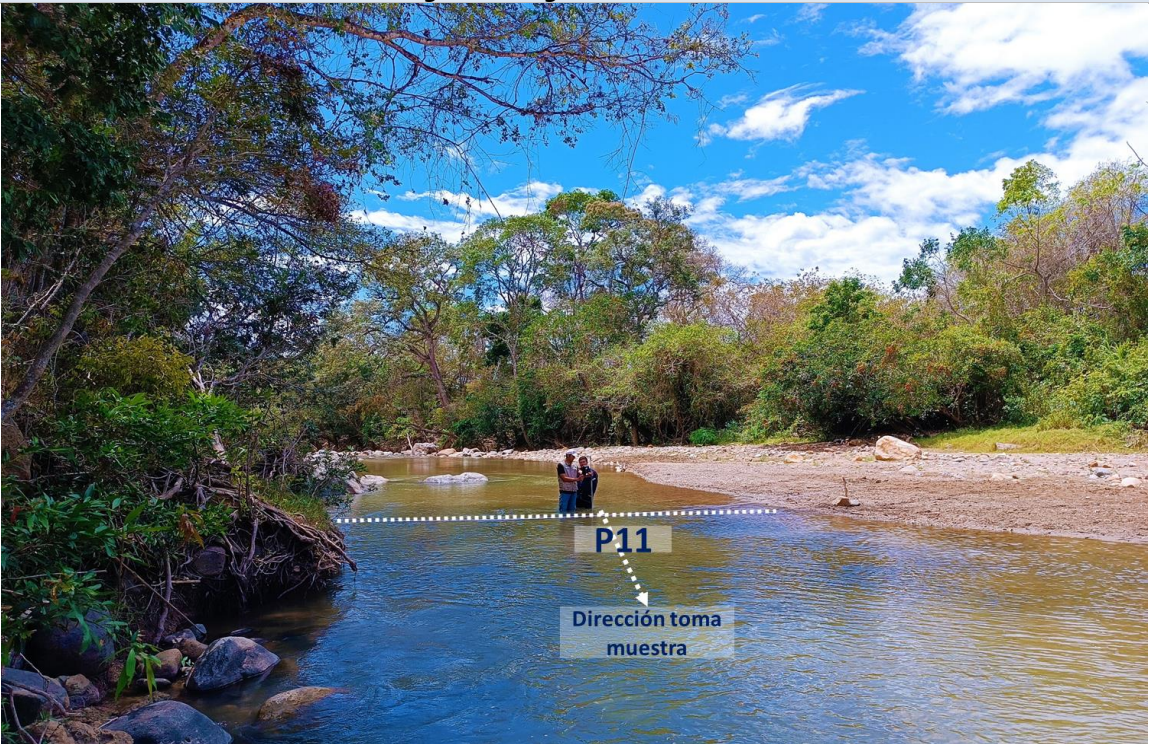
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

La estación se encuentra a 400 metros de la carretera que conduce de Pacarní a Rionegro (Íquira) en el desvío a la vereda Garvanzal (Íquira) en su área occidental, donde se identifican amplias áreas de potreros con cultivos, actividad piscícola, entre otras actividades. Cerca al punto de monitoreo se evidenció captación de 2 pulgadas y 300 metros aguas abajo del mismo se localiza la acequia a partir de la cual se surte de manera rudimentaria el acueducto



en mal estado de la vereda Piedragorda de Tesalia. De acuerdo a los habitantes de la zona, este río ha presentado varios eventos de avenidas torrenciales generando afectaciones a los aledaños, aunado a lo anterior, manifiestan preocupación permanente por el impacto y presión que la actividad minera legal e informal generan en este cuerpo de agua; argumentan se han presentado en varias ocasiones vertimientos de la organización minera aguas arriba y también es objeto de vertimientos por parte de la zona alta en época de cosecha de café, afectando a la población del centro poblado.

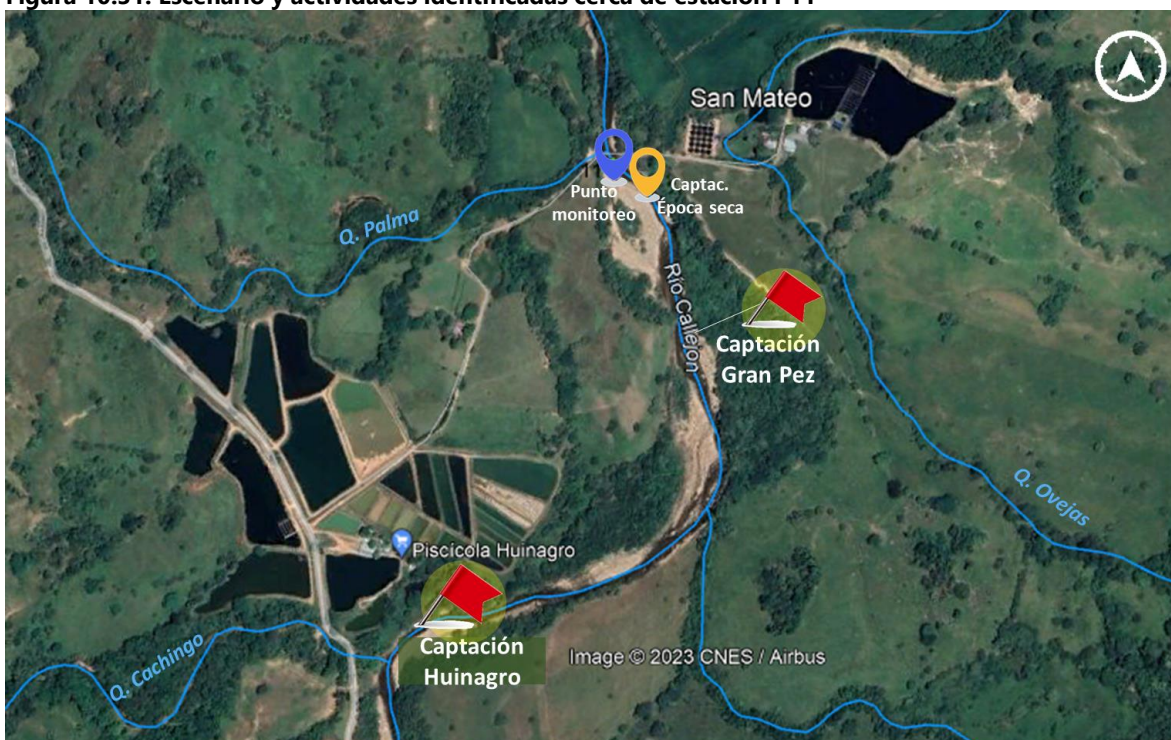
#### 10.2.3.11. Río Yaguará aguas arriba vert Iquira (Q La Palma)

Nombre estación	Río Yaguara aguas arriba vert Iquira (Q La Palma)					Código	P11				
Coordenada Este			Coordenada Norte			Altitud					
4708612,1200999999			1847900,3794			698,5589999999997					
Municipio						Vereda					
Registro fotográfico de estación											
											
Parámetros											
Epoca	T°	pH	OD	Conduct	SST	DBO	DQO	NT	PT	COL	Q
Cond. Seca	26,20	8,16	7,76	142,97	15	10	10	23,83	0,5	13	1,7403
Cond. Normal	22,83	7,86	7,80	112,07	55	10	21,17	19,24	0,5	1300	8,6885
Descripción											
Ubicado en en el límite de las veredas Santa Lucía y Santa Bárbara de Iquira, el punto 11 se encuentra a 200 metros aguas arriba de la desembocadura de la Q. La Palma sobre el río Yaguará											



Nombre estación	Río Yaguara aguas arriba vert Iquira (Q La Palma)	Código	P11
<p>o como se conoce este sector (río Callejón); se encuentra en un área de pendientes ligeramente plana a inclinada.</p> <p>El río en este sector de la cuenca posee un ancho promedio de 25 metros (normal) a 9 metros (aguas bajas), demostrando la magnitud de crecimiento del río en ancho y caudal una vez surte el tránsito de lluvias en la cuenca con una altura promedio en la lámina de agua de 70 cm en el punto. El sector oriental del punto presenta una textura de suelo arenosa rojiza con un perfil de 2 metros de altura. En el lecho y ribera predomina material pedregoso, depositado en gran medida en el sector suroccidental consolidando una playa que puede alcanzar en su punto más ancho los 90 metros de ancho.</p> <p>En el río se evidencian rocas dispersas con tamaño máximo de 2 metros de ancho por metros y medio de alto, así como fragmentos de las bases de los puentes que el río ha destruido en tres ocasiones. En su ribera se encuentra vegetación riparia que oscila entre los 6 y 15 metros de altura aproximadamente, como actividades principales cerca al punto de muestreo, se reconocen cultivos de arroz, actividad ganadera, piscicultura, minería.</p>			

**Figura 10.31. Escenario y actividades identificadas cerca de estación P11**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

El punto de monitoreo 11 cuenta con importantes actividades piscícolas en sus márgenes occidental y oriental; en el sector suroccidental se encuentra la piscifactoría Huinagro S.A y actividades ganaderas, en el sector nororiental la piscifactoría Gran Pez y actividades

ganaderas y agrícolas. Las piscícolas se surten de manera directa del río Yaguará para sus actividades mediante motobombas localizadas en las riberas de la corriente; en el caso de Huinagro, ésta se ubica a una distancia promedio de 800 metros aguas arriba del punto de monitoreo y Gran Pez a 300 metros aguas arriba.

**Figura 10.32. Piscícola Huinagro**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

En la margen suroccidental Huinagro S.A cuenta con más de 22 estanques para la cría de tilapia y bocachico y cuenta con una producción aprox. de 500 toneladas anuales, cuyo principal destino es la ciudad de Bogotá; esta empresa cuenta con sistema de recirculación de aguas y se surte principalmente del río Yaguará. En entrevista con la administración de la empresa, manifestaron que la principal preocupación no solo de la piscifactoría sino en general de los habitantes de la zona, recae en la contaminación continua del río y las quebradas cercanas, por actividades de minería informal. Este sector, ha generado graves perjuicios para pescadores, usuarios agrícolas y pecuarios y en el caso particular para Huinagro, ha llegado a perjudicar durante 3 meses la producción, obligando a la empresa a captar caudal de las quebradas Cachingo y Agua Blanca.

Otra de las preocupaciones en este sector de monitoreo, es el acelerado proceso de socavación que el río Yaguará o Callejón está ejerciendo sobre sus márgenes, generando pérdida de terreno e inclusive perjudicando las estructuras de captación como en el caso de Huinagro, quien se ha visto en la necesidad de acudir a usar neumáticos y lonas de arena para intentar mitigar un poco este proceso; sin embargo, afirman ha sido una tarea sin resultados, que preocupa de manera constante a la población, en especial en época de crecientes súbitas donde el daño es cada vez más crítico. Durante de la época de aguas bajas



el caudal del río baja de manera considerable, por lo cual deben construir presas artesanales para poder garantizar un caudal mínimo para el funcionamiento de las piscinas.

**Figura 10.33. Captación sobre río Yaguará piscícola Huinagro**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

La piscícola Gran Pez, localizada en la margen oriental, maneja el sistema de estanques para acuicultura con geomembrana, aproximadamente cuentan con 24 estanques con dimensiones promedio de 9 metros de diámetro por 1,30 m de altura y un lago principal en la zona oriental. La piscifactoría se surte principalmente del río Yaguará mediante sistema de bombeo de alrededor de 10"; empero manifiestan que, en época de aguas bajas, el nivel del río baja considerablemente (durante la campaña de aguas bajas, el equipo evidenció captación de esta piscícola 300 metros aguas arriba del punto original de bombeo); aunado a lo anterior y en concordancia con la piscícola Huinagro, manifiestan como principal problemática la minería informal que altera la calidad del agua del río y por tanto la producción acuícola.

**Figura 10.34. Taques piscícolas Gran Pez**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 10.35. Captación piscícola Gran Pez**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Como problemática afín entre estas dos empresas que son los colindantes inmediatos al punto de monitoreo, se mencionó que el río registra varias veces al año crecientes súbitas con aumento alarmante de caudal, inundaciones y avenidas torrenciales que han destruido en tres ocasiones el puente que comunica a ambos sectores; con pérdida de vida humana en la creciente del año 2021.

Mencionan que el río puede en estas crecientes aumentar hasta en más de 2 metros su altura, generando graves daños a cultivos e infraestructuras en sus orillas y dejando incomunicados a los habitantes. En la actualidad la comunicación en el punto se realiza a



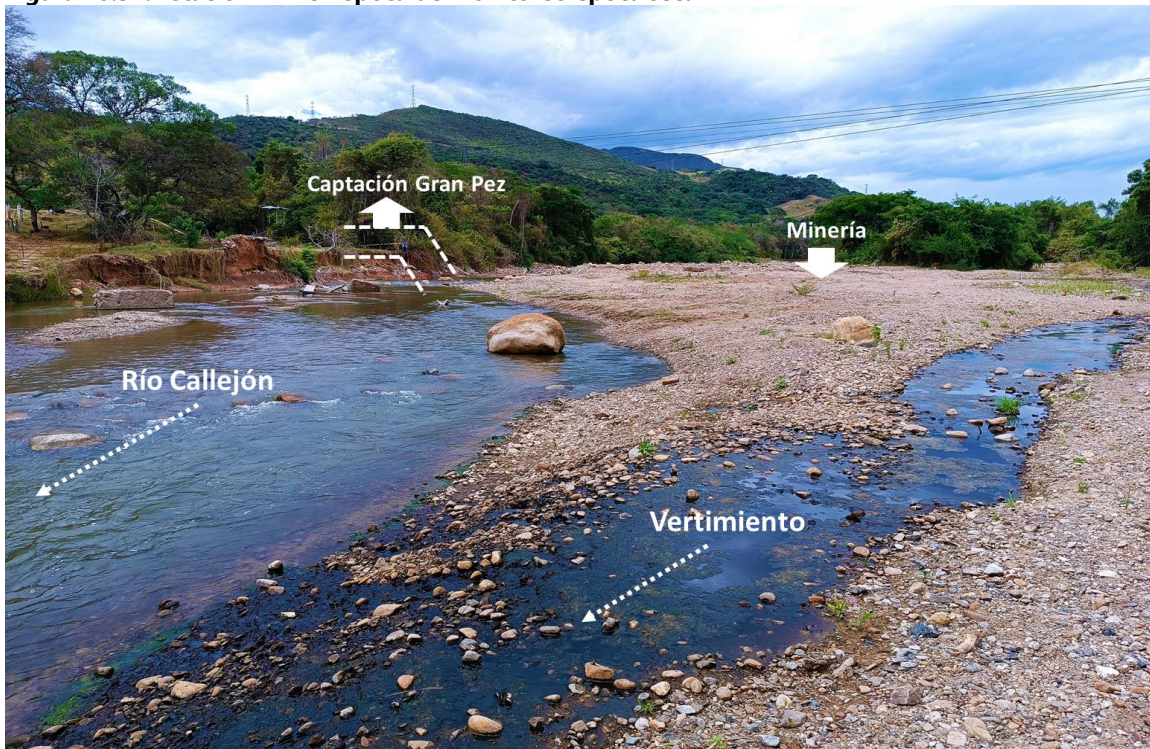
través de tarabita y la apertura de una nueva vía (sector oriental) que comunique a la piscícola Gran Pez con la vía que comunica a la vereda Chaparro y Santa Lucía de Íquira.

**Figura 10.36. Actividad minera de material sobre estación**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 10.37. Estación P11 en época de monitoreo época seca**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Como particularidades identificadas en el sitio de muestreo durante las campañas realizadas, se identificaron:



Minería de material de arrastre: en el sector de playa donde el río deposita su material (margen occidental), se constató la llegada de volquetas que instalando mallas portátiles, realizaban el tamizado del material y posterior transporte. Se desconoce si la actividad se realiza de manera formal o informal en el lugar.

**Figura 10.38. Vertimiento cerca de estación P11**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Durante la campaña de aguas bajas se identificó la instalación temporal de una motobomba de la piscícola Gran Pez 300 metros abajo del punto original de captación; situación que puede deberse al bajo nivel del río para la época de muestreo. Se identificó un vertimiento (zanja) que corre en la margen occidental del río alrededor de 40 metros aguas arriba del punto de muestreo en la zona de playa del río. Aunque no se logra identificar el origen exacto del vertimiento, el efluente presenta un color negro, en sectores viscosos, con trazas de aceites, presencia de algas verde oscura, vertiéndose de forma directa al río Yaguará.

### 10.2.3.12. Q La Palma aguas abajo vert Iquira (Q La Palma)

Nombre estación	Q La Palma aguas abajo vert Iquira (Q La Palma)		Código	P12
Coordenada Este	Coordenada Norte		Altitud	
4707553,0197999999	1850322,50661		887	
Municipio	Iquira	Vereda	Chaparro	

#### Registro fotográfico de estación



Parámetros											
Epoca	T°	pH	OD	Conduct	SST	DBO	DQO	NT	PT	COL	Q
Cond. Seca	21,08	8,08	7,35	502	15	10	23,23	9,31	2,80	11000	0,00082
Cond. Normal	22,5	7,53	7,19	242	15	10	16,20	8,07	0,5	79	0,00096

#### Descripción

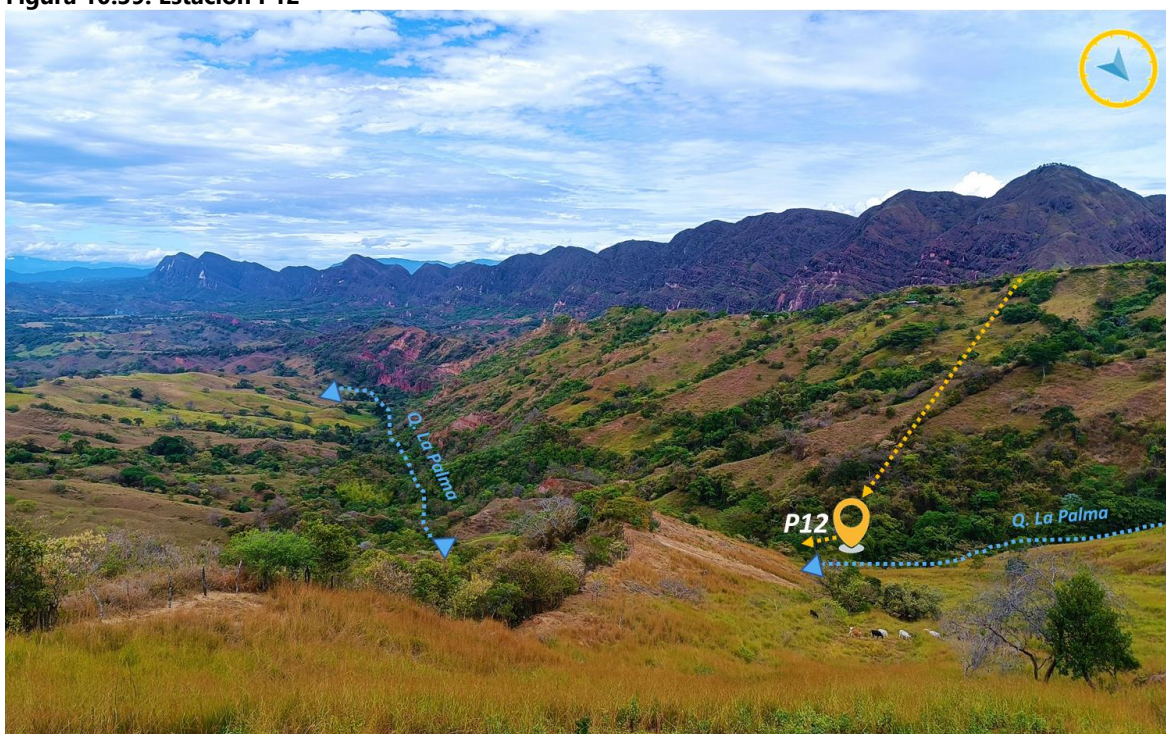
La Q. La Palma es el cuerpo receptor de la carga de vertimientos del casco urbano de Iquira, la estación de monitoreo se localiza 550 metros abajo del cementerio del municipio en un área de difícil acceso por sus alta pendiente (50 % - 75%) moderadamente escarpada, vegetación densa que limita la movilidad del equipo y es una zona señalada por la comunidad como insegura al transitada por delincuencia y consumidores de estupefacientes.

La quebrada por la pendiente y característica de la roca, posee varias áreas de agua empozada con un lento flujo, mal olor y un pequeño caudal, existe una vegetación densa en las márgenes de la corriente con alturas entre los 6 y 15 metros, zonas encañonadas con paredes de hasta 8 metros de altura, la quebrada tiene un ancho promedio de tres metros de ancha, fuertes pendientes y piedras que pueden alcanzar tamaño de hasta 2 metros de anchas por 1.20 de altas (algunas de



Nombre estación	Q La Palma aguas abajo vert Iquira (Q La Palma)	Código	P12
<p>ellas por sus filos pueden ser producto de desprendimiento de roca aguas arriba). En época de lluvias, puede representar un riesgo, dada as rocas que puede movilizar y el encañonamiento de la misma, se identifican varios troncos caídos. El perfil del suelo permite identificar en algunos puntos conglomerados y arenas rojas, en sus márgenes oriental y occidental se encuentran potreros con destino pecuario, en la zona norte el casco urbano del municipio de Iquira y en la zona sur actividad pecuaria.</p>			

**Figura 10.39. Estación P12**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

La Q. La Palma recorre la zona sur del municipio de Íquira, hasta desembocar en el río Yaguará en la zona de las piscícolas entre la vereda Chaparro y Santa Bárbara, durante la búsqueda del punto original de monitoreo, se identificaron varias limitantes de acceso que exponían al equipo de campo y que por lo tanto requirieron la reubicación del punto 70 metros aguas abajo del original.



**Figura 10.40. Estación P12**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



Durante el recorrido, se reconocieron varias caídas de agua que pueden tener hasta los cinco metros de altura, aguas empozadas con malos olores y aspecto viscoso en el agua, en algunas partes espumas color café, limo (fango) de color amarillo oscuro adherida a las rocas del lecho (evidenciando carga orgánica); en aquellas zonas donde se empoza el agua, se identificaron renacuajos y cangrejos. La quebrada tiene un caudal pequeño y corriente lenta. Teniendo en cuenta las dificultades de terreno y seguridad en este punto de monitoreo, se sugiere contemplar su reubicación.

**Figura 10.41. Aguas empozadas en inmediaciones de estación P12**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

### 10.2.3.13. Río Iquira antes desemb R Yaguara

Nombre estación	Río Iquira antes desemb R Yaguara		Código	P13
Coordenada Este		Coordenada Norte		Altitud
4710825,8497000001		1849804,9302099999		693,178
Municipio	Íquira	Vereda	Santa Bárbara	

#### Registro fotográfico de estación



Parámetros											
Epoca	T°	pH	OD	Conduct	SST	DBO	DQO	NT	PT	COL	Q
Cond. Seca	24,57	8,44	7,63	118,03	15	10	10	3	0,5	4600	0,9977
Cond. Normal	20,97	7,14	8,09	79,57	48	10	47,31	29,09	0,5	4900	5,7592

#### Descripción

Se encuentra localizado sobre el río Iquira en la vereda de Santa Barbara del municipio de Iquira, recoge las aguas de las quebradas Q. salada, Q. Grande, Q. Garrapato y Q. Guacharaco,, el punto (río Iquira) se encuentra 300 metros aguas arriba de su desembocadura al río Yaguará, en un area con pendientes entre moderadamente inclinada y ligeramente escarpada.

El río tiene un ancho promedio en época de aguas bajas de 9 metros de ancho con una altura de la lámina de agua en el punto de 40 cm en promedio y de 60 cm en época normal; se presentan rocas dispersas que aguas abajo del punto pueden alcanzar los cuatro metros de largas por metro y medio o mas de altura en lo que se alcanza a evidenciar en superficie. Es un cuerpo de agua que en época de lluvia tiene una alta torrencialidad y arrastra material vegetal y rocas de gran tamaño. El color de agua es amarillo – marron claro con porcentaje de turbidez y en época de lluvias marron oscuro.



Nombre estación	Río Iquira antes desemb R Yaguara	Código	P13
<p>La margen oriental del punto presenta un área en alto grado de conservación y es de tipo montañoso, con vegetación primaria de alturas entre los 8 y 15 metros con especies como guadua, cedro, dinde, boton de oro, palmiche, raspayuco entre otros, tan solo se evidenció un pequeño cultivo de plátano cerca de la orilla; por el contrario su margen occidental se encuentra desprovista de vegetación por la ampliación de potreros hasta la orilla del río, este descapotaje ha traído como consecuencia proceso de reptación que pueden generar futuros deslizamientos sobre el cuerpo de agua.</p>			

**Figura 10.42. Estación P13**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

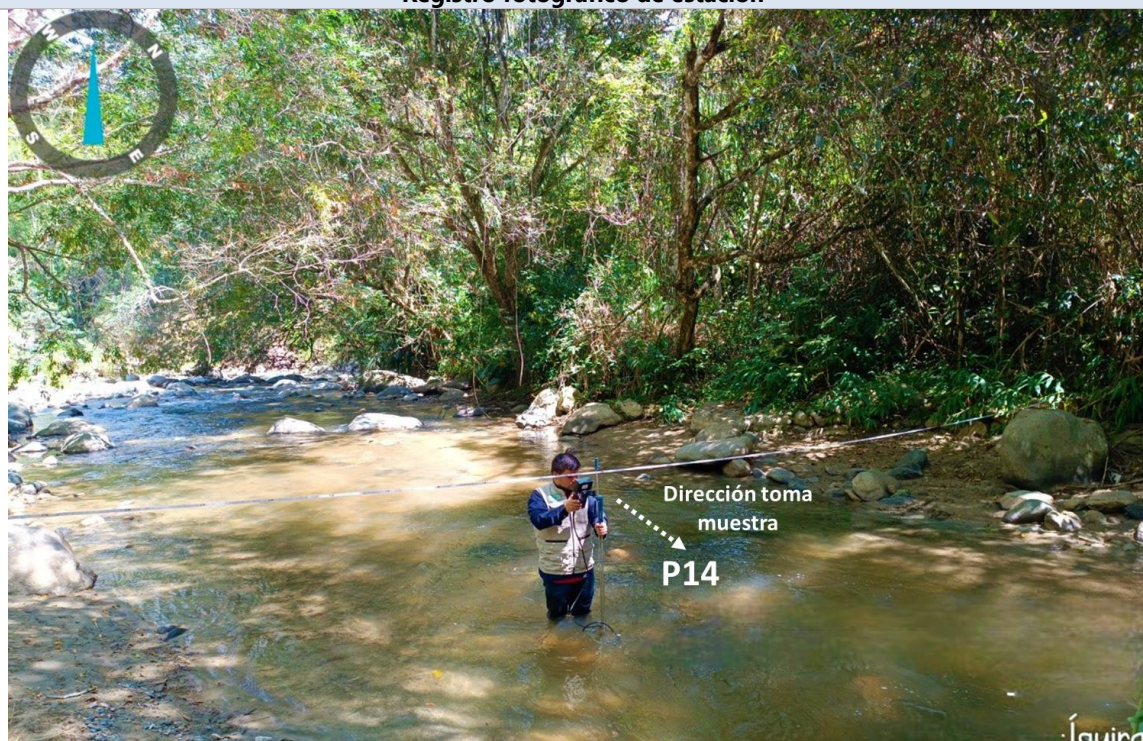
Es un área con bajo nivel de habitantes, tan solo se identifica una hacienda en el suroccidente del punto alrededor de 500 metros de la estación de monitoreo, la margen occidental del punto presenta potreros que llevan un proceso acelerado de reptación al encontrarse desprovistos de vegetación; la comunidad manifiesta que este río ha registrado avenidas torrenciales y crecientes súbitas, transportando grandes volúmenes de agua, lodo y material, lo cual genera temor en la comunidad aledaña.



### 10.2.3.14. Río Iquira aguas abajo Valencia La Paz

Nombre estación	Río Iquira aguas abajo Valencia La Paz		Código	P14
Coordenada Este		Coordenada Norte	Altitud	
4709541,0017200001		1854418,0009000001	894,55700000000002	
Municipio	Iquira	Vereda	Santa Bárbara	

#### Registro fotográfico de estación



Parámetros											
Epoca	T°	pH	OD	Conduct	SST	DBO	DQO	NT	PT	COL	Q
Cond. Seca	20,13	8,36	8,08	90,75	15	10	10	3	0,5	330	0,6176
Cond. Normal	20,93	7,29	7,83	84,63	24	10	10	25,53	0,5	2400	2,0835

#### Descripción

La estación se encuentra sobre el río Iquira, en los límites de las veredas Potreritos y Santa Bárbara del municipio de Iquira, cerca de un kilómetro y medio aguas abajo del centro poblado de Valencia La Paz en un área de pendientes entre ligeramente y moderadamente escarpada (25% – 75%). El ancho promedio del río entre las dos campañas es de 7 metros, la lámina de agua en época normal se encuentra a una altura promedio en el punto de 70 cm frente a 40 cm en época de aguas bajas.

En las riberas se distingue vegetación como guadua, palmichal, cedro entre otras especies con alturas hasta de 12 metros. Aguas arriba del punto se identifican rocas de 3 metros de anchas por 2 metros de altas, transportadas por el río en época de crecientes. En sus márgenes el río deposita una fina arena color amarillo claro con trazas o láminas de material similar al oro. El color del agua es café claro con turbidez y en época normal marrón oscuro, se registran malos olores por momentos durante el monitoreo.



Nombre estación	Río Iquira aguas abajo Valencia La Paz	Código	P14
Debido a las fuertes pendientes en parte de su sector occidental, se presencia una importante faja de vegetación en buen grado de conservación, el perfil del suelo es de textura arenosa color terracota con cortes de hasta 10 metros de altura, a 80 metros aguas abajo (zona sur) del punto se encuentra una vía y puente que comunica a tres fincas localizadas en la zona suoriental del punto en la vereda de Santa Bárbara. En la parte alta occidental, se encuentra una finca con fin ganadero y la vía que conduce del municipio de Iquira a Valencia..			

**Figura 10.43. Inmediaciones estación P14**

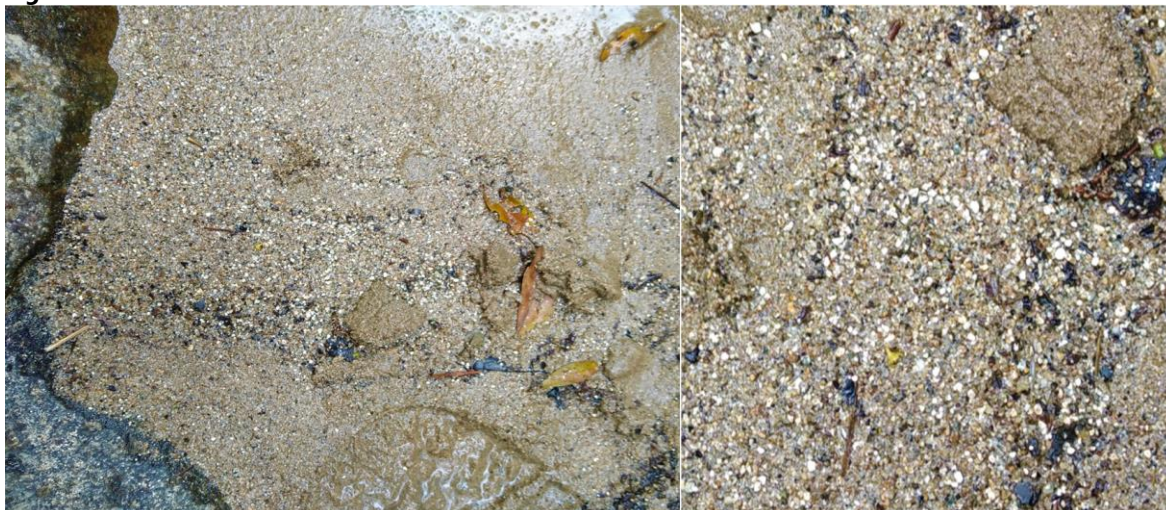


Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

En la zona oriental del punto, el río deposita arenas con trazas de material (laminas) similar al oro, que por el momento podría ser malmaja o pirita conocido normalmente como oro tonto. El sector suoriental cuenta con amplias áreas dedicadas a la ganadería, el sector nororiental por sus pendientes cuenta con un bosque en buen nivel de conservación.



**Figura 10.44. Estación P13**

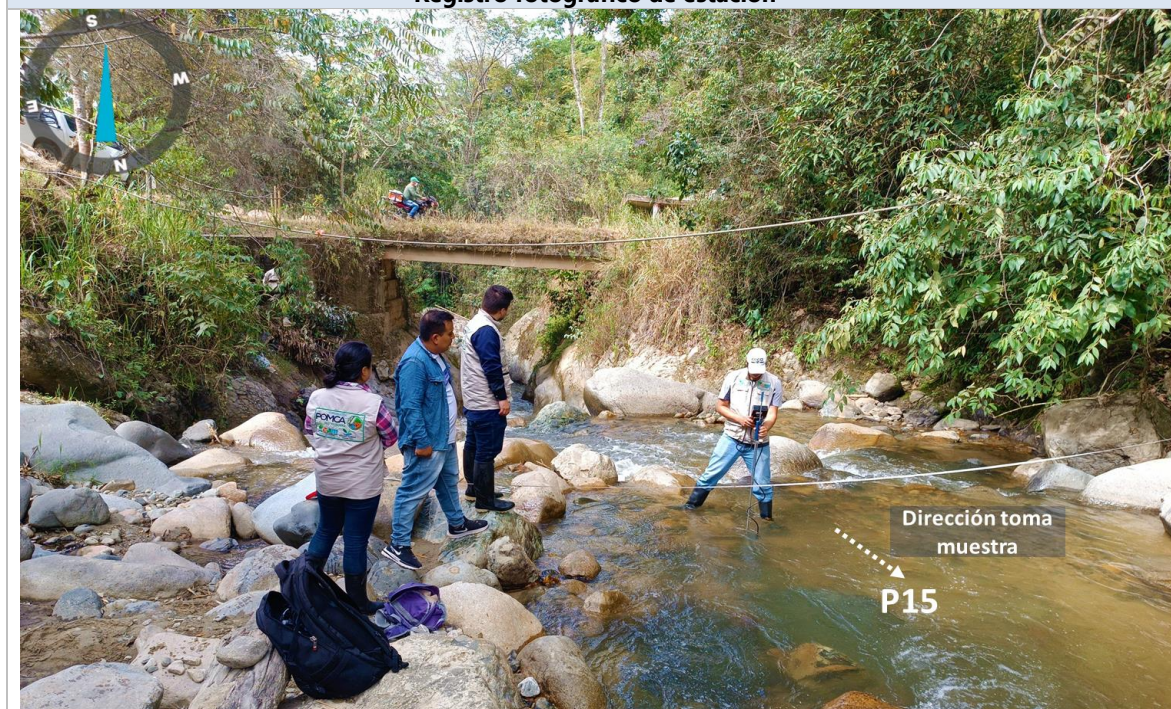


Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### 10.2.3.15. Río Iquira aguas arriba Valencia La Paz

Nombre estación	Río Iquira aguas arriba Valencia La Paz		Código	P15
Coordenada Este		Coordenada Norte	Altitud	
4709016,6507999999		1856079,5493099999	977	
Municipio	Iquira	Vereda	Jaho	
Registro fotográfico de estación				

#### Registro fotográfico de estación





Nombre estación		Río Iquira aguas arriba Valencia La Paz						Código	P15		
Parámetros											
Epoca	T°	pH	OD	Conduct	SST	DBO	DQO	NT	PT	COL	Q
Cond. Seca	18,43	8,34	8,3 1	79,71	15	10	10	3	0,5	330	0,7087
Cond. Normal	20,73	7,51	7,8 5	80,33	20	10	10	14,36	0,5	3300	2,1405
Descripción											
<p>Corresponde a la parte media alta del río Iquira, kilómetro y medio después de recibir las aguas del río San Francisco y 300 metros antes de la entrada principal al centro poblado de Valencia La Paz del municipio de Iquira, este sector de la cuenca recoge las aguas de los afluentes del sector noroccidental de la cuenca entre los municipios de Iquira y Teruel. El punto se localiza en la zona norte del puente que comunica a Valencia con las veredas de la parte alta de Iquira (Quebradon, San francisco, Jaho, San Isidro, Las Brisas entre otras).</p> <p>El ancho promedio del río se encuentra en los 10 metros, la altura de la lámina de agua se ecuentra en promedio entre los 50 cm en época normal y los 30 cm en época de aguas bajas, moderadamente a ligeramente escarpadas, posee una angosta franja de vegetación riparia, hacia el sector occidental, presencia de viviendas dispersas sobre la margen y la vía que comunica a las veredas de jaho, quebradon , san francisco y san isidro a una distancia aprox de 20 metros de distancia del pnto. Se identifican rocas que alcanzan los 4 metros de ancho por los 2 – 3 metros de altura, las cuales según los acompañantes al monitroe, son transportadas por el río durante las avenidas torrenciales o crecientes subitas. El río en época seca cuenta con una baja turbidez.</p> <p>En el sector oriental se encuentra la zona de conglomerados habitacionales informales de Valencia de la Paz, quienes no cuentan en las viviendas con servcios formales de acueducto y alcantarillado; aunado a lo anterior es una zona que ha regsitrados deslizamientos y pérdidas de vidas humanas. A 120 metros al oriente del punto, se encuentra la vía que conduce a la bocatoma de la MCE de Electrohuila.</p>											

El crecimiento acelerado y no planificado del centro poblado de Valencia de la Paz, en especial por habitantes foráneos (en especial andariegos y/o trabajadores del sector caficultor), que establecen en las zonas de invasión a las afueras del centro poblado, viviendas sin servicios y en zonas de alto riesgo por el desbordamiento y/o avenidas torrenciales que ya ha registrado el río Iquira, es una preocupación latente de la comunidad en general. El establecimiento de estas viviendas informales, agudiza las problemáticas de saneamiento básico, residuos, vertimientos, enfermedades en la población y por tanto una fuerte presión sobre la calidad de agua del río.



**Figura 10.45. Estación P14**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 10.46. Vertimientos aguas abajo de P15**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

En este punto de monitoreo es importante resaltar que aguas arriba en el sector de San Francisco y en el sector de San Isidro se evidenció a través del diálogo con las comunidades, una preocupación por la contaminación del río a causa de la disposición inadecuada de residuos del sector cafetero, dada la relevancia de este renglón económico, el cual tiene un peso importante para los municipios de Iquira y Teruel en este sector de la cuenca del río Yaguará. Las familias manifiestan que desde la parte alta del río Iquira, el río se ve seriamente afectado por el vertimiento de aguas mieles del café en época de cosechas, generando



malos olores y atrayendo vectores y enfermedades a la población; a su vez también se ve afectado por la ausencia de sistemas de tratamiento de aguas servidas y de sistemas para el manejo de residuos ordinarios y respel en los hogares rurales. Aguas abajo del punto de monitoreo, se evidencia en las construcciones sobre la vía hacia Valencia de la Paz, vertimientos directos sobre el río Iquira sin ninguna clase de tratamiento, afectando la calidad del cuerpo de agua.

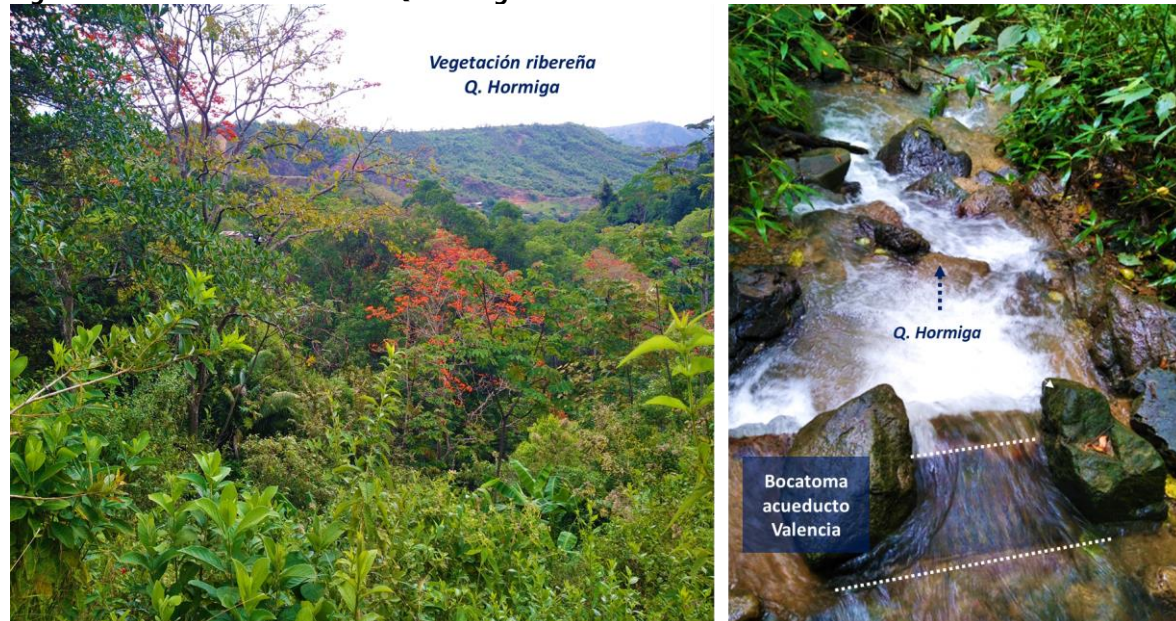
#### 10.2.3.16. Q La Hormiga antes desemb Río Iquira

Nombre estación	Q La Hormiga antes desemb Río Iquira		Código	P16							
Coordenada Este		Coordenada Norte		Altitud							
4708937,0455999998		1855773,4960099999		985,76800000000003							
Municipio		Vereda									
Registro fotográfico de estación											
											
Parámetros											
Epoca	T°	pH	OD	Conduct	SST	DBO	DQO	NT	PT	COL	Q
Cond. Seca	20,83	8,56	8,06	139,93	15	10	10	3	0,5	78	0,1098
Cond. Normal	21,97	7,89	7,67	136,5	15	10	10	7,70	0,5	79	0,0660
Descripción											
Quebrada La Hormiga, tributaria del río Iquira, se encuentra ubicada en la vereda Jaho del municipio de Iquira, a una distancia aproximada de 300 metros del puente que conduce a Valencia de la Paz y 130 metros aguas arriba de su desembocadura al río Iquira. Eta Quebrada recoge a su vez las aguas de la Q. Cocho. Esta quebrada es la principal fuente de la que se abastece el											

Nombre estación	Q La Hormiga antes desemb Rio Iquirá	Código	P16
<p>acueducto de Valencia la Paz, dado su bajo nivel de intervención y aceptable grado de conservación en sus márgenes; la bocatoma de este acueducto, se sitúa aprox. 750 aguas arriba del punto de monitoreo. Se encuentra en un área de pendientes moderadamente escarpadas (50% – 75%).</p> <p>La Quebrada cuenta con un ancho promedio de 3 metros, sin registrar una variación considerable de caudal y altura de la lámina de agua entre campañas, posee alta cristalinidad en sus aguas, no registra olores y en el punto de monitoreo, tiene un óptimo grado de conservación en sus márgenes, dadas las características de pediente. La quebrada cuenta en su lecho con arenas y rocas que cuentan con dimensiones hasta de 40 cm altas por 70 cm anchas.</p> <p>Sus márgenes son principalmente formación rocosa y la vegetación tiene alturas entre los 8 y 15 metros, algunas de las identificadas son palmichal, yarumo, cedro, dinde, y a 40 metros en sentido nororiental pequeños cultivos de café y plátano. Para la época de aguas bajas se registra la caída de árboles y presencia de hojarasca en la fuente.</p>			

Durante la búsqueda inicial del punto de monitoreo, el equipo profesional no encontró una fuente hídrica en el punto señalado, en la coordenada señalada, se encontró solamente un área de pastos; situación por la cual se debió reubicar la estación 40 metros al suroriente de la coordenada señalada, donde si coincidía el drenaje con la Q. Hormiga. Esto además permitió identificar que el trazo del drenaje Q.Hormiga que se encuentra en la cartografía oficial, tiene un desfase frente a la localización real en terreno.

**Figura 10.47. Cobertura de ronda Q. Hormiga**

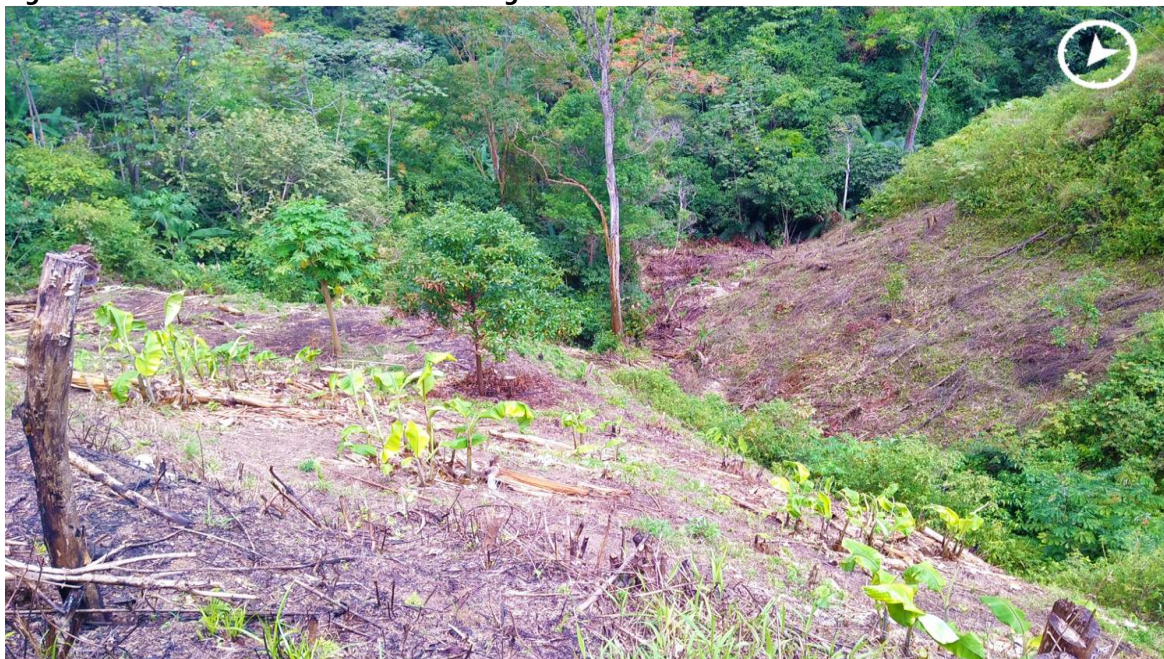


Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



Aunque la Q. Hormiga posee un buen estado de conservación por el esfuerzo de los miembros del acueducto del centro poblado en unión con los dueños de los predios colindantes, es importante mencionar, que en la zona occidental del punto de monitoreo, se registra el avance de la frontera agrícola, desprotegiendo la margen de esta fuente abastecedora, para incursionar cultivos de plátano, yuca, mediante la práctica de soca que puede colocar en riesgo la demás vegetación.

**Figura 10.48. Actividades de deforestación aguas arriba estación P16**



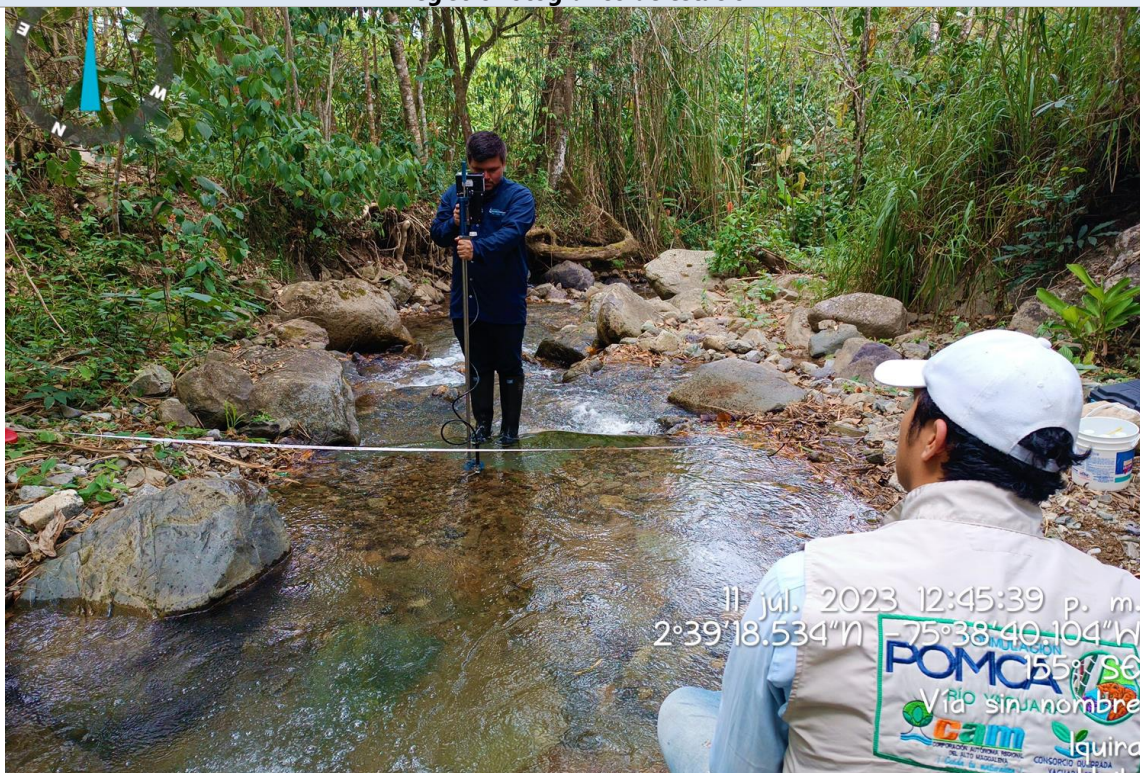
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



### 10.2.3.17. Q Grande - Bocatoma municipio Iquira

Nombre estación	Q Grande - Bocatoma municipio Iquira		Código	P17
Coordenada Este	Coordenada Norte		Altitud	
4706107,6551999999	1851723,03391		1184	
Municipio	Iquira	Vereda	Recreo	

#### Registro fotográfico de estación



Parámetros											
Epoca	T°	pH	OD	Conduct	SST	DBO	DQO	NT	PT	COL	Q
Cond. Seca	21,10	8,21	7,66	75,34	15	10	10	14,71	0,5	7,80	0,0769
Cond. Normal	20,23	7,73	7,68	72,67	15	10	10	22,05	0,5	49	0,2362

#### Descripción

Se localiza sobre la Q. Grande o Ibirco como le conocen a nivel local, en la vereda Recreo del municipio de Iquira alrededor de 100 metros aguas arriba de la actual bocatoma y 20 metros aguas arriba de la antigua bocatoma de municipio de Iquira. Este punto recoge las aguas de la Q. grande, Q. Cedro, Q. Yerbabuena, Q. Zanja honda y Q. Arenosa. Este punto se encuentra 580 m aprox. aguas arriba de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del municipio. Se encuentra en un área con pendientes ligeramente a moderadamente escarpadas.

La corriente tiene un ancho promedio de 3 metros durante las dos épocas de monitoreo, con una altura en la lámina de agua que no supera los 20 cm, la tonalidad del agua es cristalina, su lecho se compone principalmente de laja y rocas que alcanzan hasta 1.70 metro de altura por 2.30 m de anchas. Sus márgenes tienen una altura promedio de 1.5 metros donde hay raíces expuestas, la



Nombre estación	Q Grande - Bocatoma municipio Iquira	Código	P17
textura del suelo es limo color gris – negro y se reconoce vegetación entre los 6 y 14 metros de altura como guadua, cedro, yarumo entre otros. En su margen nororiental se encuentra una finca cacaotera que extiende cada vez más su actividad a la ronda de la quebrada y en la zona sur una finca con actividad agropecuaria.			

Esta zona se considera de gran importancia para el municipio, dado que allí se encuentra la bocatoma principal que surte al casco urbano y la antigua bocatoma que también distribuye (pero sin ningún tratamiento) el recurso a parte del casco urbano y otras áreas colindantes. Durante las campañas realizadas, se evidenció que la quebrada, aunque cuenta con una angosta franja de protección que no supera los 20 metros en su sector oriental, se está viendo fuertemente presionada por cultivos como el cacao y actividad ganadera que se lleva a cabo desde la vereda Ibirco.

**Figura 10.49. Bocatoma Iquira**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

De acuerdo con el diálogo entablado con habitantes aledaños a la quebrada y funcionarios de la empresa de servicios, este cuerpo de agua ha presentado crecientes que han afectado a la infraestructura, además de traer alta carga de sedimentos y hojarascas que demandan un mantenimiento continuo a la rejilla y sedimentador y presentarse problemas aguas arriba por la muerte de animales sobre la quebrada por desprotección de la margen; estos y otros factores, han interrumpido en múltiples ocasiones el servicio. Es una corriente con fuerte presión antrópica que va en ascenso y que, de no atenderse de manera oportuna, puede comprometer la única fuente de agua para el consumo de los habitantes del área urbana.



**Figura 10.50. Estación P17 – actividades en márgenes**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 10.51. Cultivo de cacao en sector oriental P17**



En la estación la ampliación de la frontera agrícola y pecuaria hasta la ribera de la quebrada, avanzando con la tala y remoción de vegetación riparia, para la implementación de cultivos



como yuca, plátano, caña y en mayor medida monocultivo como cacao. Se evidenció disposición inadecuada de envases de agroquímicos y residuos domésticos a pocos metros del cuerpo de agua. Esto puede contaminar suelo y a la corriente en especial durante épocas fuerte escorrentía.

En la margen occidental las altas pendientes, el avanzado nivel de erosión del suelo por su manejo inadecuado y las fuertes precipitaciones que se pueden presentar en la zona, reúnen toda una serie de factores que pueden detonar un escenario de riesgo (deslizamientos, avenida torrencial a futuro)

**Figura 10.52. Actividad de tala cerca de bocatoma Íquira**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



### 10.2.3.18. Q Agua Hedionda aguas abajo vert Yaguara

Nombre estación	Q Agua Hedionda aguas abajo vert Yaguara		Código	P18
Coordenada Este	Coordenada Norte		Altitud	
4720528,7851	1852805,78211		565	
Municipio	Yaguará	Vereda	Casco urbano	

#### Registro fotográfico de estación



Parámetros											
Epoca	T°	pH	OD	Conduct	SST	DBO	DQO	NT	PT	COL	Q
Cond. Seca	26,17	6,73	2,47	226	15	27,60	33,10	26,18	0,58	350000	0,0702
Cond. Normal	27,47	6,85	4,04	137,60	15	10	11,70	22,34	0,53	28000	0,0647

#### Descripción

El punto 18 se encuentra ubicado sobre la Q. Agua hedionda en el sector oriental del casco urbano del municipio de Yaguará, aproximadamente 150 metros antes de entregar sus aguas al embalse de Betania. Esta Q. recoge a su vez las aguas de la Q. Mochila que recorre desde el polideportivo San José por toda la calle 5ª (zona norte del municipio) hasta desembocar en la Q. Agua Hedionda. El punto se encuentra a una distancia promedio de 25 metros del área urbana en la zona suroccidental.

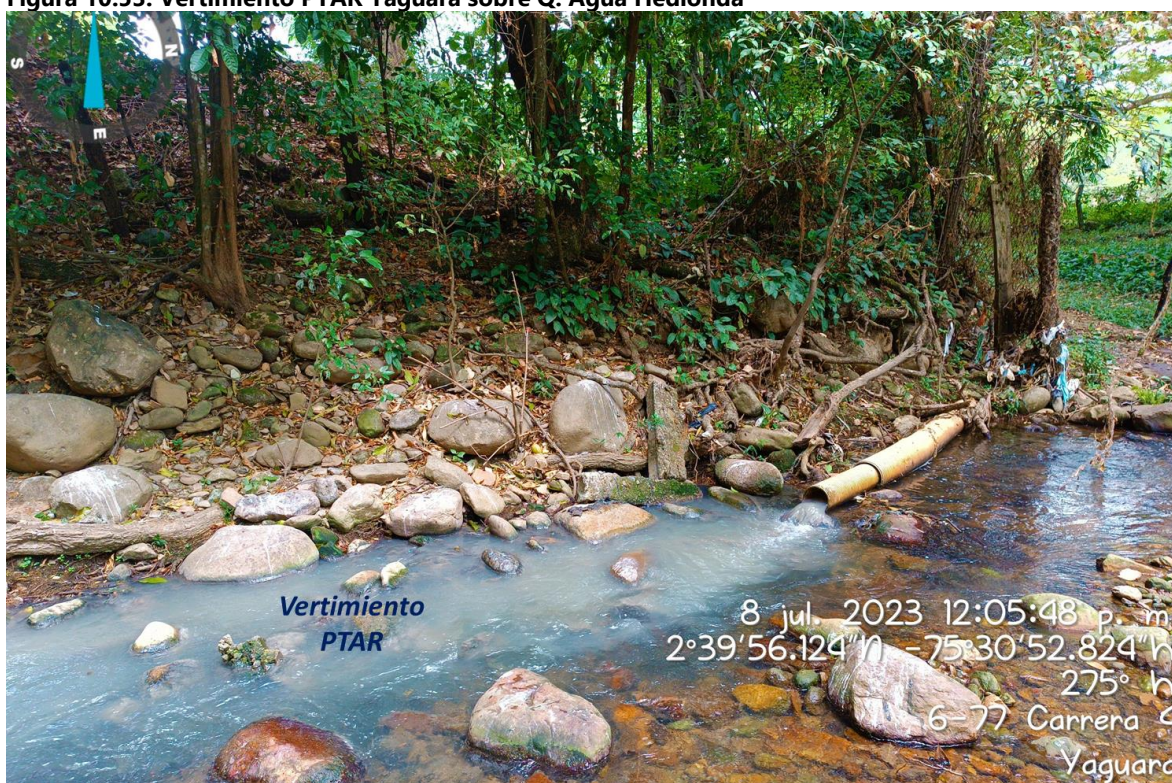
Esta quebrada es el principal cuerpo receptor de las aguas residuales provenientes de una de las PTAR del municipio localizada en este mismo sector; la fuente cuenta con un ancho promedio de 4 mrtos y una altura de la lámina de agua entre los 20 cm – 30 cm. Se encuentra en una zona de pendiente plana a ligeramente plana, su lecho es fango color negro y gris que puede alcanzar los 15 cm de espesor, la corriente posee un olor fétido, atrayendo vectores (mosquitos, insectos,



Nombre estación	Q Agua Hedionda aguas abajo vert Yaguara	Código	P18
roedores en sus márgenes). En sus márgenes se encuentran de forma dispersa rocas que no superan los 40 cm de anchas y altas, el suelo en sus márgenes tiene textura arenosa y pedregosa.			
En sus márgenes existe una franja de vegetación en el sector suroccidental de alrededor de 20 mtros de ancha que colinda con las viviendas del casco urbano y cuenta con especies como samán, roble, ceiba con alturas entre los 8 y 14 metros; del lado oriental a una distancia aprox. de 80 metros, se ubica una hacienda con cultivos de cacao, arroz y de manera dispersa plátano.			

Los habitantes de este sector manifiestan como principal molestia el efluente de la PTAR, el cual se encuentra muy cerca del casco urbano, generando problemas por la proliferación de vectores, malos olores y por tanto afectación a la salud de quienes habitan cerca del cuerpo de agua. Este vertimiento puntual es de origen doméstico (aguas servidas del casco urbano de Yaguará).

**Figura 10.53. Vertimiento PTAR Yaguará sobre Q. Agua Hedionda**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Durante el monitoreo en época de aguas bajas, el equipo profesional identificó el tránsito de algunos peces a través de la quebrada en búsqueda del embalse. Aguas arriba del vertimiento, el agua de la quebrada tiene una baja turbidez; sin embargo, la carga contaminante del efluente es muy alta, frente al bajo caudal y lenta corriente de la quebrada, lo cual impide su autodepuración y la degradación progresiva de su calidad. Aunado a lo



anterior, es importante señalar que esta quebrada recorre la zona norte del municipio a través de un canal en concreto expuesto; lo anterior, como resultado de la obra de canalización por el impacto que dicha fuente ocasionaba en época de alta precipitación.

**Figura 10.54. Estación P18**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

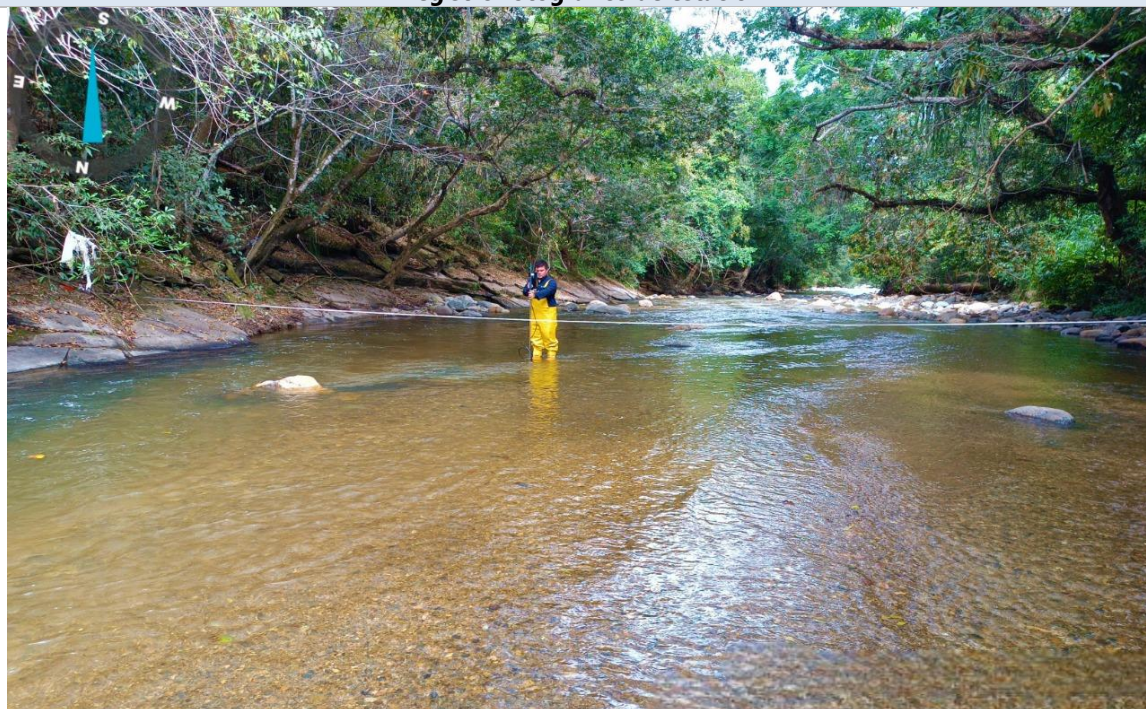
Además de los impactos ocasionados por el vertimiento, el cual se encuentra muy cerca del centro urbano, también se distinguen residuos sólidos domésticos de y de agroquímicos en las riberas, no solo arrastrados por la corriente sino dispuestos por habitantes. Parte de la margen no se encuentra cercada, por lo cual hay libre acceso a esta zona, convirtiéndola en puntos para la disposición de basuras e inseguridad. Teniendo en cuenta los impactos ambientales y a la salud humana que representa el vertimiento del efluente tan cerca a la población, se requiere una mayor atención de la autoridad municipal para el encerramiento de la ronda, plantación de cercas vivas para disminuir la contaminación del aire y una reubicación del punto de vertimiento donde se no exponga a la comunidad a sus habitantes.



### 10.2.3.19. R Pedernal antes desemb R Yaguara

Nombre estación	R Pedernal antes desemb R Yaguara		Código	P19
Coordenada Este	Coordenada Norte		Altitud	
4716876,8992600003	1850754,5626300001		573,35299999999995	
Municipio	Yaguará	Vereda	Vilu y Floresta	

#### Registro fotográfico de estación



Parámetros											
Epoca	T°	pH	OD	Conduct	SST	DBO	DQO	NT	PT	COL	Q
Cond. Seca	26,30	8,69	7,62	138,90	15	10	10	3,43	0,5	240	1,0335
Cond. Normal	26,5	7,52	7,29	129,67	24	10	10	21,40	0,5	230	3,1740

#### Descripción

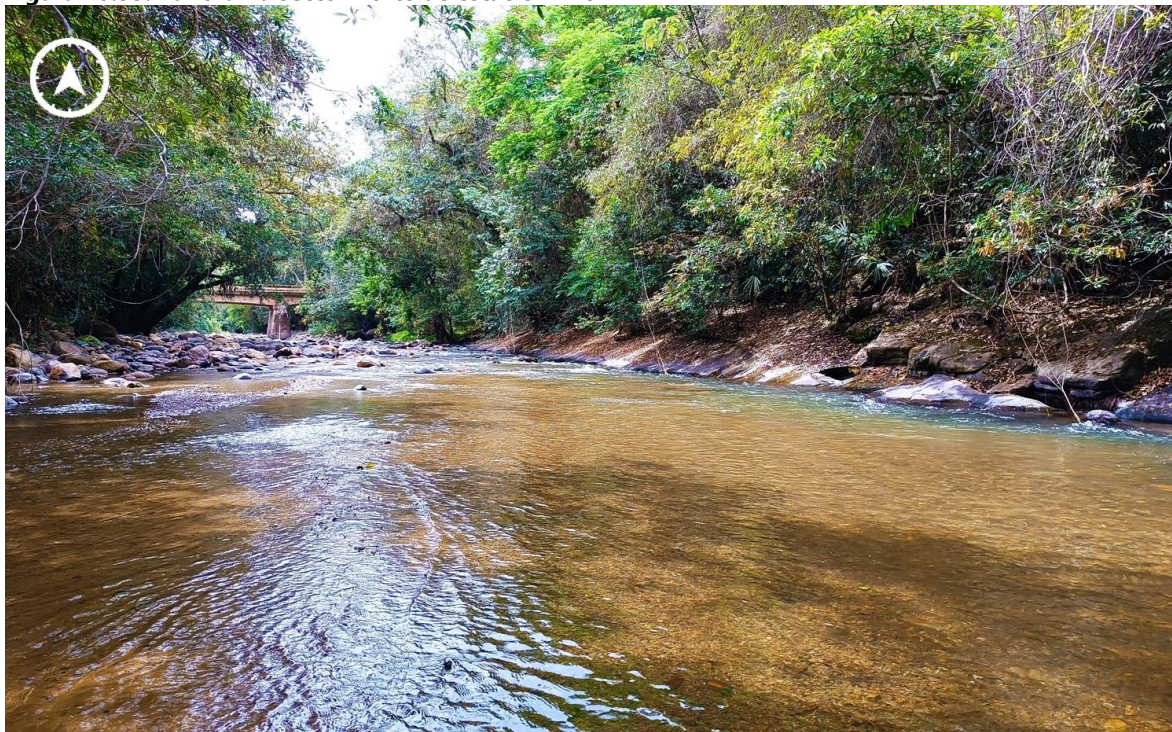
La estación se encuentra sobre el río Pedernal en los límites de las veredas Vilu y Floresta del municipio de Yaguará, con una distancia aproximada de 350 aguas arriba de la entrega de las aguas del río Pedernal al río Yaguará. El río recorre desde su nacimiento en la vereda corrales del municipio de Teruel a una altura sobre los 1700 msnms recogiendo las aguas de importantes afluentes como río María, Q. Cañada, Q. Beberrecio, Q. Bolloneque, Q. Varas, Q. Mollas, Q. Yegüera, Q. Q. Papayala entre otras hasta el punto de monitoreo sobre los 570 msnm.

El punto posee pendientes moderadamente escarpadas en su margen oriental y ligeramente inclinada a plana en su margen occidental, el ancho del río tiene un promedio de 16 metros y la altura de la lámina de agua entre los dos monitoreos realizados estuvo entre los 20 cm (época aguas bajas) y los 50 cm (época normal). Su lecho es principalmente arenoso y pedregoso con finas piedras color amarillo -café claro.



Nombre estación	R Pedernal antes desemb R Yaguara	Código	P19
No se evidenciaron rocas de gran tamaño en el trasecto del río, tan solo algunas rocas que el río deposita en la margen occidental y que no superaban los 50 cm de anchas; la margen oriental es un formación rocosa grisácea y lisa con vegetación riparia con alturas promedios entre los 8 y 12 metros de altura , con especies como roble, palmiche, cedro entre otras. La tonalidad del agua es cristalina y la margen oriental del punto, hay sectores de color verdes.			

**Figura 10.55. Panorama sector norte de estación P19**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Esta estación se encuentra a alrededor de 70 metros de distancia del puente que comunica con la vía íquira – Yaguará (destapada); una zona de alta flujo vehicular pesado, el sector oriental se encuentra en un ben estado de conservación, mientras que hacia las zonas de bajas pendientes (sector occidental), se evidencian amplias áreas de producción arrocera. En el punto de monitoreo se evidenciaron trazas de aceites, gasolina, malos olores, residuos de plásticos, botellas, empaques de agroquímicos y sustancia viscosa entre el sector pedregoso que en algunos sectores la comunidad identifica como "caliche".



**Figura 10.56. Trazas de aceite y grasas en márgenes de estación P19**



**Figura 10.57. Cultivos de arroz en sector occidental P19**

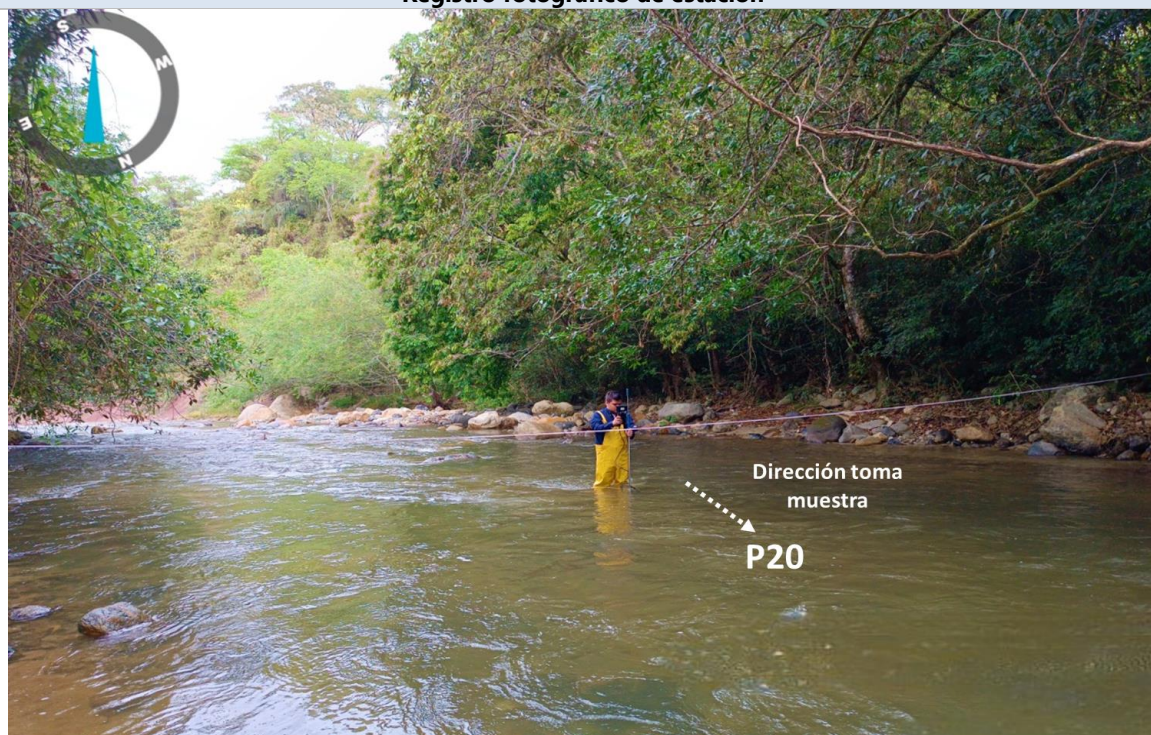


Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

### 10.2.3.20. Río Pedernal aguas vertimiento PCH

Nombre estación	Río Pedernal aguas vertimiento PCH		Código	P20
Coordenada Este	Coordenada Norte		Altitud	
4714487,1781000001	1857947,83555		699,59900000000005	
Municipio	Teruel	Vereda	Cañada	

#### Registro fotográfico de estación



Parámetros											
Epoca	T°	pH	OD	Conduct	SST	DBO	DQO	NT	PT	COL	Q
Cond. Seca	20,23	7,29	8,5	118,67	15	10	10	3	0,5	7,80	2,3977
Cond. Normal	22,47	7,91	8,28	129,67	15	10	10	14,73	0,5	1700	4,1080

#### Descripción

Se encuentra localizada sobre el río Pedernal cerca de 70 metros aguas abajo del vertimiento de la pequeña central hidroeléctrica II; estructura que tuvo un proceso de remodelación desde enero del año 2022 y beneficia a 9000 usuarios (electrihuila,2022). Este vertimiento de la PCH es el resultado del trasvase de parte del caudal del río Iquira desde la bocatoma localizada un kilómetro arriba del centro poblado de Valwncia de la Paz (Iquira), estructura con más de 60 años de antigüedad.

Se encuentra en una zona de pendiente ligeramente plana 400 metros después de la desembocadura de la Q. Cañada al río Pedernal. El río tiene en promedio un ancho de 14 metros, la lámina de agua tiene una diferencia entre campañas cerca de 20 cm y su tonalidad es marron clara, con grado de turbidez. Su lecho es pedregoso y arenoso en sectores de color terracota.



Nombre estación	Río Pedernal aguas vertimiento PCH	Código	P20
En su zona occidental el río registra rocas de hasta 1.20 m de anchas dispersas a lo largo del tramo, de este mismo sector se identifica una angosta franja de protección con árboles y arbustos entre los 5 y 10 metros de altura, por el avance de la frontera pecuaria, que en este sector posee amplias áreas en pastos y procesos de reptación. A una distancia de 60 metros aprox en el sector nororiental, se encuentra una vivienda con cultivo frutal, quienes se encuentran en proceso de tala de la vegetación riparia para la extensión de sus actividades.			

Es importante destacar de este punto de monitoreo, la importancia que reviste el aporte de caudal de la PCH Íquira II que trasvasa parte de las aguas del río Íquira, localizando su bocatoma en la vereda río Íquira (Íquira) un kilómetro y medio arriba del centro poblado de Valencia de la Paz. A partir de la conducción a turbinas de este caudal, se produce energía para 9000 usuarios, considerándose una fuente de producción de energía limpia. Aunado a lo anterior, este aporte de caudal de la PCH al río Pedernal, es aprovechado por los productores de arroz que se encuentran en las veredas de la Floresta, Flandes y Vilú entre otros sectores del municipio de Yaguará. (Electrohuila, 2022)

**Figura 10.58. PCH Iquira II**



Fuente: Electrohuila, 2022

Durante el monitoreo realizado en época normal, el equipo profesional evidenció la práctica de minería aluvial artesanal, sin embargo en diálogo con la Junta de Acción Comunal de la Cañada – municipio de Teruel, señalan que esta actividad se ha convertido en el foco de conflicto social por la inseguridad de los foráneos que practican esta actividad; aunado a lo anterior cerca del punto de monitoreo mencionan, se presenta un fuerte conflicto con los dueños de la finca localizados en el sector nororiental quienes realizan una tala masiva sin



ningún tipo de sanción por parte de la autoridad ambiental, además de cercar con alambre de púas el río para evitar el tránsito de los mineros informales.

**Figura 10.59. Vertimiento PCH a río Pedernal , aguas arriba de P20**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.





### 10.2.3.21. Río Pedernal aguas abajo vertimientos de Teruel

Nombre estación	Río Pedernal aguas abajo vertimientos de Teruel		Código	P21
Coordenada Este	Coordenada Norte		Altitud	
4714223,6772999996	1860029,74881		781	
Municipio	Teruel	Vereda	Varas Mesón – Cañada	

#### Registro fotográfico de estación



Parámetros											
Epoca	T°	pH	OD	Conduct	SST	DBO	DQO	NT	PT	COL	Q
Cond. Seca	23,47	8,43	7,59	147,90	15	10	10	11,67	0,5	7900	0,5044
Cond. Normal	26,37	7,5	7,47	119,93	15	10	10	33,32	0,5	24000	1,6130

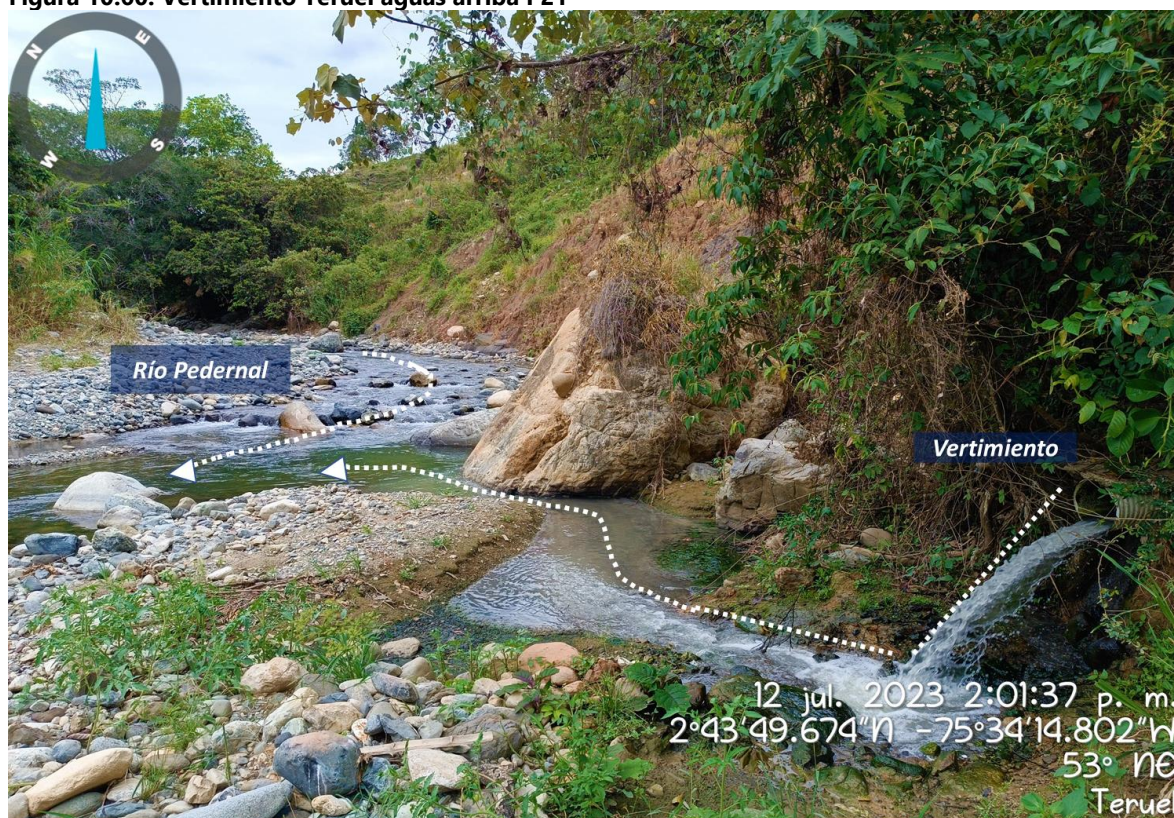
#### Descripción

La estación se encuentra sobre el río Pedernal, a 550 metros aprox después del casco urbano en el sector sur, después de recibir las aguas de la Q. Bollo y a 20 metros aguas abajo del vertimiento del municipio de Teruel; escenario de especial interés para este punto. Se encuentra en un área de pendientes ligeramente a moderadamente escarpadas, el perfil del suelo en el sector occidental puede alcanzar los 3 metros de altura donde impera el material conglomerado y una capa de material de textura arenosa color amarillo ocre denotando un bajo contenido de materia orgánica. El río tiene un ancho promedio de 5 metros en el punto de medición, con una altura promedio de la lamina de agua de 30 cm, se evidencian rocas que pueden alcanzar los 4 metros de ancho por los 2 metros de altura; lo anterior revela la torrencialidad de este cuerpo de agua en época de lluvias. El material depositado por el río se localiza principalmente en la zona oriental, formando una playa de hasta 15 metros de ancha. La Tonalidad del agua es marron, las rocas evidencian presencia de lama color verde , gris, residuos de espumas, plásticos y sectores con trazas de grasas



Nombre estación	Río Pedernal aguas abajo vertimientos de Teruel	Código	P21
<p>en medio de las piedras del playón; debido a la cercanía del vertimiento, se detectan olores fuertes y vectores. El vertimiento tiene una tonalidad grisácea, con espumas y fuerte olor.</p> <p>Tanto en el sector occidental como oriental, la margen del cuerpo de agua se encuentra desprovista de vegetación y exhibe un acelerado proceso de erosión y reptación por extensión de la frontera pecuaria sin respetar la ronda hídrica; lo anterior consolida un escenario idóneo para la generación de deslizamientos y posibles represamientos de la corriente. Aunque el sector oriental concibe una angosta franja de protección, se distinguen árboles y arbustos entre los 4 y 15 metros de altura como guadua, yarumo, dinde, caracoli entre otros.</p>			

**Figura 10.60. Vertimiento Teruel aguas arriba P21**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

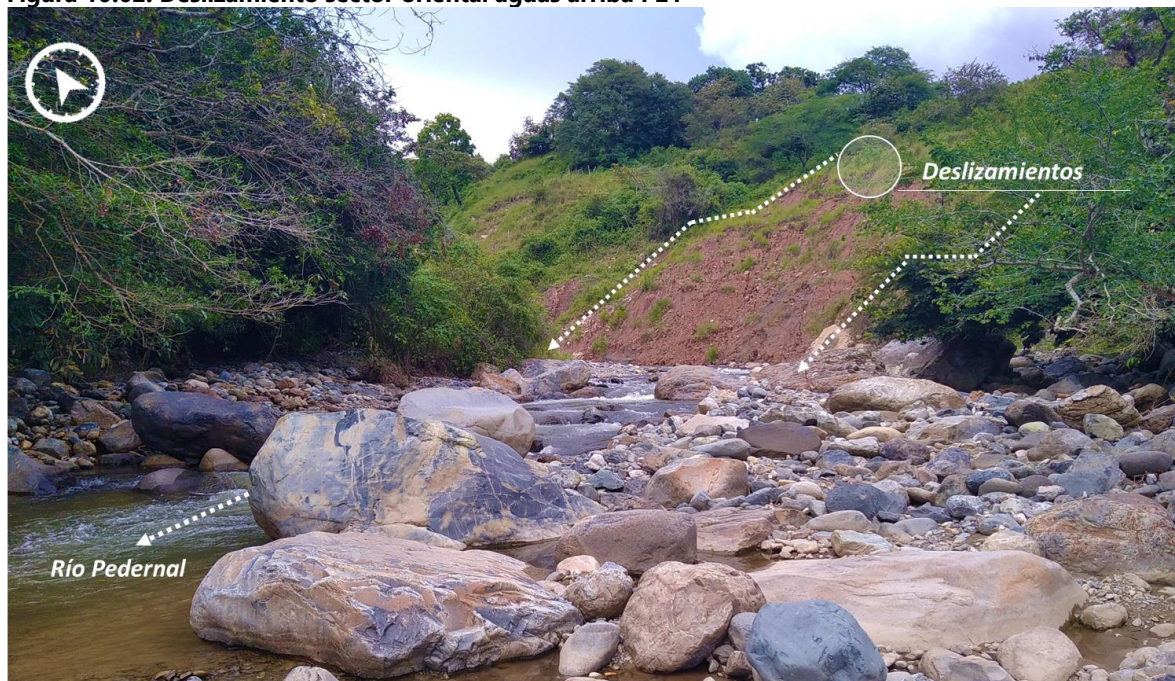
Tan solo a 50 metros aguas arriba del punto, se reconoce un escarpe de al menos 9 metros de altura textura arenosa color terracota que por encontrarse desprovisto de vegetación aunado a la fuerte pendiente y al proceso de socavación que realiza el río sobre esta margen, presenta deslizamientos sobre los que pueden generar represamientos. También se identificó que el sector es zona de tránsito de reptiles y algunas especies familiares de roedores como ñeque debido a la identificación de huellas en las arenas que deposita el río en el sector oriental de la estación.



**Figura 10.61. Evidencia de tránsito de fauna margen oriental P21**



**Figura 10.62. Deslizamiento sector oriental aguas arriba P21**



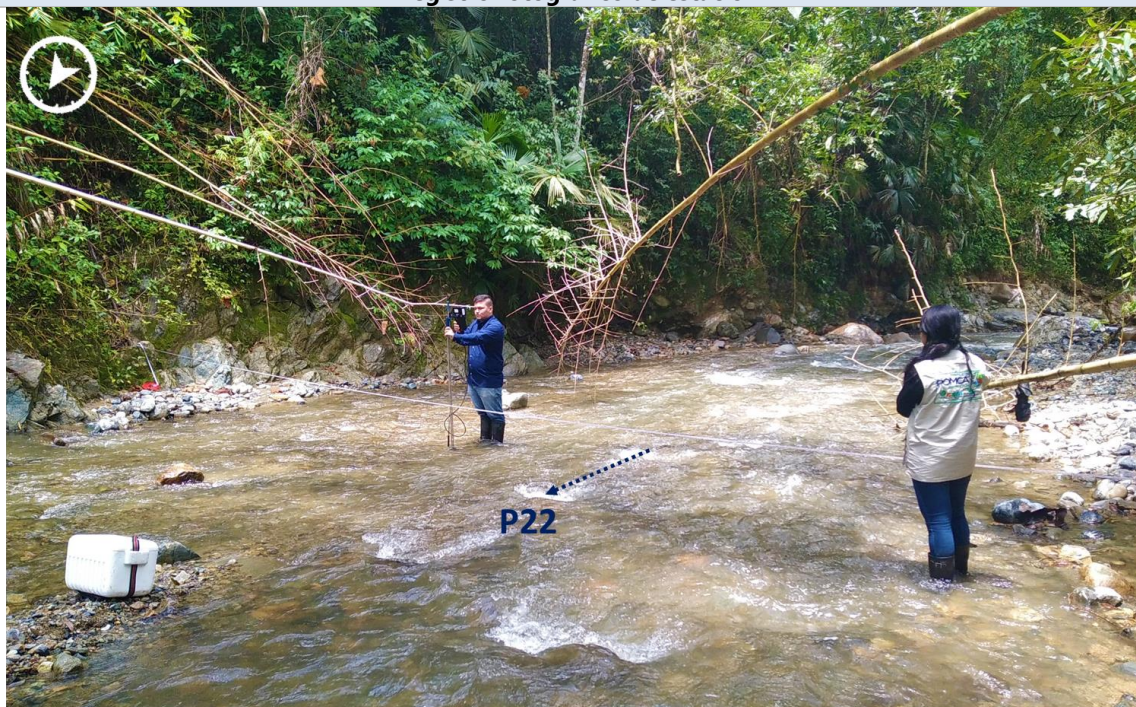
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



### 10.2.3.22. Río Pedernal aguas arriba Q La Maria

Nombre estación	Río Pedernal aguas arriba Q La Maria		Código	P22
Coordenada Este	Coordenada Norte		Altitud	
4715086,3269300004	1862569,81846		925	
Municipio	Teruel	Vereda	Portachuelo	

#### Registro fotográfico de estación



Parámetros											
Epoca	T°	pH	OD	Conduct	SST	DBO	DQO	NT	PT	COL	Q
Cond. Seca	21,57	8,42	7,93	103,67	15	10	10	14,9	0,5	790	0,1944
Cond. Normal	21,43	7,81	7,79	90,97	15	10	33,31	7,70	0,5	2400	1,1289

#### Descripción

Localizado en la vereda Portachuelo del municipio de Teruel, sobre el río Pedernal 70 metros antes de recibir las aguas de la Q. La María y 180 metros aprox. antes de la PTAP del municipio. Se encuentra en área de pendiente ligeramente escarpada, el ancho del río en época normal es de (9 metros) y en época de aguas bajas (3 metros), la altura de la lámina de agua no superó los 30 cm en el punto de monitoreo. El lecho del río es rocoso con arenas grises gruesas. Presenta caídas que pueden tener más de 2 metros de profundidad al sur del punto.

Se registran rocas de gran tamaño que dan cuenta del nivel de torrencialidad de este cuerpo de agua (rocas con dimensiones por encima de los 5 metros de anchas por 3 tres de altura. Con base al diálogo entablado con la comunidad, este río ha presentado varias avenidas torrenciales, siendo el mes de marzo en el que mayor reporte de este tipo de evento se registran. La tonalidad del río posee un bajo nivel de turbidez en época normal, en época seca el agua es cristalina. Durante el monitoreo en época de aguas bajas se identificó en las rocas la presencia de macroinvertebrados,



Nombre estación	Río Pedernal aguas arriba Q La Maria	Código	P22
un bioindicador de las perturbaciones del medio, por lo cual en este caso visibiliza un buen estado del recurso en este sector.			
En su sector oriental se encuentra un afloramiento rocoso que supera los 8 metros de altura con vegetación que supera los 12 metros de altura, con especies como yarumo, cedro, roble, guadua, palmiche, diinde entre otros. En la zona occidental a una distancia cercana a los 70 metros de distancia se localiza una vivienda, la cual cuenta a su vez con diversos cultivos como cacao, plátano, caña, frutales y cuenta con corral de aves; es importante acotar que este sector posee una amplia zona de protección de ronda. La altura de perfil en este sector alcanza los dos metros y exhibe textura limosa, color café oscuro y raíces expuestas.			

**Figura 10.63. Rocas en estación P22**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 10.64. Presencia de macroinvertebrados en P22**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



### 10.2.3.23. Río Pedernal - Bocatoma municipio Teruel

Nombre estación	Río Pedernal - Bocatoma municipio Teruel		Código	P23
Coordenada Este		Coordenada Norte	Altitud	
4710741,1180999996		1869873,3971800001	1735	
Municipio	Teruel		Vereda	Corrales

#### Registro fotográfico de estación



Parámetros											
Epoca	T°	pH	OD	Conduct	SST	DBO	DQO	NT	PT	COL	Q
Cond. Seca	16,20	8,10	8,03	38,25	15	10	10	11,18	0,5	23	0,2702
Cond. Normal	16,63	7,28	7,70	37,97	15	10	14,79	45,05	0,5	11	0,4489

#### Descripción

Se configura como el punto de monitoreo más alto de la cuenca en una altura promedio de 1730 msnm en la vereda corrales del municipio de Teruel específicamente en el sector de la nueva bocatoma del municipio y recoge las aguas de las Q. Laguna, Q. Horizonte y Q. Las Nubes. La estación se localiza 80 metros aguas arriba de la bocatoma nueva del municipio en un área encañonada con fuertes pendientes, en categoría fuertemente escarpada (>75%).

El río posee un ancho promedio de 4 metros y no evidenció un cambio considerable en la altura de su lámina de agua, la cual no superó los 30 cm entre las dos campañas. Sin embargo la fuerte dinámica torrencial del río genera cambios en su curso y arrastre de grandes cantidades de material y rocas que se depositan en las reducidas márgenes. El río presenta lecho principalmente pedregoso, con rocas en sus márgenes que alcanzan dimensiones de 6 metros de largas por 3



Nombre estación	Río Pedernal - Bocatoma municipio Teruel	Código	P23
<p>metros o más de altura y el color del agua en ambas campañas es cristalina, sin rastros de olores o material asentado en el lecho y/o rocas de la corriente.</p> <p>Su margen oriental exhibe una formación rocosa de gran altura y una angosta franja de vegetación, dado que los cultivos de café extienden su frontera hasta casi el borde del río, a 40 metros del punto en el sector nororiental, se encuentra una finca con amplias áreas cafeteras. En su área occidental se reconoce una importante área de bosque primario conservado con especies como yarumo, cedro, roble, caracoli entre otras especies; empero, 350 metros aguas arriba del punto, se identificó una importante área despojada de vegetación para la instrucción del sector pecuario, además de evidenciarse un avance acalorado y crítico de la frontera agropecuaria, principalmente para el establecimiento de monocultivos como café y ganado. Generando contaminación de los cuerpos hídricos desde casi el nacimiento de las primeras quebradas que construyen con caudal a este importante río.</p>			

**Figura 10.65. Obras de adecuación bocatoma Teruel río Pedernal**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Durante el reconocimiento del sector para el establecimiento del punto de monitoreo, se evidenció durante la primera campaña (época normal) obras de adecuación de la bocatoma y de mitigación de crecientes (muros de contención), que abarcaron un amplio tramo del río y que modificó su lecho y curso generando bifurcaciones. Es así que el equipo moviliza tan solo unos metros aguas arriba el punto original, para poder cumplir los parámetros técnicos mínimos requeridos del muestreo y aforo. La adecuación de esta infraestructura se realiza

como respuesta al último evento torrencial que destruyó la bocatoma y generó la interrupción del servicio en el casco urbano.

De acuerdo con el diálogo entablado con la delegada de la JAC vereda Corrales, la empresa de servicios EMPETERUEL, tiene un conflicto con el dueño del predio en donde se ubica la infraestructura, dado que ha frenado las obras de conexión; proceso que en la actualidad se encuentra en proceso jurídico y ha perjudicado a la población usuaria en el casco urbano. Otro de los escenarios en conflicto que se evidencian cerca al punto de monitoreo, es la tendencia de los habitantes de la zona en la homogenización del paisaje mediante la introducción de monocultivos como café y actividad pecuaria (principales sectores tensionados) en fuertes pendientes y riberas de quebradas y ríos, generando limitación a la biodiversidad, acelerando los procesos de erosión y propiciando escenarios de riesgos por deslizamientos y avenidas torrenciales. Estos sectores han ejercido una gran presión sobre la disponibilidad y calidad de los recursos ofertados en la parte alta de la cuenca, avanzando de manera acelerada hacia las áreas estratégicas, inclusive alcanzando grandes áreas de pastos a tan solo a 500 metros del límite de la cuenca.

Esta interrupción del corredor ecológico, no solo repercute y compromete la calidad del agua que surte este importante afluente, sino que además puede tener impactos secundarios, como conflictos entre la comunidad campesina y las especies que transitan por estas áreas de bosque.

**Figura 10.66. Actividades y estado de coberturas aguas arriba P23**



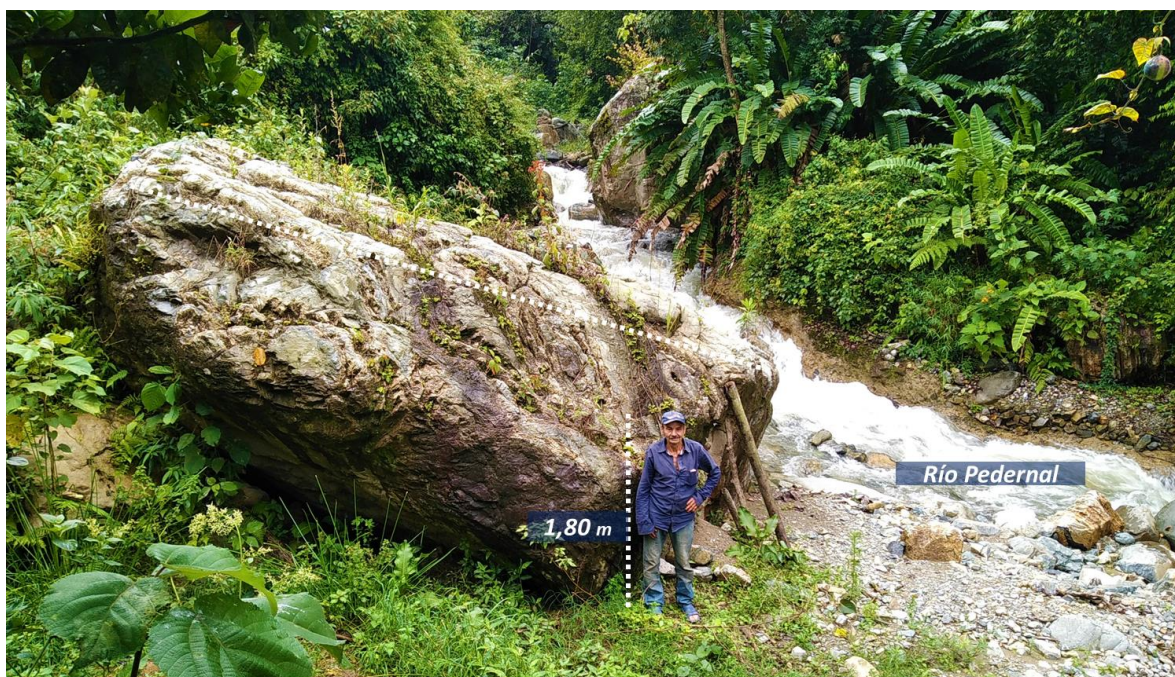
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Otro escenario importante de mencionar sobre este cuerpo de agua, es el reporte de avenidas torrenciales que han generado pérdida de vidas humanas, avería de la bocatoma interrumpiendo la prestación del servicio, daño de vías, destrucción de puentes, pérdida de cultivos, viviendas entre otros impactos. La comunidad reconoce que estos eventos se presentan con cierta periodicidad, en especial en época de lluvias (marzo). Durante la tragedia del año 2017 en la cual 3 miembros de una familia perdieron la vida, generó las



autoridades, quienes instalaron un sistema de alerta temprana desde este punto (sensor) y en la escuela de la vereda.

**Figura 10.67. Rastros de avenida torrencial año 2017 sector bocatoma y escuela corrales (abajo)**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



## 10.2.4. Objetivos de calidad

### 10.2.4.1. PORH Río Pedernal - Quebrada La María

El Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico – PORH del río Pedernal – Q. La María, se adoptó mediante Res. 3086 del año 2019, (río Pedernal y sus tributarios que discurren en el municipio de Teruel y Yaguará), debido al caudal captado del río que en su gran mayoría es de carácter agrícola (Canal llanos de Yaguará) y de los diversos vertimientos sobre el cuerpo de agua, esta corriente se priorizó para la elaboración del instrumento. Para efectos del presente análisis en el POMCA, las estaciones de monitoreo que se encuentran sobre la corriente son:

**Tabla 10.7. Puntos de monitoreo POMCA Yaguará sobre río Pedernal y tributarios**

Código POMCA	Descripción estación	Localización
4	Bocatoma municipio Yaguara (R Pedernal)	Vereda Cañada – Flandes (Yaguará)
19	R Pedernal antes desemb R Yaguara	Vereda Floresta – Flandes (Yaguará)
20	Rio Pedernal aguas vertimiento PCH	Vereda Cañada (Teruel)
21	Rio Pedernal aguas abajo vertimientos de Teruel	Vereda Varas Mesón – Cañada (Teruel)
22	Rio Pedernal aguas arriba Q La Maria	Vereda Portachuelo (Teruel)
23	Rio Pedernal - Bocatoma municipio Teruel	Vereda Corrales (Teruel)

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

En el instrumento se establecieron los objetivos de calidad para los diferentes tramos del río desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Yaguará, a continuación, y una vez analizados los tramos que empatan con los puntos de monitoreo, se presentan las metas para garantizar la calidad de agua del afluente a corto, mediano y largo plazo. Para efectos del análisis del POMCA, se tomará como referencia

**Tabla 10.8. Objetivos de calidad Río Pedernal – Quebrada La María**

Tramo	Criterio	O.D	DBO5	SST	NH3	PT	CF
<b>I</b> <i>Río Pedernal antes de bocatoma</i>	Corto plazo 0 – 2 años	>4	<5	<20	<1.0	<0.1	<100
	Mediano plazo 2 – 5 años	>4	<5	<20	<1.0	<0.1	<100
	Largo plazo 5 – 10 años	>4	<5	<20	<1.0	<0.1	<100
<b>III - V</b> <i>Río Pedernal antes de desembocadura Q. María</i>	Corto plazo 0 – 2 años	>4	<30	<30	<3	<1.0	<1000
	Mediano plazo 2 – 5 años	>4	<5	<30	<1.0	<0.5	<1000
	Largo plazo 5 – 10 años	>4	<5	<30	<1.0	<0.5	<1000
<b>VI - VIII</b> <i>Vertimiento PCH Río Pedernal antes de desembocar al río Yaguará</i>	Corto plazo 0 – 2 años	≥2	≤30	≤40	≤3.0	≤1.0	≤2000
	Mediano plazo 2 – 5 años	>4	<30	<30	<3.0	<1.0	<1000
	Largo plazo 5 – 10 años	>4	<5	<30	<1.0	<0.5	<1000

Fuente: Res. 3086 de 2019 CAM



#### 10.2.4.2. Resolución 3543 de 2019 – CAM

Mediante esta directriz normativa, se definen los objetivos de calidad para las fuentes hídricas superficiales y receptoras de vertimientos en la jurisdicción de la corporación autónoma regional del alto magdalena. Teniendo en cuenta que para el año 2006 se estableció una primera norma y para el año 2019 los objetivos para cuerpos receptores al año 2030, se tendrán en cuenta ambas normativas para el análisis comparativo de metas:

**Tabla 10.9. Objetivos de calidad Res. 825/2006 y Res. 3543/2019**

Unidad de medida	Valor normativo	Res. 825 de 2006 Objetivos calidad	Res. 3543 2019 Objetivo de calidad 2030
Sustancias de interés sanitario (organoclorados – organofosforados)	Ausente	No se menciona	Ausente
Material flotante	Ausente	Ausente	Ausente
Grasas y aceites	Ausente	Ausente	Ausente
pH (unidades de pH)	Sin norma	5 – 9	7 – 9
DBO5 (mg/L)	≤5.0	≤5.0	≤5.0
OD (mg/L)	≥5.0	>5.0	≥5.0
Coliformes Fecales		≤100	No define

Fuente: CAM

#### 10.2.5. Análisis de los resultados del monitoreo

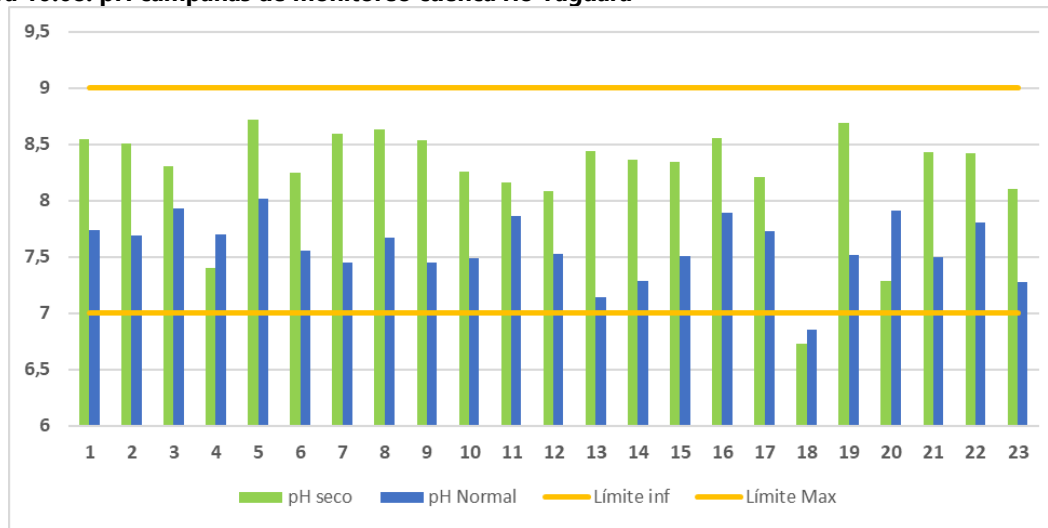
Con base en los resultados obtenidos durante la campaña en condiciones normales y secas, se llevó a cabo la depuración y análisis del comportamiento de cada uno de los parámetros evaluados en las 23 estaciones de monitoreo. Para efectos del presente análisis de los parámetros monitoreados y en el marco de los alcances del POMCA para el componente de Calidad de Agua, se plasman las directrices normativas vigentes con las que la autoridad ambiental cuenta en la actualidad: PORH Río Pedernal - Quebrada La María adoptado mediante Res. 3086 de 2019 (CAM), Objetivos de calidad adoptados mediante Res. 3542 de 2019 (CAM) y los lineamientos base del Decreto Único Reglamentario del sector ambiental 1076 de 2015.

##### 10.2.5.1. Potencial de Hidrógeno pH

Este indicador evidencia el nivel de acidez presente en el agua, donde el nivel por debajo de 7 indica acidez, mientras que un nivel de pH superior a 7 indica alcalinidad. El pH es en realidad una medida de las cantidades relativas de iones de hidrógeno e hidróxido en el agua. Si el agua contiene más iones de hidrógeno, tiene una acidez mayor, mientras que el agua que contiene más iones de hidróxido indica el rango básico. Este puede verse afectado por transporte de sedimentos, condiciones atmosféricas, vertimientos de origen doméstico y/o agropecuario, actividades mineras, industrias, tipo de material rocoso en el que fluye la masa de agua entre otros factores. (UCM, 2015)

Dentro de las dos campañas de monitoreo, se evidencia que el 96% de las estaciones se encuentran dentro del rango de acidez establecido por la directriz normativa de la corporación. La estación 18 (Q. Agua Hedionda), cuerpo receptor de los vertimientos de la PTAR del casco urbano del municipio de Yaguará, no cumple con el parámetro mínimo permisible, registrando niveles de acidez entre 6.73 – 6.85 en época seca y normal de manera respectiva.

**Figura 10.68. pH campañas de monitoreo cuenca río Yaguará**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Durante época normal el río Íquira en sus estaciones 14 (aguas abajo de Valencia de la Paz) y 13 (antes de su desembocadura al río Yaguará) registran valores cercanos al mínimo permisible con 7,14 y 7,29 respectivamente; escenario que alerta sobre las condiciones del río, las cuales se acercan al límite mínimo de la dispuesto por la autoridad ambiental. Los valores más altos de pH durante esta campaña los registraron el río *Mucurí* (estación 5) con 8.02 unidades y el *Rio Yaguará aguas abajo vert Íquira en la Q La Palma* (estación 3) con 7.93 unidades.

De manera general se evidencia que, para la campaña en época seca, 87% de las estaciones registraron un aumento las unidades de ph (aguas más alcalinas), a excepción de las estaciones 4 y 20 sobre el río Pedernal y Q. agua hedionda (estación 18) que disminuyeron su nivel de acidez respecto a los registros obtenidos en los mismos puntos durante la época normal. Los datos de pH más altos en la época seca, se localizan en el río *Macurí* (estación 5) con 8.72, *Río Pedernal antes de su desembocadura en el río Yaguará* (estación 19) con 8.69 y río *Pacarní antes de su desembocadura en el río Yaguará* (estación 8) con 8.63. Este aumento en la alcalinidad del agua puede deberse a la presencia de carbonatos y bicarbonatos por condiciones naturales como lavado de rocas, una elevada actividad de fotosíntesis de algas y cianobacterias o descargas de vertimientos (UDELAR, s.f)

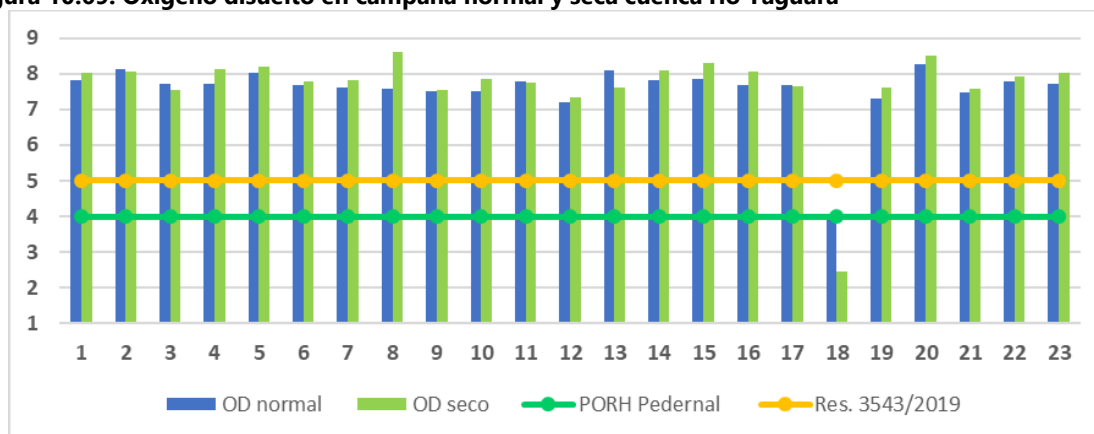
Los puntos de monitoreo que presentaron mayor fluctuación en sus registros durante las dos campañas fueron *río Íquira antes de su desembocadura al río Yaguará* (estación 13) con un aumento del pH de 7,14 a 8,44 en época normal a seca, seguido se encuentra la estación del *río Pedernal antes de su desembocadura al río Yaguará* (estación 19) con pH 7,52 a 8,69 y *río Yaguaracito parte alta en el sector Yuyos* (estación 7) con pH de 7,45 (normal) a 8,59 (seca), esta disminución del nivel de acidez en el agua puede ser relacionado con el aumento de las temperaturas .

#### 10.2.5.2. Oxígeno disuelto

Se establece como la concentración en miligramos por litro (porcentaje de saturación) que puede contener una masa de agua a una temperatura determinada. En cuerpos de agua, estos niveles suelen ser menores en la madrugada y mayores en horas de la tarde; factores naturales como altitudes elevadas, aumento de la temperatura, presencia de minerales, presencia de algas, descomposición bacteriana (presencia de heces animales y humanas) entre otros, pueden disminuir la disponibilidad de este elemento. (waterboards, s.f)

El oxígeno disuelto es un indicador de la calidad de agua y determinante para soportar la biodiversidad acuática, se considera que entre más alta es su concentración, mayor estabilidad se genera en los procesos de respiración y autodepuración (Espol, 2007). Durante las campañas de abril y julio en la cuenca el río Yaguará, se obtuvieron los siguientes registros para las 23 estaciones de monitoreo:

**Figura 10.69. Oxígeno disuelto en campaña normal y seca cuenca río Yaguará**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Como resultado de los monitoreos realizados y adhiriéndose a los valores permisibles de las normas vigentes, se evidencia que el 96% de los puntos cumplen y que para el caso particular de las estaciones (4, 19, 20, 21, 22 y 23) pertenecientes al río Pedernal y objeto de la Res. 3086 de 2019 CAM, cumplen en su totalidad superando los 4 mg/l que pide el instrumento en ambas campañas. Se identifica un tenue crecimiento de la concentración del oxígeno durante el muestreo de época seca en el 74% de las estaciones; tan solo un 26% presentaron disminución de OD de la época normal a la seca.

Los valores más altos de oxígeno disuelto registrados en la campaña normal corresponden a la estación del *Rio Pedernal aguas vertimiento de la Pequeña central hidroeléctrica - PCH* (Punto 20) con un valor de 8,28 el cual en época seca aumentó a 8,5 mg/Lt, seguidamente tenemos la estación *rio Yaguará estación Floresta* (punto 2) en donde el río ha recibido las aguas del río Íquira y cuenta con un importante caudal, registró 8,13 y una leve reducción para época seca llegando a 8,06. El valor más bajo de la campaña, se registró en la quebrada La Palma (receptor de aguas servidas del casco urbano de Íquira) con 7,19 mg/Lt; sin embargo, se encuentra dentro del rango admisible de la norma.

Para la campaña en época seca, el oxígeno disuelto con mayor registro, se encontró en el *rio Pacarní antes de entregarle sus aguas al río Yaguará* (Punto 8), este punto de monitoreo registró la mayor fluctuación entre campañas, pasando de 7,58 en época normal a 8,6 mg/Lt en época seca, seguido el *Rio Pedernal después del vertimiento de la PCH* con 8,5 mg/Lt.

La estación 18 que corresponde a la *Q. Agua Hedionda* (receptor de las aguas servidas de PTAR de casco urbano de Yaguará), es el punto de monitoreo que no cumple con los límites permisibles de la norma, registrando en época normal una cifra de (4,04 mg/Lt) y una preocupante concentración de oxígeno (2,47 mg/Lt) en época seca; cifra que se encuentra 50% por debajo del límite permisible ( $\geq 5.0$  mg/Lt) establecido por la autoridad ambiental. La disminución de la concentración de  $O_2$  en época seca, puede asociarse al consumo de oxígeno de bacterias y demás microorganismos que llevan a cabo el proceso de degradación de la carga orgánica del vertimiento.

Este punto presenta unas condiciones críticas por la alteración que genera la alta contaminante de la PTAR del municipio, generando escenarios de riesgos en la salud ambiental y comprometiendo el equilibrio del ecosistema acuático. Se evidencian fangos de color negro – grisáceo, fuertes olores por la descomposición de materia orgánica, no se evidencia diversidad acuática y es una fuente de vectores y posible proliferación de enfermedades. Este nivel tan bajo de oxígeno habla de un ambiente en condición de hipoxia, en el cual se identifica la desaparición de especies y organismos por su nivel de sensibilidad a la reducción de este elemento. (Goyenola, 2007)

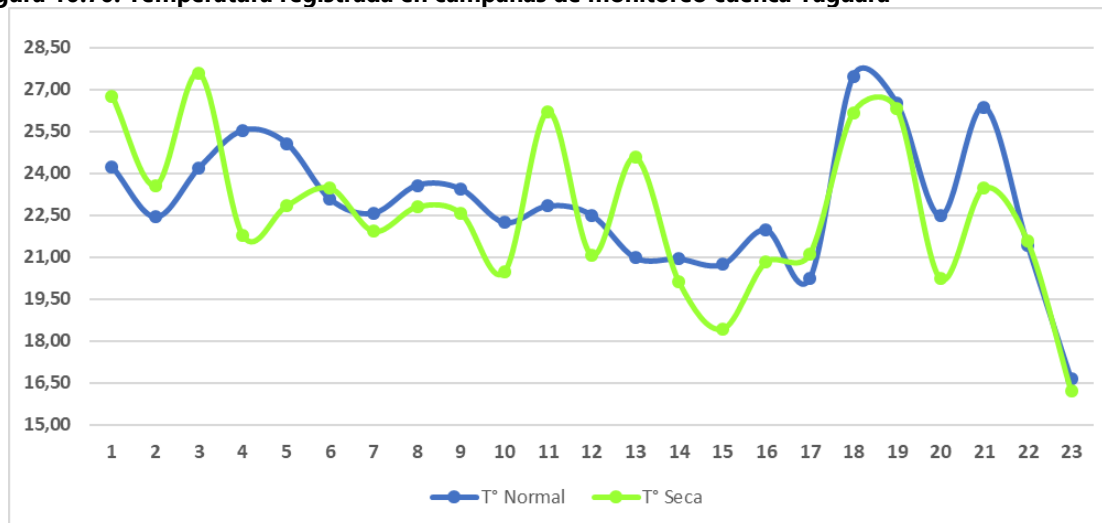
### 10.2.5.3. Temperatura

Es considerado un parámetro físico que representa la energía cinética interna promedio de las moléculas (excitación térmica resultante de la colisión de las moléculas que componen un cuerpo de agua). La temperatura interviene en múltiples procesos a saber: supervivencia y reproducción de la biodiversidad acuática, fotosíntesis, susceptibilidad de la biota a trazas de residuos tóxicos, influencia en la concentración y/o disposición de oxígeno disuelto (a mayor temperatura menor oxígeno), demanda biológica de oxígeno (DBO), solubilidad de sales en el agua entre otros aspectos. En los cuerpos de agua, la presencia o no de vegetación en las riberas tiene un grado de incidencia sobre la temperatura de la corriente



(UCM, s.f). A continuación, se plasman los resultados de los monitoreos de temperatura en campañas de aguas normales y secas en las 23 estaciones de la cuenca:

**Figura 10.70. Temperatura registrada en campañas de monitoreo cuenca Yaguará**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Los cambios de temperatura se pueden asociar a los cambios de altitud; durante la campaña normal, el registro de temperatura osciló entre los 16,63 °C en el punto 23 (*río Pedernal – bocatoma municipio de Teruel*) correspondiente a la parte alta de la cuenca y los 27,47 °C en el punto 18 (*Q. Agua Hedionda aguas abajo vertimiento de Yaguará*) localizado en la parte baja de la unidad, en parte uno de los factores que puede protagonizar esta temperatura elevada en el agua, es la presencia del vertimiento proveniente de la PTAR, donde los procesos de degradación de materia orgánica puede alterar este parámetro en las masas de agua (Ruiz et al., 2016).

En campaña de aguas bajas, la temperatura osciló entre los 16,20 °C nuevamente repitiendo la estación de la bocatoma sobre el río Pedernal en la vereda Corrales de Teruel y los 27,57°C en el punto 03 (*Rio Yaguará aguas abajo vert Iquira - Q La Palma*).

Durante la época normal, se evidencia un comportamiento constante de la temperatura en las estaciones de monitoreo; sin embargo, los picos registrados corresponden en gran parte a tres estaciones donde se vigila el impacto de la descargas residuales de cascos urbanos como son: Q. Agua Hedionda después del vertimiento del municipio de Yaguará (punto 18) con 26,17 °C, Río Pedernal después del vertimiento de casco urbano de Teruel (punto 21) con 23,47°C y de la bocatoma del distrito de riego sobre el río Pedernal (punto 4) con 21,77 °C.

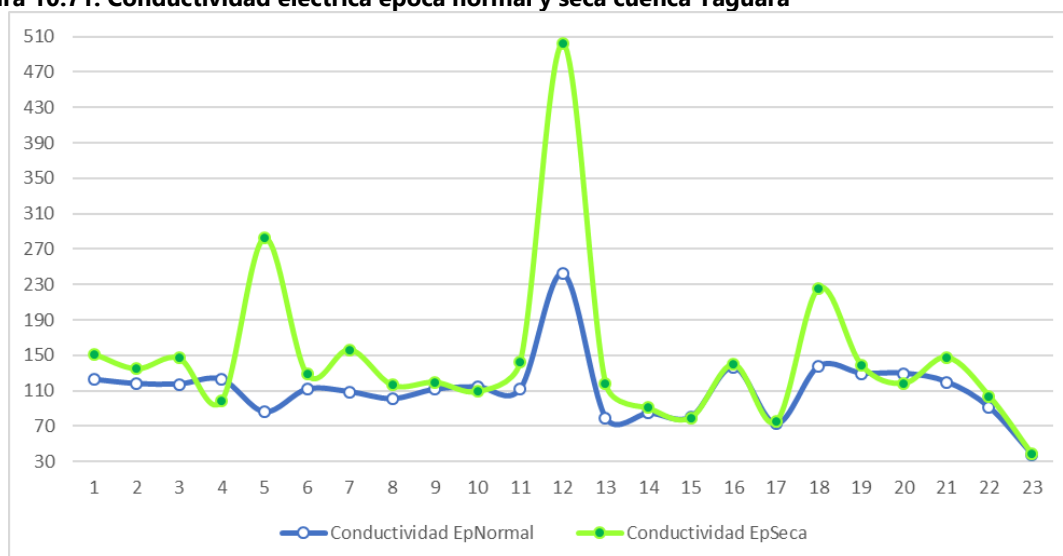
La segunda campaña se caracteriza por tener un comportamiento fluctuante, en especial un cambio drástico de temperatura (aumento respecto a la época normal) en las estaciones 3 (*Rio Yaguará aguas abajo vert Iquira - Q La Palma*), 11 (*Rio Yaguará aguas arriba vert Iquira Q La Palma*) y 13 (*Rio Iquira antes desemb R Yaguara*) y disminución respecto a la época

normal en las estaciones 4 (*Bocatoma Distrito de riego – río Pedernal*) y 15 (*Río Íquira aguas arriba Valencia La Paz*). Las estaciones que presentaron homogeneidad de registros en ambas campañas fueron punto 6, 7, 14, 17, 19, 22 y 23.

#### 10.2.5.4. Conductividad

La conductividad eléctrica (CE) como parámetro de calidad en agua, busca identificar la concentración de sales en, cuya disociación produce iones que pueden transportar corriente eléctrica; su medida es en  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a una temperatura de  $25^{\circ}\text{C}$ . La concentración de las sales en el agua, puede encontrarse supeditada a factores naturales y/o antrópicos como temperatura del agua en una relación en gran parte, directamente proporcional (en cuerpos de agua dulce la evaporación aumenta la salinidad en el agua), geología de la zona y de origen antrópico como descargas de aguas servidas de origen doméstico y/o agropecuario e industrial. La presencia de sales en el agua puede afectar su empleo para consumo humano, agrícola e influir en el equilibrio de la biodiversidad acuática. (waterboards, s.f).

**Figura 10.71. Conductividad eléctrica época normal y seca cuenca Yaguará**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

La conductividad en época normal registra un comportamiento homogéneo con pequeñas fluctuaciones en la estación 12 correspondiente a la *Q. Palma aguas abajo del vertimiento del casco urbano de Íquira*, donde se registra el dato más alto del monitoreo con una conductividad de  $242 \mu\text{S}/\text{cm}$  y el de menor escala en la estación 23 aguas arriba de la bocatoma de Teruel sobre el río Pedernal con un registro de  $37,97 \mu\text{S}/\text{cm}$ , correspondiente a la zona alta y con menor grado de intervención en la cuenca dentro de la red de monitoreo del POMCA.

Para la campaña en época seca, se identificó un aumento de la conductividad en más del 50% de las estaciones, tan solo dos estaciones registraron disminución (estación 4 y 20) y 4 presentaron homogeneidad de registro entre campañas (punto 10, 15, 16, 17 y 23). Los

mayores registros de conductividad durante el monitoreo del mes de julio, son punto 12 con  $502 \mu S/cm$ , denotando un aumento en más del 107% de conductividad respecto al registro de la campaña normal en abril, río Macurí (punto 5) con  $282,3 \mu S/cm$  registrando un aumento considerable de 227% respecto al registro de abril y punto 18 con  $226 \mu S$  y un aumento de 65% respecto al primer monitoreo.

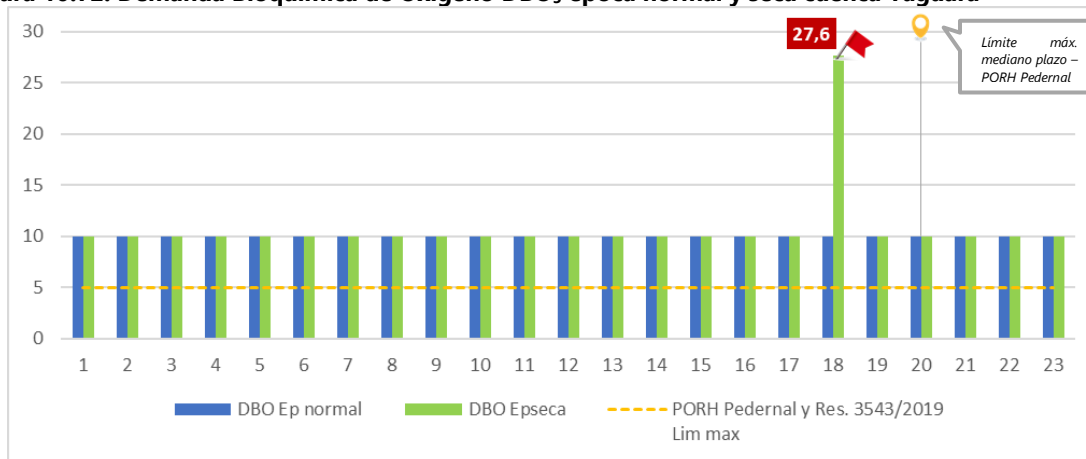
Respecto al anterior escenario, se identifica como punto crítico o de atención, el comportamiento del río Macurí (zona alta de la cuenca en el sector sur), dado que posee registros que superan zonas con influencia de actividades domésticas y urbanas, siendo que para el punto de registro, no se evidencian áreas de alta ocupación de población. De manera previa, se tiene la condición de variación estacional (temperatura), régimen de precipitación que disminuye el caudal y por tanto la capacidad de disolución de las sales; empero, el alto registro del parámetro, lleva a inducir de manera preliminar, que el cuerpo está siendo receptor de diferentes descargas que pueden originarse en actividades de índole pecuario, agrícola y/o minero principalmente.

La Q. la Palma (punto 12) y su alto registro, puede asociarse a que este pequeño cuerpo de agua, es el principal receptor de las aguas servidas del casco urbano de Íquira; vertimiento que no cuenta con ningún tipo de tratamiento dada la inexistencia de una PTAR para el municipio. Aunado a lo anterior, es una corriente con bajo caudal, baja capacidad de autodepuración frente a la descarga que recibe, la geografía agreste y con áreas de estancamiento, impiden a su vez un flujo continuo que permita y aireación del agua en esta zona. Lo anterior suscita impactos no solo frente a la calidad del cuerpo de agua y el ecosistema acuático, sino además frente al equilibrio ecosistémico y calidad de vida de los habitantes colindantes.

#### **10.2.5.5. Demanda Bioquímica de Oxígeno ( $DBO_5$ )**

Considerado uno de los parámetros más significativos en la caracterización de calidad de aguas; la DBO es la cantidad de oxígeno que consumen las bacterias, plancton, hongos y demás microbiota durante el proceso de degradación de sustancias orgánicas en el cuerpo de agua; este parámetro permite identificar el impacto en esta fauna del sistema acuático superficial receptor. Su unidad de medida son los  $mg O_2/L$  y para determinar su concentración se realiza a  $20^\circ C$  de temperatura durante 5 días. La tasa de consumo de oxígeno, se encuentra asociada a factores como acidez, temperatura, carga orgánica, microbiota presente entre otros aspectos en el agua; su relación con el oxígeno es inversamente proporcional, a mayor DBO menor disponibilidad de  $O_2$  en el cuerpo de agua. (tecnal, s.f)

**Figura 10.72. Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO<sub>5</sub> época normal y seca cuenca Yaguará**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Acorde a los registros de las dos campañas de monitoreo para el POMCA, la Demanda Bioquímica de Oxígeno presentó homogeneidad en sus registros, con valores inferiores a los 10 mg/L; sin embargo, los datos no presentan mayor detalle para identificar las estaciones que cumplen o no el límite máximo permisible de los objetivos de calidad de la autoridad ambiental, donde se establece como valor máximo los 5 mg/L. En el caso del PORH del río Pedernal, y en particular para la estación 20 de la red de monitoreo del POMCA, la cual corresponde aguas abajo del vertimiento de la pequeña central hidroeléctrica, el límite máximo para el mediano plazo (2 a 5 años) debe ser 30 mg/L.

En particular, la estación 18 (Q. Agua Hedionda Yaguará) supera en gran magnitud (quintuplica el valor máximo permisible) establecido en los objetivos de calidad de la CAM; motivo por el cual esta corriente no cumple con la normatividad legal vigente y requiere de la oportuna atención por parte de la autoridad ambiental; lo anterior, debido a que este parámetro da cuenta de un alto grado de contaminación del cuerpo por procesos de degradación de materia orgánica, originado principalmente por la descarga del vertimiento de aguas servidas del casco urbano de Yaguará en él. Escenario que permite evidenciar una baja eficiencia o nivel de remoción de la carga contaminante en estos efluentes provenientes de la PTAR del municipio; a pesar de contar con dicha infraestructura, no se cumple con la normativa ambiental.

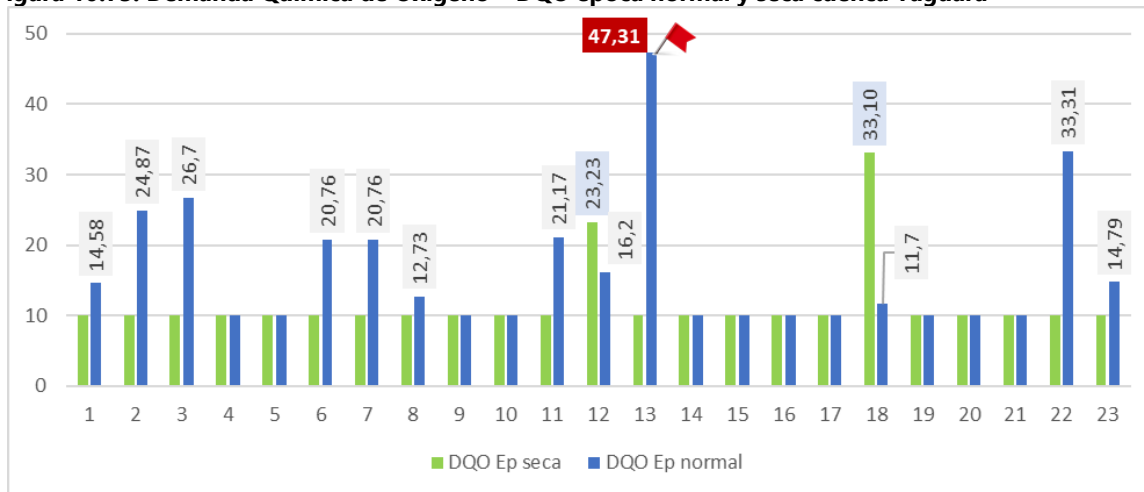
Un factor detonante de este conflicto, puede atribuirse a condiciones naturales como la alta temperatura, el bajo caudal y por tanto la baja capacidad de dilución de la carga de materia orgánica; colocando en un escenario crítico a este cuerpo de agua y sumando una serie de impactos que afectan la estabilidad del ecosistema y la salud ambiental del territorio. Los procesos de degradación de esta materia, generan fuertes olores y atracción de vectores que están repercutiendo de manera negativa en la salud de los habitantes que se encuentran asentados cerca de la quebrada.



#### 10.2.5.6. Demanda Química de Oxígeno – DQO

La Demanda Química de Oxígeno permite caracterizar junto con la DBO aguas servidas y determinar la carga contaminante que hay en ellas, la DQO engloba a la DBO y busca interpretar la tasa de consumo de oxígeno global de la muestra que se requiere para los procesos de oxidación la materia orgánica (biodegradable y no biodegradable) por medios químicos para convertirse en dióxido de carbono y agua. Su unidad de medición se expresa en mg  $O_2$ /L y su valor siempre será superior a la DBO. (tecnal, s.f)

**Figura 10.73. Demanda Química de Oxígeno – DQO época normal y seca cuenca Yaguará**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

El 48% de las estaciones de monitoreo registran homogeneidad en los datos de DQO durante la campaña en época normal y seca; particularmente para la época seca las estaciones 12 (Q. La Palma) y 18 (Q. Agua Hedionda) relacionadas con vertimientos del casco urbano de Íquira y Yaguará; poseen los registros más altos de DQO con 23,23 mg/L y 33,10 mg/L respectivamente. Durante la campaña de época normal, DQO posee tendencia al crecimiento, aunque de manera fluctuante entre la red, debido al aumento de la temperatura; el 43% de las estaciones presenta registros por encima de los 10 mg/L con valores entre los 11,7 mg/L (punto 18) y los 47,31 mg/L (punto 13). Las estaciones con los dos registros más altos en época normal fueron *Río Íquira* antes de desembocar en río Yaguará con 47,31 y el río Pedernal antes de recibir las aguas de la Q. *La María* en Teruel con 33,31 mg/L.

En cuanto al río Íquira, es importante acotar, que este cuerpo de agua el cuál nace en el límite noroccidental de la cuenca entre los municipios de Íquira y Teruel, desde su parte alta, posee una fuerte influencia en la calidad de sus aguas; la zona alta, es un área estratégica para el renglón económico agrícola, siendo el sector cafetero el de mayor peso en producción, seguido el sector pecuario, piscícola, minero y asentamientos humanos dispersos que en su gran mayoría no cuentan con sistemas de tratamiento de aguas servidas. Su parte media atraviesa centros poblados como Valencia de la Paz con más de 2000 habitantes que no cuenta con PTAP ni PTAR y en el cual, además, se presentan fenómenos

de asentamientos informales sin conexión a servicios básicos. La parte baja de la cuenca se encuentra influenciada principalmente por sector pecuario.

#### 10.2.5.7. *Coliformes fecales*

Se definen como organismos coliformes capaces de fermentar la lactosa a una temperatura de 44-45 °C. En este grupo se identifican bacterias como *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*. Principalmente su origen es fecal (intestino humano y animal – sangre caliente); sin embargo también pueden provenir de aguas servidas, suelo en descomposición y/o presencia de material vegetal, la Organización Mundial de la Salud sugiere emplear el término de "Coliformes termoresistentes". (UNMSM, s.f).

Teniendo en cuenta que los objetivos de calidad de la autoridad ambiental (Res. 3543/2019 CAM) no establece el valor permisible para el parámetro de coliformes fecales, se tomará como referente para el presente análisis comparativo, los fijados por la Res. 3086 del año 2019 que adopta el PORH río Pedernal, el cual determina como valor máximo permisible <1000 NMP/100 mL; que a su vez coincide con el parámetro de la normativa nacional (Decreto 1076 de 2015) para uso agrícola.

Durante los dos periodos de monitoreo en la cuenca, las estaciones que presentaron homogeneidad o que poseen una baja diferencia de registros entre épocas, equivalen a un 17% de la totalidad de puntos (puntos 3,16,17 y 23). Las estaciones con registros bajos de coliformes durante el muestreo corresponden principalmente a bocatoma de acueductos Q. *Hormiga* – bocatoma acueducto Valencia de la Paz (punto 16), Q. *Grande o Ibirco* – bocatoma acueducto casco urbano de Íquira (punto 17) y *Río Pedernal* – bocatoma acueducto casco urbano Teruel (punto 23).

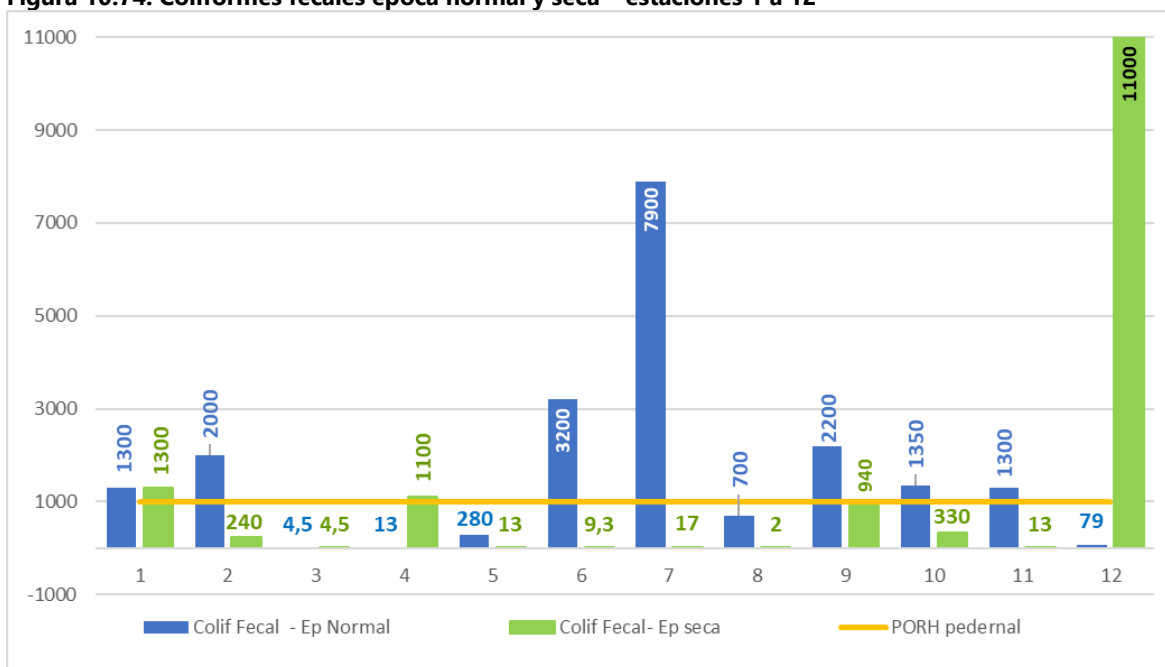
Sin embargo, a pesar de que cumplen con el parámetro, es importante enfatizar, que durante los recorridos realizados, son zonas con actividades de monocultivos como el café, ganadería, viviendas con ausencia de sistemas de saneamiento básico entre otros factores, que crecen de manera no planificada generando presión sobre el cuerpo abastecedor. Por lo tanto, es imperativo, identificar estrategias y/o mecanismos de manera consensuada entre la autoridad ambiental y los habitantes asentados en estas zonas, que permitan atender de manera oportuna los conflictos y/o actividades que amenazan la calidad y estabilidad del ecosistema, evitando así futuros escenarios de riesgo que comprometan el suministro y la salud de los habitantes que se surten de dichos cuerpos. Analizando el comportamiento del parámetro durante las dos épocas en la red de monitoreo del POMCA, las cinco estaciones que presentaron una amplia diferencia entre registros y que son punto de atención son:

**Tabla 10.10. Estaciones con mayor fluctuación de registros en la cuenca – Coliformes fecales**

Punto	Fuente	Época normal	Época seca	Tendencia
<b>P18</b>	<i>Q Agua Hedionda aguas abajo vert Yaguara</i>	28000	350.000	↑
<b>P21</b>	<i>Rio Pedernal aguas abajo vertimientos de Teruel</i>	24000	7900	↓
<b>P12</b>	<i>Q La Palma aguas abajo vert Iquira (Q La Palma)</i>	79	11000	↑
<b>P7</b>	<i>Rio Yaguaracito parte alta - yuyos</i>	7900	17	↓
<b>P6</b>	<i>Desembocadura Rio Yaguarcito</i>	3200	9,3	↓

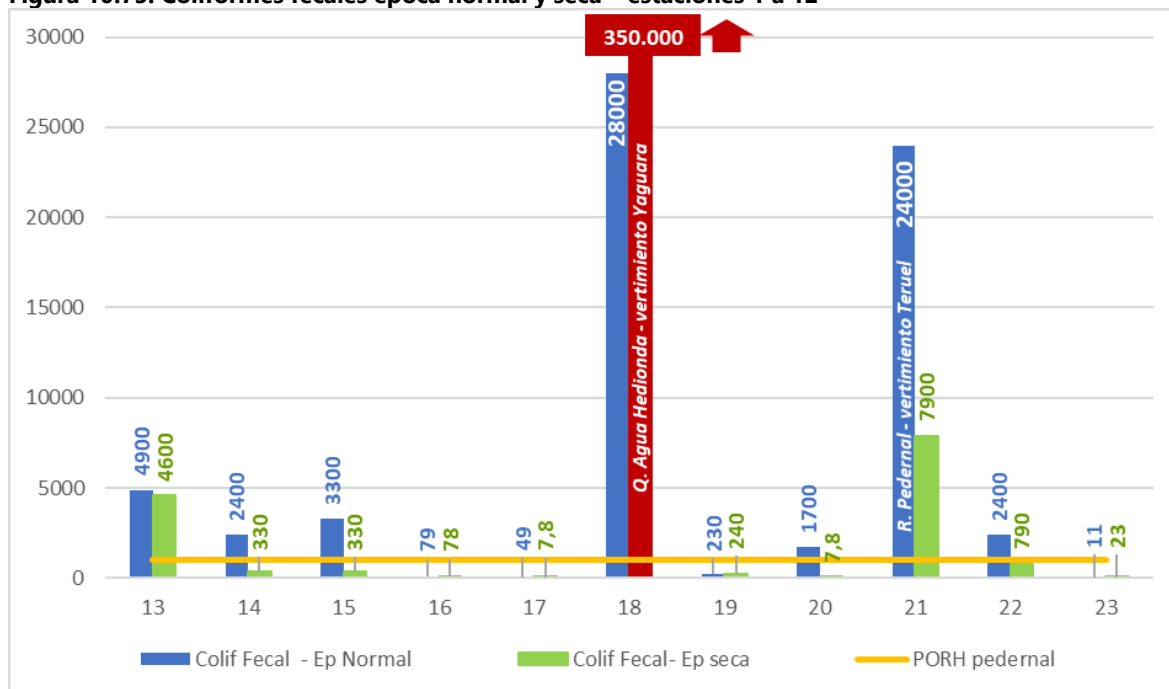
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 10.74. Coliformes fecales época normal y seca – estaciones 1 a 12**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 10.75. Coliformes fecales época normal y seca – estaciones 1 a 12**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Acorde a la Tabla 10.10, las altas precipitaciones pueden aumentar a su vez la presencia de coliformes en los cuerpos de agua, por la descarga de aguas de escorrentía, desborde de aguas servidas de los cascos urbanos y viviendas en el área rural con déficit de sistemas de tratamiento y demás vertimientos dispersos e irregulares en la cuenca. Dentro de las estaciones mencionadas anteriormente, la Q. La Palma evidenció una alta carga contaminante que puede sustentarse en los factores señalados previamente. En el caso del crecimiento exponencial de la carga de coliformes registrada en el punto 18, puede obedecer a una baja eficiencia de tratamiento de remoción de la PTAR del municipio de Yaguará.



**Figura 10.76. Punto 18 Q. Agua Hedionda – receptor de vertimiento casco urbano Yaguará**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Durante el monitoreo en época normal se registraron valores entre los 4,5 NMP/100 mL (punto 3) y los 24.000 (punto 21) - 28.000 NMP/100 mL (punto 18), siendo estas dos últimas estaciones correspondientes a vertimientos de Teruel y Yaguará respectivamente. Del total de estaciones, el 61% no cumplen con el valor máximo permisible (superando las 1000 NMP/100 mL). (ver Figura 10.74)

Para la época seca se evidencia una reducción de la carga de coliformes en los cuerpos de agua, acorde a la norma reduciendo a 26% el número de estaciones que no cumplen (puntos 4,1,13,21,12,18); los valores oscilan entre los 2 NMP/100 mL en el punto 8 ( *río Pacarní antes de desembocar en el río Yaguará*) y los 350.000 NMP/100 mL registrados en el punto 18 (*Q Agua Hedionda aguas abajo vert Yaguara*).; siendo este último un dato alarmante, dada la alta carga que la quebrada presentaba al momento del monitoreo por el vertimiento del casco urbano de Yaguará y que como se mencionó anteriormente permite evidenciar la baja eficiencia de remoción de carga contaminante de la PTAR municipal en operación.

En particular, para las metas fijadas por el PORH río Pedernal mediante Res. 3086 del año 2019, el punto 23 ( *río Pedernal – aguas arriba de la bocatoma de Teruel*) que dentro de los objetivos del PORH se identifica en el tramo I, fija como límite máximo permisible 100 NMP/100 mL, con base en los registros del monitoreo del POMCA, este punto es el único que cumple con la norma, dado que registra como máximo 23 NMP/100 mL. Respecto a los puntos 20 (*Rio Pedernal aguas vertimiento PCH*), 21 (*Rio Pedernal aguas abajo vertimientos de Teruel*), 22 (*Rio Pedernal aguas arriba Q La Maria*) no cumplen con la norma.

El estado actual de estos puntos, puede atribuirse a la fuerte presión que la corriente tolera por una amplia diversidad de actividades agrícolas (cultivos de café, piscicultura, frutícola, cacaotero, arroceros entre otros cultivos), pecuarias (ganadería, piscicultura, porcicultura entre otras), domésticas (casco urbano de Teruel sin PTAR, viviendas rurales con alto déficit de sistemas de tratamiento de aguas servidas y agropecuarias).

El punto 22 recoge principalmente la descarga de aguas servidas de origen doméstico y agropecuario de la parte alta de la cuenca, donde la comunidad señala como principal tensor, los vertimientos del sector cafetero, en época de cosecha (aguas mieles). Argumentan, que un amplio número de productores no cuenta con sistemas de tratamiento de estas aguas mieles y por tanto se inclinan por verter dichos residuos a los cuerpos de agua más cercano; esto trae consigo la proliferación de malos olores, vectores, contaminación en alto grado de quebradas y ríos y afectación la salud de quienes colindan con estos cuerpos de agua y a su vez se surten de ellos para sus actividades.

#### 10.2.5.8. Nitrógeno

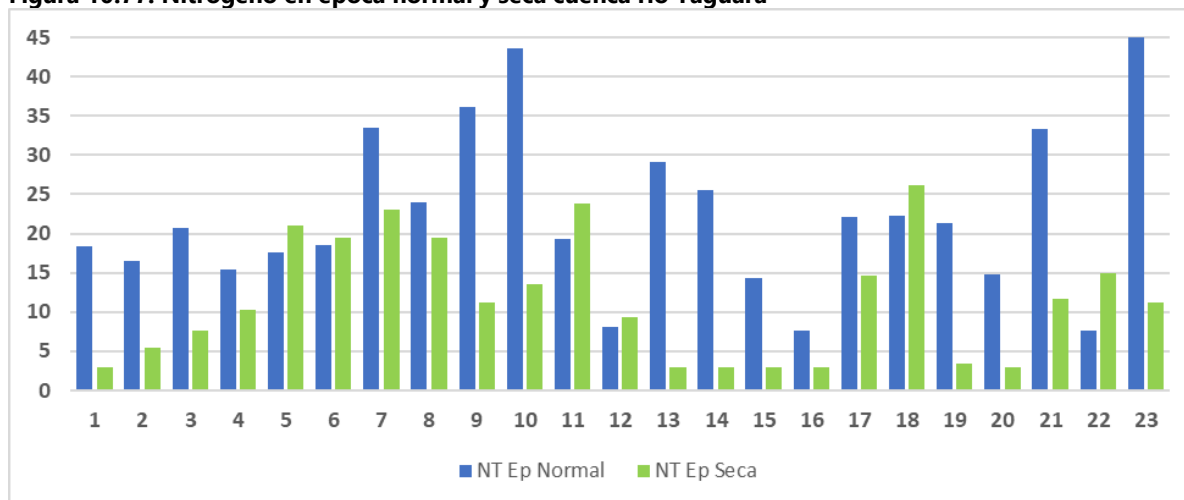
Es considerado un indicador de gran relevancia debido al su rol en los procesos de tratamiento y control en calidad de aguas. El método Kjeldahl es la técnica universal con mayor empleo para la determinación del Nitrógeno Total y se mide en mg N/ L ; en las aguas servidas se identifican diferentes clases de compuesto nitrogenado a saber: nitrógeno amoniacal, orgánico, nitratos, nitritos, entre otras. Es considerado esencial para el equilibrio ecosistémico y los procesos vitales de animales y plantas. (Del Carmen Espinosa-Lloréns et al., 2013).

Su origen puede obedecer a distintas fuentes naturales; sin embargo, su concentración ha ido en aumento y repercutido en la contaminación de los cuerpos de aguas por actividades antrópicas como vertimiento de aguas del sector pecuario, agrícolas que son de carácter disperso, así como urbanas e industriales que pueden ser de tipo más puntual (CAIB, s.f)

La ausencia de formación en el sector productivo rural sobre el uso apropiado de fertilizantes de origen orgánico y/o inorgánico, ha generado la sobreutilización del suelo y la pérdida de cobertura que desempeña un importante rol en la regulación hídrica y depuración de este tipo de compuestos.

Por lo cual las trazas de estos fertilizantes se concentran en niveles incluso tóxicos que durante eventos de precipitación y por procesos de percolación transportan y contaminan las fuentes de agua superficiales y subterráneas, causando efectos como crecimiento excesivo de algas y plantas acuáticas que a su vez obstruyen el paso de la luz en los cuerpos de agua impidiendo el proceso de fotosíntesis y consigo la reducción de las reservas de oxígeno disuelto, insumo vital para los procesos, equilibrio y supervivencia de la biodiversidad acuática (peces, invertebrados), afectando los usos del recurso para las actividades domésticas y económicas. (USGS, s.f)

**Figura 10.77. Nitrógeno en época normal y seca cuenca río Yaguará**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

El Nitrógeno evidencia un comportamiento con tendencia al decrecimiento en época seca frente a los valores registrados en época normal 74% del total de las estaciones; el crecimiento de la concentración del nitrógeno en época seca se evidenció en las estaciones 5,6,11,12,18 y 22. Para la época normal el nitrógeno se situó entre los 7,7 mg/L (puntos 16 y 22) y los 45,05 mg/L (punto 23), 26% de las estaciones superaron los 29 mg N/L y 22% por debajo de los 14,8 mg N/L. En época seca los valores oscilaron entre los 3 mg N/L en la estación 1 y los 26,18 mg N/L en la estación 18; 74% de las estaciones registraron valores inferiores a los 15 mg N/L.

Las estaciones que presentaron mayor fluctuación en registros, siendo la época normal la de mayor concentración de nitrógeno en las fuentes, fueron en orden descendente:

**Tabla 10.11. Estaciones con mayor fluctuación de registro NT , cuenca río Yaguará**

Punto	Fuente	NTotal Época normal	NTotal Época seca	Tendencia
<b>P23</b>	Rio Pedernal - Bocatoma municipio Teruel	45,05	11,18	↓
<b>P10</b>	Rio Pacarni aguas arriba Pacarni	43,54	13,53	↓
<b>P13</b>	Rio Iquira antes desemb R Yaguara	29,09	3,0	↓
<b>P9</b>	Rio Pacarni aguas abajo Pacarni	36,13	11,18	↓
<b>P14</b>	Rio Iquira aguas abajo Valencia La Paz	25,53	3,0	↓

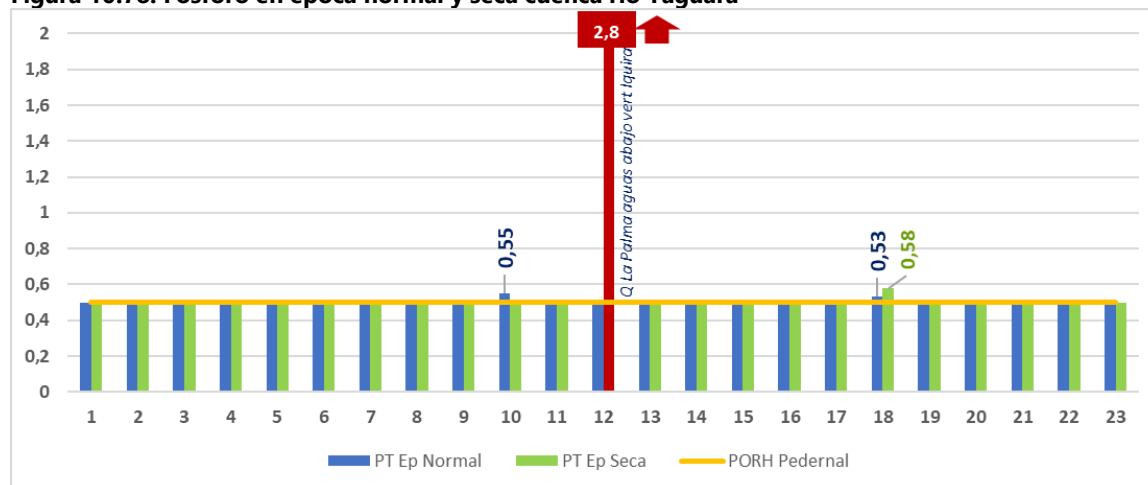
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### 10.2.5.9. Fósforo

El fósforo es un nutriente e indicador de la presencia de detergentes, heces y orina en las aguas; sin embargo, el sector agrícola y el uso inadecuado que realiza de agroquímicos (fertilizantes y pesticidas), afecta a los cuerpos de agua que son contaminados por este nutriente por procesos de escorrentía superficial y/o lixiviación, convirtiéndose en un tensor ambiental que aceleran el crecimiento y/o proliferación de algas, impidiendo el paso de la

luz y la eutrofización de los cuerpos de agua. Se considera un importante nutriente para el crecimiento de macroorganismos que revisten importancia en la estabilización del contenido de materia orgánica en las aguas residuales, se presenta frecuentemente en soluciones acuosas como ortofosfato, fosfato orgánico y polifosfato y se mide en mg P/L. (Teixeira Correia, G., Sánchez Ortiz, I. A *et al*, 2013 ) (Yan, Z., Peñuelas, J., Sardans, J., *et al*, 2016).

**Figura 10.78. Fósforo en época normal y seca cuenca río Yaguará**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

El parámetro de fósforo en la cuenca, presenta un comportamiento homogéneo en el 87% del total de las estaciones, cumpliendo con el valor máximo permisible de <0,5 mg P/L; tan solo las estaciones 10 (*río Pacarní aguas arriba de Pacarnî*), 12 (*Q La Palma aguas abajo vert Iquirá*) y 18 (*Q Agua Hedionda aguas abajo vert Yaguara*) superan dicho límite. Los aumentos de fósforo en la estación 10 y 18 son tenues; sin embargo, el registro que genera mayor alerta por superar en más de un 500% el máximo permisible, corresponde a la estación 12 (*Q. La Palma aguas abajo del vertimiento de Íquirá*), principal cuerpo receptor de los vertimientos del casco urbano del municipio de Íquirá.

Este registro establece una alarma sobre la importancia de contemplar el tratamiento de estos vertimientos domésticos municipales, dado que son el principal origen de la contaminación en este cuerpo de agua y que por su nulo tratamiento (ausencia de PTAR), genera un fuerte impacto sobre la estabilidad del ecosistema.

#### 10.2.5.10. Sólidos suspendidos totales

Los Sólidos suspendidos (SST) identifica el material mayor a 0,45 micrones, que se encuentra en suspensión en las corrientes de agua; equivale a la suma de los valores del Total de Sólidos suspendidos (SST) por punto de muestreo dividido por el número de puntos de muestreo, su medición se realiza por método volumétrico con filtro de membrana de 0,45 micrones y se expresa en mg/L. Su presencia en los cuerpos de agua obedece a varios factores como la dinámica del río, tipo de material y nivel de erosión del territorio que recorre, precipitaciones, descomposición de algas, plantas, animales, agitación de



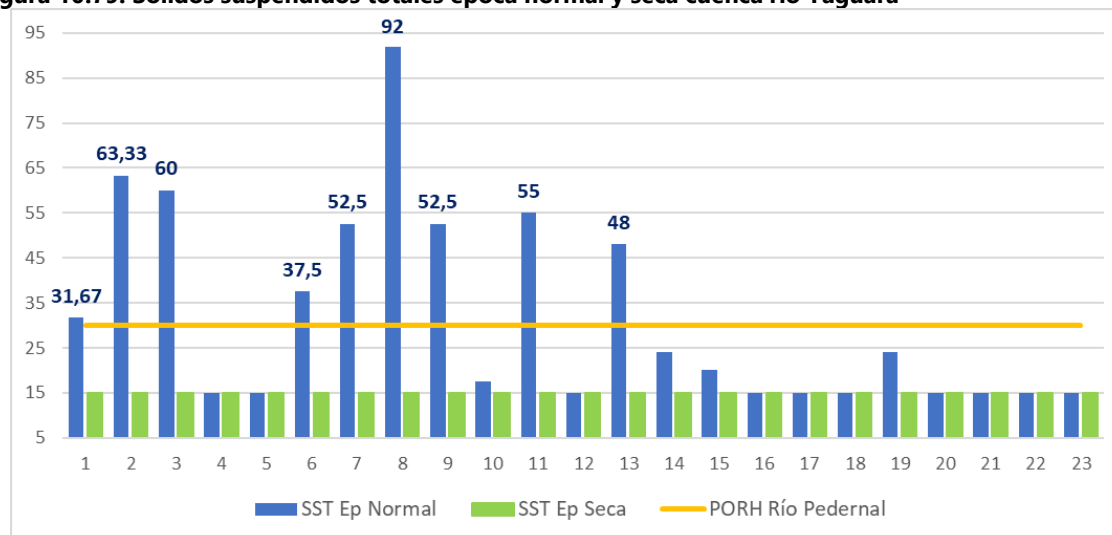
sedimentos asentados en el lecho del río (por factor natural o antrópico) y alterados por el aumento de torrencialidad, vertimientos entre otros factores. (CAN, 2005)

Los sólidos en suspensión totales, pueden repercutir en los cuerpos de agua así:

- Disminución de los niveles de oxígeno disuelto
- Aumento de temperatura en el agua afectando a los organismos
- Ralentiza los procesos de fotosíntesis al reducir el traspaso de luz en la masa de agua
- Afecta el crecimiento de plantas y la supervivencia de peces pequeños
- En cuanto a su efecto en humanos, puede ocasionar enfermedades gastrointestinales e interrumpir y/o afectar el suministro para actividades cotidianas.

A continuación, se presenta el análisis de los sólidos suspendidos totales en la cuenca:

**Figura 10.79. Sólidos suspendidos totales época normal y seca cuenca río Yaguará**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Con base en los resultados de los monitoreos en época normal y seca, se pone en evidencia un comportamiento homogéneo en el mes de julio (seca) con registros menores a los 15 mg/L; empero, la época normal presentó un comportamiento fluctuante que superó el límite máximo permisible (<30 mg/L) de la Res. 3086/2019 en un 39% del total de las estaciones saber: *Rio Yaguara - Est Hacienda Venecia* (punto1) , *Rio Yaguara - Estacion La Floresta* (punto 2), *Rio Yaguara aguas abajo vert Iquira (Q La Palma)* (punto 3), *Desembocadura Rio Yaguarcito* (punto 6), *Rio Yaguarcito parte alta – yuyos* (punto 7), *Rio Pacarní antes desembocadura R Yaguara* (punto 8), *Rio Pacarni aguas abajo Pacarni* (punto 9) , *Rio Yaguara aguas arriba vert Iquira (Q La Palma)* (punto 11) y *Rio Iquira antes desemb R Yaguara* (punto 13).

Durante los recorridos y diálogos con la comunidad, manifiestan que esta condición en los ríos se presente principalmente en época de precipitación y que pueden mantener alta

turbidez durante uno o dos días hasta retomar condiciones normales de color; sin embargo, es importante acotar que no siempre la relación entre estos dos factores es equivalente.

**Figura 10.80. Estación 1 Río Yaguara - Est Hacienda Venecia en época normal**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 10.81. Estación 2 Río Yaguara - Estación La Floresta época normal**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Los anteriores cuerpos de agua, presentaron la particularidad de tener una alta turbidez durante el muestreo en época normal, característica resultante de las altas precipitaciones que se registraron en días previos al monitoreo. Las altas precipitaciones, velocidad y creciente súbita de caudales con alta torrencialidad, son algunos de los factores que determinan el comportamiento de este parámetro durante el monitoreo realizado. Es importante acotar que la comunidad identifica como una actividad tensora, la actividad minera aluvial artesanal y con maquinaria, la cual altera el lecho de ríos como Pacarní, Yaguará, Yaguaracito y Pederal, generando un fuerte impacto sobre estos cuerpos de agua, alterando parámetros como turbidez y SST.



**Figura 10.82. Estación 8 Río Pacarní antes desembocadura R Yaguará época normal**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

### 10.3. Actividades generadoras de vertimientos

En el marco de las rutas veredales ejecutadas por el equipo profesional en la fase de diagnóstico, se indagó con la comunidad que habita la cuenca, los sistemas utilizados para el tratamiento y evacuación de aguas servidas y manejo y disposición de residuos sólidos, así como identificar las problemáticas y potencialidades de estas técnicas. A continuación, se presentan los principales aportes de la comunidad para la construcción del escenario actual del recurso y su accesibilidad:

**Tabla 10.12. Aportes ruta de calidad de agua – municipio de Íquira**

Ruta calidad de agua - municipio de Íquira	
ítem	Descripción
<b>Vertimientos</b>	<p>De acuerdo a las encuestas realizadas se observó que el 62% de las personas cuentan con pozo séptico, el 23% vierten las aguas servidas de forma directa al suelo y 15% a un afluente</p> <p>El vertimiento de los residuos generados por las actividades de agricultura (lavado de café), ganadera (heces) y la actividad minera, se identifican como los principales tensores de la calidad de agua de las corrientes, contaminando a su vez suelos y afectando la salud de los habitantes por la generación de malos olores, atracción de vectores, enfermedades gastrointestinales entre otros efectos. Esto se intensifica en época seca (septiembre-agosto).</p> <p>Aunado a lo anterior los vertimientos dispersos de origen doméstico por el déficit de sistemas de tratamiento de aguas servidas en las viviendas del área rural, también se considera una fuente importante de contaminación de las quebradas y ríos en el municipio.</p> <p>A nivel urbano la disposición de residuos se realiza mediante carro de recolección y se dispone en el relleno sanitario de la ciudad de Neiva.</p>

Ruta calidad de agua - municipio de Íquira		
ítem	Descripción	
	<b>Áreas críticas por vertimientos</b>	Vereda de Santa Lucía, San Isidro, San Francisco, San Luis, Valencia de la Paz – área rural (aguas servidas domésticas) Quebradas Micos, Río Íquira, Río San Francisco y río Callejón.
<b>Residuos sólidos</b>	De acuerdo a las encuestas realizadas en gran parte del área rural de la cuenca, no se cuenta con sistema de recolección de residuos, por lo que un 69% de las personas entrevistadas, entierran o queman. Las familias que tienen cultivos suelen compostar los residuos orgánicos lo cual representa el 35% de los encuestados, evitando así la atracción indeseada de algunos insectos.  Se identifica como principal limitante en el municipio, la disposición inadecuada de residuos sólidos y vertimientos de origen doméstico y agropecuario; siendo el área rural la más afectada. En la vía que conduce de Íquira a Ibirco, se evidenció durante el recorrido un punto de disposición de residuos peligrosos de origen agropecuario.	
	<b>Áreas críticas por residuos sólidos</b>	Valencia de la Paz, San Isidro, Chaparro y Santa Lucía.

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 10.83. Recolección de residuos en casco urbano Íquira**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



**Tabla 10.13. Aportes ruta de calidad de agua – municipio de Nátaga**

Ruta calidad de agua - municipio de Nátaga		
ítem	Descripción	
<b>Vertimientos</b>	De los habitantes entrevistados 86% cuentan con pozo séptico en su hogar, 14% vierten al suelo y a los afluentes más cercanos. Reconocen como principales actividades generadoras de vertimientos, aguas mieles del sector cafetero en época de cosecha, sector ganadero y viviendas dispersas sin pozo séptico. Adicionalmente las habitantes que cuentan con pozo séptico mencionan que por la antigüedad y mal diseño, se presentan reboses atrayendo vectores y problemas de salud.	
	<b>Áreas críticas por vertimientos</b>	Veredas Honduras, Buenavista, Orozco y San Isidro
<b>Residuos sólidos</b>	De acuerdo a las encuestas 57% de los habitantes optan por la quema y entierro de residuos al no contar con sistemas de recolección en la zona. Además 43% manifestaron realizar actividad de compostaje y reciclaje en sus hogares.	
	<b>Áreas críticas por residuos sólidos</b>	Vereda El Orozco, vereda San Isidro, vereda Buena Vista.

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Durante las visitas realizada a las veredas en jurisdicción de la cuenca para el municipio de Nátaga, se identificó como escenario crítico, la prestación del servicio de los acueductos de Honduras y Buenavista. En el primer caso, el acueducto es rudimentario con un diseño inadecuado para la población beneficiaria y su captación se encuentra adecuada de manera rudimentaria, teniendo el agua de esta fuente características viscosas con rastros d "caliche", una especie de alga color naranja que la población denomina de esta manera. Esto le otorga una viscosidad y quienes consumen el agua, afirman que un mal sabor, parecido al hierro y en ocasiones malos olores.

Aunado a lo anterior, la fuente a partir de la que captan para este pequeño acueducto, posee una fuerte presión por un amplio número de mangueras entre 1" y 2" que disminuyen el caudal considerablemente. En el anterior numeral se describe con mayor detalle la situación del acueducto.

**Figura 10.84. Bocatoma acueducto de Honduras – Nátaga**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 10.85. Estado de agua acueducto Buenavista – Nátaga al llegar a los hogares**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Respecto al acueducto de Buenavista, se evidenció que la masa de agua presente en la fuente de captación no se encuentra en condiciones óptimas para el consumo doméstico en

los hogares de la vereda; el agua tiene una coloración amarillo rojizo, viscosidad y en algunos casos residuos vegetales cuando es época de lluvia. La comunidad manifiesta como su principal problemática, el no poder hacer uso del recurso ni para consumo, ni para labores de aseo; incluso afectando la escuela. Algunas personas hierven el agua y la consumen, pero en gran parte manifiestan tener problemas gastrointestinales.

La Junta de Acción Comunal desconoce los factores naturales o antrópicos que están detonando esta característica en el agua, teniendo en cuenta que la zona de la captación se encuentra en área de reserva. Motivo por el cual solicitan ayuda para atender de manera prioritaria esta necesidad primaria en la comunidad.

**Figura 10.86. Estado del agua que llega a la escuela de Buenavista – Nátaga**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 10.14. Aportes ruta calidad de agua – municipio de Tesalia**

Ruta de calidad de agua - municipio de Tesalia		
ítem	Descripción	
<b>Vertimientos</b>	El 62% de las personas cuentan con pozo séptico, 46% vierten al suelo y un 8% a un afluente. Es importante señalar que el centro poblado de Pacarní cuenta con sistema de alcantarillado, pero vierte de manera directa sobre el río Pacarní sin ningún tipo de tratamiento previo. En esta zona de la cuenca, la comunidad señala al sector minero de oro formal e informal, como uno de los sectores que genera más impacto a los cuerpos de agua, seguido de los vertimientos del sector cafetero, ganadero y las viviendas que no cuentan con pozos sépticos.	
	<b>Áreas críticas por vertimientos</b>	Vereda Guamal, Palmito, Sinaí, Dave, Moral Yuyos, La Esperanza.
<b>Residuos sólidos</b>	54% las personas optan por la quema, 23% por el entierro de los residuos y 15% por su disposición a cielo abierto. El 46% de los entrevistados manifiestan que realizan actividades de reciclaje y compostaje.	



Ruta de calidad de agua - municipio de Tesalia	
ítem	Descripción
	Aunque se cuenta con recolección de residuos en Pacarní, el restante de veredas no cuenta con este servicio, por lo cual se ven en la obligación de disponer de la manera que menos exponga su salud dichos residuos. Manifiestan que es necesario de más rutas de recolección, campañas de capacitación y de un punto ecológico. Durante las visitas realizadas, no se evidenciaron puntos de acopio de RESPEL ni puntos ecológicos.
<b>Áreas críticas por residuos sólidos</b>	Todas las veredas de Tesalia

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 10.15. Aportes ruta calidad de agua – municipio de Yaguará**

Ruta de calidad de agua - municipio de Yaguará	
ítem	Descripción
<b>Vertimientos</b>	<p>En el área rural del municipio no se cuenta con sistemas de alcantarillado, a excepción del bajo mirador. Por lo tanto, el 83% de las personas cuentan con pozo séptico y el 17% personas vierten al suelo; el anterior escenario corresponde al área rural del municipio.</p> <p>En lo que se refiere al casco urbano, se cuenta con 3 PTAR en el municipio; empero, uno de los efluentes vierte su carga contaminante a la Q. Agua Hedionda con una muy baja tasa de remoción, generando problemas vectores, malos olores y afectación a la salud de los habitantes que colindan con este cuerpo de agua que se encuentra en el casco urbano del municipio.</p>
<b>Áreas críticas por vertimientos</b>	Veredas Arenoso, Vilu, sector Peña lisa, Upar
<b>Residuos sólidos</b>	De acuerdo a las encuestas realizadas en el área rural, no se cuenta con servicio de recolección de sólidos, por lo 67% acuden a la quema, 17% disponen a cielo abierto. La mitad de las personas entrevistadas, manifestaron realizar reciclaje y compostaje en sus hogares. El área urbana cuenta con la recolección de residuos que se disponen en el relleno sanitario de la ciudad de Neiva.
<b>Áreas críticas por residuos sólidos</b>	Vereda Arenoso, Vilu, Upar,

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 10.87. Recolección de residuos en casco urbano**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



**Figura 10.88. Disposición de residuos domésticos en área rural de la cuenca**



*Vereda Palmito, Tesalia*



*Vereda Chaparro, Íquira*



*Quema de basuras en escuela Sinaí, Teruel*

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



*Disposición de residuos sobre vía, Yaguará*

En el caso particular de Yaguará e Íquira, el equipo profesional evidenció estrategias de acopio y recolección de material RESPEL provenientes del sector agropecuario en el área rural de la cuenca. Estos puntos en el caso de Yaguará se evidenciaron en la vereda Vilú y son iniciativa del Distrito de Riego – ASOSANTANA; una apuesta a la gestión adecuada de este tipo de residuos (fertilizantes, pesticidas, herbicidas, insecticidas entre otros) con altos contenido de fosforo, sodio, potasio entre otros compuestos que generan contaminación de suelos y aguas al no ser dispuestos de manera correcta.



**Figura 10.89. Punto de acopio RESPEL (envases de agroquímicos)**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Si bien es cierto la mayoría de las veredas que hacen parte de la cuenca cuentan con un acueducto que abastece a la población del recurso hídrico, sin embargo, la infraestructura de algunos de ellos se encuentra en malas condiciones y/o sus fuentes de captación están siendo afectadas por actividad ganadera y vertimientos de aguas residuales agrícolas y domésticas, aunque fueron escasos los acueductos donde la población manifestó padecimiento de enfermedades por consumo del agua.

En cuanto a plantas de tratamiento de agua para consumo humano, son muy pocos los acueductos que cuentan con ellas, la mayoría no realiza tratamiento al agua, en algunos casos cuentan con los componentes básicos como las rejillas y desarenador. Las veredas que no disponen de un acueducto generalmente captan de nacimientos ubicados en los predios o de la fuente más cercana.

En zona rural de la cuenca por lo regular las viviendas no cuentan con sistemas para tratar las aguas residuales domésticas, entre tanto, para las aguas residuales agrícolas, en algunos predios se hayan sistemas para el tratamiento de las aguas mieles del café. Por otro lado, no cuentan con sistemas de alcantarillado, pero cabe señalar, que un gran número de viviendas tiene pozos sépticos, son muy pocas las que no cuentan con ellos.

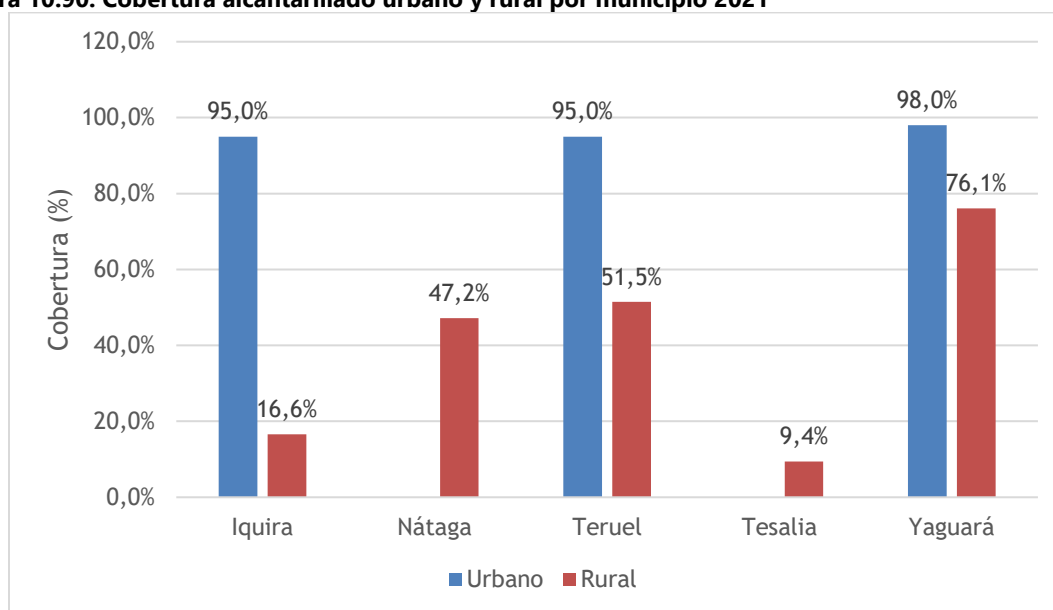
Las veredas no tienen un servicio de recolección de residuos sólidos, la forma de manejarlos es mediante la quema o el entierro. En las zonas aledañas a los cascos urbanos y en algunas quebradas se visualiza contaminación por residuos. Sin embargo, en las veredas es poco

frecuente observar residuos en las vías o predios. En la vereda Bajo Mirador de Yaguará, se encuentra instalado un punto de acopio para la recolección de residuos de agroquímicos, pero en el momento de la visita la canasta se encontraba llena, llegando al punto que ya se estaban cayendo sobre la vía, la comunidad manifestó que desde hace mucho tiempo no pasaba el camión recolector por los residuos.

#### 10.4. Manejo de vertimientos y residuos sólidos

En la evaluación del sistema de alcantarillado, se consideran las coberturas tanto en las zonas urbanas como en las rurales. En la figura siguiente, se destaca que las cabeceras municipales de Íquira y Teruel tienen coberturas del 95%, respectivamente, mientras que Yaguará alcanza un notable 98%. Por otro lado, en la zona rural, la cobertura de alcantarillado es más limitada. Teruel e Íquira registran las coberturas más bajas, con un 9,4% y un 16,6%, respectivamente, seguidos de Nátaga con el 47,2%, Teruel con el 51,5%, y Yaguará con el 76,1%.

**Figura 10.90. Cobertura alcantarillado urbano y rural por municipio 2021**



Fuente: Aguas del Huila, 2021

A continuación, se presentan algunas generalidades del sistema de alcantarillado de la cabecera de los municipios, información expuesta por el Sistema de Información Regional de la Gobernación del Huila.

**Tabla 10.16. Aspectos generales, tipo de sistema y descarga final de residuos líquidos en las cabeceras municipales 2018**

Municipio	Entidad Administradora	Suscriptores		Sanitario (Km)	Pluvial (Km)	Combinado (Km)	Sitio descarga final
		Total	Residencial				
Íquira	Empresas Públicas de Íquira S.A. E.S.P.	1129	1117			13,03	Rio Íquira
Teruel	Empresas Públicas de Teruel S.A. E.S.P.	1416	1392				Río Pedernal
Yaguará	Empresas Públicas de Yaguará S.A. E.S.P.	2033	2005		3413	16272,00	Quebrada Agua hedionda

Fuente: SIR Huila, 2018a

De los municipios que conforman la cuenca Teruel tiene 2 PTAR Y Yaguará 3 (Gobernación del Huila, 2019a, p. 169). A pesar de que existen PTAR en los municipios no todas tienen un funcionamiento óptimo en su operación, según los reportes de la Corporación Autónoma del Alto Magdalena – CAM basados en dos criterios, Carga (Concentración) de Salida PTAR (DBO5) (mg/l) y Salida de la PTAR SST (mg/l), analizadas al entrar en vigencia la Resolución 631 de 2015 (norma de vertimientos) se verifica el cumplimiento de los límites máximos permisibles a la salida de las PTAR. El estado actual de las PTARS se evidencia en la siguiente tabla:

**Tabla 10.17. Porcentaje de aguas tratadas y verificación de la Resolución 631 de 2015 sobre vertimientos**

Municipios	Aguas tratadas (%)	DQO5 (mg/l)	Cumplimiento Resolución 631/2015	SST (mg/l)	Cumplimiento Resolución 631/2015
Nátaga	97%	164,50	No Cumple	227,50	No Cumple
Teruel	68%	32,07	Cumple	<10	Cumple
		29,13	Cumple	49,00	Cumple
Yaguará	96%	78,23	Cumple	50,00	Cumple
		51,45	Cumple	36,67	Cumple
		79,80	Cumple	53,33	Cumple

Fuente: Gobernación del Huila, 2019a, p. 171

Para la gestión de los residuos sólidos se cuenta con el Relleno Sanitario Los Ángeles ubicado en vereda la Jagua, corregimiento de Fortalecillas (Neiva) y en la actualidad cuentan con permiso de operación otorgado por la CAM, los cinco municipios hacen la disposición en este relleno y su producción promedio en 2019 fue de 3.218,99 toneladas en el año. En la siguiente tabla se evidencia el volumen por municipio:



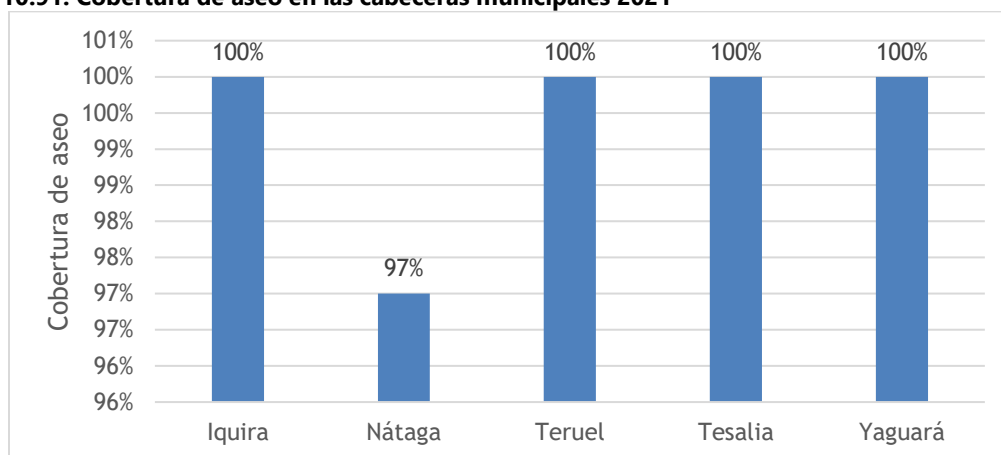
**Tabla 10.18. Volumen de disposición de residuos sólidos 2019**

Municipio	Volumen de residuos sólidos dispuestos (Ton)
Íquira	579,82
Nátaga	448,28
Teruel	537,12
Tesalia	1.388,77
Yaguará	265,00

Fuente: Gobernación del Huila, 2019a, p. 176

En lo referente a la cobertura de la prestación del servicio de aseo en la zona urbana de los municipios se presenta una cobertura del 97% en Nátaga y 100% para Íquira, Teruel, Tesalia y Yaguará. A diferencia de la zona rural donde Íquira, Teruel, Tesalia y Yaguará no realizan una disposición adecuada de los residuos en la zona rural reportado por Aguas del Huila.

**Figura 10.91. Cobertura de aseo en las cabeceras municipales 2021**



Fuente: Aguas del Huila, 2021

Como aspectos generales se evidencia que cada municipio cuenta con su propia entidad administradora para la recolección de residuos. Dichas entidades cuentan con vehículos cuya capacidad promedio es de 11,54 m<sup>3</sup>. Adicionalmente, se muestra que para el 2018 el municipio de Yaguará tiene una producción de residuos de 4.533 kg/día, siendo el municipio con mayor producción.

**Tabla 10.19. Aspectos generales y recolección del servicio de aseo en las cabeceras de los municipios 2018**

Municipio	Entidad administradora	Suscriptores		Capacidad vehículo (m <sup>3</sup> )	Residuos producidos (Kg/día)	P.P.C (Kg/día)	Residuos recolectados (Kg/día)
		Total	Residencial				
Íquira	Empresas Públicas de Íquira	1178	1143	6	1.590,00	S.I	1590
Teruel	EMPTERUEL	1435	1410	11,5	735,83	0,51	735,83
Yaguará	Empresas Públicas AAA de Yaguará S.A. E.S.P.	2165	2125	12	4.533,00	2,13	4533

Fuente: SIR Huila, 2018a

### 10.4.2. Yaguará


En cuanto a la generación de vertimientos en el municipio de Yaguará, identificados en el PSMV del municipio (Resolución 3164 del 22 de noviembre de 2019)

**Tabla 10.20. Vertimientos identificados en Yaguará**

Vertimiento nombre	Coordenadas		Fuente receptora
	Este	Norte	
Vertimiento 1	75° 30' 55,25"	2° 39' 37.67"	Represa Betania
Vertimiento 2	75° 30' 48.28"	2° 39' 44.96"	
Vertimiento 3	75° 30' 52.88"	2° 39' 56,33"	

Fuente: Resolución 3164 del 22 de noviembre de 2019 CAM

**Tabla 10.21. Estado actual del servicio de alcantarillado en casco urbano de Yaguará**

Estado actual servicio de alcantarillado – municipio de Yaguará	
<b>Cobertura</b>	83.2% de cobertura de alcantarillado en casco urbano
<b>Descripción del sistema</b>	
<p>En el Municipio de Yaguará existe una red de alcantarillado de tipo sanitario, com-puesta por tubería de 8", 10", 12", 14" y 18", además se cuenta con algunos tramos de alcantarillado pluvial, el cual se encuentra actualmente en proceso de optimización. Este sistema presenta actualmente 1.892 suscriptores en el área urbana, alcanzando una cobertura del 100%. (PSMV,2011)</p> <p>En la actualidad, el municipio de Yaguará cuenta con tres (3) plantas de tratamiento de aguas residuales de tipo biológico constituidas por Filtros Percoladores, con capacidad de tratamiento de dichas aguas residuales de 10 L/s, 25 L/s y 10 L/s descargando su efluente al Embalse de Betania. en las cuales se trata gran parte de las aguas transportadas por el sistema de alcantarillado municipal. Adicionalmente, se cuenta con cinco (5) pozos sépticos, los cuales atienden a la población ubicada en varios sectores del municipio, donde la topografía no permitía la construcción y operación óptima del sistema de alcantarillado. (PSMV,2011)</p>	
	
<p>El municipio cuenta con cuatro (4) pozos sépticos, ya que en el año 2010 el pozo séptico ubicado en el barrio el guayabal fue inhabilitado, conduciendo las aguas residuales a la PTAR No. 3, en los cuales se realiza el tratamiento de las aguas residuales generadas en algunos sectores del área urbana, estos pozos sépticos fueron instalados como sistema alternativo de tratamiento, ya que el diseño de la red de alcantarillado no permitía que éste funcionara óptimamente.</p> <p>durante el año 2006 y 2007, se construyó la primera fase del alcantarillado de aguas lluvias del casco urbano del municipio de Yaguará</p>	
<b>Principales problemáticas con la prestación del servicio</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Con respecto al tratamiento de las aguas residuales urbanas, la ubicación de la planta de tratamiento N°1 y N°2 es desfavorable para el municipio, ya que se encuentran construidas y operando muy cerca del</li> </ul>	

<b>Estado actual servicio de alcantarillado – municipio de Yaguará</b>	
<p>malecón, lo cual es causante de incomodidades a los turistas y a la población que aprovecha el embalse para actividades recreativas, deportivas y de pesca, por los olores generados y las alteraciones al paisaje. Por lo tanto, se recomienda la reubicación de estos dos sistemas de tratamiento en un solo sistema, el cual se ubicaría en un lote donde no genere alteraciones en las actividades de la población</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Adicionalmente, las plantas de tratamiento de aguas residuales que operan en el municipio presentan interrupciones en su operación debido a cortos de la energía eléctrica y cuando se realizan labores de reparación y mantenimiento en los sistemas.</li> <li>Se requiere la implementación y ejecución del Plan Maestro de acueducto y Alcantarillado, el cual articularía estos dos componentes fundamentales para el municipio, optimizando la administración y prestación de los servicios públicos y se alcanzaría una notable mejoría en la calidad de vida de la población del municipio de Yaguará.</li> <li>las plantas durante épocas de invierno se saturan, llegando al extremo de tener que parar su funcionamiento y operación.</li> </ul>	
<b>Proyectos asociados</b>	
<b>PDM</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Actualización e implementación de PGIRS</li> <li>Adecuación y licenciamiento de escombrera</li> <li>Educación en gestión de residuos domésticos y agropecuarios</li> </ul>
<b>EOT</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de módulos sanitarios: La actividad básica del programa es la construcción, suministro e instalación de un módulo sanitario que incluye los servicios de excusado, ducha y lavamanos. Este módulo está conformado por una caseta de 1.40 metros por 1.20 metros realizada en pequeños paneles prefabricados, que albergan las instalaciones de excusado y la ducha en un solo comportamiento, y el lavamanos adosado a una de las paredes exteriores del módulo. Las tuberías de acometidas serán embalsadas con materiales de PVC sin recubrimiento al exterior de los paneles.</li> <li>La ampliación de la red de alcantarillado, para la construcción de la urbanización Ciudadela San Pedro</li> <li>Construcción colectores aguas lluvias de la urbanización Ciudadela San Pedro</li> <li>La terminación y puesta en funcionamiento del biodigestor "U.A.S.B"</li> <li>Suprimir las conexiones de aguas lluvias en la red de alcantarillado, mediante la construcción de colectores de aguas lluvias.</li> <li>Dar solución al tratamiento de las aguas residuales de las viviendas, que por estar en sectores topográficamente más bajos que las plantas de tratamiento, se hace imposible su captación, contaminando directamente la quebrada La Mochila. El sistema de tratamiento que se defina para dar solución a este problema, se recomienda localizarlo en la parte más baja del barrio La Mochila, contiguo a dicha quebrada.</li> </ul>

**Tabla 10.22. Estado del servicio de recolección de residuos en Yaguará**

<b>Estado actual servicio de recolección de residuos – municipio de Yaguará</b>	
<b>Cobertura</b>	83.2% de cobertura de alcantarillado en casco urbano
<b>Descripción del sistema</b>	
<p>El servicio de recolección y disposición final de residuos sólidos alcanza una cobertura del 100%. El servicio de recolección es prestado tres veces por semana los días lunes, miércoles, y viernes a través de un carro compactador. En la actualidad Empresas Públicas A.A.A. de Yaguará S.A. E.S.P., ha elaborado la actualización del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), el cual se encuentra pendiente por adopción e iniciar nuevamente su aplicación, dentro del cual se encuentra la implementación de la separación en la fuente de los residuos sólidos generados</p>	

### Estado actual servicio de recolección de residuos – municipio de Yaguará

#### Principales problemáticas con la prestación del servicio

En materia de manejo de residuos sólidos, el municipio de Yaguará no hace separación en la fuente y no se están realizando aprovechamiento de los residuos sólidos, por lo cual es importante actualizar el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, que incluya componentes para el aprovechamiento de los mismos" (Pag 69, PDM\_2020\_Yaguará)

#### Proyectos asociados

##### EOT

- Adquisición de un vehículo recolector de basuras
- Terminación de la planta de reciclaje de residuos sólidos, localizada en la franja oriental de la vía Yaguará – Íquira.
- Capacitar y sensibilizar a la comunidad; de tal forma que en cada vivienda se realice la selección adecuada de las basuras.

**Figura 10.92. PTAR Yaguará**



Fuente: EPY, 2023



### 10.4.3. Municipio de Iquira

Estado actual servicio de alcantarillado – municipio de Iquira	
<b>Cobertura</b>	99.3% y la zona rural tan sólo llega a coberturas del 38.5% (PDM)
<b>Descripción del sistema</b>	
El sistema de alcantarillado de Iquira es de tipo sanitario con aportes de agua residual doméstica predominantemente con los aportes típicos de infiltración y conexiones erradas porcedentes de techos y patios de las casas	
Red construida entre 150 mm y 400 mm en materiales de gres (94.52%) y PVC (5.47%) con una longitud total de 10108 m, las tuberías cuentan con pendientes moderadas a altas	
Existe cobertura general del 94% en casco urbano	
El municipio no cuenta con sistema de tratamiento de aguas servidas PTAR y por lo tanto sus aguas son vertidas sin tratamiento en los siguientes puntos:	

**Tabla 10.23. Localización de vertimientos Iquira**

Punto	Receptor	Coordenada este	Coordenada Norte
<b>Vertimiento 1 El Conejo</b>	Quebrada La Palma	75° 38' 7.25"	2° 38' 36.08"
<b>Vertimiento 2 Concha</b>	Quebrada Guacharaco	75° 37' 29.84"	2° 39' 08.78"
<b>Vertimiento 3 cementerio</b>	Quebrada La Palma	75° 38' 2.65"	2° 38' 48.34"

**Figura 10.93. Localización de vertimientos Iquira**



Fuente: Informe monitoreo Aquateknika, 2022

#### Principales problemáticas con la prestación del servicio

- Deterioro de la redes y componentes del servicio de alcantarillado, debido que ya finalizó su vida útil; lo cual genera frecuentemente fugas en las redes principales.
- La operativa y utilización del acueducto viejo por parte de los usuarios; lo cual genera sobre carga en las redes de alcantarillado en especial en las principales.  
La ausencia de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales – PTAR, y por disminuir la carga contaminante
- la calidad del agua para la población del área rural en el Municipio de Iquira - Huila es preocupante ya que el 68.2% de la población no cuenta con agua potable
- Los determinantes que afectan la calidad del agua en la zona rural son: el no aislamiento de las bocatomas los cuales se ven afectados por el pastoreo de ganado y otros semovientes, contaminación por aguas mieles

Estado actual servicio de alcantarillado – municipio de Iquira	
y cereza del café, la disposición de heces fecales y por falta de baterías sanitarias, pozos sépticos. (Plan_de_Developmento_Iquira , pag 57)	
Proyectos asociados	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Optimización y ampliación de cobertura del sistema de alcantarillado</li> <li>Tratamiento y disposición final de aguas servidas al años 2027 (PTAR) con remoción del 50%</li> <li></li> </ul>	

**Figura 10.94. Vertimientos conejo y lagartija (concha) íquira**



Fuente: Informe monitoreo Aquateknika, 2022

**Tabla 10.24. Estado del servicio de recolección de residuos en Íquira**

Estado actual servicio de recolección de residuos – municipio de Íquira	
<b>Cobertura</b>	
<b>Descripción del sistema</b>	
El programa de servicio público de aseo se desarrolla en el Municipio de Íquira mediante la empresa prestadora IQUIRA S.A ESP	
<b>Servicios públicos de aseo en Íquira</b>	
Servicio	Localidad
Recolección y transporte	Área urbana y centros poblados: Valencia de la Paz y Rio Negro
Barrido, limpieza de vías y áreas públicas	Casco Urbano
Corte de césped, poda de árboles en las vías y áreas públicas.	Casco Urbano: Parque principal, Concha Acústica, La Villa, Escuelas y Colegios
Poda de árboles en las vías y áreas publicas	Casco Urbano: Parque principal, Concha Acústica, La Villa, Escuelas y Colegios
Fuente: Programa de prestación de servicio aseo, 2019	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Recolección de residuos prestada para alrededor de 1199 suscriptores los cuales comprenden el área urbana y centros poblados como Valencia de la Paz Rio Negro</li> <li>se realiza dos veces en la semana en la jornada diurna, que son los</li> <li>días lunes y jueves casco urbano y los jueves en el centro poblado de valencia de la paz y</li> <li>los 15 y 30 de cada mes va el vehículo recolector a la vereda de rio negro</li> <li>El sitio de disposición final de residuos sólidos ordinarios e inservibles, es el relleno sanitario Los Ángeles ubicado en el Municipio de Neiva –Huila,</li> </ul>	

#### Estado actual servicio de recolección de residuos – municipio de Íquira

- La empresa prestadora del servicio público de aseo estableció la actividad de barrido y limpieza en vías y áreas públicas con una frecuencia de dos o en ciertas partes hasta tres veces por semana en el área urbana del municipio. El operador barre 10,598.12 kilómetros lineales

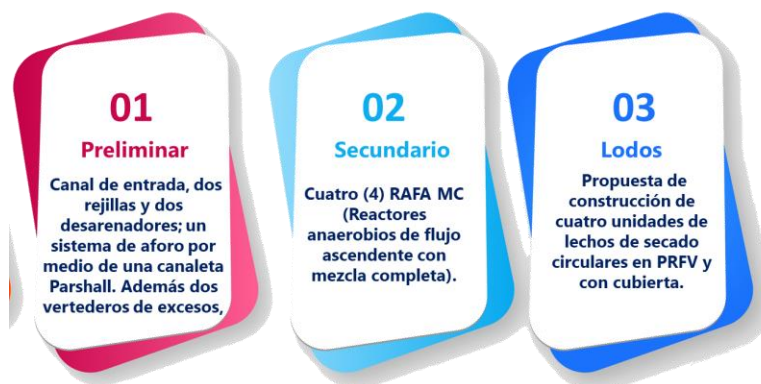
#### 10.4.4. Municipio de Teruel

##### Estado actual servicio de alcantarillado – municipio de Teruel

**Cobertura** 97% (EMPTERUEL, 2017)

##### Descripción del sistema

- El Municipio de Teruel, en la actualidad cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales en la zona occidental, convencional, en concreto que recoge aproximadamente el 70% de las aguas servidas del Municipio y su fuente receptora es el la Q. El pueblo; y un sistema de tratamiento de aguas residuales en el barrio las brisas que está conformado por 2 tanques sépticos, con sistema preliminar que recoge las aguas servidas de 30 viviendas; y su fuente receptora es el río pedernal. (EMPTERUEL, 2017)
- El tipo de tratamiento es mediante rejillas, desarenador, un reactor y un filtro anaeróbico
- La PTAR existente tiene como procesos principales de tratamiento un reactor y filtro anaerobio, con rejilla y desarenador en la entrada, trata un caudal de 20 l/s, pero tiene unas bajas eficiencias de remoción, del 20% para SST y DBO5.
- La red de alcantarillado está construido en su gran mayoría en tubería de Gres (58.48%) y PVC (40.58%), con diámetros que van desde 6" (150mm) hasta 18 (450mm) pulgadas, con una longitud total de 11.7 km.
- Cobertura de 97% equivalente a 1384 suscriptores
- Actualmente en el casco urbano del municipio se encuentran dos vertimientos. Uno de ellos y el principal siete drena aproximadamente el 98% de las aguas residuales del casco urbano. Existe un segundo vertimiento que tiene lugar en el Barrio Las Brisas, que corresponden a unas manzanas ubicadas en el sector de expansión, entre el cruce de la vía sobre el Río Pedernal y el sector del Barrio Las Mercedes.



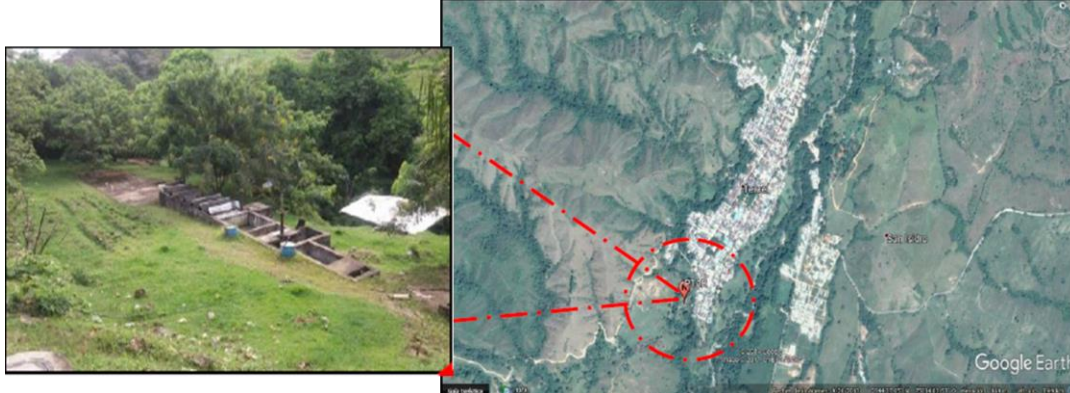
**Tabla 10.25. Localización de PTAR y STAR Teruel**

Punto	Coordenada este	Coordenada Norte	Altura
PTAR	75° 34' 13.52"	02° 44' 11.76"	836
STAR	75 33' 57.35"	02°44 31.38"	857



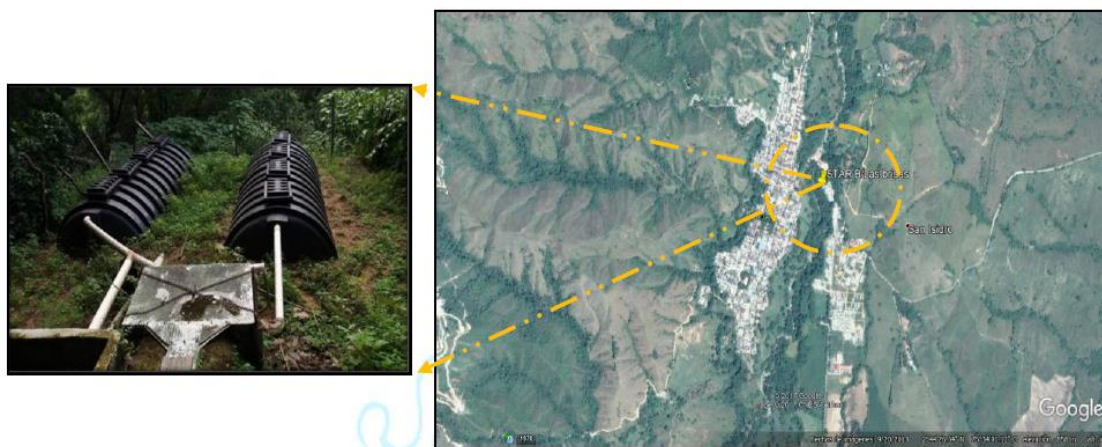
**Estado actual servicio de alcantarillado – municipio de Teruel**

**Figura 10.95. Localización de PTAR Teruel**



Fuente: EMPTERUEL, 2017

**Figura 10.96. Localización STAR**



Fuente: EMPTERUEL, 2017

**Tabla 10.26. Localización de vertimientos Teruel**

Punto	Coordenada este	Coordenada Norte
<b>PTAR Zona Occidente</b>	075° 34' 14.4"	02° 44' 11.5"
<b>Sistema de tratamiento B/Las brisas</b>	075° 33' 57.5"	02° 44' 31.1"

Fuente: EMPTERUEL, 2017



**Figura 10.97. Vertimientos PTAR (izquierda) y STAR (derecha)**



Fuente: EMPETERUEL, 2017

**Tabla 10.27. Estado del servicio de recolección de residuos en Teruel**

Estado actual servicio de recolección de residuos – municipio de Teruel	
<b>Cobertura</b>	
<b>Descripción del sistema</b>	
El programa de servicio público de aseo, se desarrolla en el Municipio de Íquira mediante la empresa prestadora IQUIRA S.A ESP	
<b>Servicios públicos de aseo en Teruel</b>	
Servicio	Localidad
Recolección y transporte	Área urbana y centros poblados: Valencia de la Paz y Rio Negro
Barrido, limpieza de vías y áreas públicas	Casco Urbano
Corte de césped, poda de árboles en las vías y áreas públicas.	Casco Urbano: Parque principal, Concha Acústica, La Villa, Escuelas y Colegios
Poda de árboles en las vías y áreas publicas	Casco Urbano: Parque principal, Concha Acústica, La Villa, Escuelas y Colegios

Fuente: Programa de prestación de servicio aseo, 2019

- Recolección de residuos prestada para alrededor de 1199 suscriptores los cuales comprenden el área urbana y centros poblados como Valencia de la Paz Rio Negro
- se realiza dos veces en la semana en la jornada diurna, que son los
- días lunes y jueves casco urbano y los jueves en el centro poblado de valencia de la paz y
- los 15 y 30 de cada mes va el vehículo recolector a la vereda de rio negro
- El sitio de disposición final de residuos sólidos ordinarios e inservibles, es el relleno sanitario Los Ángeles ubicado en el Municipio de Neiva –Huila,

**Estado actual servicio de recolección de residuos – municipio de Tuerel**

- La empresa prestadora del servicio público de aseo estableció la actividad de barrido y limpieza en vías y áreas públicas con una frecuencia de dos o en ciertas partes hasta tres veces por semana en el área urbana del municipio. El operador barre 10,598.12 kilómetros lineales

## 10.5. Índice de calidad de agua

El índice de calidad físico-química del agua (ICA) es un indicativo de las condiciones de calidad física, química y microbiológica de las corrientes y cuerpos de agua. El indicador permite identificar problemas de contaminación en un punto determinado, para un intervalo de tiempo específico. Permite representar el estado en general del agua y las posibilidades o limitaciones para determinados usos en función de variables seleccionadas, mediante ponderaciones y agregación de variables físicas, químicas y microbiológicas (IDEAM, 2013)

### 10.5.1. Metodología de cálculo

El índice de calidad del agua es el valor numérico que califica, en una de cinco categorías, la calidad del agua de una corriente superficial con base en las mediciones obtenidas para un conjunto de siete variables, registradas en una estación de monitoreo  $j$  en el tiempo  $t$ .

El índice de calidad del agua es una expresión agregada y simplificada, sumatoria aritmética equiponderada de varias variables:

$$ICA = \sum_{i=1}^n (w_i \cdot I_i)$$

Donde,  $I_i$ : valor calculado de la variable  $i$  (obtenido de aplicar la curva funcional o ecuación de conversión correspondiente

$w_i$ : ponderación de cada variable obtenida a partir de la tala

**Tabla 10.28. Variables involucradas en cálculo ICA**

Variable	Expresada como	Peso de importancia
Oxígeno disuelto	% saturación	0.16
Sólidos en suspensión	mg/L	0.14
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	0.14
Conductividad Eléctrica	µs/cm	0.14
Relación N Total/P Total	mg/L/ mg/L	0.14
pH	Unidades de pH	0.14
Coliformes Fecales	UFC/ 100 ml	0.14

**Tabla 10.29. Categorías de descripción del ICA**

Categorías de valores que puede tomar el indicador	Calificación de la calidad del agua	Senal de Alerta
0.00 – 0.25	Muy mala	Rojo
0.26 – 0.50	Mala	Naranja
0.51 – 0.70	Regular	Amarillo
0.71 – 0.90	Aceptable	Verde
0.91 – 1.00	Buena	Azul

Fuente: IDEAM, 2013.

## 10.5.2. Resultados de evaluación del ICA

### 10.5.2.1. Condiciones hidroclimáticas normales

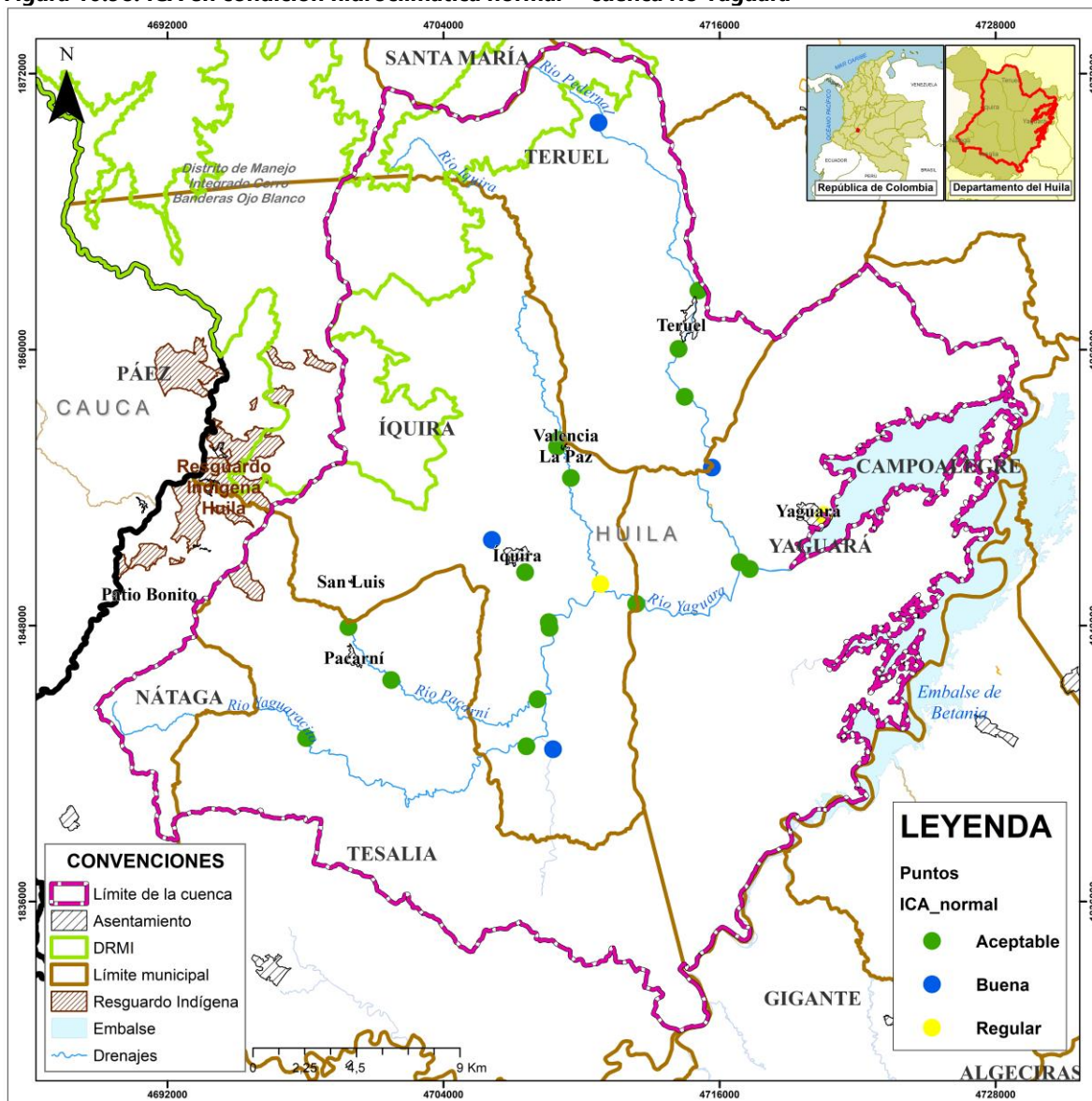
Las estaciones monitoreadas en la cuenca del río Yaguará, arrojaron el siguiente índice de calidad de agua para época normal (marzo – abril )

**Tabla 10.30. Resultados ICA condición normal**

ID	COORD_X	COORD_Y	NOMBRE	ICA (Cond. Normal)
1	4717315,35	1850457,93	Rio Yaguara - Est Hacienda Venecia	Aceptable
2	4712378,08	1848947,55	Rio Yaguara - Estacion La Floresta	Aceptable
3	4708580,39	1848149,73	Rio Yaguara aguas abajo vert Iquira (Q La Palma)	Aceptable
4	4715673,40	1854869,05	Bocatoma municipio Yaguara (R Pedernal)	Buena
5	4708765,75	1842625,56	Rio Macuri	Buena
6	4707608,24	1842750,64	Desembocadura Rio Yaguarcito	Aceptable
7	4698031,89	1843109,09	Rio Yaguarcito parte alta - yuyos	Aceptable
8	4708091,72	1844792,26	Rio Pacarni antes desembocadura R Yaguara	Aceptable
9	4701728,82	1845628,88	Rio Pacarni aguas abajo Pacarni	Aceptable
10	4699874,33	1847933,24	Rio Pacarni aguas arriba Pacarni	Aceptable
11	4708612,12	1847900,38	Rio Yaguara aguas arriba vert Iquira (Q La Palma)	Aceptable
12	4707553,02	1850322,51	Q La Palma aguas abajo vert Iquira (Q La Palma)	Aceptable
13	4710825,85	1849804,93	Rio Iquira antes desemb R Yaguara	Regular
14	4709541,00	1854418,00	Rio Iquira aguas abajo Valencia La Paz	Aceptable
15	4709016,65	1856079,55	Rio Iquira aguas arriba Valencia La Paz	Aceptable
16	4708937,05	1855773,50	Q La Hormiga antes desemb Rio Iquira	Aceptable
17	4706107,66	1851723,03	Q Grande - Bocatoma municipio Iquira	Buena
18	4720528,79	1852805,78	Q Agua Hedionda aguas abajo vert Yaguara	Regular
19	4716876,90	1850754,56	R Pedernal antes desemb R Yaguara	Aceptable
20	4714487,18	1857947,84	Rio Pedernal aguas vertimiento PCH	Aceptable
21	4714223,68	1860029,75	Rio Pedernal aguas abajo vertimientos de Teruel	Aceptable
22	4715086,33	1862569,82	Rio Pedernal aguas arriba Q La Maria	Aceptable
23	4710741,12	1869873,40	Rio Pedernal - Bocatoma municipio Teruel	Buena

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 10.98. ICA en condición hidroclimática normal - cuenca río Yaguará**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Como resultado del monitoreo realizado en época normal, se evidencia que el 74% de las estaciones presenta ICA en categoría aceptable, seguido de un 17.4% en categoría buena ubicada en las estaciones (4, 5, 17 y 23). Las estaciones que no presentaron un índice favorable durante el monitoreo, fueron Río Iquira antes desemb R Yaguara (estación 13) y Q Agua Hedionda aguas abajo vert Yaguara (estación 18). La primera de ellas se encuentra en una zona con alta influencia de actividades pecuarias, lo cual puede asociarse a las altas precipitaciones y lavado de suelo; la segunda corresponde al vertimiento del efluente PTAR del casco urbano de Yaguará.



### 10.5.2.2. Condiciones hidroclimáticas secas

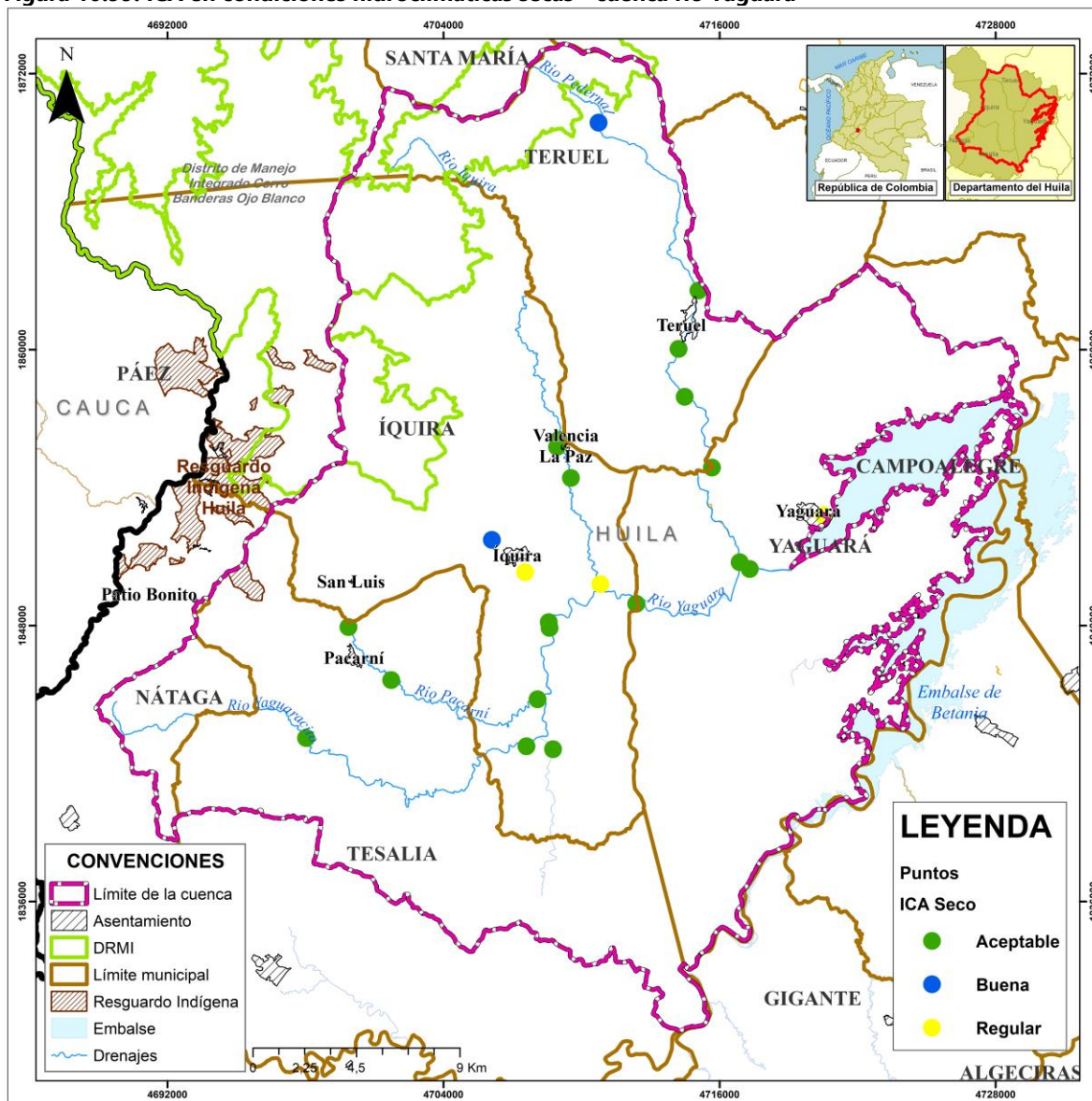
Las estaciones monitoreadas en la cuenca del río Yaguará, arrojaron el siguiente índice de calidad de agua para época seca (julio) fueron:

**Tabla 10.31. Resultados ICA condición seca**

ID	COORD_X	COORD_Y	NOMBRE	
1	4717315,35	1850457,93	Rio Yaguara - Est Hacienda Venecia	Aceptable
2	4712378,08	1848947,55	Rio Yaguara - Estacion La Floresta	Aceptable
3	4708580,39	1848149,73	Rio Yaguara aguas abajo vert Iquira (Q La Palma)	Aceptable
4	4715673,40	1854869,05	Bocatoma municipio Yaguara (R Pedernal)	Aceptable
5	4708765,75	1842625,56	Rio Macuri	Aceptable
6	4707608,24	1842750,64	Desembocadura Rio Yaguarcito	Aceptable
7	4698031,89	1843109,09	Rio Yaguarcito parte alta - yuyos	Aceptable
8	4708091,72	1844792,26	Rio Pacarni antes desembocadura R Yaguara	Aceptable
9	4701728,82	1845628,88	Rio Pacarni aguas abajo Pacarni	Aceptable
10	4699874,33	1847933,24	Rio Pacarni aguas arriba Pacarni	Aceptable
11	4708612,12	1847900,38	Rio Yaguara aguas arriba vert Iquira (Q La Palma)	Aceptable
12	4707553,02	1850322,51	Q La Palma aguas abajo vert Iquira (Q La Palma)	Regular
13	4710825,85	1849804,93	Rio Iquira antes desemb R Yaguara	Regular
14	4709541,00	1854418,00	Rio Iquira aguas abajo Valencia La Paz	Aceptable
15	4709016,65	1856079,55	Rio Iquira aguas arriba Valencia La Paz	Aceptable
16	4708937,05	1855773,50	Q La Hormiga antes desemb Rio Iquira	Aceptable
17	4706107,66	1851723,03	Q Grande - Bocatoma municipio Iquira	Buena
18	4720528,79	1852805,78	Q Agua Hedionda aguas abajo vert Yaguara	Regular
19	4716876,90	1850754,56	R Pedernal antes desemb R Yaguara	Aceptable
20	4714487,18	1857947,84	Rio Pedernal aguas vertimiento PCH	Aceptable
21	4714223,68	1860029,75	Rio Pedernal aguas abajo vertimientos de Teruel	Aceptable
22	4715086,33	1862569,82	Rio Pedernal aguas arriba Q La Maria	Aceptable
23	4710741,12	1869873,40	Rio Pedernal - Bocatoma municipio Teruel	Buena

Como resultado del monitoreo realizado en época normal, se evidencia que el 78% de las estaciones presenta ICA en categoría aceptable, seguido de un 8.7% en categoría buena ubicada en las estaciones Q Grande - Bocatoma municipio Iquira (estación 17) y Rio Pedernal - Bocatoma municipio Teruel (estación 23) dadas la baja presión de actividades antrópicas en la zona y el nivel de protección de los afluentes en estos puntos, además de corresponder a puntos de captación (bocatomas) de los municipios de Iquira y Teruel. Frente al monitoreo en época normal se evidencia el aumento de estaciones con categoría ICA regular con un 13% en estaciones como Q La Palma aguas abajo vert Iquira (Q La Palma) que corresponde a uno de los vertimientos del casco urbano de Iquira, se mantienen las estaciones Rio Iquira antes desemb R Yaguara y Q Agua Hedionda aguas abajo vert Yaguara (correspondientes a vertimientos de Iquira y Teruel).

**Figura 10.99. ICA en condiciones hidrológicas secas - cuenca río Yaguará**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

## 10.6. Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua

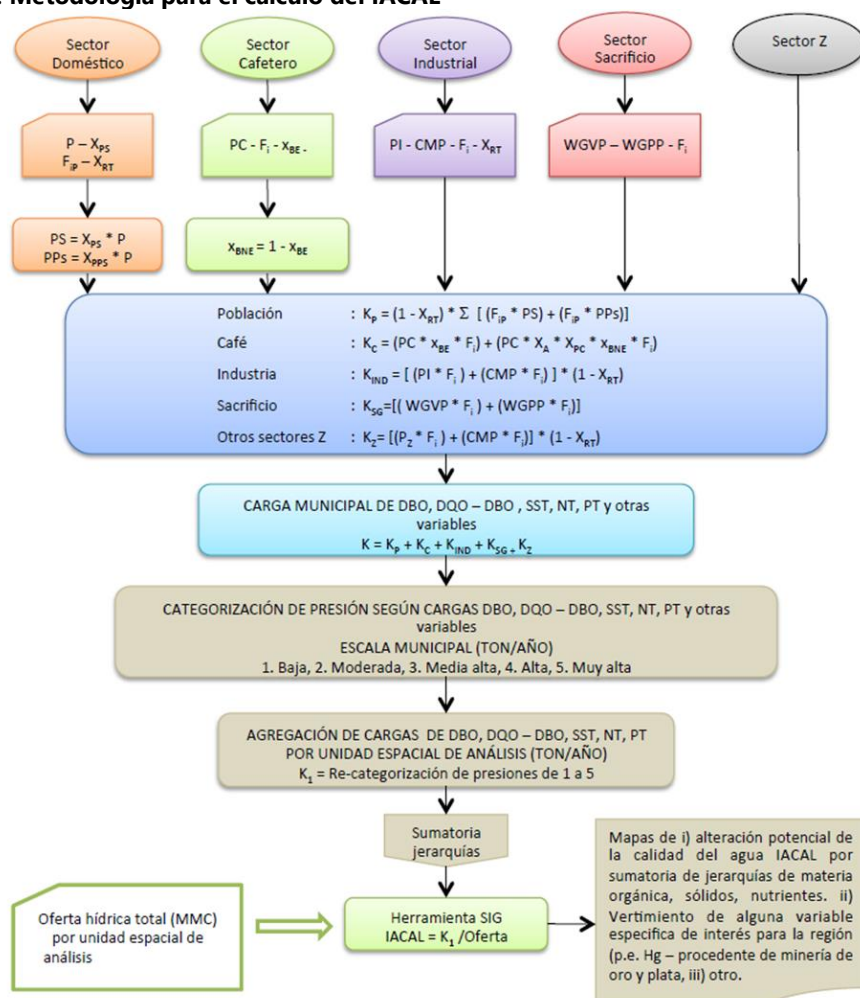
El Índice de alteración potencial de la calidad del agua es el valor numérico que califica, en una de cinco categorías, la razón existente entre la carga de contaminante que se estima recibe una subzona hidrográfica  $j$  en un período de tiempo  $t$  y la oferta hídrica superficial, para año medio y año seco, de esta misma subzona hidrográfica estimada a partir de una serie de tiempo.

En la medida que se incrementan las cargas vertidas por los diferentes sectores, se reduce la capacidad natural de autodepuración del sistema hídrico superficial que las recibe, se pierde su aptitud para ciertos usos específicos y se afecta la calidad de los beneficios ambientales que prestan estos sistemas hídricos.

### 10.6.1. Metodología de cálculo

Para la generación del indicador de alteración potencial de la calidad de agua (IACAL) como referente de la presión sobre las condiciones de calidad de agua en los sistemas hídricos superficiales del país con base en variables representativas. Este indicador, además de las estimaciones de actividades para DBO, incluye las variables de demanda química de oxígeno (DQO), sólidos suspendidos totales (SST), nitrógeno total (NT) y fósforo total (PT). La metodología para el cálculo del IACAL se resume en la Figura 10.100, para la cual se tomaron las presiones por carga contaminante determinadas en la sección correspondiente de este capítulo.

**Figura 10.100. Metodología para el cálculo del IACAL**



Fuente: IDEAM (2013)

Para la categorización de la presión de cada una de las variables de calidad, se emplearon los rangos definidos por el IDEAM (2011) en su ficha metodológica para la elaboración del indicador.

#### **10.6.2. Resultados de la evaluación del IACAL**

La evaluación de la Alteración Potencial de la Calidad del Agua para la cuenca del río Yaguará dio como resultado niveles muy altos de alteración potencial de la calidad del agua en toda la unidad hidrográfica, basado esencialmente en la presión ejercida por los diferentes contaminantes que son vertidos a la Cuenca en condiciones no adecuadas -sin tratamiento o con tratamiento insuficiente. Esta situación se mantiene tanto en condiciones hidroclimáticas normales como secas; sin embargo, la dinámica del flujo del agua en esta cuenca, con altas pendientes en su parte alta y una fuerza torrencial importante, hace que las cargas contaminantes sean rápidamente transportadas hacia el embalse Betania y el río Magdalena, diluyéndose considerablemente. Esto significa que, eventualmente, podría encontrarse alguna reducción en el valor del ICA en el mediano o largo plazo, lo cual será tenido en cuenta para la construcción del componente programático en la última fase de formulación del POMCA.





Tabla 10.32. Alteración potencial de la calidad del agua en condición hidroclimática normal

MICROCUCENCA	PRESIÓN POR CONTAMINANTE (t/MMC)					IACAL AÑ NORMA
	DBO5	DQO-DBO	SST	NT	PT	
2108-0100	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0201	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0202	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0203	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0204	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0205	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0301	Muy Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0302	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0303	Muy Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0304	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0305	Muy Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0401	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0402	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0403	Alta	Alta	Muy Alta	Alta	Alta	Alta
2108-0404	Muy Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0405	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0501	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0502	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0503	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0504	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0505	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0601	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0602	Muy Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0603	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0604	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0605	Muy Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0606	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0701	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0702	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0703	Muy Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0704	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0705	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0706	Muy Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0801	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0802	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0803	Muy Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0901	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0902	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0903	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0904	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-1001	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-1002	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-1003	Muy Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-1101	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-1102	Muy Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-1103	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta

**Tabla 10.33. Alteración potencial de la calidad del agua en condición hidrológica seca**

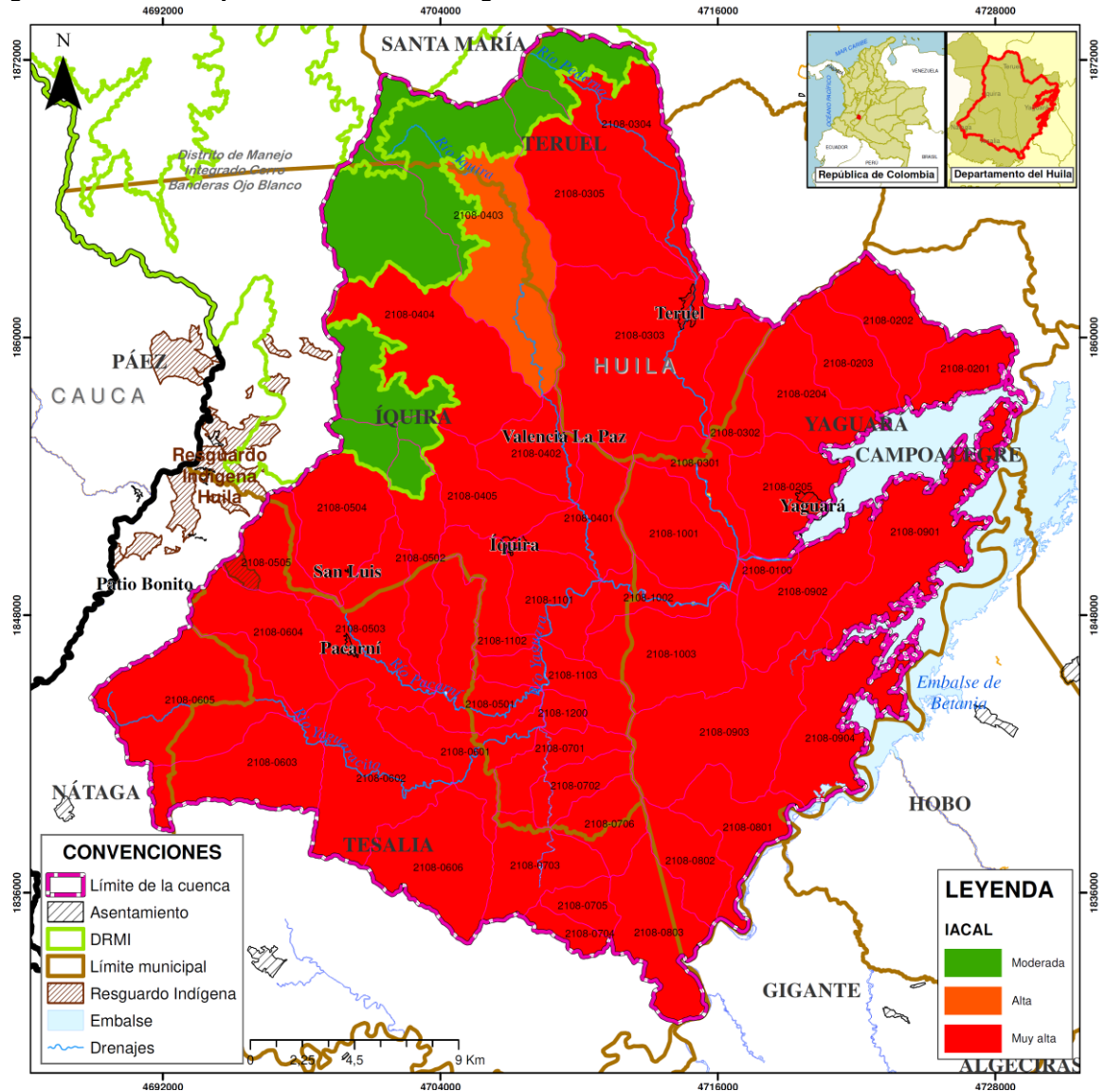
MICROCUEENCA	PRESIÓN POR CONTAMINANTE AÑO SECO (t/MMC)					IACAL AÑO SECO
	DBO5	DQO-DBO	SST	NT	PT	
2108-0100	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0201	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0202	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0203	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0204	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0205	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0301	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0302	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0303	Muy Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0304	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0305	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0401	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0402	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0403	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Alta	Alta
2108-0404	Muy Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0405	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0501	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0502	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0503	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0504	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0505	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0601	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0602	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0603	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0604	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0605	Muy Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0606	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0701	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0702	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0703	Muy Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0704	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0705	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0706	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0801	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0802	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0803	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0901	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0902	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0903	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-0904	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-1001	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-1002	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-1003	Muy Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-1101	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-1102	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta



MICROCUECA	PRESIÓN POR CONTAMINANTE AÑO SECO (t/MMC)					IACAL AÑO SECO
	DBO5	DQO-DBO	SST	NT	PT	
2108-1103	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2108-1200	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta

Acorde con los resultados obtenidos, la cuenca del río Yaguará es muy vulnerable a la alteración potencial de la calidad del agua y esto obedece principalmente a la contaminación que se genera en la cuenca, tanto por las descargas de las cabeceras urbanas y centros poblados con sistemas de tratamiento deficientes o inexistentes, así como a las actividades agropecuarias que se desarrollan en la cuenca. En este sentido, la capacidad de autodepuración de los cuerpos hídricos se puede ver reducida a futuro, así como su aptitud para los usos estipulados por la autoridad ambiental, por lo que es necesario garantizar el cumplimiento de los objetivos de calidad en las zonas destinadas al abastecimiento para consumo humano.

Figura 10.101. IACAL para la cuenca del río Yaguará



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022., 2023



## 11. CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS

### 11.1. Introducción

El conocimiento del componente suelo de una cuenca hidrográfica es esencial en el proceso de ordenamiento de su territorio no solo porque este recurso es uno de los integrantes fundamentales de los ecosistemas y el soporte de la biodiversidad, sino porque se constituye en indicador eficiente del éxito y/o de las equivocaciones del hombre en el manejo del entorno físico – biológico; por lo tanto, el Estudio de Capacidad de Uso de la Tierra de la cuenca del río Yaguará, debe de concebirse como una herramienta de toma de decisiones, al considerar los datos aportados como propuestas que permitan reducir el sobreuso del recurso suelo y con ello estabilizar a mediano plazo el manejo de los recursos naturales.

El suelo es un teatro de la vida en sus múltiples manifestaciones y su formación, como su modelo de distribución en la superficie de la corteza terrestre están estrechamente relacionados con los demás componentes de la hoya de captación del río Yaguará particularmente con aquellos que fungen como factores activos y pasivos de la edafogénesis (el clima, la topografía, los materiales geológicos – rocas/sedimentos, las coberturas vegetales y otros organismos vivos).

Dado que el suelo es el soporte y uno de los constituyente fundamentales de todos los sistemas ecológicos, y que es a su vez uno de los ecosistemas que más se encuentra sometido a la acción antrópica y que este a su vez se constituye de un mosaico de poblaciones edáficas con características internas (morfológicas, físicas-químicas y biológicas) y externas (pendiente, material parental, clima, cobertura), es necesario conocer su edafodiversidad, para evaluar sus propiedades, con el fin de racionalizar su uso y propender por su conservación.

La evaluación de tierras realizada en la cuenca del río Yaguará mediante la implementación de la metodología de capacidad de uso agrupa las unidades de tierras que tienen las mismas limitaciones para su uso y a su vez respuestas similares a las prácticas de manejo y conservación.

El objetivo fundamental de esta agrupación, se centra en que los usos agrícolas, pecuarios, forestales y de conservación no sólo se lleven a efecto en tierras con esas aptitudes, sino que se desarrollen sin degradarlas, lo que significa que los programas del sector agropecuario y los usos dados a las tierras por los instrumentos del ordenamiento municipal deben ceñirse estrictamente a los postulados de un desarrollo sostenible.

Por lo mencionado es que se debe entender que este tipo de estudios permiten generar la información en procesos como el ordenamiento territorial y ambiental de una cuenca hidrográfica, una región y/o municipio y, por tanto, es el punto de partida para establecer los criterios técnicos que orientaran el desarrollo y manejo de los recursos naturales.

## **11.2. Objetivos**

### **11.2.1. General**

El objetivo general es determinar y describir las unidades de Capacidad de Uso de las Tierras con fines ambientales de la cuenca hidrográfica del río Yaguará, de acuerdo con el enfoque metodológico propuesto por el MADS y la Guía Técnica para la Elaboración de POMCAS MADS 2013; además, realizar la descripción de las unidades de usos principales propuestos, las cuales serán la base de la zonificación ambiental de la cuenca.

### **11.2.2. Específicos**

- Determinar las limitantes de los suelos mediante trabajo de campo acorde con los vacíos de conocimiento detectados a partir del análisis del Estudio General de Suelos del departamento de Huila.
- Elaborar la cartografía de Capacidad de Uso de las Tierras a escala 1:25.000.
- Elaborar la cartografía de usos principales propuestos para la cuenca a escala 1:25.000.
- Asociar los mapas de Capacidad de Uso de las Tierras y Usos Actuales con el fin de obtener el mapa de Conflictos de Uso de las Tierras.

## **11.3. Desarrollo Metodológico**

Los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCAS) requieren para su elaboración el análisis del componente suelo, no solo para conocer los elementos que forman el mosaico edáfico de la unidad hidrológica, sino para definir la capacidad de uso de las tierras e identificar los conflictos de uso generados con relación al recurso suelo y posteriormente poder iniciar el proceso de zonificación ambiental.

El alcance de estos propósitos se traduce en la necesidad de representar la distribución espacial de las clases de tierras, así como la susceptibilidad de los suelos al deterioro a una escala cartográfica compatible con la exigencia señalada por la autoridad ambiental. Es importante señalar que la comparación, a la misma escala, de las unidades de capacidad de uso con las de utilización actual del suelo muestran los sectores de la cuenca en los que el hombre ha generado desorden en el entorno físico, haciendo caso omiso de la oferta edáfica para producir alimentos y/o de la necesidad de los suelos en términos de conservación y/o

recuperación de las áreas altamente vulnerables ante la acción de los factores ambientales y la actividad humana.

La metodología aplicada en la determinación de la capacidad de uso de las tierras, con base en el componente suelos para el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del río Yaguará, tiene en esencia cuatro fases, que se mencionan a continuación, las cuales más adelante serán desarrolladas en mayor detalle; estas cuatro fases son las indicadas dentro del enfoque metodológico para la elaboración del mapa de capacidad de uso de las tierras con fines ambientales, suministrado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y están desarrolladas de acuerdo con el esquema conceptual mostrado en dicho documento.

### **11.3.1. Etapa 1: Análisis y evaluación de la información existente en el área de la cuenca**

Para iniciar el proceso de inventario de la información sobre el tema de suelos y capacidad de uso de las tierras, se utilizó el conocimiento aportado por los levantamientos de suelos existentes y que dieron información directa del área de la cuenca, relacionada con los factores de formación de los suelos, los ambientes edafogénicos, los componentes del mosaico edáfico (asociaciones, consociaciones y complejos) con su respectiva leyenda, la caracterización morfológica de los suelos (perfiles modales) y los resultados de los análisis de laboratorio, son útiles para adelantar el presente proyecto, como punto de partida.

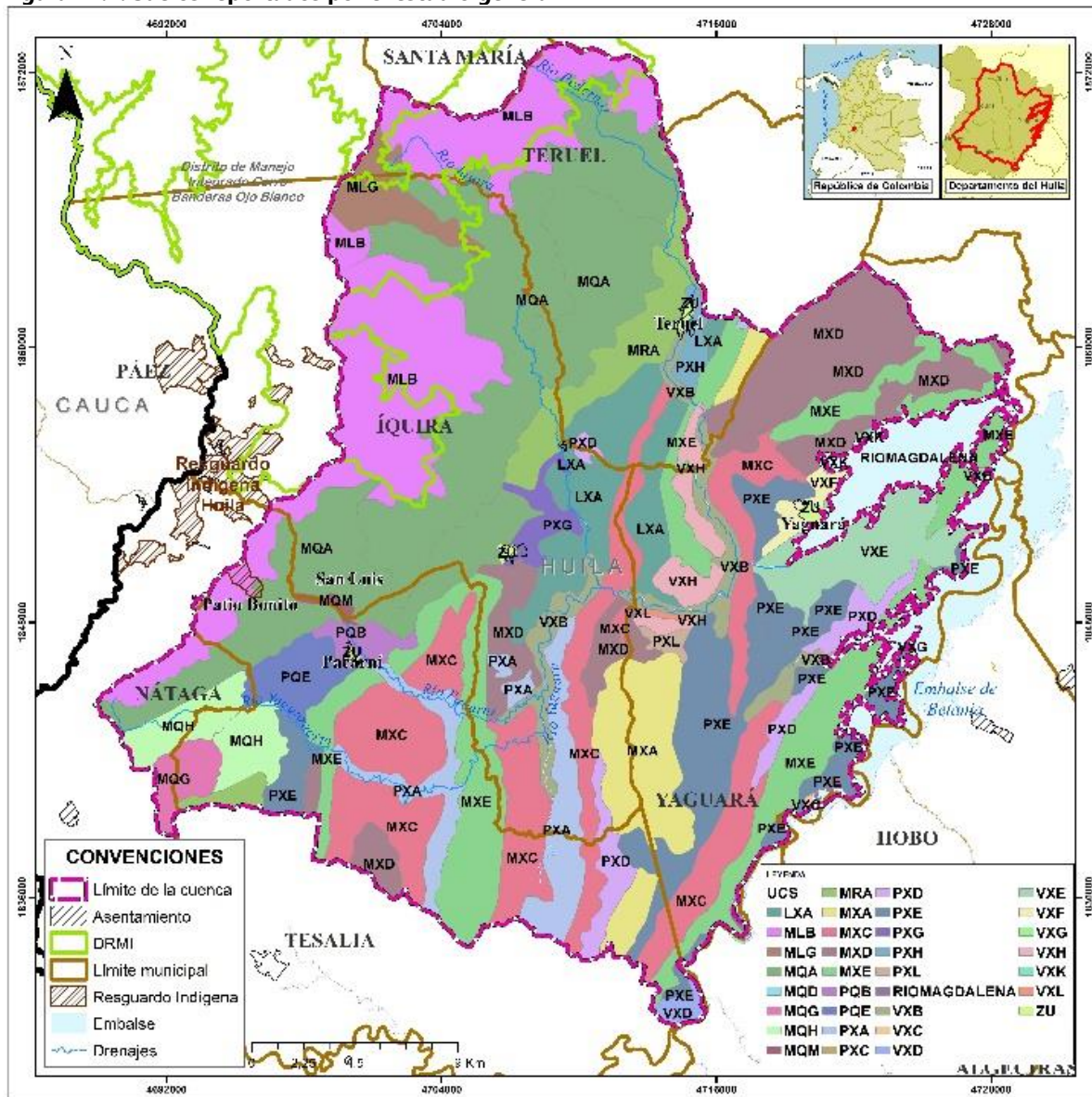
Como base para la información existente, se tomó el estudio general de suelos de departamento de Huila elaborado en el año, 1.997, (IGAC, 1.997). Que corresponde a un levantamiento general de suelos. Este estudio cubre la totalidad del área de la cuenca, donde identifican de una manera preliminar los diferentes climas existentes en la zona, la litología y los diferentes relieves.

El conocimiento inicial sobre los suelos de la cuenca se obtuvo consultando el estudio mencionado y mediante la ejecución de algunas acciones que permitieron lograr que las características del medio edáfico, que obran como limitaciones para la utilización plena de las tierras de la unidad hidrográfica, estén discriminadas a un nivel de detalle compatible con las exigencias de la escala 1:25.000.

La representación cartográfica de los suelos de la cuenca del río Yaguará en el departamento de Huila, en escala 1:100.000 y las memorias técnicas de dichos estudios constituyen fuente importante del conocimiento del componente edáfico que, por corresponder a las especificaciones de un levantamiento agrológico de tipo general, necesita ser complementado para llenar vacíos de conocimiento, discriminar fases por pendiente, erosión, pedregosidad, inundabilidad y/o encharcamientos, aclarar dudas e imprecisiones, a fin de identificar, con la mayor objetividad posible, los factores que limitan la capacidad de uso de las tierras, la cual debe ser representada en un mapa a escala 1:25.000 para cumplir las exigencias de la autoridad ambiental.

Para tener un primer acercamiento al mosaico edáfico dentro de la cuenca, lo primero que se hizo fue una revisión de la información de suelos existente para la zona; la cual se basó en los estudios mencionados anteriormente; sobre la cartografía de este estudio se delimitó el área de la cuenca, la cual se puede apreciar en la Figura 11.1, luego de realizada la anterior acción, se procedió a hacer el inventario de símbolos de las Unidades Cartográficas de Suelo como se aprecia en la Tabla 11.1 y con estos se elaboró la leyenda del mapa general de suelos de la cuenca tomando la información del IGAC la cual fue el punto de partida para conocer las diferentes características que pueden ser limitantes de los suelos.

**Figura 11.1. Suelos reportados por el estudio general**



Fuente: Estudio General de Suelos Huila, modificado por CONSORCIO QUEBRADA YAGUARA 2022



**Tabla 11.1. Unidades cartográficas del estudio general dentro de la cuenca**

PAISAJE	CLIMA	RELIEVE	SÍMBOLO IGAC
MONTAÑA	FRÍO HÚMEDO	FILAS Y VIGAS	MLB
		LOMAS Y COLINAS	MQA
	MEDIO HÚMEDO	CRESTONES	MQG
		VALLECITOS	MQM
	MEDIO SECO	FILAS Y VIGAS	MRA
	CÁLIDO SECO	FILAS Y VIGAS	MXA
			MXC
			MXD
			MXE
LOMERÍO	CÁLIDO SECO	LOMAS Y COLINAS	LXA
PIEDEMONTE	MEDIO HÚMEDO	GLACIS DE EROSIÓN	PQB
		ABANICO ANTIGUO	PQE
	CÁLIDO SECO	GLACIS DE EROSIÓN	PXA
		LOMAS Y COLINAS	PXD
		ABANICOS	PXE
		COLUVIALES	PXG
		VALLECITOS	PXH
		VALLECITOS	PXL
VALLE	CÁLIDO SECO	VEGA	VXB
			VXC
		TERRAZAS	VXD
			VXE
			VXF
			VXG
			VXH
			VXK
		TALUD	VXL

Fuente: Estudio General de Suelos Huila, modificado por CONSORCIO QUEBRADA YAGUARA 2022

Elaborada la leyenda de suelos y que es específica para la cuenca del río Yaguará, se procedió a realizar el análisis de cada uno de los componentes del mosaico edáfico con énfasis en la identificación de asociaciones de suelos contrastantes desde el punto de vista del uso y el manejo; este análisis se puede apreciar más adelante.

La representación cartográfica del mosaico edáfico y la memoria técnica de los levantamientos agrológicos de tipo general se constituyen en la fuente de información valiosa sobre el componente suelos de la cuencas hidrográficas durante el proceso de ordenamiento ambiental (POMCA) de su territorio; sin embargo, es necesario tener en cuenta que por las especificaciones propias de la escala (1:100.000) hacen que el conocimiento aportado deba ser complementado para llenar vacíos de conocimiento, discriminar fases por pendiente, erosión, pedregosidad, inundabilidad y otras que en conjunto fungen como limitaciones de la capacidad de uso de las tierras, la cual, por

indicaciones de la Autoridad Ambiental debe ser representada cartográficamente a la escala 1:25.000.

#### **11.3.1.2. Las expresiones de la geomorfología en la cuenca**

Los estudios de suelos disponibles (IGAC 1997) indican la aparición en la cuenca de cuatro paisajes: Montaña, Lomerío, Piedemonte y Valle distribuidos en los sectores de la unidad hidrológica pertenecientes, físico-políticamente, al departamento de Huila y específicamente en los municipios de Yaguará, Íquira, Teruel, Nátaga.

Los tipos de relieve en la montaña son las lomas, colinas, filas, vigas y crestones homoclinales; en el lomerío dominan las lomas y colinas, pero también ocurren vallecitos estrechos; en el Piedemonte hay abanicos antiguos, abanicos coluviales, glaciares de erosión y vallecitos estrechos; en el paisaje de valle ocurren las terrazas y las vegas. El mapa de geomorfología discriminado hasta forma de la tierra se constituye en la herramienta fundamental para separar, con una adecuada densidad de observaciones, las áreas con clases de drenaje diferente (bueno, imperfecto y pobre).

En las áreas de topografía inclinada, quebrada y escarpada el mapa de pendientes (escala 1:25.000) es clave para visualizar la edafodiversidad con todas sus limitaciones discriminadas de acuerdo con los requerimientos del sistema de clasificación de las tierras por su capacidad de usos tal como lo exige la Autoridad Ambiental.

#### **11.3.1.3. Clima ambiental**

Como se puede apreciar en la Tabla 11.1, en la cuenca hay tres pisos térmicos: frío, templado y cálido y dos provincias de humedad: húmeda y seca, con estas condiciones ya se van separando grupos de capacidad; el incremento en la humedad del clima dentro de los límites de cada una de las provincias citadas es muy importante, sin embargo, desde la óptica de la capacidad de usos de las tierras, porque a más humedad hay tendencia a una menor saturación de bases y a un incremento evidente de la acidez del suelo lo cual influye, a su vez, en los niveles bajos de fertilidad; además, en los sectores muy húmedos el control fitosanitario es más complejo y el riesgo de deterioro se incrementa por cuenta del fenómeno erosivo, particularmente en la montaña.

#### **11.3.1.4. Ambientes edafogénicos en la cuenca**

El término ambientes edafogénicos se refiere a aquellos entornos particulares en los que se forman los suelos en una zona determinada, el ambiente edafogénico comparte la posición geomorfológica (paisaje, tipo de relieve, forma del terreno), climática (piso térmico, provincia de humedad) y geológica (litología y sedimentos) que por ser factores importantes de formación de suelos determinan la existencia de poblaciones edáficas cuyos límites de variación de sus características son tanto más estrechas cuanto mayor sea la escala del levantamiento agrológico.

Los ambientes de formación de suelos cumplen diversas e importantes funciones durante el proceso de ejecución del estudio del componente edáfico; estas son:

- Facilitan la comprensión del modelo de distribución espacial de los suelos en la cuenca.
- Ayudan a identificar las relaciones del suelo con los otros componentes de los ecosistemas
- Contienen información fundamental para el entendimiento de la génesis de los suelos.
- Facilitan el registro de las limitaciones de los suelos que afectan la capacidad de usos de las tierras.

La aplicación del concepto de ambiente edafogénico durante el análisis del componente suelos de la cuenca con miras al ordenamiento de la misma es más útil si se agrupan estas áreas particulares de formación, en torno al factor que direcciona la edafogénesis porque se conforman zonas homogéneas con relación a las características edáficas que obran como limitaciones del recurso para su uso sostenible en agricultura, ganadería o en actividades forestales.

La información aportada por el estudio de suelos del IGAC, particularmente en lo referente a la posición de los suelos en el paisaje y a su clasificación taxonómica, sin soslayar, en ningún caso, los materiales geológicos que fungen como punto de partida para la edafogénesis permite deducir la existencia de los siguientes grupos de ambientes de formación.

- Zonas en las que domina el proceso de alteración, pero en las que el grado de evolución es incipiente por lo que los suelos resultantes pertenecen al orden Entisol. Estas se subdividieron, para una mejor y más fácil comprensión en:
  1. Áreas ubicadas en topografía escarpada en el paisaje de montaña.
  2. En áreas aluviales planas y ligeramente planas, bien drenadas (valle) suelos Orthents, Fluvents.
  3. En sectores aluviales con drenaje impedido en cuyo caso obran dos procesos: transformación / gleización, suelos del suborden Aquents.
- Zonas en las que domina el proceso de alteración, pero en las que el grado de evolución es moderado con formación del horizonte B Cámbico; los suelos son Inceptisoles: Hay dos grupos:
  1. Sectores en los que la saturación de bases es baja (< 50%) suelos Dystrudepts
  2. Zonas en las que la saturación de bases es alta (> 50%); suelos Haplustepts.

Zonas en las que domina el proceso de alteración, pero en las que el grado de evolución de los suelos es muy alta lo que resulta en formación de suelos con baja capacidad de

intercambio y de saturación de bases que han dado origen a suelos oinceptisoles pero con características óxicas que los llevan a subgrupos Oxic (Oxic Dystrudepts).

### **11.3.2. Etapa 2: Oferta de Información generada por el POMCA.**

En esta etapa se tomaron los resultados de otros componentes realizados dentro del POMCA como la geología, el clima, la geomorfología y el mapa de pendientes; éste último se realizó ante la exigencia de la autoridad ambiental de presentar los resultados del estudio del componente suelo en cartas temáticas de escala 1:25.000.

Otra condición básica para ajustar los suelos de la cuenca, consistió en hacer una interpretación e identificación de las unidades geomorfológicas que allí se encuentren, ya que, en todo inventario de suelos, la geomorfología se utiliza como la principal herramienta en la delimitación de las unidades de suelos o geomorfopedológicas y en la definición y conformación de las unidades cartográficas; en este caso y de acuerdo con la guía metodológica de POMCAS se aplicó el esquema geomorfológico de Alfred Zinck, que se caracteriza por presentar una estructura jerarquizada de las posiciones geomorfológicas, de acuerdo con los diferentes niveles de percepción. Estas unidades geomorfológicas son unidades naturales dotadas de características originales en cuanto a aspectos morfográficos, es decir lo relacionado con la topografía y su configuración, morfogenéticos o sea los procesos que han existido y morfocronológicos o los cambios a través del tiempo.

#### **11.3.2.1. Mapa de pendientes a escala 1:25.000**

Para mejorar el mapa general de suelos se recurrió a productos entregados por otros componentes dentro del POMCA como el mapa de pendientes, el cual se puede apreciar en la Figura 11.2; para tal fin, los porcentajes de inclinación del terreno se agruparon conforme a los rangos que se describen en la Tabla 11.2, dicha agrupación corresponde a los rangos determinados por el IGAC en su metodología de levantamiento de suelos y se basa en una estructura que permite dilucidar gradientes de pendiente que agrupados permiten generar fases por pendiente de la misma unidad de suelos y por tanto permiten sugerir un mismo tipo de uso recomendado, razón por la cual es muy útil, en la determinación de la capacidad de uso de las tierras y posteriormente en la planificación territorial.

Se realizó una superposición cartográfica entre el mapa de pendientes generado a escala 1:25.000 por el POMCA (Figura 11.2) y las unidades de suelos del estudio general (linderos edafológicos en escala 1:100000) de la carta temática del IGAC para facilitar el reconocimiento de los suelos en el campo. Las fases por pendientes que se generan digitalmente fueron comprobadas en campo. El análisis de la distribución de las pendientes dentro de la cuenca se hace en el respectivo capítulo, en este componente solamente se toman los polígonos resultantes del ejercicio.

El mapa de pendientes es muy útil al momento de definir las fases por pendientes que tendrá cada una de las unidades geomorfopedológicas determinadas luego de todo el proceso de cruce de información de los diferentes componentes.

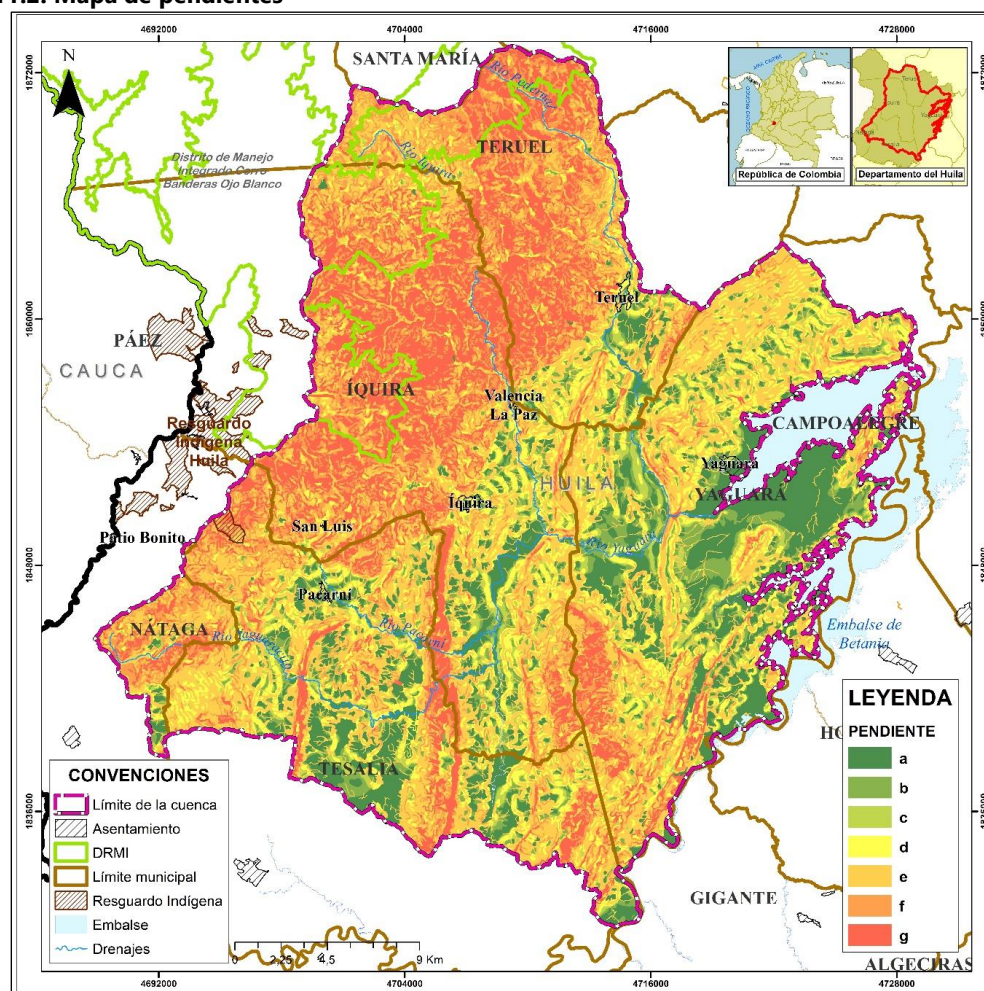


**Tabla 11.2. Rango de pendientes IGAC**

Clase	Intervalo %	Nombre	Área	
			Ha	%
a	0 - 3	Plano a ligeramente plana	10.802,02	12,1%
b	3 - 7	Ligeramente inclinada	5.694,19	6,4%
c	7 - 12	Moderadamente inclinada	3.060,17	3,4%
d	12 - 25	Fuertemente inclinada	10.331,05	11,5%
e	25 - 50	Ligeramente escarpada	28.826,43	32,2%
f	50 - 75	Moderadamente escarpada	14.986,76	16,7%
g	>75	Fuertemente escarpada	15.775,98	17,6%
Total			89.476,61	100%

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 11.2. Mapa de pendientes**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

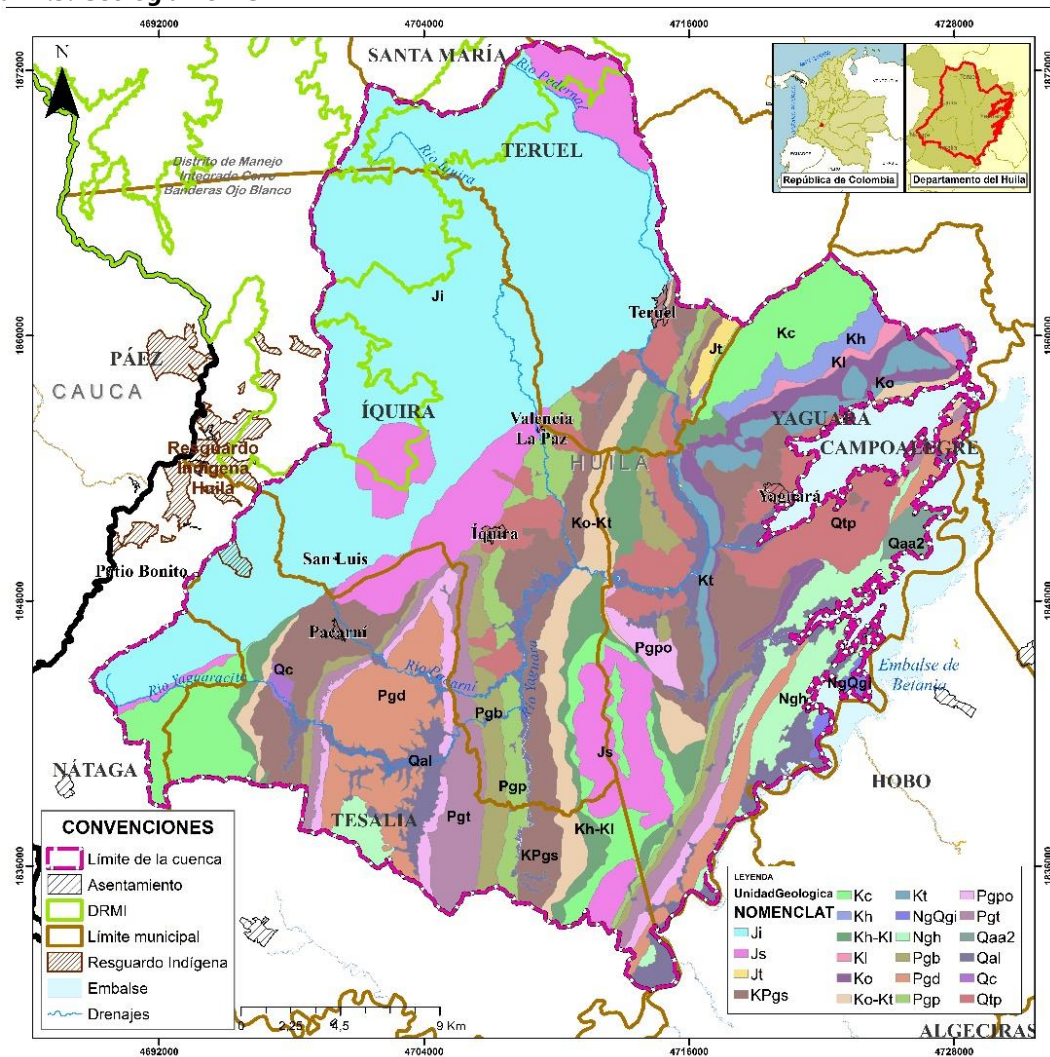
#### 11.3.2.2. Información Geológica

Se consultó el informe y la cartografía de geología básica producida para el POMCA en escala 1:25.000, de este se tomó la descripción de las unidades geológicas, estratigrafía y tectónicas presentes en la cuenca y todo lo que permitiera determinar el material parental que dio origen a los suelos; esto permite separar diferentes ambientes de formación de suelos.

En la Figura 11.3, se presenta una salida gráfica de la geología producida por el POMCA y la leyenda, de la cual se sustrajeron los materiales que formaron los suelos de la cuenca.

La información geológica se involucra en la leyenda geomorfopedológica para determinar si se generan nuevas unidades por el cambio de materiales parentales que ocurren, esto se hace en la cuarta columna de la leyenda bajo la denominación de material parental.

### Figura 11.3. Geología POMCA



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

### 11.3.2.3. Informe de Geomorfología con criterios edafológicos

La carta temática, por razones de escala (1:25.000), representa las expresiones de la geomorfología a nivel de paisaje, tipos de relieve y formas del terreno. Estas especificaciones la convierten en una herramienta útil para identificar y ubicar los linderos de las UCS del estudio general, los cuales corresponden morfográficamente a los tipos de relieve, para visualizar, de esta manera, la complejidad del modelo de distribución de los suelos en la dimensión espacial representada, en una escala mayor. Este hecho es de gran utilidad para el análisis agrológico, en el marco de la elaboración del POMCA, particularmente en los sectores en donde los suelos se han originado a partir de sedimentos coluviales y aluviales en los que ocurren diferentes clases de drenaje las cuales, con frecuencia, conforman UCS denominadas asociaciones cuya interpretación de la capacidad de uso de las tierras involucradas se dificulta. La carta geomorfológica ayuda también a discriminar fases por pedregosidad y apreciaciones texturales de los perfiles de suelo en los glacis, abanicos y en muchas otras situaciones en las que hay suelos disimiles asociados.

Con el fin de enriquecer la línea cartográfica que definirá las unidades de capacidad de usos dentro de la cuenca, tomó como insumo los paisajes, tipos de relieve y formas de la tierra producto de la interpretación geomorfológica escala 1:25.000 bajo la metodología Zinck. La información analizada arrojó como resultados que dentro de la cuenca hay una variedad geomorfológica interesante conformados por 4 paisajes con sus respectivos tipos de relieve y formas de la tierra; al momento de integrar la información geomorfológica con los demás productos suministrados por el POMCA se obtuvo un resultado que cumple con las especificaciones de la escala 1:25.000; la leyenda de interpretación hasta nivel de forma de la tierra se puede apreciar en la Tabla 11.3 y la representación cartográfica en la Figura 11.4 y en los anexos se presenta en formato shape. También se debe entender que al momento de elaborar y presentar la cartografía, aquellas áreas como zonas urbanas o cuerpos de agua deben ser identificados dentro del área total de la cuenca, por este motivo y siendo el embalse un cuerpo de agua que no se puede despreciar por el área que ocupa se incluyó este polígono dentro de la leyenda, igual sucede con la temática de capacidad que aunque se sabe que un cuerpo de agua no determina una clase de capacidad de uso de las tierras si ocupa un espacio lo bastante grande para ser incluido en las leyendas.

En los que respecta al con la representación cartográfica de la Figura 11.4, este se debe consultar en la GDB temática del POMCA en el Dataset, \_12\_GEOMORFOLOGIA.



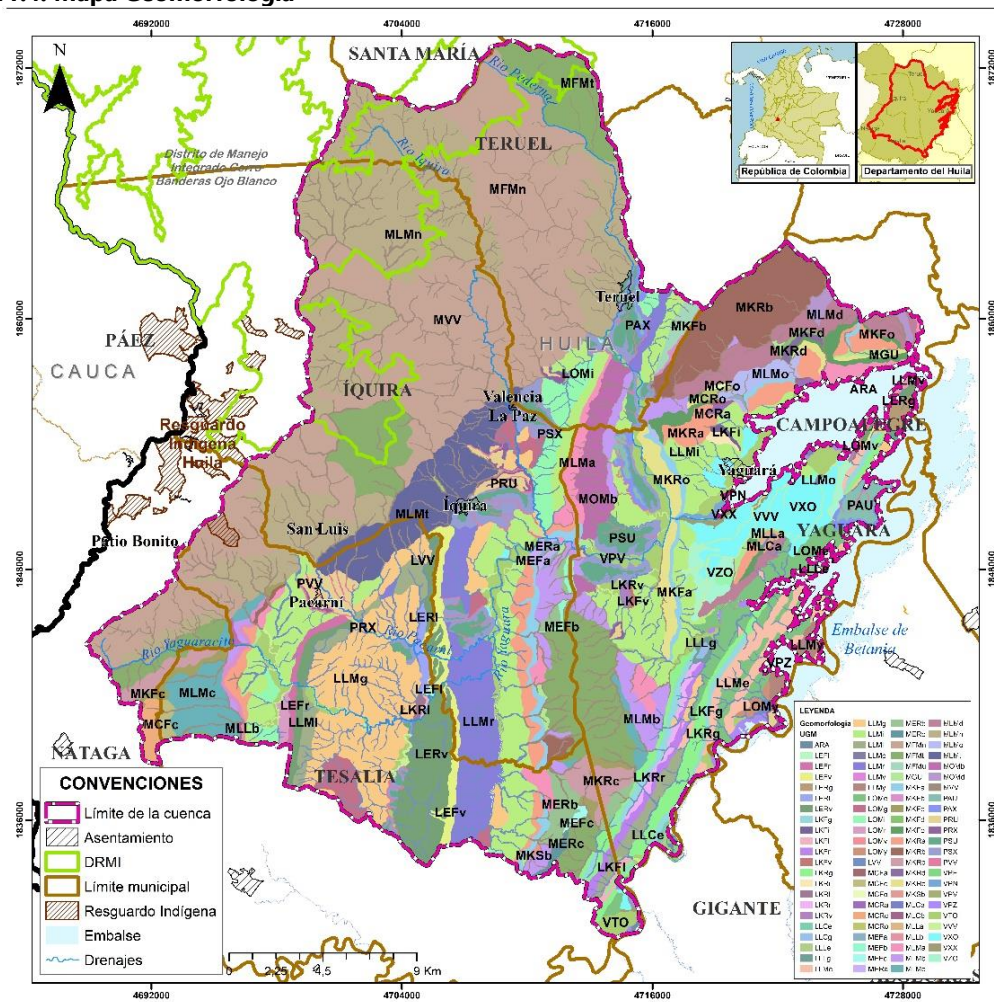
Tabla 11.3. Leyenda Geomorfológica escala 1:25.000

LEYENDA DE INTERPRETACIÓN GEOMORFOLÓGICA CUENCA DEL RÍO YAGUARÁ					
Paraje	Ambiente	Relieve	Terreno	Litología	Unidad Geomorfológica
Montaña	Estrudinal	Flecha y agua	Cima y ladera	Monzogonitas, cuarcimonzoníticas y granodioritas	MT Ma
				lobos, anetecas lobáceas, limolitas lobáceas y lavas	MT Mo
				Curzononoditas	MT Mo
		Espinaza	Frente	Anetecas cuarzosas, lodolitas y chert	MT Pa
				Anetecas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MT Pa
				Calizas, chert y lodolitas calcáreas	MT Pa
		Rancho	Frente	Anetecas cuarzosas, lodolitas y chert	MT Pa
				Anetecas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MT Pa
				Calizas, chert y lodolitas calcáreas	MT Pa
		Crestón	Frente	Anetecas cuarzosas, lodolitas y chert	MT Pa
				Anetecas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MT Pa
				Calizas, chert y lodolitas calcáreas	MT Pa
		Rancho	Frente	Lodolitas, calizas y anetecas	MT Pa
				Lodolitas y anetecas de cuarzo	MT Pa
				Anetecas cuarzosas, lodolitas y chert	MT Pa
	Dendroclinal	Rancho	Frente	Anetecas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MT Pa
				Calizas, chert y lodolitas calcáreas	MT Pa
				Lodolitas, calizas y anetecas	MT Pa
		Rancho	Frente	Lodolitas y anetecas de cuarzo	MT Pa
				Anetecas cuarzosas, lodolitas y chert	MT Pa
				Anetecas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MT Pa
		Rancho	Frente	Calizas, chert y lodolitas calcáreas	MT Pa
				Lodolitas, calizas y anetecas	MT Pa
				Lodolitas y anetecas de cuarzo	MT Pa
		Rancho	Frente	Anetecas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MT Pa
				Anetecas cuarzosas, lodolitas y chert	MT Pa
				Calizas, chert y lodolitas calcáreas	MT Pa
	Deposicional	Cuesta	Frente	Lodolitas y anetecas de cuarzo	MT Pa
				Anetecas cuarzosas, lodolitas y chert	MT Pa
				Calizas, chert y lodolitas calcáreas	MT Pa
		Rancho	Frente	Lodolitas y anetecas de cuarzo	MT Pa
				Anetecas cuarzosas, lodolitas y chert	MT Pa
				Calizas, chert y lodolitas calcáreas	MT Pa
		Cima	Frente	Lodolitas y anetecas de cuarzo	MT Pa
				Anetecas cuarzosas, lodolitas y chert	MT Pa
				Anetecas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MT Pa
		Ladera	Frente	Anetecas cuarzosas, lodolitas y chert	MT Pa
				Anetecas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MT Pa
				Anetecas cuarzosas, lodolitas y chert	MT Pa
		Cima y ladera	Frente	Anetecas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MT Pa
				Anetecas cuarzosas, lodolitas y chert	MT Pa
				Lodolitas, calizas y anetecas	MT Pa
Llanura	Estrudinal	Cima	Frente	Monzogonitas, cuarcimonzoníticas y granodioritas	MT Ma
				Lodolitas y anetecas de cuarzo	MT Ma
				lobos, anetecas lobáceas, limolitas lobáceas y lavas	MT Ma
		Ladera	Frente	Anetecas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MT Ma
				Lodolitas, calizas y anetecas	MT Ma
				Lodolitas y anetecas de cuarzo	MT Ma
		Cima y ladera	Frente	Anetecas cuarzosas, lodolitas y chert	MT Ma
				Anetecas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MT Ma
				Lodolitas, calizas y anetecas	MT Ma
		Rancho	Frente	Lodolitas y anetecas de cuarzo	MT Ma
				Anetecas cuarzosas, lodolitas y chert	MT Ma
				Anetecas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MT Ma
		Cima	Frente	Lodolitas y anetecas de cuarzo	MT Ma
				Anetecas cuarzosas, lodolitas y chert	MT Ma
				Anetecas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MT Ma
	Dendroclinal	Ladera	Frente	Lodolitas y anetecas de cuarzo	MT Ma
				Anetecas cuarzosas, lodolitas y chert	MT Ma
				Anetecas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MT Ma
		Cima	Frente	Lodolitas y anetecas de cuarzo	MT Ma
				Anetecas cuarzosas, lodolitas y chert	MT Ma
				Anetecas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MT Ma
		Ladera	Frente	Lodolitas y anetecas de cuarzo	MT Ma
				Anetecas cuarzosas, lodolitas y chert	MT Ma
				Anetecas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MT Ma
		Cima y ladera	Frente	Lodolitas y anetecas de cuarzo	MT Ma
				Anetecas cuarzosas, lodolitas y chert	MT Ma
				Anetecas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MT Ma
		Rancho	Frente	Lodolitas y anetecas de cuarzo	MT Ma
				Anetecas cuarzosas, lodolitas y chert	MT Ma
				Anetecas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MT Ma
Valle	Estrudinal	Cima	Frente	Lodolitas y anetecas de cuarzo	MT Ma
				Anetecas cuarzosas, lodolitas y chert	MT Ma
				Anetecas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MT Ma
		Ladera	Frente	Lodolitas y anetecas de cuarzo	MT Ma
				Anetecas cuarzosas, lodolitas y chert	MT Ma
				Anetecas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MT Ma
		Cima y ladera	Frente	Lodolitas y anetecas de cuarzo	MT Ma
				Anetecas cuarzosas, lodolitas y chert	MT Ma
				Anetecas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MT Ma
		Rancho	Frente	Lodolitas y anetecas de cuarzo	MT Ma
				Anetecas cuarzosas, lodolitas y chert	MT Ma
				Anetecas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MT Ma
		Cima	Frente	Lodolitas y anetecas de cuarzo	MT Ma
				Anetecas cuarzosas, lodolitas y chert	MT Ma
				Anetecas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MT Ma
	Deposicional	Ladera	Frente	Lodolitas y anetecas de cuarzo	MT Ma
				Anetecas cuarzosas, lodolitas y chert	MT Ma
				Anetecas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MT Ma
		Cima	Frente	Lodolitas y anetecas de cuarzo	MT Ma
				Anetecas cuarzosas, lodolitas y chert	MT Ma
				Anetecas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MT Ma
		Ladera	Frente	Lodolitas y anetecas de cuarzo	MT Ma
				Anetecas cuarzosas, lodolitas y chert	MT Ma
				Anetecas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MT Ma
		Cima y ladera	Frente	Lodolitas y anetecas de cuarzo	MT Ma
				Anetecas cuarzosas, lodolitas y chert	MT Ma
				Anetecas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MT Ma
		Rancho	Frente	Lodolitas y anetecas de cuarzo	MT Ma
				Anetecas cuarzosas, lodolitas y chert	MT Ma
				Anetecas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MT Ma
Antiguo	Estrudinal	Cima	Frente	Lodolitas y anetecas de cuarzo	MT Ma
				Anetecas cuarzosas, lodolitas y chert	MT Ma
				Anetecas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MT Ma
		Ladera	Frente	Lodolitas y anetecas de cuarzo	MT Ma
				Anetecas cuarzosas, lodolitas y chert	MT Ma
				Anetecas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MT Ma
		Cima y ladera	Frente	Lodolitas y anetecas de cuarzo	MT Ma
				Anetecas cuarzosas, lodolitas y chert	MT Ma
				Anetecas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MT Ma
		Rancho	Frente	Lodolitas y anetecas de cuarzo	MT Ma
				Anetecas cuarzosas, lodolitas y chert	MT Ma
				Anetecas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MT Ma
		Cima	Frente	Lodolitas y anetecas de cuarzo	MT Ma
				Anetecas cuarzosas, lodolitas y chert	MT Ma
				Anetecas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MT Ma
	Deposicional	Ladera	Frente	Lodolitas y anetecas de cuarzo	MT Ma
				Anetecas cuarzosas, lodolitas y chert	MT Ma
				Anetecas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MT Ma
		Cima	Frente	Lodolitas y anetecas de cuarzo	MT Ma
				Anetecas cuarzosas, lodolitas y chert	MT Ma
				Anetecas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MT Ma
		Ladera	Frente	Lodolitas y anetecas de cuarzo	MT Ma
				Anetecas cuarzosas, lodolitas y chert	MT Ma
				Anetecas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MT Ma
		Cima y ladera	Frente	Lodolitas y anetecas de cuarzo	MT Ma
				Anetecas cuarzosas, lodolitas y chert	MT Ma
				Anetecas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MT Ma
		Rancho	Frente	Lodolitas y anetecas de cuarzo	MT Ma
				Anetecas cuarzosas, lodolitas y chert	MT Ma
				Anetecas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	MT Ma

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



**Figura 11.4. Mapa Geomorfología**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

De la anterior leyenda se tomaron el paisaje, tipo de relieve y forma del terreno para ser involucrada en la conformación de la leyenda geomorfológica; de igual manera se correlacionaron las formas de terreno con los vacíos de conocimiento de los estudios generales para ser tenidos en cuenta en la fase de trabajo de campo y solucionar dichos vacíos.

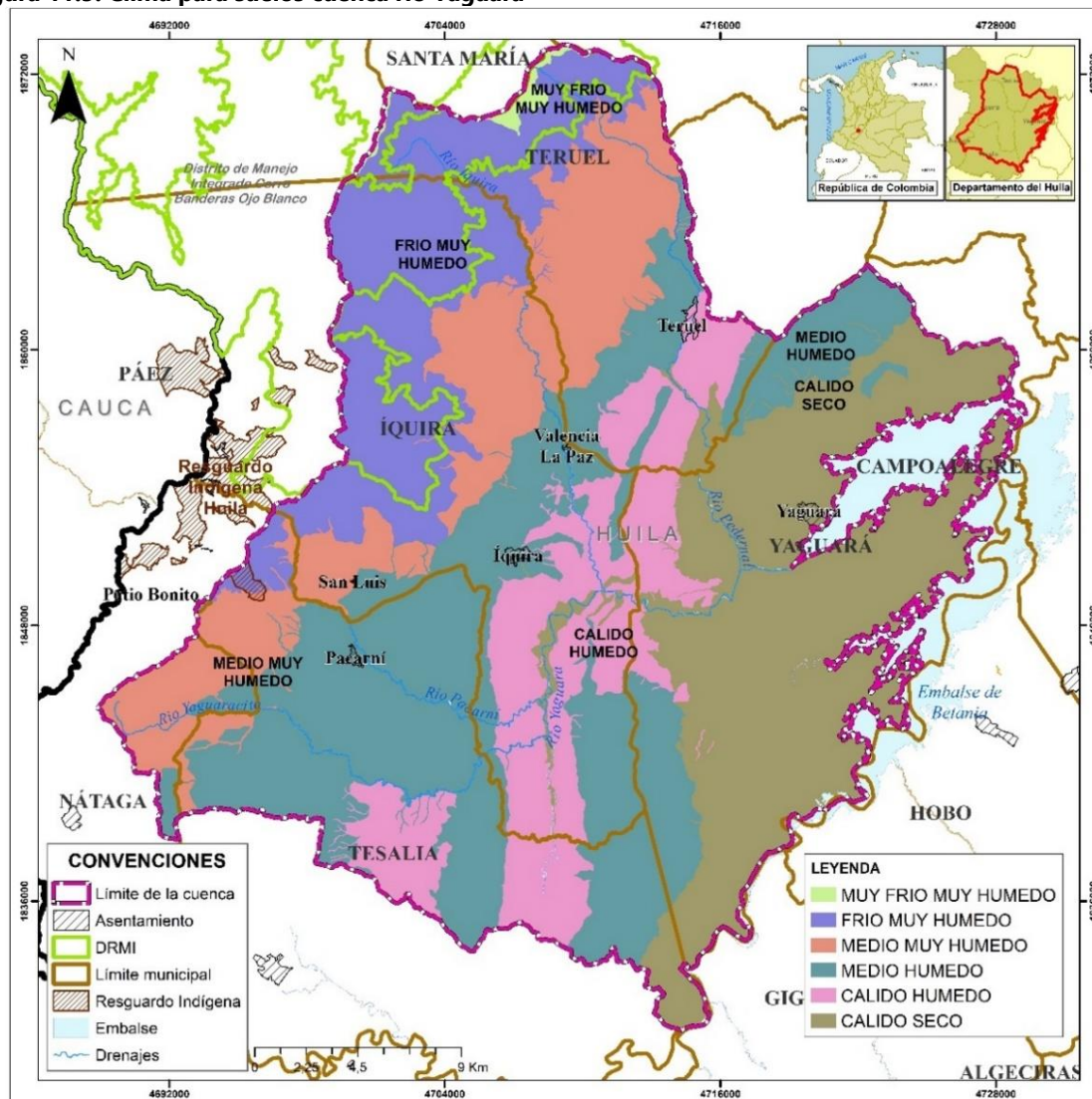
Las formas del terreno se convierten en los límites de cada unidad geomorfológica; sin embargo, se aclara que como el objetivo no es hacer un estudio de suelos semidetallado sino obtener la capacidad de uso de las tierras de la cuenca, algunas formas de terreno se unieron luego de haber realizado el trabajo de campo; esto porque se determinó que algunas formas de terreno presentan las mismas características y por tanto se comportan de una manera similar al momento de calificarles la capacidad de uso por ejemplo, en las formas denominadas cubetas la capacidad de uso es la misma ya sea en cubetas de desborde o de decantación, por lo tanto se tomó la decisión de unir estas formas del terreno; otras formas que se unieron son los planos de terraza en diferentes niveles de terraza, igual sucedió con

las napas de desborde y de explayamiento; algunas unidades que se separaron por materiales geológicos fueron posteriormente unidas porque la situación expresada se repetía, es decir, la capacidad en la mayoría de las laderas de las lomas está más influenciada por la pendiente y el grado de erosión que por el material parental, por lo tanto también se unieron.

#### 11.3.2.4. Información climática

Con relación al clima se tomó la información generada y se incluyó dentro de los factores formadores de suelos; se determinó que en la cuenca existen tres condiciones de humedad que corresponden a la muy húmeda, la húmeda y la seca y cuatro condiciones climáticas que corresponden al clima muy frío, frío, medio y cálido; en la Figura 11.5 se puede apreciar la distribución espacial del clima dentro de la cuenca.

**Figura 11.5. Clima para suelos cuenca río Yaguará**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

### 11.3.3. Etapa 3: Mosaico edáfico de la cuenca del río modificado y complementado con los mapas generados por el POMCA.

En esta etapa se recopila toda la información mencionada en las etapas 1 y 2 y se procede a diseñar el reconocimiento de las características de los suelos en campo.

Con base en la información de suelos existente, los resultados de la geomorfología la geología y el clima, se construyó un mapa preliminar de unidades geomorfopedológicas para realizar la etapa de campo; esta etapa se realizó con los siguientes pasos:

- Tomar el mapa base de suelos ajustado con las unidades geomorfológicas levantadas y ajustadas en campo.
- Sobre este aislar las áreas de reglamentación especial presentes es la cuenca.
- Identificar y realizar los chequeos en áreas de exploración detallada (AED) y áreas de verificación (AEV), siguiendo los requerimientos del anexo técnico.
- Realizar el trabajo de campo para el conocimiento de las características de los suelos.
- Muestrear los suelos para análisis de laboratorio.
- Analizar la información obtenida en campo con las observaciones y las muestras y construir el mapa geomorfopedológico final.

#### 11.3.3.1. Observaciones realizadas

Para cumplir con los objetivos del estudio (Elaboración del mapa de capacidad de uso de las tierras aplicado al POMCA) se distribuyeron las observaciones en el área de interés de la siguiente manera **645** observaciones en las ocho (8) áreas piloto propuestas y **313** en la zona de extrapolación para un total de **958** observaciones del medio edáfico, la ubicación de las zonas piloto está definida en la guía metodológica en el párrafo *"Definir un área de exploración detallada (AED) equivalente al 12.5% del área total de la cuenca, en la cual se representen todas las unidades geomorfológicas a nivel de forma de terreno, con sus respectivas variaciones de clima edáfico y pendientes (esta AED puede ser en un solo sector o en varios pero debe cumplir con el 12.5% requerido)";* por este motivo, se definió que se necesitaban las 8 zonas piloto, estas áreas por definición deben cumplir con ciertos requisitos que son tener fácil acceso, identificar en lo posible todas las formas de la tierra, estar en todos los climas, esto hace que se deban incluir la mayoría de unidades geomorfopedológicas y que se dividan en varias áreas que recojan todas estas características. Ver Tabla 11.4 y Figura 11.7

En la Tabla 11.5 se aprecia la distribución de observaciones por unidades geomorfopedológica y zona piloto y la Figura 11.6 muestra la distribución espacial de las observaciones realizadas. Estas se efectuaron en un 66% es decir 634 observaciones en cajuelas (huecos de 40 \* 40 \* 60 cm) y en calicatas (excavaciones de 1.20 x 1.20 x 1.50 m) y para las 958 observaciones que corresponden al total levantado en campo se tiene datos verificación de las fases cartográficas, como por ejemplo, identificación de áreas con pedregosidad en superficie, áreas con procesos erosivos y sitios en donde se identificó la duración y frecuencia de las inundaciones, todas se llevaron a efecto en distintos sitios de la



cuenca, debidamente georreferenciados; adicionalmente para identificación de las limitantes de cada unidad geomorfo-pedológica se levantaron en campo 72 perfiles representativos de los cuales se enviaron 39 perfiles a laboratorio, esto debido a que los suelos en algunas unidades son similares en materiales parentales, clima, pendientes, geomorfología, taxonomía; por ejemplo las unidades geomorfo-pedológicas YG129, YG99, YG128, YG100 se unieron y se asignó como perfil representativo el JR21 que fue enviado a laboratorio.

En el Anexo 4\_OBSERVACIONES\_SUELOS\_YAGURA se encuentra el compilado de observaciones en formato pdf y el shape de puntos.

Para el cálculo del número de observaciones a realizar en campo, se tiene como insumos bases el límite de la cuenca con un área de 89.429,96 hectáreas (acorde con la reunión entre CAM, Interventoría y Consorcio que se llevó a cabo el 23 de febrero de 2023), mapa de pendientes con su respectiva zonificación según metodología IGAC y se recurrió a la guía metodológica de POMCAS (MADS 2014) y el documento de Alcance Técnico que define textualmente en lo que respecta al cálculo de observaciones de suelos “Teniendo en cuenta los estudios existentes y la caracterización geomorfológica, elaborar un plan de trabajo de acuerdo con la metodología propuesta en la guía (con número de observaciones y sitios a muestrear) para determinar la capacidad de uso de la tierra (clases agrológicas). En todo caso, los requisitos mínimos para muestreo de campo se regirán por las siguientes cantidades: en área plana se harán 4 chequeos cada 100 hectáreas para la zona piloto y un (1) chequeo cada 250 hectáreas para la zona de extrapolación; en área inclinada se harán seis chequeos cada 100 hectáreas en zona piloto y un (1) chequeo cada 250 hectáreas en zona de extrapolación.”

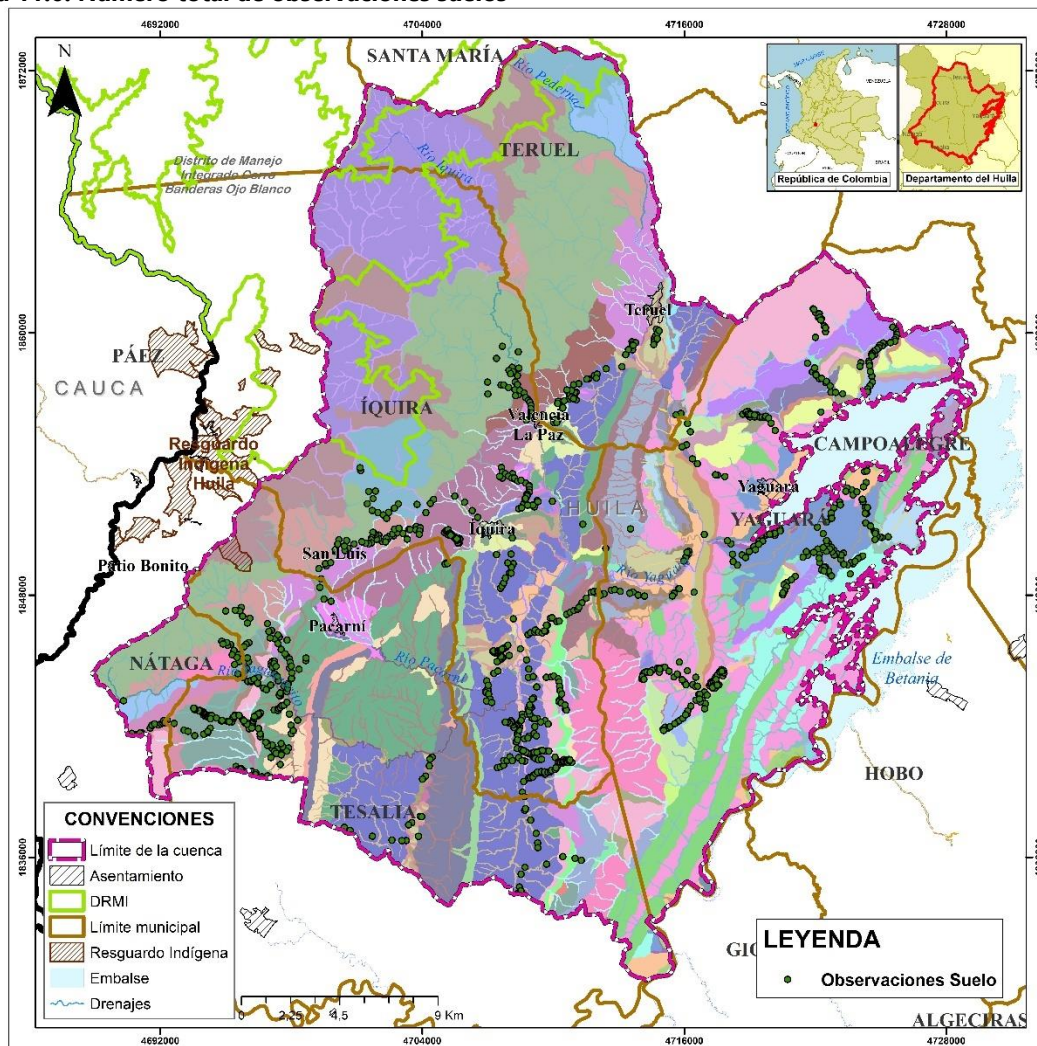
**Tabla 11.4. Cálculo de la cantidad de observaciones de suelos**

Área aproximada del estudio	% estimado en pendientes < 12% en Ha	% estimado en pendientes > 12% en Ha
89429,96	10360	79070
12,5% Área piloto o área de exploración detallada (AED)	1295	9884
Número chequeos	Cuatro Chequeo / 100 52	Seis Chequeos/100 ha 593
Total chequeos área piloto o área de exploración detallada (AED)	645	
87,5% Área extrapolación o área de exploración para verificación (AEV)	9065	69186
Número chequeos	Un Chequeo / 250 ha	
	36	277
Total chequeos área extrapolación o área de exploración para verificación (AEV)	313	
Total chequeos para el área de estudio	958	

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

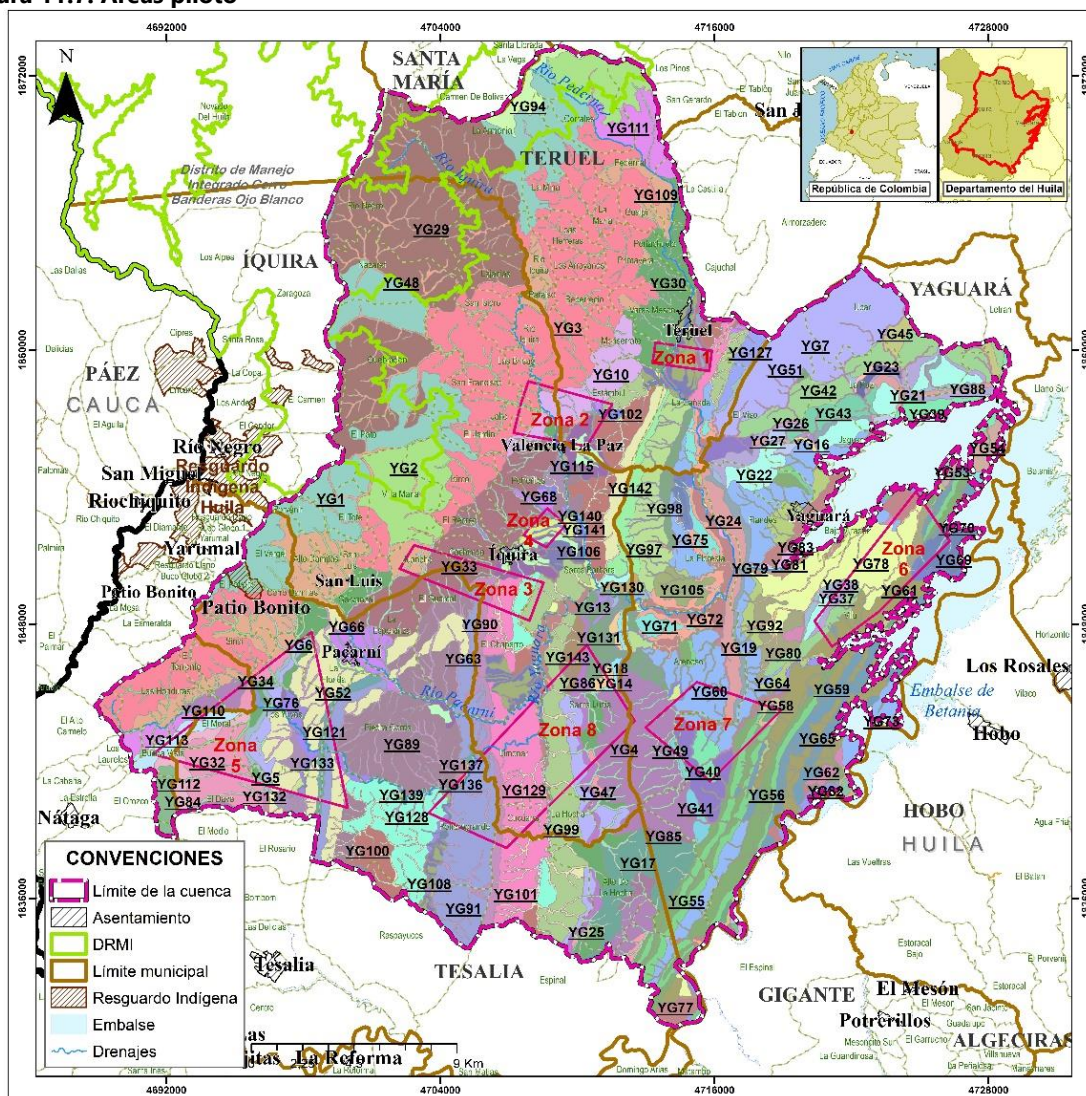


**Figura 11.6. Número total de observaciones suelos**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 11.7. Áreas piloto**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 11.5. Distribución de unidades y observaciones por zona piloto**

Zona Piloto	Área zona piloto ha	UGM	Ponderado número observaciones por zona piloto	Municipio	Vereda
<b>Zona 1</b>	224,54	YG103, YG104, YG105, YG106, YG108, YG129, YG30, YG49, YG77, YG81	14	TERUEL	LA CAÑADA MONSERRATE VARAS MESÓN
<b>Zona 2</b>	779,86	YG10, YG100, YG101, YG102, YG110, YG114, YG115, YG138, YG3, YG30, YG33, YG47, YG49, YG66, YG68, YG96, YG99	49	ÍQUIRA	EL JARDÍN JAHÓ LAS BRISAS RÍO IQUIRA SAN FRANCISCO





Zona Piloto	Área zona piloto ha	UGM	Ponderado número observaciones por zona piloto	Municipio	Vereda
				TERUEL	ESTAMBUL
Zona 3	886,47	YG101, YG109, YG114, YG115, YG128, YG129, YG33, YG49, YG63, YG89, YG90, YG91, YG99	56	ÍQUIRA	CACHIMBO CACHIMBO BAJO EL CHAPARRO JUANCHO SANTA BARBARA
				TESALIA	EL GUAMAL
Zona 4	155,66	YG102, YG106, YG107, YG108, YG114, YG115, YG140, YG33, YG49, YG66	10	ÍQUIRA	POTRERITOS SANTA BARBARA
Zona 5	3.095,35	YG101, YG109, YG110, YG111, YG112, YG113, YG120, YG121, YG133, YG135, YG3, YG30, YG32, YG34, YG4, YG46, YG49, YG5, YG52, YG6, YG63, YG7, YG76, YG89, YG91	180	NÁTAGA	BUENA VISTA LAS HONDURAS SAN ISIDRO
				TESALIA	EL DAVE EL MORAL LA FLORIDA LOS YUYOS PIEDRA GORDA POTREROGRANDE SINAI
Zona 6	1.438,82	YG21, YG22, YG37, YG38, YG42, YG55, YG56, YG59, YG60, YG61, YG62, YG65, YG69, YG70, YG75, YG77, YG78, YG80, YG82, YG88, YG92	67	YAGUARÁ	VILU
Zona 7	1.310,17	YG102, YG19, YG24, YG39, YG4, YG40, YG41, YG49, YG51, YG55, YG56, YG57, YG58, YG60, YG65, YG77, YG81, YG98	77	YAGUARÁ	ARENOSO VILU
Zona 8	3.299,30	YG101, YG105, YG106, YG128, YG129, YG131, YG133, YG136, YG137, YG138, YG14, YG143, YG18, YG30, YG4, YG47, YG49, YG63, YG7, YG76, YG77, YG81, YG86, YG89, YG90, YG91, YG92, YG98, YG99	191	ÍQUIRA	CUCUANA, EL CHAPARRO, LA HOCHA, LIMONAR, SANTA LUCIA
				TESALIA	ESPINAL, PIEDRA GORDA, POTREROGRANDE
				YAGUARÁ	ARENOSO

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

A la luz de lo expuesto es necesario recalcar, en aras a evitar confusiones en el propósito del trabajo en condiciones de campo, que tanto la densidad de observaciones, como su distribución en la dimensión espacial de la cuenca obedecieron a los siguientes objetivos:

- Llenar los vacíos de conocimiento, corregir las inconsistencias y aclarar las incertidumbres detectadas y generadas durante el análisis del mosaico edáfico, en el marco de las especificaciones del Estudio General de Suelos de IGAC 1997.
- Tener total claridad respecto a la diferencia que hay entre el análisis del componente suelo como parte del proceso de la elaboración de un POMCA y la ejecución de un levantamiento agrologico de tipo semidetallado. El primero evalúa, acopia y complementa el conocimiento del medio edáfico, a partir de las fuentes de información existentes, con miras a obtener el conocimiento suficiente del recurso suelo en la cuenca a fin de elaborar, en el marco del razonamiento pedológico y de acuerdo con la metodología oficialmente aceptada y promulgada por la Autoridad Ambiental (MADS), el mapa de capacidad de uso de las tierras del área de interés a la escala 1:25.000. El segundo es el resultado de una aproximación metodológica vigilada por el IGAC como la Entidad Rectora de los estudios de suelos de Colombia, y la cual se basa, fundamentalmente, en el muestreo estadístico de las poblaciones de suelos que conforman el mosaico edáfico de un área determinada lo cual permite identificar los perfiles modales (de la palabra estadística moda) y representar cartográficamente el modelo de distribución de los suelos en el medio natural.
- La claridad mental a la que se hizo referencia evita concentrar el propósito del estudio del componente suelo de las cuencas en la ejecución de un levantamiento agrologico fallido, como paso previo a la definición de la capacidad de uso de las tierras y a su presentación a la escala 1:25.000.
- Aprovechar el trabajo de campo para identificar las particularidades del mosaico edáfico de la cuenca, ejecutando cada una de las observaciones programadas en el marco del razonamiento pedológico, con el convencimiento de que a mayor comprensión del proceso de edafogénesis y de las relaciones del suelo con los demás componentes del entorno físico y cultural del área de interés, más se facilitará la definición real de la capacidad de uso de las tierras.
- Generar, con base en el conocimiento compilado durante todo el proceso de análisis del componente suelo, las unidades geomorfopedológicas con sus respectivas fases por pendiente, erosión, pedregosidad, inundabilidad y/o encharcamiento, identificando y describiendo, en cada caso, el perfil dominante y registrando meticulosamente la información relacionada con la ubicación de la unidad en la división físico-política de la cuenca y en las expresiones de la geomorfología (paisaje, tipo de relieve, forma de terreno). Las unidades geomorfopedológicas (UGP) son la síntesis del resultado de todo el proceso de análisis del componente suelo y se constituyen, por lo tanto, en la base edafológica de la clasificación de las tierras por su capacidad de uso en el marco de la escala 1:25.000.



### 11.3.3.2. Descripción de las unidades geomorfopedológicas

De acuerdo con el análisis del estudio general de suelos y la interpretación geomorfológica, geológica y climática se conformaron las unidades geomorfopedológicas de suelos hasta el nivel de forma del terreno, a cada una de estas formas se les realizó un trabajo de identificación del suelo dominante mediante los recorridos de campo, posteriormente se seleccionó el sitio para la recolección de las muestras para llevar al laboratorio.

El levantamiento de suelos en las áreas piloto y posteriormente en las áreas de extrapolación tuvo como objetivos entender las relaciones suelo-paisaje; conocer el patrón de distribución y el suelo dominante en las unidades geomorfológicas; clasificar los suelos al nivel categórico de familia textural, haciendo la aclaración que esta clasificación es de campo pues de acuerdo con la guía metodológica no se pretende hacer un levantamiento de suelos, se utilizó en campo la clave taxonómica 2014. De esta manera y teniendo como límite de la unidad la forma del terreno delimitada en la geomorfología se establecieron las unidades geomorfopedológicas, las cuales hacen referencia a la determinación de las características de un suelo cuyo límite es dicha geomorfología y que tiene además un clima y un material parental definido; posterior a la definición de esta unidad se identificaron las fases cartográficas posibles permitiendo subdividir la unidad geomorfopedológica.

La localización de las unidades se realizó mediante empleo del mapa preliminar impreso y la observación se georreferencio con la ayuda de un GPS, el cual llevaba cargada la cartografía base oficial, además se estableció la ruta de recorrido de acuerdo con el plan de trabajo determinado en la Tabla 11.5. Como resultado del trabajo de campo, se ubicaron los puntos de las coordenadas para las calicatas descritas sobre la cartografía final para hacer fácil la identificación del sitio donde se realizó el muestreo, con la identificación y relación de aspectos particulares locales, como erosión, pendiente, movimientos en masa, drenaje natural y el uso actual, entre otras.

Como el interés no es hacer un informe para un estudio semidetallado de suelos, pero si el dar a conocer las principales características de los suelos de la cuenca del río Yaguará, se describen a continuación en el orden en que se ubican en la leyenda geomorfopedológica de acuerdo con el paisaje y el clima; la salida gráfica del mapa geomorfopedológico se puede apreciar en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, la nomenclatura asignada se hace arbitrariamente y comenzando desde la montaña y terminando en el Valle; la descripción es resumida ya que no corresponde a la descripción de una unidad cartográfica de suelos, sino a la descripción de las características dominantes de los suelos enmarcados generalmente en la forma del terreno.

Como ya se explicó anteriormente, el objetivo es determinar la capacidad de uso de las tierras y no hacer un levantamiento de suelos, por lo tanto, la leyenda de geomorfología en algunas formas del terreno no es igual a la leyenda geomorfopedológica; por ejemplo, la capacidad de uso en las formas denominadas cubetas son la misma ya sea en cubetas de desborde o de decantación, las laderas de las lomas y de las lomas y colinas llevaron a la

misma clasificación por capacidad de uso, por lo tanto se tomó la decisión de unir estas formas del terreno, otras formas que se unieron fueron las vegas y las sobrevegas, de igual manera los diferentes niveles de terraza que aunque presentan diferente taxonomía tienen suelos similares y como ejemplo se tiene el perfil JR112 el cual se utilizó para calificar la forma de terreno de revés tanto en espinazos como en crestones ya que el suelo en juntas era un Udorthents con las mismas características. Esta decisión se tomó puesto que luego del trabajo de campo se comprobó que los suelos por sus limitantes llevaron a la misma capacidad de uso, por lo tanto, no aparecen las mismas unidades en las dos leyendas.

Con el ánimo de complementar los alcances de los términos “unidades geomorpedológicas” es necesario señalar que la selección del perfil representativo de la población de suelos que conforman el contenido pedológico de dichas unidades se calificó como perfil dominante para diferenciarlo del perfil modal el cual, como su nombre lo indica corresponde a aquel cuyas características de diferenciación (horizontes principales y diagnósticos, propiedades físicas, químicas y mineralógicas) están entre los límites de variación de la clase taxonómica que representa y es, por lo tanto, el producto de un análisis estadístico a base de observaciones detalladas de campo cuya densidad (número por unidad de área) obedece, estrictamente, a los requerimientos de la escala del levantamiento agrologico. Al perfil dominante, en la unidad geomorfopedológica, se llega mediante el análisis y la comprobación de campo cuya densidad está definida en la guía metodológica de POMCAS, mediante diferentes tipos de observaciones, las cuales buscan establecer las limitaciones que afectan la capacidad de uso.

Con la aclaración anterior, se determinaron los sitios para coleccionar las muestras del perfil representativo o dominante para ser enviadas al laboratorio, la ubicación de dichos perfiles se puede apreciar en la Tabla 11.6 y su localización dentro de la cuenca en la Figura 11.8.

En el ANEXO\_1\_PERFILES\_REPRESENTATIVOS\_SUELOS\_YAGUARA, se encuentra la descripción de los perfiles en mención y los resultados de laboratorio en ANEXO\_2\_QUIMICA\_SUELOS\_YAGUARA y ANEXO\_3\_FISICA\_SUELOS\_YAGUARA.

**Tabla 11.6. Perfiles representativos**

<b>Numeración</b>	<b>PERFIL REPRESENTATIVO</b>	<b>COORDENADA X</b>	<b>COORDENADA Y</b>
1	CR1	4693987,376	1841628,497
2	CR2	4696831,845	1841266,537
3	CR39	4721592,339	1849987,137
4	CR80	4710613,055	1847114,676
5	CR81	4712329,344	1848054,111
6	CR102	4705627,707	1850401,916
7	CR201	4700427,755	1850243,034
8	CR75	4710551,919	1842766,794
9	D104	4716604,492	1843831,934



Numeración	PERFIL REPRESENTATIVO	COORDENADA X	COORDENADA Y
10	D119	4719723,455	1850743,068
11	D132	4718138,431	1850346,263
12	D133	4717975,569	1850489,766
13	D18	4695798,872	1844232,068
14	D20	4696294,387	1844078,516
15	D21	4696481,141	1843953,415
16	D23	4697496,563	1843378,165
17	D26	4697879,739	1841006,281
18	D37	4697136,754	1844969,719
19	D48	4710927,735	1857624,886
20	D49	4710835,172	1857360,146
21	D58	4710157,634	1855901,523
22	D61	4724969,559	1850655,934
23	D62	4724823,596	1850688,789
24	D68	4724161,112	1852386,862
25	D71	4723399,855	1852744,631
26	D81	4715049,414	1841804,573
27	D1	4695380,668	1845466,857
28	S103	4721656,531	1849822,027
29	S121	4709134,612	1852040,138
30	S138	4724399,272	1853978,26
31	S13	4697489,974	1842859,241
32	S19	4697881,782	1843956,438
33	S1	4705156,599	1849444,024
34	S2	4696972,172	1846332,47
35	S3	4697035,493	1846043,571
36	S49	4708669,973	1857246,57
37	S57	4708776,708	1856006,076
38	S5	4697388,742	1845779,542
39	S60	4721090,26	1848857,162
40	S68	4722399,386	1849101,926
41	S69	4722176,124	1849688,969
42	S78	4722205,399	1849483,993
43	S80	4723820,969	1849542,326
44	S81	4724705,23	1850905,868
45	S82	4723722,698	1852628,779
46	G1	4690691,684	1841672,004
47	G3	4691742,949	1842105,885
48	G6	4693269,201	1841763,495

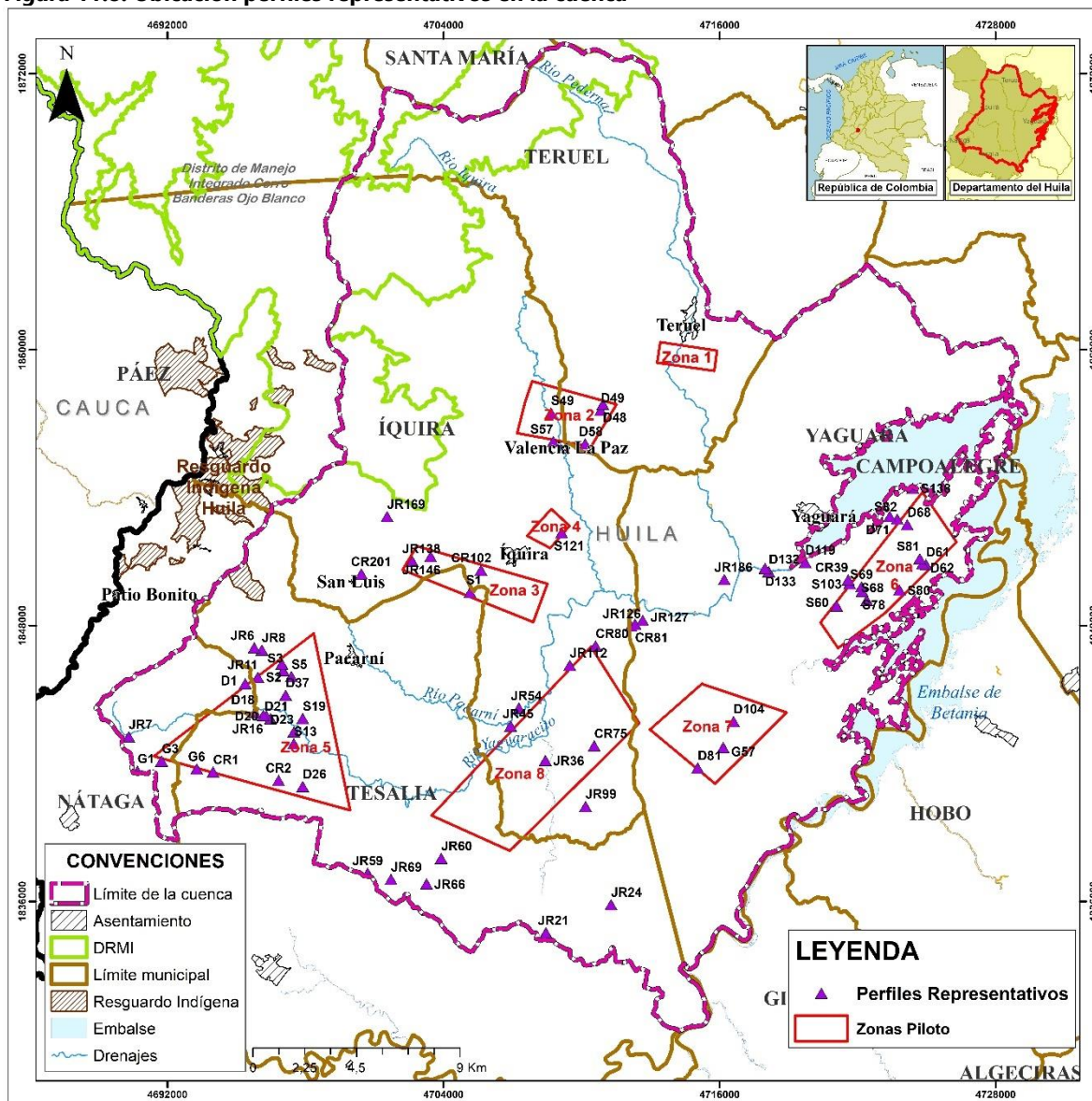


Numeración	PERFIL REPRESENTATIVO	COORDENADA X	COORDENADA Y
49	G57	4716158,764	1842697,088
50	JR6	4695775,851	1847032,928
51	JR11	4695927,239	1845752,729
52	JR16	4696164,894	1844084,017
53	JR19	4708370,406	1834346,884
54	JR21	4708450,827	1834639,238
55	JR36	4708428,364	1842138,552
56	JR45	4706919,078	1843630,299
57	JR54	4707278,053	1844415,291
58	JR59	4700701,208	1837231,696
59	JR60	4703900,339	1837875,362
60	JR66	4703259,05	1836767,292
61	JR69	4701719,075	1836961,719
62	JR99	4710177,387	1840134,778
63	JR112	4709491,785	1846271,185
64	JR138	4702641,677	1850802,616
65	JR169	4701551,774	1852739,44
66	JR186	4716204,515	1849999,43
67	JR7	4690315,708	1843160,874
68	JR24	4711281,414	1835860,758
69	JR126	4712151,405	1847978,512
70	JR127	4712660,545	1848223,032
71	JR146	4703441,124	1850999,718
72	JR8	4696101,84	1846935,3

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



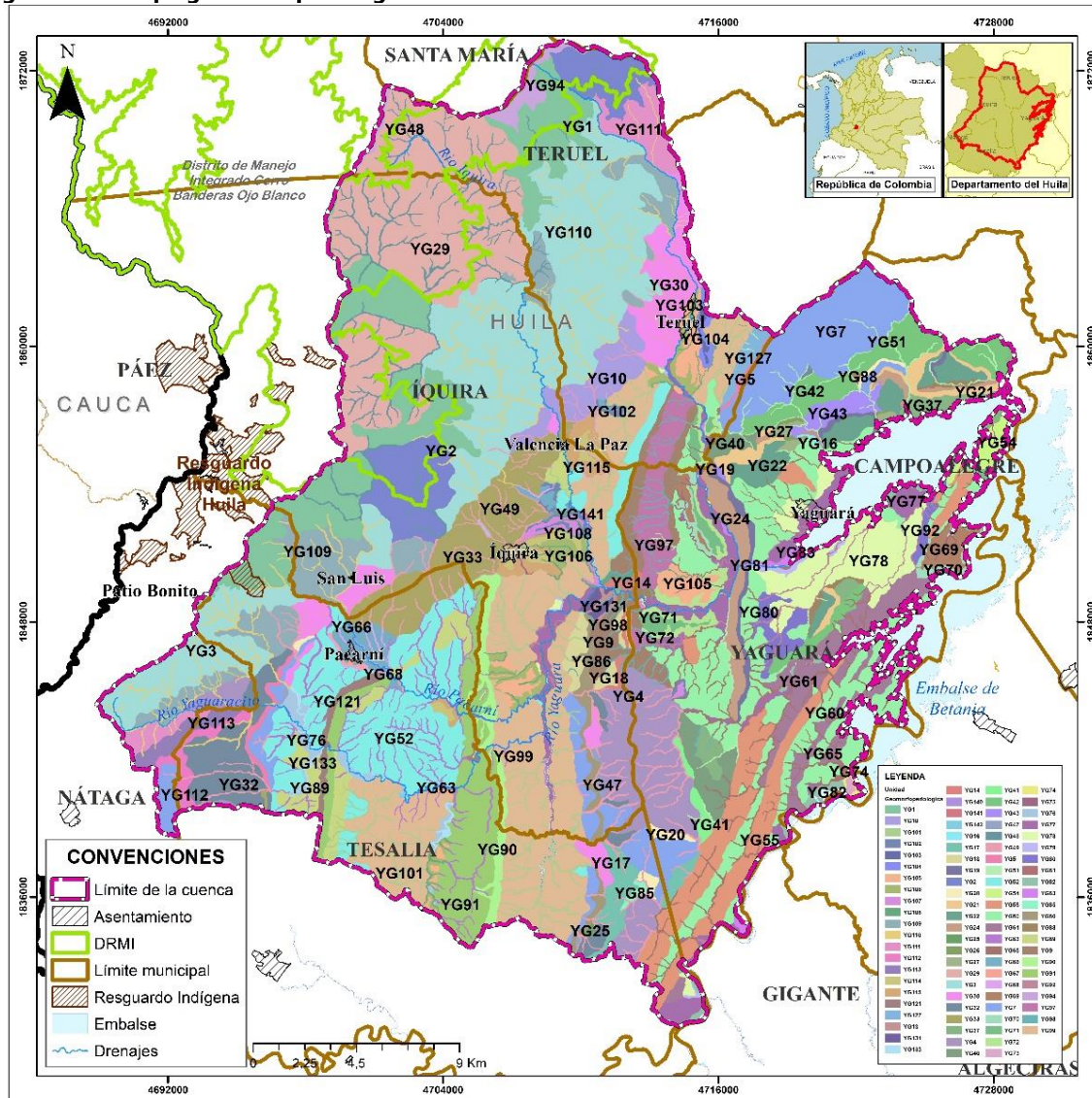
**Figura 11.8. Ubicación perfiles representativos en la cuenca**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Luego de ser ubicado cada perfil dominante en su respectiva unidad se procedió a complementar la leyenda geomorfopedológica, la cual se puede apreciar en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, y se logró determinar las características tanto físicas como químicas de cada unidad y obtener una representación cartográfica a escala 1:25.000 ajustada a los requerimientos metodológicos exigidos, lo que se puede apreciar en la Figura 11.9.

**Figura 11.9. Mapa geomorfopedológico**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 11.7. Leyenda Geomorfopedológica**

Paisaje	Ambiente	CLIMA	Litología	Relieve	Terreno	Taxonomía	Perfil Campo	Unidad Geomorfopedológica	Pendientes
Montaña	Estructural	MUY FRIO MUY HÚMEDO	Tobas, areniscas tobáceas, limolitas tobáceas y lavas, Monzogranitos, cuarzomonzodioritas y granodioritas	Filas y vigas	Cima y ladera	Oxic Udorthents	IGAC*	YG94	d, e, f, g
Montaña	Estructural	FRIO MUY HÚMEDO	Monzogranitos, cuarzomonzodioritas y granodioritas	Filas y vigas	Cima y ladera	Typic Udorthents	IGAC*	YG1	a, d, e, f, g
Montaña	Estructural	FRIO MUY HÚMEDO	Tobas, areniscas tobáceas, limolitas tobáceas y lavas	Filas y vigas	Cima y ladera	Typic Humudepts franco fino esquelital	JR169	YG2	a, d, e, f, g
Montaña	Estructural	MEDIO MUY HÚMEDO	Calizas, chert y lodolitas calcáreas	Crestón	Revés	Typic Dystrudepts	G1	YG113	d, e, f, g
Montaña	Estructural	MEDIO MUY HÚMEDO	Calizas, chert y lodolitas calcáreas	Crestón y Cuesta	Frente	Typic Udorthents	G3	YG112	e, f, g
Montaña	Estructural	MEDIO MUY HÚMEDO	Monzogranitos, cuarzomonzodioritas y granodioritas	Filas y vigas	Cima y ladera	Typic Dystrudepts	JR6	YG3	d, e, f, g
Montaña	Estructural	MEDIO MUY HÚMEDO	Tobas, areniscas tobáceas, limolitas tobáceas y lavas	Filas y vigas	Cima y ladera	Typic Dystrudepts fg	JR7	YG111	a, d, e, f, g
Montaña	Estructural	MEDIO HÚMEDO	Areniscas cuarzosas, lodolitas y chert	Crestón	Frente	Typic Humudepts	S3	YG86	d, e, f
Montaña	Estructural	MEDIO HÚMEDO	Areniscas cuarzosas, lodolitas y chert,	Crestón y Cuesta	Revés	Typic Dystrudepts	D21 JR99	YG7	d, e, f, g



Paisaje	Ambiente	CLIMA	Litología	Relieve	Terreno	Taxonomía	Perfil Campo	Unidad Geomorfopedológica	Pendientes
			Areniscas, lodolitas calcáreas, calizas y chert, Calizas, chert y lodolitas calcáreas, Calizas, chert y lodolitas calcáreas			Typic Udorthents			
Montaña	Estructural	MEDIO HÚMEDO	Areniscas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	Crestón	Frente	Typic Udorthents	D20	YG5	d, e, f, g
Montaña	Estructural	MEDIO HÚMEDO	Areniscas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	Crestón	Resalto	Oxic Dystrudepts	S5	YG25	d
Montaña	Estructural	MEDIO HÚMEDO	Areniscas, lodolitas calcáreas, calizas y chert y Calizas, chert y lodolitas calcáreas	Espinazo	Revés	Typic Dystrudepts esqueletal	JR24	YG17	d, e, f, g
Montaña	Estructural	MEDIO HÚMEDO	Calizas, chert y lodolitas calcáreas	Espinazo	Frente	Typic Udorthents	D20	YG85	e, f, g
Montaña	Estructural	MEDIO HÚMEDO	Calizas, chert y lodolitas calcáreas y Lodolitas, calizas y areniscas	Crestón	Frente	Typic Humudepts	S3	YG20	d, e, f, g
Montaña	Estructural	MEDIO HÚMEDO	Cuarzomonzodiorita	Filas y vigas	Cima y ladera	Typic Udorthents	D1	YG127	d, e, f
Montaña	Estructural	MEDIO HÚMEDO	Monzogranitos, cuarzomonzodioritas y granodioritas	Filas y vigas	Cima y ladera	Typic Udorthents Typic Udifluents	D1 S49	YG10	d, e, f, g



Paisaje	Ambiente	CLIMA	Litología	Relieve	Terreno	Taxonomía	Perfil Campo	Unidad Geomorfopedológica	Pendientes
Montaña	Estructural	MEDIO HÚMEDO	Tobas, areniscas tobáceas, limolitas tobáceas y lavas	Filas y vigas	Cima y ladera	Typic Udorthents	D1	YG4	c, d, e, f, g
Montaña	Estructural	CÁLIDO HÚMEDO	Areniscas cuarzosas, lodolitas y chert	Espinazo	Revés	Typic Udorthents - Afloramientos rocosos	IGAC*	YG131	d, e, f, g
Montaña	Estructural	CÁLIDO HÚMEDO	Areniscas cuarzosas, lodolitas y chert y Areniscas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	Crestón y Espinazo	Frente	Typic Dystrudepts ff	JR126	YG14	d, e, f, g
Montaña	Estructural	CÁLIDO HÚMEDO	Areniscas cuarzosas, lodolitas y chert y Areniscas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	Crestón y Espinazo	Revés	Typic Udorthents ff/esqueletal	JR112	YG18	d, e, f
Montaña	Estructural	CÁLIDO SECO	Areniscas cuarzosas, lodolitas y chert	Crestón	Frente	Lithic Ustorthents	S60	YG19	d, e, f, g
Montaña	Estructural	CÁLIDO SECO	Areniscas cuarzosas, lodolitas y chert	Crestón	Revés	Typic Ustorthents	JR112	YG22	d, e, f, g
Montaña	Estructural	CÁLIDO SECO	Areniscas cuarzosas, lodolitas y chert	Espinazo	Frente	Lithic Ustorthents	S60	YG13	d, e, f, g
Montaña	Estructural	CÁLIDO SECO	Areniscas cuarzosas, lodolitas y chert	Espinazo	Revés	Typic Ustorthents	JR112	YG16	d,e
Montaña	Estructural	CÁLIDO SECO	Areniscas cuarzosas, lodolitas y chert y Lodolitas y areniscas de cuarzo	Cuesta	Frente	Lithic Ustorthents	S60	YG26	d, e, f

Paisaje	Ambiente	CLIMA	Litología	Relieve	Terreno	Taxonomía	Perfil Campo	Unidad Geomorfopedológica	Pendientes
Montaña	Estructural	CÁLIDO SECO	Areniscas cuarzosas, lodolitas y chert y Lodolitas y areniscas de cuarzo	Cuesta	Revés	Typic Ustorthents	JR112	YG27	d, e
Montaña	Estructural	CÁLIDO SECO	Lodolitas y areniscas de cuarzo	Crestón	Frente	Lithic Ustorthents	S60	YG21	c, d, e, f
Montaña	Estructural	CÁLIDO SECO	Lodolitas y areniscas de cuarzo	Crestón	Revés	Typic Dystrustepts Esqueletal	D104	YG24	d, e, f, g
Montaña	Denudacional	FRIO MUY HÚMEDO	Monzogranitos, cuarzomonzodioritas y granodioritas	Lomas	Cima y ladera	Typic Humudepts - Typic Udorthents - Typic Hapludands	IGAC*	YG29	a, d, e, f, g
Montaña	Denudacional	MEDIO MUY HÚMEDO	Monzogranitos, cuarzomonzodioritas y granodioritas	Lomas	Cima y ladera	Typic Udorthents Typic Humudepts ff Typic Dystrustepts franca fina	JR8 JR138 JR146	YG109	a, c, d, e, f, g
Montaña	Denudacional	MEDIO HÚMEDO	Areniscas cuarzosas, lodolitas y chert y Monzogranitos, cuarzomonzodioritas y granodioritas	Lomas	Cima y ladera	Oxic Dystrustepts Pachic Hapludolls Typic Dystrustepts Typic Humudepts	S5 JR16 CR75 CR201	YG30	c, d, e, f, g

Paisaje	Ambiente	CLIMA	Litología	Relieve	Terreno	Taxonomía	Perfile Campo	Unidad Geomorfopedológica	Pendientes
Montaña	Denudacional	MEDIO HÚMEDO	Areniscas, lodolitas calcáreas, calizas y chert y Tobas, areniscas tobáceas, limolitas tobáceas y lavas	Lomas	Cima, Cima y ladera	Oxic Dystrudepts Oxic Dystrudepts Typic Dystrudepts	S57 CR1 CR102	YG33	d, e, f, g
Montaña	Denudacional	MEDIO HÚMEDO	Calizas, chert y lodolitas calcáreas, Areniscas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	Lomas, Lomas y colinas	Ladera, Cima y ladera	Oxic Dystrudepts Typic Endoaquepts Typic Endoaquepts Typic Udorthents familia fina	CR1 G6 JR11 S2	YG32	b, c, d, e, f, g
Montaña	Denudacional	CÁLIDO HÚMEDO	Areniscas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	Lomas y colinas	Cima y ladera	Typic Endoaquepts Typic Dystrudepts	CR80 CR81	YG97	a, b, c, d, e
Montaña	Denudacional	CÁLIDO HÚMEDO	Areniscas, lodolitas calcáreas, calizas y chert, Areniscas cuarzosas, lodolitas y chert	Lomas	Cima y ladera	Typic Endoaquepts Typic Dystrudepts	CR80 CR81	YG9	a, b, c, d, e, f, g
Montaña	Denudacional	CÁLIDO SECO	Areniscas cuarzosas, lodolitas y chert	Lomas	Cima, Ladera, Cima y ladera	Lithic Ustorthent	S103	YG37	a, b, c, d, e, f, g
Montaña	Denudacional	CÁLIDO SECO	Areniscas, lodolitas calcáreas, calizas y chert	Lomas	Cima y ladera	Typic Haplustepts familia franca	D81	YG40	a, b, c, d, e, f, g

Paisaje	Ambiente	CLIMA	Litología	Relieve	Terreno	Taxonomía	Perfil Campo	Unidad Geomorfopedológica	Pendientes
						fina sobre esqueletal			
Montaña	Denudacional	CÁLIDO SECO	Calizas, chert y lodolitas calcáreas	Lomas	Cima y ladera	Typic Haplustepts familia franca fina sobre esqueletal	D81	YG41	d, e, f
Montaña	Denudacional	CÁLIDO SECO	Lodolitas y areniscas de cuarzo	Lomas	Cima y ladera	Typic Haplustepts familia franca fina sobre esqueletal	D81	YG43	a, c, d, e
Montaña	Denudacional	CÁLIDO SECO	Lodolitas, calizas y areniscas	Lomas, Lomas y colinas	Cima y ladera	Lithic Ustorthents	S78	YG42	a, b, c, d, e, f
Montaña	Deposicional	FRIO MUY HÚMEDO	Depósitos aluviales sin consolidar compuestos por cantos, gravas, arenas y limos	Vallecito	Vega	Typic Udorthents esqueletal	D18	YG48	a, c, d, e, f, g
Montaña	Deposicional	MEDIO MUY HÚMEDO	Depósitos aluviales sin consolidar compuestos por cantos, gravas, arenas y limos	Vallecito	Vega	Typic Udorthents esqueletal	D18	YG110	a, d, e, f, g
Montaña	Deposicional	MEDIO HÚMEDO	Depósitos aluviales sin consolidar compuestos por cantos, gravas, arenas y limos	Vallecito	Vega	Typic Udorthents esqueletal	D18	YG49	a, c, d, e, f, g



Paisaje	Ambiente	CLIMA	Litología	Relieve	Terreno	Taxonomía	Perfil Campo	Unidad Geomorfopedológica	Pendientes
Montaña	Deposicional	MEDIO HÚMEDO	Depósitos de material heterométrico de origen coluvioaluvial	Glacis de acumulación	Cuerpo	Typic Dystrudepts	D37	YG47	d,e
Montaña	Deposicional	CÁLIDO HÚMEDO	Depósitos aluviales sin consolidar compuestos por cantos, gravas, arenas y limos	Vallecito	Vega	Typic Dystrudepts	CR86	YG98	b, c, d, e, f
Montaña	Deposicional	CÁLIDO SECO	Depósitos aluviales sin consolidar compuestos por cantos, gravas, arenas y limos	Vallecito	Vega	Typic Dystrudepts	CR86	YG51	a, b, c, d, e
Montaña	Deposicional	CÁLIDO SECO	Depósitos de material heterométrico de origen coluvioaluvial	Glacis de acumulación	Cuerpo	Typic Endoaquents fino	S69	YG88	a, b, c, d
Lomerío	Estructural	MEDIO HÚMEDO	Arcillolitas y areniscas, Limolitas, areniscas y conglomerados	Espinazo	Frente	Lithic Udorthents Fragmental	IGAC*	YG121	d, e, f, g
Lomerío	Estructural	MEDIO HÚMEDO	Conglomerados, chert, fragmentos de rocas volcánicas estratificados lenticularmente	Espinazo	Frente	Lithic Udorthents Fragmental	IGAC*	YG90	d, e, f, g
Lomerío	Estructural	MEDIO HÚMEDO	Conglomerados, chert, fragmentos de rocas volcánicas	Crestón y Espinazo	Frente y Revés	Lithic Udorthents Fragmental	IGAC*	YG91	d, e, f, g

Paisaje	Ambiente	CLIMA	Litología	Relieve	Terreno	Taxonomía	Perfil Campo	Unidad Geomorfopedológica	Pendientes
			estratificados lenticularmente, Limolitas, areniscas y conglomerados						
Lomerío	Estructural	CÁLIDO SECO	Arcillolitas y areniscas, Arcillolitas, limolitas y areniscas, Conglomerados, areniscas y arcillolitas, Conglomerados, chert, fragmentos de rocas volcánicas estratificados lenticularmente, Limolitas, areniscas y conglomerados	Crestón y Espinazo	Frente y Revés	Lithic Ustorthents fragmental Typic Ustorthents Esqueletal	IGAC*	YG55	d, e, f, g
Lomerío	Estructural	CÁLIDO SECO	Conglomerados, areniscas y arcillolitas, Conglomerados, chert, fragmentos de rocas volcánicas estratificados lenticularmente	Espinazo	Revés	Lithic Ustorthents fragmental	IGAC*	YG54	d, e, f, g
Lomerío	Denudacional	MEDIO HÚMEDO	Arcillolitas y areniscas, Arcillolitas, limolitas y areniscas, Conglomerados,	Lomas	Cima y ladera	Typic Dystrudepts	CR2	YG52	a, b, c, d, e, f, g

Paisaje	Ambiente	CLIMA	Litología	Relieve	Terreno	Taxonomía	Perfil Campo	Unidad Geomorfopedológica	Pendientes
			areniscas y arcillolitas						
Lomerío	Denudacional	MEDIO HÚMEDO	Limolitas, areniscas y conglomerados, Arcillolitas, limolitas y areniscas, Arcillolitas y areniscas, Conglomerados, areniscas y arcillolitas. Arcillolitas, limolitas y areniscas, Arcillolitas y areniscas, Conglomerados, areniscas y arcillolitas	Lomas y colinas	Cima y ladera	Typic Hapludolls Typic Dystrudepts Typic Dystrudepts	S1 JR59 S13	YG89	a, b, c, d, e, f, g
Lomerío	Denudacional	CÁLIDO HÚMEDO	Arcillolitas, limolitas y areniscas	Lomas	Cima y ladera	Typic Haplustalf Oxic Dystrudepts fg Typic Udorthents esquelital Aquic Haplustepts Aquic Humudepts	JR21 JR66 JR45 JR19 JR69	YG99	a, b, c, d, e, f, g

Paisaje	Ambiente	CLIMA	Litología	Relieve	Terreno	Taxonomía	Perfil Campo	Unidad Geomorfopedológica	Pendientes
Lomerío	Denudacional	CÁLIDO SECO	Arcillolitas, limolitas y areniscas, Arenas tobáceas y arcillas, Conglomerados, chert, fragmentos de rocas volcánicas estratificados lenticularmente, Limolitas, areniscas y conglomerados, Lodolitas y areniscas de cuarzo	Lomas y colinas	Cima y ladera	Oxic Dystrustepts Typic Dystrustepts Oxic Dystrustepts	D71 G57 S82	YG60	a, b, c, d, e, f, g
Lomerío	Denudacional	CÁLIDO SECO	Areniscas conglomeráticas fluviolacustres	Lomas y colinas	Cima y ladera	Aquic Dystrustepts Typic Dystrustepts	S68 S80	YG61	a, b, c, d, e
Lomerío	Deposicional	MEDIO HÚMEDO	Depósitos aluviales sin consolidar compuestos por cantos, gravas, arenas y limos	Vallecito	Vega	Typic Udorthents	D23	YG63	a, b, c, d, e, f, g
Lomerío	Deposicional	CÁLIDO HÚMEDO	Depósitos aluviales sin consolidar compuestos por cantos, gravas, arenas y limos	Vallecito	Vega	Oxic Dystrustepts - Typic Udorthents	JR68	YG101	a, b, c, d, e
Lomerío	Deposicional	CÁLIDO SECO	Depósitos aluviales sin consolidar compuestos por	Vallecito	Vega	Typic Ustifluvents	JR68	YG65	a, b, c, d, e, f



Paisaje	Ambiente	CLIMA	Litología	Relieve	Terreno	Taxonomía	Perfil Campo	Unidad Geomorfopedológica	Pendientes
			cantos, gravas, arenas y limos						
Piedemonte	Deposicional	MEDIO HÚMEDO	Depósitos aluviales sin consolidar compuestos por cantos, gravas, arenas y limos	Vallecito	Vega	Typic Udorthents	g36	YG68	c, d, e
Piedemonte	Deposicional	MEDIO HÚMEDO	Depósitos de origen fluvio-volcánicos compuestos por cantos, arenas y arcillas	Abanico reciente	Talud	Typic Dystrudepts familia franca fina esqueletal	D49	YG67	d, e
Piedemonte	Deposicional	MEDIO HÚMEDO	Depósitos de origen fluvio-volcánicos compuestos por cantos, arenas y arcillas	Abanico subreciente	Talud	Typic Dystrudepts familia franca fina esqueletal	D49	YG115	d, e, f
Piedemonte	Deposicional	MEDIO HÚMEDO	Depósitos de origen fluvio-volcánicos compuestos por cantos, arenas y arcillas. No presenta disección	Abanico reciente	Cuerpo	Typic Dystrudepts franco fino Typic Dystrudepts	JR60 D48	YG66	b, c, d
Piedemonte	Deposicional	MEDIO HÚMEDO	Depósitos de origen fluvio-volcánicos compuestos por cantos, arenas y arcillas. Presenta modera disección	Abanico subreciente	Cuerpo	Typic Dystrudepts franco fino Typic Dystrudepts	JR60 D58	YG114	b, c, d

Paisaje	Ambiente	CLIMA	Litología	Relieve	Terreno	Taxonomía	Perfil Campo	Unidad Geomorfopedológica	Pendientes
Piedemonte	Deposicional	CÁLIDO HÚMEDO	Depósitos aluviales sin consolidar compuestos por cantos, gravas, arenas y limos	Vallecito	Vega	Typic Udorthents	S114	YG108	a, b, c, d, e, f
Piedemonte	Deposicional	CÁLIDO HÚMEDO	Depósitos de origen fluvio-volcánicos compuestos por cantos y arenas	Abanico antiguo	Talud	Typic Dystrudepts familia esqueletal	D49	YG104	a, d, e
Piedemonte	Deposicional	CÁLIDO HÚMEDO	Depósitos de origen fluvio-volcánicos compuestos por cantos y arenas. Presenta mayor disección	Abanico antiguo	Cuerpo	Typic Dystrudepts franco fino	JR60	YG103	c, d, e
Piedemonte	Deposicional	CÁLIDO HÚMEDO	Depósitos de origen fluvio-volcánicos compuestos por cantos, arenas y arcillas	Abanico reciente	Talud	Typic Dystrudepts familia esqueletal	D49	YG102	c, d
Piedemonte	Deposicional	CÁLIDO HÚMEDO	Depósitos de origen fluvio-volcánicos compuestos por cantos, arenas y arcillas	Abanico subreciente	Talud	Typic Dystrudepts familia esqueletal	D49	YG106	d, e, f
Piedemonte	Deposicional	CÁLIDO HÚMEDO	Depósitos de origen fluvio-volcánicos compuestos por cantos, arenas y	Abanico reciente	Cuerpo	Typic Dystrudepts franco fino Aquic Dystrudepts	JR60 S121	YG107	a, b, c, d

Paisaje	Ambiente	CLIMA	Litología	Relieve	Terreno	Taxonomía	Perfile Campo	Unidad Geomorfopedológica	Pendientes
			arcillas. No presenta disección						
Piedemonte	Deposicional	CÁLIDO HÚMEDO	Depósitos de origen fluvio-volcánicos compuestos por cantos, arenas y arcillas. Presenta modera disección	Abanico subreciente	Cuerpo	Typic Dystrudepts franco fino	JR60	YG105	a, b, c, d
Piedemonte	Deposicional	CÁLIDO SECO	Depósitos aluviales sin consolidar compuestos por cantos, gravas, arenas y limos	Vallecito	Vega	Oxic Haplustepts fg /esqueletal	JR189	YG75	b, c, d, e
Piedemonte	Deposicional	CÁLIDO SECO	Depósitos de origen fluvio-volcánicos compuestos por cantos y arenas	Abanico antiguo	Talud	Typic Ustorthents	D62	YG70	d, e
Piedemonte	Deposicional	CÁLIDO SECO	Depósitos de origen fluvio-volcánicos compuestos por cantos y arenas. Presenta mayor disección	Abanico antiguo	Cuerpo	Typic Dystrusteps Aquic Dystrudepts familia fina sobre esqueletal	JR127	YG69	a, b, c, d
Piedemonte	Deposicional	CÁLIDO SECO	Depósitos de origen fluvio-volcánicos compuestos por cantos, arenas y arcillas	Abanico reciente	Talud	Oxic Dystrudepts familia franco grueso sobre esqueletal	JR186	YG74	d

Paisaje	Ambiente	CLIMA	Litología	Relieve	Terreno	Taxonomía	Perfil Campo	Unidad Geomorfopedológica	Pendientes
Piedemonte	Deposicional	CÁLIDO SECO	Depósitos de origen fluvio-volcánicos compuestos por cantos, arenas y arcillas	Abanico subreciente	Talud	Oxic Dystrudepts familia franco grueso sobre esqueletal	JR186	YG72	d, e
Piedemonte	Deposicional	CÁLIDO SECO	Depósitos de origen fluvio-volcánicos compuestos por cantos, arenas y arcillas. No presenta disección	Abanico reciente	Cuerpo	Aquic Dystrudepts franca fina sobre esqueletal	JR127	YG73	a, c, d
Piedemonte	Deposicional	CÁLIDO SECO	Depósitos de origen fluvio-volcánicos compuestos por cantos, arenas y arcillas. Presenta moderada disección	Abanico subreciente	Cuerpo	Aquic Dystrudepts franca fina sobre esqueletal	JR127	YG71	a, b, c, d
Valle	Deposicional	MEDIO HÚMEDO	Depósitos aluviales sin consolidar compuestos por cantos, gravas, arenas y limos	Vallecito	Vega	Typic Udorthents esqueletal	S19	YG133	a, b, c
Valle	Deposicional	MEDIO HÚMEDO	Depósitos poco consolidados de cantos redondeados, gravas y arenas	Terraza Baja	Plano	Typic Dystrudepts Typic Endoaquepts familia fina	D26 JR36	YG76	a, b
Valle	Deposicional	MEDIO HÚMEDO	Depósitos poco consolidados de	Terraza Media	Plano	Typic Endoaquepts familia fina	JR36	YG76	a



Paisaje	Ambiente	CLIMA	Litología	Relieve	Terreno	Taxonomía	Perfil Campo	Unidad Geomorfopedológica	Pendientes
			cantos redondeados, gravas y arenas						
Valle	Deposicional	MEDIO HÚMEDO	Depósitos poco consolidados de cantos redondeados, gravas y arenas	Terraza Media	Talud	Typic Dystrudepts Esqueletal	D26	YG142	c
Valle	Deposicional	CÁLIDO HÚMEDO	Depósitos aluviales sin consolidar compuestos por cantos, gravas, arenas y limos	Vallecito	Vega	Typic Ustorthents familia franca gruesa	D68	YG141	a, b, c, d
Valle	Deposicional	CÁLIDO HÚMEDO	Depósitos poco consolidados de cantos redondeados, gravas y arenas	Terraza Baja	Plano	Typic Endoaquepts familia fina	JR36	YG140	a, b, c, d
Valle	Deposicional	CÁLIDO SECO	Depósitos aluviales sin consolidar compuestos por cantos, gravas, arenas y limos	Plano de inundación	Vega	Typic Haplustepts familia franca fina sobre esqueletal	D132	YG81	a, b, c
Valle	Deposicional	CÁLIDO SECO	Depósitos aluviales sin consolidar compuestos por cantos, gravas, arenas y limos	Vallecito	Vega	Typic Ustorthents familia franca gruesa	D68	YG92	a, b, c, d
Valle	Deposicional	CÁLIDO SECO	Depósitos poco consolidados de cantos redondeados, gravas y arenas	Terraza Alta	Plano	Typic Endoaquepts familia franca gruesa	S81	YG80	a, b

Paisaje	Ambiente	CLIMA	Litología	Relieve	Terreno	Taxonomía	Perfil Campo	Unidad Geomorfopedológica	Pendientes
Valle	Deposicional	CÁLIDO SECO	Depósitos poco consolidados de cantos redondeados, gravas y arenas	Terraza Baja	Plano	Typic Endoaquepts familia fina	JR36	YG77	a, b
Valle	Deposicional	CÁLIDO SECO	Depósitos poco consolidados de cantos redondeados, gravas y arenas	Terraza Media	Plano	Typic Haplustolls	CR39	YG78	a, b
Valle	Deposicional	CÁLIDO SECO	Depósitos poco consolidados de cantos redondeados, gravas y arenas	Terraza Media	Talud	Typic Haplustepts familia franca gruesa sobre esquelética	D119	YG79	c, d, e
Valle	Deposicional	CÁLIDO SECO	Depósitos sin consolidar de arenas, limos y arcillas	Plano de inundación	Cubeta de desborde	Typic Endoaquepts fino	S138	YG82	a, b
Valle	Deposicional	CÁLIDO SECO	Depósitos sin consolidar de gravas, arenas y limos, Depósitos sin consolidar de arenas, limos y arcillas	Plano de inundación	Napa de desborde y Napa de explayamiento	Typic Haplustepts	D133	YG83	a, b

IGAC\* Estas unidades por problema de acceso y de orden público, fueron calificadas con la información del ESTUDIO GENERAL DE SUELOS DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA IGAC 1994.

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

De la leyenda geomorfopedológica de la cuenca hidrográfica del río Yaguará Tabla 11.7, se ha extractado la síntesis de las características físico-químicas de los perfiles modales representativos de cada una de las 134 unidades cartográficas de suelos, de las cuales se derivan las potencialidades y las limitaciones para el uso de las tierras. Se hace la aclaración que como no se trata de un estudio de suelos semidetallado, solamente se describen las características que califican capacidad Dicha síntesis se presenta en la tabla

#### 11.3.3.2.1. *Suelos de montaña*

##### ▪ **Unidad YG94**

Esta unidad se localiza en las cimas y laderas de las filas y vigas en el paisaje de Montaña, en clima muy frío muy húmedo, las pendientes varían desde: ligeramente escarpadas hasta fuertemente escarpadas 12-25%, 25-50%, 50-75%, > 75%.

Los suelos se originaron a partir de Tobas, areniscas tobáceas, limolitas tobáceas y lavas, Monzogranitos, cuarzomonzodioritas y granodioritas y se clasifican taxonómicamente como Oxic Dystrudepts Familia franca fina Isomésica; presentan como características ser moderadamente profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, con presencia de erosión ligera sectorizada y fertilidad natural baja; esta unidad ocupa 433,05 has que corresponden al 0,48%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG94d: Fase ligeramente escarpada.

YG94e: Fase ligeramente escarpada, erosión moderada.

YG94f: Fase Moderadamente escarpada.

YG94g: Fase fuertemente escarpada.

##### ▪ **Unidad YG1**

Esta unidad se localiza en las cimas y laderas de las filas y vigas en el paisaje de Montaña, en clima frío muy húmedo, las pendientes varían desde planas en las cimas hasta fuertemente escarpadas en las laderas.

Los suelos se originaron a partir de Monzogranitos, cuarzomonzodioritas y granodioritas y se clasifican taxonómicamente como Typic Udorthents Familia franca fina Isomésica; presentan como características ser moderadamente profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, con presencia de erosión ligera sectorizada, de reacción fuertemente ácida, de saturación de bases bajas, de baja capacidad catiónica de cambio y de contenidos altos de materia orgánica. Los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 4667,68 has que corresponden al 5,22%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG1a: Fase plana.

YG1d: Fase fuertemente inclinada.

YG1e: Fase Ligeramente escarpada.

YG1f: Fase moderadamente escarpada.

YG1g: Fuertemente escarpada.

#### ▪ **Unidad YG2**

Esta unidad se localiza en las cimas y laderas de las filas y vigas en el paisaje de Montaña, en clima frío muy húmedo, las pendientes varían desde planas en las cimas, que no se cartografiaron por tamaño de la unidad hasta fuertemente escarpadas en las laderas.

Los suelos se originaron a partir de Tobas, areniscas tobáceas, limolitas tobáceas y lavas y se clasifican taxonómicamente como Typic Humudepts familia franco fina Isomésica; presentan como características ser moderadamente profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, generalmente son suelos de colores oscuros, ricos en humus en los horizontes superiores, bien drenados, de reacción fuertemente ácida, de saturación de bases bajas, de baja capacidad catiónica de cambio y de contenidos altos de materia orgánica. Los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 2074,91 has que corresponden al 2.32%.

**Figura 11.10. Suelos Typic Humudepts familia franco fina Isomésica**



Coordenadas

X: 4.701.551,761 Y: 1.852.739,403

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG2a: Fase plana.

YG2d: Fase fuertemente inclinada.



YG2e: Fase Ligeramente escarpada.  
YG2f: Fase moderadamente escarpada.  
YG2g: Fuertemente escarpada.

▪ **Unidad YG113**

Esta unidad se localiza en el revés de los crestones en el paisaje de Montaña, en clima medio muy húmedo, las pendientes varían desde fuertemente inclinadas hasta fuertemente escarpadas.

Los suelos se originaron a partir de Calizas, chert y lodolitas calcáreas y se clasifican taxonómicamente como Typic Eutrudepts Familia franca fina Isotérmica; presentan como características ser profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, con presencia de erosión ligera sectorizada, de reacción ligeramente ácida, de saturación de bases alta, de baja capacidad catiónica de cambio, los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 303,99 has que corresponden al 0,34%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG113d: Fase fuertemente inclinada.  
YG113e: Fase Ligeramente escarpada.  
YG113f: Fase moderadamente escarpada.  
YG113g: Fuertemente escarpada.

▪ **Unidad YG112**

Esta unidad se localiza en el frente de los crestones y cuevas en el paisaje de Montaña, en clima medio muy húmedo, las pendientes varían desde ligeramente escarpadas hasta fuertemente escarpadas.

Los suelos se originaron a partir de Calizas, chert y lodolitas calcáreas y se clasifican taxonómicamente como Typic Udorthents Familia franca fina Isotérmica; presentan como características ser profundos, bien drenados, de texturas finas, con presencia de erosión ligera sectorizada, de reacción fuertemente ácida, de saturación de bases bajas, de baja capacidad catiónica de cambio y de contenidos altos de materia orgánica. Los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 304,42 has que corresponden al 0,34%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG112e: Fase Ligeramente escarpada.  
YG112f: Fase moderadamente escarpada.  
YG112g: Fuertemente escarpada.

### ▪ **Unidad YG3**

Esta unidad se localiza en las cimas y laderas de las filas y vigas en el paisaje de Montaña, en clima medio muy húmedo, las pendientes varían desde ligeramente escarpadas hasta fuertemente escarpadas.

Los suelos se originaron a partir de Monzogranitos, cuarzomonzodioritas y granodioritas y se clasifican taxonómicamente como Typic Dystrudepts Familia franca fina Isotérmica; presentan como características ser profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, con presencia de erosión ligera y moderada, de reacción fuertemente ácida y de contenidos altos de materia orgánica. Los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 8769,07 has que corresponden al 9,80%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG3d: Fase fuertemente inclinada.

YG3e: Fase Ligeramente escarpada.

YG3f: Fase moderadamente escarpada.

YG3g: Fuertemente escarpada.

**Figura 11.11. Suelos Typic Dystrudepts Familia franca fina Isotérmica**



Coordenadas

X: 4.695.775,827 Y: 1.847.032,979

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

### ▪ **Unidad YG111**

Esta unidad se localiza en las cimas y laderas de las filas y vigas en el paisaje de Montaña, en clima frío muy húmedo, las pendientes varían desde planas en las cimas hasta fuertemente escarpadas en las laderas.

Los suelos se originaron a partir de Tobas, areniscas tobáceas, limolitas tobáceas y lavas y se clasifican taxonómicamente como Typic Dystrudepts Familia franca fina Isotérmica; presentan como características ser profundos, bien drenados, de texturas moderadamente gruesas, de reacción fuertemente ácida, de saturación de bases bajas y baja capacidad catiónica de cambio y de contenidos moderados de materia orgánica. Los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 810,51 has que corresponden al 0,91%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG111a: Fase plana.

YG111d: Fase fuertemente inclinada.

YG111e: Fase Ligeramente escarpada.

YG111f: Fase moderadamente escarpada.

YG111g: Fuertemente escarpada.

**Figura 11.12. Suelo Typic Dystrudepts Familia franca fina Isotérmica**



Coordenadas

X: 4.695.882,145 Y: 1.846.865,498

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### ▪ **Unidad YG86**

Esta unidad se localiza en el frente de los crestos en el paisaje de Montaña, en clima medio húmedo, las pendientes varían desde planas en las cimas hasta fuertemente escarpadas en las laderas.

Los suelos se originaron a partir de Areniscas cuarzosas, lodolitas y chert y se clasifican taxonómicamente como Typic Dystrudepts Familia franca fina Isotérmica; presentan como características ser profundos, bien drenados, de texturas moderadamente gruesas, de reacción muy fuertemente ácida, la saturación de bases es baja, la capacidad catiónica de cambio es baja. Los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 403,06 has que corresponden al 0,45%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG1d: Fase fuertemente inclinada.

YG1e: Fase Ligeramente escarpada.

YG1f: Fase moderadamente escarpada.

#### ▪ **Unidad YG7**

Esta unidad se localiza en el revés de los crestones y cuestras en el paisaje de Montaña, en clima medio húmedo, las pendientes varían desde fuertemente inclinadas hasta fuertemente escarpadas.

Los suelos se originaron a partir de Areniscas cuarzosas, lodolitas y chert, y se clasifican taxonómicamente como Typic Dystrudepts Familia franca fina Isotérmica; presentan como características ser profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, de reacción fuertemente ácida y saturación de bases bajas, de baja capacidad catiónica de cambio y de contenidos altos de materia orgánica. Los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 3782,25 has que corresponden al 4,23%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG7d: Fase fuertemente inclinada.

YG7e: Fase Ligeramente escarpada.

YG7f: Fase moderadamente escarpada.

YG7g: Fuertemente escarpada.



**Figura 11.13. Suelo Typic Dystrudepts Familia franca fina Isotérmica**



Coordenadas

X: 4.710.177,373 Y: 1.840.134,759

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### ▪ **Unidad YG5**

Esta unidad se localiza en el frente de los crestones en el paisaje de Montaña, en clima medio húmedo, las pendientes varían desde planas en las cimas hasta fuertemente escarpadas en las laderas.

Los suelos se originaron a partir de Areniscas, lodolitas calcáreas, calizas y chert y se clasifican taxonómicamente como Typic Udorthents Familia franca fina Isotérmica; presentan como características ser moderadamente profundos, bien drenados, de texturas moderadamente gruesas, los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 196,62 has que corresponden al 0,22%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG5d: Fase fuertemente inclinada.

YG5e: Fase Ligeramente escarpada.

YG5f: Fase moderadamente escarpada.

YG5g: Fuertemente escarpada.

#### ▪ **Unidad YG25**

Esta unidad se localiza en los resaltos de los crestones en el paisaje de Montaña, en clima medio húmedo, la inclinación de la pendiente es fuertemente inclinada 12-25%.

Los suelos se originaron a partir de Monzogranitos, cuarzomonzodioritas y granodioritas y se clasifican taxonómicamente como Oxic Dystrudepts Familia franca fina Isotérmica; presentan como características ser profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, saturación de bases bajas, de baja capacidad catiónica de cambio. Los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 18,13 has que corresponden al 0,02%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG25d: Fase fuertemente inclinada.

#### ▪ **Unidad YG17**

Esta unidad se localiza en el revés de los espinazos en el paisaje de Montaña, en clima medio y húmedo, las pendientes varían desde fuertemente inclinadas hasta fuertemente escarpadas.

Los suelos se originaron a partir de Areniscas, lodolitas calcáreas, calizas y chert y Calizas, chert y lodolitas calcáreas y se clasifican taxonómicamente como Typic Dystrudepts Familia franca fina Isotérmica; presentan como características ser profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, con presencia de pedregosidad en el perfil, de reacción fuertemente ácida, contenidos altos de materia orgánica. Los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 518,91 has que corresponden al 0,58%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG17d: Fase fuertemente inclinada.

YG17e: Fase Ligeramente escarpada.

YG17f: Fase moderadamente escarpada.

YG17g: Fuertemente escarpada.

**Figura 11.14. Suelos Typic Dystrudepts Familia franca fina Isotérmica**



Coordenadas

X: 4.711.281,398 Y: 1.835.860,731

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### ▪ **Unidad YG85**

Esta unidad se localiza en el frente de los espinazos en el paisaje de Montaña, en clima medio húmedo, las pendientes varían desde ligeramente escarpadas hasta fuertemente escarpadas.

Los suelos se originaron a partir de Calizas, chert y lodolitas calcáreas y se clasifican taxonómicamente como Typic Udorthents Familia franca fina Isotérmica; presentan como características ser moderadamente profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, de reacción ligeramente ácida, de saturación de bases altas, los niveles de fertilidad son moderados; esta unidad ocupa 47,12 has que corresponden al 0,05%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG85e: Fase Ligeramente escarpada.

YG85f: Fase moderadamente escarpada.

YG85g: Fuertemente escarpada.

#### ▪ **Unidad YG20**

Esta unidad se localiza en el frente de los crestones en el paisaje de Montaña, en clima medio húmedo, las pendientes varían desde fuertemente inclinadas hasta fuertemente escarpadas.

Los suelos se originaron a partir de Calizas, chert y lodolitas calcáreas y se clasifican taxonómicamente como Typic Udorthents Familia franca fina Isotérmica; presentan como características ser moderadamente profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, de reacción ligeramente ácida, de saturación de bases altas, los niveles de fertilidad son moderados; esta unidad ocupa 171,77 has que corresponden al 0,19%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG20d: Fase fuertemente inclinada.

YG20e: Fase Ligeramente escarpada.

YG20f: Fase moderadamente escarpada.

YG20g: Fuertemente escarpada.

#### ▪ **Unidad YG127**

Esta unidad se localiza en las cimas y laderas de las filas y vigas en el paisaje de Montaña, en clima medio húmedo, las pendientes varían desde fuertemente inclinada hasta moderadamente escarpadas.

Los suelos se originaron a partir de cuarzomonzodioritas y se clasifican taxonómicamente como Typic Udorthents Familia franca fina Isotérmica; presentan como características ser ligeramente profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, con presencia de erosión ligera sectorizada, los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 199,33 has que corresponden al 0,22%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG127d: Fase fuertemente inclinada.

YG127e: Fase Ligeramente escarpada.

YG127f: Fase moderadamente escarpada.

#### ▪ **Unidad YG10**

Esta unidad se localiza en las cimas y laderas de las filas y vigas en el paisaje de Montaña, en clima medio húmedo, las pendientes varían desde fuertemente inclinada hasta fuertemente escarpadas.

Los suelos se originaron a partir de Monzogranitos, cuarzomonzodioritas y granodioritas y se clasifican taxonómicamente como Typic Udorthents Familia franca fina Isotérmica; presentan como características ser ligeramente profundos, bien drenados, de texturas



moderadamente finas, con presencia de erosión ligera sectorizada, los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 922,10 has que corresponden al 1,03%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG10d: Fase fuertemente inclinada.

YG10e: Fase Ligeramente escarpada.

YG10f: Fase moderadamente escarpada.

YG10g: Fuertemente escarpada.

#### ▪ **Unidad YG4**

Esta unidad se localiza en las cimas y laderas de las filas y vigas en el paisaje de Montaña, en clima medio húmedo, las pendientes varían desde planas en las cimas hasta fuertemente escarpadas en las laderas.

Los suelos se originaron a partir de Tobas, areniscas tobáceas, limolitas tobáceas y lavas y se clasifican taxonómicamente como Typic Udorthents Familia franca fina Isotérmica; presentan como características ser ligeramente profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, con presencia de erosión ligera sectorizada, de reacción ligeramente ácida, de saturación de bases altas, los niveles de fertilidad son moderados; esta unidad ocupa 2529,90 has que corresponden al 2,83%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG4c: Fase moderadamente inclinada.

YG4d: Fase fuertemente inclinada.

YG4e: Fase Ligeramente escarpada.

YG4f: Fase moderadamente escarpada.

YG4g: Fuertemente escarpada.

#### ▪ **Unidad YG131**

Esta unidad se localiza en el revés de los espinazos en el paisaje de Montaña, en clima cálido húmedo, las pendientes varían desde fuertemente inclinadas hasta fuertemente escarpadas.

Los suelos se originaron a partir de Areniscas cuarzosas, lodolitas y chert y se clasifican taxonómicamente como Typic Udorthents Familia franca fina Isohipertérmica; presentan como características ser superficiales y en sectores con afloramientos rocosos, bien drenados, de texturas moderadamente finas. Los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 88,63 has que corresponden al 0,10%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG131d: Fase fuertemente inclinada.

YG131e: Fase Ligeramente escarpada.  
YG131f: Fase moderadamente escarpada.  
YG131g: Fuertemente escarpada.

#### ▪ **Unidad YG14**

Esta unidad se localiza en el frente de los crestones y espinazos en el paisaje de Montaña, en clima cálido húmedo, las pendientes varían desde fuertemente inclinada hasta fuertemente escarpadas 12-25%, 25-50%, 50-75% y >75%.

Los suelos se originaron a partir de Areniscas cuarzosas, lodolitas y chert y se clasifican taxonómicamente como Typic Dystrudepts Familia franca fina Isohipertérmica; presentan como características ser profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, con pedregosidad dentro del perfil y contenidos altos de materia orgánica. Los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 158,47 has que corresponden al 0,18%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG14d: Fase fuertemente inclinada.  
YG14e: Fase Ligeramente escarpada.  
YG14f: Fase moderadamente escarpada.  
YG14g: Fuertemente escarpada.

**Figura 11.15. Suelos Typic Dystrudepts Familia franca fina Isohipertérmica**



Coordenadas

X: 4.712.151,358 Y: 1.847.978,522

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

### ▪ **Unidad YG18**

Esta unidad se localiza en el revés de los crestones y espinazos en el paisaje de Montaña, en clima cálido húmedo, las pendientes varían desde fuertemente inclinada hasta moderadamente escarpada.

Los suelos se originaron a partir de Areniscas cuarzosas, lodolitas y chert y se clasifican taxonómicamente como Typic Udorthents familia esqueletal Isohipertérmica; presentan como características ser profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, de reacción fuertemente ácida, de saturación de bases bajas, de baja capacidad catiónica de cambio y de contenidos altos de materia orgánica en el horizonte A. Los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 329,51 has que corresponden al 0,37%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG18d: Fase fuertemente inclinada.

YG18e: Fase Ligeramente escarpada.

YG18f: Fase moderadamente escarpada.

**Figura 11.16. Suelos Typic Udorthents familia esqueletal Isohipertérmica**



Coordenadas

X: 4.709.491,737 Y: 1.846.271,236

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### ▪ **Unidad YG19**

Esta unidad se localiza en el frente de los crestones en el paisaje de Montaña, en clima cálido seco, las pendientes varían desde fuertemente inclinadas hasta fuertemente escarpadas.

Los suelos se originaron a partir de Areniscas cuarzosas, lodolitas y chert y se clasificaron taxonómicamente en campo como Lithic Ustorthents Familia franca fina Isohipertérmica; presentan como características ser superficiales, bien drenados, de texturas moderadamente finas, con presencia de erosión ligera y moderada, de reacción ligeramente ácida, de saturación de bases bajas, de baja capacidad catiónica de cambio y de contenidos altos de materia orgánica, la fertilidad natural es baja; esta unidad ocupa 323,92 has que corresponden al 0,36%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG19d: Fase fuertemente inclinada.

YG19e: Fase Ligeramente escarpada.

YG19f: Fase moderadamente escarpada.

YG19g: Fuertemente escarpada.

#### ▪ **Unidad YG22**

Esta unidad se localiza en el revés de los crestones en el paisaje de Montaña, en clima cálido seco, las pendientes varían desde fuertemente inclinadas hasta fuertemente escarpadas.

Los suelos se originaron a partir de Areniscas cuarzosas, lodolitas y chert y se clasificaron taxonómicamente en campo como Typic Ustorthents Familia franca fina Isohipertérmica; presentan como características ser profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, de reacción fuertemente ácida, de saturación de bases bajas, de baja capacidad catiónica de cambio y de contenidos altos de materia orgánica en el horizonte A. Los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 923,95 has que corresponden al 1,03%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG22d: Fase fuertemente inclinada.

YG22e: Fase Ligeramente escarpada.

YG22f: Fase moderadamente escarpada.

YG22g: Fuertemente escarpada.

#### ▪ **Unidad YG13**

Esta unidad se localiza en el frente de los espinazos en el paisaje de Montaña, en clima cálido seco, las pendientes varían desde fuertemente inclinadas hasta fuertemente escarpadas.



Los suelos se originaron a partir de Areniscas cuarzosas, lodolitas y chert y se clasificaron taxonómicamente en campo como Lithic Ustorthents Familia franca fina Isohipertérmica; presentan como características ser superficiales, bien drenados, de texturas moderadamente finas, con presencia de erosión ligera y moderada, de reacción ligeramente ácida, de saturación de bases bajas, de baja capacidad catiónica de cambio y de contenidos altos de materia orgánica, la fertilidad natural es baja; esta unidad ocupa 65,52 has que corresponden al 0,07%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG13d: Fase fuertemente inclinada.

YG13e: Fase Ligeramente escarpada.

YG13f: Fase moderadamente escarpada.

YG13g: Fuertemente escarpada.

#### ▪ **Unidad YG16**

Esta unidad se localiza en el revés de los espinazcos en el paisaje de Montaña, en clima cálido seco, las pendientes varían desde fuertemente inclinada hasta Ligeramente escarpada.

Los suelos se originaron a partir de Areniscas cuarzosas, lodolitas y chert y se clasificaron taxonómicamente en campo como Typic Ustorthents Familia franca fina Isohipertérmica; presentan como características ser profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, de reacción fuertemente ácida, de saturación de bases bajas, de baja capacidad catiónica de cambio y de contenidos altos de materia orgánica en el horizonte A. Los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 18,49 has que corresponden al 0,02%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG16d: Fase fuertemente inclinada.

YG16e: Fase Ligeramente escarpada.

#### ▪ **Unidad YG26**

Esta unidad se localiza en el frente de las cuevas en el paisaje de Montaña, en clima cálido seco, las pendientes varían desde fuertemente inclinadas hasta fuertemente escarpadas.

Los suelos se originaron a partir de Areniscas cuarzosas, lodolitas y chert y se clasificaron taxonómicamente en campo como Lithic Ustorthents Familia franca fina Isohipertérmica; presentan como características ser superficiales, bien drenados, de texturas moderadamente finas, con presencia de erosión ligera y moderada, de reacción ligeramente ácida, de saturación de bases bajas, de baja capacidad catiónica de cambio y de contenidos altos de materia orgánica, la fertilidad natural es baja; esta unidad ocupa 37,97 has que corresponden al 0,04%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG26d: Fase fuertemente inclinada.

YG26e: Fase Ligeramente escarpada.

YG26f: Fase moderadamente escarpada.

▪ **Unidad YG27**

Esta unidad se localiza en el revés de los crestones en el paisaje de Montaña, en clima cálido seco, las pendientes varían desde fuertemente inclinadas hasta ligeramente escarpadas.

Los suelos se originaron a partir de Areniscas cuarzosas, lodolitas y chert y se clasificaron taxonómicamente en campo como Typic Ustorthents Familia franca fina Isohipertérmica; presentan como características ser profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, de reacción fuertemente ácida, de saturación de bases bajas, de baja capacidad catiónica de cambio y de contenidos altos de materia orgánica en el horizonte A. Los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 114,43 has que corresponden al 0,13%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG27d: Fase fuertemente inclinada.

YG27e: Fase Ligeramente escarpada.

▪ **Unidad YG21**

Esta unidad se localiza en el frente de los crestones en el paisaje de Montaña, en clima cálido seco, las pendientes varían desde moderadamente inclinadas hasta moderadamente escarpadas.

Los suelos se originaron a partir de Areniscas cuarzosas, lodolitas y chert y se clasificaron taxonómicamente en campo como Lithic Ustorthents Familia franca fina Isohipertérmica; presentan como características ser superficiales, bien drenados, de texturas moderadamente finas, con presencia de erosión ligera y moderada, de reacción ligeramente ácida, de saturación de bases bajas, de baja capacidad catiónica de cambio y de contenidos altos de materia orgánica, la fertilidad natural es baja; esta unidad ocupa 498,59 has que corresponden al 0,56%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG21c: Fase moderadamente inclinada.

YG21d: Fase fuertemente inclinada.

YG21e: Fase Ligeramente escarpada.

YG21f: Fase moderadamente escarpada.

#### ▪ **Unidad YG24**

Esta unidad se localiza en el revés de los crestones en el paisaje de Montaña, en clima cálido seco, las pendientes varían desde fuertemente inclinadas hasta fuertemente escarpadas.

Los suelos se originaron a partir de Lodolitas y areniscas de cuarzo y se clasifican taxonómicamente como Typic Ustorthents Familia franca gruesa Isohipertérmica; presentan como características ser moderadamente profundos, bien drenados, de texturas moderadamente gruesas, los niveles de fertilidad son medios; esta unidad ocupa 742,13 has que corresponden al 0,83%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG24d: Fase fuertemente inclinada.

YG24e: Fase Ligeramente escarpada.

YG24f: Fase moderadamente escarpada.

YG24g: Fuertemente escarpada.

#### ▪ **Unidad YG29**

Esta unidad se localiza en las cimas y laderas de las lomas en el paisaje de Montaña, en clima frío muy húmedo, las pendientes varían desde planas en las cimas hasta fuertemente escarpadas en las laderas.

Los suelos se originaron a partir de Monzogranitos, cuarzomonzodioritas y granodioritas y se clasifican taxonómicamente como Typic Humudepts Familia franca fina Isomésica; presentan como características ser profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, la fertilidad natural es baja; esta unidad ocupa 6411,88 has que corresponden al 7,17%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG29a: Fase plana.

YG29d: Fase fuertemente inclinada.

YG29e: Fase Ligeramente escarpada.

YG29f: Fase moderadamente escarpada.

YG29g: Fuertemente escarpada.

#### ▪ **Unidad YG109**

Esta unidad se localiza en las cimas y laderas de las lomas en el paisaje de Montaña, en clima medio muy húmedo, las pendientes varían desde planas en las cimas hasta fuertemente escarpadas en las laderas.

Los suelos se originaron a partir de Monzogranitos, cuarzomonzodioritas y granodioritas y se clasifican taxonómicamente como Typic Humudepts Familia fina Isotérmica; presentan como características ser profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, con

presencia de erosión ligera sectorizada, especialmente en los cultivos de café, la fertilidad natural es baja; esta unidad ocupa 2294,69 has que corresponden al 2,56%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG109a: Fase plana.

YG109c: Fase moderadamente inclinada.

YG109d: Fase fuertemente inclinada.

YG109e: Fase Ligeramente escarpada.

YG109f: Fase moderadamente escarpada.

YG109g: Fuertemente escarpada.

**Figura 11.17. Suelo Typic Humudepts Familia fina Isotérmica**



Coordenadas

X: 4.702.426,812 Y: 1.850.571,207

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### ▪ **Unidad YG30**

Esta unidad se localiza en las cimas y laderas de las lomas en el paisaje de Montaña, en clima medio húmedo, las pendientes varían desde planas en las cimas hasta fuertemente escarpadas en las laderas.

Los suelos se originaron a partir de Areniscas cuarzosas, lodolitas y chert y se clasifican taxonómicamente como Oxic Dystrudepts Familia franca fina Isotérmica; presentan como



características ser profundos, bien drenados, de texturas moderadamente gruesas, los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 1770,15 has que corresponden al 1,98%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG30c: Fase moderadamente inclinada.  
YG30d: Fase fuertemente inclinada.  
YG30e: Fase Ligeramente escarpada.  
YG30f: Fase moderadamente escarpada.  
YG30g: Fuertemente escarpada.

#### ▪ **Unidad YG33**

Esta unidad se localiza en las cimas y laderas de las lomas en el paisaje de Montaña, en clima medio húmedo, las pendientes varían desde fuertemente inclinada hasta fuertemente escarpadas.

Los suelos se originaron a partir de Areniscas, lodolitas calcáreas, calizas y chert y se clasifican taxonómicamente como Oxic Dystrudepts Familia franca fina Isotérmica; presentan como características ser profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 2266,41 has que corresponden al 2,53%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG1d: Fase fuertemente inclinada.  
YG1e: Fase Ligeramente escarpada.  
YG1f: Fase moderadamente escarpada.  
YG1g: Fuertemente escarpada.

#### ▪ **Unidad YG32**

Esta unidad se localiza en las cimas y laderas de las lomas y colinas en el paisaje de Montaña, en clima medio húmedo, las pendientes varían desde ligeramente inclinadas en las cimas hasta fuertemente escarpadas en las laderas.

Los suelos se originaron a partir de Calizas, chert y lodolitas calcáreas, Areniscas y se clasifican taxonómicamente como Oxic Dystrudepts Familia franca fina Isotérmica; presentan como características ser moderadamente profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, reacción ligeramente ácida, de saturación de bases moderadas, alta capacidad catiónica de cambio, los niveles de fertilidad son moderados; esta unidad ocupa 1316,98 has que corresponden al 1,47%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG32b: Fase ligeramente inclinada.

YG32c: Fase moderadamente inclinada.

YG32d: Fase fuertemente inclinada.

YG32e: Fase Ligeramente escarpada.

YG32f: Fase moderadamente escarpada.

YG32g: Fuertemente escarpada.

#### ▪ **Unidad YG97**

Esta unidad se localiza en las cimas y laderas de lomas y colinas en el paisaje de Montaña, en clima cálido húmedo, las pendientes varían desde planas en las cimas hasta ligeramente escarpadas en las laderas.

Los suelos se originaron a partir de Areniscas, lodolitas calcáreas, calizas y chert y se clasifican taxonómicamente en campo como Typic Dystrudepts Familia franca fina Isotérmica; presentan como características ser profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, los niveles de fertilidad son moderados; esta unidad ocupa 894,85 has que corresponden al 1%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG97a: Fase plana.

YG97b: Fase ligeramente inclinada.

YG97c: Fase moderadamente inclinada.

YG1d: Fase fuertemente inclinada.

YG1e: Fase Ligeramente escarpada.

#### ▪ **Unidad YG9**

Esta unidad se localiza en las cimas y laderas de las lomas en el paisaje de Montaña, en clima cálido húmedo, las pendientes varían desde planas hasta moderadamente inclinadas en las cimas y desde fuertemente inclinadas hasta fuertemente escarpadas en las laderas.

Los suelos se originaron a partir de Areniscas cuarzosas, lodolitas y chert y se clasifican taxonómicamente como Typic Dystrudepts Familia franca fina Isohipertérmica; presentan como características ser moderadamente profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 1099,07 has que corresponden al 1,23%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG9a: Fase plana.

YG9b: Fase ligeramente inclinada.

YG9c: Fase moderadamente inclinada.

YG9d: Fase fuertemente inclinada.

YG9e: Fase Ligeramente escarpada.

YG9f: Fase moderadamente escarpada.

YG9g: Fuertemente escarpada.

#### ▪ **Unidad YG37**

Esta unidad se localiza en las cimas y laderas de las lomas en el paisaje de Montaña, en clima cálido seco, las pendientes varían desde planas hasta moderadamente inclinadas en las cimas y desde fuertemente inclinadas hasta fuertemente escarpadas en las laderas.

Los suelos se originaron a partir de Areniscas cuarzosas, lodolitas y chert y se clasifican taxonómicamente como Lithic Ustorthents Familia franca gruesa Isohipertérmica; presentan como características ser superficiales, bien drenados, de texturas moderadamente gruesas, los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 528,73 has que corresponden al 0,59%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG37a: Fase plana.

YG37b: Fase ligeramente inclinada.

YG37c: Fase moderadamente inclinada.

YG37d: Fase fuertemente inclinada.

YG37e: Fase Ligeramente escarpada.

YG37f: Fase moderadamente escarpada.

YG37g: Fuertemente escarpada.

#### ▪ **Unidad YG40**

Esta unidad se localiza en las cimas y laderas de las lomas en el paisaje de Montaña, en clima cálido seco, las pendientes varían desde planas hasta moderadamente inclinadas en las cimas y desde fuertemente inclinadas hasta fuertemente escarpadas en las laderas.

Los suelos se originaron a partir de Areniscas, lodolitas calcáreas, calizas y chert y se clasifican taxonómicamente como Typic Haplustepts familia franca fina sobre esquelética Isotérmica; presentan como características ser moderadamente profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, con presencia de pedregosidad en el perfil, los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 595,52 has que corresponden al 0,67%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG40a: Fase plana.

YG40b: Fase ligeramente inclinada.

YG40c: Fase moderadamente inclinada.

YG40d: Fase fuertemente inclinada.

YG40e: Fase Ligeramente escarpada.

YG40f: Fase moderadamente escarpada.

YG40g: Fuertemente escarpada.

#### ▪ **Unidad YG42**

Esta unidad se localiza en las cimas y laderas de las lomas y colinas en el paisaje de Montaña, en clima cálido seco, las pendientes varían desde planas hasta moderadamente inclinadas en las cimas y desde fuertemente inclinadas hasta moderadamente escarpadas en las laderas.

Los suelos se originaron a partir de Lodolitas, calizas y areniscas y se clasifican taxonómicamente como Lithic Ustorthents familia franca fina Isohipertérmica; presentan como características ser superficiales, bien drenados, de texturas moderadamente finas, los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 1434,06 has que corresponden al 1,60%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG42a: Fase plana.

YG42b: Fase ligeramente inclinada.

YG42c: Fase moderadamente inclinada.

YG42d: Fase fuertemente inclinada.

YG42e: Fase Ligeramente escarpada.

YG42f: Fase moderadamente escarpada.

#### ▪ **Unidad YG48**

Esta unidad se localiza en las vegas de los vallecitos en el paisaje de Montaña, en clima frío muy húmedo, las pendientes varían desde planas hasta fuertemente escarpadas.

Los suelos se originaron a partir de depósitos aluviales sin consolidar compuestos por cantos, gravas, arenas y limos y se clasifican taxonómicamente como Typic Udorthents Familia esquelética Isomésica; presentan como características ser superficiales, bien drenados, de texturas moderadamente finas, con presencia de abundante pedregosidad, los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 970,27 has que corresponden al 1,08%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG48a: Fase plana.

YG48b: Fase ligeramente inclinada.

YG48c: Fase moderadamente inclinada.

YG48d: Fase fuertemente inclinada.

YG48e: Fase Ligeramente escarpada.

YG48f: Fase moderadamente escarpada.

YG48g: Fuertemente escarpada.



#### ▪ **Unidad YG110**

Esta unidad se localiza en las vegas de los vallecitos en el paisaje de Montaña, en clima medio muy húmedo, las pendientes varían desde planas hasta fuertemente escarpadas.

Los suelos se originaron a partir de depósitos aluviales sin consolidar compuestos por cantos, gravas, arenas y limos y se clasifican taxonómicamente como Typic Udorthents Familia esquelética Isomésica; presentan como características ser superficiales, bien drenados, de texturas moderadamente finas, con presencia de abundante pedregosidad, los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 1205,28 has que corresponden al 1,35%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG110a: Fase plana.

YG110d: Fase fuertemente inclinada.

YG110e: Fase Ligeramente escarpada.

YG110f: Fase moderadamente escarpada.

YG110g: Fuertemente escarpada.

#### ▪ **Unidad YG49**

Esta unidad se localiza en las vegas de los vallecitos en el paisaje de Montaña, en clima medio húmedo, las pendientes varían desde planas hasta fuertemente escarpadas.

Los suelos se originaron a partir de depósitos aluviales sin consolidar compuestos por cantos, gravas, arenas y limos y se clasifican taxonómicamente como Typic Udorthents Familia esquelética Isomésica; presentan como características ser superficiales, bien drenados, de texturas moderadamente finas, con presencia de abundante pedregosidad, los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 1240,81 has que corresponden al 1,39%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG49a: Fase plana.

YG49b: Fase ligeramente inclinada.

YG49c: Fase moderadamente inclinada.

YG49d: Fase fuertemente inclinada.

YG49e: Fase Ligeramente escarpada.

YG49f: Fase moderadamente escarpada.

YG49g: Fuertemente escarpada.

#### ▪ **Unidad YG47**

Esta unidad se localiza en el cuerpo de los glaciares de acumulación en el paisaje de Montaña, en clima medio húmedo, las pendientes varían desde fuertemente inclinada hasta Ligeramente escarpada.

Los suelos se originaron a partir de Depósitos de material heterométrico de origen coluvioaluvial y se clasifican taxonómicamente como Typic Dystrudepts Familia franco fina Isotérmica; presentan como características ser moderadamente profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 58,97 has que corresponden al 0,07%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG47d: Fase fuertemente inclinada.

YG47e: Fase Ligeramente escarpada.

#### ▪ **Unidad YG98**

Esta unidad se localiza en las vegas de los vallecitos en el paisaje de Montaña, en clima cálido húmedo, las pendientes varían desde ligeramente inclinadas hasta fuertemente escarpadas.

Los suelos se originaron a partir de depósitos aluviales sin consolidar compuestos por cantos, gravas, arenas y limos y se clasifican taxonómicamente como Typic Udorthents Familia esquelética Isomésica; presentan como características ser superficiales, bien drenados, de texturas moderadamente finas, con presencia de abundante pedregosidad, los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 289,69 has que corresponden al 0,32%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG98b: Fase ligeramente inclinada.

YG98c: Fase moderadamente inclinada.

YG98d: Fase fuertemente inclinada.

YG98e: Fase Ligeramente escarpada.

YG98f: Fase moderadamente escarpada.

YG98g: Fuertemente escarpada

#### ▪ **Unidad YG51**

Esta unidad se localiza en las vegas de los vallecitos en el paisaje de Montaña, en clima cálido húmedo, las pendientes varían desde planas hasta ligeramente escarpadas.

Los suelos se originaron a partir de depósitos aluviales sin consolidar compuestos por cantos, gravas, arenas y limos y se clasifican taxonómicamente como Typic Udorthents Familia esquelética Isomésica; presentan como características ser superficiales, bien drenados, de texturas moderadamente finas, con presencia de abundante pedregosidad, los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 362,28 has que corresponden al 0,40%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG51a: Fase plana.

YG51b: Fase ligeramente inclinada.  
YG51c: Fase moderadamente inclinada.  
YG51d: Fase fuertemente inclinada.  
YG51e: Fase Ligeramente escarpada.  
YG51f: Fase moderadamente escarpada.  
YG51g: Fuertemente escarpada

#### ▪ **Unidad YG88**

Esta unidad se localiza en el cuerpo de los glacia de acumulación en el paisaje de Montaña, en clima cálido seco, las pendientes varían desde planas hasta fuertemente inclinada.

Los suelos se originaron a partir de Depósitos de material heterométrico de origen coluvioaluvial y se clasifican taxonómicamente como Typic Endoaquents Familia fina Isohipertérmica; presentan como características ser superficiales, pobremente drenados, de texturas finas, los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 160,71 has que corresponden al 0,18%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG88a: Fase plana.  
YG88b: Fase ligeramente inclinada.  
YG88c: Fase moderadamente inclinada.  
YG88d: Fase fuertemente inclinada.

### 11.3.3.2.2. *Suelos del lomerío*

#### ▪ **Unidad YG121**

Esta unidad se localiza en el frente de los espinazos en el paisaje de lomerío estructural, en clima medio húmedo, las pendientes varían desde fuertemente inclinadas hasta fuertemente escarpadas.

Los suelos se originaron a partir de Arcillolitas y areniscas, Limolitas, areniscas y conglomerados y se clasifican taxonómicamente como Typic Udorthents Familia esquelética Isotérmica; presentan como características ser superficiales, moderada y severamente erosionados, superficiales y con afloramientos rocosos bien drenados, con presencia de abundante pedregosidad, los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 239,77 has que corresponden al 0,27%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG121d: Fase fuertemente inclinada.  
YG121e: Fase Ligeramente escarpada.  
YG121f: Fase moderadamente escarpada.

YG121g: Fuertemente escarpada.

#### ▪ **Unidad YG90**

Esta unidad se localiza en el frente de los espinazos en el paisaje de lomerío estructural, en clima medio húmedo, las pendientes varían desde fuertemente inclinadas hasta fuertemente escarpadas.

Los suelos se originaron a partir de Conglomerados, chert, fragmentos de rocas volcánicas estratificados lenticularmente y se clasifican taxonómicamente como Typic Udorthents Familia esqueletal Isotérmica; presentan como características ser superficiales, moderadamente erosionados, superficiales y con afloramientos rocosos, bien drenados, con presencia de abundante pedregosidad, los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 687,20 has que corresponden al 0,77%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG90d: Fase fuertemente inclinada.

YG90e: Fase Ligeramente escarpada.

YG90f: Fase moderadamente escarpada.

YG90g: Fuertemente escarpada.

#### ▪ **Unidad YG91**

Esta unidad se localiza en los frentes y revés de los crestones y espinazos en el paisaje de lomerío, en clima medio húmedo, las pendientes varían desde fuertemente inclinadas hasta fuertemente escarpadas.

Los suelos se originaron a partir de Conglomerados, chert, fragmentos de rocas volcánicas estratificados lenticularmente, Limolitas, areniscas y conglomerados y se clasifican taxonómicamente como Lithic Udorthents Familia esqueletal Isotérmica; presentan como características ser superficiales, bien drenados, de texturas moderadamente finas, con presencia de afloramientos rocosos, los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 2230,90 has que corresponden al 2,49%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG91d: Fase fuertemente inclinada.

YG91e: Fase Ligeramente escarpada.

YG91f: Fase moderadamente escarpada.

YG91g: Fuertemente escarpada.



#### ▪ **Unidad YG55**

Esta unidad se localiza en el frente de los crestones en el paisaje de lomerío estructural, en clima medio húmedo, las pendientes varían desde fuertemente inclinadas hasta fuertemente escarpadas.

Los suelos se originaron a partir de Arcillolitas, limolitas y areniscas y se clasifican taxonómicamente como Typic Ustorthents Familia esquelética Isotérmica; presentan como características ser superficiales, bien drenados, de texturas moderadamente finas, con presencia de abundante pedregosidad, los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 2454,56 has que corresponden al 2,74%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG55d: Fase fuertemente inclinada.

YG55e: Fase Ligeramente escarpada.

YG55f: Fase moderadamente escarpada.

YG55g: Fuertemente escarpada.

#### ▪ **Unidad YG54**

Esta unidad se localiza en el revés de los espinazos en el paisaje de lomerío estructural, en clima cálido seco, las pendientes varían desde fuertemente inclinadas hasta fuertemente escarpadas.

Los suelos se originaron a partir de Conglomerados, areniscas y arcillolitas, y se clasifican taxonómicamente como Lithic Ustorthents Familia esquelética Isohipertérmica; presentan como características ser superficiales, bien drenados, de texturas moderadamente finas, con presencia de abundante pedregosidad y afloramientos rocosos, los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 225,01 has que corresponden al 0,25%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG54d: Fase fuertemente inclinada.

YG54e: Fase Ligeramente escarpada.

YG54f: Fase moderadamente escarpada.

YG54g: Fuertemente escarpada.

#### ▪ **Unidad YG52**

Esta unidad se localiza en las cimas y laderas en el paisaje de lomerío denudacional, en clima medio húmedo, las pendientes varían desde planas hasta fuertemente escarpadas.

Los suelos se originaron a partir de Arcillolitas, limolitas y areniscas, y se clasifican taxonómicamente como Typic Dystrudepts Familia franca fina Isotérmica; presentan como

características ser profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 4043,88 has que corresponden al 4,52%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

- YG52a: Fase plana.
- YG52b: Fase ligeramente inclinada.
- YG52c: Fase moderadamente inclinada.
- YG52d: Fase fuertemente inclinada.
- YG52e: Fase Ligeramente escarpada.
- YG52f: Fase moderadamente escarpada.
- YG52g: Fuertemente escarpada

#### ▪ **Unidad YG89**

Esta unidad se localiza en las cimas y laderas de las lomas y colinas en el paisaje de lomerío denudacional, en clima medio húmedo, las pendientes varían desde planas hasta ligeramente escarpadas.

Los suelos se originaron a partir de Arcillolitas, limolitas y areniscas y se clasifican taxonómicamente como Typic Dystrudepts Familia franco fina Isotérmica; presentan como características ser profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 906,68 has que corresponden al 1,01%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

- YG89a: Fase plana.
- YG89b: Fase ligeramente inclinada.
- YG89c: Fase moderadamente inclinada.
- YG89d: Fase fuertemente inclinada.
- YG89e: Fase Ligeramente escarpada.

#### ▪ **Unidad YG99**

Esta unidad se localiza en las cimas y laderas de las lomas en el paisaje de lomerío denudacional, en clima cálido húmedo, las pendientes varían desde planas hasta fuertemente escarpadas.

Los suelos se originaron a partir de Conglomerados, areniscas y arcillolitas y se clasifican taxonómicamente como Typic Hapludalfs Familia franco fina Isohipertérmica; presentan como características ser profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, los niveles de fertilidad son moderados; esta unidad ocupa 6838,69 has que corresponden al 7,64%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

- YG99a: Fase plana.
- YG99b: Fase ligeramente inclinada.
- YG99c: Fase moderadamente inclinada.
- YG99d: Fase fuertemente inclinada.
- YG99e: Fase Ligeramente escarpada.
- YG99f: Fase moderadamente escarpada.
- YG99g: Fuertemente escarpada

**Figura 11.18. Suelos Typic Hapludalfs Familia franco fina Isohipertérmica**



Coordenadas

X: 4.708.450,774 Y: 1.834.639,228

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### ▪ **Unidad YG60**

Esta unidad se localiza en las cimas y laderas de las lomas y colinas denudacionales en el paisaje de lomerío, en clima cálido seco, las pendientes varían desde planas hasta fuertemente escarpadas.

Los suelos se originaron a partir de Arcillolitas, limolitas y areniscas y se clasifican taxonómicamente como Oxic Haplustepts Familia franco fina Isohipertérmica; presentan como características ser profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, los niveles de fertilidad son moderados; esta unidad ocupa 4556,54 has que corresponden al 5,09%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

- YG60a: Fase plana.
- YG60b: Fase ligeramente inclinada.

YG60c: Fase moderadamente inclinada.  
YG60d: Fase fuertemente inclinada.  
YG60e: Fase Ligeramente escarpada.  
YG60f: Fase moderadamente escarpada.  
YG60g: Fuertemente escarpada

#### ▪ **Unidad YG61**

Esta unidad se localiza en las cimas y laderas de las lomas y colinas denudacionales en el paisaje de lomerío, en clima cálido seco, las pendientes varían desde planas hasta Ligeramente escarpada.

Los suelos se originaron a partir de Arcillolitas, limolitas y areniscas y se clasifican taxonómicamente como Typic Dystrudepts Familia franco fina Isohipertérmica; presentan como características ser profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, los niveles de fertilidad son moderados; esta unidad ocupa 1532,52 has que corresponden al 1,71%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG61a: Fase plana.  
YG61b: Fase ligeramente inclinada.  
YG61c: Fase moderadamente inclinada.  
YG61d: Fase fuertemente inclinada.  
YG61e: Fase Ligeramente escarpada.

#### ▪ **Unidad YG63**

Esta unidad se localiza en las vegas de los vallecitos en el paisaje de lomerío deposicional, en clima medio húmedo, las pendientes varían desde planas hasta fuertemente escarpadas.

Los suelos se originaron a partir de depósitos aluviales sin consolidar compuestos por cantos, gravas, arenas y limos y se clasifican taxonómicamente como Typic Udorthents Familia esquelética Isotérmica; presentan como características ser superficiales, bien drenados, de texturas moderadamente finas, con presencia de abundante pedregosidad, los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 895,75 has que corresponden al 1%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG63a: Fase plana.  
YG63b: Fase ligeramente inclinada.  
YG63c: Fase moderadamente inclinada.  
YG63d: Fase fuertemente inclinada.  
YG63e: Fase Ligeramente escarpada.  
YG63f: Fase moderadamente escarpada.



YG63g: Fuertemente escarpada

#### ▪ **Unidad YG101**

Esta unidad se localiza en las vegas de los vallecitos en el paisaje de Montaña, en clima cálido húmedo, las pendientes varían desde planas hasta ligeramente escarpadas.

Los suelos se originaron a partir de depósitos aluviales sin consolidar compuestos por cantos, gravas, arenas y limos y se clasifican taxonómicamente como Typic Udorthents Familia esquelética Isomésica; presentan como características ser superficiales, bien drenados, de texturas moderadamente finas, con presencia de abundante pedregosidad, los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 941,49 has que corresponden al 1,05%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG101a: Fase plana.

YG101b: Fase ligeramente inclinada.

YG101c: Fase moderadamente inclinada.

YG101d: Fase fuertemente inclinada.

YG101e: Fase Ligeramente escarpada.

#### ▪ **Unidad YG65**

Esta unidad se localiza en las vegas de los vallecitos en el paisaje de lomerío deposicional, en clima cálido seco, las pendientes varían desde planas hasta moderadamente escarpadas. Los suelos se originaron a partir de depósitos aluviales sin consolidar compuestos por cantos, gravas, arenas y limos y se clasifican taxonómicamente como Typic Ustifluvents Familia esquelética Isomésica; presentan como características ser superficiales, bien drenados, de texturas moderadamente finas, con presencia de abundante pedregosidad, los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 838,83 has que corresponden al 0,94%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG65a: Fase plana.

YG65b: Fase ligeramente inclinada.

YG65c: Fase moderadamente inclinada.

YG65d: Fase fuertemente inclinada.

YG65e: Fase Ligeramente escarpada.

YG65f: Fase moderadamente escarpada.

### 11.3.3.2.3. *Suelos del piedemonte*

#### ■ **Unidad YG68**

Esta unidad se localiza en las vegas de los vallecitos en el paisaje de piedemonte, en clima medio húmedo, las pendientes varían desde moderadamente inclinadas hasta ligeramente escarpadas.

Los suelos se originaron a partir de depósitos aluviales sin consolidar compuestos por cantos, gravas, arenas y limos y se clasifican taxonómicamente como Typic Ustorthents Familia esquelética Isotérmica; presentan como características ser superficiales, bien drenados, de texturas moderadamente finas, con presencia de abundante pedregosidad, los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 145,85 has que corresponden al 0,16%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG68c: Fase moderadamente inclinada.

YG68d: Fase fuertemente inclinada.

YG68e: Fase Ligeramente escarpada.

#### ■ **Unidad YG67**

Esta unidad se localiza en el talud de los abanicos recientes en el paisaje de piedemonte, en clima medio húmedo, las pendientes varían desde fuertemente inclinadas hasta ligeramente escarpadas.

Los suelos se originaron a partir de Depósitos de origen fluvio-volcánicos compuestos por cantos, arenas y arcillas y se clasifican taxonómicamente como Typic Dystrudepts familia franca fina esquelética Isotérmica; presentan como características ser moderadamente profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, con presencia de abundante pedregosidad, los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 35,44 has que corresponden al 0,04%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG67d: Fase fuertemente inclinada.

YG67e: Fase Ligeramente escarpada.

#### ■ **Unidad YG115**

Esta unidad se localiza en el talud de los abanicos subrecientes en el paisaje de piedemonte, en clima medio húmedo, las pendientes varían desde fuertemente inclinadas hasta moderadamente escarpadas.

Los suelos se originaron a partir de Depósitos de origen fluvio-volcánicos compuestos por cantos, arenas y arcillas y se clasifican taxonómicamente como Typic Dystrudepts familia franco fina esqueletal Isotérmica; presentan como características ser moderadamente profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, con presencia de abundante pedregosidad, los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 459,12 has que corresponden al 0,51%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG115d: Fase fuertemente inclinada.

YG115e: Fase Ligeramente escarpada.

YG115f: Fase moderadamente escarpada.

#### ▪ **Unidad YG66**

Esta unidad se localiza en el cuerpo de los abanicos recientes en el paisaje de piedemonte, en clima medio húmedo, las pendientes varían desde ligeramente inclinadas hasta fuertemente inclinadas.

Los suelos se originaron a partir de Depósitos de origen fluvio-volcánicos compuestos por cantos, arenas y arcillas y se clasifican taxonómicamente como Typic Dystrudepts familia franco fina Isotérmica; presentan como características ser profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, los niveles de fertilidad son moderados; esta unidad ocupa 439,38 has que corresponden al 0,49%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG66b: Fase ligeramente inclinada.

YG66c: Fase moderadamente inclinada.

YG66d: Fase fuertemente inclinada.

**Figura 11.19. Suelo Typic Dystrudepts familia franco fina Isotérmica**



Coordenadas

X: 4.703.900,367 Y: 1.837.875,390

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### ▪ **Unidad YG114**

Esta unidad se localiza en el cuerpo de los abanicos subcrecientes en el paisaje de piedemonte, en clima medio húmedo, las pendientes varían desde ligeramente inclinadas hasta fuertemente inclinadas.

Los suelos se originaron a partir de Depósitos de origen fluvio-volcánicos compuestos por cantos, arenas y arcillas y se clasifican taxonómicamente como Typic Dystrudepts familia franco fina Isotérmica; presentan como características ser profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, los niveles de fertilidad son moderados; esta unidad ocupa 317,27 has que corresponden al 0,35%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG114b: Fase ligeramente inclinada.

YG114c: Fase moderadamente inclinada.

YG114d: Fase fuertemente inclinada.



#### ▪ **Unidad YG108**

Esta unidad se localiza en las vegas de los vallecitos en el paisaje de Montaña, en clima medio húmedo, las pendientes varían desde planas hasta moderadamente escarpadas.

Los suelos se originaron a partir de depósitos aluviales sin consolidar compuestos por cantos, gravas, arenas y limos y se clasifican taxonómicamente como Typic Udorthents Familia esquelética Isomésica; presentan como características ser superficiales, bien drenados, de texturas moderadamente finas, con presencia de abundante pedregosidad, los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 223,56 has que corresponden al 0,25%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG108a: Fase plana.

YG108b: Fase ligeramente inclinada.

YG108c: Fase moderadamente inclinada.

YG108d: Fase fuertemente inclinada.

YG108e: Fase Ligeramente escarpada.

YG108f: Fase moderadamente escarpada.

#### ▪ **Unidad YG104**

Esta unidad se localiza en el talud de los abanicos antiguos en el paisaje de piedemonte, en clima cálido húmedo, las pendientes varían desde planas hasta ligeramente escarpadas.

Los suelos se originaron a partir de Depósitos de origen fluvio-volcánicos compuestos por cantos y arenas y se clasifican taxonómicamente como Typic Dystrudepts Familia franco fina/esquelética Isohipertérmica; presentan como características ser moderadamente profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, con presencia de abundante pedregosidad, los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 104,28 has que corresponden al 0,12%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG104a: Fase plana.

YG104d: Fase fuertemente inclinada.

YG104e: Fase Ligeramente escarpada.

#### ▪ **Unidad YG103**

Esta unidad se localiza en el talud de los abanicos antiguos en el paisaje de piedemonte, en clima cálido húmedo, las pendientes varían desde moderadamente inclinadas hasta ligeramente escarpadas.

Los suelos se originaron a partir de Depósitos de origen fluvio-volcánicos compuestos por cantos y arenas y se clasifican taxonómicamente como Typic Dystrudepts Familia franco

fina/esqueletal Isohipertérmica; presentan como características ser moderadamente profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, con presencia de abundante pedregosidad, los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 39,49 has que corresponden al 0,04%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG103c: Fase moderadamente inclinada.

YG103d: Fase fuertemente inclinada.

YG103e: Fase Ligeramente escarpada.

#### ▪ **Unidad YG102**

Esta unidad se localiza en el talud de los abanicos recientes en el paisaje de piedemonte, en clima cálido húmedo, las pendientes varían desde moderadamente inclinadas hasta fuertemente inclinadas.

Los suelos se originaron a partir de Depósitos de origen fluvio-volcánicos compuestos por cantos y arenas y se clasifican taxonómicamente como Typic Dystrudepts Familia franco fina/esqueletal Isohipertérmica; presentan como características ser moderadamente profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, con presencia de abundante pedregosidad, los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 161,85 has que corresponden al 0,18%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG102c: Fase moderadamente inclinada.

YG102d: Fase fuertemente inclinada.

#### ▪ **Unidad YG106**

Esta unidad se localiza en el talud de los abanicos subrecientes en el paisaje de piedemonte, en clima cálido húmedo, las pendientes varían desde fuertemente inclinadas hasta moderadamente escarpadas.

Los suelos se originaron a partir de Depósitos de origen fluvio-volcánicos compuestos por cantos y arenas y se clasifican taxonómicamente como Typic Dystrudepts Familia franco fina/esqueletal Isohipertérmica; presentan como características ser moderadamente profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, con presencia de abundante pedregosidad, los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 558,27 has que corresponden al 0,62%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG106d: Fase fuertemente inclinada.

YG106e: Fase Ligeramente escarpada.

YG106f: Fase moderadamente escarpada.

▪ **Unidad YG107**

Esta unidad se localiza en el cuerpo de los abanicos recientes en el paisaje de piedemonte, en clima cálido húmedo, las pendientes varían desde moderadamente inclinadas hasta ligeramente escarpadas.

Los suelos se originaron a partir de Depósitos de origen fluvio-volcánicos compuestos por cantos y arenas y se clasifican taxonómicamente como Typic Dystrudepts Familia franco fina/esqueletal Isohipertérmica; presentan como características ser moderadamente profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, con presencia de abundante pedregosidad, los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 165,66 has que corresponden al 0,19%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG107a: Fase plana.

YG107b: Fase ligeramente inclinada.

YG107c: Fase moderadamente inclinada.

YG107d: Fase fuertemente inclinada.

▪ **Unidad YG105**

Esta unidad se localiza en el cuerpo de los abanicos subrecientes en el paisaje de piedemonte, en clima cálido húmedo, las pendientes varían desde moderadamente inclinadas hasta ligeramente escarpadas.

Los suelos se originaron a partir de Depósitos de origen fluvio-volcánicos compuestos por cantos y arenas y se clasifican taxonómicamente como Typic Dystrudepts Familia franco fina/esqueletal Isohipertérmica; presentan como características ser moderadamente profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, con presencia de abundante pedregosidad, los niveles de fertilidad son bajos; esta unidad ocupa 726,66 has que corresponden al 0,81%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG105a: Fase plana.

YG105b: Fase ligeramente inclinada.

YG105c: Fase moderadamente inclinada.

YG105d: Fase fuertemente inclinada.

#### ▪ **Unidad YG75**

Esta unidad se localiza en las vegas de los vallecitos en el paisaje de piedemonte, en clima cálido seco, las pendientes varían desde ligeramente inclinadas hasta ligeramente escarpadas.

Los suelos se originaron a partir de depósitos aluviales sin consolidar compuestos por cantos, gravas, arenas y limos y se clasifican taxonómicamente como Entic Haplustolls Familia franca fina Isohipertérmica; presentan como características ser moderadamente profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, los niveles de fertilidad son moderados; esta unidad ocupa 73,22 has que corresponden al 0,08%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG75b: Fase ligeramente inclinada.

YG75c: Fase moderadamente inclinada.

YG75d: Fase fuertemente inclinada.

YG75e: Fase Ligeramente escarpada.

#### ▪ **Unidad YG70**

Esta unidad se localiza en el talud de los abanicos antiguos en el paisaje de piedemonte, en clima cálido seco, las pendientes varían desde fuertemente inclinadas hasta ligeramente escarpadas.

Los suelos se originaron a partir de Depósitos de origen fluvio-volcánicos compuestos por cantos y arenas y se clasifican taxonómicamente como Typic Dystrudepts Familia franco fina Isohipertérmica; presentan como características ser moderadamente profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, los niveles de fertilidad son moderados; esta unidad ocupa 264,28 has que corresponden al 0,30%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG70d: Fase fuertemente inclinada.

YG70e: Fase Ligeramente escarpada.

#### ▪ **Unidad YG69**

Esta unidad se localiza en el cuerpo de los abanicos antiguos en el paisaje de piedemonte, en clima cálido seco, las pendientes varían desde planas hasta fuertemente inclinadas.

Los suelos se originaron a partir de Depósitos de origen fluvio-volcánicos compuestos por cantos y arenas y se clasifican taxonómicamente como Aquic Haplustepts Familia franco fina/esqueletal Isohipertérmica; presentan como características ser moderadamente profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, abundante pedregosidad en



el perfil, los niveles de fertilidad son moderados; esta unidad ocupa 344,18 has que corresponden al 0,38%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG69a: Fase plana.

YG69b: Fase ligeramente inclinada.

YG69c: Fase moderadamente inclinada.

YG69d: Fase fuertemente inclinada.

#### ▪ **Unidad YG74**

Esta unidad se localiza en el talud de los abanicos recientes en el paisaje de piedemonte, en clima cálido seco, las pendientes son fuertemente inclinadas.

Los suelos se originaron a partir de Depósitos de origen fluvio-volcánicos compuestos por cantos y arenas y se clasifican taxonómicamente como Typic Ustorthents Familia franco fina Isohipertérmica; presentan como características ser moderadamente profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, los niveles de fertilidad son moderados; esta unidad ocupa 36,45 has que corresponden al 0,04%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG74d: Fase fuertemente inclinada.

#### ▪ **Unidad YG72**

Esta unidad se localiza en el talud de los abanicos subrecientes en el paisaje de piedemonte, en clima cálido seco, las pendientes varían desde fuertemente inclinadas hasta fuertemente escarpadas.

Los suelos se originaron a partir de Depósitos de origen fluvio-volcánicos compuestos por cantos y arenas y se clasifican taxonómicamente como Oxic Haplustepts franco grueso sobre esquelético Isohipertérmica; presentan como características ser moderadamente profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, los niveles de fertilidad son moderados; esta unidad ocupa 448,69 has que corresponden al 0,50%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG72d: Fase fuertemente inclinada.

YG72e: Fase Ligeramente escarpada.

**Figura 11.20. Suelo Oxic Haplustepts franco grueso sobre esquelal Isohipertérmica**



Coordenadas

X: 4.716.204,511 Y: 1.849.999,461

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### ▪ **Unidad YG73**

Esta unidad se localiza en el cuerpo de los abanicos recientes en el paisaje de piedemonte, en clima cálido seco, las pendientes varían desde planas hasta fuertemente inclinadas.

Los suelos se originaron a partir de Depósitos de origen fluvio-volcánicos compuestos por cantos y arenas y se clasifican taxonómicamente como Aquic Haplustepts Familia franco fina/esquelal Isohipertérmica; presentan como características ser moderadamente profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, abundante pedregosidad en el perfil, los niveles de fertilidad son moderados; esta unidad ocupa 42,52 has que corresponden al 0,05%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG73a: Fase plana.

YG73c: Fase moderadamente inclinada.

YG73d: Fase fuertemente inclinada.

#### ▪ **Unidad YG71**

Esta unidad se localiza en el cuerpo de los abanicos subcrecientes en el paisaje de piedemonte, en clima cálido seco, las pendientes varían desde planas hasta fuertemente inclinadas.

Los suelos se originaron a partir de Depósitos de origen fluvio-volcánicos compuestos por cantos y arenas y se clasifican taxonómicamente como Aquic Haplustepts Familia franco fina/esqueletal Isohipertérmica; presentan como características ser moderadamente profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, abundante pedregosidad en el perfil, los niveles de fertilidad son moderados; esta unidad ocupa 351,79 has que corresponden al 0,39%.

Esta unidad presenta las siguientes fases cartográficas:

YG73a: Fase plana.

YG49b: Fase ligeramente inclinada.

YG73c: Fase moderadamente inclinada.

YG73d: Fase fuertemente inclinada.

#### **11.3.4. Etapa 4: clasificación de las tierras por su capacidad de uso**

En esta etapa se realizó la clasificación de las tierras por su capacidad de uso, esta clasificación se basa en las limitantes que presentaron los suelos en las diferentes descripciones que se realizaron durante la etapa de campo y que se consolidan con los resultados de laboratorio.

La capacidad de uso de las tierras, además de determinar la potencialidad para actividades agropecuarias y forestales con base en la identificación y el análisis de las características morfológicas, físicas, químicas y mineralógicas particularmente de aquellas que fungen como limitaciones de los suelos y de factores como el clima y la topografía que también pueden influir en la utilización del componente suelo, se utiliza para definir áreas en las que su condición de deterioro y/o de vulnerabilidad ante la acción de los factores ambientales y la actividad del hombre, exige medidas adicionales para la conservación y/o recuperación de la naturaleza.

##### **11.3.4.1. El sistema de clasificación**

El sistema de clasificación de las tierras por su capacidad de uso comprende tres categorías: clases, subclases y grupos de manejo.

Las clases son ocho y se designan con números arábigos (1 al 8); la numeración señala el aumento progresivo de las limitaciones de las tierras. Cada clase agrupa suelos con el mismo grado de limitaciones y con similares cualidades (fortalezas) para la producción agropecuaria y forestal; la agrupación está relacionada también con la factibilidad de mecanización y con

el requerimiento de prácticas de manejo para alcanzar el desarrollo sostenible en la producción de alimentos, fibras, productos forestales y bioenergía.

Las subclases especifican las principales limitantes en cada una de las clases, lo que significa que esta unidad agrologica agrupa tierras con los mismos problemas los que, de acuerdo con su importancia, aparecen en el símbolo cartográfico en el siguiente orden: pendiente (p), erosión (e), exceso de humedad (h), limitaciones en la zona de anclaje y desarrollo de raíces (s) y clima extremo (c).

Los subgrupos de manejo corresponden a subdivisiones de las subclases que reúnen suelos que pueden dedicarse a los mismos cultivos con prácticas similares de labranza; en este punto es necesario anotar que, de acuerdo con los requerimientos de los planes de ordenación de las cuencas hidrográficas, el criterio utilizado para crear grupos de manejo es la condición climática.

Para lograr calificar la capacidad a cada unidad geomorfopedológica se siguieron los siguientes pasos

- Selección de los perfiles representativos de suelo con los componentes taxonómicos de cada unidad geomorfopedológica de suelo.
- Aplicación de la metodología IGAC,2021 con las características de evaluación respectiva, erosión, grado de pendiente, textura, profundidad efectiva, pedregosidad superficial y dentro del suelo, rocosidad, inundabilidad, fertilidad, saturación de aluminio, acidez y alcalinidad, drenaje, y clima a cada uno de los suelos representativos que componen las unidades geomorfopedológicas.
- Establecimiento de las subclases según el grado y el número de limitaciones.
- Determinación de los grupos de capacidad con base en las limitaciones específicas y sus respectivos grados de limitación.
- Elaboración de la leyenda de clasificación por capacidad de uso de las tierras, la cual está organizada de tal manera que en la primera columna van las tierras con mayor capacidad hasta la más limitada para el uso, posteriormente se involucran las subclases, de acuerdo con los factores limitantes (p, e, h, s, c) y posteriormente los grupos de manejo, en orden creciente de numeración arábica.

Para poder identificar sobre la cartografía cada unidad de capacidad, metodológicamente se utilizan símbolos conformados por números arábigos y letras minúsculas, para designar la clase se utilizan números arábigos del 1 al 8, para las subclases se utilizan letras minúsculas y para el grupo de capacidad nuevamente números arábigos que van desde el 1 hasta la cantidad de grupos que se requieran

De esta manera en la cartografía y en el informe se verán símbolos de la siguiente manera:

**4psc-1**



**4:** Corresponde a la clase.

**psc:** Corresponde a la subclase con limitaciones por pendiente (p), suelos (s) y clima.

**-1:** Corresponde al grupo de capacidad

#### 11.3.4.2. Factores que limitan la capacidad de uso de las tierras

El desarrollo pleno del recurso suelo en la Cuenca del río Yaguará está limitado por factores tales como la inclinación fuerte del terreno, la abundante pedregosidad en el perfil que, a su vez, puede disminuir significativamente la profundidad efectiva; este fenómeno ocurre en las laderas de los paisajes de montaña y lomerío; en la parte plana se aprecian problemas por permanencia de agua en el perfil.

La mayoría de los suelos tienen problemas de acidez y niveles bajos y muy bajos de fertilidad; solo en las napas y albardones de la planicie aluvial y en algunos sectores de la montaña en donde existen materiales calcáreos hay suelos ligera a moderadamente alcalinos.

A continuación, mediante Tabla 11.8, Tabla 11.9, Tabla 11.10, Tabla 11.11, Tabla 11.12 se mostrará de una manera ilustrativa como incide cada una de las limitaciones para llegar a la clase de capacidad respectiva; se considera que con esta información es más entendible como se llega a la calificación de la capacidad para cada una de las fases de cada unidad.

**Tabla 11.8. Calificación de acuerdo con la pendiente**

Si la pendiente es	La clase es
<3%	Clase 1
3-7%	Clase 2 o 5
7-12%	Clase 3
12-25%	Clase 4
25-50%	Clase 6
50-75%	Clase 7
>75%	Clase 8

Fuente: Adaptado de IGAC, 2013

**Tabla 11.9. Calificación de acuerdo con la erosión del suelo.**

Si la erosión es	La clase es
Sin erosión	Clase 1
Ligera	Clases 2, 3 o 5
Moderada	Clase 4 o 6
Severa	Clase 7
Muy severa	Clase 8

Fuente: Adaptado de IGAC, 2013

**Tabla 11.10. Calificación de acuerdo con el drenaje del suelo.**

Si el drenaje es	La clase es
Bien drenado	Clase 1
Moderado	Clase 2
Imperfecto	Clase 3
Pobre	Clase 4
Excesivo o muy pobre	Clases 6 o 7
Cualquier drenaje	Clases 5 o 8

Fuente: Adaptado de IGAC, 2013

**Tabla 11.11. Calificación de acuerdo con las propiedades físicas de los suelos**

Si la profundidad efectiva es	La clase es	Si los fragmentos en el suelo son	La clase es
> 100 cm	Clase 1	<3%	Clase 1 o 2
>75 pero <100 cm	Clase 2	3-15%	Clase 3 o 5
>50 pero <75 cm	Clase 3	15-35%	Clase 4
>25 pero <50	Clase 4	35-60%	Clase 6
<25 cm	Clase 6	>60%	Clase 7
Si la pedregosidad superficial es	La clase es	Si los afloramientos rocosos son	La clase es
<0,1%	Clase 1 o 2	<0,1%	Clase 1
1-3%	Clase 3	0,1-2%	Clase 2 o 5
3-15%	Clase 4 o 5	2-10%	Clase 3
15-50%	Clase 6	10-25%	Clase 4
50-90%	Clase 7	25-50%	Clase 6
>90%	Clase 8	50-90%	Clase 7
		>90%	Clase 8

Fuente: Adaptado de IGAC, 2013

**Tabla 11.12. Calificación de acuerdo con las condiciones químicas de los suelos.**

Si la fertilidad es	La clase es
<b>Media</b>	Clase 1 o 2
<b>Baja</b>	Clase 3
<b>Muy baja</b>	Clase 4

Fuente: Adaptado de IGAC, 2013

En la cuenca del río Yaguará los principales limitantes que afectan el uso de los suelos son el relieve quebrado y ligeramente escarpado con pendientes 12-25%, 25-50% y >75%; se tiene que del total del área de la cuenca el 26% está en pendientes f y g, también hay áreas extensas afectadas por procesos de erosión moderada y algunos sectores con erosión severa, laminar y con formaciones de surcos, activada en las épocas de lluvia por la

escorrentía (escurrimiento difuso y concentrado), otro limitante es la presencia de pedregosidad en el perfil de suelos en sectores localizados.

#### 11.3.4.3. **Clases y subclases**

La definición de la capacidad de uso de las tierras de la cuenca del río Yaguará señaló la existencia de las clases agrologicas 3, 4, 5, 6, 7 y 8 las cuales, presentan las aptitudes generales que a continuación se definen para cada uno de los grupos de capacidad; en la Figura 11.22 se muestra la distribución porcentual de cada una de ellas y la Figura 11.21 la distribución espacial de cada clase dentro de la cuenca.

Para lograr una adecuada clasificación de la capacidad de uso de las tierras es preciso identificar las limitaciones de los suelos (internas y externas) que afectan, de alguna manera, su uso, haciendo énfasis en aquellas que aparecen en la sección del perfil en la que ocurren el anclaje y el desarrollo de las raíces de las plantas (limitación s a nivel de subclase); para esto se calificaron cada una de las Unidades de Suelos reconocidas en la leyenda geomorfoedológica con todas sus fases de acuerdo con las especificaciones del Manual que para tal efecto elaboró y utiliza oficialmente el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2021).

De acuerdo con la metodología de capacidad de uso de las tierras del IGAC (2021) Las clases se reúnen en tres (3) grandes grupos:

- Tierras con capacidad para utilizarse en agricultura y ganadería tecnificada de tipo intensivo y semi intensivo
  - a. Clase 3: Con cultivos transitorios intensivos y ganadería semi intensiva: ocupa el 5,1% del área total de la cuenca
  - b. Clase 4: Con cultivos transitorios semi intensivos y ganadería extensiva: es el 17% del área total de la cuenca
- Tierras que pueden utilizarse en forma restringida, en actividades agrícolas, ganaderas, agroforestales y/o forestales
  - c. Clase 5: Con cultivos de ciclo corto y conservación de la vegetación nativa: cubre el 0,3% del área total de la cuenca
  - d. Clase 6: corresponde al 34,7% del área total de la cuenca
  - e. Clase 7: es el 21,7% del área total de la cuenca
- Tierras que deben utilizarse sólo en preservación, conservación y ecoturismo
  - f. Clase 8: corresponde al 20,1% del área total de la cuenca.

Las áreas ocupadas por cuerpos de agua, instalaciones recreativas, minería, obras hidráulicas

parques cementerio, zonas industriales, comerciales, zonas Urbanas, corresponden al 1,1% del área total de la cuenca.

Dado que el territorio de la cuenca estudiada involucra parte de los municipios de Teruel, Iquira, Nátaga y Yaguará es pertinente relacionar, como se puede apreciar en la Tabla 11.13, las áreas que ocupa cada una de las clases agrologicas identificadas dentro de los límites políticos municipales.

Para facilitar la comprensión del contenido de la descripción de las unidades de capacidad de uso de las tierras de la cuenca hidrográfica del río Yaguará se ha elaborado la Tabla 11.14 en la que se señalan las unidades geomorfopedológicas y su correspondiente clasificación en de capacidad de uso y posteriormente en otra columna se puede apreciar cómo se convierte la capacidad en unidades de usos propuesta de acuerdo con la guía metodológica de POMCAS; para realizar este procedimiento fueron tenidas en cuenta las características de los suelos así como los limitantes de uso que direccionan y justificación la clasificación agrológica de las tierras.

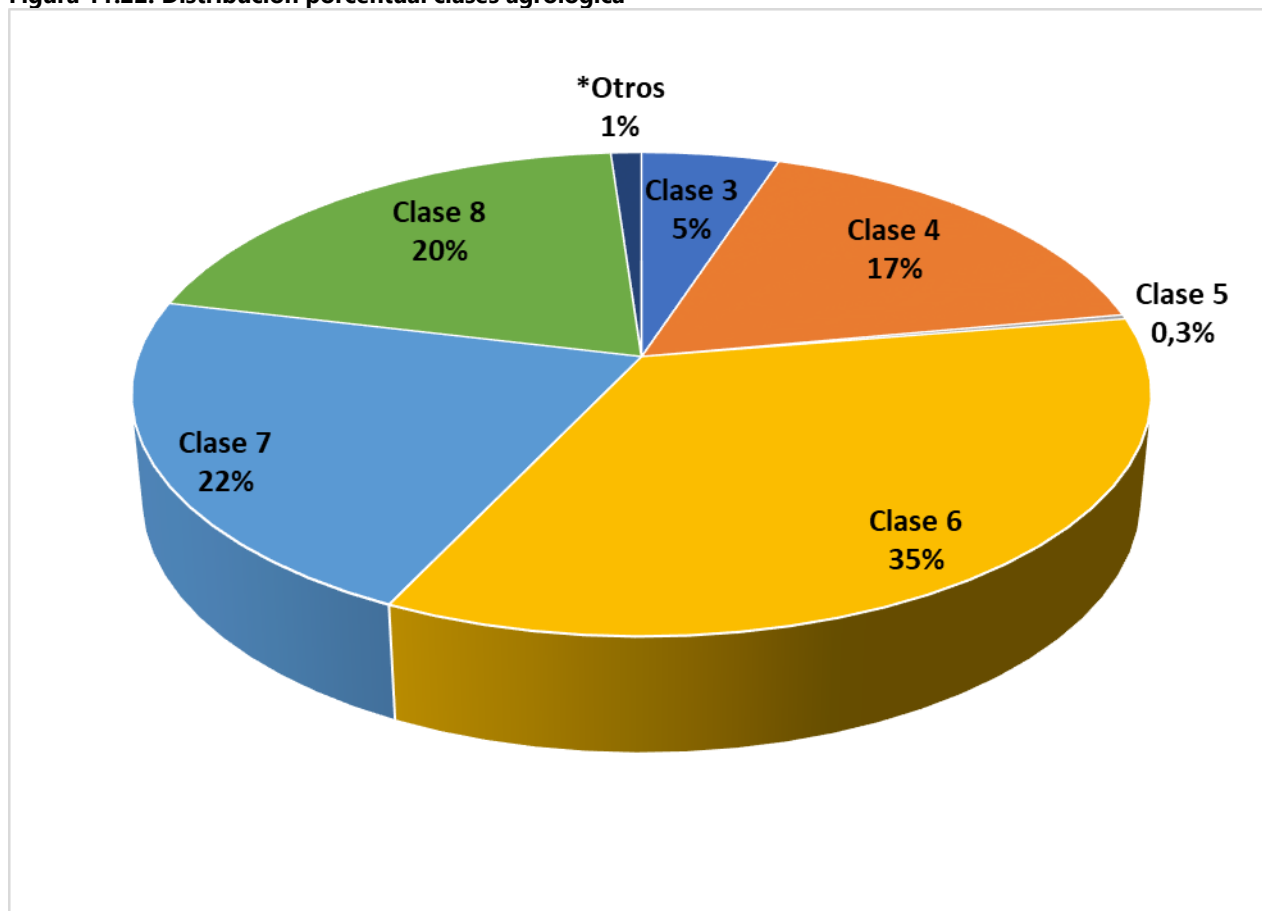
De acuerdo con lo expresado en el párrafo anterior, a cada grupo de capacidad se le asigna un uso general con el cual se considera que los suelos no sufrirán deterioro y seguirán generando ingresos para sus propietarios; a manera de ejemplo y para una mayor comprensión se tiene que los suelos de la clase 3 son aquellos que se pueden utilizar de una manera intensiva en actividades agropecuarias, a medida que, la clase sube de calificación los usos serán más limitados en su forma de utilización.



[illegible]

Carrera 51B N° 82 - 254, Piso 2, Oficina 26,  
C.C. Bahía, Barranquilla D.E.I.P.  
Correo electrónico: [yaguara@ecocialt.com](mailto:yaguara@ecocialt.com)

**Figura 11.22. Distribución porcentual clases agrologica**



\* cuerpos de agua, instalaciones recreativas, minería, obras hidráulicas  
parques cementerio, zonas industriales, comerciales, zonas Urbanas

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 11.13. Distribución clases agrologicas a nivel municipal**

MUNICIPIO	CLASES AGROLOGICAS						Otros*
	3	4	5	6	7	8	
ÍQUIRA	249,44	2.536,79		9.771,11	7.387,03	5.976,38	249,25
NÁTAGA		280,24		1.128,39	703,27	328,89	1,62
TERUEL	187,26	1.319,65		5.554,56	4.967,71	2.862,28	133,01
TESALIA	734,12	4.655,35	25,80	6.952,56	2.064,93	4.961,17	147,22
YAGUARÁ	3.359,99	6.432,71	239,22	7.651,91	4.266,25	3.870,91	477,58

Otros\* (cuerpos de agua, instalaciones recreativas, minería, obras hidráulicas  
parques cementerio, zonas industriales, comerciales, zonas Urbanas)

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 11.14. Legenda Capacidad de uso de las tierras cuenca Yaguará**

CLASE	SUBCLASE	GRUPO DE CAPACIDAD	UNIDAD GEOMORFOPEDOLÓGICA	LIMITANTES PARA EL USO	CLIMA AMBIENTAL	APTITUD DE LAS TIERRAS	USO PRINCIPAL PROPUESTO	SÍMBOLO	EXTENSIÓN	
									Ha	%
<b>3</b>	3c	3c-1	YG61a, YG61b, YG78a, YG78b	Clima ambiental cálido seco.	CÁLIDO SECO	Tierras aptas para agricultura y ganadería con cultivos transitorios intensivos, semi-intensivos y ganadería semi-intensiva	Cultivos Transitorios Intensivos	CTI	4530,82	5,10%
	3es	3es-1	YG128a	Movimientos en masa y familia textural franca gruesa.	CÁLIDO HÚMEDO		Cultivos Permanente Semi intensivos	CPS		
	3h	3h-1	YG100az, YG100bz	Drenaje natural imperfecto, inundaciones ocasionales y cortas.	CÁLIDO HÚMEDO		Sistemas Silvopastoriles	SPA		
	3p	3p-1	YG114c, YG120c, YG120c1, YG32c, YG52c, YG52c1, YG66c, YG89c	Pendiente Moderadamente inclinada 7-12%.	MEDIO HÚMEDO		Cultivos Transitorios semintensivos	CTS		
		3p-2	YG100c1z, YG100cz, YG103c, YG105c, YG107c, YG97c, YG99c, YG9c	Pendiente Moderadamente inclinada 7-12%.	CÁLIDO HÚMEDO		Cultivos Permanente Semi intensivos	CPS		
	3pc	3pc-1	YG61c	Pendiente Moderadamente inclinada 7-12%, clima ambiental cálido seco.	CÁLIDO SECO		Cultivos Permanente Semi intensivos	CPS		

CLASE	SUBCLASE	GRUPO DE CAPACIDAD	UNIDAD GEOMORFOPEDOLÓGICA	LIMITANTES PARA EL USO	CLIMA AMBIENTAL	APTITUD DE LAS TIERRAS	USO PRINCIPAL PROPUESTO	SÍMBOLO	EXTENSIÓN	
									Ha	%
	3ps	3ps-1	YG30c, YG4c	Pendiente Moderadamente inclinada 7-12%, familias texturales franca gruesa y fina	MEDIO HÚMEDO		Cultivos Permanente Semi intensivos	CPS		
		3ps-2	YG128c	Pendiente Moderadamente inclinada 7-12%, familia textural franca gruesa	CÁLIDO HÚMEDO		Cultivos Permanente Semi intensivos	CPS		
	3psc	3psc-1	YG59c, YG60c, YG62c	Pendiente Moderadamente inclinada 7-12%, familia textural fina y clima ambiental cálido seco.	CÁLIDO SECO		Cultivos Permanente Semi intensivos	CPS		
	3s	3s-1	YG128a, YG128a1, YG128b	Familia textural franca gruesa.	CÁLIDO HÚMEDO		Cultivos Transitorios semintensivos	CTS		
	3sc	3sc-1	YG59a, YG59b, YG60a, YG60b, YG62a, YG62b, YG83a, YG83b	Familia textural franca gruesa y clima ambiental cálido seco.	CÁLIDO SECO		Cultivos Transitorios semintensivos	CTS		
4	4c	4c-1	YG111a	Clima ambiental medio muy húmedo.	MEDIO MUY HÚMEDO	Tierras aptas para cultivos transitorios	Cultivos Permanente Semi intensivos	CPS	15224,75	17%



CLASE	SUBCLASE	GRUPO DE CAPACIDAD	UNIDAD GEOMORFOPEDOLÓGICA	LIMITANTES PARA EL USO	CLIMA AMBIENTAL	APTITUD DE LAS TIERRAS	USO PRINCIPAL PROPUESTO	SÍMBOLO	EXTENSIÓN	
									Ha	%
	4e	4e.-1	YG120b2, YG120c2, YG66c2	Erosión de tipo moderada.	MEDIO HÚMEDO	semi-intensivos y ganadería extensiva	Cultivos Permanente Semi intensivos	CPS		
		4e.-1	YG59a, YG60a2, YG60c2	Erosión de tipo moderada.	CÁLIDO SECO		Cultivos Permanente Semi intensivos	CPS		
	4ehs	4ehs-1	YG76a2, YG76b2	Erosión de tipo moderada, drenaje natural pobre, inundaciones ocasionales y cortas, la profundidad efectiva superficial.	MEDIO HÚMEDO		Cultivos Permanente Semi intensivos	CPS		
	4hs	4hs-1	YG76a, YG76ap, YG76b	Drenaje natural pobre, inundaciones frecuentes y cortas, profundidad efectiva superficial.	MEDIO HÚMEDO		Cultivos Transitorios semintensivos	CTS		
		4hs-2	YG140a, YG140b, YG140c	Drenaje natural pobre, inundaciones frecuentes y cortas, profundidad efectiva superficial.	CÁLIDO HÚMEDO		Cultivos Transitorios semintensivos	CTS		

CLASE	SUBCLASE	GRUPO DE CAPACIDAD	UNIDAD GEOMORFOPEDOLÓGICA	LIMITANTES PARA EL USO	CLIMA AMBIENTAL	APTITUD DE LAS TIERRAS	USO PRINCIPAL PROPUESTO	SÍMBOLO	EXTENSIÓN	
									Ha	%
	4p	4hs-3	YG77a, YG77b, YG80a, YG80b, YG88a, YG88b, YG88c	Drenaje natural pobre, inundaciones frecuentes y cortas, profundidad efectiva superficial.	CÁLIDO SECO		Cultivos Transitorios semintensivos	CTS		
		4p-1	YG109a, YG109c, YG109d, YG111d, YG113d, YG3d	Pendiente fuertemente inclinada (12-25%).	MEDIO MUY HÚMEDO		Cultivos Permanente Semi intensivos	CPS		
		4p-2	YG10d, YG114d, YG120d, YG120d1, YG127d, YG25d, YG30d, YG32d, YG32d1, YG33d, YG47d, YG4d, YG52d, YG52d1, YG66d, YG7d, YG89d	Pendiente fuertemente inclinada (12-25%).	MEDIO HÚMEDO		Cultivos Permanente Semi intensivos	CPS		
		4p-3	YG100dz, YG103d, YG105d, YG105d1, YG107d, YG128d, YG14d, YG97d, YG99d, YG9d, YG9d1	Pendiente fuertemente inclinada (12-25%).	CÁLIDO HÚMEDO		Cultivos Permanente Semi intensivos	CPS		

CLASE	SUBCLASE	GRUPO DE CAPACIDAD	UNIDAD GEOMORFOPEDOLÓGICA	LIMITANTES PARA EL USO	CLIMA AMBIENTAL	APTITUD DE LAS TIERRAS	USO PRINCIPAL PROPUESTO	SÍMBOLO	EXTENSIÓN	
									Ha	%
		4p-4	YG59d, YG60d, YG61d, YG62d, YG70d	Pendiente fuertemente inclinada (12-25%).	CÁLIDO SECO		Cultivos Permanente Semi intensivos	CPS		
	4pe	4e.-1	YG109d2	Pendiente fuertemente inclinada (12-25%) y erosión de tipo moderada.	MEDIO MUY HÚMEDO		Sistemas agrosilvícolas	AGS		
		4e.-1	YG120d2, YG30d2, YG32d2, YG33d2, YG52d, YG52d2, YG66d2, YG7d2	Pendiente fuertemente inclinada (12-25%) y erosión de tipo moderada.	MEDIO HÚMEDO		Sistemas agrosilvícolas	AGS		
		4e.-2	YG60d2	Pendiente fuertemente inclinada (12-25%) y erosión de tipo moderada.	CÁLIDO SECO		Sistemas agrosilvícolas	AGS		
	4pes	4pes-1	YG113d2	Pendiente fuertemente inclinada (12-25%), erosión de tipo moderada, pedregosidad superficial (15%).	MEDIO MUY HÚMEDO		Sistemas agrosilvícolas	AGS		

CLASE	SUBCLASE	GRUPO DE CAPACIDAD	UNIDAD GEOMORFOPEDOLÓGICA	LIMITANTES PARA EL USO	CLIMA AMBIENTAL	APTITUD DE LAS TIERRAS	USO PRINCIPAL PROPUESTO	SÍMBOLO	EXTENSIÓN	
									Ha	%
		4pes-1	YG120d2p, YG20d2	Pendiente fuertemente inclinada (12-25%), erosión de tipo moderada, pedregosidad superficial (15%).	MEDIO HÚMEDO		Sistemas agrosilvícolas	AGS		
		4pes-2	YG99d2p	Pendiente fuertemente inclinada (12-25%), erosión de tipo moderada, pedregosidad superficial (15%).	CÁLIDO HÚMEDO		Sistemas agrosilvícolas	AGS		
		4pes-3	YG60d2p	Pendiente fuertemente inclinada (12-25%), erosión de tipo moderada, pedregosidad superficial (15%).	CÁLIDO SECO		Sistemas agrosilvícolas	AGS		
	4ps	4ps-1	YG20d, YG32dp, YG5d, YG86d	Pendiente fuertemente inclinada (12-25%) y pedregosidad superficial 15%.	MEDIO HÚMEDO		Cultivos Permanente Semi intensivos	CPS		



CLASE	SUBCLASE	GRUPO DE CAPACIDAD	UNIDAD GEOMORFOPEDOLÓGICA	LIMITANTES PARA EL USO	CLIMA AMBIENTAL	APTITUD DE LAS TIERRAS	USO PRINCIPAL PROPUESTO	SÍMBOLO	EXTENSIÓN	
									Ha	%
		4ps-2	YG140d	Pendiente fuertemente inclinada (12-25%) y pedregosidad superficial 15%.	CÁLIDO HÚMEDO		Cultivos Permanente Semi intensivos	CPS		
		4ps-3	YG60dp, YG88d	Pendiente fuertemente inclinada (12-25%) y pedregosidad superficial 15%.	CÁLIDO SECO		Cultivos Permanente Semi intensivos	CPS		
	4s	4s-1	YG114b, YG120a, YG120b, YG32b, YG52a, YG52a1, YG52b, YG52b1, YG66b	Alta saturación de aluminio y fertilidad natural muy baja.	MEDIO HÚMEDO		Cultivos Transitorios Semi intensivos	CTS		
		4s-2	YG105a, YG105a1, YG105b, YG107a, YG107b, YG128ap, YG97a, YG97b, YG99a, YG99b, YG9a, YG9b	Alta saturación de aluminio y fertilidad natural muy baja.	CÁLIDO HÚMEDO		Cultivos Permanente Semi intensivos	CPS		

CLASE	SUBCLASE	GRUPO DE CAPACIDAD	UNIDAD GEOMORFOPEDOLÓGICA	LIMITANTES PARA EL USO	CLIMA AMBIENTAL	APTITUD DE LAS TIERRAS	USO PRINCIPAL PROPUESTO	SÍMBOLO	EXTENSIÓN	
									Ha	%
5	5hs	5hs-1	YG82ai, YG82bi	Drenaje natural pobre, inundaciones muy frecuentes, muy largas.	CÁLIDO SECO	Tierras aptas para ganadería estacional y la conservación del ecosistema	Pastoreo Extensivo	PEX	265,02	0,30%
	6c	6c-1	YG94d	Clima ambiental muy frío muy húmedo.	MUY FRÍO MUY HÚMEDO	Tierras aptas para reforestación, ganadería extensiva, cultivos permanentes y sistemas agroforestales	Sistemas Agrosilvopastoriles	ASP	31058,53	34,70%
6	6e	6e.-1	YG32d2	Frecuentes movimientos en masa y erosión de tipo moderada.	MEDIO HÚMEDO		Sistemas Agrosilvícolas	AGS		
	6es	6es-1	YG109d2p	Erosión moderada y abundantes fragmentos en el perfil (40%) y superficie (45).	MEDIO MUY HÚMEDO		Sistemas Agrosilvícolas	AGS		
		6es-1	YG115d2	Erosión moderada y abundantes fragmentos en el perfil (40%) y superficie (45).	MEDIO HÚMEDO		Sistemas Agrosilvícolas	AGS		

Carrera 51B N° 82 - 254, Piso 2, Oficina 26,  
C.C. Bahía, Barranquilla D.E.I.P.  
Correo electrónico: [yaguara@ecocialt.com](mailto:yaguara@ecocialt.com)

CLASE	SUBCLASE	GRUPO DE CAPACIDAD	UNIDAD GEOMORFOPEDOLÓGICA	LIMITANTES PARA EL USO	CLIMA AMBIENTAL	APTITUD DE LAS TIERRAS	USO PRINCIPAL PROPUESTO	SÍMBOLO	EXTENSIÓN	
									Ha	%
		6p-2	YG10e, YG120e, YG127e, YG20e, YG30e, YG30e1, YG32e, YG32e1, YG33e, YG33e1, YG47e, YG4e, YG4e1p, YG52e, YG52e1, YG52ep, YG5e, YG7e, YG85e, YG86e, YG89e	Pendiente ligeramente escarpada (25-50%).	MEDIO HÚMEDO		Sistemas Agrosilvícolas	AGS		
		6p-3	YG100e, YG103e, YG128e, YG14e, YG99e, YG99ep, YG9e	Pendiente ligeramente escarpada (25-50%).	CÁLIDO HÚMEDO		Sistemas Agrosilvícolas	AGS		
		6p-4	YG59e, YG60e, YG60ep, YG61e, YG70e	Pendiente ligeramente escarpada (25-50%).	CÁLIDO SECO		Sistemas Agrosilvícolas	AGS		
	6pc	6pc-1	YG94e	Pendiente ligeramente escarpada (25-50%) y clima ambiental muy frío muy húmedo.	MUY FRÍO MUY HÚMEDO		Sistemas Agrosilvopastoriles	ASP		



CLASE	SUBCLASE	GRUPO DE CAPACIDAD	UNIDAD GEOMORFOPEDOLÓGICA	LIMITANTES PARA EL USO	CLIMA AMBIENTAL	APTITUD DE LAS TIERRAS	USO PRINCIPAL PROPUESTO	SÍMBOLO	EXTENSIÓN	
									Ha	%
	6pe	6pe-1	YG109e2, YG113e2, YG3e2	Pendiente ligeramente escarpada (25-50%) y erosión de tipo moderada.	MEDIO MUY HÚMEDO		Sistemas Agrosilvícolas	AGS		
		6pe-1	YG120e2, YG20e2, YG30e2, YG32e2, YG33e2, YG52e2, YG5e2, YG7e2	Pendiente ligeramente escarpada (25-50%) y erosión de tipo moderada.	MEDIO HÚMEDO		Sistemas Agrosilvícolas	AGS		
		6pe-2	YG60e2	Pendiente ligeramente escarpada (25-50%) y erosión de tipo moderada.	CÁLIDO SECO		Sistemas Agrosilvícolas	AGS		
	6pes	6pes-1	YG7e2p	Pendiente ligeramente escarpada (25-50%), erosión de tipo moderada y abundante pedregosidad superficial (50%).	MEDIO HÚMEDO		Sistemas Agrosilvícolas	AGS		

CLASE	SUBCLASE	GRUPO DE CAPACIDAD	UNIDAD GEOMORFOPEDOLÓGICA	LIMITANTES PARA EL USO	CLIMA AMBIENTAL	APTITUD DE LAS TIERRAS	USO PRINCIPAL PROPUESTO	SÍMBOLO	EXTENSIÓN	
									Ha	%
	6ps	6ps-1	YG1e, YG29e, YG2e	Pendiente ligeramente escarpada (25-50%), y abundantes fragmentos en el perfil (45%) y superficie (50).	FRIO MUY HÚMEDO		Sistemas Agrosilvícolas	AGS		
		6ps-2	YG109ep	Pendiente ligeramente escarpada (25-50%), y abundantes fragmentos en el perfil (45%) y superficie (50).	MEDIO MUY HÚMEDO		Sistemas Agrosilvícolas	AGS		
		6ps-3	YG115e, YG17e, YG4ep, YG5ep, YG67e, YG7ep	Pendiente ligeramente escarpada (25-50%), y abundantes fragmentos en el perfil (45%) y superficie (50).	MEDIO HÚMEDO		Sistemas Agrosilvícolas	AGS		

CLASE	SUBCLASE	GRUPO DE CAPACIDAD	UNIDAD GEOMORFOPEDOLÓGICA	LIMITANTES PARA EL USO	CLIMA AMBIENTAL	APTITUD DE LAS TIERRAS	USO PRINCIPAL PROPUESTO	SÍMBOLO	EXTENSIÓN	
									Ha	%
		6ps-4	YG100ep, YG104e, YG106e, YG106ep, YG129e, YG129e1, YG129e1p, YG18e, YG18ep, YG99ep	Pendiente ligeramente escarpada (25-50%), y abundantes fragmentos en el perfil (45%) y superficie (50).	CÁLIDO HÚMEDO		Sistemas Agrosilvícolas	AGS		
		6ps-5	YG16e, YG22e, YG24e, YG27e, YG40e, YG41e, YG43e, YG72e, YG79e	Pendiente ligeramente escarpada (25-50%), y abundantes fragmentos en el perfil (45%) y superficie (50).	CÁLIDO SECO		Sistemas Agrosilvícolas	AGS		
	6s	6s-1	YG1a, YG1d, YG29a, YG29d, YG2a, YG2d	Abundantes fragmentos en el perfil (45%) y superficie (50).	FRÍO MUY HÚMEDO		Cultivos permanente Semiintensivos	CPS		
		6s-2	YG109dp	Abundantes fragmentos en el perfil (50%) y superficie (45).	MEDIO MUY HÚMEDO		Cultivos permanente Semiintensivos	CPS		

CLASE	SUBCLASE	GRUPO DE CAPACIDAD	UNIDAD GEOMORFOPEDOLÓGICA	LIMITANTES PARA EL USO	CLIMA AMBIENTAL	APTITUD DE LAS TIERRAS	USO PRINCIPAL PROPUESTO	SÍMBOLO	EXTENSIÓN	
									Ha	%
		6s-2	YG115d, YG115d1, YG142c, YG17d, YG32dp, YG47dp, YG52cp, YG52d1p, YG52dp, YG67d	Abundantes fragmentos en el perfil (50%) y superficie (45).	MEDIO HÚMEDO		Cultivos permanente Semiintensivos	CPS		
		6s-3	YG100dp, YG102c, YG102d, YG104a, YG104d, YG105ap, YG105bp, YG105cp, YG106d, YG106d1, YG107cp, YG107dp, YG129a, YG129b, YG129c, YG129c1p, YG129d, YG129d1, YG129d1p, YG129dp, YG18d, YG99dp	Abundantes fragmentos en el perfil (50%) y superficie (45).	CÁLIDO HÚMEDO		Cultivos permanente Semiintensivos	CPS		



CLASE	SUBCLASE	GRUPO DE CAPACIDAD	UNIDAD GEOMORFOPEDOLÓGICA	LIMITANTES PARA EL USO	CLIMA AMBIENTAL	APTITUD DE LAS TIERRAS	USO PRINCIPAL PROPUESTO	SÍMBOLO	EXTENSIÓN	
									Ha	%
7	7p	6s-4	YG16d, YG22d, YG24d, YG27d, YG40a, YG40b, YG40c, YG40d, YG41d, YG43a, YG43c, YG43d, YG43dp, YG60dp, YG69az, YG69bz, YG69cz, YG69d, YG71az, YG71bz, YG71c, YG71d, YG72d, YG72d1p, YG73az, YG73c, YG73d, YG74d, YG79c, YG79d, YG81a, YG81b, YG81c	Abundantes fragmentos en el perfil (50%) y superficie (45).	CÁLIDO SECO		Cultivos permanente Semi-intensivos	CPS		
		7p-1	YG94f	Pendiente moderadamente escarpada (50-75%)	MUY FRIO MUY HÚMEDO	Tierras que requieren cobertura vegetal permanente multi estrata, bosque protector-	Sistemas forestales productores	FPD	19389,2	21,70%
		7p-2	YG1f, YG29f, YG2f, YG2f1p	Pendiente moderadamente escarpada (50-75%)	FRIO MUY HÚMEDO		Sistemas forestales productores	FPD		

CLASE	SUBCLASE	GRUPO DE CAPACIDAD	UNIDAD GEOMORFOPEDOLÓGICA	LIMITANTES PARA EL USO	CLIMA AMBIENTAL	APTITUD DE LAS TIERRAS	USO PRINCIPAL PROPUESTO	SÍMBOLO	EXTENSIÓN	
									Ha	%
		7p-3	YG109f, YG109f1, YG109f2, YG111f, YG112f, YG113f, YG3f, YG3f1, YG3f2	Pendiente moderadamente escarpada (50-75%)	MEDIO MUY HÚMEDO	productor y Sistemas Agro silvícolas	Sistemas forestales productores	FPD		
		7p-4	YG10f, YG10f2, YG115f, YG127f, YG17f, YG20f, YG30f, YG30f1, YG30f2, YG32f, YG33f, YG33f1, YG33f2, YG4f, YG4f1, YG52f, YG5f, YG5f2, YG7f, YG7f2, YG85f, YG86f, YG89f	Pendiente moderadamente escarpada (50-75%)	MEDIO HÚMEDO		Sistemas forestales productores	FPD		
		7p-5	YG106f, YG128f, YG129f, YG14f, YG18f, YG99f, YG9f	Pendiente moderadamente escarpada (50-75%)	CÁLIDO HÚMEDO		Sistemas forestales productores	FPD		
		7p-6	YG22f, YG24f, YG40f, YG41f, YG59f, YG60f	Pendiente moderadamente escarpada (50-75%)	CÁLIDO SECO		Sistemas forestales productores	FPD		

CLASE	SUBCLASE	GRUPO DE CAPACIDAD	UNIDAD GEOMORFOPEDOLÓGICA	LIMITANTES PARA EL USO	CLIMA AMBIENTAL	APTITUD DE LAS TIERRAS	USO PRINCIPAL PROPUESTO	SÍMBOLO	EXTENSIÓN	
									Ha	%
	7ps	7ps-1	YG121fp, YG90fp, YG91fp	Pendiente moderadamente escarpada (50-75%), familia textural fragmental, fragmentos gruesos en el perfil superior a 90% y pedregosidad superficial muy abundante	MEDIO HÚMEDO		Sistemas Forestales Protectores	FPR		
		7ps-2	YG131fp	Pendiente moderadamente escarpada (50-75%), familia textural fragmental, fragmentos gruesos en el perfil superior a 90% y pedregosidad superficial muy abundante	CÁLIDO HÚMEDO		Sistemas Forestales Protectores	FPR		

CLASE	SUBCLASE	GRUPO DE CAPACIDAD	UNIDAD GEOMORFOPEDOLÓGICA	LIMITANTES PARA EL USO	CLIMA AMBIENTAL	APTITUD DE LAS TIERRAS	USO PRINCIPAL PROPUESTO	SÍMBOLO	EXTENSIÓN	
									Ha	%
		7ps-3	YG13f, YG19f, YG21f, YG21fp, YG26f, YG37f, YG37f1p, YG42f, YG56fp, YG58f	Pendiente moderadamente escarpada (50-75%), familia textural fragmental, fragmentos gruesos en el perfil superior a 90% y pedregosidad superficial muy abundante	CÁLIDO SECO		Sistemas Forestales Protectores	FPR		
	7s	7s-1	YG121dp, YG121ep, YG32dp, YG32ep, YG7ep, YG90dp, YG90ep, YG91dp, YG91ep	Fragmentos gruesos en el perfil superior a 90%	MEDIO HÚMEDO		Sistemas forestales productores	FPD		
		7s-2	YG131dp, YG131ep, YG99dp	Fragmentos gruesos en el perfil superior a 90%	CÁLIDO HÚMEDO		Sistemas forestales productores	FPD		





CLASE	SUBCLASE	GRUPO DE CAPACIDAD	UNIDAD GEOMORFOPEDOLÓGICA	LIMITANTES PARA EL USO	CLIMA AMBIENTAL	APTITUD DE LAS TIERRAS	USO PRINCIPAL PROPUESTO	SÍMBOLO	EXTENSIÓN	
									Ha	%
		7s-3	YG13d, YG13e, YG19d, YG19e, YG21c, YG21d, YG21d1p, YG21dp, YG21e, YG21e1p, YG26d, YG26e, YG37a, YG37b, YG37c, YG37d, YG37e, YG42a, YG42b, YG42c, YG42d, YG42dp, YG42e, YG56d2p, YG56dp, YG56e2p, YG56ep, YG57b, YG57c, YG57d, YG57e, YG58a, YG58c, YG58d, YG58e	Fragmentos gruesos en el perfil superior a 90%	CÁLIDO SECO		Sistemas forestales productores	FPD		



CLASE	SUBCLASE	GRUPO DE CAPACIDAD	UNIDAD GEOMORFOPEDOLÓGICA	LIMITANTES PARA EL USO	CLIMA AMBIENTAL	APTITUD DE LAS TIERRAS	USO PRINCIPAL PROPUESTO	SÍMBOLO	EXTENSIÓN		
									Ha	%	
	8p	8p-1	YG94g, YG1g, YG29g, YG2g, YG109g, YG109g1, YG111g, YG112g, YG113g, YG3g, YG3g2, YG10g, YG121gp, YG17g, YG20g, YG30g, YG30g2, YG32g, YG33g, YG4g, YG52g, YG5g, YG7g, YG7g2, YG85g, YG89g, YG90gp, YG129g, YG131gp, YG14g, YG9g, YG13g, YG19g, YG22g, YG24g, YG37g, YG40g, YG56gp, YG60g	Pendiente fuertemente escarpada (mayor 75%) y la susceptibilidad a procesos erosivos.	MUY FRIO MUY HÚMEDO, FRIO MUY HÚMEDO, MEDIO MUY HÚMEDO, MEDIO HÚMEDO, CÁLIDO HÚMEDO, CÁLIDO SECO	conservación y/o recuperación de la naturaleza	Áreas para la protección y conservación de la naturaleza	CRE			
	8ps	8ps-1	YG121gp, YG90gp, YG91gp, YG54gp, YG55gp, YG56gp	Pendiente fuertemente escarpada (mayor 75%), susceptibilidad a procesos erosivos, y la pedregosidad en superficie extremadamente abundante (mayor 90%) Misceláneo Rocoso (MR)	MEDIO HÚMEDO, CÁLIDO SECO		Áreas para la protección y conservación de la naturaleza	CRE			
	8s	8s-1	YG121ep, YG121fp, YG90dp, YG90ep, YG90fp, YG91dp, YG91ep, YG91fp, YG54dp, YG54ep, YG54fp, YG55dp, YG55ep, YG55fp, YG56dp, YG56ep, YG56fp	Pedregosidad en superficie extremadamente abundante (mayor 90%) Misceláneo Rocoso (MR)	MEDIO HÚMEDO, CÁLIDO SECO		Áreas para la protección y conservación de la naturaleza	CRE			
Cuerpos de agua, instalaciones recreativas, minería, obras hidráulicas parques cementerio, zonas industriales, comerciales, zonas Urbanas									Otros	1008,68	1,1
TOTAL									89476,61	100%	

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### **11.3.4.3.2. Tierras aptas para agricultura y ganadería con cultivos transitorios intensivos, semi-intensivos y ganadería semi-intensiva, clase 3.**

Las tierras de la clase 3 se encuentran ubicadas en las lomas y colinas del paisaje de montaña, en las lomas del paisaje de lomerío, en los abanicos antiguos, subrecientes y recientes del paisaje de piedemonte y en las terrazas medias del paisaje de valle en condiciones de clima medio y cálido húmedo y cálido seco.

Son aptas para usos agropecuarios intensivos; sin embargo, debe estar acompañado por un manejo agronómico específico, debido a que generalmente son sometidas en la cuenca a ganadería con prácticas inadecuadas, lo que incrementa el riesgo de degradación de los suelos; en la Figura 11.23 se puede apreciar una panorámica de las tierras de la clase 3.

**Figura 11.23. Panorámica Clase 3**



Coordenadas

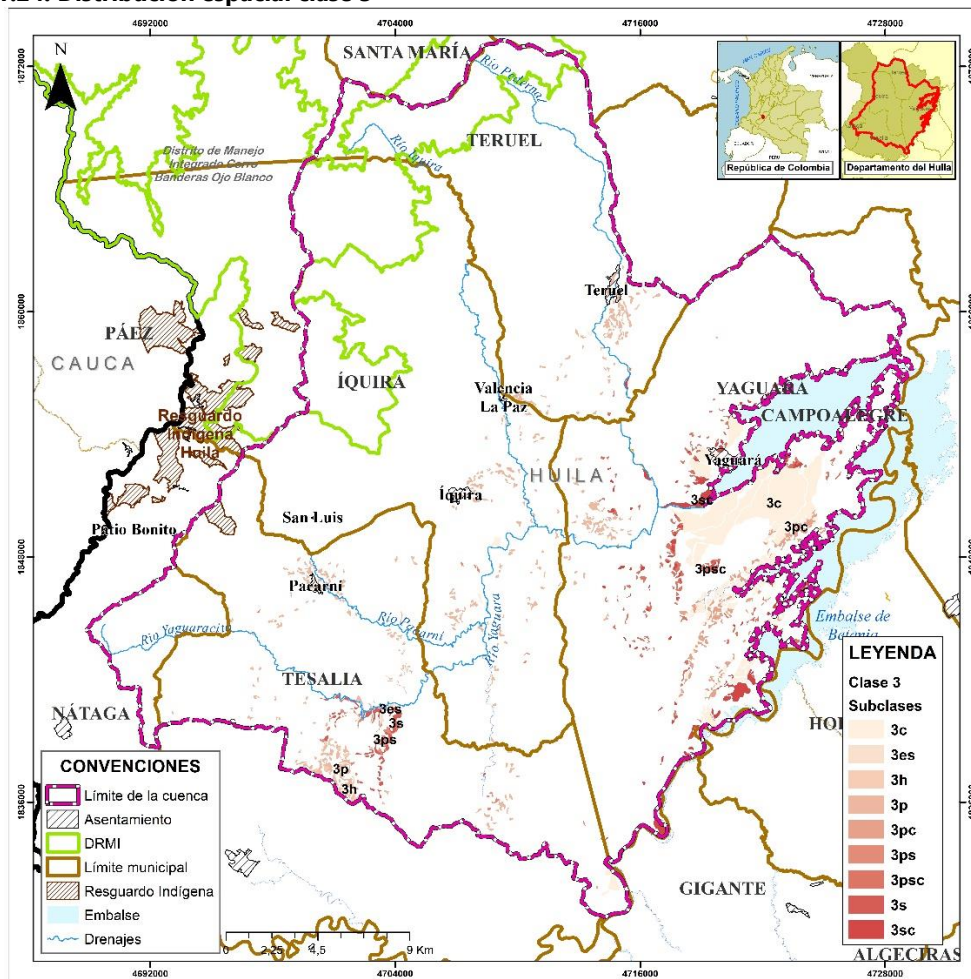
X: 4.720.149,635 Y: 1.850.737,272

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Dentro de la cuenca el área total que ocupa esta clase agrológica es de 4.530,82 Hectáreas, las que corresponden al 5,1% del total, en la Figura 11.24 se puede apreciar la distribución espacial de esta clase dentro de la cuenca.



**Figura 11.24. Distribución espacial clase 3**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

La clase tres se subdivide en nueve subclases que corresponden a la 3c, 3es, 3h, 3p, 3pc, 3ps, 3psc, 3s y 3sc; a continuación, se describen las diferentes subclases y sus respectivos grupos de capacidad.

❖ **Subclase 3c.**

Las tierras de la subclase 3c presentan limitaciones de uso debido al déficit de lluvias en algún período del año.

▪ **Grupo de capacidad 3c-1.**

Las tierras de esta clase se presentan en el paisaje de lomerío, en las cimas y laderas de las lomas y colinas y en el paisaje de valle en las terrazas medias, en relieve plano y ligeramente inclinado con pendientes 0-3% y 3-7%, en el clima cálido seco, está integrada por los suelos de las unidades YG61a, YG61b, YG78a, YG78b.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con el clima ya que se encuentran en un régimen seco lo que impide el uso en ciertas épocas del año salvo que se pueda disponer de sistemas adecuados de riego.

Son tierras aptas para establecer cultivos transitorios intensivos (CTI). Requieren prácticas de manejo tales como fertilización según el tipo de cultivo, labranza reducida en condiciones óptimas de humedad de los suelos y riego suplementario en los períodos secos.

❖ *Subclase 3es.*

Las tierras de la subclase 3es presentan limitaciones de uso debido a la erosión hídrica en grado ligero y la acidez del suelo por saturación de aluminio y familia textural franca gruesa.

▪ **Grupo de capacidad 3es-1**

Las tierras de esta clase se presentan en las cimas y laderas de las lomas en el paisaje de lomerío, en relieve plano 0-3%, en el clima cálido húmedo, está integrada por los suelos de la unidad YG128a.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con los procesos erosivos en grado moderado que se presentan y que se manifiestan como procesos de remoción y escurrimiento difuso, de igual manera las texturas tienden a ser gruesas lo que implica un adecuado manejo del agua en la eventualidad de implementar riego.

Debido a los procesos erosivos, estas tierras son aptas para establecer cultivos permanentes semi-intensivos (CPS), requieren prácticas de manejo tales como neutralización de la acidez, fertilización según el tipo de cultivo y labranza reducida en condiciones óptimas de humedad de los suelos.

❖ *Subclase 3h.*

Las tierras de la subclase 3hsc-3 presentan limitaciones de uso debido al drenaje Imperfecto.

▪ **Grupo de manejo 3h-1.**

Pertenecen a este grupo de manejo las tierras de clima cálido húmedo y relieve plano a ligeramente inclinado con pendientes del 0 al 7%, localizadas en las formas de terreno de cimas y laderas en los tipos de relieve de lomas y colinas en el paisaje de lomerío.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con el drenaje que fue calificado como imperfecto y que se manifiesta en los colores grises del perfil debido a encharcamientos, lo que se traduce en inconvenientes para el establecimiento de cultivos intensivos mientras no se realicen prácticas de drenaje que permitan una profundidad efectiva del suelo apta para el establecimiento de raíces.

Son tierras aptas para establecer cultivos transitorios semi-intensivos (CTS) que combinen ganadería semiintensiva, requieren prácticas de manejo tales como labranza mínima en condiciones óptimas de humedad de los suelos y fertilización según el tipo de cultivo

❖ *Subclase 3p*

Las tierras de la subclase 3p presentan limitaciones de uso debido a las pendientes del terreno que varían del 7 al 12%.

▪ **Grupo de capacidad 3p-1.**

Pertenecen a este grupo de manejo las tierras de clima medio húmedo y relieve moderadamente inclinado con pendientes del 7 al 12%, localizadas en las formas de terreno de cimas y laderas en los tipos de relieve de lomas en el paisaje de montaña, en las cimas y laderas de las lomas y colinas del paisaje de lomerío y en el cuerpo de los abanicos recientes y subrecientes; está integrada por los suelos de las unidades YG114c, YG120c, YG120c1, YG32c, YG52c, YG52c1, YG66c y YG89c.

La principal limitante del uso está relacionada con la inclinación del terreno que corresponde a pendientes 7-12%, lo que se traduce en inconvenientes para el establecimiento de cultivos intensivos por la dificultad en la mecanización.

Son tierras aptas para establecer cultivos transitorios semi-intensivos (CTS), requieren prácticas de manejo tales como neutralización de la acidez, fertilización según el tipo de cultivo y labranza reducida en condiciones óptimas de humedad de los suelos.

▪ **Grupo de capacidad 3p-2.**

Pertenecen a este grupo de manejo las tierras de clima cálido húmedo y relieve moderadamente inclinado con pendientes del 7 al 12%, localizadas en las formas de terreno de cimas y laderas en los tipos de relieve de lomas en el paisaje de montaña, en las cimas y laderas de las lomas y colinas del paisaje de lomerío y en el cuerpo de los abanicos recientes y subrecientes; está integrada por los suelos de las unidades YG100c1, YG100c, YG103c, YG105c, YG107c, YG97c, YG99c, YG9c.

La principal limitante del uso está relacionada con la inclinación del terreno que corresponde a pendientes 7-12%, lo que se traduce en inconvenientes para el establecimiento de cultivos intensivos por la dificultad en la mecanización.

Son tierras aptas para establecer cultivos transitorios semi-intensivos (CPS), requieren prácticas de manejo tales como neutralización de la acidez, fertilización según el tipo de cultivo y labranza reducida en condiciones óptimas de humedad de los suelos.

❖ *Subclase 3pc.*

Las tierras de la subclase 3pc presentan limitaciones de uso debido a las pendientes del terreno que varían del 7 al 12% y al déficit de lluvias estacional.

▪ **Grupo de capacidad 3pc-1.**

Pertenecen a este grupo de capacidad las tierras de clima cálido seco y relieve moderadamente inclinado con pendientes del 7 al 12%, localizadas en el paisaje de lomerío, en los tipos de relieve de lomas y colinas y las formas de terreno de cimas y laderas, está integrada por los suelos de las unidades YG61c.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con la inclinación del terreno que corresponde a pendientes 7-12%, lo que se traduce en inconvenientes para el establecimiento de cultivos intensivos por la dificultad en la mecanización y el clima ya que se encuentran en un régimen seco lo que impide el uso agropecuario en ciertas épocas del año salvo que se pueda disponer de sistemas adecuados de riego.

Son tierras aptas para establecer cultivos permanentes semi-intensivos (CPS), requieren prácticas de manejo tales como fertilización acorde con el cultivo, labranza reducida en condiciones óptimas de humedad de los suelos y riego suplementario.

❖ *Subclase 3ps.*

Las tierras de la subclase 3ps presentan limitaciones de uso debido a las pendientes del terreno que varían del 7 al 12% y a las texturas finas.

▪ **Grupo de capacidad 3ps-1.**

Pertenecen a este grupo de capacidad las tierras de clima medio húmedo y relieve moderadamente inclinado con pendientes del 7 al 12%, localizadas en el paisaje de montaña, en los tipos de relieve de lomas y filas y vigas y las formas de terreno de cimas y laderas, está integrada por los suelos de las unidades YG30c, YG4c.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con la inclinación del terreno que corresponde a pendientes 7-12%, lo que se traduce en inconvenientes para el establecimiento de cultivos intensivos por la dificultad en la mecanización y la presencia de familias texturales finas que obligan a un adecuado manejo del riego por la lentitud en la infiltración; igual se debe tener en cuenta no manejar estos suelos en un estado de humedad cercano a la capacidad de campo.

Son tierras aptas para establecer cultivos permanentes semi-intensivos (CPS), requieren prácticas de manejo tales como fertilización acorde con el cultivo, labranza reducida en condiciones óptimas de humedad de los suelos y riego suplementario.

▪ **Grupo de capacidad 3ps-2.**

Pertenecen a este grupo de capacidad las tierras de clima cálido húmedo y relieve moderadamente inclinado con pendientes del 7 al 12%, localizadas en el paisaje de lomerío, en los tipos de relieve de lomas y las formas de terreno de cimas y laderas, está integrada por los suelos de las unidades YG128c.



Las principales limitantes del uso están relacionadas con la inclinación del terreno que corresponde a pendientes 7-12%, lo que se traduce en inconvenientes para el establecimiento de cultivos intensivos por la dificultad en la mecanización y la presencia de familias texturales gruesas que obligan a un adecuado manejo del riego por la rapidez en la infiltración.

Son tierras aptas para establecer cultivos permanentes semi-intensivos (CPS), requieren prácticas de manejo tales como fertilización acorde con el cultivo, labranza reducida en condiciones óptimas de humedad de los suelos y riego suplementario.

❖ *Subclase 3psc.*

Las tierras de la subclase 3psc presentan limitaciones de uso debido a las pendientes del terreno que varían del 7 al 12%, a las texturas finas y debido al déficit de lluvias en algún período del año.

▪ **Grupo de capacidad 3psc-1.**

Pertenecen a este grupo de capacidad las tierras de clima cálido seco y relieve moderadamente inclinado con pendientes del 7 al 12%, localizadas en el paisaje de lomerío, en los tipos de relieve de lomas y colinas y en las formas de terreno de cimas y laderas, está integrada por los suelos de las unidades YG59c, YG60c, YG62c.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con la inclinación del terreno que corresponde a pendientes 7-12%, lo que se traduce en inconvenientes para el establecimiento de cultivos intensivos por la dificultad en la mecanización, a la presencia de familias texturales finas que obligan a un adecuado manejo del riego por la lentitud en la infiltración y a la deficiencia de lluvias durante al menos una temporada en el año.

Son tierras aptas para establecer cultivos permanentes semi-intensivos (CPS), requieren prácticas de manejo tales como fertilización acorde con el cultivo, labranza reducida en condiciones óptimas de humedad de los suelos y riego suplementario.

❖ *Subclase 3s.*

Las tierras de la subclase 3s presentan limitaciones de uso debido a la presencia de familias texturales moderadamente gruesas.

▪ **Grupo de capacidad 3s-1.**

Pertenecen a este grupo de capacidad las tierras de clima cálido húmedo y relieve plano con pendientes del 0 al 3%, localizadas en el paisaje de lomerío, en los tipos de relieve de lomas y en las formas de terreno de cimas y laderas, está integrada por los suelos de las unidades YG128a, YG128a1, YG128b.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con la presencia de familias texturales gruesas que obligan a un adecuado manejo del riego y la selección de los cultivos por la rapidez en la infiltración.

Son tierras aptas para establecer cultivos transitorios semi-intensivos (CTS), requieren prácticas de manejo tales como fertilización acorde con el cultivo, labranza reducida en condiciones óptimas de humedad de los suelos y riego suplementario controlado.

❖ *Subclase 3sc.*

Las tierras de la subclase 3sc presentan limitaciones de uso debido a la presencia de familias texturales moderadamente gruesas y debido al déficit de lluvias en algún período del año.

▪ **Grupo de capacidad 3sc-1.**

Pertenecen a este grupo de capacidad las tierras de clima cálido seco y relieve plano a ligeramente inclinado con pendientes del 0 al 7%, localizadas en el paisaje de lomerío, en los tipos de relieve de lomas, formas de terreno de cimas y laderas y en el paisaje de valle en los tipos de relieve de planos de inundación y forma de terreno de napa de desborde, está integrada por los suelos de las unidades YG59a, YG59b, YG60a, YG60b, YG62a, YG62b, YG83a, YG83b.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con la presencia de familias texturales gruesas que obligan a un adecuado manejo del riego y la selección de los cultivos por la rapidez en la infiltración y la deficiencia natural de lluvias durante una época del año.

Son tierras aptas para establecer cultivos transitorios semi-intensivos (CTS), requieren prácticas de manejo tales como fertilización acorde con el cultivo, labranza reducida en condiciones óptimas de humedad de los suelos y riego suplementario controlado.

**11.3.4.3.3. Tierras aptas para cultivos transitorios semi-intensivos y ganadería clase 4.**

Las tierras de la clase 4 se encuentran localizadas en los paisajes de montaña, lomerío, piedemonte y valle aluvial, en climas medio húmedo y muy húmedo y clima cálido húmedo y seco; el relieve es plano hasta fuertemente inclinado, con pendientes inferiores a 25%, en la Figura 11.25 se puede apreciar una vista panorámica de las tierras de la clase 4.

**Figura 11.25. Panorámica clase 4**



Coordenadas

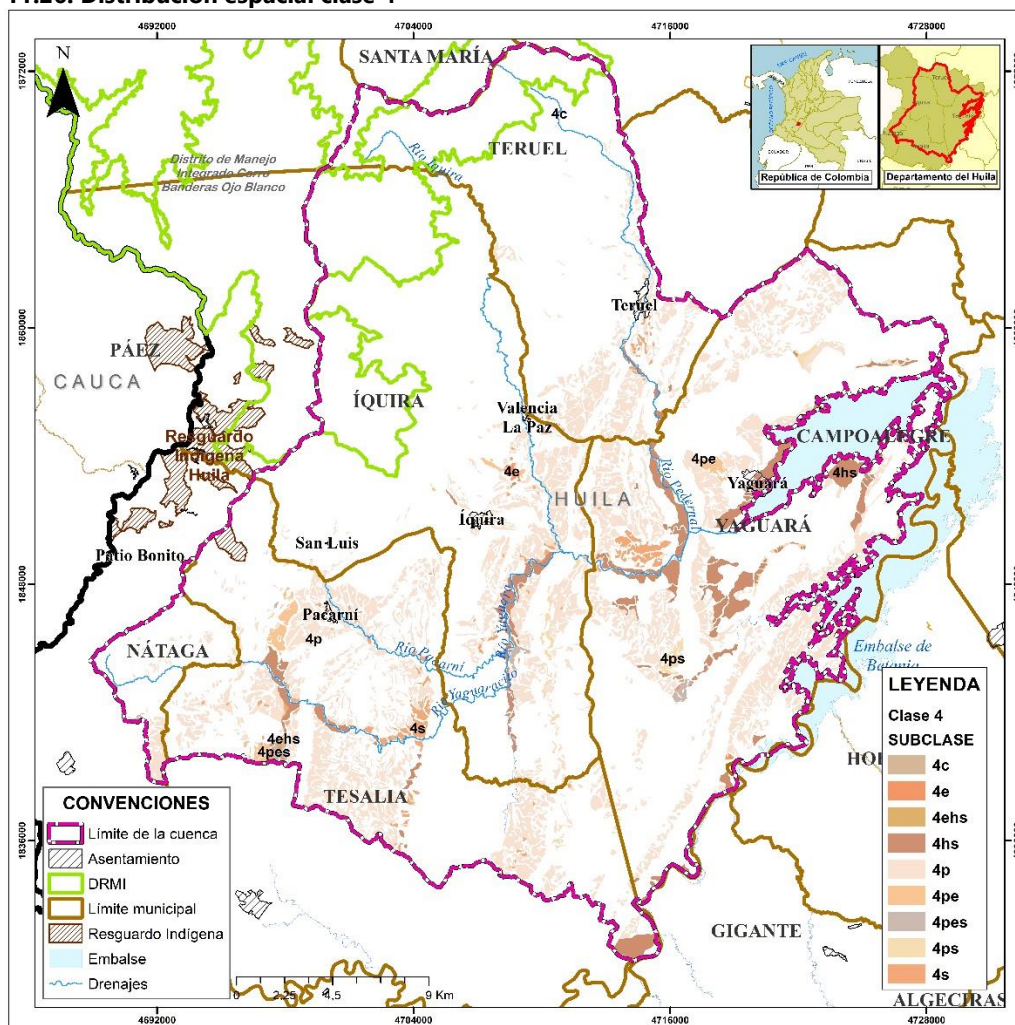
X: 4.722.283,168 Y: 1.849.521,842

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Las tierras de la clase 4 presentan limitaciones moderadas para su explotación económica que reducen la elección de cultivos agronómicos y requieren la implementación de sistemas de producción sostenibles con prácticas moderadas de manejo y conservación de suelos, debido a problemas como la pendiente, la profundidad efectiva y los excesos de humedad por periodos no muy largos, por lo cual se determinaron subclases; Aun cuando algunas de las tierras agrupadas en esta clase son aptas para usos agrícolas semi-intensivos y explotación ganadera, estos usos deben llevarse a efecto mediante prácticas intensivas de conservación de suelos que mitiguen los problemas erosivos crecientes por las inadecuadas prácticas agronómicas.

Dentro de la cuenca, el área correspondiente a tierras de clase 4 es de 15.224,75 Ha, que corresponden al 17,0% del total del área; en la Figura 11.26 se aprecia la distribución de la clase en la cuenca.

**Figura 11.26. Distribución espacial clase 4**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Las tierras de clase 4 dentro del área de la cuenca presentan las siguientes subclases y grupos de capacidad, 4c, 4e, 4ehs, 4hs, 4p, 4pe, 4pes, 4ps y 4s, las cuales se describen a continuación.

❖ **Subclase 4c.**

Las tierras de la subclase 4c presentan limitaciones de uso debido al déficit de lluvias en algún período del año.

▪ **Grupo de capacidad 4c-1.**

Las tierras de esta clase se presentan en el paisaje de montaña, en los tipos de relieve de filas y vigas y las formas de terreno de cimas y laderas, en relieve plano con pendientes 0-3%, en el clima medio muy húmedo, está integrada por los suelos de la unidad YG111a.



Las principales limitantes del uso están relacionadas con el exceso de lluvias estacionales, ya que se encuentran en un régimen muy húmedo lo que limita la selección de cultivos que sean aptos para soportar humedades ambientales excesivas.

Son tierras aptas para establecer cultivos permanentes semi intensivos (CPS) que requieren prácticas de manejo tales como fertilización según el tipo de cultivo, labranza reducida en condiciones óptimas de humedad de los suelos y riego suplementario en los períodos secos.

#### ❖ *Subclase 4e*

Las tierras de la subclase 4e presentan limitaciones de uso debido a la presencia de procesos erosivos de grado moderado manifestados por movimientos en masa.

##### ▪ **Grupo de capacidad 4e-1.**

Las tierras de esta clase se presentan en las cimas y laderas de las lomas en el paisaje de lomerío, y en el cuerpo de los abanicos recientes del paisaje de piedemonte en relieve ligera a moderadamente inclinado con pendientes 3-7% y 7-12%, en el clima medio húmedo, está integrada por los suelos de las unidades YG120b2, YG120c2, YG66c2.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con los procesos erosivos en grado moderado que se presentan y que se manifiestan como procesos de remoción y escurrimiento difuso.

Debido a los procesos erosivos, estas tierras son aptas para establecer cultivos permanentes semi-intensivos (CPS), no se recomienda para actividades de tipo ganadero requieren prácticas de manejo tales como neutralización de la acidez, fertilización según el tipo de cultivo y labranza reducida en condiciones óptimas de humedad de los suelos, las laderas afectadas por la erosión deben ser cubiertas con pastos de corte o cultivos densos.

##### ▪ **Grupo de capacidad 4e-2.**

Las tierras de esta clase se presentan en las cimas y laderas de las lomas en el paisaje de lomerío, en relieve plano a moderadamente inclinado con pendientes 0-3% y 7-12%, en el clima cálido seco, está integrada por los suelos de las unidades YG59a, YG60a2, YG60c2.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con los procesos erosivos en grado moderado que se presentan y que se manifiestan como procesos de remoción y escurrimiento difuso.

Debido a los procesos erosivos, estas tierras son aptas para establecer cultivos permanentes semi-intensivos (CPS), no se recomienda para actividades de tipo ganadero requieren prácticas de manejo tales como neutralización de la acidez, fertilización según el tipo de cultivo y labranza reducida en condiciones óptimas de humedad de los suelos, las laderas afectadas por la erosión deben ser cubiertas con pastos de corte o cultivos densos.

❖ *Subclase 4ehs.*

Las tierras de la subclase 4ehs presentan limitaciones de uso debido a la presencia de procesos erosivos de grado moderado, las inundaciones y/o encharcamientos frecuentes y de moderada duración, a la profundidad efectiva superficial y a las texturas finas.

▪ **Grupo de manejo 4ehs-1.**

Las tierras de esta clase se presentan en los planos de las terrazas bajas en el paisaje de valle, en relieve plano a ligeramente inclinado con pendientes 0-3% y 3-7%, en el clima medio húmedo, está integrada por los suelos de las unidades YG76a2, YG76b2.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con los procesos erosivos en grado moderado que se presentan y que se manifiestan como procesos de remoción y escurrimiento difuso, los encharcamientos que ocurren debido a su topografía plana que, aunado con las texturas finas, limita la infiltración del agua.

Debido a los procesos erosivos, estas tierras son aptas para establecer cultivos permanentes semi-intensivos (CPS), no se recomienda para actividades de tipo ganadero requieren prácticas de manejo tales como neutralización de la acidez, fertilización según el tipo de cultivo y labranza reducida en condiciones óptimas de humedad de los suelos, las laderas afectadas por la erosión deben ser cubiertas con pastos de corte o cultivos densos; las actividades ganaderas se pueden realizar siempre y cuando se hagan con ganado estabulado y pastos de corte con suministro en establo o comedero.

❖ *Subclase 4hs.*

Las tierras de la subclase 4hs presentan limitaciones de uso debido a las inundaciones y/o encharcamientos frecuentes y de larga duración, a la profundidad efectiva superficial y a las texturas muy finas con contenidos de arcilla superiores al 60%.

▪ **Grupo de capacidad 4hs-1.**

Las tierras de esta clase se presentan en los planos de las terrazas bajas en el paisaje de valle, en relieve plano a ligeramente inclinado con pendientes 0-3% y 3-7%, en el clima medio húmedo, está integrada por los suelos de las unidades YG76a, YG76ap, YG76b.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con los procesos de encharcamientos ocasionales y cortos que ocurren debido a su topografía plana que, aunado con las texturas finas, limita la infiltración del agua.

Debido a los procesos de encharcamiento ocasional, estas tierras son aptas para establecer cultivos transitorios semiintensivos (CTS), requieren prácticas de manejo tales como neutralización de la acidez, fertilización según el tipo de cultivo y labranza reducida en condiciones óptimas de humedad de los suelos, las laderas afectadas por la erosión deben ser cubiertas con pastos de corte o cultivos densos; se pueden realizar actividades de menor intensidad como el pastoreo semi intensivo (PSI), las actividades ganaderas se pueden

realizar siempre y cuando se tenga la precaución de no soltar ganado cuando el terreno está inundado, para evitar la compactación por pisoteo.

▪ **Grupo de capacidad 4hs-2**

Las tierras de esta clase se presentan en los planos de las terrazas bajas en el paisaje de valle, en relieve plano a moderadamente inclinado con pendientes 0-3%, 3-7% y 7-12%, en el clima cálido húmedo, está integrada por los suelos de las unidades YG140a, YG140b, YG140c.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con los procesos de encharcamientos ocasionales y cortos que ocurren debido a su topografía plana que, aunado con las texturas finas, limita la infiltración del agua.

Debido a los procesos de encharcamiento ocasional, estas tierras son aptas para establecer cultivos transitorios semiintensivos (CTS), requieren prácticas de manejo tales como neutralización de la acidez, fertilización según el tipo de cultivo y labranza reducida en condiciones óptimas de humedad de los suelos, las laderas afectadas por la erosión deben ser cubiertas con pastos de corte o cultivos densos; se pueden realizar actividades de menor intensidad como el pastoreo semi intensivo (PSI), las actividades ganaderas se pueden realizar siempre y cuando se tenga la precaución de no soltar ganado cuando el terreno está inundado, para evitar la compactación por pisoteo.

▪ **Grupo de capacidad 4hs-3.**

Las tierras de esta clase se presentan en los planos de las terrazas altas en el paisaje de valle, en relieve plano a moderadamente inclinado con pendientes 0-3%, 3-7% y 7-12%, en el clima cálido seco, está integrada por los suelos de las unidades YG77a, YG77b, YG80a, YG80b, YG88a, YG88b, YG88c.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con los procesos de encharcamientos ocasionales y cortos que ocurren debido a su topografía plana que, aunado con las texturas finas, limita la infiltración del agua.

Debido a los procesos de encharcamiento ocasional, estas tierras son aptas para establecer cultivos transitorios semiintensivos (CTS), requieren prácticas de manejo tales como neutralización de la acidez, fertilización según el tipo de cultivo y labranza reducida en condiciones óptimas de humedad de los suelos, las laderas afectadas por la erosión deben ser cubiertas con pastos de corte o cultivos densos; se pueden realizar actividades de menor intensidad como el pastoreo semi intensivo (PSI), las actividades ganaderas se pueden realizar siempre y cuando se tenga la precaución de no soltar ganado cuando el terreno está inundado, para evitar la compactación por pisoteo.

❖ *Subclase 4p.*

Las tierras de la subclase 4p presentan limitaciones de uso debido a la topografía del terreno con pendientes que varían del 12 al 25%.

▪ **Grupo de capacidad 4p-1.**

Las tierras de esta clase se presentan en las cimas y laderas de las filas y vigas, en el revés de los crestones y las cimas y laderas de las lomas en el paisaje de montaña, en relieve ligeramente inclinado con pendientes 12-25%, en el clima medio muy húmedo, está integrada por los suelos de las unidades YG109d, YG111d, YG113d, YG3d.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con factores como la inclinación de la pendiente 12-25%; esta condición puede potenciar otros problemas como la susceptibilidad a la erosión, lo que representa un limitante para la mecanización de los suelos.

Las tierras son aptas para el establecimiento de cultivos permanentes semiintensivos (CPS). Los cultivos intensivos están limitados por las condiciones de pendiente; en cualquier caso, es necesario considerar las aplicaciones periódicas de enmiendas, y de materia orgánica compostada, así como realizar prácticas de manejo y conservación de los suelos para evitar su degradación; el uso en ganadería se condiciona al manejo de potreros, como por ejemplo no exceder la capacidad de carga por hectárea, realizar rotación de potreros, tener potreros con pastos de corte y adicionar enmiendas.

▪ **Grupo de capacidad 4p-2.**

Las tierras de esta clase se presentan en las cimas y laderas de las filas y vigas, en el revés de los crestones y cuestas y las cimas y laderas de las lomas en el paisaje de montaña; en las cimas y laderas de las lomas en el paisaje de lomerío y en el cuerpo de los abanicos subcrecientes y recientes del paisaje de piedemonte, en relieve ligeramente inclinado con pendientes 12-25%, en el clima medio húmedo, está integrada por los suelos de las unidades YG10d, YG114d, YG120d, YG120d1, YG127d, YG25d, YG30d, YG32d, YG32d1, YG33d, YG47d, YG4d, YG52d, YG52d1, YG66d, YG7d, YG89d.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con factores como la inclinación de la pendiente 12-25%; esta condición puede potenciar otros problemas como la susceptibilidad a la erosión, lo que representa un limitante para la mecanización de los suelos.

Las tierras son aptas para el establecimiento de cultivos permanentes semiintensivos (CPS). Los cultivos intensivos están limitados por las condiciones de pendiente; en cualquier caso, es necesario considerar las aplicaciones periódicas de enmiendas, y de materia orgánica compostada, así como realizar prácticas de manejo y conservación de los suelos para evitar su degradación; el uso en ganadería se condiciona al manejo de potreros, como por ejemplo no exceder la capacidad de carga por hectárea, realizar rotación de potreros, tener potreros con pastos de corte y adicionar enmiendas.

▪ **Grupo de capacidad 4p-3.**

Las tierras de esta clase se presentan en las cimas y laderas de las lomas y colinas en el paisaje de montaña, en las cimas y laderas de las lomas del paisaje de lomerío y en el cuerpo



de los abanicos subcrecientes del paisaje de piedemonte, en relieve ligeramente inclinado con pendientes 12-25%, en el clima cálido húmedo, está integrada por los suelos de las unidades YG100dz, YG103d, YG105d, YG105d1, YG107d, YG128d, YG14d, YG97d, YG99d, YG9d, YG9d1.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con factores como la inclinación de la pendiente 12-25%; esta condición puede potenciar otros problemas como la susceptibilidad a la erosión, lo que representa un limitante para la mecanización de los suelos.

Las tierras son aptas para el establecimiento de cultivos permanentes semiintensivos (CPS). Los cultivos intensivos están limitados por las condiciones de pendiente; en cualquier caso, es necesario considerar las aplicaciones periódicas de enmiendas, y de materia orgánica compostada, así como realizar prácticas de manejo y conservación de los suelos para evitar su degradación; el uso en ganadería se condiciona al manejo de potreros, como por ejemplo no exceder la capacidad de carga por hectárea, realizar rotación de potreros, tener potreros con pastos de corte y adicionar enmiendas.

#### ▪ **Grupo de capacidad 4p-4.**

Las tierras de esta clase se presentan en las cimas y laderas de las lomas y colinas en el paisaje de montaña, en las cimas y laderas de las lomas del paisaje de lomerío y en el cuerpo de los abanicos subcrecientes del paisaje de piedemonte, en relieve ligeramente inclinado con pendientes 12-25%, en el clima cálido seco, está integrada por los suelos de las unidades YG59d, YG60d, YG61d, YG62d, YG70d.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con factores como la inclinación de la pendiente 12-25%; esta condición puede potenciar otros problemas como la susceptibilidad a la erosión, lo que representa un limitante para la mecanización de los suelos.

Las tierras son aptas para el establecimiento de cultivos permanentes semiintensivos (CPS) propios del clima seco. Los cultivos intensivos están limitados por las condiciones de pendiente; en cualquier caso, es necesario considerar las aplicaciones periódicas de enmiendas, y de materia orgánica compostada, así como realizar prácticas de manejo y conservación de los suelos para evitar su degradación; el uso en ganadería se condiciona al manejo de potreros, como por ejemplo no exceder la capacidad de carga por hectárea, realizar rotación de potreros, tener potreros con pastos de corte y adicionar enmiendas.

#### ❖ *Subclase 4pe.*

Las tierras de la subclase 4pe presentan limitaciones de uso debido a las pendientes del terreno que varían del 12 al 25% y a la presencia de procesos erosivos de grado moderado.

#### ▪ **Grupo de manejo 4pe-1.**

Las tierras de esta clase se presentan en las cimas y laderas de las lomas en los paisajes de montaña y lomerío y en el cuerpo de los abanicos recientes, en relieve ligeramente inclinado

con pendientes 12-25%, en el clima medio muy húmedo u húmedo, está integrada por los suelos de las unidades YG109d2, YG120d2, YG30d2, YG32d2, YG33d2, YG52d, YG52d2, YG66d2, YG7d2.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con factores como la inclinación de la pendiente 12-25%; la cual ha venido potenciando otro factor que limita el uso de estas tierras como es los procesos erosivos en grado moderado, lo que representa un limitante para la mecanización de los suelos.

Por las condiciones de pendiente aunado a los procesos erosivos se aconseja que el uso que se le dé a estas tierras sea el de los sistema agrosilvícolas (AGS) combinando cultivos de tipo permanente con especies forestales propias de clima, Los cultivos intensivos y semiintensivos están limitados por las condiciones de erosión moderada; en cualquier caso, es necesario considerar las aplicaciones periódicas de enmiendas, y de materia orgánica compostada, así como realizar prácticas de manejo y conservación de los suelos para evitar su degradación; se aconseja que no se practiquen actividades de tipo ganadero en estas áreas a menos que sea bajo estabulación y con alimentación en establo o comedero, realizar rotación de potreros, tener potreros con pastos de corte y adicionar enmiendas.

#### ▪ **Grupo de manejo 4pe-2.**

Las tierras de esta clase se presentan en las cimas y laderas de las lomas en el paisaje de lomerío, en relieve ligeramente inclinado con pendientes 12-25%, en el clima cálido seco, está integrada por los suelos de la unidad YG60d22.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con factores como la inclinación de la pendiente 12-25%; la cual ha venido potenciando otro factor que limita el uso de estas tierras como es los procesos erosivos en grado moderado, lo que representa un limitante para la mecanización de los suelos.

Por las condiciones de pendiente aunado a los procesos erosivos se aconseja que el uso que se le dé a estas tierras sea el de los sistema agrosilvícolas (AGS) combinando cultivos de tipo permanente con especies forestales propias de clima, Los cultivos intensivos y semiintensivos están limitados por las condiciones de erosión moderada; en cualquier caso, es necesario considerar las aplicaciones periódicas de enmiendas, y de materia orgánica compostada, así como realizar prácticas de manejo y conservación de los suelos para evitar su degradación; se aconseja que no se practiquen actividades de tipo ganadero en estas áreas a menos que sea bajo estabulación y con alimentación en establo o comedero, realizar rotación de potreros, tener potreros con pastos de corte y adicionar enmiendas.

#### ❖ *Subclase 4pes.*

Las tierras de la subclase 4pes presentan limitaciones de uso debido a las pendientes del terreno que varían del 12 al 25%, a los procesos erosivos de grado moderado y a las texturas finas junto con la presencia de pedregosidad dentro del perfil.

▪ **Grupo de capacidad 4pes-1.**

Las tierras de esta clase se presentan en los frentes y revés de los crestones en el paisaje de montaña y en las cimas y laderas de las lomas y colinas en el paisaje de lomerío, en relieve ligeramente inclinado con pendientes 12-25%, en el clima medio muy húmedo y húmedo, está integrada por los suelos de la unidad YG113d2, YG120d2p, YG20d2.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con factores como la inclinación de la pendiente 12-25%; la cual ha venido potenciando otro factor que limita el uso de estas tierras como es los procesos erosivos en grado moderado adicionalmente se presenta pedregosidad dentro del perfil lo que podría dificultar la penetración de las raíces.

Por las condiciones de pendiente aunado a los procesos erosivos y la pedregosidad en el perfil se aconseja que el uso que se le dé a estas tierras sea el de los sistema agrosilvícolas (AGS) combinando cultivos de tipo permanente con especies forestales propias de clima, Los cultivos transitorios intensivos y semiintensivos están limitados por las condiciones de erosión moderada; es necesario considerar las aplicaciones periódicas de enmiendas, y de materia orgánica compostada, así como realizar prácticas de manejo y conservación de los suelos para evitar su degradación; se aconseja que no se practiquen actividades de tipo ganadero en estas áreas a menos que sea bajo estabulación y con alimentación en establo o comedero, realizar rotación de potreros, tener potreros con pastos de corte y adicionar enmiendas.

▪ **Grupo de capacidad 4pes-2.**

Las tierras de esta clase se presentan en las cimas y laderas de las lomas y colinas en el paisaje de lomerío, en relieve ligeramente inclinado con pendientes 12-25%, en el clima cálido húmedo, está integrada por los suelos de la unidad YG99d2p.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con factores como la inclinación de la pendiente 12-25%; la cual ha venido potenciando otro factor que limita el uso de estas tierras como es los procesos erosivos en grado moderado adicionalmente se presenta pedregosidad dentro del perfil lo que podría dificultar la penetración de las raíces.

Por las condiciones de pendiente aunado a los procesos erosivos y la pedregosidad en el perfil se aconseja que el uso que se le dé a estas tierras sea el de los sistema agrosilvícolas (AGS) combinando cultivos de tipo permanente con especies forestales propias de clima, Los cultivos transitorios intensivos y semiintensivos están limitados por las condiciones de erosión moderada; es necesario considerar las aplicaciones periódicas de enmiendas, y de materia orgánica compostada, así como realizar prácticas de manejo y conservación de los suelos para evitar su degradación; se aconseja que no se practiquen actividades de tipo ganadero en estas áreas a menos que sea bajo estabulación y con alimentación en establo o comedero, realizar rotación de potreros, tener potreros con pastos de corte y adicionar enmiendas.

▪ **Grupo de capacidad 4pes-3.**

Las tierras de esta clase se presentan en las cimas y laderas de las lomas y colinas en el paisaje de lomerío, en relieve ligeramente inclinado con pendientes 12-25%, en el clima cálido seco, está integrada por los suelos de la unidad YG60d2p.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con factores como la inclinación de la pendiente 12-25%; la cual ha venido potenciando otro factor que limita el uso de estas tierras como es los procesos erosivos en grado moderado adicionalmente se presenta pedregosidad dentro del perfil lo que podría dificultar la penetración de las raíces.

Por las condiciones de pendiente aunado a los procesos erosivos y la pedregosidad en el perfil se aconseja que el uso que se le dé a estas tierras sea el de los sistema agrosilvícolas (AGS) combinando cultivos de tipo permanente con especies forestales propias de clima, Los cultivos transitorios intensivos y semiintensivos están limitados por las condiciones de erosión moderada; es necesario considerar las aplicaciones periódicas de enmiendas, y de materia orgánica compostada, así como realizar prácticas de manejo y conservación de los suelos para evitar su degradación; se aconseja que no se practiquen actividades de tipo ganadero en estas áreas a menos que sea bajo estabulación y con alimentación en establo o comedero, realizar rotación de potreros, tener potreros con pastos de corte y adicionar enmiendas.

❖ *Subclase 4ps.*

Las tierras de la subclase 4p presentan limitaciones de uso debido a la topografía del terreno con pendientes que varían del 12 al 25% y a la presencia de pedregosidad superficial y texturas finas.

▪ **Grupo de capacidad 4ps-1.**

Las tierras de esta clase se presentan en las cimas y laderas de las lomas y colinas y en el frente de los crestones en el paisaje de montaña, en relieve ligeramente inclinado con pendientes 12-25%, en el clima medio húmedo, está integrada por los suelos de la unidad YG20d, YG32dp, YG5d, YG86d.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con factores como la inclinación de la pendiente 12-25%; y la presencia de pedregosidad superior a 15%.

Por las condiciones de pendiente y la pedregosidad tanto en superficie como en el perfil se aconseja que el uso que se le dé a estas tierras sea el de cultivos permanentes semiintensivos, se debe realizar aplicaciones periódicas de enmiendas, y de materia orgánica compostada, así como realizar prácticas de manejo y conservación de los suelos para evitar su degradación; se aconseja que si se practican actividades de tipo ganadero, estas deben evitar el pastoreo libre y se sugiere se realice bajo estabulación y con alimentación en establo



o comedero, realizar rotación de potreros, tener potreros con pastos de corte y adicionar enmiendas.

▪ **Grupo de capacidad 4ps-2.**

Las tierras de esta clase se presentan en el plano de las terrazas bajas en el paisaje de valle, en relieve ligeramente inclinado con pendientes 12-25%, en el clima cálido húmedo, está integrada por los suelos de la unidad YG140d.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con factores como la inclinación de la pendiente 12-25%; y la presencia de pedregosidad superior a 15%.

Por las condiciones de pendiente y la pedregosidad tanto en superficie como en el perfil se aconseja que el uso que se le dé a estas tierras sea el de cultivos permanentes semiintensivos (CPS) propios del clima cálido húmedo, se debe realizar aplicaciones periódicas de enmiendas, y de materia orgánica compostada, así como realizar prácticas de manejo y conservación de los suelos para evitar su degradación; se aconseja que si se practican actividades de tipo ganadero, estas deben evitar el pastoreo libre y se sugiere se realice bajo estabulación y con alimentación en establo o comedero, realizar rotación de potreros, tener potreros con pastos de corte y adicionar enmiendas.

▪ **Grupo de capacidad 4ps-3.**

Las tierras de esta clase se presentan en el cuerpo del glacis de acumulación en el paisaje de montaña y en las laderas de las lomas del paisaje de lomerío, en relieve ligeramente inclinado con pendientes 12-25%, en el clima cálido seco, está integrada por los suelos de la unidad YG60dp, YG88d.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con factores como la inclinación de la pendiente 12-25%; y la presencia de pedregosidad superior a 15%.

Por las condiciones de pendiente y la pedregosidad tanto en superficie como en el perfil se aconseja que el uso que se le dé a estas tierras sea el de cultivos permanentes semiintensivos (CPS) propios del clima cálido seco, se debe realizar aplicaciones periódicas de enmiendas, y de materia orgánica compostada, así como realizar prácticas de manejo y conservación de los suelos para evitar su degradación; se aconseja que si se practican actividades de tipo ganadero, estas deben evitar el pastoreo libre y se sugiere se realice bajo estabulación y con alimentación en establo o comedero, realizar rotación de potreros, tener potreros con pastos de corte y adicionar enmiendas.

❖ **Subclase 4s.**

Las tierras de la subclase 4s presentan limitaciones de uso debido a la alta saturación de aluminio o a la profundidad efectiva superficial.

▪ **Grupo de capacidad 4s-1**

Pertenecen a este grupo de capacidad las tierras de clima medio húmedo y relieve plano y ligeramente inclinado con pendientes del 0 al 7%, localizadas en el paisaje de montaña en los tipos de relieve de lomas y colinas; en el paisaje de lomerío, en los tipos de relieve de lomas y colinas denudacionales y en el paisaje de piedemonte en los tipos de relieve de abanicos recientes y subrecientes en la forma de terreno de cuerpo, está integrada por los suelos de las unidades YG114b, YG120a, YG120b, YG32b, YG52a, YG52a1, YG52b, YG52b1, YG66b.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con la presencia de altos niveles de saturación de aluminio y una fertilidad natural muy baja.

Son tierras aptas para establecer cultivos transitorios semiintensivos (CTS), requieren prácticas de manejo tales como fertilización y enmiendas para controlar el exceso de aluminio que estén de acuerdo con los análisis de laboratorio y con el cultivo, labranza reducida en condiciones óptimas de humedad de los suelos y riego suplementario controlado.

▪ **Grupo de capacidad 4s-2**

Pertenecen a este grupo de capacidad las tierras de clima cálido húmedo y relieve plano y ligeramente inclinado con pendientes del 0 al 7%, localizadas en el paisaje de montaña en los tipos de relieve de lomas y colinas; en el paisaje de lomerío, en los tipos de relieve de lomas y colinas denudacionales y en el paisaje de piedemonte en los tipos de relieve de abanicos recientes y subrecientes en la forma de terreno de cuerpo, está integrada por los suelos de las unidades YG105a, YG105a1, YG105b, YG107a, YG107b, YG128ap, YG97a, YG97b, YG99a, YG99b, YG9a, YG9b.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con la presencia de altos niveles de saturación de aluminio, la presencia de pedregosidad superficial y una fertilidad natural muy baja.

Son tierras aptas para establecer cultivos permanentes semiintensivos (CPS), requieren prácticas de manejo tales como fertilización y enmiendas para controlar el exceso de aluminio que estén de acuerdo con los análisis de laboratorio y con el cultivo, labranza reducida en condiciones óptimas de humedad de los suelos y riego suplementario controlado.

**11.3.4.3.4. Tierras aptas para ganadería estacional y conservación del ecosistema clase 5**

Las tierras de esta clase tienen restricciones debido al exceso de humedad (inundaciones o encharcamientos) que se presenta durante más de 60 días consecutivos o 90 acumulativos por año, lo cual genera en los suelos condiciones redoximórficas e impide su utilización para la mayor parte del año.

El exceso de humedad restringe la aptitud de estas tierras a acciones de conservación, aunque se pueden emplear en ganadería estacional. Estas áreas son recuperables para el uso sostenible, mediante obras de adecuación generalmente costosas. Ver Figura 11.27

**Figura 11.27. Panorámica Clase 5**



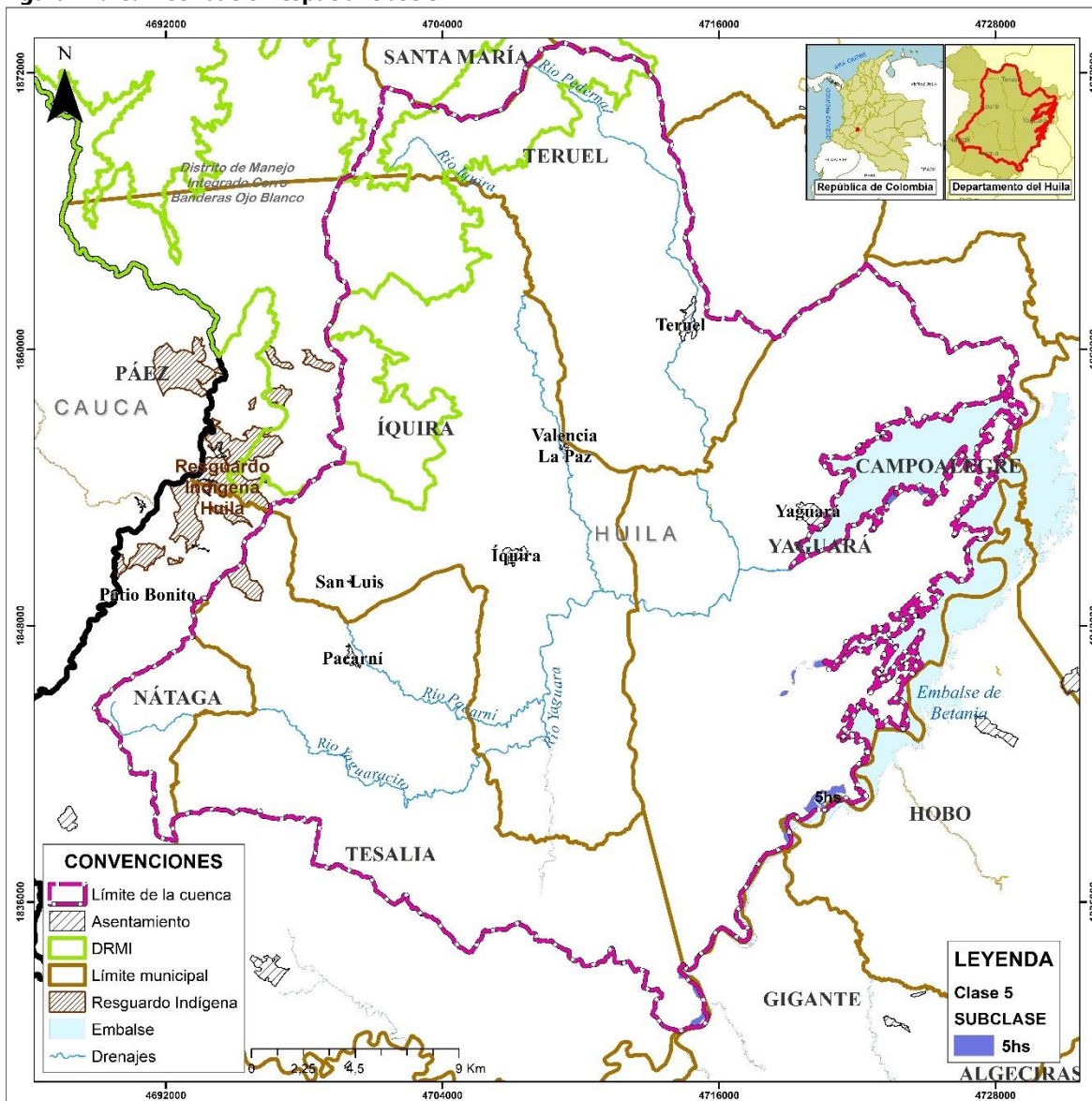
Coordenadas

X: 4.724.329,642 Y: 1.853.148,612

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Dentro de la cuenca, el área correspondiente a tierras de clase 5 es de 265,02 Ha, que corresponden al 0,3% del total del área; en la Figura 11.28 se aprecia la distribución de la clase en la cuenca.

**Figura 11.28. Distribución espacial clase 5**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

❖ **Subclase 5hs.**

Las tierras de la subclase 5hs presentan limitaciones de uso debido a las inundaciones frecuentes y de larga duración junto con familias texturales finas.

▪ **Grupo de capacidad 5hs-1.**

Pertenecen a este grupo de capacidad las tierras de clima cálido seco y relieve plano y ligeramente inclinado con pendientes del 0 al 7%, localizadas en el paisaje de valle en los tipos de relieve de plano de inundación y forma de terreno de cubeta de desborde, está integrada por los suelos de las unidades YG82ai, YG82bi.



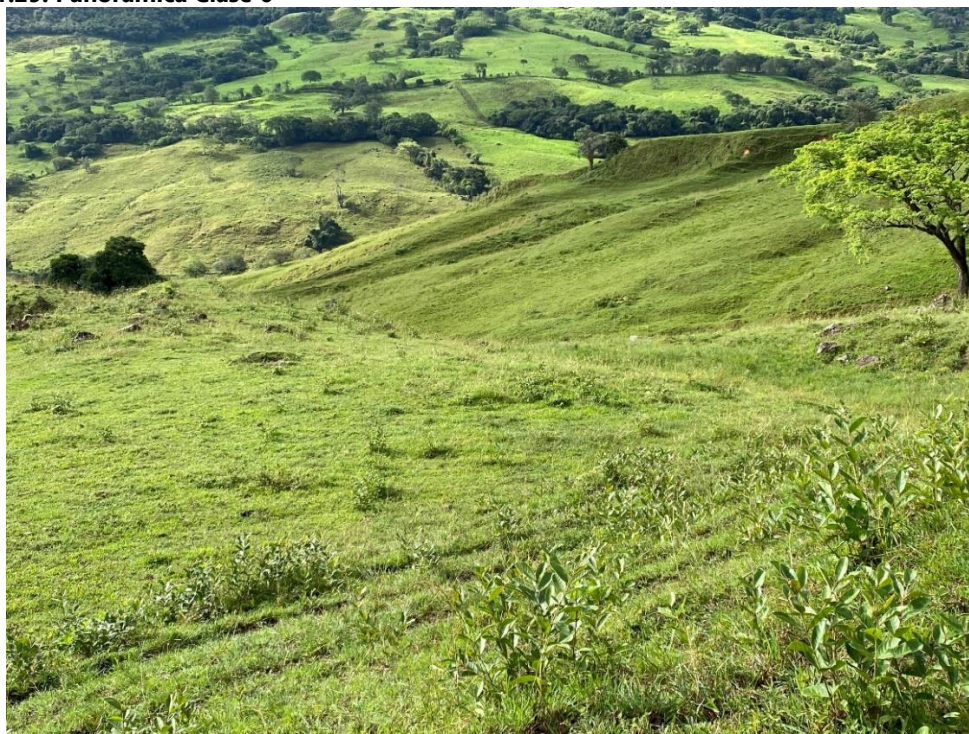
Las principales limitantes que afectan estos suelos son el mal drenaje con inundaciones prolongadas y la escasa profundidad efectiva.

Las condiciones de manejo de estas tierras están supeditadas a los fenómenos de estacionalidad de las inundaciones o la implementación de sistemas de drenaje que permitan bajar el nivel freático y posibiliten mantenerlos secos por más tiempo; la aptitud de estas tierras está enfocada a pastoreo para ganadería extensiva (PEX), con pastos naturales y otras gramíneas resistentes a la humedad; también pueden ser utilizadas en cultivos transitorios como el arroz.

#### **11.3.4.3.5. Tierras aptas para reforestación, ganadería extensiva, cultivos permanentes y sistemas agroforestales clase 6.**

Las tierras de la clase 6 están distribuidas en los paisajes de Montaña, Piedemonte y Lomerío, con pendientes 3-7%, 7-12%, 12-25% y 25 -50%; los suelos tienen texturas gruesas y moderadamente finas, fertilidad baja y alta y erosión moderada en algunos sectores; en la Figura 11.29, Figura 11.30 se puede apreciar la ubicación espacial de estas tierras.

**Figura 11.29. Panorámica Clase 6**

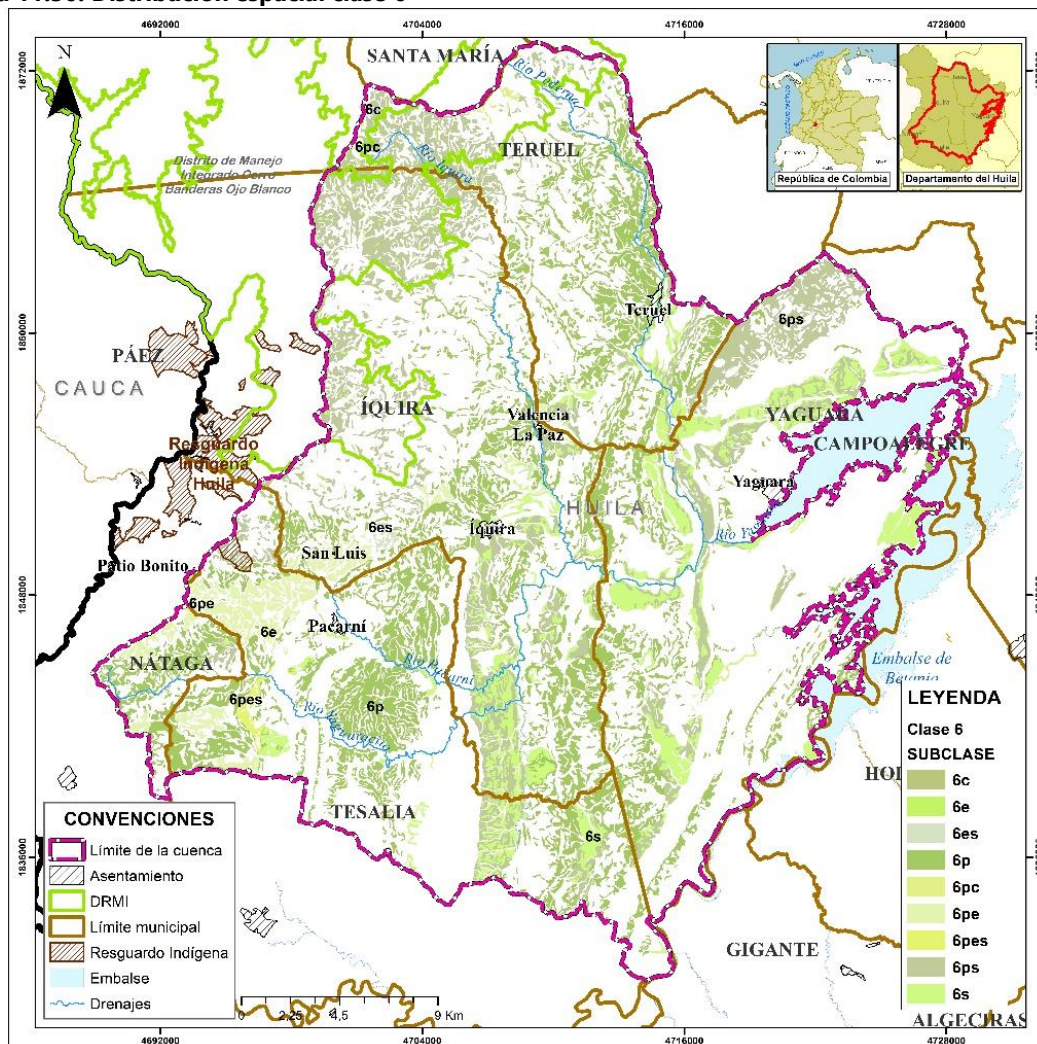


Coordenadas

X: 4.712.010,297 Y: 1.858.108,745

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 11.30. Distribución espacial clase 6**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Las mayores limitaciones están relacionadas con las condiciones edáficas, la baja estabilidad estructural y la susceptibilidad a la erosión, la profundidad efectiva, reacción muy fuertemente ácida, alta saturación de aluminio y fertilidad muy baja.

El relieve fuertemente quebrado en los paisajes de montaña y lomerío también dificulta y restringe la utilización de las tierras; estas tierras son aptas para agroforestería, cultivos en sistema multiestrata y ganadería de tipo extensivo, con prácticas intensivas de conservación; se debe sembrar en curvas de nivel o en sentido transversal a las pendientes, implementar programas agroforestales y fertilizar de acuerdo con la disponibilidad de nutrientes en el suelo y los requerimientos de los cultivos.

Cubren una superficie de 31.058,53 hectáreas, correspondiente al 34,7% de la superficie total de la cuenca



Estas tierras se dividen en los siguientes grupos de capacidad, 6c, 6e, 6es, 6p, 6pc, 6pe, 6pes, 6ps y 6s; a continuación, se describen los grupos de capacidad.

❖ *Subclase 6c.*

Las tierras de la subclase 6c presentan limitaciones de uso debido a las condiciones climáticas extremas por bajas temperaturas (8 a 12°C) y al exceso de lluvias estacionales.

▪ **Grupo de capacidad 6c-1.**

Pertenecen a este grupo de capacidad las tierras de clima muy frío y muy húmedo y fuertemente inclinado con pendientes del 12-25%, localizadas en el paisaje de montaña en los tipos de relieve de filas y vigas y forma de terreno de cimas y laderas, está integrada por los suelos de la unidad YG94d.

Las principales limitantes que afectan estos suelos son las condiciones climáticas extremas por bajas temperaturas y el exceso de lluvias estacionales.

Son tierras aptas para establecer sistemas agro silvopastoriles (ASP), con cultivos que se adapten a las condiciones climáticas y las pocas horas de sol día, requieren prácticas de manejo tales como conducción de aguas superficiales, fertilización acorde con el cultivo, siembra en contorno y labranza mínima bajo condiciones óptimas de humedad de los suelos.

❖ *Subclase 6e.*

Las tierras de la subclase 6e presentan limitaciones de uso debido a la erosión hídrica en grado moderado.

▪ **Grupo de capacidad 6e-1.**

Pertenecen a este grupo de manejo las tierras de clima medio húmedo y relieve fuertemente inclinado con pendientes del 12- 25%. Están localizadas en las cimas y laderas de las lomas en el paisaje de montaña y está integrada por los suelos de la unidad YG32d2.

Las principales limitantes que afectan estas tierras son los procesos erosivos en grado moderado.

Las tierras de este grupo de capacidad son aptas para la implementación de sistemas agro silvícolas (AGS) con cultivos permanentes semi intensivos adaptados a las condiciones de humedad combinados con forestales, debido a los procesos erosivos de grado moderado, las actividades ganaderas no se admiten en las tierras de esta unidad.

❖ *Subclase 6es.*

Las tierras de la subclase 6e presentan limitaciones de uso debido a la erosión hídrica en grado moderado y a la presencia de fragmentos dentro del perfil o en superficie.

▪ **Grupo de capacidad 6es-1**

Este grupo de capacidad se encuentra en el paisaje de montaña en los tipos de relieve de lomas y formas de terreno de laderas y en el paisaje de piedemonte en los tipos de relieve de abanicos subcrecientes en la forma de terreno de talud, con pendientes 12-25%, en el clima medio muy húmedo y húmedo; está integrada por los suelos de la unidad YG109d2p y YG115d2.

Los factores que limitan el uso de las tierras de este grupo de capacidad son la erosión moderada, la abundante pedregosidad y la fertilidad natural baja.

La aptitud de las tierras de esta subclase se orienta a los sistemas agro-silvícolas (AGS), por la presencia de procesos erosivos de grado moderado se recomienda no ejercer actividades de tipo ganadero a no ser que sea exclusivamente con pastos de corte y suministro del alimento en establo.

▪ **Grupo de capacidad 6es-2**

Este grupo de capacidad se encuentra en el paisaje de piedemonte en los tipos de relieve de abanico reciente y formas de terreno de talud, con pendientes 12-25%, en el clima cálido húmedo; está integrada por los suelos de la unidad YG102d2.

Los factores que limitan el uso de las tierras de este grupo de capacidad son la erosión moderada, la abundante pedregosidad y la fertilidad natural baja.

La aptitud de las tierras de esta subclase se orienta a los sistemas agro-silvícolas (AGS), por la presencia de procesos erosivos de grado moderado se recomienda no ejercer actividades de tipo ganadero a no ser que sea exclusivamente con pastos de corte y suministro del alimento en establo.

▪ **Grupo de capacidad 6es-3**

Este grupo de capacidad se encuentra en el paisaje de lomerío en los tipos de relieve de lomas y formas de terreno de laderas, con pendientes 12-25%, en el clima cálido seco; está integrada por los suelos de la unidad YG60c2p.

Los factores que limitan el uso de las tierras de este grupo de capacidad son la erosión moderada, la abundante pedregosidad y la fertilidad natural baja.

La aptitud de las tierras de esta subclase se orienta a los sistemas agro-silvícolas (AGS), por la presencia de procesos erosivos de grado moderado se recomienda no ejercer actividades de tipo ganadero a no ser que sea exclusivamente con pastos de corte y suministro del alimento en establo.



❖ *Subclase 6p*

Las tierras de la subclase 6p presentan limitaciones de uso debido a la topografía del terreno con pendientes que varían del 25 al 50%.

▪ **Grupo de capacidad 6p-1.**

Las tierras correspondientes a este grupo ocurren en los frentes de los crestones y cuestras, las laderas de las filas, vigas y lomas y colinas del paisaje de montaña en clima medio muy húmedo; está integrada por los suelos de las unidades YG109e, YG109e1, YG111e, YG112e, YG112e1, YG113e, YG3e.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con factores como la inclinación de la pendiente 25-50%; esta condición puede potenciar otros problemas como la susceptibilidad a la erosión, lo que representa un limitante para la mecanización de los suelos.

Las tierras son aptas para el establecimiento de sistemas agrosilvícolas (AGS) combinando cultivos permanentes para evitar el laboreo en las pendientes tan pronunciadas, es necesario considerar las aplicaciones periódicas de enmiendas, y de materia orgánica compostada, así como realizar prácticas de manejo y conservación de los suelos para evitar su degradación; el uso en ganadería no se recomienda a menos que sea de una manera establecida y con pastos de corte.

▪ **Grupo de capacidad 6p-2.**

Las tierras correspondientes a este grupo ocurren en los frentes de los crestones, el cuerpo del glacis, las laderas de las filas, vigas y lomas del paisaje de montaña en clima medio húmedo; está integrada por los suelos de las unidades YG10e, YG120e, YG127e, YG20e, YG30e, YG30e1, YG32e, YG32e1, YG33e, YG33e1, YG47e, YG4e, YG4e1p, YG52e, YG52e1, YG52ep, YG5e, YG7e, YG85e, YG86e, YG89e.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con factores como la inclinación de la pendiente 25-50%; esta condición puede potenciar otros problemas como la susceptibilidad a la erosión, lo que representa un limitante para la mecanización de los suelos.

Las tierras son aptas para el establecimiento de sistemas agrosilvícolas (AGS) combinando cultivos permanentes como el café para evitar el laboreo en las pendientes tan pronunciadas, es necesario considerar las aplicaciones periódicas de enmiendas, y de materia orgánica compostada, así como realizar prácticas de manejo y conservación de los suelos para evitar su degradación; el uso en ganadería no se recomienda a menos que sea de una manera establecida y con pastos de corte.

▪ **Grupo de capacidad 6p-3.**

Las tierras correspondientes a este grupo ocurren en los frentes de los crestones y espinazos, en las laderas de las lomas del paisaje de montaña, en las laderas de las lomas en el paisaje

de lomerío y en el cuerpo de los abanicos antiguos en clima cálido húmedo; está integrada por los suelos de las unidades YG100e, YG103e, YG128e, YG14e, YG99e, YG99ep, YG9e.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con factores como la inclinación de la pendiente 25-50%; esta condición puede potenciar otros problemas como la susceptibilidad a la erosión, lo que representa un limitante para la mecanización de los suelos.

Las tierras son aptas para el establecimiento de sistemas agrosilvícolas (AGS) combinando cultivos permanentes como el cacao para evitar el laboreo en las pendientes tan pronunciadas, es necesario considerar las aplicaciones periódicas de enmiendas, y de materia orgánica compostada, así como realizar prácticas de manejo y conservación de los suelos para evitar su degradación; el uso en ganadería no se recomienda a menos que sea de una manera estabulada y con pastos de corte.

▪ **Grupo de capacidad 6p-4.**

Las tierras correspondientes a este grupo ocurren en las cimas y laderas de las lomas en el paisaje de lomerío y en el talud de los abanicos antiguos en clima cálido seco; está integrada por los suelos de las unidades YG59e, YG60e, YG60ep, YG61e, YG70e.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con factores como la inclinación de la pendiente 25-50%; esta condición puede potenciar otros problemas como la susceptibilidad a la erosión, lo que representa un limitante para la mecanización de los suelos.

Las tierras son aptas para el establecimiento de sistemas agrosilvícolas (AGS) combinando cultivos permanentes adaptados a las condiciones secas para evitar el laboreo en las pendientes tan pronunciadas, es necesario considerar las aplicaciones periódicas de enmiendas, y de materia orgánica compostada, así como realizar prácticas de manejo y conservación de los suelos para evitar su degradación; el uso en ganadería no se recomienda a menos que sea de una manera estabulada y con pastos de corte.

❖ *Subclase 6pc.*

Las tierras de la subclase 6pc presentan limitaciones de uso debido a la topografía del terreno con pendientes que varían del 25 al 50% y condiciones de humedad ambiental muy altas.

▪ **Grupo de capacidad 6pc-1.**

Las tierras correspondientes a este grupo ocurren en laderas de las filas y vigas en el paisaje de montaña en clima muy frío muy húmedo; está integrada por los suelos de las unidades YG94e.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con factores como la inclinación de la pendiente 25-50% y las condiciones ambientales con un régimen muy húmedo.

Las tierras son aptas para el establecimiento de sistemas agrosilvopastoriles (ASP) combinando cultivos permanentes adaptados a las condiciones de alta humedad para evitar el laboreo en las pendientes tan pronunciadas, las actividades pecuarias se deben realizar bajo estabulación, es necesario considerar las aplicaciones periódicas de enmiendas, y de materia orgánica compostada, así como realizar prácticas de manejo y conservación de los suelos para evitar su degradación; el uso en ganadería no se recomienda a menos que sea de una manera estabulada y con pastos de corte.

❖ *Subclase 6pe.*

Las tierras de la subclase 6pe presentan limitaciones de uso debido a la topografía del terreno con pendientes que varían del 25 al 50% y procesos erosivos en grado moderado.

Grupo de capacidad 6pe-1.

Las tierras correspondientes a este grupo ocurren en laderas de las filas, vigas y lomas en el paisaje de montaña y en las laderas de las lomas en el paisaje de montaña en clima medio muy húmedo y húmedo; está integrada por los suelos de las unidades YG109e2, YG113e2, YG3e2, YG120e2, YG20e2, YG30e2, YG32e2, YG33e2, YG52e2, YG5e2, YG7e2.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con factores como la inclinación de la pendiente 25-50% y los procesos erosivos en grado moderado.

Las tierras son aptas para el establecimiento de sistemas agrosilvícolas (AGS) combinando cultivos permanentes adaptados a las condiciones de alta humedad para evitar el laboreo en las pendientes tan pronunciadas con especies forestales, las actividades pecuarias no están recomendadas en este grupo de capacidad, es necesario considerar las aplicaciones periódicas de enmiendas, y de materia orgánica compostada, así como realizar prácticas de manejo y conservación de los suelos para evitar su degradación.

▪ **Grupo de capacidad 6pe-2.**

Las tierras correspondientes a este grupo ocurren en laderas de las lomas en el paisaje de lomerío en clima cálido seco; está integrada por los suelos de las unidades YG60e2.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con factores como la inclinación de la pendiente 25-50% y los procesos erosivos en grado moderado.

Las tierras son aptas para el establecimiento de sistemas agrosilvícolas (AGS) combinando cultivos permanentes adaptados a las condiciones de alta humedad para evitar el laboreo en las pendientes tan pronunciadas con especies forestales, las actividades pecuarias no están recomendadas en este grupo de capacidad, es necesario considerar las aplicaciones periódicas de enmiendas, y de materia orgánica compostada, así como realizar prácticas de manejo y conservación de los suelos para evitar su degradación.

❖ *Subclase 6pes.*

Las tierras de la subclase 6pes presentan limitaciones de uso debido a la topografía del terreno con pendientes que varían del 25 al 50%, los procesos erosivos en grado moderado y abundante pedregosidad superficial.

▪ **Grupo de capacidad 6pes-1.**

Las tierras correspondientes a este grupo ocurren en el revés de los crestones y cuestras en el paisaje de montaña en clima medio húmedo; está integrada por los suelos de las unidades YG7e2p.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con factores como la inclinación de la pendiente 25-50% y los procesos erosivos en grado moderado y la presencia de pedregosidad superficial en más del 50% del área.

Las tierras son aptas para el establecimiento de sistemas agrosilvícolas (AGS) combinando cultivos permanentes adaptados a las condiciones de alta humedad para evitar el laboreo en las pendientes tan pronunciadas con especies forestales, las actividades pecuarias no están recomendadas en este grupo de capacidad, es necesario considerar las aplicaciones periódicas de enmiendas, y de materia orgánica compostada, así como realizar prácticas de manejo y conservación de los suelos para evitar su degradación.

❖ *Subclase 6ps.*

Las tierras de la subclase 6pes presentan limitaciones de uso debido a la topografía del terreno con pendientes que varían del 25 al 50% y abundante pedregosidad superficial.

▪ **Grupo de capacidad 6ps-1**

Las tierras correspondientes a este grupo ocurren en las laderas de las lomas y de las filas y vigas en clima frío muy húmedo; está integrada por los suelos de las unidades YG1e, YG29e, YG2e.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con factores como la inclinación de la pendiente 25-50% y la presencia de pedregosidad superficial en más del 50% y dentro del perfil en más de 35%.

Las tierras son aptas para el establecimiento de sistemas agrosilvícolas (AGS) combinando cultivos permanentes adaptados a las condiciones de alta humedad con especies forestales, las actividades pecuarias se pueden desarrollar siempre y cuando se hagan bajos sistemas de estabulación para evitar el pastoreo de animales en laderas con pendientes tan pronunciadas, es necesario considerar las aplicaciones periódicas de enmiendas, y de materia orgánica compostada, así como realizar prácticas de manejo y conservación de los suelos para evitar su degradación.



▪ **Grupo de capacidad 6ps-2**

Las tierras correspondientes a este grupo ocurren en las laderas de las lomas en el paisaje de montaña en clima medio muy húmedo; está integrada por los suelos de las unidades YG109ep.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con factores como la inclinación de la pendiente 25-50% y la presencia de pedregosidad superficial en más del 50% y dentro del perfil en más de 35%.

Las tierras son aptas para el establecimiento de sistemas agrosilvícolas (AGS) combinando cultivos permanentes adaptados a las condiciones de alta humedad con especies forestales, las actividades pecuarias se pueden desarrollar siempre y cuando se hagan bajos sistemas de estabulación para evitar el pastoreo de animales en laderas con pendientes tan pronunciadas, es necesario considerar las aplicaciones periódicas de enmiendas, y de materia orgánica compostada, así como realizar prácticas de manejo y conservación de los suelos para evitar su degradación.

▪ **Grupo de capacidad 6ps-3**

Las tierras correspondientes a este grupo ocurren en el frente de los crestones, en el revés de los espinazos y en las laderas de las filas y vigas del paisaje de montaña; también en los taludes de los abanicos subcrecientes en clima medio húmedo; está integrada por los suelos de las unidades YG115e, YG17e, YG4ep, YG5ep, YG67e, YG7ep.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con factores como la inclinación de la pendiente 25-50% y la presencia de pedregosidad superficial en más del 50% y dentro del perfil en más de 35%.

Las tierras son aptas para el establecimiento de sistemas agrosilvícolas (AGS) combinando cultivos permanentes adaptados a las condiciones de alta humedad con especies forestales, las actividades pecuarias se pueden desarrollar siempre y cuando se hagan bajos sistemas de estabulación para evitar el pastoreo de animales en laderas con pendientes tan pronunciadas, es necesario considerar las aplicaciones periódicas de enmiendas, y de materia orgánica compostada, así como realizar prácticas de manejo y conservación de los suelos para evitar su degradación.

▪ **Grupo de capacidad 6ps-4**

Las tierras correspondientes a este grupo ocurren en el revés de los crestones y espinazos del paisaje de montaña; también en las laderas de las lomas en el paisaje de lomerío y en los taludes de los abanicos antiguos en clima cálido húmedo; está integrada por los suelos de las unidades YG100ep, YG104e, YG106e, YG106ep, YG129e, YG129e1, YG129e1p, YG18e, YG18ep, YG99ep.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con factores como la inclinación de la pendiente 25-50% y la presencia de pedregosidad superficial en más del 50% y dentro del perfil en más de 35%.

Las tierras son aptas para el establecimiento de sistemas agrosilvícolas (AGS) combinando cultivos permanentes adaptados a las condiciones de alta humedad con especies forestales, las actividades pecuarias se pueden desarrollar siempre y cuando se hagan bajos sistemas de estabulación para evitar el pastoreo de animales en laderas con pendientes tan pronunciadas, es necesario considerar las aplicaciones periódicas de enmiendas, y de materia orgánica compostada, así como realizar prácticas de manejo y conservación de los suelos para evitar su degradación.

▪ **Grupo de capacidad 6ps-5**

Las tierras correspondientes a este grupo ocurren en el revés de los crestones y en las laderas de las lomas del paisaje de montaña; en el talud del abanico subreciente en clima cálido seco; está integrada por los suelos de las unidades YG16e, YG22e, YG24e, YG27e, YG40e, YG41e, YG43e, YG72e, YG79e.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con factores como la inclinación de la pendiente 25-50% y la presencia de pedregosidad superficial en más del 50% y dentro del perfil en más de 35%.

Las tierras son aptas para el establecimiento de sistemas agrosilvícolas (AGS) combinando cultivos permanentes adaptados a las condiciones de alta humedad con especies forestales, las actividades pecuarias se pueden desarrollar siempre y cuando se hagan bajos sistemas de estabulación para evitar el pastoreo de animales en laderas con pendientes tan pronunciadas, es necesario considerar las aplicaciones periódicas de enmiendas, y de materia orgánica compostada, así como realizar prácticas de manejo y conservación de los suelos para evitar su degradación.

❖ *Subclase 6s.*

Las tierras de la subclase 6s presentan limitaciones de uso debido a la presencia de fragmentos dentro del perfil o en superficie.

▪ **Grupo de capacidad 6s-1.**

Las tierras correspondientes a este grupo ocurren en las laderas de las lomas y de las filas y vigas del paisaje de montaña en clima frío muy húmedo; está integrada por los suelos de las unidades YG1a, YG1d, YG29a, YG29d, YG2a, YG2d.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con la presencia de pedregosidad superficial en más del 50% y dentro del perfil en más de 35%.

Las tierras son aptas para el establecimiento de cultivos permanente semiintensivos (CPS) como primera opción, en segundo uso posible por la presencia de pedregosidad en el perfil que no permite mecanización, se podría pensar en una ganadería extensiva (PEX) con algunas prácticas de manejo como incluir en los potreros especies forestales que permitan dar sombrío a los animales. combinando cultivos permanentes adaptados a las condiciones de alta humedad con especies forestales, es necesario considerar las aplicaciones periódicas de enmiendas, y de materia orgánica compostada, así como realizar prácticas de manejo y conservación de los suelos para evitar su degradación.

▪ **Grupo de capacidad 6s-2.**

Las tierras correspondientes a este grupo ocurren en el revés de los espinazos en el paisaje de montaña, en las laderas de las lomas en el paisaje de lomerío y en el talud de los abanicos recientes y subrecientes del paisaje de piedemonte en clima medio húmedo; está integrada por los suelos de las unidades YG109dp, YG115d, YG115d1, YG142c, YG17d, YG32dp, YG47dp, YG52cp, YG52d1p, YG52dp, YG67d.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con la presencia de pedregosidad superficial en más del 50% y dentro del perfil en más de 35%.

Las tierras son aptas para el establecimiento de cultivos permanente semiintensivos (CPS) como primera opción, en segundo uso posible por la presencia de pedregosidad en el perfil que no permite mecanización, se podría pensar en una ganadería extensiva (PEX) con algunas prácticas de manejo como incluir en los potreros especies forestales que permitan dar sombrío a los animales. combinando cultivos permanentes adaptados a las condiciones de alta humedad con especies forestales, es necesario considerar las aplicaciones periódicas de enmiendas, y de materia orgánica compostada, así como realizar prácticas de manejo y conservación de los suelos para evitar su degradación.

▪ **Grupo de capacidad 6s-3.**

Las tierras correspondientes a este grupo ocurren en el revés de los crestones y espinazos en el paisaje de montaña, en las laderas de las lomas en el paisaje de lomerío y en el talud de los abanicos recientes, subrecientes y antiguos del paisaje de piedemonte en clima cálido húmedo; está integrada por los suelos de las unidades YG100dp, YG102c, YG102d, YG104a, YG104d, YG105ap, YG105bp, YG105cp, YG106d, YG106d1, YG107cp, YG107dp, YG129a, YG129b, YG129c, YG129c1p, YG129d, YG129d1, YG129d1p, YG129dp, YG18d, YG99dp.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con la presencia de pedregosidad superficial en más del 50% y dentro del perfil en más de 35%.

Las tierras son aptas para el establecimiento de cultivos permanente semiintensivos (CPS) como primera opción, en segundo uso posible por la presencia de pedregosidad en el perfil que no permite mecanización, se podría pensar en una ganadería extensiva (PEX) con algunas prácticas de manejo como incluir en los potreros especies forestales que permitan

dar sombra a los animales. combinando cultivos permanentes adaptados a las condiciones de alta humedad con especies forestales, es necesario considerar las aplicaciones periódicas de enmiendas, y de materia orgánica compostada, así como realizar prácticas de manejo y conservación de los suelos para evitar su degradación.

▪ **Grupo de capacidad 6s-4.**

Las tierras correspondientes a este grupo ocurren en el revés de los crestones y espinazos en el paisaje de montaña, en las laderas de las lomas en el paisaje de lomerío y en el talud de los abanicos recientes, subrecientes y antiguos del paisaje de piedemonte en clima cálido seco; está integrada por los suelos de las unidades YG16d, YG22d, YG24d, YG27d, YG40a, YG40b, YG40c, YG40d, YG41d, YG43a, YG43c, YG43d, YG43dp, YG60dp, YG69az, YG69bz, YG69cz, YG69d, YG71az, YG71bz, YG71c, YG71d, YG72d, YG72d1p, YG73az, YG73c, YG73d, YG74d, YG79c, YG79d, YG81a, YG81b, YG81c.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con la presencia de pedregosidad superficial en más del 50% y dentro del perfil en más de 35%.

Las tierras son aptas para el establecimiento de cultivos permanente semiintensivos (CPS) como primera opción, en segundo uso posible por la presencia de pedregosidad en el perfil que no permite mecanización, se podría pensar en una ganadería extensiva (PEX) con algunas prácticas de manejo como incluir en los potreros especies forestales que permitan dar sombra a los animales. combinando cultivos permanentes adaptados a las condiciones de alta humedad con especies forestales, es necesario considerar las aplicaciones periódicas de enmiendas, y de materia orgánica compostada, así como realizar prácticas de manejo y conservación de los suelos para evitar su degradación.

**11.3.4.3.6. Tierras que requieren cobertura vegetal permanente multiestrata- bosque protector productor clase 7**

Las tierras de la clase 7 presentan limitaciones severas para su explotación económica que los hacen inadecuados para cultivos agronómicos. Su uso está restringido a la forestería de producción o de protección-producción y a la preservación de los recursos naturales con prácticas intensivas de manejo y conservación de suelos.

Las tierras de la clase 7 se encuentran localizadas en los espinazos, cuestras y lomas, del paisaje de montaña y en el abanico antiguo del piedemonte; en la Figura 11.32 se puede apreciar la distribución de las tierras de esta clase dentro de la cuenca.



**Figura 11.31. Panorámica Clase 7**



Coordenadas

X: 4.722.007,877 Y: 1.859.794,947

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**CONVENCIONES**

- Límite de la cuenca
- ▨ Asentamiento
- DRMI
- Limite municipal
- ▨ Resguardo Indígena
- Embalse
- Drenajes

**LEYENDA**

**Clase 7**

**SUBCLASE**

- 7p
- 7ps
- 7s

Cubren una superficie de 19.389,20 hectáreas, correspondiente al 21,7% de la superficie total de la cuenca. Estas tierras se dividen en los siguientes grupos de capacidad, 7p, 7ps y 7s.

Las tierras de la subclase 7p presentan limitaciones de uso debido a la topografía del terreno con pendientes que varían del 50 al 75%.

Las tierras correspondientes a este grupo ocurren en las laderas de las filas, vigas del paisaje de montaña en clima muy frío muy húmedo; está integrada por los suelos de las unidades YG94f.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con factores como la inclinación de la pendiente 50-75%; esta condición puede potenciar otros problemas como la susceptibilidad a la erosión y hace que sea inconveniente tener actividades agropecuarias.

Las tierras son aptas para el establecimiento de sistemas forestales productores (FPD) y la reforestación con especies arbóreas y arbustivas propias del clima, propiciando el desarrollo del sotobosque; por ningún motivo se deben permitir actividades de tipo agrícola o ganadero.

▪ **Grupo de capacidad 7p-2.**

Las tierras correspondientes a este grupo ocurren en las laderas de las lomas y filas, vigas del paisaje de montaña en clima frío muy húmedo; está integrada por los suelos de las unidades YG1f, YG29f, YG2f, YG2f1p.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con factores como la inclinación de la pendiente 50-75%; esta condición puede potenciar otros problemas como la susceptibilidad a la erosión y hace que sea inconveniente tener actividades agropecuarias.

Las tierras son aptas para el establecimiento de sistemas forestales productores (FPD) y la reforestación con especies arbóreas y arbustivas propias del clima, propiciando el desarrollo del sotobosque; por ningún motivo se deben permitir actividades de tipo agrícola o ganadero.

▪ **Grupo de capacidad 7p-3.**

Las tierras correspondientes a este grupo ocurren en el revés de los crestones, el frente de las cuevas, las laderas de las lomas y filas y vigas del paisaje de montaña en clima medio muy húmedo; está integrada por los suelos de las unidades YG109f, YG109f1, YG109f2, YG111f, YG112f, YG113f, YG3f, YG3f1, YG3f2.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con factores como la inclinación de la pendiente 50-75%; esta condición puede potenciar otros problemas como la susceptibilidad a la erosión y hace que sea inconveniente tener actividades agropecuarias.

Las tierras son aptas para el establecimiento de sistemas forestales productores (FPD) y la reforestación con especies arbóreas y arbustivas propias del clima, propiciando el desarrollo del sotobosque; por ningún motivo se deben permitir actividades de tipo agrícola o ganadero.

▪ **Grupo de capacidad 7p-4.**

Las tierras correspondientes a este grupo ocurren en el revés de los crestones, el frente de las cuevas, las laderas de las lomas y filas y vigas del paisaje de montaña en las laderas de las lomas del paisaje de lomerío y en los taludes de los abanicos subcrecientes en clima medio húmedo; está integrada por los suelos de las unidades YG10f, YG10f2, YG115f, YG127f,



YG17f, YG20f, YG30f, YG30f1, YG30f2, YG32f, YG33f, YG33f1, YG33f2, YG4f, YG4f1, YG52f, YG5f, YG5f2, YG7f, YG7f2, YG85f, YG86f, YG89f.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con factores como la inclinación de la pendiente 50-75%; esta condición puede potenciar otros problemas como la susceptibilidad a la erosión y hace que sea inconveniente tener actividades agropecuarias.

Las tierras son aptas para el establecimiento de sistemas forestales productores (FPD) y la reforestación con especies arbóreas y arbustivas propias del clima, propiciando el desarrollo del sotobosque; por ningún motivo se deben permitir actividades de tipo agrícola o ganadero.

▪ **Grupo de capacidad 7p-5.**

Las tierras correspondientes a este grupo ocurren en el revés de los crestones y espinazos, en las laderas de las lomas del paisaje de montaña y en las laderas de las lomas del paisaje de lomerío en clima cálido húmedo; está integrada por los suelos de las unidades YG106f, YG128f, YG129f, YG14f, YG18f, YG99f, YG9f.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con factores como la inclinación de la pendiente 50-75%; esta condición puede potenciar otros problemas como la susceptibilidad a la erosión y hace que sea inconveniente tener actividades agropecuarias.

Las tierras son aptas para el establecimiento de sistemas forestales productores (FPD) y la reforestación con especies arbóreas y arbustivas propias del clima, propiciando el desarrollo del sotobosque; por ningún motivo se deben permitir actividades de tipo agrícola o ganadero.

▪ **Grupo de capacidad 7p-6.**

Las tierras correspondientes a este grupo ocurren en el revés de los crestones, en las laderas de las lomas del paisaje de montaña y en las laderas de las lomas del paisaje de lomerío en clima cálido seco; está integrada por los suelos de las unidades YG22f, YG24f, YG40f, YG41f, YG59f, YG60f.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con factores como la inclinación de la pendiente 50-75%; esta condición puede potenciar otros problemas como la susceptibilidad a la erosión y hace que sea inconveniente tener actividades agropecuarias.

Las tierras son aptas para el establecimiento de sistemas forestales productores (FPD) y la reforestación con especies arbóreas y arbustivas propias del clima, propiciando el desarrollo del sotobosque; por ningún motivo se deben permitir actividades de tipo agrícola o ganadero.



❖ *Subclase 7ps.*

Las tierras de la subclase 7ps presentan limitaciones de uso debido a la topografía del terreno con pendientes que varían del 50 al 75% y los fragmentos de roca del 35 al 60% tanto en el perfil como en superficie.

▪ **Grupo de capacidad 7ps-1.**

Las tierras correspondientes a este grupo ocurren en el frente y revés de los crestones y espinazos en paisaje de lomerío estructural en clima medio húmedo; está integrada por los suelos de las unidades YG121fp, YG90fp, YG91fp.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con la pendiente moderadamente escarpada (50-75%), la familia textural fragmental y la presencia de fragmentos gruesos en el perfil superior a 90% y pedregosidad superficial muy abundante.

Las tierras son aptas para el establecimiento de sistemas forestales protectores (FPR) y la reforestación con especies arbóreas y arbustivas propias del clima, propiciando el desarrollo del sotobosque; por ningún motivo se deben permitir actividades de tipo agrícola o ganadero.

▪ **Grupo de capacidad 7ps-2.**

Las tierras correspondientes a este grupo ocurren en el revés de los espinazos en paisaje de montaña estructural en clima cálido húmedo; está integrada por los suelos de las unidades YG131fp.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con la pendiente moderadamente escarpada (50-75%), la familia textural fragmental y la presencia de fragmentos gruesos en el perfil superior a 90% y pedregosidad superficial muy abundante.

Las tierras son aptas para el establecimiento de sistemas forestales protectores (FPR) y la reforestación con especies arbóreas y arbustivas propias del clima, propiciando el desarrollo del sotobosque; por ningún motivo se deben permitir actividades de tipo agrícola o ganadero.

▪ **Grupo de capacidad 7ps-3.**

Las tierras correspondientes a este grupo ocurren en el frente de los crestones y espinazos en paisaje de montaña y en el frente de los crestones y espinazos en paisaje de lomerío estructural en clima cálido seco; está integrada por los suelos de las unidades YG13f, YG19f, YG21f, YG21fp, YG26f, YG37f, YG37f1p, YG42f, YG56fp, YG58f.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con la pendiente moderadamente escarpada (50-75%), la familia textural fragmental y la presencia de fragmentos gruesos en el perfil superior a 90% y pedregosidad superficial muy abundante.

Las tierras son aptas para el establecimiento de sistemas forestales protectores (FPR) y la reforestación con especies arbóreas y arbustivas propias del clima, propiciando el desarrollo del sotobosque; por ningún motivo se deben permitir actividades de tipo agrícola o ganadero.

❖ *subclase 7s.*

Las tierras de la subclase 7s presentan limitaciones de uso debido a la presencia de abundantes fragmentos de roca.

▪ **Grupo de capacidad 7s-1.**

Las tierras correspondientes a este grupo ocurren en el revés de los crestones y cuestras y en las laderas de las lomas en el paisaje de montaña y en el frente y revés de los crestones y espinazos en paisaje de lomerío estructural en clima medio húmedo; está integrada por los suelos de las unidades YG13f, YG19f, YG21f, YG21fp, YG26f, YG37f, YG37f1p, YG42f, YG56fp, YG58f.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con la pendiente moderadamente escarpada (50-75%), la familia textural fragmental y la presencia de fragmentos gruesos en el perfil superior a 90% y pedregosidad superficial muy abundante.

Las tierras son aptas para el establecimiento de sistemas forestales productores (FPD) y la reforestación con especies arbóreas y arbustivas propias del clima, propiciando el desarrollo del sotobosque; por ningún motivo se deben permitir actividades de tipo agrícola o ganadero.

▪ **Grupo de capacidad 7s-2.**

Las tierras correspondientes a este grupo ocurren en el revés de los espinazos y en las laderas de las lomas en el paisaje de montaña en clima cálido húmedo; está integrada por los suelos de las unidades YG131dp, YG131ep, YG99dp.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con la pendiente moderadamente escarpada (50-75%), la familia textural fragmental y la presencia de fragmentos gruesos en el perfil superior a 90% y pedregosidad superficial muy abundante.

Las tierras son aptas para el establecimiento de sistemas forestales productores (FPD) y la reforestación con especies arbóreas y arbustivas propias del clima, propiciando el desarrollo del sotobosque; por ningún motivo se deben permitir actividades de tipo agrícola o ganadero.

▪ **Grupo de capacidad 7s-3.**

Las tierras correspondientes a este grupo ocurren en el frente de los crestones y en las laderas de las lomas en el paisaje de montaña y también en las laderas de las lomas y en el frente y el revés de los crestones y espinazos en clima cálido seco; está integrada por los

suelos de las unidades YG13d, YG13e, YG19d, YG19e, YG21c, YG21d, YG21d1p, YG21dp, YG21e, YG21e1p, YG26d, YG26e, YG37a, YG37b, YG37c, YG37d, YG37e, YG42a, YG42b, YG42c, YG42d, YG42dp, YG42e, YG56d2p, YG56dp, YG56e2p, YG56ep, YG57b, YG57c, YG57d, YG57e, YG58a, YG58c, YG58d, YG58e.

Las principales limitantes del uso están relacionadas con la pendiente moderadamente escarpada (50-75%), la familia textural fragmental y la presencia de fragmentos gruesos en el perfil superior a 90% y pedregosidad superficial muy abundante.

Las tierras son aptas para el establecimiento de sistemas forestales productores (FPD) y la reforestación con especies arbóreas y arbustivas propias del clima, propiciando el desarrollo del sotobosque; por ningún motivo se deben permitir actividades de tipo agrícola o ganadero.

#### **11.3.4.3.7. Tierras para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, clase 8**

Las tierras de la clase 8 están localizadas en los paisajes de montaña, lomerío, piedemonte y valle; la topografía es variada y va desde ligeramente inclinada hasta fuertemente escarpada; los suelos son muy superficiales y superficiales, imperfecta y pobremente drenados, de texturas finas y muy finas, con reacción moderadamente ácida y neutra y fertilidad baja.

Estas tierras tienen diferentes limitaciones severas entre las cuales se encuentran las pendientes superiores al 75%, que las hacen totalmente inapropiadas para actividades agropecuarias; otras tierras que tienen aptitud para la conservación exclusivamente, son aquellas relacionadas con los cuerpos de agua que se encuentran al interior de la cuenca; en la se puede apreciar la distribución de estas tierras. Ver Figura 11.33, Figura 11.34

Cubren una superficie de 17.999,62 hectáreas, correspondiente al 20,1% de la superficie total de la cuenca.

Estas tierras se dividen en los siguientes grupos de capacidad, 8hs, 8ps y 8s.

**Figura 11.33. Panorámica Clase 8**



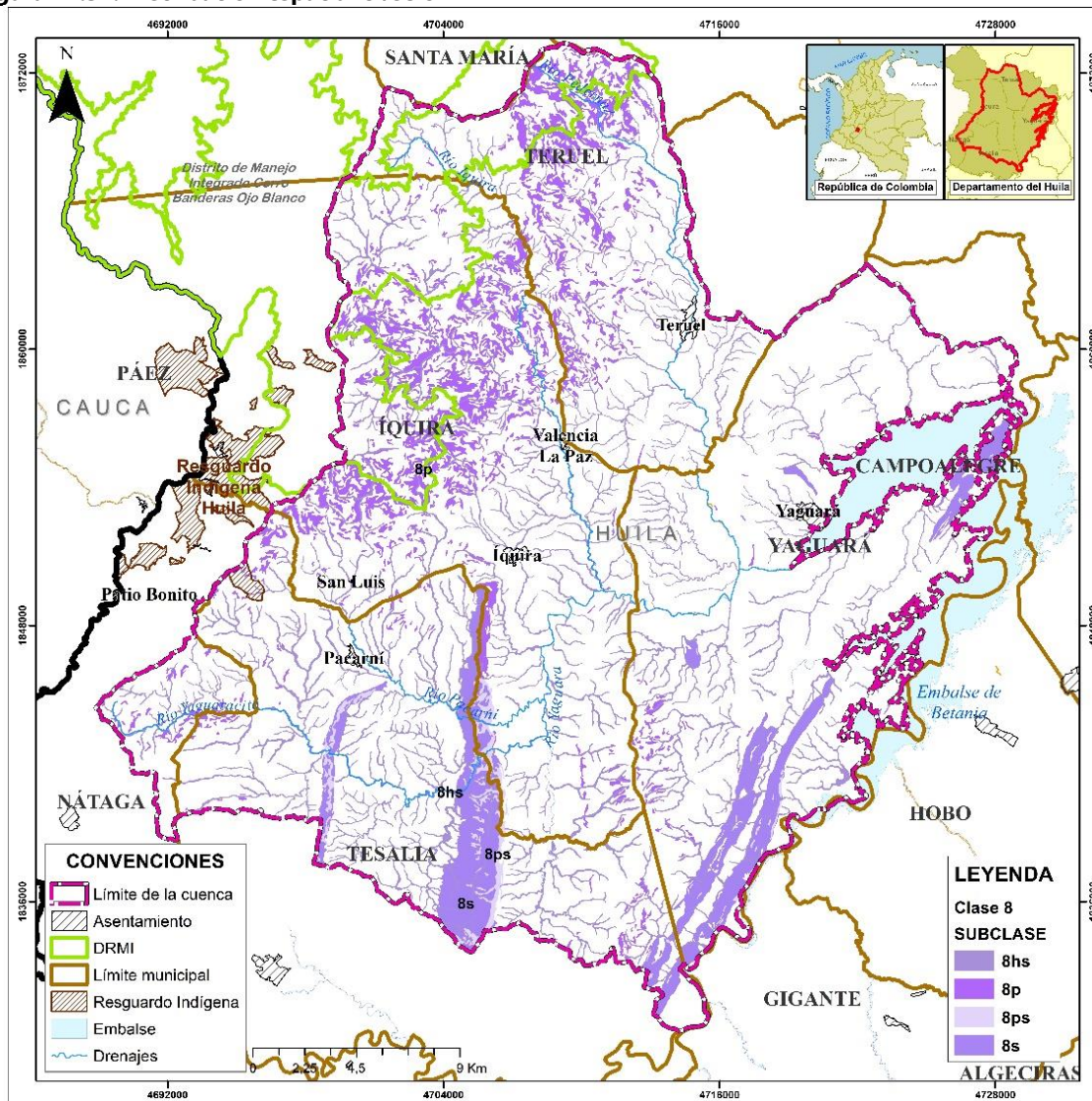
Coordenadas

X: 4.710.418,049 Y: 1.856.556,418

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



**Figura 11.34. Distribución espacial clase 8**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

❖ **Subclase 8hs.**

Las tierras de la subclase 8hs presentan limitaciones de uso debido a la presencia de un drenaje muy pobre, lo que conlleva a una profundidad efectiva superficial, drenaje muy pobre, también muy altos contenidos de aluminio, abundantes fragmentos gruesos en perfil (70%) y superficie (60%).

▪ **Grupo de capacidad 8hs-1.**

Las tierras correspondientes a este grupo ocurren en el frente de los crestos y en las laderas de las lomas en el paisaje de montaña y también en las laderas de las lomas y en el frente y el revés de los crestos y espinazos en clima muy frío muy húmedo, frío muy

húmedo, medio húmedo, cálido húmedo y cálido seco; está integrada por los suelos de las unidades YG48a, YG48c, YG48d, YG48e, YG48f, YG48g, YG110a, YG110d, YG110d2, YG110e, YG110e2, YG110f, YG110g, YG133a, YG133b, YG133c, YG49a, YG49c, YG49d, YG49d1, YG49d1p, YG49d2, YG49e, YG49e2, YG49f, YG49g, YG63a, YG63b, YG63b1, YG63c, YG63d, YG63dp, YG63e, YG63f, YG63g, YG68c, YG68d, YG68e, YG101a, YG101b, YG101c, YG101d, YG101dp, YG101e, YG108a, YG108ap, YG108b, YG108c, YG108d, YG108e, YG108e1, YG108f, YG141a, YG141b, YG141c, YG141d, YG98b, YG98c, YG98d, YG98e, YG98f, YG51a, YG51b, YG51c, YG51d, YG51e, YG65a, YG65b, YG65c, YG65d, YG65e, YG65f, YG75b, YG75c, YG75d, YG75e, YG92a, YG92b, YG92c, YG92d.

En este grupo de capacidad se reunieron los tipos de relieve de vallecito en todos los paisajes y climas y en las cubetas del plano de inundación en el valle aluvial; esto obedeció a la importancia que estos tienen para la conservación de los ecosistemas y la conectividad para las especies de fauna existentes.

Las limitaciones de las tierras para el uso sostenible son las continuas inundaciones a que están sometidas, ya que corresponden a cauces que circulan abundante agua en los periodos de invierno.

Las tierras son aptas para él la protección y conservación de la naturaleza (CRE); por ningún motivo se deben permitir actividades de tipo agrícola o ganadero.

❖ *Subclase 8p.*

Las tierras de la subclase 8p presentan limitaciones de uso debido a la topografía del terreno con pendientes superiores al 75%.

▪ **Grupo de capacidad 8p-1.**

Las tierras correspondientes a este grupo ocurren en el frente de los crestones y en las laderas de las lomas en el paisaje de montaña y también en las laderas de las lomas y en el frente y el revés de los crestones y espinazos en clima muy frío muy húmedo, frío muy húmedo, medio húmedo, cálido húmedo y cálido seco; está integrada por los suelos de las unidades YG94g, YG1g, YG29g, YG2g, YG109g, YG109g1, YG111g, YG112g, YG113g, YG3g, YG3g2, YG10g, YG121gp, YG17g, YG20g, YG30g, YG30g2, YG32g, YG33g, YG4g, YG52g, YG5g, YG7g, YG7g2, YG85g, YG89g, YG90gp, YG129g, YG131gp, YG14g, YG9g, YG13g, YG19g, YG22g, YG24g, YG37g, YG40g, YG56gp, YG60g.

En este grupo de capacidad se reunieron las fases que presentan inclinación del terreno mayor a 75% en todos los climas.

Las limitaciones de las tierras para el uso sostenible son las pendientes fuertemente escarpadas con pendiente superior a 75%.

Las tierras son aptas para él la protección y conservación de la naturaleza (CRE), los recursos hídricos, la fauna y la vida silvestre en general, mediante la implementación de programas de reforestación con especies nativas; también se puede utilizar en turismo ecológico y actividades recreativas controladas.; por ningún motivo se deben permitir actividades de tipo agrícola o ganadero.

❖ *Subclase 8ps.*

Las tierras de la subclase 8p presentan limitaciones de uso debido a la topografía del terreno con pendientes superiores al 75% y la pedregosidad en superficie extremadamente abundante (mayor 90%).

▪ **Grupo de capacidad 8ps-1.**

Las tierras correspondientes a este grupo ocurren en el frente y los espinazos de los crestones y en las laderas de las lomas en el paisaje lomerío en clima medio húmedo, y cálido seco; está integrada por los suelos de las unidades YG121gp, YG90gp, YG91gp, YG54gp, YG55gp, YG56gp.

En este grupo de capacidad se reunieron las fases que presentan inclinación del terreno mayor a 75% en todos los climas y pedregosidad superior a 90%.

Las limitaciones de las tierras para el uso sostenible son las pendientes fuertemente escarpadas con pendiente superior a 75% y la abundante pedregosidad tanto en superficie como en el perfil.

Las tierras son aptas para la protección y conservación de la naturaleza (CRE), los recursos hídricos, la fauna y la vida silvestre en general, mediante la implementación de programas de reforestación con especies nativas; también se puede utilizar en turismo ecológico y actividades recreativas controladas.; por ningún motivo se deben permitir actividades de tipo agrícola o ganadero.

❖ *Subclase 8s.*

Las tierras de la subclase 8s presentan limitaciones de uso debido a la profundidad efectiva muy superficial limitada por abundantes fragmentos de roca.

▪ **Grupo de capacidad 8s-1.**

Las tierras correspondientes a este grupo ocurren en el frente y revés de los espinazos y crestones en el paisaje lomerío estructural en clima medio húmedo, y cálido seco; está integrada por los suelos de las unidades YG121ep, YG121fp, YG90dp, YG90ep, YG90fp, YG91dp, YG91ep, YG91fp, YG54dp, YG54ep, YG54fp, YG55dp, YG55ep, YG55fp, YG56dp, YG56ep, YG56fp.

En este grupo de capacidad se reunieron las fases que presentan Pedregosidad en superficie extremadamente abundante mayor 90%.

Las limitaciones de las tierras para el uso sostenible son la abundante pedregosidad tanto en superficie como en el perfil.

Las tierras son aptas para la protección y conservación de la naturaleza (CRE), los recursos hídricos, la fauna y la vida silvestre en general, mediante la implementación de programas de reforestación con especies nativas; también se puede utilizar en turismo ecológico y actividades recreativas controladas.; por ningún motivo se deben permitir actividades de tipo agrícola o ganadero.

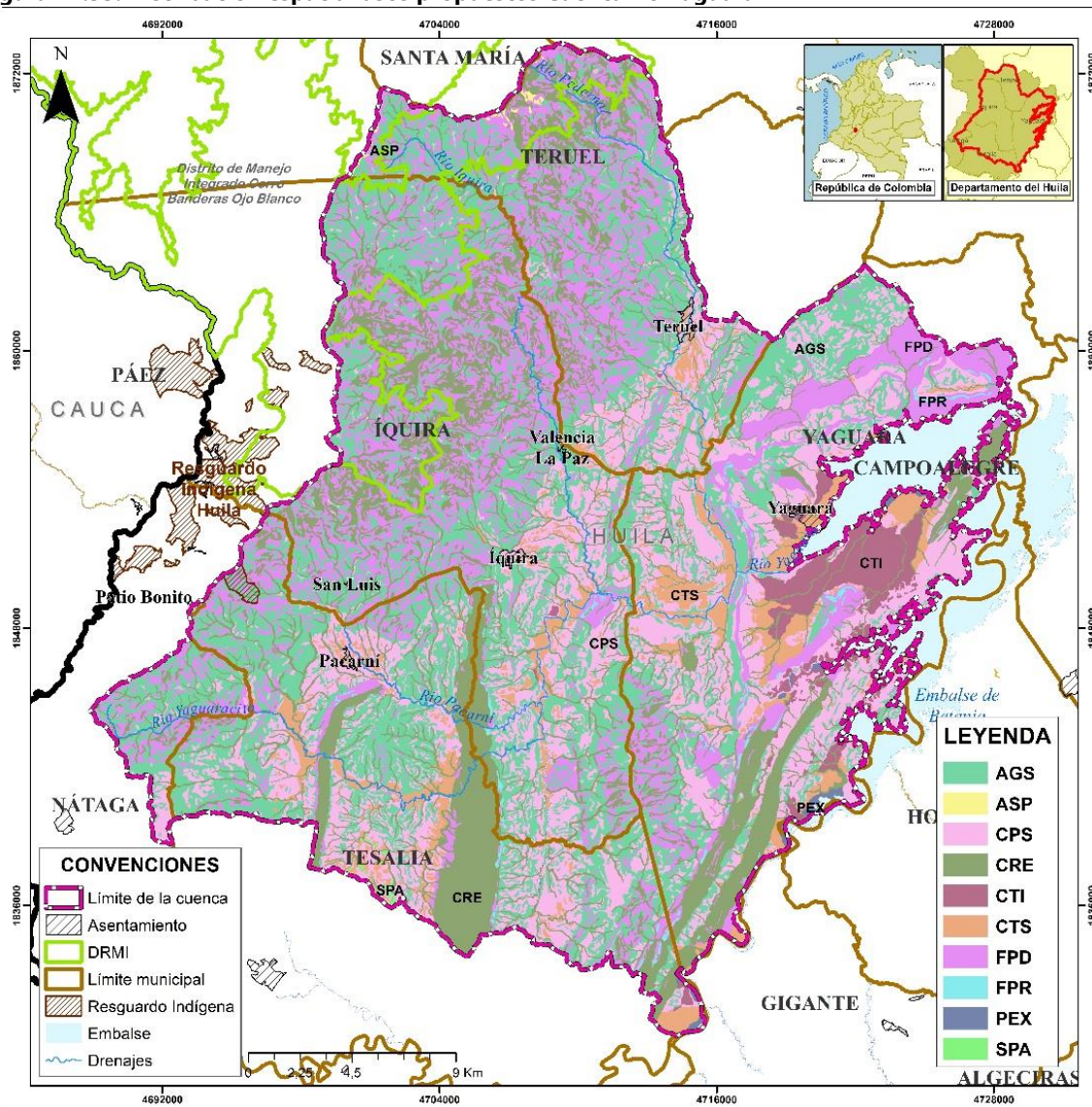
#### **11.3.4.3.8. Definición de las unidades de uso.**

Los usos principales a los que se ha hecho referencia en la descripción de las unidades de capacidad de uso son los que a continuación se definen, se anota que el uso más intensivo que puede soportar la cuenca es el primero que se describe, los siguientes van disminuyendo en intensidad hasta llegar a la conservación; en la Figura 11.35 se puede apreciar la distribución espacial de los usos propuestos y en la Figura 11.36 la distribución porcentual de cada unidad dentro de la cuenca.

Si se lee detenidamente la definición de cada grupo de capacidad en el numeral anterior, se puede ver que a cada uno se le recomienda un uso general con el cual se considera que los suelos no sufrirán deterioro y seguirán generando ingresos para sus propietarios; en este sentido, de acuerdo con la guía metodológica se describen a continuación los usos generales propuestos para que la cuenca preste un servicio ambiental y productivo en una forma equilibrada.

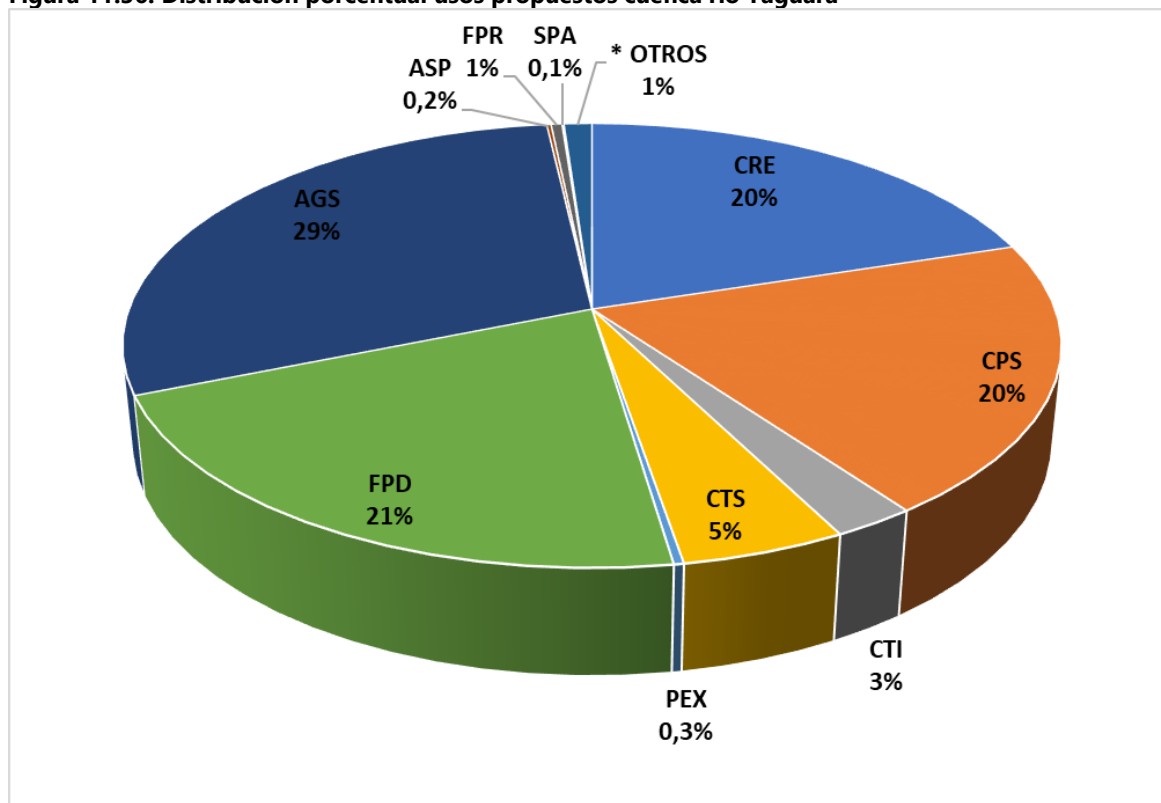


**Figura 11.35. Distribución espacial usos propuestos Cuenca río Yaguará**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 11.36. Distribución porcentual usos propuestos cuenca río Yaguará**



\* Cuerpos de agua, instalaciones recreativas, minería, obras hidráulicas  
parques cementerio, zonas industriales, comerciales, zonas Urbanas

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

❖ *Cultivos transitorios intensivos (CTI)*

Cultivos con un ciclo de vida menor de un año que necesitan para su establecimiento alta inversión de capital, adecuada tecnología y mano de obra calificada. Requieren suelos bien drenados, con profundidad efectiva moderada y fertilidad media o baja; no presentan procesos erosivos, ni pedregosidad, no hay inundaciones ni encharcamientos. El relieve es ligeramente inclinado con pendientes inferiores al 7%. La mecanización es fácil y el suelo puede ser sometido a continuo laboreo. Se desarrollan en la clase 3 y ocupan el 2,5% de la cuenca.

❖ *Cultivos transitorios semiintensivos (CTS)*

Tienen un ciclo de vida menor de un año y exigen para su establecimiento moderada o alta inversión de capital, adecuada tecnología y mano de obra calificada; generalmente las tierras no soportan una explotación intensiva o están expuestas a algún riesgo de deterioro, en este caso dicho factor corresponde a la pendiente moderadamente inclinada. Requieren suelos bien a moderadamente drenados; no se presentan inundaciones o encharcamientos; la profundidad efectiva es mayor a 25 cm, y el nivel de fertilidad es bajo; no hay erosión, ni problemas de sales; el relieve es moderadamente inclinado con pendientes inferiores al 12%.

Estos usos se pueden dar en la subclase 3c en la cuenca únicamente y ocupan el 4,9% de la cuenca.

❖ *Cultivos permanentes semiintensivos (CPS)*

Tienen un ciclo de vida menor de un año y exigen para su establecimiento moderada o alta inversión de capital, adecuada tecnología y mano de obra calificada; generalmente las tierras no soportan una explotación intensiva o están expuestas a algún riesgo de deterioro, en este caso dicho factor corresponde a la pendiente moderadamente inclinada. Requieren suelos bien a moderadamente drenados; no se presentan inundaciones o encharcamientos; la profundidad efectiva es mayor a 25 cm, y el nivel de fertilidad es bajo; no hay erosión, ni problemas de sales; el relieve es moderadamente inclinado con pendientes inferiores al 12%. Estos usos ocupan el 19,9% de la cuenca.

❖ *Pastoreo extensivo (PEX).*

Utiliza algunos paquetes que aseguran, al menos, mínimos rendimientos en la explotación ganadera; se desarrolla bajo programas de ocupación de potreros con baja y muy baja capacidad de carga, generalmente menor de una res por cada dos hectáreas; requiere prácticas de manejo, especialmente en lo relacionado con aplicación de fertilizantes y controles fitosanitarios adecuados. Las características que limitan el uso del suelo a pastoreo extensivo son en algunos casos la pendiente del terreno (12-25%) y/o la baja productividad de las tierras. El drenaje oscila desde excesivo a imperfectamente drenado, la profundidad efectiva es mayor de 25 cm, ocurren inundaciones frecuentes. Estos usos se pueden desarrollar en las clases 5hs y ocupan aproximadamente el 0,3% de la cuenca.

❖ *Sistemas agro silvícolas (AGS)*

Los sistemas agrosilvícolas son combinaciones de cultivos transitorios o especialmente permanentes con especies forestales para producir alimentos en suelos muy susceptibles al deterioro generalmente por las pendientes fuertes en las que ocurren (hasta del 50%). Son bien drenados, la profundidad efectiva supera los 50 cm, se presenta erosión moderada, motivo por el cual no se permiten actividades pecuarias. Dentro de las múltiples opciones de combinar los sistemas agrosilvícolas se pueden mencionar: cultivos transitorios y bosque productor, cultivos transitorios y bosque protector productor, cultivos permanentes y bosque productor, cultivos permanentes y bosque protector-productor. Estos usos se pueden dar en la clase 6 y ocupa el 29,3% de la cuenca.

❖ *Sistemas agrosilvopastoriles (ASP)*

Corresponde a actividades agrícolas, forestales y ganaderas combinadas en cualquiera de las siguientes opciones: cultivos y pastos en plantaciones forestales, cultivos y pastos arbolados, cultivos y pastos protegidos por barreras rompe vientos y cercas vivas. Igualmente, otras como cultivos transitorios, bosque productor y ganadería intensiva, cultivos transitorios, bosque productor y ganadería semiintensiva, cultivos transitorios, bosques protector-productor y ganadería extensiva, cultivos permanentes, bosque productor y ganadería intensiva. Estos usos ocupan el 0,2% de la cuenca.

❖ *Sistemas agro-silvo-pastoriles (SPA)*

Corresponde a actividades agrícolas, forestales y ganaderas combinadas en cualquiera de las siguientes opciones: cultivos y pastos en plantaciones forestales, cultivos y pastos arbolados, cultivos y pastos protegidos por barreras rompimientos y cercas vivas. Igualmente, otras como cultivos transitorios, bosque productor y ganadería intensiva, cultivos transitorios, bosque productor y ganadería semiintensiva, cultivos transitorios, bosque protector productor y ganadería extensiva, cultivos permanentes, bosque productor y ganadería intensiva.

Los suelos son bien drenados, la profundidad efectiva supera los 50 cm, ocurren pendientes fuertes, se presentan procesos erosivos ligeros y moderados. Dentro de las múltiples opciones de combinar los sistemas agrosilvícolas se pueden mencionar: cultivos transitorios y bosque productor, cultivos transitorios y bosque protector productor, cultivos permanentes y bosque productor, cultivos permanentes y bosque protector-productor. Estos usos ocupan el 0,1% de la cuenca.

❖ *Sistema forestal productor (FPD)*

Sistemas forestales destinados a satisfacer la demanda industrial de productos derivados del bosque; este tipo de productos está relacionado con maderas, pulpas y materias primas farmacéuticas y de perfumería. Las tierras de vocación forestal, en general, son aquellas que por la topografía quebrada y escarpada con pendientes superiores al 25% necesitan cobertura vegetal permanente como escudo contra la acción de los procesos erosivos; la plantación forestal meramente productora se ubica en los suelos de ladera con pendientes 25-50-75%, bien drenados, moderadamente profundos y con un nivel bajo o mayor de fertilidad. Estos usos ocupan 21,2% de la cuenca.

❖ *Sistemas forestales protectores (FPR)*

Están destinados a la protección de las laderas contra procesos erosivos o al mantenimiento y desarrollo de la vegetación nativa, o a la conservación de especies maderables en vía de extinción, o como protección de recursos hídricos. En general, en estas áreas no se debe desarrollar ningún tipo de actividad económica. Estos usos ocupan 0,4 de la cuenca

❖ *Áreas para la conservación y/o para recuperación de la naturaleza (CRE)*

Las primeras forman parte de ecosistemas frágiles y estratégicos para la generación y la regulación del agua como es el caso de los páramos. Las segundas corresponden a tierras degradadas por procesos erosivos, de contaminación y sobreutilización por lo que requieren acciones de recuperación y rehabilitación. Este uso ocupa el 20,1% de la cuenca.



## 11.4. Conclusiones

- La información de capacidad de uso es la base fundamental mediante la cual se pueden definir la aptitud de uso del territorio. Para la cuenca del río Yaguará se presenta a manera de conclusión, la siguiente información basada en los resultados obtenidos luego del trabajo de campo.
- La cuenca carece de suelos para la producción agrícola muy intensiva, es decir suelos de las clases agrológicas 1 y 2.
- Aunque no hay suelos clase 1 y 2, si se tiene que la cuenca presenta 4.530,82 Hectáreas, las que corresponden al 5,1% del total que pueden ser utilizadas en actividades agropecuarias de tipo intensivo y que presentan pocas limitaciones para su uso; en estas áreas se deben desarrollar sistemas de cultivos y ganadería de tipo intensivo pero que no lleven a un detrimento del suelo, para esto se debe tener en cuenta la subclase agrológica par cada zona.
- Las tierras que presentan ciertas limitaciones para su uso en cultivos semi intensivos y ganadería, es decir tierras de la clase 4 ocupan un 17% del total de la cuenca que equivalen a 15.224,75 Ha, especialmente por la irregularidad del relieve, alta saturación de aluminio, bajos contenido de fósforo aprovechable y susceptibilidad moderada a la erosión y baja fertilidad en algunos suelos; dadas las anteriores características, las actividades agropecuarias que se establezcan deben incluir prácticas de manejo adecuadas para mejorar su productividad, como utilización de fertilizantes ricos en fósforo, enclamiento y también prácticas que atenúen o prevengan los procesos erosivos, como siembra de cultivos permanentes en curvas a nivel, inclusión de barreras vivas de producción como pastos de corte y adecuada rotación y fertilización de potreros para las actividades agropecuarias.
- Las tierras de la clase 5, es decir, las que tienen aptitud para ganadería de tipo estacional, o sea, para ser utilizada en algunas épocas del año ocupan 265,02 Ha, que corresponden al 0,3% del total de la cuenca.
- El 34,7% de la cuenca que equivale a 31.058,53 hectáreas, tiene aptitud para ganadería extensiva, cultivos permanentes y sistemas agroforestales, esta corresponde a las tierras de la clase 6.
- El 21,7% de la cuenca que equivale a 19.389,20 hectáreas corresponde a tierras que requieren cobertura vegetal permanente de múltiples estratos, es decir, se deben utilizar en sistemas forestales ya sea protectores o productores.

- Por último, las tierras que deben ser dedicadas exclusivamente a actividades de conservación y recuperación ocupan el 20,1% de la cuenca.
- De las anteriores cifras se puede apreciar que el 42% de la cuenca debe estar dedicadas a actividades que no permiten los usos agropecuarios, mientras que el 58% permiten estas actividades.
- Las áreas con mayor aptitud para el desarrollo de actividades agropecuarias corresponden a las clases 3 y 4 (22% de la cuenca), estas áreas se pueden dedicar a explotaciones con criterios técnicos como la ganadería doble propósito (semiintensiva a intensiva) con pastos mejorados o de corte en áreas seleccionadas para tal fin; se pueden implementar programas de siembras para cultivos de subsistencia y comerciales, para mejorar la calidad alimenticia de la comunidad; estas áreas ofrecen una variedad de condiciones para sembrar cultivos como hortalizas, yuca, plátano, maíz y frutales como cítricos, mango, piña, guayaba, ciruelo, etc., siguiendo planes de prácticas culturales en los cultivos, adicionalmente deben de ir acompañados por trabajos locales de investigación.
- Para que los suelos de la cuenca detengan su proceso de deterioro, se deben implementar sistemas productivos acordes a la capacidad de uso de los mismos, como el objetivo del POMCA no es determinar los usos específicos de las tierras, si se dan los usos principales, los cuales deberán ser tenidos en cuenta por los entes territoriales al momento de implementar sus esquemas de ordenamiento territorial y darles la especificidad respectiva mediante el acompañamiento de profesionales del agro en la implementación de dichos sistemas.
- De acuerdo con los resultados de capacidad de usos de las tierras el 56,4% de la cuenca del río Yaguará se encuentra en las clases agrologicas 6 y 7 lo que indica que tiene un gran potencial para sistema combinados de agricultura, forestería, ganadería, sistemas forestales productores y protectores.
- El tener un 20% de la cuenca en clase 8 destinada a la conservación de la naturaleza es importante para mantener el suministro de servicios ecosistémicos para las diferentes actividades agrícolas y pecuarias.

## 12. COBERTURAS Y USOS DE LA TIERRA

### 12.1. Cobertura de la Tierra

La ordenación del territorio requiere el conocimiento actual de las coberturas presentes en la cuenca; es por ello que la cobertura es una temática de alta relevancia, pues representa la expresión de la naturaleza y del hombre en el espacio estudiado. Ahora bien, dado que la actividad humana es muy cambiante frente a su entorno, ella puede tener efectos positivos o negativos en el ambiente y es la cobertura quien permite inferir sobre los usos y las actividades dados y su impacto sobre los recursos naturales, el ecosistema y ello incluye el mismo ser humano.

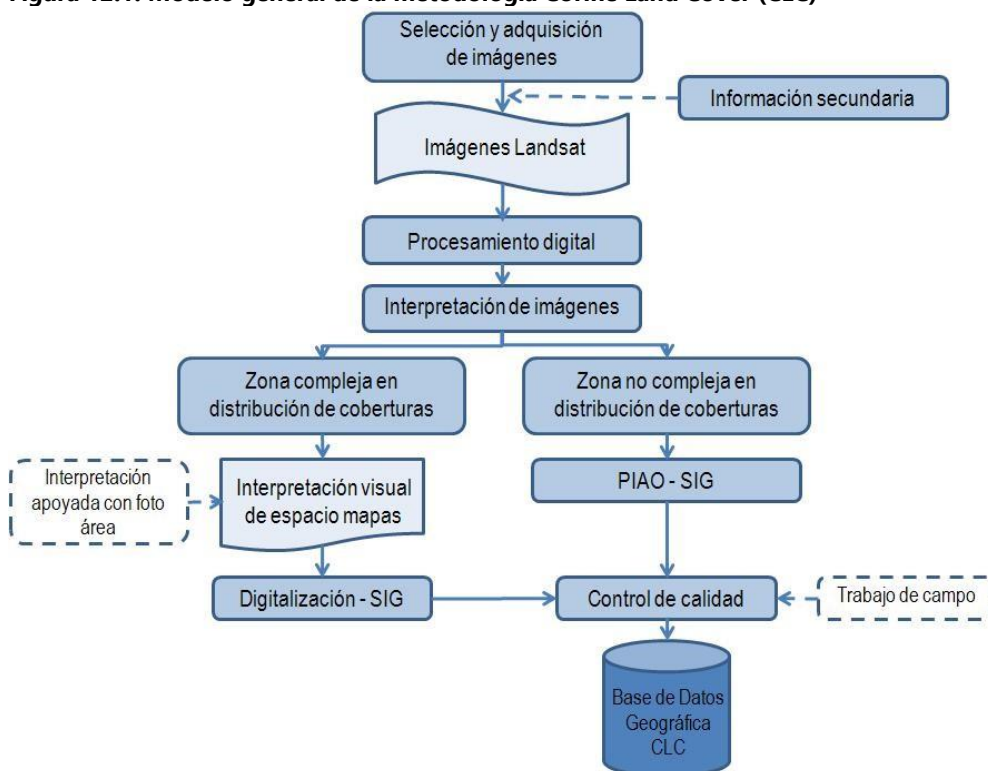
Se ha definido como metodología estándar para el levantamiento e identificación de las coberturas en los estudios ambientales la metodología CORINE Land Cover, adaptada para Colombia (IDEAM, 2023).

#### 12.1.1. Metodología Corine Land Cover

La metodología se basa en la identificación de elementos pictográficos en las imágenes de sensores remotos, mediante el manejo de las bandas del espectro electromagnético en las cuales componentes de la vegetación reaccionan, generando determinadas respuestas espectrales que aunadas a la experiencia y conocimientos del intérprete dan como resultado la identificación de las diferentes coberturas. El conocimiento y aplicación de la respuesta espectral a variables como: rugosidad, textura, tono, color (aplicando la combinación adecuada de bandas) se convierte en el proceso principal para la identificación de las coberturas; por lo tanto, esta metodología no utiliza clasificaciones supervisadas o no para la generación de la segmentación (polígonos - cobertura) del área estudiada, por lo tanto estos son el resultado de la delineación realizada por un experto humano mediante el método de interpretación asistida en pantalla (PIAO).

El desarrollo metodológico operativo para la construcción de la capa de coberturas de la tierra se resume en la Figura 12.1, donde se puede observar cada uno de los pasos necesarios para el desarrollo; no obstante, aunado a ello se siguen lineamientos metodológicos que se encuentran relacionados en los numerales subsiguientes; cabe mencionar que también se tuvo en cuenta lineamientos para la generalización cartográfica que facilita la delimitación de unidades de cobertura complejas, al igual que con la agregación de áreas que no cumplen con el área mínima de mapeo.

**Figura 12.1. Modelo general de la metodología Corine Land Cover (CLC)**



Fuente: Melo y Camacho, 2005, en Mapa de Cobertura de la Tierra Cuenca Magdalena-Cauca, Metodología Corine Land Cover Adaptada para Colombia, escala 1:100.000 (IDEAM, IGAC, CORMAGDALENA, 2007).

#### 12.1.1.1. Leyenda CORINE Land Cover (CLC)

La leyenda CLC está conformada por cinco grupos principales: el grupo uno representa los territorios artificializados, conformados por las áreas urbanas y diferentes tipos de complejos antrópicos (ciudades, centros poblados, zonas mineras y aquellas áreas periféricas que están siendo incorporadas a las zonas urbanas). El grupo dos representa los territorios agrícolas, que comprenden las áreas dedicadas a cultivos ya sean permanentes o transitorios, además incluye las zonas de pastos y las zonas agrícolas heterogéneas; el grupo tres agrupa las áreas con coberturas vegetales naturales y seminaturales (incluyen bosques, arbustos y hierbas; también incluye los suelos desnudos y afloramientos rocosos y arenales). Los grupos cuatro y cinco comprenden las áreas húmedas y los cuerpos de agua respectivamente, que agrupan los pantanos y las áreas cubiertas por cuerpos de agua permanentes, intermitentes y estacionales (IDEAM, 2010). Adicionalmente, cada grupo de coberturas tiene niveles categóricos multinivel que empiezan en el tercer nivel y pueden llegar hasta el séptimo según la unidad mínima de mapeo ligada a la escala de trabajo.

#### 12.1.1.2. Reglas cartográficas

Para la realización del mapa de coberturas de la tierra se deben tener en cuenta los siguientes normas y aspectos fundamentales:



- ❖ • *La unidad mínima cartografiable, para el presente proyecto se determinó en 1,56 ha. Sin embargo, se tiene como excepción las coberturas Tejido urbano discontinuo y Explotación de hidrocarburos, pertenecientes al grupo (1) Territorios artificializados; estos polígonos pueden llegar a menos de 1 hectárea; ya que estos centros poblados tienen especial relevancia y connotación social y ambiental, que repercuten en la construcción de acciones y medidas para facilitar la ordenación de la Cuenca, resultando necesaria su visibilización desde esta temática.*
- ❖ • *La identificación y delimitación de la unidad de cobertura de la tierra corresponde a la fecha de toma de las imágenes de satélite base.*
- ❖ • *Las categorías multinivel de la leyenda para la escala 1:25.000 varían desde el nivel 3 hasta el nivel 6 en los diferentes grupos de coberturas, variación que depende del tipo de cobertura y su factibilidad de identificación tanto en la imagen como en campo.*

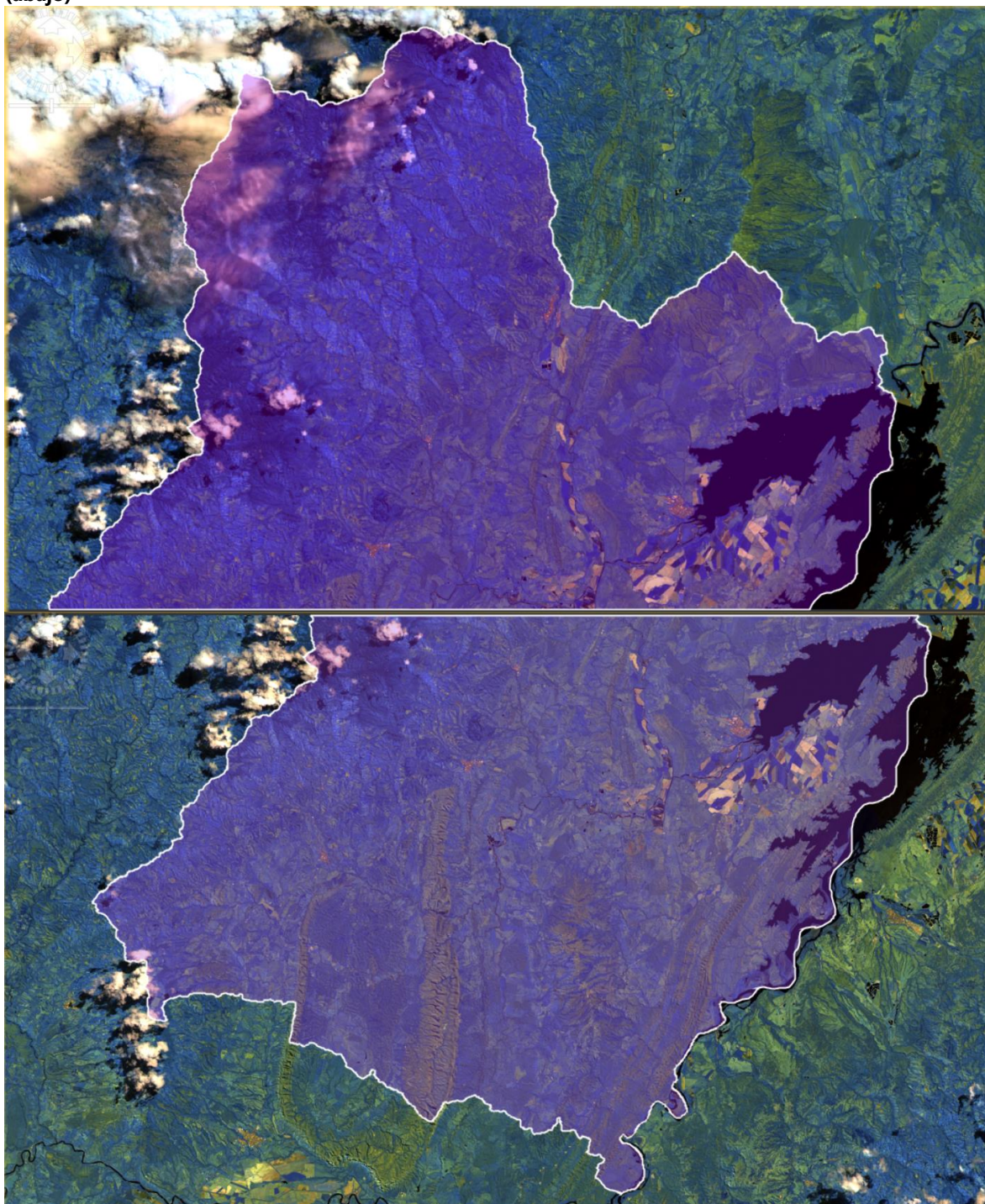
### 12.1.1.3. Imágenes

Las imágenes base utilizadas en el proyecto son del sensor Sentinel 2, cuyo fin principal es el monitoreo de áreas de cultivos (predicción de cosechas, cuantificación de producción, determinación de unidades forestales, cartografía de siniestros, etc.). La resolución espacial de las imágenes puede llegar a los 10 m y cuentan con 13 bandas en el espectro visible, en el infrarrojo cercano e infrarrojos de onda corta.

Para la zona de estudio se evaluaron las imágenes más recientes (a noviembre de 2022) que cumplieran con un mínimo de nubosidad, a lo cual se identificaron dos imágenes del sensor Sentinel 2 que cubren parcialmente, las cuales se toman como base para la interpretación y cuya referencia de consulta se menciona a continuación (ver cubrimiento de imágenes Sentinel 2A año 2022, Figura 12.2).

- S2A\_MSIL2A\_20220707T152651\_N0400\_R025\_T18NVJ\_20220707T221923
- S2A\_MSIL2A\_20220707T152651\_N0400\_R025\_T18NVH\_20220707T221923

**Figura 12.2. Localización del proyecto en las imágenes Sentinel 2A – 2022 - T18NVJ (arriba) y T18NVH (abajo)**



Como imágenes de apoyo se utilizaron de Sentinel 2, de DigitalGlobe ofrecida por el servicio basemap de ESRI a la comunidad de usuarios y de otros servicios como Google Earth, Bing Maps y Yandex Maps.

#### **12.1.1.4. Etapas de producción cartográfica**

La producción de la cartografía de coberturas de la tierra consta de cinco etapas, descritas de forma general a continuación:

- ❖ *Adquisición y preparación de la información, consecución de material análogo (mapa con leyenda, estudios, etc.) y digital (imágenes, aerofotografías, capas de información temática, modelos de elevación, etc.); es importante contar con la base cartográfica adecuada a la escala de trabajo.*
- ❖ *Análisis e interpretación de las coberturas, etapa de procesamiento de imágenes satelitales para mejorar o realzar las bandas o la construcción de índices de vegetación u otros necesarios, que facilitan la identificación y delimitación de las coberturas.*
- ❖ *Verificación de campo, comprende la selección de las zonas piloto de acuerdo a criterios de accesibilidad, seguridad y técnicos tanto de representatividad biogeográfica como temática; su propósito es la aclaración de dudas, verificación de la calidad temática y la adaptación de nomenclatura a la zona de estudio en particular.*
- ❖ *Control de calidad, proceso continuo de revisión y corrección geométrico, topológico y temático que garantiza la calidad del producto.*
- ❖ *Generación de la capa temática escala 1:25.000, resultado del ensamble de toda la interpretación en una sola capa con los correspondientes atributos y códigos de la capa y de la base de datos geográfica (geodatabase).*

Con respecto a estas etapas, vale la pena decir que la verificación de campo y el control de calidad se encuentran enunciados de manera detallada en el informe de campo, el cual conforma el Anexo\_1\_Informe\_de\_Campo\_de\_Coberturas que acompaña este capítulo; de ello es importante recoger que en la revisión de campo se realizaron 351 sitios de revisión, involucrando el 77.6% de las coberturas interpretadas, la cobertura con mayor error interpretativo fue el herbazal abierto rocoso por las condiciones de sequía reinantes en el momento en que se tomó la imagen satelital, finalmente la fiabilidad de la interpretación al momento de la revisión es del 80.3%.

#### **12.1.2. Resultados De Las Coberturas Identificadas**

Los resultados se presentan de dos maneras; en la primera parte se presenta una tabla resumen que contiene todas las coberturas identificadas al tercer nivel categórico con su respectiva área y en la segunda parte, se enuncian cada una de las coberturas identificadas en el área de estudio, las cuales van acompañadas de la descripción tomada de la Leyenda



Nacional de Coberturas de la Tierra (IDEAM, 2010) y su extensión en hectáreas, algunas de ellas acompañadas de fotografía de verificación; la numeración indicada antes de cada cobertura corresponde al código estandarizado (Corine Land Cover Colombia) para dicha cobertura; para agilizar la búsqueda de las coberturas en este documento se separan por grupos.

#### 12.1.2.1. Resultados tercer nivel categórico de cobertura

Para una comprensión rápida sobre las coberturas presentes en la cuenca se presentan los resultados de las coberturas agregadas al tercer nivel categórico; en la Tabla 12.1 se muestran las coberturas identificadas, resumidas en 37 coberturas de tercer nivel categórico; siendo las más extensas 2.3.1. Pastos limpios 26,51%, 3.2.1. Herbazal 13,970%, 3.2.2. Arbustal 11,73%, 3.1.4. Bosque de galería y ripario 10,05% y 2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales 4,49%.

Tabla 12.1. Área en hectáreas y porcentaje por cobertura (categoría tercer nivel)

COBERTURA (categoría tercer nivel)	AREA (ha)	AREA (%)
1.1.1. Tejido urbano continuo	202.06	0.23%
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	106.51	0.12%
1.2.1. Zonas industriales o comerciales	10.28	0.01%
1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	348.83	0.39%
1.2.5. Obras hidráulicas	3.19	0.004%
1.3.1. Zonas de extracción minera	76.59	0.09%
1.4.1. Zonas verdes urbanas	2.68	0.00%
1.4.2. Instalaciones recreativas	1.09	0.001%
2.1.1. Otros cultivos transitorios	11.94	0.01%
2.1.2. Cereales	3112.76	3.48%
2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos	17.48	0.02%
2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	2391.30	2.67%
2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos	14.88	0.02%
2.2.4. Cultivos agroforestales	9.10	0.01%
2.3.1. Pastos limpios	23721.76	26.51%
2.3.2. Pastos arbolados	2264.57	2.53%
2.3.3. Pastos enmalezados	2864.33	3.20%
2.4.1. Mosaico de cultivos	632.32	0.71%
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	296.77	0.33%
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	1488.01	1.66%
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	2305.25	2.58%
2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales	4019.93	4.49%
3.1.1. Bosque denso	2829.31	3.16%
3.1.2. Bosque abierto	2826.57	3.16%
3.1.3. Bosque fragmentado	3219.19	3.60%
3.1.4. Bosque de galería y ripario	8996.48	10.05%



COBERTURA (categoría tercer nivel)	AREA (ha)	AREA (%)
3.1.5. Plantación forestal	195.44	0.22%
3.2.1. Herbazal	12503.33	13.97%
3.2.2. Arbustal	10499.82	11.73%
3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	2325.39	2.60%
3.3.1. Zonas arenosas naturales	39.11	0.04%
3.3.2. Afloramientos rocosos	825.62	0.92%
3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	547.84	0.61%
4.1.1. Zonas pantanosas	155.57	0.17%
5.1.1. Ríos	420.70	0.47%
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	11.56	0.01%
5.1.4. Cuerpos de agua artificiales	179.04	0.20%
Total	89476.60	100.00%

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### 12.1.2.2. Resultados al mayor detalle de interpretación categórico

Los resultados se presentan por grupo de cobertura y por el nivel identificado en la interpretación, junto con la definición tomada de la Leyenda Nacional de Coberturas, (IDEAM, 2010) y su correspondiente área. En la Tabla 12.2 se presentan 62 coberturas de tipo multicategórico (de diferente nivel de detalle), las cinco más extensas son 2.3.1. Pastos limpios 26.51%, 3.1.4. Bosque de galería y ripario 10.05%, 3.2.2.2. Arbustal abierto 7.25%, 3.2.1.2.2. Herbazal abierto rocoso 7.03% y 2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales 4.49% (ver siguiente tabla); también se muestra el mapa correspondiente a este resultado en la Figura 12.3 y en la Figura 12.4 lo acompaña la leyenda respectiva.

Tabla 12.2. Área en hectáreas y porcentaje por cobertura (categoría multinivel)

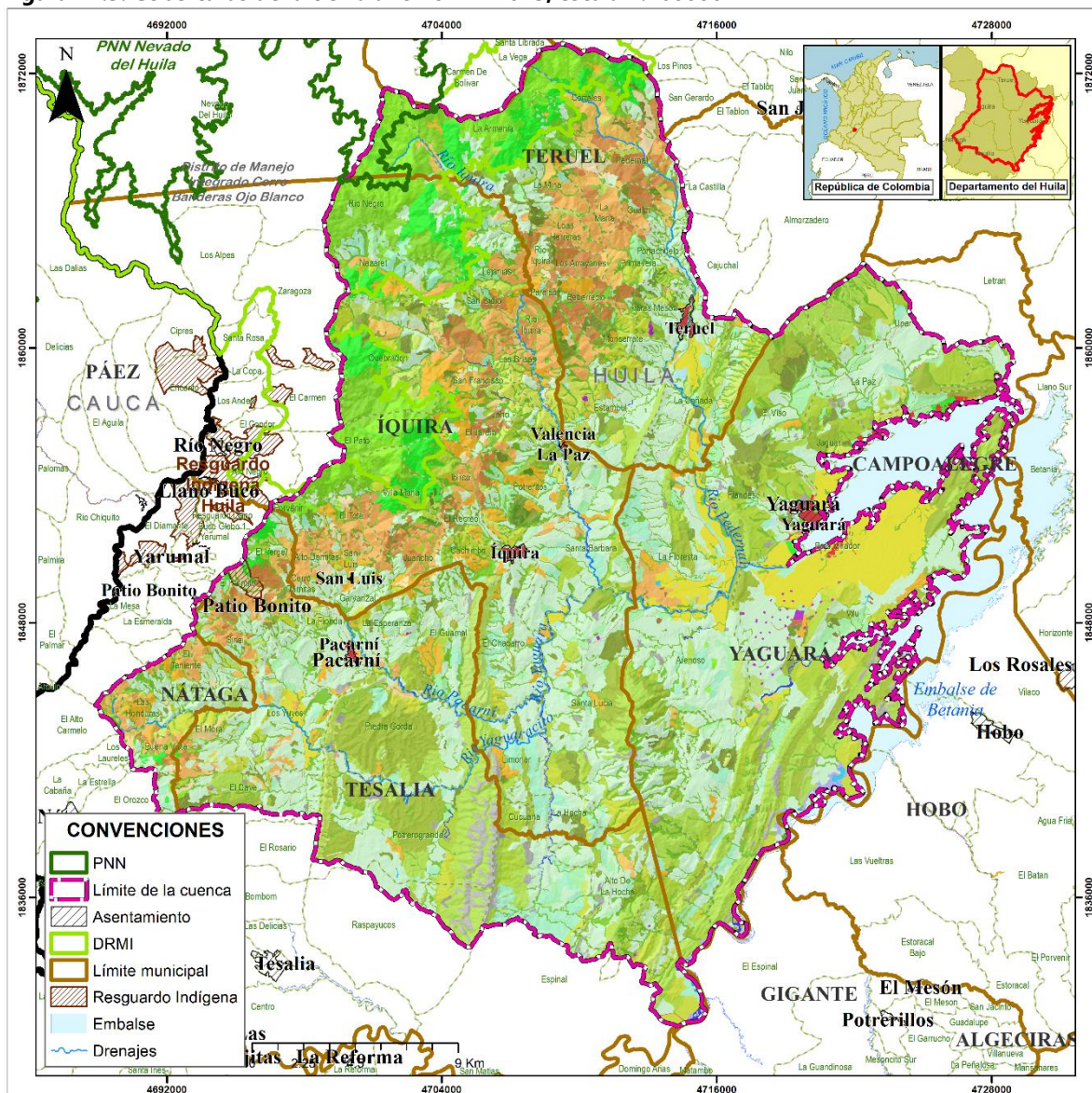
COBERTURA (Categoría multinivel)	AREA (Ha)	AREA (%)
1.1.1. Tejido urbano continuo	202.06	0.23%
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	106.51	0.12%
1.2.1. Zonas industriales o comerciales	10.28	0.01%
1.2.2.1. Red vial y territorios asociados	348.83	0.39%
1.2.5. Obras hidráulicas	3.19	0.004%
1.3.1.1. Otras explotaciones mineras	14.93	0.02%
1.3.1.2. Explotación de hidrocarburos	60.24	0.07%
1.3.1.5. Explotación de materiales de construcción	1.42	0.002%
1.4.1.2. Parque cementerio	2.68	0.003%
1.4.2. Instalaciones recreativas	1.09	0.001%
2.1.1. Otros cultivos transitorios	11.94	0.01%
2.1.2.1. Arroz	3107.13	3.47%
2.1.2.2. Maíz	5.62	0.01%
2.2.1.1. Otros cultivos permanentes herbáceos	8.69	0.01%
2.2.1.2. Caña	3.48	0.004%

COBERTURA (Categoría multinivel)	AREA (Ha)	AREA (%)
2.2.1.8. Piña	5.30	0.01%
2.2.2.1. Otros cultivos permanentes arbustivos	16.87	0.02%
2.2.2.2. Café	2371.86	2.65%
2.2.2.3. Cacao	2.57	<b>0.003%</b>
2.2.3.3. Cítricos	14.88	0.02%
2.2.4. Cultivos agroforestales	9.10	0.01%
2.3.1. Pastos limpios	23721.76	<b>26.51%</b>
2.3.2. Pastos arbolados	2264.57	2.53%
2.3.3. Pastos enmalezados	2864.33	3.20%
2.4.1. Mosaico de cultivos	632.32	0.71%
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	296.77	0.33%
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	1488.01	1.66%
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	2244.99	2.51%
2.4.4.1. Mosaico de pastos con espacios naturales arbóreos	24.40	0.03%
2.4.4.2. Mosaico de pastos con espacios naturales arbustivos	35.86	0.04%
2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales	4019.93	<b>4.49%</b>
3.1.1.1.1. Bosque denso alto de tierra firme	2142.38	2.39%
3.1.1.2.1. Bosque denso bajo de tierra firme	686.92	0.77%
3.1.2.1. Bosque abierto alto	20.22	0.02%
3.1.2.1.1. Bosque abierto alto de tierra firme	2806.35	3.14%
3.1.3. Bosque fragmentado	69.27	0.08%
3.1.3.1. Bosque fragmentado con pastos y cultivos	2840.01	3.17%
3.1.3.2. Bosque fragmentado con vegetación secundaria	309.90	0.35%
3.1.4. Bosque de galería y ripario	8996.48	<b>10.05%</b>
3.1.5. Plantación forestal	169.44	0.19%
3.1.5.1. Plantación de coníferas	26.00	0.03%
3.2.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme	188.34	0.21%
3.2.1.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado	1259.57	1.41%
3.2.1.1.1.2. Herbazal denso de tierra firme arbolado	1154.74	1.29%
3.2.1.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos	2765.78	3.09%
3.2.1.1.2.1. Herbazal denso inundable no arbolado	10.47	0.01%
3.2.1.2. Herbazal abierto	835.54	0.93%
3.2.1.2.2. Herbazal abierto rocoso	6288.89	<b>7.03%</b>
3.2.2.1. Arbustal denso	4009.16	4.48%
3.2.2.2. Arbustal abierto	6490.65	<b>7.25%</b>
3.2.3.1. Vegetación secundaria alta	1439.77	1.61%
3.2.3.2. Vegetación secundaria baja	885.62	0.99%
3.3.1.1. Playas	39.11	0.04%
3.3.2. Afloramientos rocosos	825.62	0.92%
3.3.3.1. Tierras erosionadas	456.58	0.51%
3.3.3.2. Remoción en masa	91.26	0.10%

COBERTURA (Categoría multinivel)	AREA (Ha)	AREA (%)
4.1.1. Zonas pantanosas	155.57	0.17%
5.1.1. Ríos	420.70	0.47%
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	11.56	0.01%
5.1.4. Cuerpos de agua artificiales	33.63	0.04%
5.1.4.1. Embalses	16.37	0.02%
5.1.4.3. Estanques para acuicultura continental	129.03	0.14%
<b>Total</b>	<b>89476.61</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 12.3. Coberturas de la tierra año 2022 – 2023, escala 1:160000**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaquerá 2022.



**Figura 12.4. Leyenda mapa coberturas de la tierra 2022 - 2023**

<b>LEYENDA</b>	
<b>Color - Código - Cobertura multinivel</b>	
 1.1.1. Tejido urbano continuo	 3.1.1.1.1. Bosque denso alto de tierra firme
 1.1.2. Tejido urbano discontinuo	 3.1.1.2.1. Bosque denso bajo de tierra firme
 1.2.1. Zonas industriales o comerciales	 3.1.2.1. Bosque abierto alto
 1.2.2.1. Red vial y territorios asociados	 3.1.2.1.1. Bosque abierto alto de tierra firme
 1.2.5. Obras hidráulicas	 3.1.3. Bosque fragmentado
 1.3.1.1. Otras explotaciones mineras	 3.1.3.1. Bosque fragmentado con pastos y cultivos
 1.3.1.2. Explotación de hidrocarburos	 3.1.3.2. Bosque fragmentado con vegetación secundaria
 1.3.1.5. Explotación de materiales de construcción	 3.1.4. Bosque de galería y ripario
 1.4.1.2. Parques cementerios	 3.1.5. Plantación forestal
 1.4.2. Instalaciones recreativas	 3.1.5.1. Plantación de coníferas
 2.1.1. Otros cultivos transitorios	 3.2.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme
 2.1.2.1. Arroz	 3.2.1.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado
 2.1.2.2. Maíz	 3.2.1.1.1.2. Herbazal denso de tierra firme arbolado
 2.2.1.1. Otros cultivos permanentes herbáceos	 3.2.1.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos
 2.2.1.2. Caña	 3.2.1.1.2.1. Herbazal denso inundable no arbolado
 2.2.1.8. Piña	 3.2.1.2. Herbazal abierto
 2.2.2.1. Otros cultivos permanentes arbustivos	 3.2.1.2.2. Herbazal abierto rocoso
 2.2.2.2. Café	 3.2.2.1. Arbustal denso
 2.2.2.3. Cacao	 3.2.2.2. Arbustal abierto
 2.2.3.3. Cítricos	 3.2.3.1. Vegetación secundaria alta
 2.2.4. Cultivos agroforestales	 3.2.3.2. Vegetación secundaria baja
 2.3.1. Pastos limpios	 3.3.1.1. Playas
 2.3.2. Pastos arbolados	 3.3.2. Afloramientos rocosos
 2.3.3. Pastos enmalezados	 3.3.3.1. Tierras erosionadas
 2.4.1. Mosaico de cultivos	 3.3.3.2. Remoción en masa
 2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	 4.1.1. Zonas pantanosas
 2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	 5.1.1. Ríos
 2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	 5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales
 2.4.4.1. Mosaico de pastos con espacios naturales arbóreos	 5.1.4. Cuerpos de agua artificiales
 2.4.4.2. Mosaico de pastos con espacios naturales arbustivos	 5.1.4.1. Embalses
 2.4.5. Mosaico de cultivos y espacios naturales	 5.1.4.3. Estanques para acuicultura continental

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



### 12.1.2.3. Grupo 1 Territorios Artificializados

#### 1.1.1 Tejido urbano continuo

Son espacios conformados por edificaciones y los espacios adyacentes a la infraestructura edificada. Las edificaciones, vías y superficies cubiertas artificialmente cubren más de 80% de la superficie del terreno. La vegetación y el suelo desnudo representan una baja proporción del área del tejido urbano. Entre los polígonos identificados se encuentra el área urbana de los municipios de Yaguará, Íquira y Teruel, además de Pacarní y Valencia La Paz. Esta cobertura tiene una extensión de 202,06 ha.

#### 1.1.2 Tejido urbano discontinuo

Son espacios conformados por edificaciones y zonas verdes. Las edificaciones, vías e infraestructura construida cubren la superficie del terreno de manera dispersa y discontinua, ya que el resto del área está cubierta por vegetación. Esta unidad puede presentar dificultad para su delimitación cuando otras coberturas de tipo natural y seminatural se mezclan con áreas clasificadas como zonas urbanas. Entre los polígonos identificados se encuentran Patio Bonito, asentamientos en la arroceras, condominios alrededor del embalse, etc.. Esta cobertura tiene una extensión de 106,51 ha.

#### 1.2.1 Zonas industriales o comerciales

Son las áreas cubiertas por infraestructura artificial (terrenos cimentados, alquitranados, asfaltados o estabilizados), sin presencia de áreas verdes dominantes, las cuales se utilizan también para actividades comerciales o industriales. Esta cobertura tiene una extensión de 10,28 ha.

1.2.2.1. Red vial y terrenos asociados: Comprende las áreas cubiertas por la infraestructura vial, tales como carreteras, autopistas y puentes, así como las áreas asociadas como peajes, zonas verdes y zonas de estacionamiento. En esta cobertura se identificaron algunas vías veredales e intermunicipales que son visibles en la imagen base. Esta cobertura tiene una extensión de 348,83 ha.

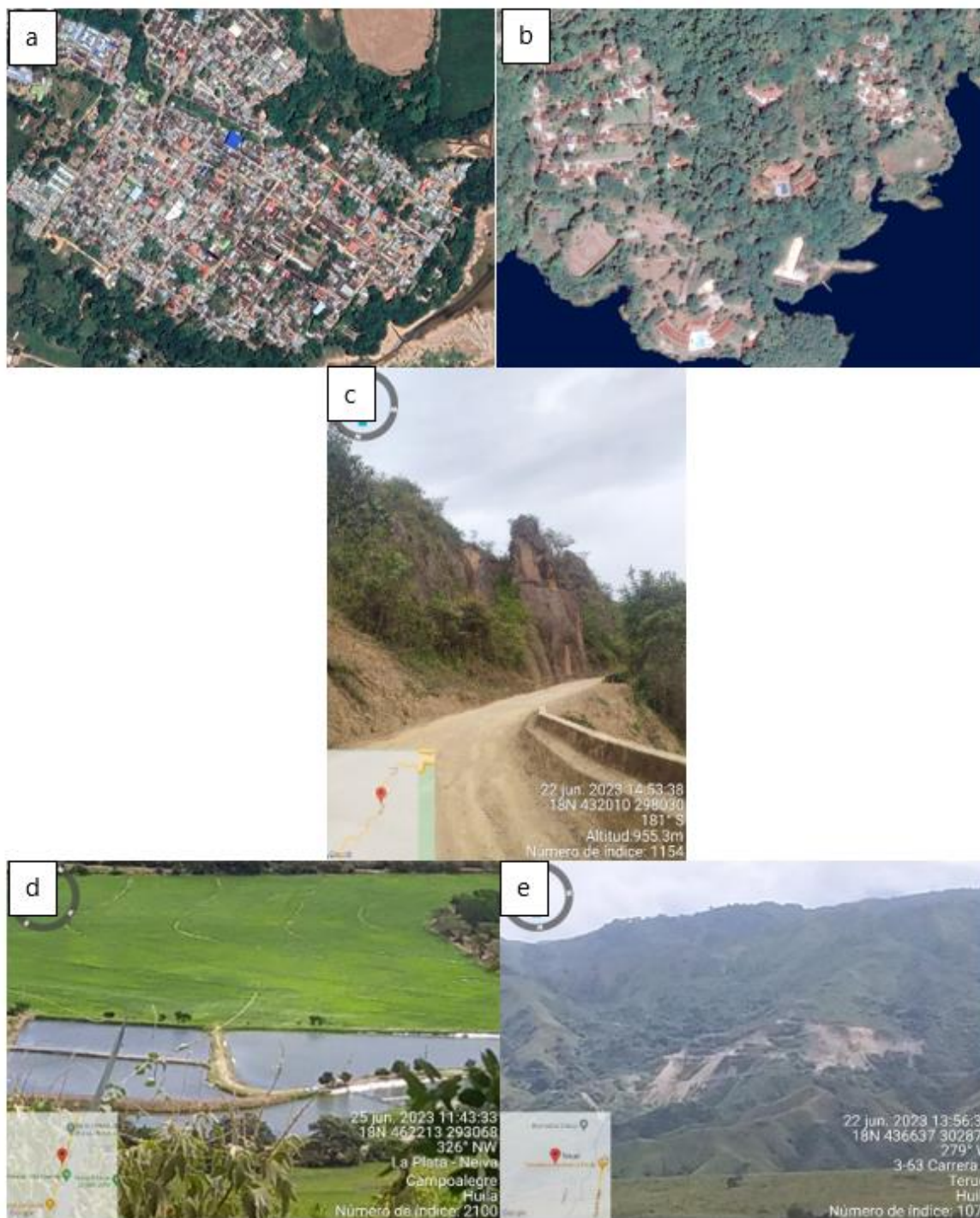
#### 1.2.5 Obras hidráulicas

Superficies que corresponden a construcciones consolidadas de carácter permanente, destinadas a instalaciones hidráulicas, y aquellas de pequeña magnitud, generalmente asociadas con infraestructura urbana, tales como acueductos, bocatomas, plantas de tratamiento y pequeñas presas. Esta cobertura tiene una extensión de 3,19 ha.

#### 1.3.1.1. Otras explotaciones mineras

Son áreas dedicadas a la extracción de materiales minerales a cielo abierto tipo carbonatos, yeso y mármoles. Esta cobertura tiene una extensión de 14,93 ha, se localiza en el municipio de Teruel.

**Figura 12.5. Cinco patrones de coberturas del grupo 1 – Territorios artificializados**



a) Tejido urbano continuo, b) Tejido urbano discontinuo, c) Red vial y terrenos asociados, d) Obras hidráulicas, e) Otras explotaciones mineras.

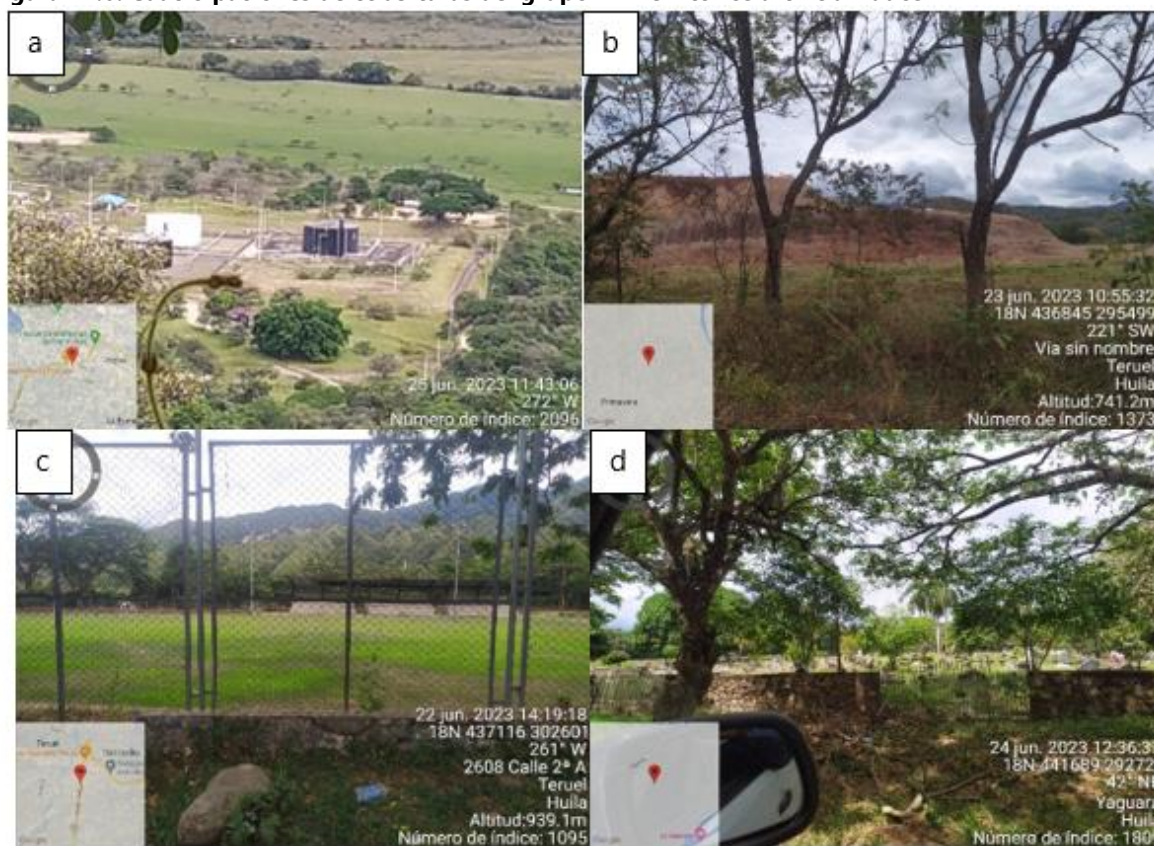
### 1.3.1.2. Explotación de hidrocarburos

Superficie de la tierra destinada a la producción de hidrocarburos y actividades conexas a la actividad (pozos, transporte, almacenamiento, instalaciones para bombeo y/o procesamiento, refinerías). Esta cobertura tiene una extensión de 60,24 ha, localizada en los municipios de Yaguará y Tesalia.

### 1.3.1.5. Explotación de materiales de construcción

Son áreas dedicadas a la extracción de materiales minerales a cielo abierto tipo depósitos de arenas, arcillas, grava, roca triturada o mezcla de ellas. Esta cobertura tiene una extensión de 1,42 ha, localizada en los municipios de Yaguará y Tesalia.

**Figura 12.6. Cuatro patrones de coberturas del grupo 1 – Territorios artificializados**



a) Explotación de hidrocarburos, b) Explotación de materiales de construcción, c) Instalaciones recreativas y d) Parque cementerio.

### 1.4.1 Parque cementerio

Espacio dedicado al depósito o entierro de restos mortales o cadáveres, lo cual incluye bóvedas, mausoleos, osarios, cenizarios, jardines, vías internas, setos. Esta cobertura tiene una extensión de 2,68 ha, localizada en el municipio de Yaguará.



#### 1.4.2 Instalaciones recreativas

Son los terrenos dedicados a las actividades de camping, deporte, parques de atracción, golf, hipódromos y otras actividades de recreación y esparcimiento, incluyendo los parques habilitados para esparcimiento, no incluidos dentro del tejido urbano. Esta cobertura tiene una extensión de 1,09 ha, localizada en el municipio de Teruel.

### 12.1.2.4. Grupo 2 Territorios Agrícolas

#### 2.1.1 Otros cultivos transitorios

Son las tierras ocupadas por cultivos transitorios no incluidos en los grupos de cereales, oleaginosas, leguminosas, hortalizas y tubérculos considerados en esta leyenda. Incluye: Otros cultivos anuales como fresa, tabaco, flores no confinadas en invernaderos y forraje; o cultivos transitorios que representen más de 75% del área de la unidad; también, barbechos con área mayor o igual a la unidad mínima de mapeo y menos de tres años de descanso, con patrones claramente definidos de cultivos de forma rectangular y viveros. Esta cobertura tiene una extensión de 11,94 ha y puede ser identificada en toda la zona agrícola de la cuenca.

##### 2.1.2.1. Arroz

Coberturas terrestres compuesta por plantas herbáceas de la familia de las gramíneas de hojas largas y flores blanquecinas en espiga, que se cultiva, por lo general, en terrenos muy húmedos. Esta cobertura tiene una extensión de 3107,13 ha, localizada en los cuatro municipios (Yaguará – 87,14%, Teruel – 7,03%, Tesalia – 4,32% e Iquira – 1,51%).

##### 2.1.2.2. Maíz

Tierras que presentan una cobertura vegetal compuesta por plantas herbáceas de la familia de las gramíneas, de altura muy variable (entre 60 cm y 3 m), hojas grandes, alternas y lineares, tallos rectos y flores agrupadas en panículas las masculinas y en espigas las femeninas. Esta cobertura tiene una extensión de 5,62 ha, identificada en el municipio de Tesalia.

#### 2.2.1.1 Otros cultivos permanentes herbáceos

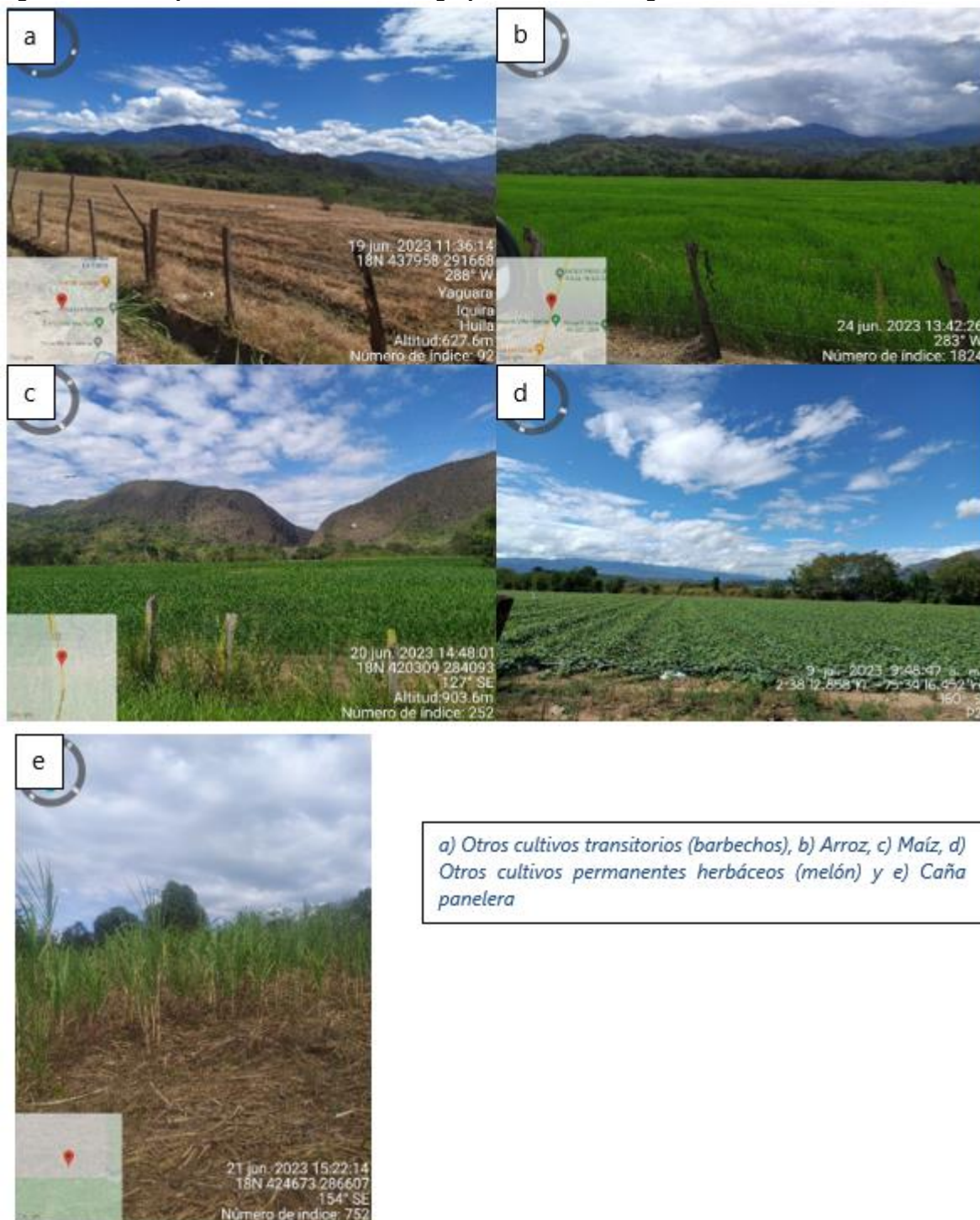
Cobertura permanente de cultivos herbáceos de especies que no se encuentran especificadas en los numerales 2.2.1.2 al 2.2.1.6. (caña, Banano y plátano, tabaco, papaya y amapola); se identificó cultivo de melón. Esta cobertura tiene una extensión de 8,69 ha presente en el municipio de Yaguará.

##### 2.2.1.2 Caña

Cobertura compuesta principalmente por cultivo de caña (*Saccharum officinarum* L.), establecidos generalmente entre los 800 y 1.800 msnm. El cultivo de caña puede estar presente en grandes o pequeñas extensiones de acuerdo con la zona geográfica y el producto final de comercialización. Esta cobertura tiene una extensión de 3,48 ha, localizada en el municipio de Tesalia.



**Figura 12.7. Cinco patrones de coberturas del grupo 2 - Territorios agrícolas**



### 2.2.1.3 Piña

Cobertura compuesta por cultivo de piña (*Ananas comosus* L.); planta herbácea perenne de la familia Bromeliáceas de raíces muy cortas, superficiales; se desarrolla bien en altitudes entre los 800 y los 1200 metros sobre el nivel del mar, no obstante por tener un origen tropical puede desarrollarse bien entre los 0 y los 1400 m.s.n.m, dependiendo de las variedades. Esta cobertura tiene una extensión de 5,30 ha, y se localiza en el municipio de tesalia.

### 2.2.2.1 Otros cultivos permanentes arbustivos

Cobertura permanente de cultivos arbustivos de especies que no se encuentran especificadas en los numerales 2.2.2.2. al 2.2.2.5. (café, cacao, viñedos y coca), con superficie mayor a 1.56 ha y que sean identificables. Este código hace referencia al cultivo de guanábana (*Annona muricata*) cuya cubierta tiene una extensión de 16,87 ha siendo representada en tres municipios que son Íquira, Teruel y Yaguará con el 52,90%, 29,96% y 17,14% respectivamente.

### 2.2.2.2 Café

Cobertura predominantemente compuesta por áreas dedicadas al cultivo de café (*Coffea* sp.) bajo sombrío (temporal o permanente, generado por una cobertura arbórea) o a libre exposición. Los cafetos son arbustos de las regiones tropicales del género *Coffea* de la familia Rubiaceae. Esta cobertura tiene una extensión de 2371,86 teniendo injerencia en cuatro municipios que son Íquira, Nátaga, Teruel y Tesalia con un porcentaje de ocupación de 32,61%, 3,31%, 52,79% y 11,30% respectivamente.

### 2.2.2.3 Cacao

Cobertura en la que predomina el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), planta perenne arbustiva de tallo leñoso, que alcanza alturas de hasta 4,5 m. Su cultivo se establece principalmente en regiones de clima cálido y templado (0-1.500 msnm). Crece a libre exposición o bajo sombra, requiriendo un óptimo de lluvia que varía entre 1.800 a 2.500 mm/año, con alta humedad relativa; Esta cobertura tiene una extensión de 2,57 ha presente en el municipio de Yaguará.

### 2.2.3.3 Cítricos

Esta cobertura comprende cultivos conformados por especies frutales cítricas como naranja, limón, mandarina y lima, entre otras frutas. Esta cobertura tiene una extensión de 14,88 ha encontrada en el municipio de Yaguará.

### 2.2.4 Cultivos agroforestales

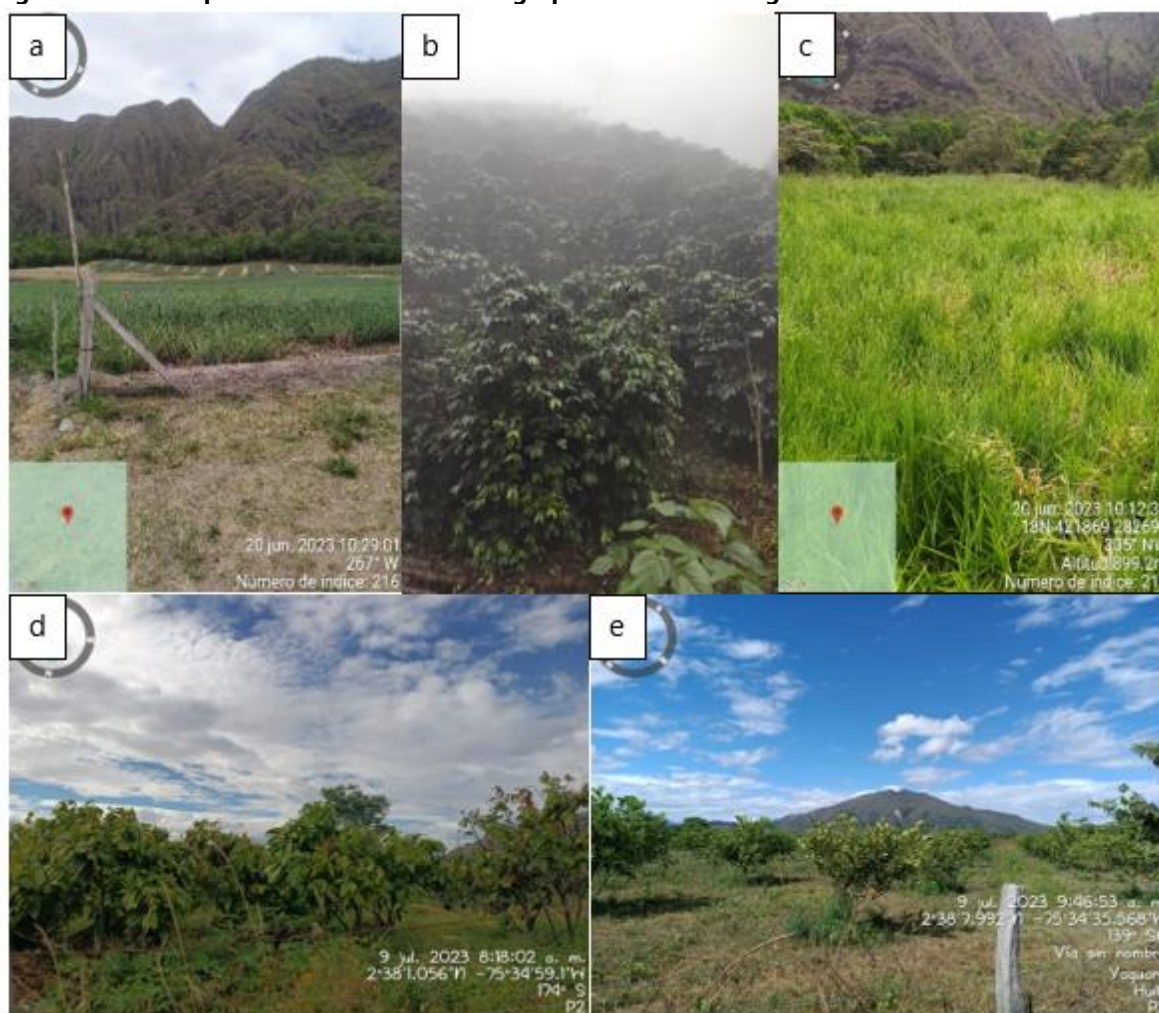
Zonas ocupadas por arreglos o combinaciones de cultivos de diferentes especies, con otros de hábitos herbáceos, arbustivos y arbóreos, donde la característica principal de la cobertura es que el aumento en el detalle no implica la subdivisión en unidades puras, porque éstas se encuentran combinadas en la misma área, alternadas por surcos o hileras de árboles con

cultivos o de árboles con pastos; Esta cobertura tiene una extensión de 9,10 ha que se encuentra en el municipio de Teruel.

### 2.3.1 Pastos limpios

Esta cobertura comprende las tierras ocupadas por pastos limpios con un porcentaje de cubrimiento mayor a 70%; la realización de prácticas de manejo (limpieza, encalamiento y/o fertilización, etc.) y el nivel tecnológico utilizados impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas. Esta cobertura tiene una extensión de 23721,76 ha y se localiza principalmente en la parte baja de todos los municipios de la cuenca, más específicamente en Íquira, Nátaga, Teruel, Tesalia y Yaguará con una ocupación del 27,14%, 3,48%, 12,77%, 25,74% y 30,86% respectivamente; sin embargo, es notoria su presencia en la parte alta donde integran nuevas tierras al desarrollo agropecuario.

**Figura 12.8. Cinco patrones de coberturas del grupo 2 – Territorios agrícolas**



a) Piña, b) Café, c) Pastos limpios, d) Cacao y e) Cítricos.



### 2.3.2 Pastos arbolados

Cobertura que incluye las tierras cubiertas con pastos, en las cuales se han estructurado potreros con presencia de árboles de altura superior a cinco metros, distribuidos en forma dispersa. La cobertura de árboles debe ser mayor a 30% y menor a 50% del área total de la unidad de pastos. Esta cobertura tiene una extensión de 2264,57 ha, presente en los municipios de Íquira, Nátaga, Teruel, Tesalia y Yaguará con su respectiva ocupación del 22,30%, 0,01%, 11,45%, 17,46% y 48,79% proporcionalmente.

### 2.3.3 Pastos enmalezados

Son las coberturas representadas por tierras con pastos y malezas conformando asociaciones de vegetación secundaria, debido principalmente a la realización de escasas prácticas de manejo o la ocurrencia de procesos de abandono. En general, la altura de la vegetación secundaria es menor a 1,5 m. Esta cobertura tiene una extensión de 2864,33 ha que corresponde en gran medida a los municipios Íquira, Nátaga, Teruel, Tesalia y Yaguará distribuido en su ocupación porcentualmente el 35,27%, 1,28%, 6,06%, 31,92% y 25,48% respectivamente.

### 2.4.1 Mosaico de cultivos

Incluye las tierras ocupadas con cultivos anuales, transitorios o permanentes, en los cuales el tamaño de las parcelas es muy pequeño (inferior a 1.56 ha) y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual. Esta cobertura tiene una extensión de 632,32 ha, distribuido en 4 municipios que corresponden a Íquira, Nátaga, Teruel y Tesalia con un porcentaje de ocupación del 36,89%, 7,01%, 9,23%, 43,01% y 3,87% respectivamente.

### 2.4.2 Mosaico de pastos y cultivos

Comprende las tierras ocupadas por pastos y cultivos, en los cuales el tamaño de las parcelas es muy pequeño (inferior a 1.56 ha) y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual. Esta cobertura tiene una extensión de 296,77 ha, siendo representada en municipios como Íquira, Nátaga, Teruel, Tesalia y Yaguará con porcentajes acordes a su ocupación respectivamente 36,89%, 7,01%, 9,23%, 43,01% y 3,87%.

### 2.4.3 Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales

Comprende las superficies del territorio ocupadas principalmente por coberturas de cultivos y pastos en combinación con espacios naturales. En esta unidad, el patrón de distribución de las coberturas no puede ser representado individualmente, como parcelas con tamaño mayor a 1.56 hectáreas. Las áreas de cultivos y pastos ocupan entre 30% y 70% de la superficie total de la unidad. Esta cobertura tiene una extensión de 1488,01 ha representada en municipios como Íquira, Nátaga, Teruel, Tesalia y Yaguará con su porcentaje de ocupación respectivamente 16,11%, 8,19%, 60,71%, 14,06% y 0,93%.



#### 2.4.4 Mosaico de pastos con espacios naturales

Constituida por las superficies ocupadas principalmente por coberturas de pastos en combinación con espacios naturales. En esta unidad, el patrón de distribución de las zonas de pastos y de espacios naturales no puede ser representado individualmente y las parcelas de pastos presentan un área menor a 1,56 hectáreas. Las coberturas de pastos representan entre 30% y 70% de la superficie total del mosaico. Los espacios naturales están conformados por las áreas ocupadas por relictos de bosque natural, arbustales, bosque de galería o ripario, pantanos y otras áreas no intervenidas o poco transformadas y que debido a limitaciones de uso por sus características biofísicas permanecen en estado natural o casi natural. Esta cobertura tiene una extensión de 2244,99 ha que encontramos en los municipios de Íquira, Nátaga, Teruel, Tesalia y Yaguará cuyos porcentajes son 60,11%, 7,65%, 10,46%, 12,21% y 9,57% respectivamente.

##### 2.4.4.1 Mosaico de pastos con espacios naturales arbóreos

Constituida por las superficies ocupadas principalmente por coberturas de pastos en combinación con espacios naturales de tipo arbóreo. Esta cobertura tiene una extensión de 24,40 ha encontrada en el municipio de Teruel.

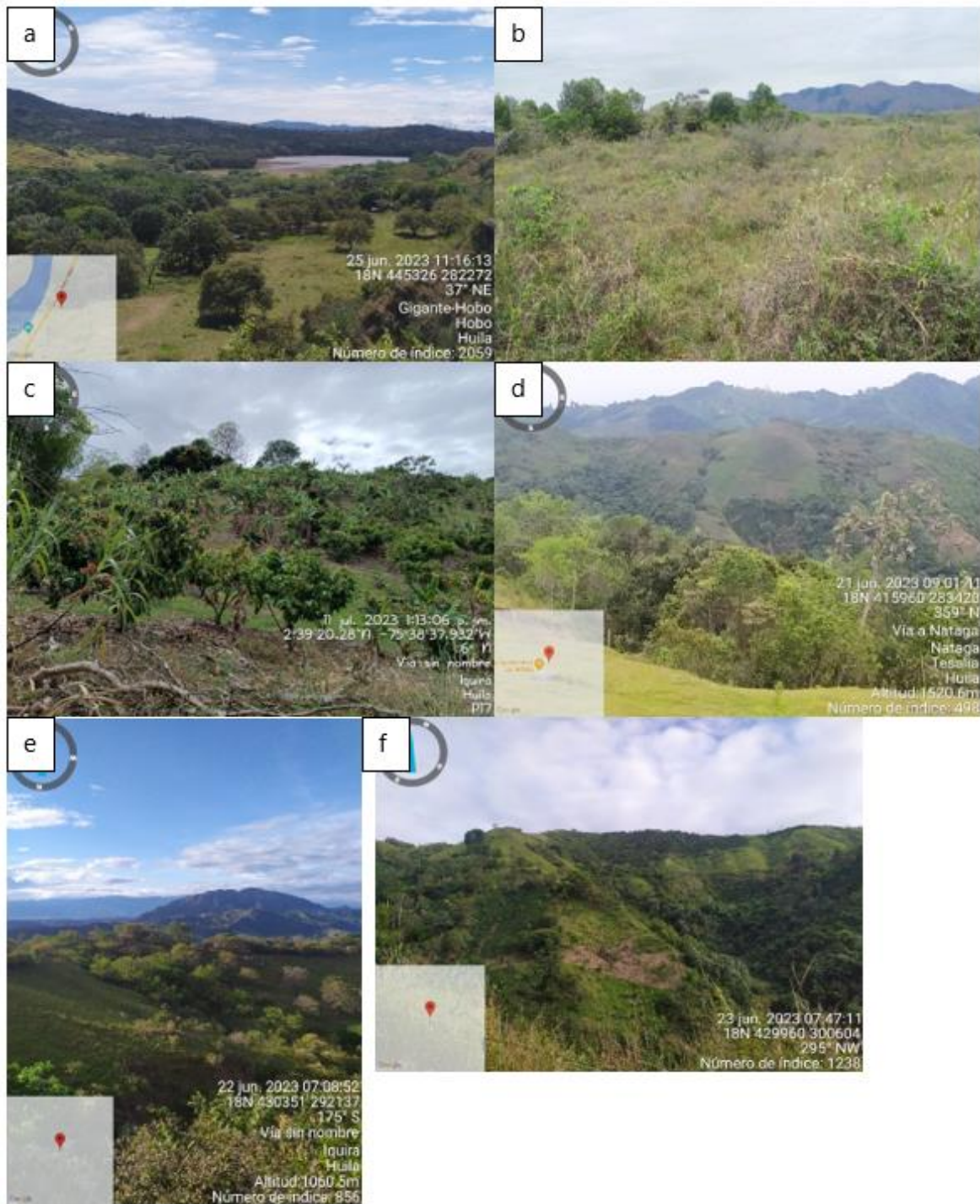
##### 2.4.4.2. Mosaico de pastos con espacios naturales arbustivos

Constituida por las superficies ocupadas principalmente por coberturas de pastos en combinación con espacios naturales de tipo arbustivo. Esta cobertura tiene una extensión de 35,86 ha y se encuentra en municipios como Íquira, Teruel, Tesalia y Yaguará con porcentajes de ocupación del 5,62%, 29,00%, 34,95% y 30,43% respectivamente.

#### 2.4.5 Mosaico de cultivos y espacios naturales

Corresponde a las superficies ocupadas principalmente por cultivos en combinación con espacios naturales, donde el tamaño de las parcelas es muy pequeño y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual. En esta unidad, los espacios naturales se presentan como pequeños parches o relictos que se distribuyen en forma irregular y heterogénea, a veces entremezclada con las áreas de cultivos, dificultando su diferenciación. Las áreas de cultivos representan entre 30% y 70% de la superficie total de la unidad. Los parches y residuos de espacios naturales están conformados por aquellas áreas cubiertas por relictos de bosque, arbustales, bosque de galería y/o ripario, vegetación secundaria o en transición, zonas pantanosas u otras áreas no intervenidas o poco transformadas que permanecen en estado natural o casi natural. Esta cobertura tiene una extensión de 4019,93 encontrándose en municipios como Íquira, Nátaga, Teruel, Tesalia y Yaguará y cuyos porcentajes de ocupación correspondientes son 47,82%, 8,42%, 26,81%, 12,43% y 4,52% respectivamente.

**Figura 12.9. Seis patrones de coberturas del grupo 2 – Territorios agrícolas**



a) Pastos arbolados, b) Pastos enmalezados, c) Mosaico de cultivos, d) Mosaico de pastos y cultivos, e) Mosaico de pastos y espacios naturales y f) Mosaico de cultivos y espacios naturales.

### 12.1.2.5. Grupo 3 Bosques y Áreas Seminaturales

#### 3.1.1.1.1 Bosque denso alto de tierra firme

Corresponde a las áreas con vegetación de tipo arbóreo caracterizada por un estrato más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa más de 70% del área total de la unidad, con altura del dosel superior a 15 metros y que se encuentra localizada en zonas que no presentan procesos de inundación periódicos. Esta cobertura tiene una extensión de 2142,38 ha en municipios como Íquira, Nátaga, Teruel, Tesalia y Yaguará en cuyo porcentaje de ocupación es respectivamente 48,07%, 0,84%, 49,41%, 0,86% y 0,82%.

#### 3.1.1.2.1 Bosque denso bajo de tierra firme

Corresponde a las áreas con vegetación de tipo arbóreo caracterizada por un estrato más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa más de 70% del área total de la unidad, y con altura del dosel entre 5 y 15 metros, y que se encuentra localizada en zonas que no presentan procesos de inundación periódicos. Esta cobertura tiene una extensión de 686,92 ha en dos municipios representativos que corresponden a Íquira y Teruel con porcentajes de ocupación del 31,52% y 68,48% respectivamente.

#### 3.1.2.1 Bosque abierto alto

Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos regularmente distribuidos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) discontinuo, con altura del dosel superior a 15 metros, y cuya área de cobertura arbórea representa entre 30% y 70% del área total de la unidad. Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y las características funcionales. Esta cobertura tiene una extensión de 20,22 ha y se encuentra en el municipio de Yaguará.

#### 3.1.2.1.1 Bosque abierto alto de tierra firme

Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos regularmente distribuidos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) discontinuo, con altura del dosel superior a 15 metros, cuya área de cobertura arbórea representa entre 30% y 70% del área total de la unidad y que se encuentra localizada en zonas que no presentan procesos de inundación periódicos. Esta cobertura tiene una extensión de 2806,35 ha y se localiza en los municipios de Íquira, Nátaga, Teruel, Tesalia y Yaguará en porcentajes representados por 57,66%, 1,53%, 33,94%, 5,64% y 1,23% respectivamente.

#### 3.1.3 Bosque fragmentado

Comprende los territorios cubiertos por bosques naturales densos o abiertos cuya continuidad horizontal está afectada por la inclusión de otros tipos de coberturas como pasto, cultivos o vegetación en transición, las cuales deben representar entre 5% y 30% del área total de la unidad de bosque natural. La distancia entre fragmentos de intervención no

debe ser mayor a 62,5 metros. Esta cobertura tiene una extensión de 69,27 ha representado su ocupación en los municipios de Íquira y Tesalia en porcentajes de ocupación del 65,44% y 34,56% respectivamente.

#### 3.1.3.1 Bosque fragmentado con pastos y cultivos

Comprende los territorios cubiertos por bosques naturales donde se ha presentado intervención humana de tal manera que el bosque mantiene su estructura original. Las áreas de intervención están representadas en zonas de pastos y cultivos, las cuales se observan como parches de variadas formas y distribución irregular dentro de la matriz del bosque. Las áreas de pastos y cultivos deben representar entre 5% y 30% del área total de la unidad de bosque natural. La distancia entre fragmentos de intervención no debe ser mayor a 62,5 metros. Esta cobertura tiene una extensión de 2840,01 ha en los municipios de Íquira, Nátaga y Teruel con porcentajes de ocupación del 77,15%, 0,37% y 22,48% respectivamente.

#### 3.1.3.2 Bosque fragmentado con vegetación secundaria

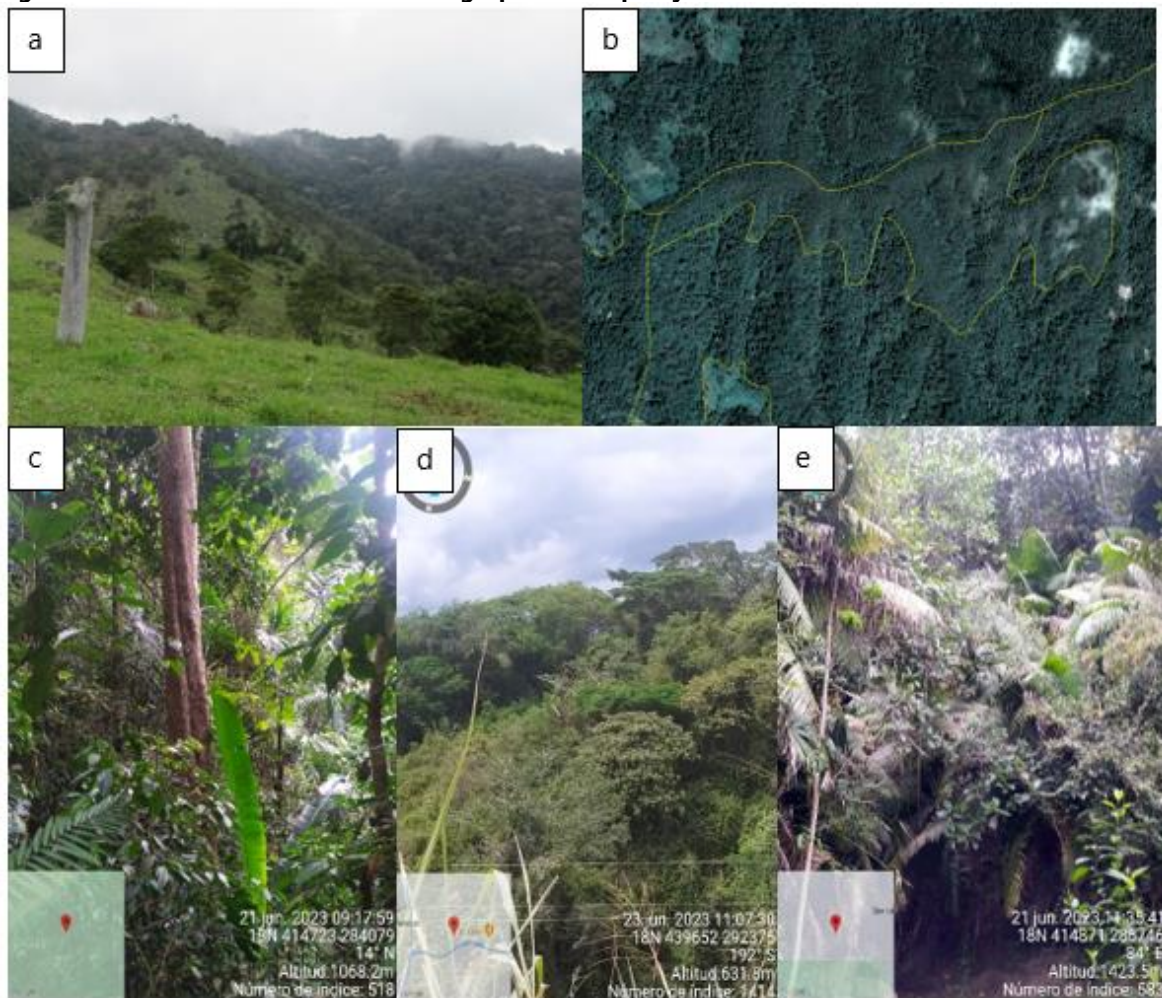
Comprende los territorios cubiertos por bosques naturales donde se presentó intervención humana y recuperación del bosque, de tal manera que el bosque mantiene su estructura original. Las áreas de intervención están representadas en zonas de vegetación secundaria, las cuales se observan como parches de variadas formas que se distribuyen de forma irregular en la matriz de bosque. Su origen es debido al abandono de áreas de pastos y cultivos, donde ocurre un proceso de regeneración natural del bosque en los primeros estados de sucesión vegetal. Los parches de intervención deben representar entre 5% y 50% del área total de la unidad. La distancia entre fragmentos de intervención no debe ser mayor a 62,5 metros. Esta cobertura tiene una extensión de 309,90 ha distribuida en municipios de Íquira, Teruel y Tesalia representados por porcentajes del 17,14%, 74,71% y 8,15% respectivamente.

#### 3.1.4 Bosque de galería y ripario

Se refiere a las coberturas constituidas por vegetación arbórea ubicada en las márgenes de cursos de agua permanentes o temporales. Este tipo de cobertura está limitada por su amplitud, ya que bordea los cursos de agua y los drenajes naturales. Cuando la presencia de estas franjas de bosques ocurre en regiones de sabanas se conoce como bosque de galería o cañadas, las otras franjas de bosque en cursos de agua de zonas andinas son conocidas como bosque ripario. Esta cobertura tiene una extensión de 8996,48 ha, localizada en Íquira, Nátaga, Teruel, Tesalia y Yaguará en ocupación referida por los porcentajes 30,25%, 4,50%, 19,85%, 19,33% y 26,07% respectivamente.



**Figura 12.10. Patrones de coberturas del grupo 3 - Bosques y áreas seminaturales**



a) Bosque denso alto de tierra firme, b) Bosque denso bajo de tierra firme, c) Bosque abierto alto, d) Bosque abierto alto de tierra firme y e) Bosque de galería y ripario

### 3.1.5. Plantación forestal

Son coberturas constituidas por plantaciones de vegetación arbórea, realizada por la intervención directa del hombre con fines de manejo forestal. En este proceso se constituyen rodales forestales, establecidos mediante la plantación y/o la siembra durante el proceso de forestación o reforestación, para la producción de madera (plantaciones comerciales) o de bienes y servicios ambientales (plantaciones protectoras). Esta cobertura tiene una extensión de 169,44 ha y puede ser identificada en los municipios de Íquira y Yaguará en porcentajes de ocupación respectivamente del 69,01% y 30,99%.

#### 3.1.5.1. Plantación de coníferas

Cobertura compuesta exclusivamente por plantas pertenecientes a las gimnospermas (árboles y arbustos) de tronco recto, ramas horizontales, de forma cónica, hojas perennes, en forma de escamas o agujas, flores unisexuales y fruto en forma de piña. Esta cobertura

tiene una extensión de 26,00 ha donde Íquira y Teruel son los municipios donde se localizó con porcentajes de 4,19% y 95,81% respectivamente.

#### 3.2.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme

Corresponde a una cobertura natural constituida por un herbazal denso, el cual se desarrolla en áreas que no están sujetas a períodos de inundaciones, las cuales pueden presentar o no elementos arbóreos y/o arbustivos dispersos. Esta cobertura tiene una extensión de 188,34 ha encontradas en los municipios de Nátaga y Tesalia con porcentajes de ocupación del 2,07% y 97,93% respectivamente.

##### 3.2.1.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado

Corresponde a una cobertura natural constituida por un herbazal denso de tierra firme, donde no existe presencia de elementos arbóreos y/o arbustivos, o en caso de existir en ningún caso representarán más de 2% del área total de la unidad. Se localizan principalmente en áreas con limitaciones de suelos y de clima, como la altillanura de la Orinoquía, y las zonas de páramo y subpáramo de la alta montaña. Esta cobertura tiene una extensión de 1259,57 ha de los municipios que corresponden a Íquira, Nátaga, Teruel, Tesalia y Yaguará con una ocupación del 37,60%, 6,73%, 21,51%, 29,50% y 4,66% respectivamente.

##### 3.2.1.1.1.2 Herbazal denso de tierra firme arbolado

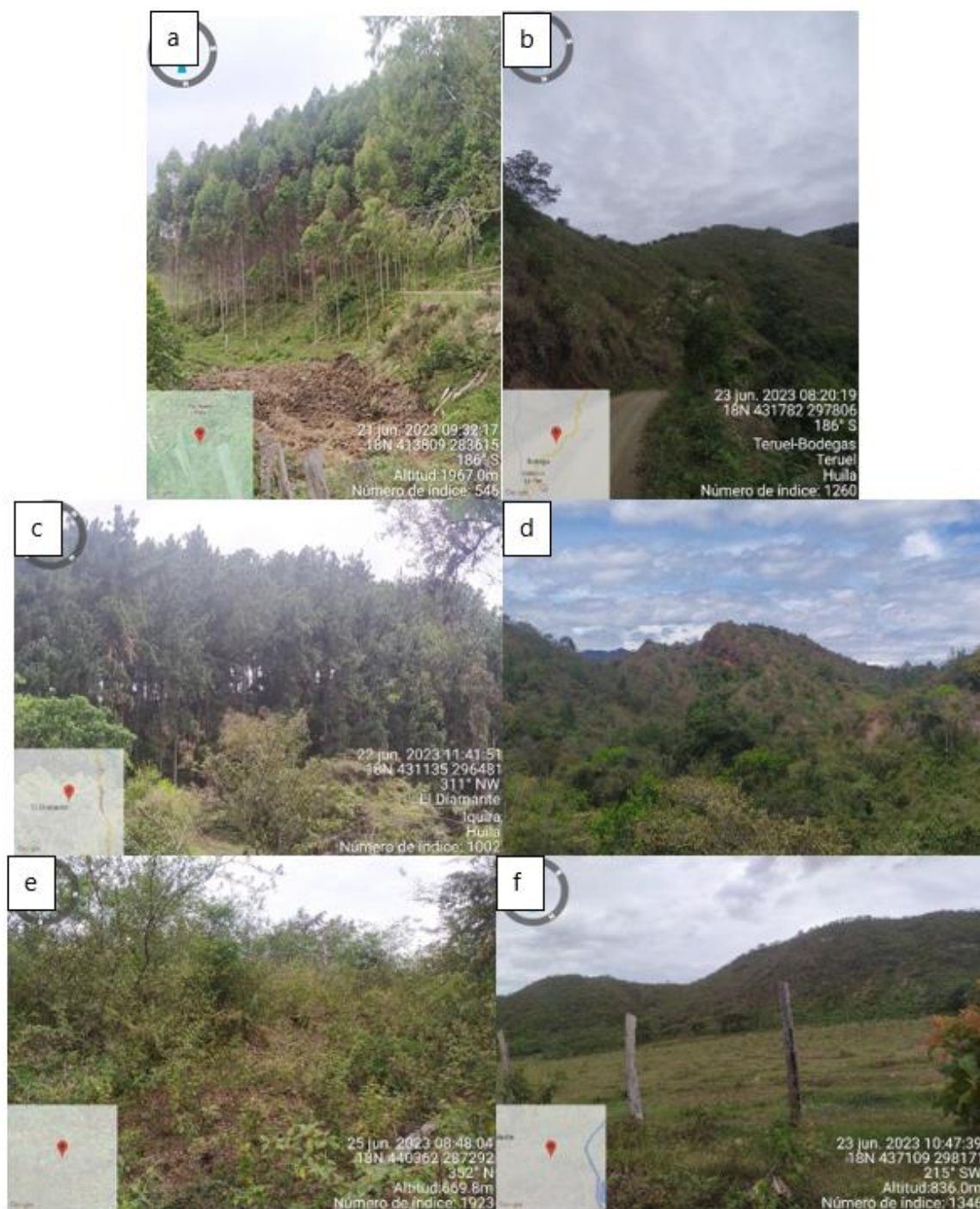
Corresponde a superficies dominadas por vegetación natural herbácea con presencia de elementos arbóreos y/o arbustivos dispersos que ocupan entre 2% y 30% del área total de la unidad, los cuales se localizan en áreas con limitantes edáficos, generalmente en alturas entre 300 a 800 msnm, así como en las zonas de páramo y subpáramo de la alta montaña. Esta cobertura tiene una extensión de 1154,74 ha, se encuentra en Íquira, Nátaga, Teruel, Tesalia y Yaguará con porcentajes representativos de ocupación del 48,28%, 0,57%, 28,37%, 1,25% y 21,53% respectivamente.

##### 3.2.1.1.1.3 Herbazal denso de tierra firme con arbustos

Corresponde a superficies dominadas por vegetación natural herbácea con presencia de elementos arbustivos dispersos que ocupan entre 2% y 30% del área total de la unidad, los cuales se localizan principalmente en áreas con limitantes edáficas y climáticas, generalmente en alturas entre 300 a 800 msnm, así como en las zonas de páramo y subpáramo de la alta montaña. Esta cobertura tiene una extensión de 2765,78 ha que se reparte en los municipios de Íquira, Nátaga, Teruel, Tesalia y Yaguará con porcentajes de ocupación del 25,95%, 3,30%, 14,66%, 30,25% y 25,84% respectivamente.



**Figura 12.11. Patrones de plantación forestal**



a) Plantación forestal, b) Herbazal denso de tierra firme no arbolado, c) Plantación de coníferas, d) Herbazal denso de tierra firme arbolado; e) Herbazal abierto y f) Herbazal denso de tierra firme con arbustos.

#### 3.2.1.1.2.1.1 Herbazal denso inundable no arbolado

Corresponde a aquellas superficies dominadas por vegetación natural herbácea con cobertura mayor a 70% del área total de la unidad, en suelos permanentemente sobresaturados, que durante los periodos de lluvia (4-8 meses al año en la temporada de lluvias de abril a noviembre) pueden estar cubiertos por una lámina de agua. Puede presentar algunos elementos arbóreos en forma de parches o matas de monte y áreas con comunidades de palmas o 'morichales', dispersos, que en ningún caso superan el 2%, y que pueden estar rodeados de áreas de bosques riparios. Esta cobertura tiene una extensión de 10,47 ha que encontramos en algunos sectores aledaños al embalse de Betania en el municipio de Yaguará.

#### 3.2.1.2 Herbazal abierto

Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente herbáceos desarrollados en forma natural en diferentes sustratos, los cuales forman una cobertura abierta (30% a 70% de ocupación). Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original ni sus características funcionales (IGAC, 1999). Esta cobertura tiene una extensión de 835,54 ha presente en los municipios de Íquira, Nátaga, Tesalia y Yaguará con ocupaciones del 40,63%, 6,68%, 32,03% y 20,66% respectivamente.

#### 3.2.1.2.2 Herbazal abierto rocoso

Corresponde a las áreas dominadas por vegetación natural herbácea abierta que presentan una cobertura entre 30% y 70%. En ningún caso se pueden presentar elementos arbóreos. Se desarrollan sobre áreas de sustratos predominantemente rocosos y pedregosos que no retienen humedad. Esta cobertura tiene una extensión de 6288,89 ha en los municipios de Íquira, Teruel, Tesalia y Yaguará representando una ocupación del 6,11%, 4,61%, 37,11% y 52,16% en el orden dado.

#### 3.2.2.1 Arbustal denso

Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbustivos, los cuales forman un dosel irregular, el cual representa más de 70% del área total de la unidad. La unidad puede contener elementos arbóreos dispersos. Esta formación vegetal no ha sido intervenida o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y sus características funcionales (IGAC, 1999). Esta cobertura tiene una extensión de 4009,16 ha presente en los municipios de Íquira, Nátaga, Teruel, Tesalia y Yaguará representando una ocupación del 23,52%, 0,50%, 4,46%, 19,01% y 52,51% en el orden dado.

#### 3.2.2.2 Arbustal abierto

Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos arbustivos regularmente distribuidos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) discontinuo y cuya cubierta representa entre 30% y 70% del área total de la unidad. Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura



original y las características funcionales. Esta cobertura tiene una extensión de 6490,65 ha en los municipios de Íquira, Teruel, Tesalia y Yaguará con una ocupación del 13,54%, 1,83%, 37,52% y 47,12% en el orden dado.

### 3.2.3.1 Vegetación secundaria alta

Son aquellas áreas cubiertas por vegetación principalmente arbórea con dosel irregular y presencia ocasional de arbustos, palmas y enredaderas, que corresponde a los estadios intermedios de la sucesión vegetal, después de presentarse un proceso de deforestación de los bosques o aforestación de los pastizales. Se desarrolla luego de varios años de la intervención original, generalmente después de la etapa secundaria baja. Según el tiempo transcurrido se podrán encontrar comunidades de árboles formadas por una sola especie o por varias. Esta cobertura tiene una extensión de 1439,77 ha en los municipios de Íquira, Nátaga, Teruel, Tesalia y Yaguará con un porcentaje de ocupación del 41,09%, 3,72%, 17,36%, 15,71% y 22,11% en el orden dado.

### 3.2.3.2 Vegetación secundaria baja

Son aquellas áreas cubiertas por vegetación principalmente arbustiva y herbácea con dosel irregular y presencia ocasional de árboles y enredaderas, que corresponde a los estadios iniciales de la sucesión vegetal después de presentarse un proceso de deforestación de los bosques o a forestación de los pastizales. Se desarrolla posterior a la intervención original y, generalmente, están conformadas por comunidades de arbustos y herbáceas formadas por muchas especies. La vegetación secundaria comúnmente corresponde a una vegetación de tipo arbustivo y herbáceo de ciclo corto, con alturas que no superan los cinco metros y de cobertura densa. Por lo general corresponde con una fase de colonización de inductores pre climáticos, donde especies de una fase más avanzada se establecen y comienzan a emerger. Esta cobertura tiene una extensión de 885,62 ha en los municipios de Íquira, Nátaga, Teruel, Tesalia y Yaguará, ocupando según en el orden dado los porcentajes del 20,09%, 1,31%, 33,90%, 4,80% y 39,90%.

### 3.3.1.1 Playas

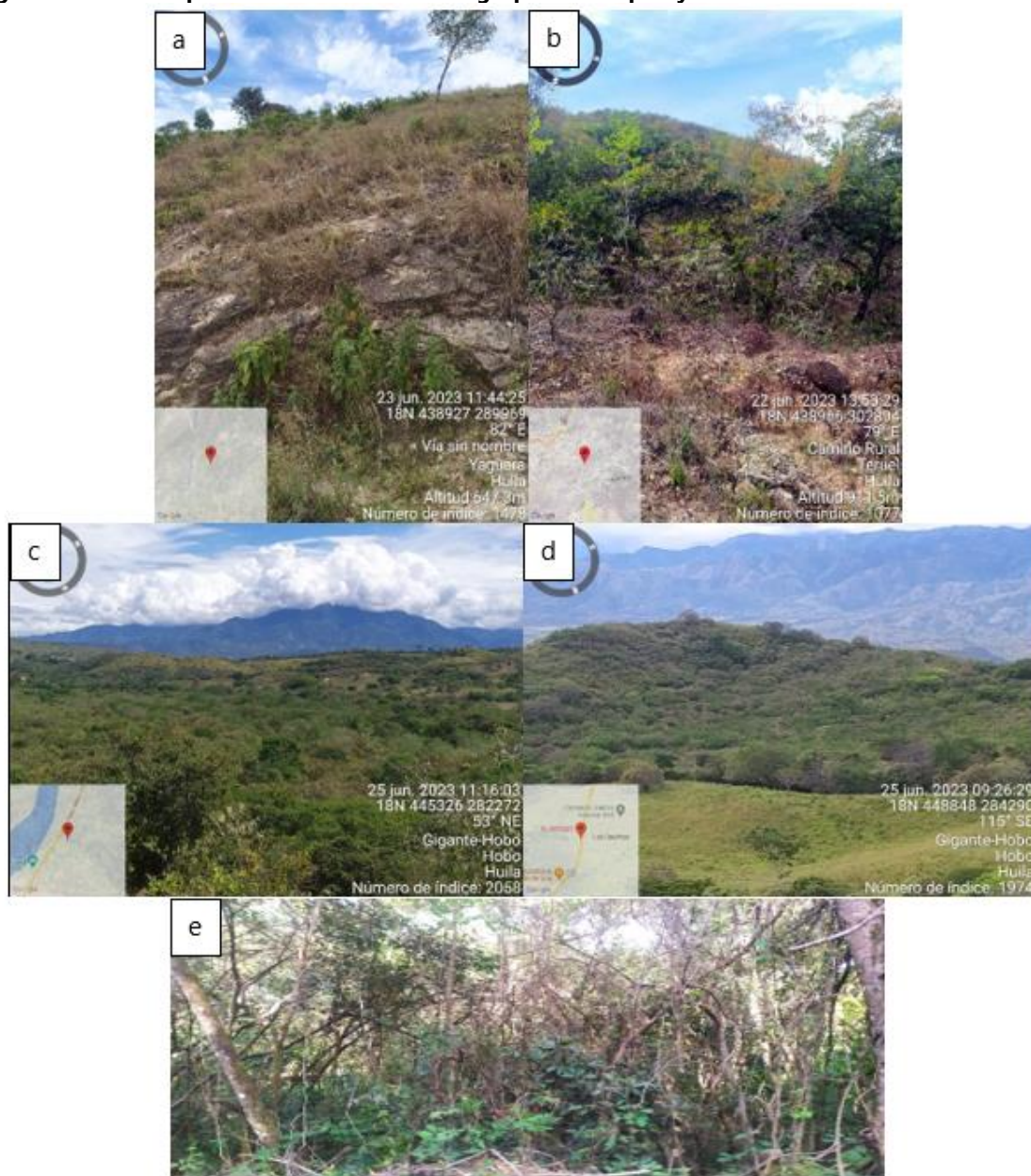
Son terrenos bajos y planos constituidos principalmente por suelos arenosos y pedregosos, tipo playas litorales o playas de ríos; por lo general desprovistos de vegetación o cubiertos por una vegetación de arbustal ralo y bajo. Esta cobertura tiene una extensión de 39,11 ha en los municipios de Íquira, Tesalia y Yaguará con porcentajes de ocupación del 16,84%, 26,76% y 56,40% en el orden dado.

### 3.3.2 Afloramientos rocosos

Son áreas en las cuales la superficie del terreno está constituida por capas de rocas expuestas, sin desarrollo de vegetación, generalmente dispuestas en laderas abruptas, formando escarpes y acantilados; así como zonas de rocas desnudas relacionadas con la actividad volcánica o glaciaria. Asociados con los afloramientos rocosos se pueden encontrar depósitos de sedimentos finos y gruesos, de bloques o de cenizas. Esta cobertura tiene una

extensión de 825,62 ha en los municipios de Íquira, Tesalia y Yaguará con porcentajes de ocupación del 8,33%, 62,47% y 29,20% respectivamente.

**Figura 12.12. Cinco patrones de coberturas del grupo 3 - Bosques y áreas seminaturales**



a) Herbazal abierto rocoso, b) Arbustal abierto, c) Arbustal denso, d y e) Vegetación secundaria alta

### 3.3.3.1 Tierras erosionadas

Cobertura compuesta mayormente por superficie de terreno con vegetación muy escasa o desprovista de ella, donde se presentan procesos naturales o antrópicos de degradación tipo erosión en cualquiera de sus tipos y formas. Esta cobertura tiene una extensión de

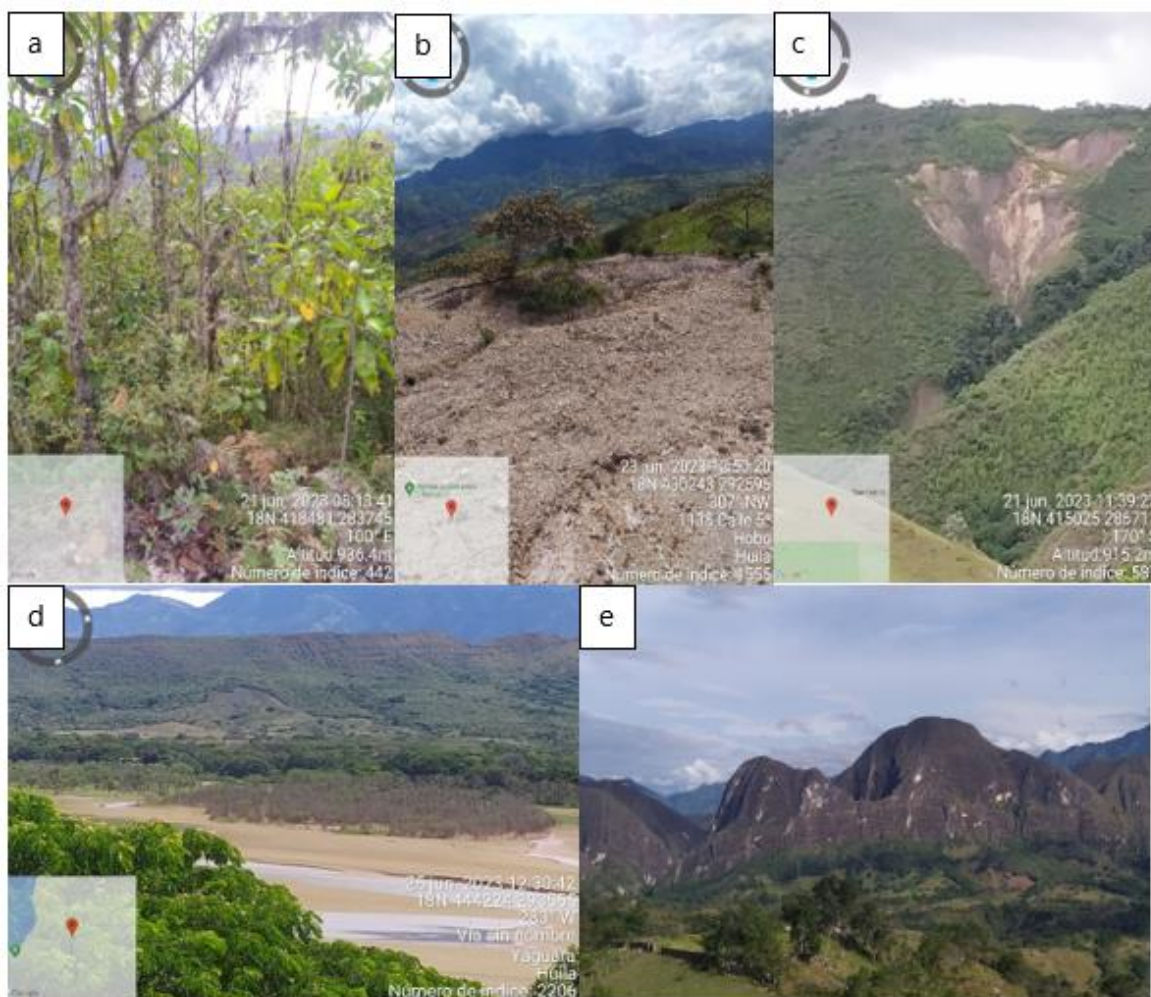


456,58 ha que se encuentra en los municipios de Íquira, Nátaga, Tesalia y Yaguará con un área representativa del 20,71%, 0,04%, 38,99% y 40,25% en el orden dado.

### 3.3.3.2 Remoción en masa

Cobertura compuesta mayormente por superficie de terreno con vegetación muy escasa o desprovista de ella, donde se presentan procesos naturales o antrópicos de degradación tipo remoción en masa. Esta cobertura tiene una extensión de 91,26 ha representado en los municipios de Íquira, Tesalia y Yaguará con una ocupación del 13,54%, 72,01% y 14,45% en el orden dado.

**Figura 12.13. Patrones de cobertura del grupo 3 - Bosques y áreas seminaturales**



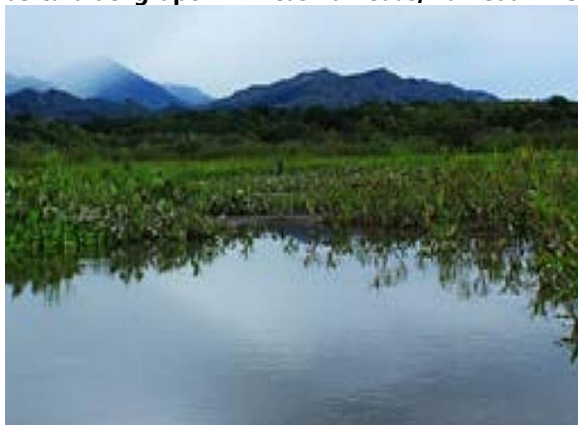
a) Vegetación secundaria baja, b) Tierras erosionadas, c) Remoción en masa, d) Playas y e) Afloramientos rocosos.

#### **12.1.2.6. Grupo 4 Áreas Húmedas**

##### **4.1.1 Zonas pantanosas**

Esta cobertura comprende las tierras bajas, que generalmente permanecen inundadas durante la mayor parte del año, pueden estar constituidas por zonas de divagación de cursos de agua, llanuras de inundación, antiguas vegas de divagación y depresiones naturales donde la capa freática aflora de manera permanente o estacional. Comprenden hondonadas donde se recogen y naturalmente se detienen las aguas, con fondos más o menos cenagosos. Dentro de los pantanos se pueden encontrar cuerpos de agua, algunos con cobertura parcial de vegetación acuática, con tamaño menor a 1.56 ha, y que en total representan menos de 30% del área total del pantano. Hace parte de esta cobertura el humedal El Cementerio. Esta cobertura tiene una extensión de 155,57 ha y se localiza principalmente en la parte oriental de la cuenca, cerca al límite con el río Magdalena, en los municipios de Tesalia y Yaguará con una ocupación representativa del 3,39% y 96,61%.

**Figura 12.14. Patrón de cobertura del grupo 4 - Áreas húmedas, humedal El Cementerio**



Fuente: Fundación Humedales – enel Emgesa, 2019

#### **12.1.2.7. Grupo 5 Superficies de Agua**

##### **5.1.1 Ríos (12.5 m)**

Un río es una corriente natural de agua que fluye con continuidad, posee un caudal considerable y desemboca en el mar, en un lago o en otro río. Se considera como unidad mínima cartografiada aquellos ríos que presenten un ancho del cauce mayor o igual a 12.5 metros. Esta cobertura tiene una extensión de 420,70 ha y atraviesa las jurisdicciones de los municipios de Íquira, Nátaga, Teruel, Tesalia y Yaguará con porcentajes de ocupación del 37,19%, 0,08%, 10,64%, 24,02% y 28,06% respectivamente.



#### 5.1.2 Lagunas, lagos y ciénagas naturales

Superficies o depósitos de agua naturales de carácter abierto o cerrado, dulce o salobre, que pueden estar conectadas o no con un río o con el mar. En las planicies aluviales se forman cuerpos de agua denominados ciénagas, que están asociadas con las áreas de desborde de los grandes ríos. Las ciénagas pueden contener pequeños islotes arenosos y lodosos, de formas irregulares alargadas y fragmentadas, de pequeña área, los cuales quedan incluidos en el cuerpo de agua siempre que no representen más de 30% del área del cuerpo de agua. Esta cobertura tiene una extensión de 11,56 ha que se encuentra en los municipios de Tesalia y Yaguará con una ocupación del 58,66% y 41,34% en el orden dado.

#### 5.1.4 Cuerpos de agua artificiales

Esta cobertura comprende los cuerpos de agua de carácter artificial, que fueron creados por el hombre para almacenar agua usualmente con el propósito de generación de electricidad y el abastecimiento de acueductos, aunque también para prestar otros servicios tales como control de caudales, inundaciones, abastecimiento de agua, riego y con fines turísticos y recreativos. Esta cobertura tiene una extensión de 33,63 ha presente en los municipios de Íquira, Tesalia y Yaguará con una representatividad del 3,75%, 7,15% y 89,10% respectivamente.

##### 5.1.4.1. Embalses

Cobertura compuesta normalmente por un cuerpo de agua de carácter artificial, que fue creado por el hombre para el almacenamiento de agua para generación eléctrica, abastecimiento de acueductos y que eventualmente puede servir para el control de caudales, inundaciones, riego o fines recreativos y turísticos. Esta cobertura tiene una extensión de 16,37 ha y es referida al embalse de Betania, municipio de Yaguará.

##### 5.1.4.3. Estanques para acuicultura continental

Cobertura compuesta por cuerpos de agua de carácter artificial, que fueron creados por el hombre para el desarrollo de acuicultura de tipo recreativo o comercial. Esta cobertura tiene una extensión de 129,03 ha presente en los municipios de Íquira, Teruel, Tesalia y Yaguará con porcentajes de ocupación del 25,36%, 22,10%, 3,89% y 48,65% respectivamente.

**Figura 12.15. Cuatro patrones de coberturas del grupo 5 - Superficies de agua**



a) Ríos, b) Lagunas, lagos y ciénagas naturales, c) Embalses y d) Estanques para acuicultura continental.

### 12.1.3. Conclusiones

En términos muy generales se puede afirmar que la cuenca se encuentra intervenida en un 49,08%; las áreas que puede hacer frente a estos procesos de intervención y que aportan a los servicios eco sistémicos ocupan 48,5%, el restante 2,42% corresponde a áreas abiertas o con poca vegetación, cuerpos de agua, etc.

Las áreas de bosques ocupan el 20,18% (18049,37 ha), mientras que las áreas de vegetación herbácea y/o arbustiva tiene una extensión del 28,32% (25329,23 ha); aun cuando parece alta la cifra de espacios verdes, lo cierto es que la vegetación herbácea y en ocasiones la arbustiva tienen usos ganaderos por lo que hay un 13,98% (12506,73 ha) que está entrando y saliendo de esa cuenta de áreas sin intervención.

El café es el cultivo agrícola más extendido, se identificó el 2,65% (2371,86 ha) de la cuenca, como áreas con extensiones superiores a los 1.56 ha (cobertura individual); sin embargo, la

presencia de este en los mosaicos (se exceptúa el 2.4.4. y derivados) que se encuentran localizados arriba de los 1100 m.s.n.m., es aproximadamente entre el 60 y el 70% del mosaico, es decir se calcula una presencia de café de 2483 ha en los mosaicos, lo que sugiere un total de 4854,86 ha.

En cuanto a los pastos utilizados en la ganadería, el manejo es totalmente extensivo, aun en predios con buena tecnificación; se identificaron en pastos limpios 23709,67 ha, pastos arbolados 2264,57 ha y pastos enmalezados 2864,33 ha, en conjunto 28838,57 ha que representan el 32.25% de la cuenca.

La composición de los mosaicos relacionados con cultivos (2.4.1, 2.4.2, 2.4.3 y 2.4.5) es muy variada y se encuentra relacionada con la posición altitudinal; hay una fuerte dominancia del café en la franja entre los 1200 y 1800 m.s.n.m.; los ubicados abajo de los 1300 m.s.n.m. domina la presencia de cacao; sin embargo, todos ellos presentan acompañamiento de cultivos de pancoger como yuca, plátano, maíz o caña.

La posición geográfica junto con la variedad altitudinal y la humedad ambiental, imprimen a la cuenca un alto potencial para el desarrollo de una gama amplia de cultivos, desde los que garantizan la seguridad alimentaria de sus pobladores, como los de carácter comercial; esta oferta de climas secos y húmedos también puede convertirse en una amenaza en tiempos de la variabilidad climática puesto que pueden intensificar la sequía colocando en riesgo a sus pobladores. Por ello se hace necesaria la conservación de las coberturas naturales que garanticen la regulación hidrológica en todos los pisos altitudinales.

## **12.2. Usos de la Tierra**

La identificación de los usos de la tierra se sustenta sobre la base de las coberturas presentes en ella; por ejemplo, si se identifica una cobertura de café, maíz o arroz se puede inferir sin posibilidad de error, que estamos frente a un uso agrícola, más en detalle, podemos decir que hay cultivos permanentes o transitorios de carácter intensivo o semintensivo. La identificación de los usos, nos permite evaluar a través de un proceso de contraste el grado de conflicto presente. No obstante, la aproximación a los usos actuales dados a la cobertura, se da cuando se hace el trabajo de campo, el cual permite interactuar con los diferentes actores que hacen uso del recurso tierra.

Es importante aclarar que el uso referido en este numeral hace referencia al estado de utilización dada a la tierra, no representa en ningún momento al estado legal de ella, por ejemplo, cuando se compra un predio para conservación, protección, restauración, rehabilitación o cualquier otra figura, el uso dado no representa tal configuración mientras no se desarrolle en el predio tales acciones en busca de alcanzar la figura por la cual fue comprado.

Según lo considerado inicialmente por (IGAC - CORPOICA, 2002) y posteriormente por (IGAC, 2005), la metodología para la asignación de usos de la tierra presenta dos niveles categóricos, llamados el grupo de uso (categoría mayor) y el uso actual (categoría menor).

En la metodología se tienen identificados diez grupos de uso mayor, ligados especialmente a las áreas rurales; en el caso de desarrollo de actividades urbanas, estas se localizan en el grupo de asentamientos; en la Tabla 12.3 podemos observar el listado de grupos de uso considerados en la metodología.

**Tabla 12.3. Grupos de uso de la tierra**

<b>CÓDIGO GDB</b>	<b>GRUPO DE USO</b>
30101	Agricultura
30102	Agroforestal
30103	Ganadería
30104	Forestal
30105	Conservación
30106	Asentamiento
30107	Infraestructura
30108	Minería
30109	Sitios de disposición de materiales de desecho
30110	Cuerpos de Agua Naturales

Fuente: Modelo de datos geográfico para plan de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas (pomca), (MADS - Fondo Adaptación, 2016)

A continuación, se presentan algunas definiciones de las categorías señaladas en la tabla anterior:

- Agricultura: Área donde se desarrolla un conjunto de actividades y conocimientos, destinados a cultivar la tierra y cuya finalidad es obtener productos vegetales (como verduras, frutos, granos y pastos) para la alimentación del ser humano y del ganado.
- Agroforestal: Espacio donde se desarrollan en conjunto actividades agrícolas y forestales.
- Ganadería: Tierras donde se desarrollan actividades o infraestructura para la cría de ganado vacuno o su explotación y comercio.
- Forestal: Tierras dedicadas a las actividades para la producción comercial de especies arbóreas o arbustivas maderables.
- Conservación: Tierras dedicadas a la protección, preservación o restauración de los recursos naturales o bienes y servicios ecosistémicos.
- Infraestructura: Áreas dedicadas al establecimiento de obras o infraestructuras como redes viales, redes domiciliarias, etc.
- Asentamiento: Es el establecimiento de un conglomerado demográfico, con el conjunto de sus sistemas de convivencia, en un área físicamente localizada, considerando dentro de la misma los elementos naturales y las obras materiales que lo integran.



- Cuerpos de agua naturales: Espacios ocupados por cauces, lagunas, lagos, glaciares, ríos, etc.

Aun cuando en las cuencas hidrográficas se presenta una dominancia del sector rural, en ellas se desarrolla una diversidad de usos, los cuales se han tratado de compilar, por este desarrollo metodológico, en la base de datos de la presente cuenca. La base de datos cuenta con al menos treinta usos actuales (ver Tabla 12.4), sin embargo es posible incorporar otros usos según las necesidades del usuario; es importante precisar que del listado, los primeros diez usos actuales son contrastados con el uso máximo propuesto a partir de la Capacidad de uso de las tierras para establecer el grado de conflicto a la cual está expuesta.

**Tabla 12.4. Usos actuales de la tierra**

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
30201	Cultivos transitorios intensivos (CTI)	30218	Industrial
30202	Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS)	30219	Transporte
30203	Cultivos permanentes intensivos (CPI)	30220	Servicios
30204	Cultivos permanentes semi-intensivos (CPS)	30221	Recreacional
30205	Pastoreo intensivo (PIN)	30222	Comercial
30206	Pastoreo semi-intensivo (PSI)	30223	Metales, radiactivos
30207	Pastoreo extensivo (PEX)	30224	Minerales energéticos
30208	Sistemas agrosilvícolas (AGS)	30225	Piedras preciosas
30209	Sistemas agrosilvopastoriles (ASP)	30226	Materiales de construcción
30210	Sistemas silvopastoriles (SPA)	30227	Minerales no metálicos
30211	Sistema forestal productor (FPD)	30228	Disposición de materiales sólidos
30212	Sistemas forestales protectores (FPR)	30229	Disposición de materiales líquidos
30213	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE)	30230	Cuerpos de Agua Naturales
30214	Protección	30231	Eriales
30215	Producción-protección	30232	Zoocultura
30216	Piscicultura	30233	Sin uso
30217	Residencial		

Fuente: Modelo de datos geográfico para plan de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas (pomca), (MADS - FondoAdaptación, 2016)

Con respecto a los usos actuales, estos pueden presentarse de manera individual o combinada; la mayoría de usos por si solos explican su origen y finalidad, pero otros pocos requieren su asociación con el grupo de uso. A continuación, se presenta la definición de algunos de los usos actuales más comúnmente identificados en las áreas rurales colombianas:

- Cultivos Permanentes Intensivos (CPI): Tierras con cultivos de ciclo de vida mayor de un año, que presentan continua producción o varias cosechas al año.

- Cultivos Permanentes Semi-intensivos (CPS): Tierras dedicadas a cultivos de ciclo de vida mayor de un año, que presentan una sola cosecha. Adicionalmente se utiliza el arado del lote o en su defecto el ahoyado como práctica de siembra.
- Cultivos transitorios intensivos (CTI): Tierras con cultivos de un ciclo de vida menor de un año, por lo general se utiliza la remoción del suelo para su siembra dos o más veces al año.
- Pastoreo extensivo (PEX): Tierras dedicadas a la cría y/o sostenimiento de ganado vacuno; se desarrolla bajo programas de ocupación de potreros con baja y muy baja capacidad de carga, generalmente menor de una res por cada dos hectáreas.
- Sistemas silvopastoriles (SPA): Tierras donde se complementan simultáneamente las actividades forestal y ganadera.
- Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE): Las primeras forman parte de ecosistemas frágiles y estratégicos para la generación y la regulación del agua. Las segundas corresponden a tierras degradadas por procesos erosivos, de contaminación y sobreutilización por lo que requieren acciones de recuperación y rehabilitación.
- Sistema forestal productor (FPD): Sistemas forestales destinados a satisfacer la demanda industrial de productos derivados del bosque; este tipo de productos está relacionado con maderas, pulpas y materias primas farmacéuticas y de perfumería.

### 12.2.2. Resultados De Grupos de Usos y Usos Actuales

La cuenca del río Yaguará es eminentemente rural, caracterizada por el desarrollo de actividades de tipo pecuario y agrícola, en ella se identificaron 12 grupos de uso y 19 usos actuales, la gran mayoría de estos no se repite en los grupos, salvo actividades dedicadas al pastoreo extensivo (PEX) en áreas húmedas, eriales y de ganadería. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestran los usos organizados por grupo de uso y por uso actual con sus correspondientes áreas, porcentajes y promedio de longitud de las mismas; de igual manera se caracterizan y se relacionan en cada una de las categorías, el porcentaje representativo de ocupación en la cuenca y también se visualizan los usos de la tierra en la Figura 12.16

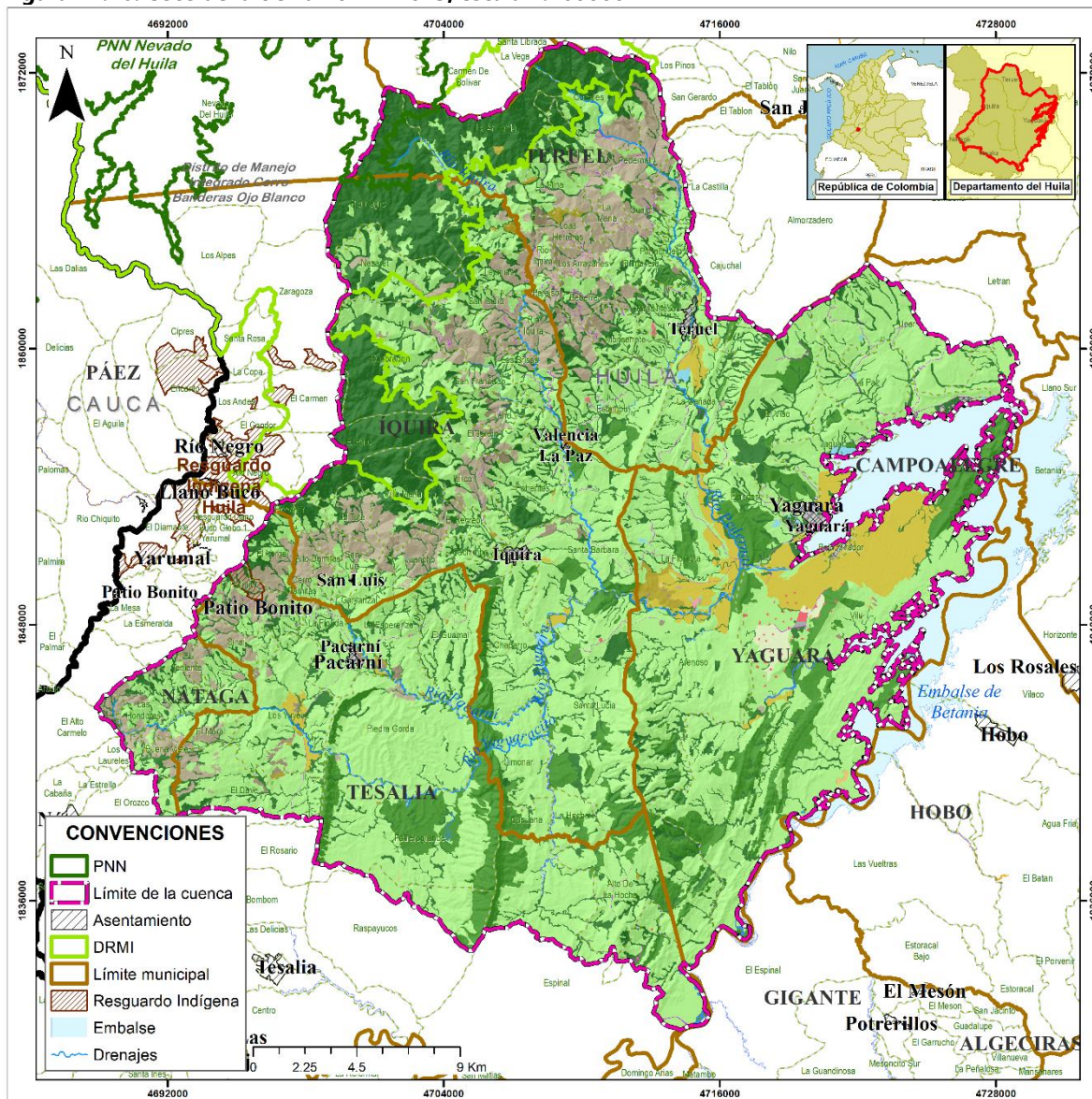
**Tabla 12.5. Grupo de uso y usos actuales, área en hectáreas, porcentaje**

GRUPO DE USO	USO ACTUAL	POLÍGONOS	AREA (ha)	AREA %	TOTAL ha/%
AGRICULTURA	Cultivos permanentes intensivos (CPI)	292	7400,01	8,27%	11520,86 12,88%
	Cultivos permanentes semi-intensivos (CPS)	64	656,23	0,73%	
	Cultivos transitorios intensivos (CTI)	62	3115,29	3,48%	
	Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS)	23	349,32	0,39%	
AGROFORESTAL	Sistemas agro silvícolas (AGS)	1	9,10	0,01%	9,1 0,01%
ÁREAS HÚMEDAS	Pastoreo extensivo (PEX)	12	155,57	0,17%	155,57 0,17%

GRUPO DE USO	USO ACTUAL	POLÍGONOS	AREA (ha)	AREA %	TOTAL ha/%
ASENTAMIENTO	Residencial	21	308,57	0,34%	308,57 0,34%
CONSERVACIÓN	Protección	203	8071,49	9,02%	27382,81 30,60%
	Sistemas forestales protectores (FPR)	727	19311,32	21,58%	
CUERPO DE AGUAS NATURALES	Cuerpos de Agua Naturales	29	432,26	0,48%	432,26 0,48%
ERIALES	Pastoreo extensivo (PEX)	128	1030,16	1,15%	1030,16 1,15%
FORESTAL	Sistemas forestales protectores (FPR)	17	195,44	0,22%	195,44 0,22%
GANADERÍA	Pastoreo extensivo (PEX)	1407	47526,57	53,12%	47772,08 53,39%
	Pastoreo semi-intensivo (PSI)	4	245,50	0,27%	
INFRAESTRUCTURA	Militar	1	10,28	0,01%	416,09 0,47%
	Recreacional	1	1,09	0,00%	
	Servicios	16	55,88	0,06%	
	Transporte	84	348,83	0,39%	
MINERÍA	Materiales de construcción	2	9,16	0,01%	84,33 0,09%
	Minerales energéticos	49	60,24	0,07%	
	Minerales no metálicos	2	14,93	0,02%	
PESCA	Piscicultura	20	169,34	0,19%	169,34 0,19%
<b>TOTAL GENERAL</b>		<b>3165</b>	<b>89476,61</b>	<b>100,00%</b>	

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.




















**Figura 12.16. Usos de la tierra 2022 - 2023, escala 1:160000**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



**Figura 12.17. Leyenda Usos de la tierra**

<b>LEYENDA</b>		
Color	Uso actual	Símbolo
	Cultivos permanentes intensivos (CPI)	 Protección
	Cultivos permanentes semi-intensivos (CPS)	 Cuerpos de Agua Naturales
	Cultivos transitorios intensivos (CTI)	 Minerales energéticos
	Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS)	 Minerales no metálicos
	Pastoreo semi-intensivo (PSI)	 Materiales de construcción
	Pastoreo extensivo (PEX)	 Militar
	Piscicultura	 Recreacional
	Sistemas agrosilvícolas (AGS)	 Residencial
	Sistemas forestales protectores (FPR)	 Servicios
		 Transporte

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Tabla 12.6. Caracterización y relación en función de las coberturas identificadas**

USO ACTUAL DE LA TIERRA	CARACTERIZACIÓN Y RELACIÓN DE COBERTURAS IDENTIFICADAS
Cultivos Permanentes Intensivos (CPI)	Representa el 8,27% de actividades dedicadas a la agricultura, su ciclo de vida se estima mayor a un año, ocupando un área de 7400 ha, coberturas representativas son mosaico de cultivos y espacios naturales, café, etc.
Cultivos Permanentes Semi-intensivos (CPS)	Representa tan solo el 0,73% de actividades constituidas en 64 polígonos de uso actual, con un área de 656,2 ha y coberturas como Vegetación secundaria baja, Mosaico de cultivos y espacios naturales, Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales.
Cultivos Transitorios Intensivos (CTI)	Estos cultivos de uso actual representan el 3,48% ocupando un área correspondiente a 3115,3 ha, integrada por la cobertura de arroz.
Cultivos Transitorios Semi-intensivos (CTS)	Representa solo el 0,39% en comparación con los otros cultivos que se encuentran dentro de las actividades dedicadas a la agricultura; tiene un área representativa de 349,3 ha en coberturas como Mosaico de cultivos y espacios naturales, Mosaico de cultivos, Herbazal denso de tierra firme no arbolado, etc..
Pastoreo Semi-intensivo (PSI)	Representa el 0,27% de las áreas dedicadas actividades de ganadería con un área de 245,5 ha, como cobertura representativa está Pastos limpios y Pastos arbolados.
Pastoreo Extensivo (PEX)	Las principales coberturas relacionadas son Pastos limpios, Herbazal abierto rocoso, Arbustal abierto, Pastos enmalezados, etc.. Ocupa el 54,44% del área, correspondiente a 48682,6 ha. Este uso es el más representativo y el de mayor impacto dentro de los espacios que ocupa en la cuenca.

USO ACTUAL DE LA TIERRA	CARACTERIZACIÓN Y RELACIÓN DE COBERTURAS IDENTIFICADAS
Sistemas Agrosilvícolas (AGS)	Representa el 0,010% dentro de la cuenca y se relaciona directamente con la cobertura cultivos agroforestales tiene un área de ocupación de tan solo 9,1 ha.
Sistemas Forestales Protectores (FPR)	Relacionado con las coberturas de Bosque de galería y/o ripario, Bosque fragmentado con pastos y cultivos, Bosque abierto alto de tierra firme, Bosque denso alto de tierra firme, etc. Ocupa 19506.7 ha que corresponden al 21.8% de la cuenca.
Protección	Ocupa el 9,02% de la cuenca con 8071,49 ha y está representado por coberturas como Arbustal abierto, Herbazal abierto rocoso, Arbustal denso, Vegetación secundaria baja, etc, que al momento de su revisión en campo indican la conservación de la cobertura, sin un uso.
Otros Usos actuales	Piscicultura= 169,3 ha (0,19%)
	Cuerpos de Agua Naturales= 427,7 ha (0,48%)
	Minerales Energéticos= 60,2 ha (0,07%)
	Minerales no Metálicos= 14,9 ha (0,02%)
	Materiales de Construcción= 9,2 ha (0,010%)
	Militar= 10,3 ha (0,011%)
	Recreacional= 1,1 ha (0,001%)
	Residencial= 308,6 ha (0,34%)
	Servicios= 55,4 ha (0,06%)
	Transporte= 348,8 ha (0,39%)
Nota: Otros usos actuales está integrado por usos de pequeñas extensiones que representan coberturas relacionadas con actividades antrópicas, servicios o funciones en el ecosistema, por ejemplo playas, tejido urbano continuo y discontinuo, red vial, explotaciones mineras, etc.	

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### 12.2.2.2. Cultivos Permanentes Intensivos

Cultivos con ciclo de vida mayor de un año que requieren para su establecimiento alta inversión de capital, adecuada tecnología y mano de obra calificada. No necesitan laboreo frecuente del suelo, ni lo dejan desprovisto de cobertura vegetal por periodos largos de tiempo, Los suelos aptos para este tipo de cultivos deben ser bien a moderadamente bien drenados, planos a ligeramente quebrados con pendientes menores del 25%, puede ocurrir erosión ligera y la profundidad efectiva supera los 50 cm (moderada); la fertilidad oscila entre baja y alta; admiten poca pedregosidad e inundaciones ocasionales o menores de corta duración.

#### 12.2.2.3. Cultivos Permanentes Semi-intensivos

Tienen un ciclo de vida mayor de un año y requieren para su establecimiento inversión moderada de capital, tecnología adecuada y mano de obra calificada. Los suelos aptos para este tipo de uso deben tener las siguientes características: drenaje bueno a imperfecto, profundidad efectiva mayor de 25 cm, fertilidad baja o mayor, erosión moderada o menor, inundaciones ocasionales, pedregosidad moderada y salinidad ligera; el relieve puede ser quebrado con pendientes 50% o menores.

#### **12.2.2.4. Cultivos Transitorios Intensivos**

Cultivos con un ciclo de vida menor de un año que necesitan para su establecimiento alta inversión de capital, adecuada tecnología y mano de obra calificada. Requieren suelos bien drenados, con profundidad efectiva moderada o mayor (>50cm) y fertilidad media a alta; no debe ocurrir erosión, pedregosidad, salinidad o alcalinidad y las inundaciones o encharcamientos son raros.

#### **12.2.2.5. Cultivos Transitorios Semi-intensivos**

Tienen un ciclo de vida menor de un año y exigen para su establecimiento moderada o alta inversión de capital, adecuada tecnología y mano de obra calificada; generalmente las tierras no soportan una explotación intensiva o están expuestas a algún riesgo de deterioro. Requieren suelos bien a moderadamente drenados; rara vez se presentan inundaciones o encharcamientos; la profundidad efectiva es mayor a 25 cm, y el nivel de fertilidad varía de bajo a alto; no hay erosión, ni problemas de sales; puede ocurrir poca pedregosidad; el relieve es plano a moderadamente inclinado u ondulado con pendientes inferiores al 25%.

#### **12.2.2.6. Pastoreo Semi-intensivo**

Involucra la utilización de paquetes tecnológicos que aseguran moderados rendimientos en la explotación ganadera; se desarrolla el pastoreo bajo programas de ocupación de potreros con mediana capacidad de carga (generalmente mayor de una res por cada dos hectáreas); requiere moderadas prácticas de manejo, especialmente en lo relacionado con rotación de potreros, aplicación de fertilizantes, uso de ganado seleccionado y controles fitosanitarios adecuados; en consecuencia se necesita moderada o alta inversión de capital, moderada, tecnología y mano de obra calificada. Las condiciones edafológicas disminuyen en calidad lo suficiente para impedir una actividad ganadera intensiva; por ejemplo, el drenaje oscila entre bueno y pobre, la fertilidad entre baja y alta y la profundidad efectiva es mayor a 25 cm. Pueden ocurrir erosión ligera, inundaciones ocasionales; pedregosidad moderada y salinidad ligera.

#### **12.2.2.7. Pastoreo Extensivo**

Utiliza algunos paquetes que aseguran, al menos, mínimos rendimientos en la explotación ganadera; se desarrolla bajo programas de ocupación de potreros con baja y muy baja capacidad de carga, generalmente menor de una res por cada dos hectáreas; requiere prácticas de manejo, especialmente en lo relacionado con aplicación de fertilizantes y controles fitosanitarios adecuados. Las características que limitan el uso del suelo a pastoreo extensivo son la pendiente del terreno (25- 50%) y/o la baja productividad de las tierras. El drenaje oscila desde excesivo a pobre, la profundidad efectiva es mayor de 25 cm, pueden ocurrir inundaciones frecuentes, abundante pedregosidad y contenido medio de sales.

#### 12.2.2.8. **Sistemas Agrosilvícolas**

Corresponde a la combinación de cultivos transitorios y/o permanentes con especies forestales para producir alimentos en suelos muy susceptibles al deterioro generalmente por las pendientes fuertes en las que ocurren (hasta del 50%). El drenaje es bueno a imperfecto, pueden presentarse inundaciones ocasionales, pero la profundidad efectiva supera los 50 cm. Las opciones para establecer sistemas agrosilvícolas son varias: cultivos transitorios y bosque productor, cultivos transitorios y bosque protector productor, cultivos permanentes y bosque productor, cultivos permanentes y bosque protector-productor.

#### 12.2.2.9. **Sistemas Forestales Protectores**

Están destinados a la protección de las laderas contra procesos erosivos o al mantenimiento y desarrollo de la vegetación nativa, o a la conservación de especies maderables en vía de extinción, o como protección de recursos hídricos. En general, en estas áreas no se debe desarrollar ningún tipo de actividad económica.

#### 12.2.2.10. **Otros Usos actuales**

Las siguientes categorías complementan los usos mencionados, ocupan un espacio en la cuenca, pero por lo general no son evaluados para conflictos por uso de la tierra, entre ellos tenemos los siguientes.

- Piscicultura: Actividad dedicada a la producción de peces u otros organismos acuáticos.
- Protección: Áreas que cuentan principalmente con coberturas de índole herbazal, arbustal, vegetación secundaria baja, afloramientos rocosos o áreas arenosas tipo playas, a las cuales no se les ha asociado ningún tipo de uso, por lo que se asume que sus propietarios protegen estos espacios, ya sea para la conservación o recuperación del territorio. Este tipo de uso ocupa el tercer lugar en extensión con 8070,4 ha (9,02%).
- Cuerpos de agua: Espacios ocupados por masas de agua
- Minerales energéticos, no metálicos o materiales de construcción: Hacen referencia a la explotación minera a cielo abierto o de hidrocarburos y sus áreas asociadas.
- Militar: Infraestructura dedicada al desarrollo de actividades militares como batallones, baterías, cantones, etc.
- Recreacional: Espacios para el desarrollo de actividades recreativas o deportivas.
- Residencial: Infraestructura de viviendas agrupadas ya sean urbanas, suburbanas, centros poblados u otro tipo de agrupación.
- Servicios: Infraestructura para el almacenamiento, tratamiento o transporte de aguas limpias o servidas.
- Transporte: Infraestructura vial terrestre y áreas asociadas; las vías pueden ser de diferente nivel (primer orden, secundarias o terciarias).

#### 12.2.3. **Conclusiones**

- Como se evidencio desde las coberturas, la ganadería es la actividad económica que más hace presencia en la cuenca; no obstante, este sistema de producción se hace ineficiente cuando emplea el *pastoreo extensivo* como fundamento del proceso productivo. En su



gran mayoría no utiliza pastos introducidos, sino que acuden a las gramas nativas de la región y al ramoneo, en las tierras bajas especialmente afectadas por el clima seco.

- El *pastoreo extensivo* se representa en dos grupos de uso relacionados a conflictos por manejo de la tierra que actualmente se ve reflejado, siendo el caso de las Áreas Húmedas y los Eriales, que se caracterizan por su condición natural de brindar ciertos servicios eco sistémicos diferentes de actividades silvopastoriles extensivas, que impactan de manera contundente y representan el 54,44% de ocupación en la cuenca.
- El segundo gran uso es la agricultura, representada por los *cultivos permanentes intensivos* como café sin sombrío solo o asociado a plátano, yuca, caña u otro pan coger, y *cultivos transitorios intensivos*, que reúne a cultivos de arroz, maíz, piña o melón.
- El tercer grupo es representado por la conservación que involucra coberturas boscosas en buen y relativo estado de conservación; hacen parte de ella los *sistemas forestales protectores*, ya mencionada su descripción anteriormente y, *protección* que son áreas donde sus propietarios protegen estos espacios naturales.
- Dentro de las coberturas con potencialidad de expansión e impacto positivo para la conservación de áreas naturales nativas de la cuenca se encuentran los sistemas forestales protectores que cumplen un papel fundamental en la protección de las laderas contra procesos erosivos o al mantenimiento y desarrollo de la vegetación nativa, o a la conservación de especies maderables en vía de extinción, o como protección de recursos hídricos, representando el 21,8% de ocupación en la cuenca.

### 12.3. Análisis Multitemporal de las Coberturas de la Tierra

En este numeral se recogen varios de los análisis que pueden realizarse sobre las coberturas de la tierra. Se inicia con el análisis multitemporal, visto desde la óptica de los cambios generados en un lapso de tiempo establecido; seguidamente se analizan los índices e indicadores que permite realizar la caracterización espacial de la vegetación natural relictual en la cuenca, así como el cálculo de la presión de la población sobre las coberturas naturales, el análisis de los indicadores vegetación remanente y densidad de la población y finalmente el cálculo del índice de estado actual de coberturas naturales a partir de los indicadores de: vegetación remanente, tasa de cambio, índice de fragmentación e índice de ambiente crítico.

#### 12.3.1. Análisis Multitemporal

De acuerdo con (Veloza, 2017), el análisis multitemporal es un estudio de tipo espacial donde se comparan las coberturas interpretadas de sensores remotos (imágenes de satélite, aerofotografías o mapas), de un mismo lugar y tomadas entre el inicio y el final de un periodo establecido. Adicionado a lo anterior y de acuerdo con (Chuvieco, 1990), se realiza una evaluación de los cambios presentados por las coberturas allí clasificadas, permitiendo

deducir la evolución de medio natural, además de las repercusiones humanas sobre ese medio.

Este análisis se aborda bajo el precepto metodológico propuesto por el IDEAM para los indicadores de cambio en el documento Análisis de dinámicas de cambio de las coberturas de la tierra en Colombia, escala 1:100.000, periodos 2000-2002 y 2005-2009 (IDEAM, 2013), los cuales se pueden observar en la Figura 12.23.

#### **12.3.1.1. Proceso Metodológico del Análisis Multitemporal**

Para el desarrollo de este proceso se tuvo en cuenta la indicación de la Guía Pomca (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014), donde se manifiesta la necesidad de utilizar en el análisis una temporalidad<sup>6</sup> de al menos 10 años o más, dado que un tiempo inferior afecta los cálculos de algunos índices y, además, no permite ver con claridad las manifestaciones de cambio que se puedan suceder en la cuenca, a toda luz que el Pomca es un instrumento de al menos 10 años de planificación.

---

<sup>6</sup> La temporalidad se refiere al tiempo entre las coberturas a evaluar, lo cual corresponde al periodo de evaluación entre el año de la cobertura inicial y la final.

**Figura 12.18. Indicadores de cambio para el análisis multitemporal**

<b>NA</b>	<b>Sin información</b>
	Áreas con presencia de nubes en alguno de los dos periodos, donde por lo tanto no aplica realizar análisis de cambio en las coberturas.
<b>0</b>	<b>Sin cambio</b>
	Áreas donde se presenta el mismo código de cobertura a nivel 3 tanto en el mapa del periodo 2000-2005 como el mapa del periodo 2005-2009, por lo tanto son las áreas que no tuvieron un cambio en las coberturas en esos periodos.
<b>1</b>	<b>Cambio similar</b>
	Dentro de este indicador se incluyen las áreas donde siendo diferente el código de la cobertura a nivel 3, para efectos del análisis multitemporal se consideran zonas sin cambios debido a similitud de las coberturas presentes en ambos mapas. Por ejemplo, bosques densos (311) que cambian a bosques de galería (314) o viceversa.
<b>2</b>	<b>Fragmentación del bosque</b>
	Todas aquellas áreas de bosque en el mapa del periodo 2000-2002, que se presentan como bosques fragmentados en el mapa del periodo 2005-2009, serán cuantificadas y ubicadas espacialmente por medio de este indicador.
<b>3</b>	<b>Recuperación del bosque</b>
	En este indicador se incluyen las áreas que no eran bosque en el mapa del periodo 2000-2002 y que en el periodo 2005-2009 aparecen como cualquier tipo de bosque. Se incluye también en este indicador los bosques fragmentados del periodo 2000-2002 que se hayan recuperado y por lo tanto se registren como bosques densos o bosques de galería en el mapa del periodo 2005-2009.
<b>4</b>	<b>Ganancia de pastos</b>
	Son áreas ganadas de cualquier tipo de pasto que no existían en el mapa 2000-2002, y que están presentes en el mapa 2005-2009.
<b>5</b>	<b>Urbanización</b>
	Se incluyen en este indicador las áreas de territorios artificializados presentes en el mapa del periodo 2005-2009 y que no existían en el periodo anterior, separando las zonas mineras que son contempladas en otro indicador.
<b>6</b>	<b>Intensificación de la agricultura</b>
	El indicador cuantifica todas aquellas áreas de mosaicos que presentaban espacios naturales en el mapa del periodo 2000-2002 y que pasaron a otro tipo de mosaicos sin espacios naturales o algún tipo de pasto o cultivo puro.
<b>7</b>	<b>Expansión de la agricultura</b>
	Con este indicador se pretende identificar las áreas ganadas en cultivos provenientes de zonas que en el mapa del periodo 2000-2002 estaban ocupadas por algún tipo de pasto o cobertura natural.
<b>8</b>	<b>Dinámica de cuerpos de agua</b>
	En este indicador se representan los cambios que hayan tenido los cuerpos de agua en los dos periodos de tiempo analizados.
<b>9</b>	<b>Desintensificación de la agricultura</b>
	Se considera en este indicador las áreas que en el mapa del periodo 2000-2002 presentaban algún tipo de cultivo o pastizal ya sea puro o en mosaico, y que en el mapa del periodo 2005-2007 haya cambiado a algún tipo de cobertura natural o a algún tipo de mosaico con presencia de espacios naturales.
<b>10</b>	<b>Aumento de la minería</b>
	Dada la importancia del tema minero para el país en este momento, se incluyó un indicador que permite identificar de qué tipo de coberturas provienen las áreas mineras presentes en el mapa del periodo 2005-2009, aclarando que estas áreas tienen la limitante de la escala de la información (1:100.000).
<b>11</b>	<b>Reforestación</b>
	En este indicador se incluyen las áreas de plantaciones forestales presentes en el mapa del periodo 2005-2007 y que no estaban presentes en el mapa de coberturas del periodo anterior.
<b>12</b>	<b>Degradación de tierras</b>
	El indicador se utiliza para reconocer las áreas que en el mapa del periodo 2005-2009 se presentan como afloramientos rocosos o tierras degradadas pero que en el mapa del periodo anterior estas áreas presentaban algún tipo de cobertura vegetal ya sea natural o antrópica.
<b>13</b>	<b>Otros cambios</b>
	Este indicador recoge los cambios que no son considerados en el análisis multitemporal. Estos incluyen tanto los cambios no lógicos que se presentaron, como los cambios que aún siendo lógicos, no se consideraron relevantes para analizar.

Fuente: Tomado de Análisis de dinámicas de cambio de las coberturas de la tierra en Colombia, escala 1:100.000, periodos 2000-2002 y 2005-2009 (IDEAM, 2013).

El periodo a evaluar se definió en función de la información disponible; para ello se consideró la capa de coberturas de la tierra del Plan General De Ordenamiento y Manejo Forestal – PGOF del Huila, escala 1:25000 del año 2018, pero como se mencionó anteriormente, tan solo hay entre este y la capa generada para el Pomca siete años, siendo un motivo suficiente para descartarla; seguidamente, se planteó la opción de emplear la capa de coberturas de la tierra del IDEAM, escala 1:100000 del año 2002, la cual permite evaluar un periodo de 20 años; no obstante, para ello se debe realizar una generalización cartográfica para llevar la capa 1:25000 a la escala de la capa mencionada; esta última opción fue elegida para realizar el análisis multitemporal.

### 12.3.1.2. Preparación de la cartografía

Como resulta reciente el hecho de levantar las coberturas de la tierra con la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia (IDEAM, IGAC, CORMAGDALENA, 2007), son pocas las regiones que cuentan con estudios y cartografía de esta índole a la escala de semidetalle y de más de 10 años, por esta y otras razones se consideró la generalización de las coberturas (ver Tabla 12.7) empleando una serie de reglas cartográficas y prioridades, las cuales pueden ser consultadas en (IDEAM, IGAC, CORMAGDALENA, 2007) y en (IDEAM, 2012); además de las ofrecidas por los SIG como son la simplificación, agregación o suavizado en los modos vectorial y raster. Estos insumos fueron los empleados para la generación de la capa de coberturas año 2022 en la escala 1:100000, que se puede observar en las Figuras 12.20, Figura 12.21 y Figura 12.22 en comparación con la capa 1:25000.

**Tabla 12.7. Pasos para la generalización cartográfica**

<b>GENERALIZACIÓN CARTOGRÁFICA</b>	
Paso 1	Identificación de coberturas sin unidad mínima cartografiable (Agregación por prioridad, consulta tabla de prioridades (IDEAM, 2012))
Paso 2	Simplificación de polígonos, eliminación por área, suavizado de contornos
Paso 3	Normalización de coberturas según metodología Análisis de dinámicas de cambio de las coberturas de la tierra (IDEAM, 2013)

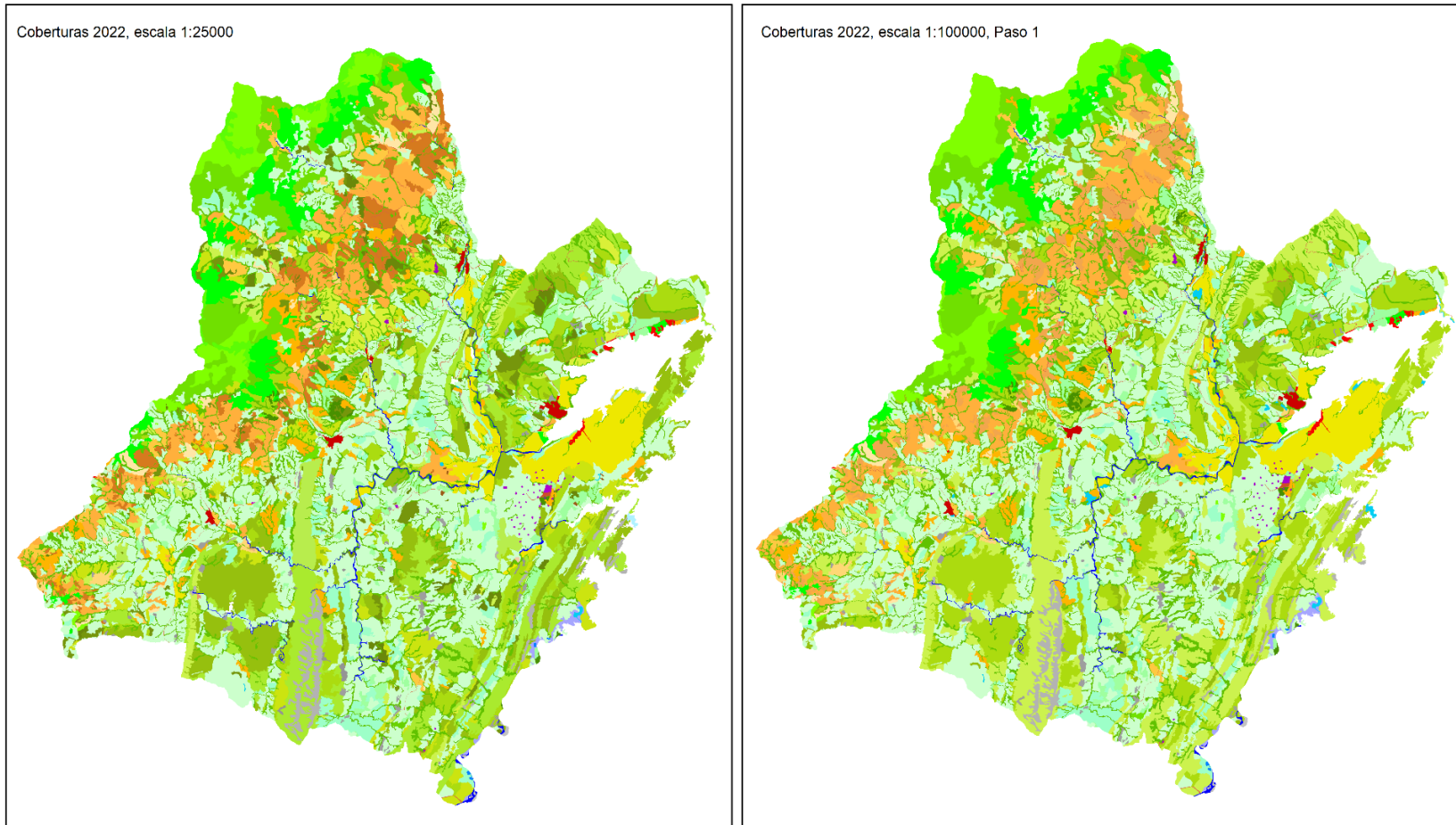
Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



[illegible]

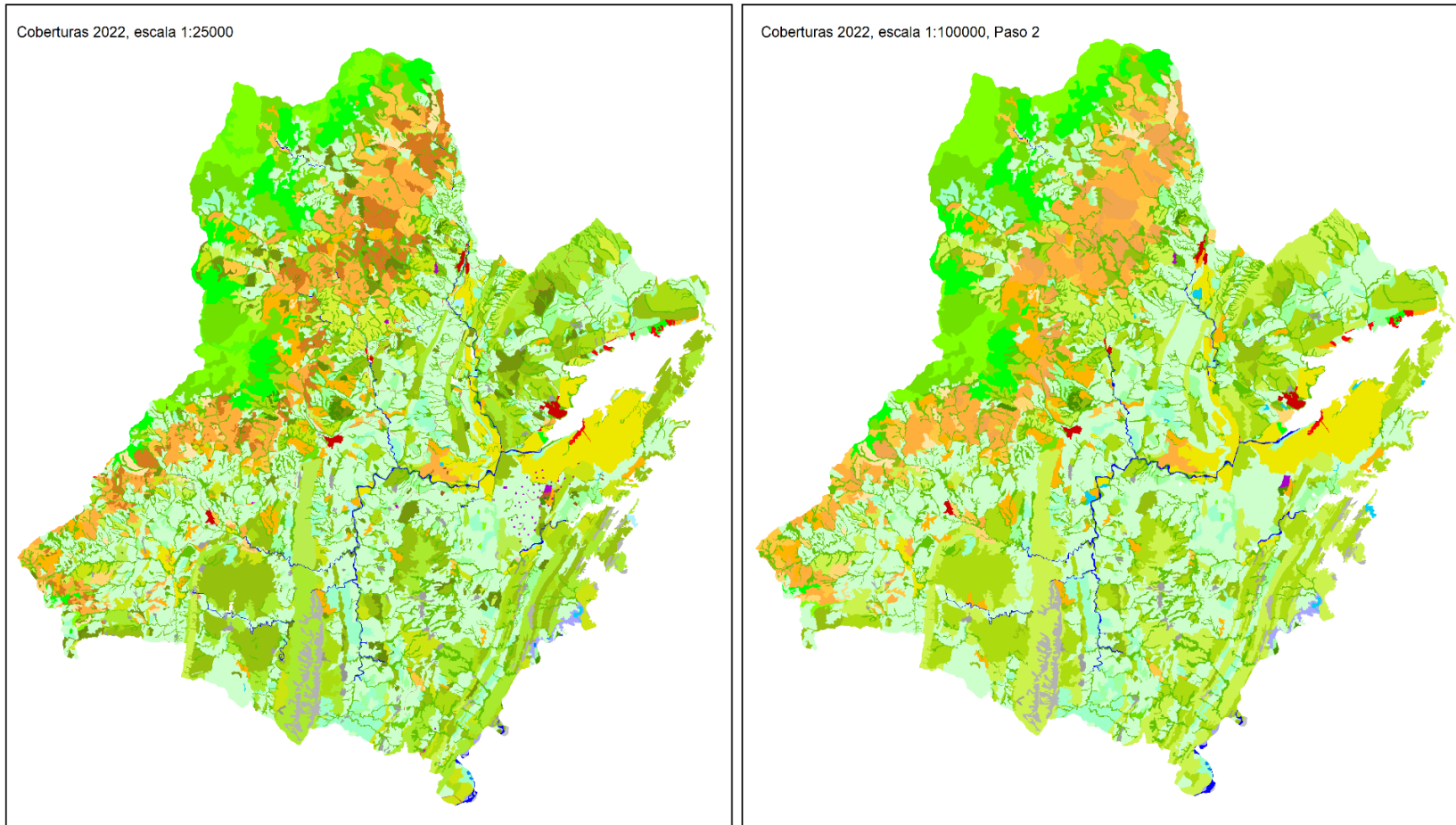
Carrera 51B N° 82 - 254, Piso 2, Oficina 26,  
C.C. Bahía, Barranquilla D.E.I.P.  
Correo electrónico: yaquara@ecocialt.com

**Figura 12.20. Comparación capas escalas 1:25000 vs 1:100000 Paso 1**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

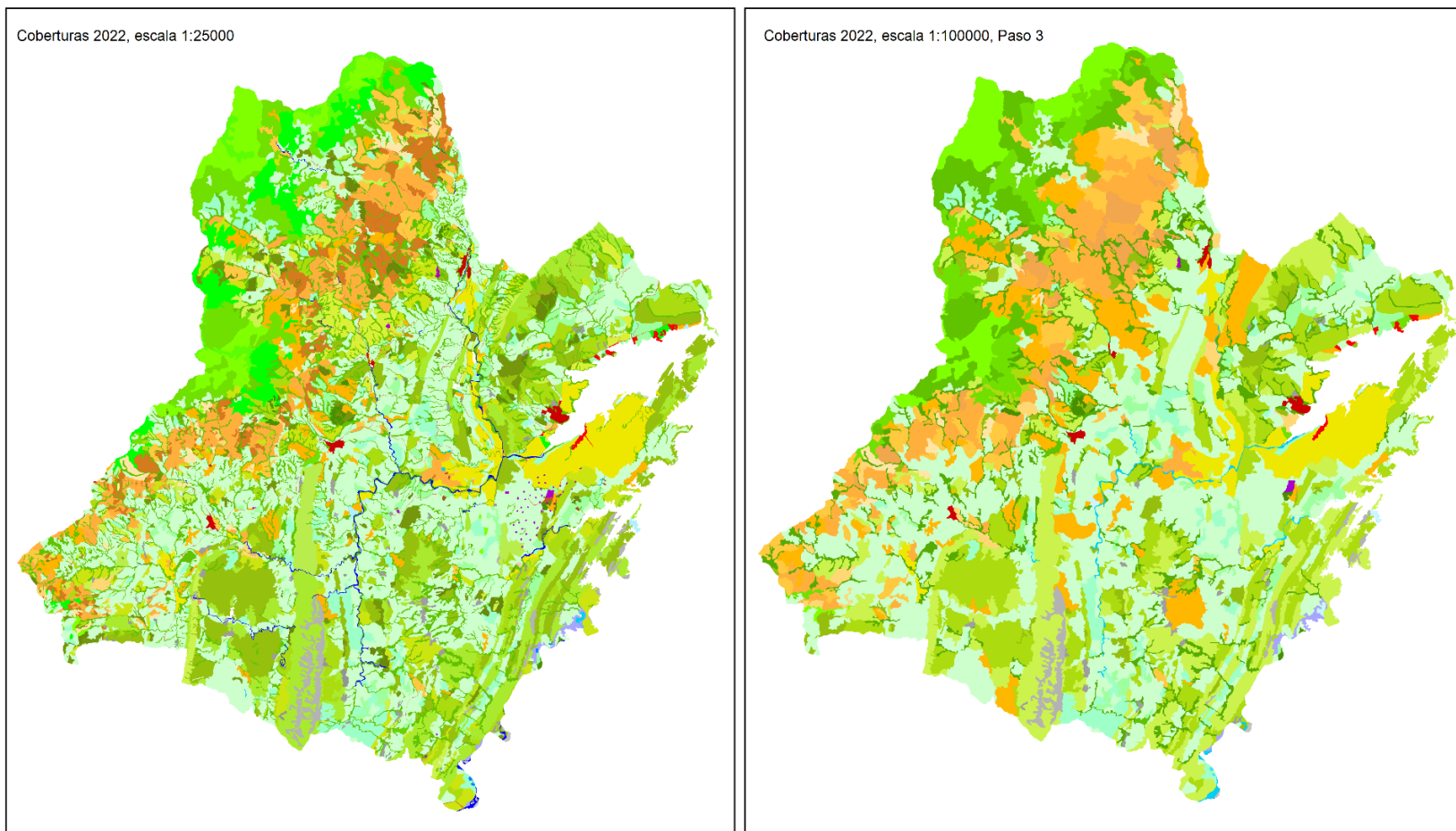
**Figura 12.21. Comparación capas escalas 1:25000 vs 1:100000 Paso 2**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



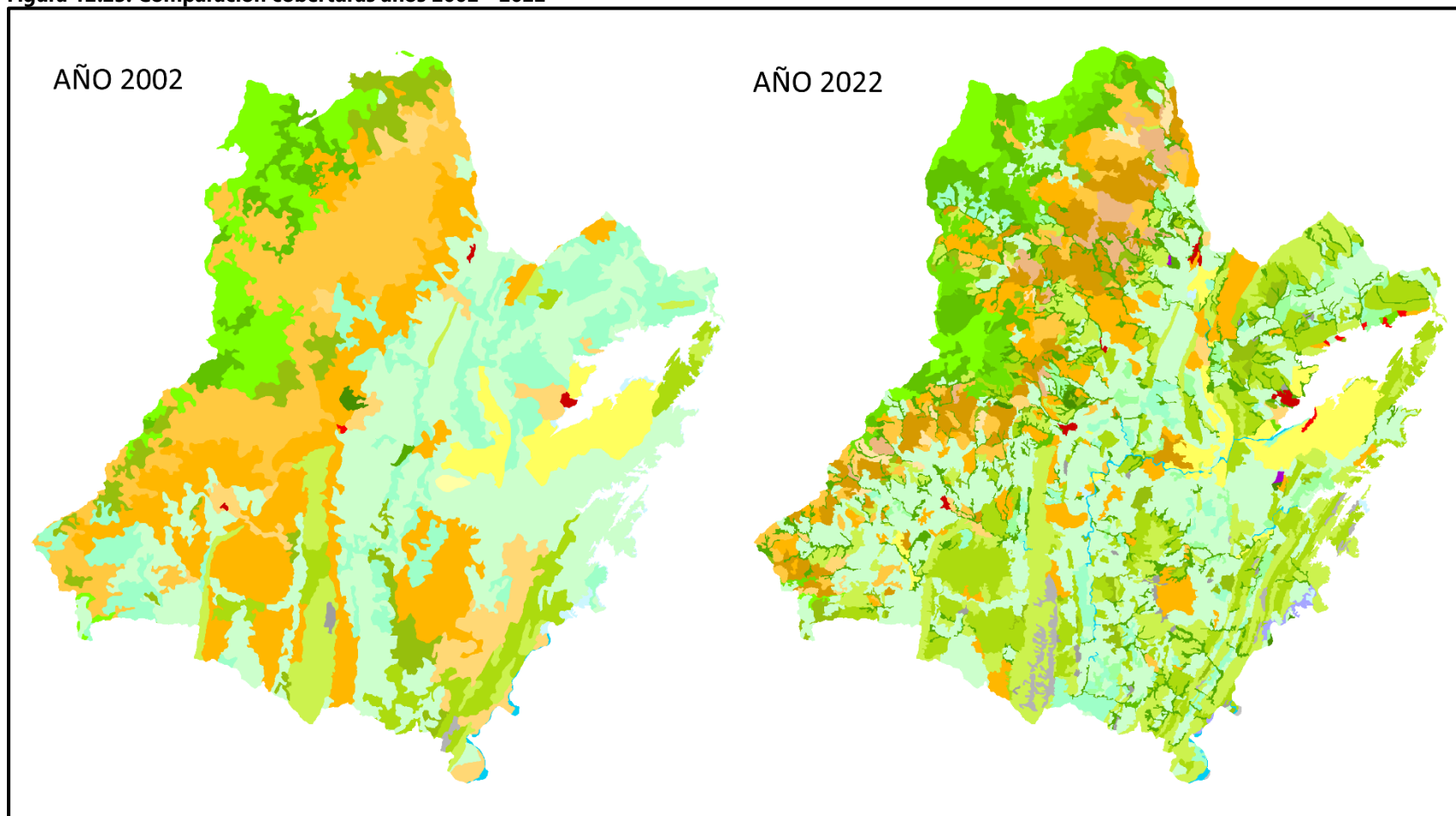
**Figura 12.22. Comparación capas escalas 1:25000 vs 1:100000 Paso 3**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



**Figura 12.23. Comparación coberturas años 2002 - 2022**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

### 12.3.1.3. Resultados del Análisis Multitemporal

Se encontraron los siguientes datos que hacen interesante la evolución de la cuenca y los cuales se enuncian uno por uno con su respectiva definición y área en porcentaje; al finalizar se presenta la Tabla 12.8 que resume las cifras de ocupación de los indicadores en hectáreas y porcentaje y al finalizar en la Figura 12.24 se muestra la distribución espacial de los indicadores de cambio para el periodo 2002 - 2022.

#### ❖ Sin cambio

Son las áreas que al inicio y al final del periodo evaluado presentan la misma cobertura o codificación en el mapa. Ocupan un 30,41% de la cuenca.

#### ❖ Cambio similar

Este indicador incluye las áreas donde siendo diferentes las coberturas al inicio y final del periodo, para efectos del análisis multitemporal se consideran zonas sin cambios debido a similitud de las coberturas presentes en ambos momentos o mapas. Tienen una ocupación del 15,72% de la cuenca.

#### ❖ Fragmentación del bosque

Todas aquellas áreas de bosque presentes al inicio del periodo (año 2002), que se presentan como bosques fragmentados al final de este (año 2022). Ocupan un 1,61% del área estudiada.

#### ❖ Recuperación del bosque

En este indicador se incluyen las áreas que no eran bosque al inicio del periodo y que al final de este aparecen como cualquier tipo de bosque. Se incluye también en este indicador los bosques fragmentados presentes al inicio del periodo que se hayan recuperado y por lo tanto se registren como bosques densos o bosques de galería al final del periodo. Tienen una extensión del 8,43%.

#### ❖ Intensificación de cultivos

El indicador cuantifica todas aquellas áreas de mosaicos que presentaban espacios naturales al inicio del periodo y que pasaron a otro tipo de mosaicos sin espacios naturales o algún tipo de pasto o cultivo puro. Tiene una ocupación del 2,3%.

#### ❖ Expansión de los cultivos

Con este indicador se pretende identificar las áreas ganadas en cultivos provenientes de zonas que en el inicio del periodo estaban ocupadas por algún tipo de pasto o cobertura natural. Ocupa un 2,67% de la cuenca.

#### ❖ Desintensificación de los cultivos

Se considera en este indicador las áreas que al inicio presentaban algún tipo de cultivo o pastizal ya sea puro o en mosaico, y que al final hayan cambiado a algún tipo de cobertura

natural o a algún tipo de mosaico con presencia de espacios naturales. Presenta una ocurrencia del 19,98% en el área estudiada.

❖ *Ganancia de pastos*

Son áreas ganadas de cualquier tipo de pasto que no existían al inicio y que están presentes al finalizar el periodo. Presenta una ocupación del 12,15%.

❖ *Desintensificación de los pastos*

El indicador tiene en cuenta las áreas que al inicio presentaban algún tipo de pastizal puro y que al final hayan cambiado a algún tipo de mosaico con presencia de espacios naturales. Presenta una ocurrencia del 2,10% en el área estudiada.

❖ *Dinámica de cuerpos de agua*

En este indicador se representan los cambios que hayan tenido los cuerpos de agua tanto al inicio como al final del periodo de tiempo analizado. Presenta una ocupación del 0,79%.

❖ *Urbanización*

Se incluyen en este indicador las áreas de territorios artificializados presentes al final del periodo y que no existían al inicio, separando las zonas mineras que son contempladas en otro indicador. Ocupa el 0,23% de área.

❖ *Aumento de la minería*

Dada la importancia del tema minero, se incluyó este indicador que permite identificar de qué tipo de coberturas provienen las áreas mineras presentes al finalizar el periodo estudiado. Presentan una ocupación del 0,04%.

❖ *Reforestación*

En este indicador se incluyen las áreas de plantaciones forestales presentes en el área al finalizar el periodo y que no estaban presentes en el mapa de coberturas al inicio. Ocupan el 0,09%.

❖ *Degradación de tierras*

El indicador se utiliza para reconocer las áreas que al final del periodo se presentan como afloramientos rocosos o tierras degradadas pero que, al inicio de este, estas áreas presentaban algún tipo de cobertura vegetal ya sea natural o antrópica. Presenta una ocupación del 1,06%.

❖ *Otros cambios*

Este indicador recoge los cambios que no son considerados en el análisis multitemporal. Estos incluyen tanto los cambios no lógicos que se presentaron, como los cambios que aun siendo lógicos, no se consideraron relevantes para analizar. Se presentan en el 1,17% de la cuenca.

❖ Sin información

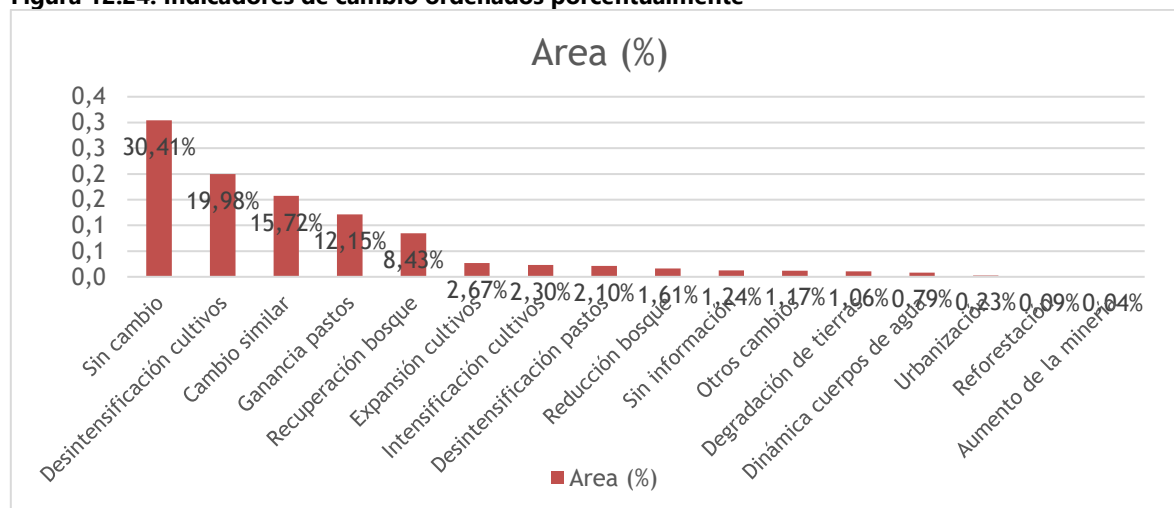
Áreas con presencia de nubes en alguno de los dos momentos del análisis, donde por lo tanto no aplica realizar análisis de cambio en las coberturas. Se presenta en el 1,24% del área estudiada.

**Tabla 12.8. Indicador de cambio**

Indicador de Cambio	Area (ha)	Area (%)
Sin cambio	27198.9	30.41%
Cambio similar	14058.7	15.72%
Fragmentación del bosque	1442.6	1.61%
Recuperación del bosque	7542.6	8.43%
Ganancia de pastos	10863.0	12.15%
Urbanización	203.7	0.23%
Intensificación de cultivos	2060.4	2.30%
Expansión de cultivos	2384.5	2.67%
Dinámica de los cuerpos de agua	703.7	0.79%
Desintensificación de cultivos	17871.9	19.98%
Aumento de la minería	38.6	0.04%
Reforestación	80.6	0.09%
Degradación de tierras	946.8	1.06%
Otros cambios	1047.2	1.17%
Desintensificación de pastos	1878.3	2.10%
Sin información	1111.1	1.24%
Total	89432.83	100.00%

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

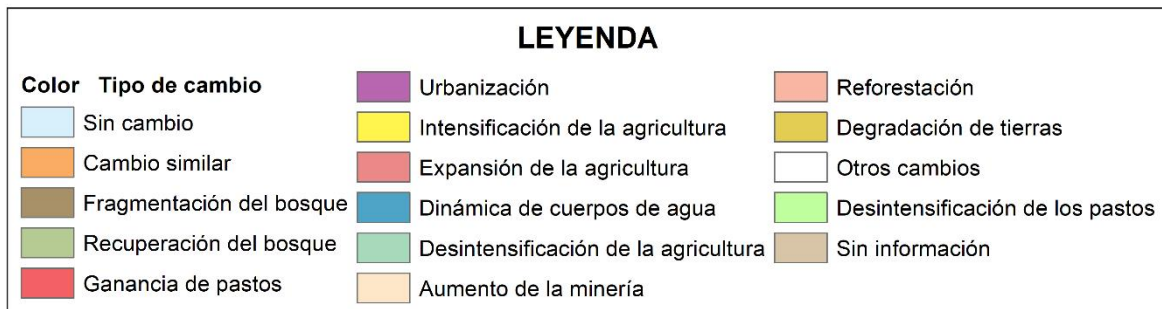
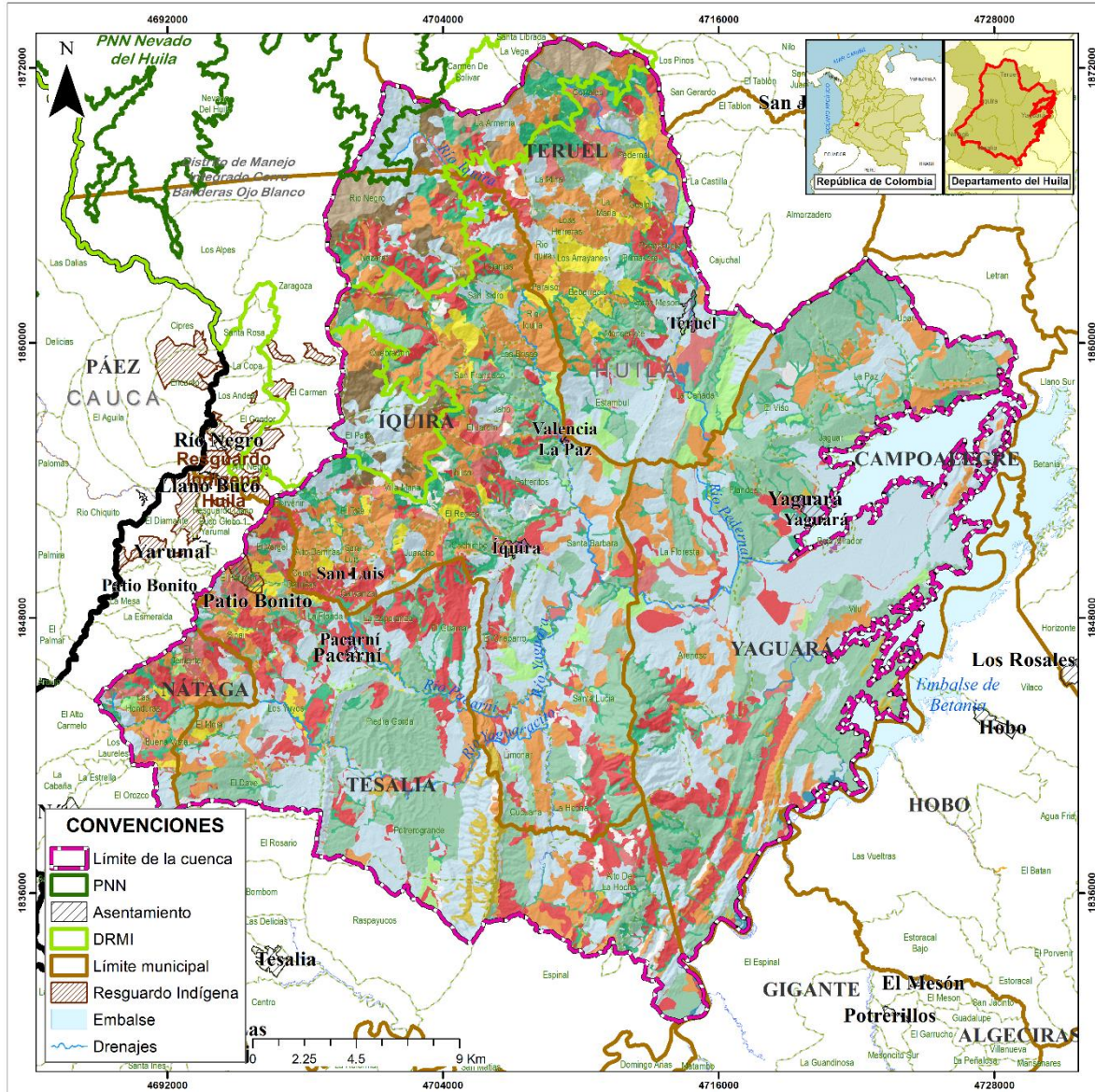
**Figura 12.24. Indicadores de cambio ordenados porcentualmente**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



Figura 12.25. Indicadores de cambio 2002 - 2022, escala 1:160000



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

En cuanto a los cambios de las coberturas en este periodo se puede denotar de la Tabla 12.9 **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** que coberturas naturales muy importantes como el bosque denso tuvieron un reducción sustancial, buena parte de ellos pasaron a bosque abierto, otros pasaron a coberturas como bosque fragmentado o pastos. También es importante resaltar que coberturas como los pastos enmalezados pasaron a conformar coberturas como herbazales o arbustales.

**Tabla 12.9. Análisis de comparación de coberturas entre 2002 y 2022**

COBERTURA	PERIODO 2002 - 2022	
	AREA ha	AREA ha
1.1.1. Tejido urbano continuo	95.09	216.28
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	18.75	95.16
1.3.1. Zonas de extracción minera		38.64
2.1.1. Otros cultivos transitorios	134.45	
2.1.2. Cereales	3269.78	3182.17
2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos		1557.92
2.3.1. Pastos limpios	23081.01	23473.95
2.3.2. Pastos arbolados		1929.17
2.3.3. Pastos enmalezados	9553.39	2544.20
2.4.1. Mosaico de cultivos		557.67
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	4284.37	655.89
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	13172.97	3471.58
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	14943.25	5542.54
2.4.5. Mosaico de cultivos y espacios naturales		4881.08
3.1.1. Bosque denso	5873.57	2819.81
3.1.2. Bosque abierto		2857.62
3.1.3. Bosque fragmentado	2081.52	3292.51
3.1.4. Bosque de galería y ripario	61.25	6930.77
3.1.5. Plantación forestal	125.62	162.42
3.2.1. Herbazal	3523.98	11465.57
3.2.2. Arbustal	3667.20	10286.61
3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	3807.02	1837.78
3.3.1. Zonas arenosas naturales		18.45
3.3.2. Afloramientos rocosos	82.99	732.73
3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	84.58	281.05
4.1.1. Zonas pantanosas		133.32
5.1.1. Ríos	94.25	377.77
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales		5.71
5.1.4. Cuerpos de agua artificiales	410.48	128.27
9.9. Nubes	1111.10	

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### 12.3.1.4. Conclusiones

Las áreas sin modificación o *Sin cambio* en el periodo 2002 – 2022, son las dominantes en la cuenca, significando casi una tercera parte de ella, de manera que dentro de estas áreas se encuentra el 23,67% para espacios naturales (categorías representativas: Herbazales y Bosques) y el 76,33% para territorios artificializados (categorías representativas: pastos y cereales); Aun cuando es una cifra muy demostrativa en términos de estabilidad, su interpretación indica que ha existido continuidad en las coberturas involucradas para esas áreas; respalda esta cifra el 15,72% proporcionado por el indicador de *Cambio similar*, que es el resultado de las acciones de las personas que pasaron a una actividad similar y cuya única consecuencia, fue el cambio de cultivo o la forma de manejo de las pasturas.

El indicador de *Desintensificación de cultivos* con la cifra de 19,98% del área, como en la cuenca muchas de las áreas ocupadas por cultivos pasaron a compartir espacio con los pastos o lo cedieron en su totalidad; también indica como estas áreas transitaban a arbustales, herbazales y vegetación secundaria. Mientras que en otras áreas, la *Ganancia de pastos* (12,15%) desalojó coberturas naturales y cultivos que compartían espacio con ellos en forma de mosaicos o puras. No obstante, al analizar espacialmente el mapa, se puede ver con claridad que las mayores transformaciones o cambios, se suscitaron en la franja de montaña entre los 1200 y 2400 m.s.n.m.; también el extremo sur-oriental de la cuenca, fue sujeto de cambios al incorporar áreas a los pastos.

En conclusión, la cuenca del Yaguará presenta fuertes motores de transformación tanto en agricultura como en ganadería, las cuales están soportadas por la oferta ambiental presente, que estimulan a la ganadería con un amplio espacio de tierras secas y subhúmedas, que sostienen el pastoreo extensivo sin necesidad de adecuar de forma exigente los pastos; por otro lado a la agricultura, que si bien es variada en términos de la producción de subsistencia, tiene una amplia franja altitudinal para el desarrollo del café en unas áreas y en otras al arroz; por demás, se sostienen otras actividades como la piscicultura, o la extracción de hidrocarburos que acompañan de manera significativa la dinámica de cambios en la cuenca.

#### 12.3.2. Indicador de tasa de cambio de las coberturas naturales (TCCN)

El indicador de tasa de cambio de las coberturas naturales mide los cambios de área de las coberturas naturales del suelo en un período de tiempo, a partir de los resultados del análisis multitemporal, mediante el cálculo de este indicador se identifican las pérdidas de coberturas que afectan los hábitats en que se asientan la flora y la fauna. La tasa de cambio estima el grado de conservación o pérdida de cobertura natural y los patrones de conversión (Modificado de IAvH, 2002).

##### 12.3.2.1. Objetivo

Medir la pérdida o recuperación de los diferentes tipos de coberturas naturales con relación al tiempo en años.



### 12.3.2.2. Fórmula

Se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$TCCN = (\ln ATC_2 - \ln ATC_1) * 100 / (t_2 - t_1)$$

Variables y Unidades	<p>TCCN: tasa de cambio de las coberturas naturales en (%)</p> <p>ATC<sub>2</sub>: área total de la cobertura en el momento dos (o final)</p> <p>ATC<sub>1</sub>: área total de la cobertura en el momento uno (o inicial)</p> <p>(t<sub>2</sub> - t<sub>1</sub>): número de años entre el momento inicial (t<sub>1</sub>) y el momento final (t<sub>2</sub>)</p> <p>Ln: logaritmo natural</p>
----------------------	--

### 12.3.2.3. Insumo

Este indicador se encuentra ligado al análisis multitemporal de las coberturas naturales (Ballesteros Morales, 2016) por lo que su análisis debe ser realizado en conjunto y por lo tanto el insumo básico es el análisis multitemporal; el análisis descartó las coberturas que no tenían representación cartográfica en la escala 1:100000, ninguna de ellas cobertura natural; el cálculo se realizó para todas las coberturas, pero solo se mapean las coberturas naturales.

### 12.3.2.4. Interpretación de la calificación

Con los datos calculados se procede a la calificación del indicador de acuerdo a lo manifestado en la Guía POMCA, ver siguiente tabla (Tabla 12.10)

Tabla 12.10. Calificación del Indicador TCCN

Descriptor	Rango	Calificación
Baja	Menor 10%	20
Media	Entre 11 – 20%	15
Medianamente alta	Entre 21 – 30%	10
Alta	Entre 31 – 40%	5
Muy alta	Mayor 40%	0

Fuente: Tomado de Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo, MADS, 2014.

### 12.3.2.1. Resultados TCCN

El Indicador de tasa de cambio de las coberturas naturales es de tipo global a la cuenca, lo que significa que si se tiene en cuenta por si solo puede inducir a errores en las conclusiones; por ello, se combinan sus resultados con los del análisis multitemporal.

Se encontró (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) que de las 14 coberturas naturales (al tercer nivel de codificación) dos presentan un índice bajo con reducción en su área de cobertura, 7 su aumento fue bajo, 2 con aumento medio, 2 con



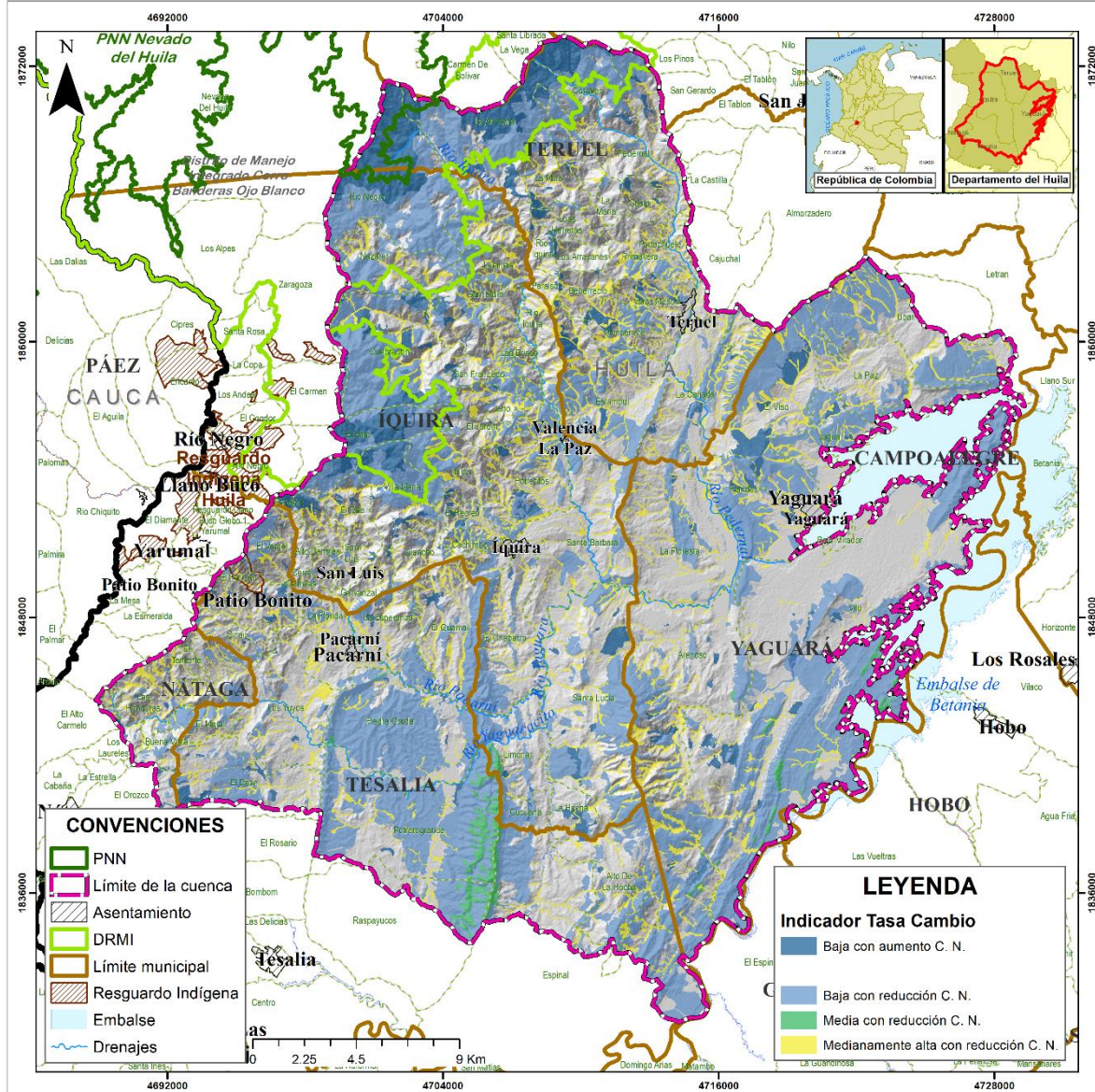
aumento medianamente alto y 1 con aumento alto. En la Figura 12.26 se puede apreciar la distribución espacial del indicador Tasa de cambio de las coberturas naturales.

**Tabla 12.11. TCCN para las coberturas naturales**

COBERTURA	ATC2	ATC1	TCCN	CALIFICACIÓN	CATEGORÍA
3.1.1. Bosque denso	2819.8	5873.5	-3.67	20	Baja
3.1.2. Bosque abierto	2867.2		39.81	5	Alta
3.1.3. Bosque fragmentado	3421.3	2081.5	2.48	20	Baja
3.1.4. Bosque de galería y/o ripario	5719.1	61.2	22.68	10	Medianamente alta
3.1.5. Plantación forestal	156.4	125.6	1.10	20	Baja
3.2.1. Herbazal	11560.2	3524.0	5.94	20	Baja
3.2.2. Arbustal	10274.8	3667.1	5.15	20	Baja
3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	1858.4	3807.0	-3.59	20	Baja
3.3.1. Zonas arenosas naturales	18.4		14.57	15	Media
3.3.2. Afloramientos rocosos	724.2	83.0	10.83	15	Media
3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	276.9	84.6	5.93	20	Baja
4.1.1. Zonas pantanosas	138.1		24.64	10	MeA
5.1.1. Ríos	285.8	94.2	5.55	20	Baja
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	5.9		8.83	20	Baja

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 12.26. Distribución espacial TCCN, escala 1:160000**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

### 12.3.3. Índice de Fragmentación (IF)

La fragmentación se entiende como la división de un hábitat originalmente continuo en relictos remanentes inmersos en una matriz transformada (Sanders et ál., 1991). Con el fin de conocer el índice de fragmentación se aplicará la metodología de Steenmans y Pinborg (2000) que tiene en cuenta el número de bloques de vegetación y su grado de conectividad.

#### 12.3.3.1. Objetivo

Cuantificar el grado o tipo de fragmentación de los diferentes tipos de cobertura natural de la tierra.

### 12.3.3.2. Fórmula

Ecuación propuesta por Steenmans y Pinborg (2000)

$$IF = \frac{psc}{\left(\frac{ps}{cs \times 16}\right) \times \left(\frac{ps}{16}\right)}$$

IF: índice de fragmentación

Psc: celdillas sensibles conectadas

Ps: celdillas sensibles

Cs: complejos sensibles

16 es el número de grillas en el estudio original

Para la normalización del índice de fragmentación se ha optado por realizar un reescalado de los valores en un rango de 0 a 100. La elección de estos valores no es arbitraria, lo que se pretende es que la nueva escala ordinal y de intervalos, ajuste al máximo posible los valores obtenidos a la propuesta inicialmente por Steenmans y Pinborg (2000), cuya metodología se realizó para la escala 1:100000. Así, el índice de fragmentación normalizado IFn queda de la siguiente manera.

$$IFn = ((IF - m) * 100 / (M - m))$$

IFn: índice de fragmentación normalizado

IF: índice de fragmentación

m: Valor mínimo

M: Valor máximo

### 12.3.3.3. Insumo

Se utiliza el mapa de cobertura actual de la tierra del cual se extraen las coberturas naturales correspondiente a los siguientes códigos 31111, 31121, 3121, 31211, 313, 3131, 3132, 314, 323, 3212, 3221, 3222, 3231, 3232, 411.

### 12.3.3.4. Interpretación de la calificación

Se utilizan los datos calculados a partir de la ecuación y para cada grilla mayor, empleando la siguiente tabla.

**Tabla 12.12. Interpretación de los resultados del índice de fragmentación**

Descriptor	Rango	Calificación
Mínima	<0,01	20
Media	Entre 0.01 y 0.1	15
Moderada	Entre 0.1 y 1	10
Fuerte	Entre 1 y 10	5
Extrema	Entre 10 y 100	0

Fuente: Tomado de Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo, MADS, 2014.

### 12.3.3.5. Resultados

La cuenca del río Yaguará conserva el 48,47% de su área con cobertura natural, de las cuales se sustraen las coberturas asociadas a zonas boscosas, vegetación secundaria y en transición, arbustales y zonas pantanosas, correspondiendo a un 33.48%. En relación al total del área de la cuenca se presentan índices de fragmentación con rangos de fuerte a extremo con un 12.30%, equivalente a 10996.73 Ha, de igual manera, con una conectividad media y moderada de un 6.69% que equivale a 5985.03 Ha.

Con respecto al índice de fragmentación de las coberturas naturales de la cuenca del río Yaguará, se determinó que el 77.34% se encuentra en categoría de extrema y fuerte, que equivale a 23151.78 Ha, así mismo, el 19.99% de dichas coberturas presentan un índice de fragmentación de media y moderada con un área de 5985.03 Ha, finalmente el 2.76% de las coberturas naturales presenta un índice mínimo, equivalente a 800.00 Ha

Los resultados del índice de fragmentación de la cuenca Yaguará se presentan en la Tabla 12.13 y en la Figura 12.27.

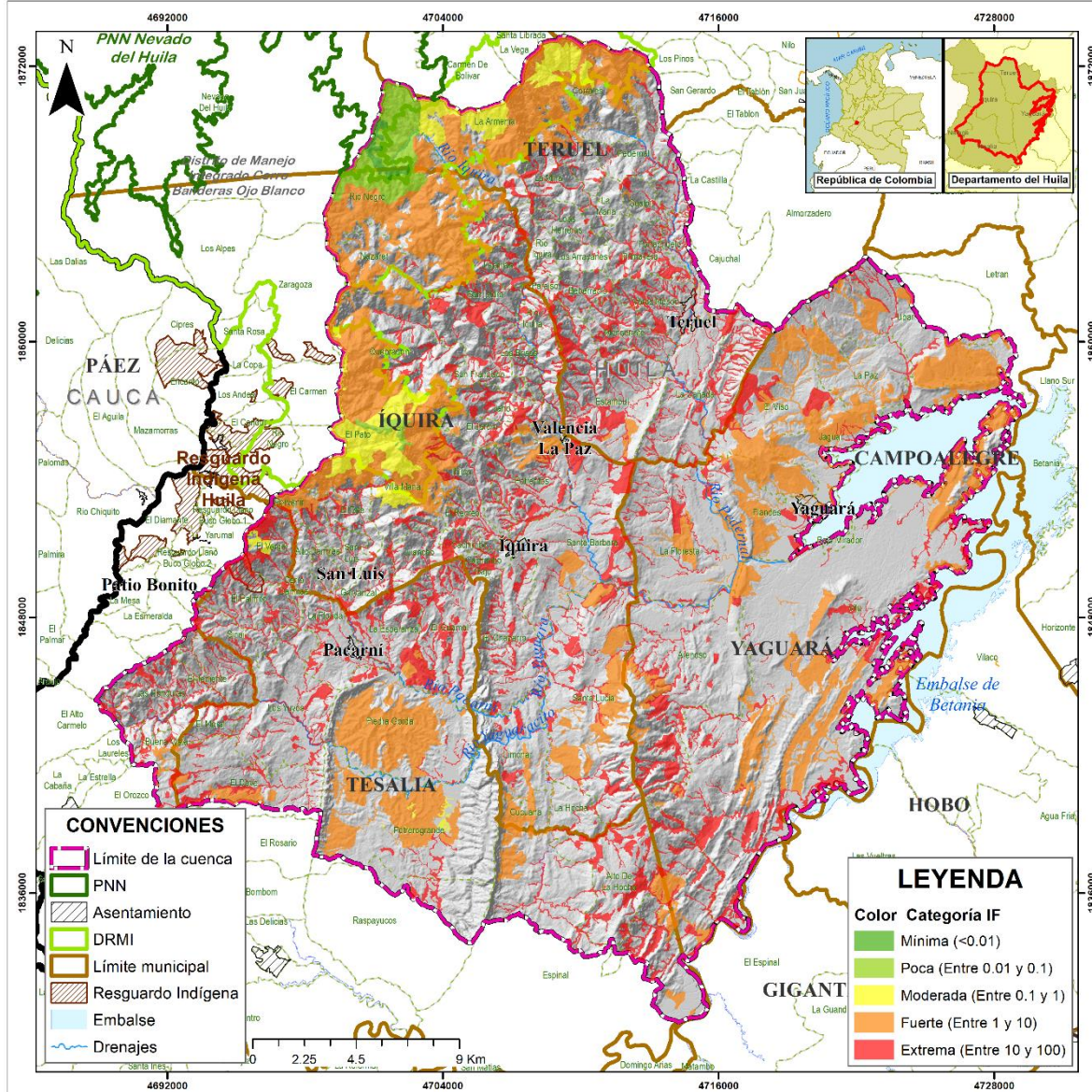
**Tabla 12.13. Calificación del índice de fragmentación**

Clasificación	Calificación	Área m <sup>2</sup>	Área Ha	%
N.A		594893269.66	59489.33	66.52
Extrema	0	109967257.07	10996.73	12.30
Fuerte	5	121550583.52	12155.06	13.59
Media	10	16640881.15	1664.09	1.86
Moderada	15	43209465.33	4320.95	4.83
Mínima	20	8000000.00	800.00	0.89
Total general		894261456.73	89426.15	100.00

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



**Figura 12.27. Espacialización del índice de fragmentación de la cuenca del río Yaguará, escala 1:160000**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### 12.3.4. Índice de Vegetación Remanente (IVR)

El Indicador de Vegetación Remanente expresa la cobertura de vegetación natural de un área como porcentaje total de la misma; dicho indicador se estima para cada una de las coberturas de la zona en estudio. (Márquez, 2002).

##### 12.3.4.1. Objetivo

Cuantificar el porcentaje de vegetación remanente por tipo de cobertura vegetal a través del análisis multitemporal, con énfasis en las coberturas naturales. Para realizar el cálculo y la interpretación de la vegetación remanente se empleó como punto de referencia la capa de biomas de PNNC del año 2014, con el fin de establecer el cambio que han estas

coberturas; ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. Representación de Biomas PNNC 2014.

#### 12.3.4.2. Fórmula

$$IVR = \left( \frac{AVR}{AT} \right) * 100$$

AVR: Área de vegetación remante

AT: Área total de la cobertura en Km<sup>2</sup> o Ha

#### 12.3.4.3. Insumo

Se utilizaron la capa de coberturas de la tierra del POMCA y la capa de biomas presentada por el IDEAM.

#### 12.3.4.4. Interpretación de la calificación

El IVR tiene cinco clases de interpretación que se encuentran relacionadas con la sostenibilidad ambiental; en la Tabla 12.14 se presenta la clase, símbolo, rango, calificación e interpretación.

**Tabla 12.14. Categorías de interpretación del IVR**

Clase	Símbolo	IVR %	Calificación	Sostenibilidad
No transformado o escasamente transformado	NT	IVR >= 70	20	Alta
Parcialmente transformado	PT	70 < IVR >= 50	15	Media
Medianamente transformado	MDT	50 < IVR >= 30	10	Media baja
Muy transformado	MT	30 < IVR >= 10	5	Baja
Completamente transformado	CT	IVR < 10	0	N.A

Fuente: Tomado de Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo, MADS, 2014.

#### 12.3.4.5. Resultados

Los resultados de conservación de la vegetación como indicador de la capacidad de las unidades analizadas para sostener funciones ecológicas y servicios ambientales para la sociedad en la cuenca del río Yaguará, presenta un índice del 48.47%, indicando que existe una transformación total en el 51.53% de la cuenca.



**CONVENCIONES**

- PNN
- Límite de la cuenca
- Asentamiento
- DRMI
- Límite municipal
- Resguardo Indígena
- Embalse
- Drenajes

**LEYENDA**

Biomás

Representación: Biomás

- Bosque Húmedo Alto Andino
- Bosque Húmedo Subandino
- Vegetación Semiárida Subandina
- Bosque Seco Tropical
- Humedales y zonas lacustres tropicales
- Bosque Galería Tropical
- Cuerpos de agua (ríos, cienagas, lagos, lagunas)

Las cifras de este índice, indican que el 51,53% de la cuenca presenta coberturas naturales completamente transformadas, entre este porcentaje se encuentra el bosque de galería tropical, bosque húmedo alto andino, bosque húmedo subandino, bosque seco tropical, humedales y zonas lacustres tropicales y vegetación semiárida subandina, lo que permite concluir que las áreas asociadas no presentan ningún tipo de sostenibilidad. Sin embargo, el 26,48% de la cuenca conserva las coberturas naturales, indicando niveles de sostenibilidad altos en el territorio en al menos una cuarta parte del área de la cuenca. En la Tabla 12.15 se relacionan los valores del estado actual de los biomas de la cuenca.

**Tabla 12.15. Estado general de los biomas en la cuenca**

BIOMA	CT	MT	MDT	PT	NT	TOTAL	IVR
Bosque Galería Tropical	1256,48	66,55	157,29	0	340,22	1820,54	0,63
Bosque Húmedo Alto Andino	4309,40	685,21	828,91	3124,148	6333,4	15281,07	12,26
Bosque Húmedo Subandino	10003,50	1180,59	853,87	24,5756	2410,96	14473,50	5,00
Bosque Seco Tropical	16752,52	4936,29	7086,07	0	2787,04	31561,92	16,55
Humedales y zonas lacustres tropicales	2149,81	0	38,93	0	323,63	2512,37	0,41
Vegetación Semiárida Subandina	11641,37	606,02	0	70,463	11490,52	23808,38	13,60
<b>TOTAL (Ha)<sup>7</sup></b>	<b>46113,08</b>	<b>7474,65</b>	<b>8965,08</b>	<b>3219,187</b>	<b>23685,77</b>	<b>89457,76</b>	<b>48,45</b>
<b>PORCENTAJE (%)</b>	<b>51,55</b>	<b>8,36</b>	<b>10,02</b>	<b>3,60</b>	<b>26,48</b>	<b>100</b>	

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

En referencia al bioma Bosque Galería Tropical se conserva en buen estado en tan solo el 0,63%, del 30,96% del área del bioma, lo que equivale a 564,064 hectáreas. El Bosque Húmedo Alto Andino presenta un estado similar con un 12,26% del bioma conservado con un valor de 10971,671 hectáreas, en referencia al bioma original que contaba con un porcentaje del total del área de la cuenca del 71,80%.

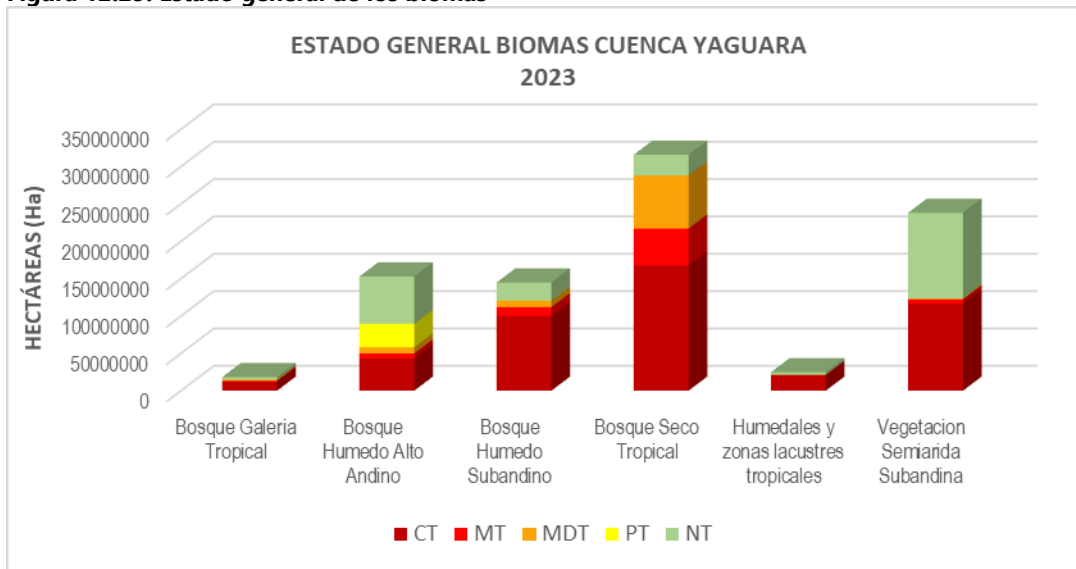
El bioma de mayor representatividad de la cuenca es el Bosque Seco Tropical, que presenta un estado de conservación del 16,56%, del 46,89% del bioma original con una transformación del 22,49%, dicho bioma cuenta en la actualidad con 14809,403 hectáreas, a la vez es el bioma mejor conservado de la cuenca. En la Figura 12.29 y en la Tabla 12.16 se relacionan las categorías que componen el índice de vegetación remanente para cada bioma y se muestran visualmente los puntajes del IVR cuenca Yaguará.

El índice de vegetación remanente de la cuenca del río Yaguará presenta un valor de IVR 48,47% lo que indica que la cuenca se encuentra medianamente transformada, con sostenibilidad media baja. En la Tabla 12.16 y Figura 12.29, se establecen valores y ubicación de los biomas de la cuenca.

<sup>7</sup> No se incluye el bioma de cuerpos de agua por lo que el área total de los biomas restantes es de 89457.76 ha y no de 89476.60 ha.



**Figura 12.29. Estado general de los biomas**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

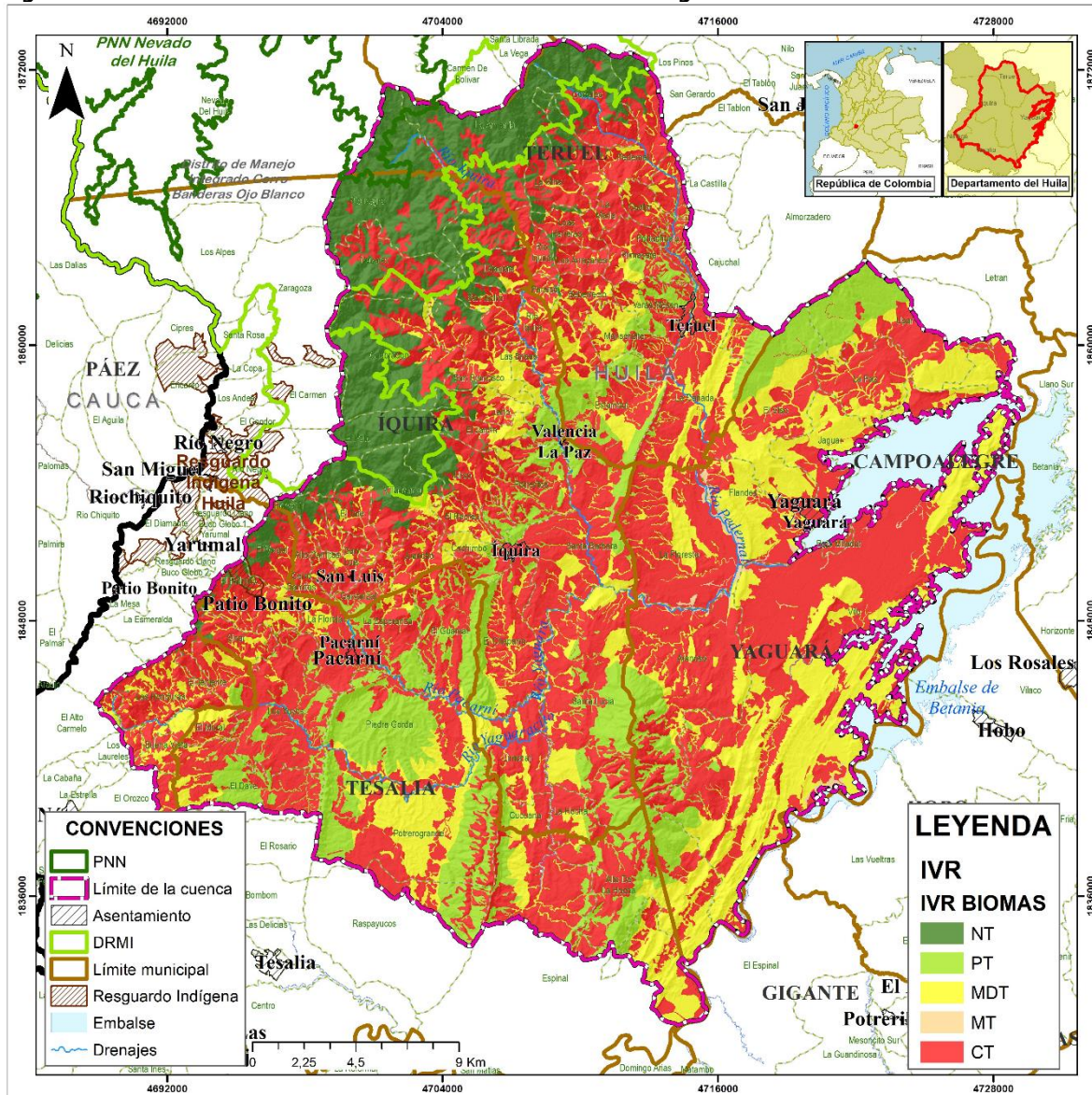
**Tabla 12.16. Índice de vegetación remanente (IVR) para la cuenca del río Yaguará**

Bosque Galería Tropical				
BIOMA (m)	COBERTURA (m)	%	DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN
18205411,63	5640636,468	30,98	MDT	10
Bosque Húmedo Alto Andino				
BIOMA	COBERTURA	%	DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN
152800524,2	109716711,5	71,80	NT	20
Bosque Húmedo Subandino				
BIOMA	COBERTURA	%	DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN
144734959	44699945,78	30,88	MDT	10
Bosque Seco Tropical				
BIOMA	COBERTURA	%	DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN
315802384,5	148094031,7	46,89	MDT	10
Humedales y zonas lacustres tropicales				
BIOMA	COBERTURA	%	DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN
24670271,13	3625577,956	14,70	MT	10
Vegetación semiárida Subandina				
BIOMA	COBERTURA	%	DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN
238115331,6	121669991	51,10	PT	15

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

La relación que existe entre el estado actual de los biomas pertenecientes a la cuenca Yaguará con respecto al índice de vegetación remanente (IVR) se evidencian en la Figura 12.30 y la Figura 12.31, donde se puede apreciar una fragmentación de lo que pertenecía al bioma de Bosque Húmedo Alto Andino y las áreas no transformadas que se van segregando a parcialmente transformadas, siendo esta una transición evidente en el IVR dirigidas a espacios completamente transformados que ocupan y resaltan la mayor parte de la cuenca.

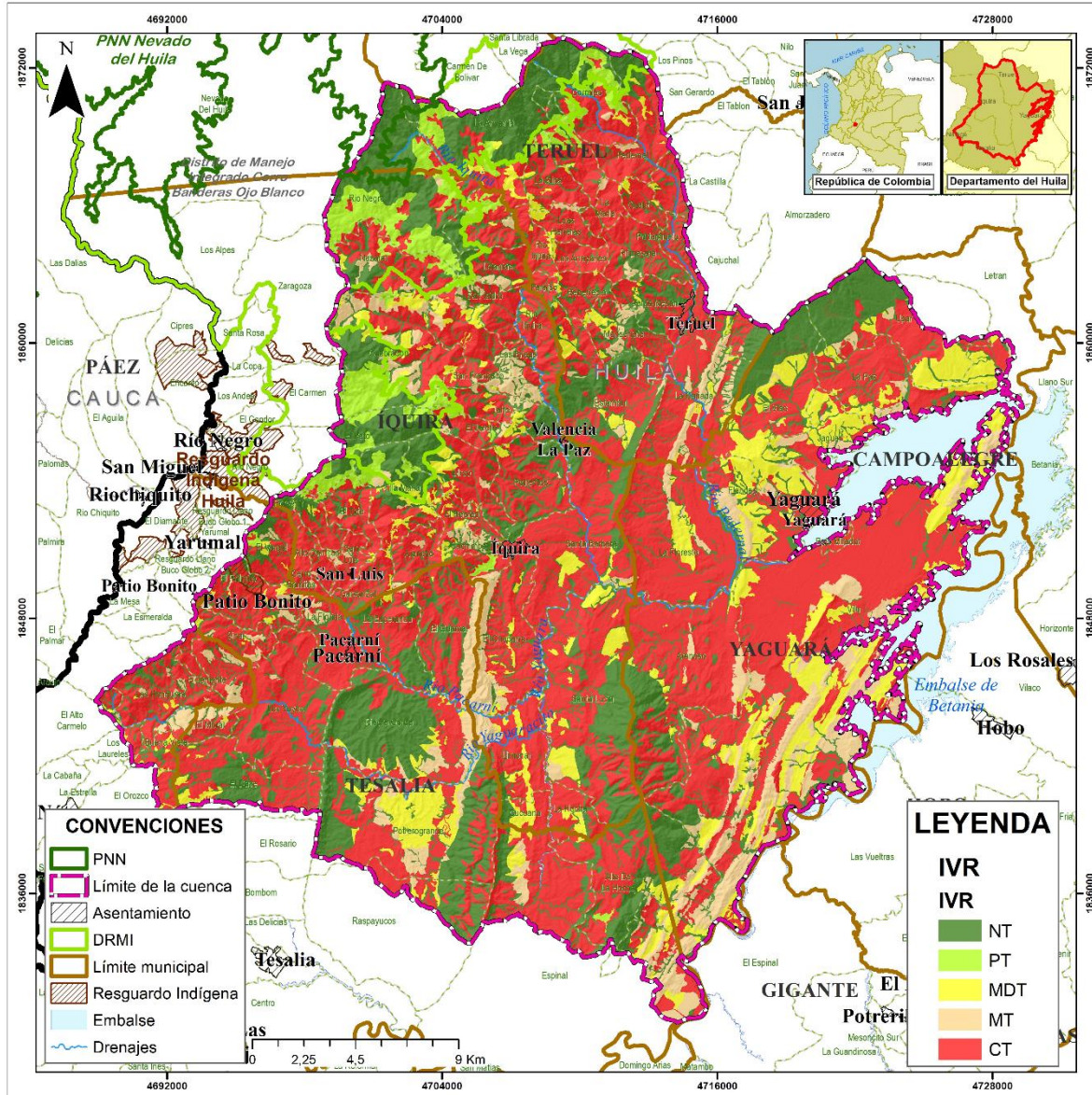
**Figura 12.30. Estado actual de los biomas de la cuenca del río Yaguará, escala 1:160000**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



**Figura 12.31. Índice de vegetación remanente (IVR) , escala 1:160000**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

### 12.3.5. Índice de Presión Demográfica (IPD)

Estima la tasa de densidad poblacional por unidad de análisis, en otras palabras, la presión ejercida sobre la oferta ambiental, a mayor densidad mayor demanda ambiental, mayor presión y mayor amenaza a la sostenibilidad (Márquez, 2000). El tamaño de la población denota la intensidad del consumo y el volumen de las demandas que se hacen sobre los recursos naturales.

#### 12.3.5.1. Objetivo

Medir la presión de la población sobre los diferentes tipos de coberturas naturales de la tierra.

#### 12.3.5.2. Fórmula

Índice propuesto por Marquez, 2002

$$IPD = d \times r$$

Donde:

d: corresponde a la densidad poblacional (hab/Km<sup>2</sup>)

r: Tasa de crecimiento intercensal

#### 12.3.5.3. Insumo

Mapas de cobertura de la tierra (de los cuales se extraen las coberturas naturales) y dato de densidad por municipio

#### 12.3.5.4. Interpretación de la calificación

La siguiente es la categorización y calificación del IPD (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

**Tabla 12.17. Calificación del Índice de Presión Demográfica**

Rango	Descriptor
IPD < 1	La unidad expulsa población y la sostenibilidad podría mantenerse o recuperarse; presión de la población baja y sostenibilidad alta.
IPD > 1 < 10	Población y amenazas crecientes pero normales, presión de la población y sostenibilidad media.
IPD > 10	Crecimiento acelerado de la población; presión de la población alta
IPD > 100	Crecimiento excesivo, grave amenaza a la sostenibilidad.

Fuente: Tomado de Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo, MADS, 2014.

#### 12.3.5.5. Resultados

Se encontró que el 57,86% de la cuenca presenta población y amenazas crecientes de tipo normal, haciendo que la presión de la población y la sostenibilidad ambiental sea media. Por



otra parte, el 40,34% presentan crecimiento poblacional acelerado y presión de la población alta. En la Tabla 12.18 se resumen las cifras de hectáreas y porcentaje del índice de presión demográfica y su distribución en la cuenca se puede observar en la Figura 12.19.

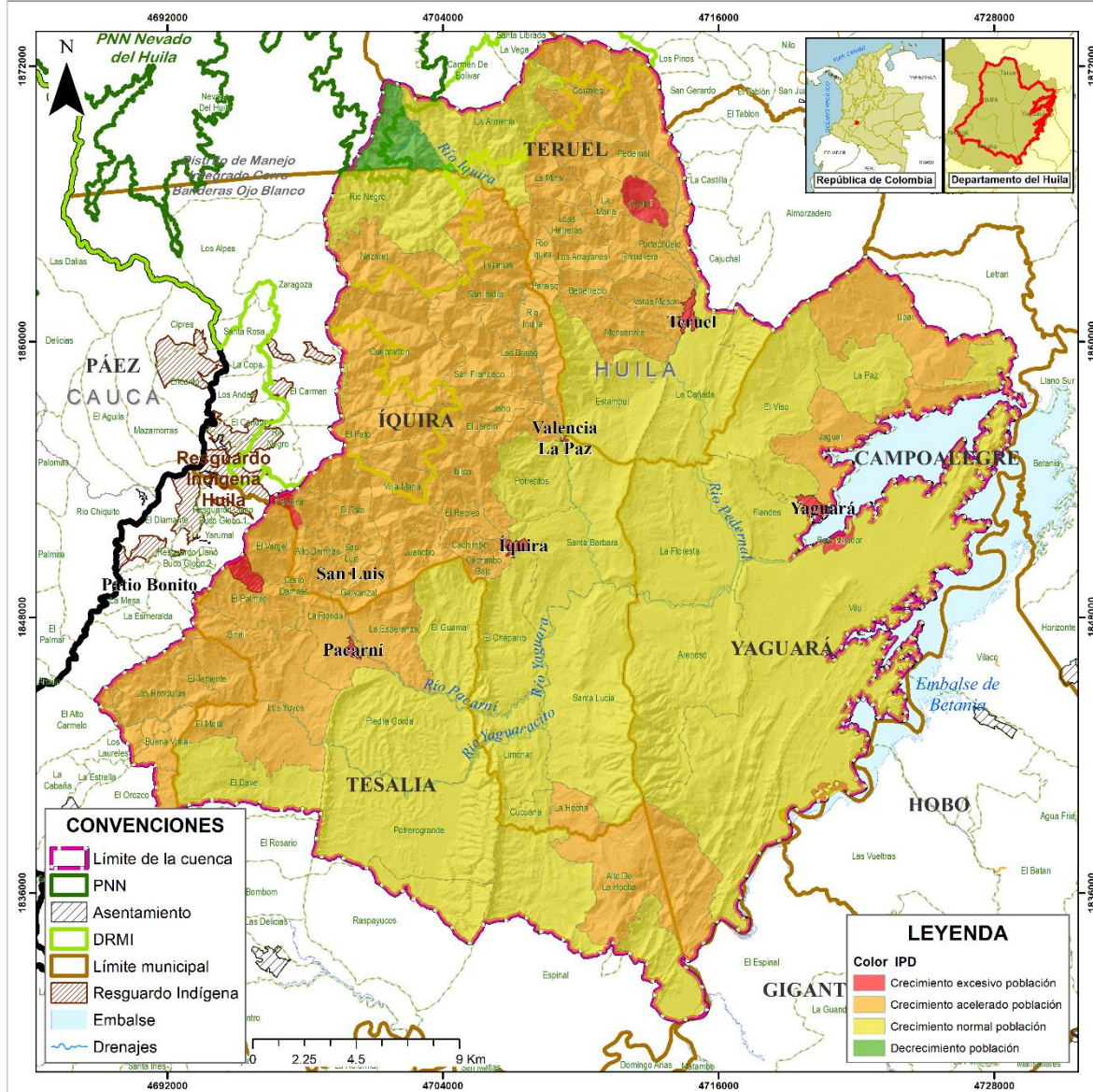
El cinturón montañoso es el de mayor presión ambiental ocupa los municipios de Teruel, Íquira y Tesalia y concordante con ello, en los tres municipios se presenta “hot spots”, pequeñas áreas que irradian tensión, propiciando el avance de las presiones ladera arriba. Otro espacio con este mismo estilo de transformaciones, se sucede en la parte sur-oriental de la cuenca, sobre el límite de los municipios de Tesalia, Yaguará e Íquira, donde también se identifican transformaciones de fragmentación de coberturas y ganancia de espacios para pastos.

**Tabla 12.18. Descriptores del IPD**

Descriptor IPD	AREA (ha)	AREA (%)
La unidad expulsa población y la sostenibilidad podría mantenerse o recuperarse; presión de la población baja y sostenibilidad alta.	792.44	0.89%
Población y amenazas crecientes pero normales, presión de la población y sostenibilidad media.	51769.23	57.86%
Crecimiento acelerado de la población; presión de la población alta.	36093.27	40.34%
Crecimiento excesivo, grave amenaza a la sostenibilidad.	821.66	0.92%

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

**Figura 12.32. Espacialización del Índice de Presión Demográfica, escala 1:160000**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

### 12.3.6. Índice de Ambiente Crítico (IAC)

Combina los indicadores de vegetación remanente (IVR) y presión demográfica o grado de ocupación poblacional del territorio, de donde resulta un índice de estado-presión que señala a la vez grado de transformación y presión poblacional.

#### 12.3.6.1. Objetivo

Identificar los tipos de cobertura natural con alta presión demográfica.

### 12.3.6.2. Cálculo e Interpretación

Se califica a través de la matriz construida con el Índice de vegetación remanente y el Índice de presión demográfica (IPD) (Márquez, 2000). La construcción de este índice se realiza a partir de la matriz de decisiones, Tabla 12.19, donde se toman los valores tanto del índice de presión de demográfica como del Índice de vegetación remanente.

Tabla 12.19. Matriz de calificación del índice de ambiente crítico

Matriz de calificación del índice de ambiente crítico				
IVR	Rango de densidad de población			
Categorías	< 1	>1<10	>10<100	>100
NT: Escasamente transformado	I	I	II	II
PT: Parcialmente transformado	I	I	II	II
MDT: Medianamente transformado	II	II	III	III
MT: Muy transformado	III	III	IV	IV
CT: Completamente transformado	III	III	IV	V

Fuente: Tomado de Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo, MADS, 2014.

Interpretación:

- ❖ I. Relativamente estable o relativamente intacto; conservado y sin amenazas inminentes. (calificación 20).
- ❖ II. Vulnerable, conservación aceptable y/o amenazas moderadas-. Sostenible en el mediano plazo, en especial con medidas de protección. (calificación 15).
- ❖ III. En peligro, baja conservación y/o presiones fuertes. Sostenibilidad con probabilidades medias a bajas de persistencia en los próximos 15 años. (calificación 10).
- ❖ IV. Crítico, conservación baja y presiones fuertes. Pocas probabilidades en los próximos 10 años. (calificación 5).
- ❖ V. Muy crítico (extinto) sostenibilidad improbable; transformación radical, presiones muy elevadas. (calificación 0).

### 12.3.6.3. Insumo

Se utilizan las coberturas naturales identificadas en el mapa de cobertura actual de la tierra (POMCA) y el mapa de presión demográfica por municipio.

### 12.3.6.4. Resultados

Aun cuando en la cuenca se encuentran coberturas naturales en el 41,42% de ella, no todas las coberturas tienen las mismas posibilidades de permanecer. Este índice permite evidenciar las coberturas que tienen mayor o menor riesgo a ser intervenidas; el 14,09% de las coberturas naturales presentan una relativa estabilidad, mientras que 19,83% son vulnerables a la acción humana; en la Tabla 12.20 se pueden observar las áreas y porcentajes para cada categoría del índice de ambiente crítico.

Las coberturas ubicadas en ladera corren el mayor riesgo de alterarse, muchas de ellas se encuentran el 2,35% de criticidad, su conservación es baja y las presiones por transformarlas son fuertes al punto que se cree que su desaparición puede darse en los próximos 10 años. Si se desea ver la localización de las diferentes categorías de criticidad puede hacerlo en la Figura 12.20.

**Tabla 12.20. Categorías de IAC identificadas**

Categoría	Descripción	AREA (ha)	AREA (%)
Crítico	Conservación baja y presiones fuertes. Pocas probabilidades en los próximos 10 años. (Calificación 5).	2103.49	2.35%
En peligro	Baja conservación y/o presiones fuertes. Sostenibilidad con probabilidades medias a bajas de persistencia en los próximos 15 años. (Calificación 10).	4604.93	5.15%
Vulnerable	Conservación aceptable y/o amenazas moderadas-. Sostenible en el mediano plazo, en especial con medidas de protección. (Calificación 15).	17735.66	19.83%
Relativamente estable	Relativamente intacto; conservado y sin amenazas inminentes.(Calificación 20).	12597.39	14.09%
<b>Total</b>		<b>37041.48</b>	<b>41.42%</b>

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

### 12.3.7. Índice del Estado Actual de las Coberturas Naturales

Este índice integra los resultados de dos índices y dos indicadores para sintetizarlos de manera consolidada los resultados de las calificaciones dadas a cada uno de ellos (modificado de MAVDT, IGAC, 2010).

#### 12.3.7.1. Objetivo

Cuantificar el estado actual por tipo de cobertura natural de la tierra.

#### 12.3.7.2. Fórmula e Interpretación

Se integra la calificación de dos indicadores y dos índices, cada uno de estos tiene un peso de 25%, siendo el valor máximo 80.

$$IVR + TCCN + IF + IAC$$

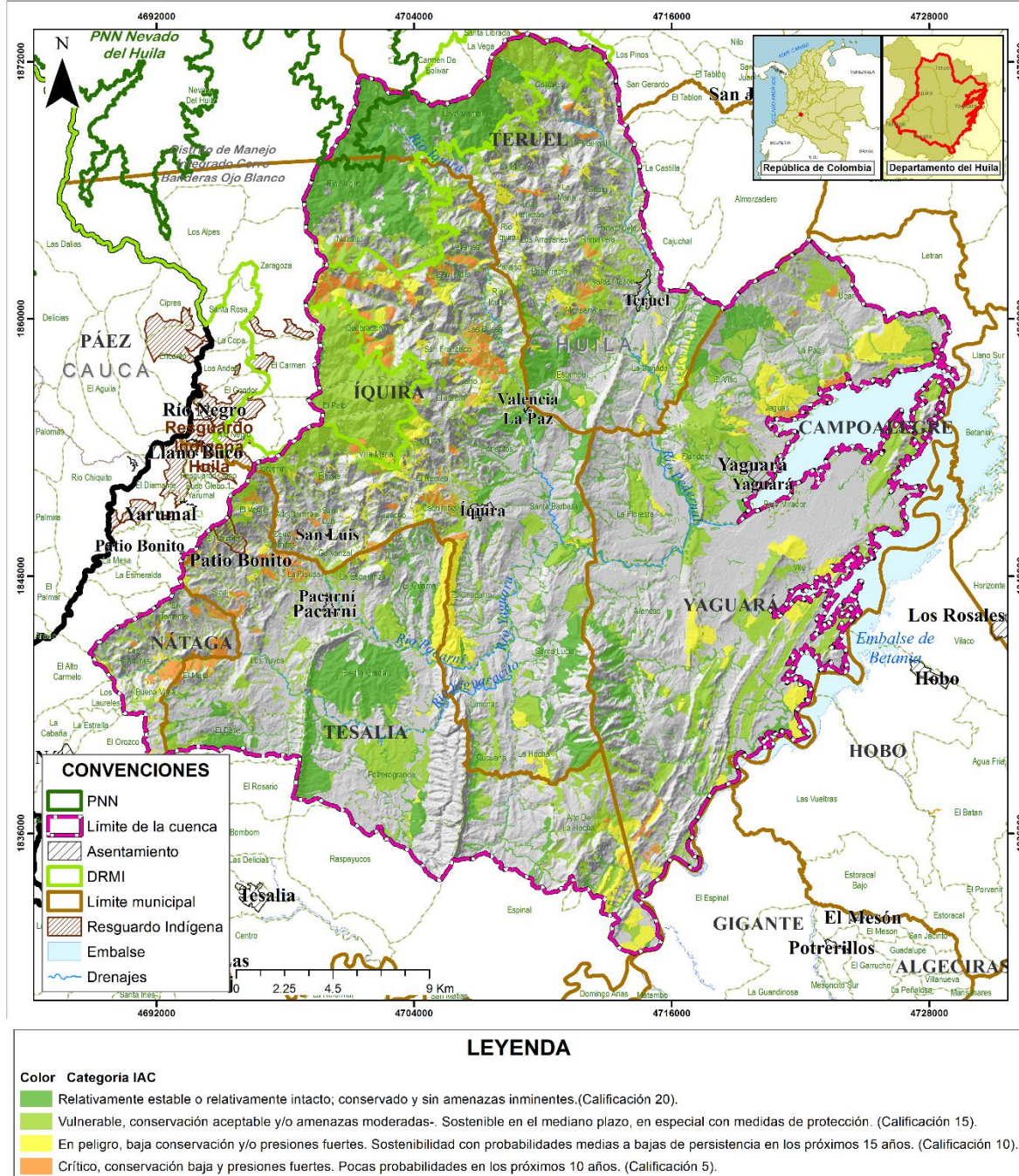
**Tabla 12.21. Interpretación**

	Rango	Categoría
Interpretación de la calificación	Mayor de 60	Conservada
	>40 – 60	Medianamente transformada
	>20 – 40	Transformada
	1 – 20	Altamente transformada
	0	Completamente transformada

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



Figura 12.33. Distribución espacial IAC, escala 1:160000



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

### 12.3.7.3. Insumos

Se emplean las calificaciones de indicador de vegetación remanente, indicador tasa de cambio de las coberturas naturales, índice de fragmentación e índice de ambiente crítico.

#### 12.3.7.4. Resultados

Como se mencionó, este índice integra las diferentes ópticas realizadas por los cuatro índices e indicadores, arrojando los resultados presentes en la Tabla 12.22 que muestra como tan solo el 5,5% de la cuenca se encuentra Conservada, dominando la parte noroccidental de la cuenca (ver Figura 12.34), mientras que las coberturas naturales Medianamente transformadas ocupan el 25,09% y presentan una mejor distribución espacial en todo el área estudiada, finalmente están las coberturas naturales Transformadas, las cuales tienen una extensión de 10,83%, espacialmente se encuentran por doquier y suelen estar asociadas en especial, a los pequeños relictos de bosque de galería o ripario; hasta esta categoría se puede acudir a las cobertura naturales para generar procesos de recuperación o revegetalización. Finalmente quedan las categorías Altamente y Completamente transformadas, las cuales ocupan cerca del 59% de la cuenca y corresponde a las coberturas artificializadas como tejido urbano, vías, minería, cultivos puros o en mosaico, etc., los cuales no son un aporte a la construcción de los espacios naturales, pero que sí pueden con un manejo adecuado, pasar a estructuras agroforestales o silvopastoriles en beneficio de la cuenca.

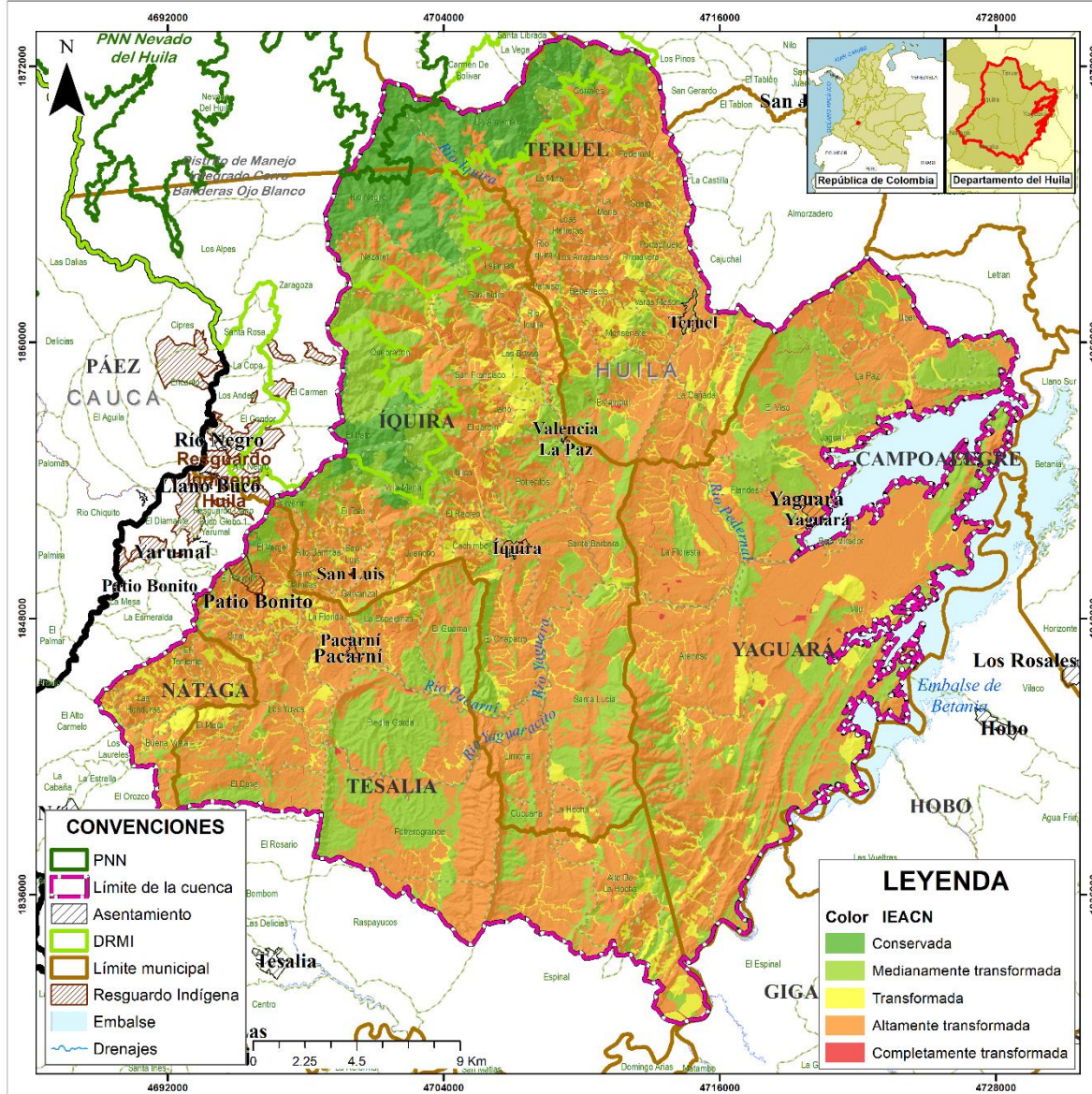
**Tabla 12.22. Categorías del IEACN**

Categoría	Área (ha)	Área (%)
Conservada	4914.75	5.50%
Medianamente transformada	22442.78	25.09%
Transformada	9686.35	10.83%
Altamente transformada	51981.48	58.12%
Completamente transformada	407.54	0.46%
Total	89432.89	100.00%

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



**Figura 12.34. Estado actual de las coberturas naturales IEACN, escala 1:160000**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### **12.4. Acciones de restauración en cuencas abastecedoras de acueductos municipales y rurales**

Para referirnos a las áreas más representativas de las coberturas que pertenecen a la microcuencas abastecedoras, es preciso evidenciar el porcentaje principal que estas ocupan y su relación con los usos actuales que influyen en las acciones de restauración de la cuenca; en la Tabla 12.23 encontramos las coberturas principales y más representativas en cuanto a mayor ocupación dentro de las 22 microcuencas analizadas; en términos generales se puede asegurar que la mayor parte de estas microcuencas está dominada por los pastos limpios, arbustales, herbazales y cereales que se encuentran en mayor proporción a otras coberturas,

permitiendo inferir sobre los pocos o nulos esfuerzos para garantizar la conservación o restauración de estas microcuencas.

Las catorce microcuencas más impactadas donde la dominancia de coberturas antrópicas prevalece son: Desembocadura R. Yaguará, Q. Las Damas, Río Pedernal entre Q. La Papayala y R. Yaguará, Q. En Medio, Río Yaguaracito hasta Q. La Colorada, Q. La Garza, Q. La Colorada, Río Pacarní entre Qdas. La Damita y de Juancho, Q. La Salada, Qdas. La Caraguaja y de Chipacá, Río Pedernal entre R. La María y Q. La Papayala, Q. El Dave y otros directos a R. Yaguaracito, Q. El Espinal y otros directos a Embalse Betania (mi) y Río Pacarní entre Qdas. La Damita y de Juancho.

**Tabla 12.23. Principales coberturas pertenecientes a la microcuenca abastecedora**

<b>Principales coberturas pertenecientes a la microcuenca abastecedora</b>			
<b>Desembocadura R. Yaguará</b>		<b>Q. El Dave y otros directos a R. Yaguaracito</b>	
Cereales	37,17%	Pastos limpios	46,80%
Pastos limpios	17,12%	Herbazal	13,81%
<b>Q. Las Damas</b>		<b>Río Pacarní entre Qdas. La Damita y de Juancho</b>	
Arbustal	51,55%	Pastos limpios	44,38%
Pastos limpios	14,42%	Bosque de galería y/o ripario	11,97%
<b>Río Pacarní hasta Q. La Damita</b>		<b>Q. La Salada</b>	
Pastos limpios	22,08%	Pastos limpios	52,17%
Bosque abierto	12,97%	Arbustal	10,75%
<b>Río Pedernal entre Q. La Papayala y R. Yaguará</b>		<b>Q. El Espinal y otros directos a Embalse Betania (mi)</b>	
Pastos limpios	26,61%	Cereales	30,08%
Cereales	16,85%	Arbustal	26,35%
<b>Río Íquira entre R. San Francisco y Q. Grande</b>		<b>Río La María</b>	
Pastos limpios	22,67%	Mosaico de cultivos y espacios naturales	22,99%
Bosque de galería y/o ripario	17,57%	Cultivos permanentes arbustivos	11,31%
<b>Q. En Medio</b>		<b>Río Yaguaracito hasta Q. La Colorada</b>	
Pastos limpios	30,94%	Pastos limpios	34,38%
Herbazal	25,69%	Bosque de galería y/o ripario	16,31%
<b>Q. Grande</b>		<b>Qdas. La Caraguaja y de Chipacá</b>	
Bosque de galería y/o ripario	17,30%	Pastos limpios	41,80%
Pastos limpios	16,51%	Arbustal	14,44%
<b>Q. de Juancho</b>		<b>Río Pedernal hasta Q. La María</b>	
Pastos limpios	16,90%	Pastos limpios	14,91%
Arbustal	15,54%	Cultivos permanentes arbustivos	14,80%
<b>Q. Chichayaco</b>		<b>Río Pedernal entre R. La María y Q. La Papayala</b>	
Arbustal	33,09%	Pastos limpios	32,69%



Principales coberturas pertenecientes a la microcuenca abastecedora			
Pastos limpios	16,78%	Bosque de galería y/o ripario	18,17%
<b>Q. La Garza</b>		<b>Río Íquira hasta R. San Francisco</b>	
Pastos limpios	33,99%	Bosque denso	17,13%
Cereales	16,27%	Pastos limpios	15,19%
<b>Q. La Colorada</b>		<b>Río San Francisco</b>	
Pastos limpios	43,57%	Bosque fragmentado	23,12%
Bosque de galería y/o ripario	15,96%	Bosque abierto	10,93%

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Para tener una idea sobre las coberturas presentes en las microcuencas abastecedoras de acueductos, se puede observar la Figura 12.35 y Figura 12.36; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, donde están las microcuencas con su código y las coberturas.

[illegible]

Carrera 51B N° 82 - 254, Piso 2, Oficina 26,  
C.C. Bahía, Barranquilla D.E.I.P.  
Correo electrónico: [yaguara@ecocialt.com](mailto:yaguara@ecocialt.com)

Figura 12.36. Microcuencas Abastecedoras Leyenda



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

## 13. VEGETACIÓN Y FLORA

Para realizar el diagnóstico de la vegetación y flora de la cuenca del río Yaguará, se llevó a cabo inicialmente un levantamiento de la información secundaria operativamente disponible a través de diversas fuentes de información, enfocando dicho levantamiento a nivel de ecosistemas y los listados de las especies sensibles y/o de importancia ecológica.

Asimismo, se llevaron a cabo los inventarios forestales para la caracterización de vegetación en un total de 17 coberturas vegetales, siendo estas las más representativas de acuerdo con las coberturas de la tierra (escala 1:10.000) ya sea por el área que ocupan en la cuenca, por su importancia como áreas de conservación o asociación a la regulación hídrica o ambas.

Así las cosas, se presentan a continuación los resultados, los análisis y las conclusiones de la fase diagnóstica de la vegetación y flora de la cuenca de la quebrada Yaguará.

### 13.1. Información Secundaria

La cuenca del río Yaguará se halla inmersa en el valle del Río Magdalena, siendo un afluente directo de dicho río, formando en su desembocadura con este la represa de Betania. Dado lo anterior, a nivel de zonobiomas, el río Yaguará se encuentra en el Zonobioma Alternohigróico y/o Subxerofítico Tropical (ZAST), el cual, representa aproximadamente el 8% del total de los ecosistemas naturales del país, caracterizado por periodos prolongados de sequía, por lo cual, la vegetación presenta adaptaciones a la deficiencia de agua, formando así ecosistemas xerofíticos y subxerofíticos (Rodríguez et al 2006).

#### 13.1.1. Zonas de vida

A nivel de zonas de vida, en el área de estudio delimitada para la cuenca del río Yaguará se han identificado tres tipos principales de bosque, siendo estos: Bosque Seco Tropical (bs-T), Bosque muy Seco Tropical (bms-T) y Bosque húmedo premontano (bh-PM), los cuales se presentan desde el valle del Río Magdalena hasta las zonas montañosas del sector oriental de los municipios de Iquira y Teruel, específicamente en las estribaciones del Parque Nacional Natural del Nevado del Huila.

En cada caso, el Bosque muy Seco Tropical (bms-T) se caracteriza por una limitada humedad dado un promedio de lluvia anual entre 500 y 1000 mm y una temperatura media superior a 24° C. Las especies más representativas que los conforman son algarrobos, ceibos, palos santos y cactus. Se ubica en zonas cuya elevación puede estar entre 0 y 1000 msnm en cercanía de la represa de Betania.



Por su parte, el Bosque Seco Tropical (bs-T) presenta una temperatura media superior a 24° C y un promedio de lluvia anual entre 1000 y 2000 mm. Se presenta en zonas cuya elevación puede estar entre 0 y 1000 msnm. En Colombia el bosque seco Tropical (bsT) está considerado como uno de los tres ecosistemas más degradados, fragmentados y menos conocidos. Algunos estimativos señalan que de los 80.000 km<sup>2</sup> que representaban la cobertura original de los bosques secos a subhúmedos en nuestro país, en la actualidad solo se cuenta con cerca del 1,5%.

Debido a las características topográficas de planicie y la riqueza del suelo, desafortunadamente el BsT ha sido sustituido por zonas de cultivos y ganadería extensiva en casi todo el país.

Respecto a la composición florística del Bosque Seco Tropical, dentro de las especies más representativas se encuentran el payandé (*Pithecellobium dulce*), el pindo (*Gynerium sagittatum*), nacedero (*Trichanthera gigantea*), caracolí (*Anacardium excelsum*), trupillo o raspayuco (*Prosopis juliflora*), cañafisto (*Chlorophora tintorera*), cachimbo (*Erythrina glauca*) y caucho (*Ficus* sp).

A nivel de familias, la de mayor número de especies es la de las leguminosas, seguida de la familia Bignoniaceae, Sapindaceae y Capparidaceae, además de las Euphorbiaceae y Rubiaceae. Asimismo, a nivel de familias presenta una composición similar a las encontradas en bosques húmedos y muy húmedos tropicales, pero con elementos propios y típicos de las zonas secas como las familias Cactaceae, Capparidaceae y Zygophyllaceae (Gentry, 1995).

En cuanto al Bosque húmedo premontano (bh-PM), este se caracteriza por tener una temperatura media anual entre 18 y 24°C y una precipitación media anual entre 1.000 y 2.000 mm. Se ubica en las montañas a la altura de las zonas de condensación por encima de los 1000 msnm. El clima, que es factor determinante, se manifiesta en esta área con mucha nubosidad y rocío.

En cuanto a la vegetación, esta se encuentra representada por grandes árboles, donde las especies forestales más relevantes de las zonas mejor conservadas del PNN Nevado del Huila corresponden a los pinos colombianos (*Podocarpus rospigliosii*) y (*Retrophyllum rospigliosii*), el cedro (*Cedrela montana*), la palma de cera (*Ceroxylon quinduense*), el comino (*Aniba perutilis*) y el coralito de páramo (*Relbunium hypocarpium*), así como por un espeso follaje, sin embargo, en el área de estudio ha sido ampliamente registrado el hecho de que la vegetación natural ha sido altamente impactada y remplazada por un corredor asociado a cultivos de café. Con excepción del coralito de páramo, las demás especies relevantes mencionadas se caracterizan por estar incluidas en categorías de amenaza de extinción, dada la presión antrópica por tala selectiva.

### 13.1.2. Ecosistemas

Ahora bien, a nivel de ecosistemas, en general para el área de la cuenca se considera la dominancia de ecosistemas transformados como Agroecosistemas de cultivos mixtos, Agroecosistemas ganaderos, Áreas con predominancia de pastos y vegetación secundaria, Áreas pequeñas con predominancia de vegetación secundaria, algunas franjas de Bosque secundario intervenido y bosques primarios remanentes muy escasos y asociados a las zonas premontanas (Rodríguez et al 2006).

### 13.1.3. Áreas naturales protegidas

El río Yaguará nace en jurisdicción del municipio de Nátaga, del Departamento del Huila, sobre el flanco derecho del Nevado del Huila, aproximadamente a una altura de 1.800 msnm, discurriendo por jurisdicción de los municipios de Tesalia, Iquira y Yaguará hasta desembocar en el Embalse de Betania. El río Yaguará presenta diversos afluentes dada la orografía del sector; al norte se ubica el río Pedernal; en el centro el río Iquira que tiene afluentes de las estribaciones del Parque Natural Nacional Nevado del Huila; al sur se presentan el río Pacarní, las quebradas El Aguacate y Piedra Rajada; al occidente en la serranía de las Nieves nace el río Yaguaracito y sus principales afluentes en este sector Quebrada El Dave, El Infierno y Palo Desnudo (CAM, 2010).

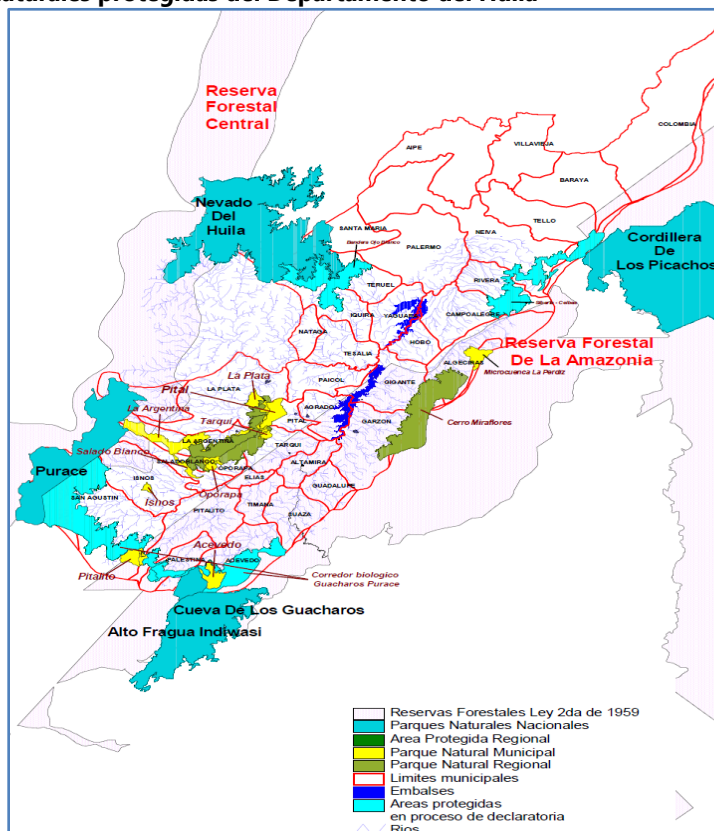
En esta área de la cuenca del río Yaguará, destaca en los municipios de Tesalia e Iquira dos áreas naturales protegidas, correspondiendo al Parque Nacional Natural Nevado del Huila y, adyacente a este sobre el sector suroriental, el Parque Natural Regional del Cerro Banderas – Ojo Blanco (Figura 13.1).

En estas áreas naturales protegidas las especies forestales más relevantes corresponden a los pinos colombianos (*Podocarpus rospiglosii*) y (*Retrophyllum rospiglosii*), el cedro (*Cedrela montana*), la palma de cera (*Ceroxylon quinduense*), el comino (*Aniba perutilis*) y el coralito de páramo (*Relbunium hypocarpium*), así mismo, en sus bosques abundan otras como garrucho, encenillo, caucho y algodón.

En cuanto a la fauna que predomina en el área protegida y que es objeto de conservación, se encuentra el mono churuco (*Lagothrix lagotricha*), el oso andino (*Tremarctos ornatus*), la danta de montaña (*Tapirus pinchaque*) y el águila crestada (*Oroaetus isidoris*), especies que están en peligro de extinción por la destrucción o fragmentación de su hábitat (CAM, 2016).

A pesar de su importancia ecosistémica, el Parque Natural Regional del Cerro Banderas – Ojo Blanco presenta fuertes amenazas y presiones antrópicas. Al respecto es amplia la producción agrícola en la región, que se basa principalmente en el cultivo del café, y se han desarrollado plantaciones de frutales de clima frío, como la granadilla, el tomate de árbol, la mora y el lulo para diversificar el mercado. Los frutales antes señalados han incentivado el avance de la frontera agrícola.

**Figura 13.1. Áreas naturales protegidas del Departamento del Huila**



Se destaca el Parque Natural Regional Cerro Banderas – Ojo Blanco y las estribaciones orientales del PNN Nevado del Huila para la cuenca del río Yaguará (Círculo Rojo).

#### 13.1.4. Especies focales

Los bosques secos y andinos constituyen ecosistemas complejos que aportan una amplia gama de beneficios económicos, sociales y ambientales. Estos bosques además de ser el hábitat de numerosas especies, tanto vegetales como animales, suministran al hombre alimento, maderas, materiales de construcción, combustibles, leña, fibras, plantas ornamentales y toda una serie de compuestos químicos secundarios como resinas, alcaloides etc. (Díaz, J.M, 2006, Hernández-Camacho, 1995).

Dentro de las especies focales de estos bosques y para el área de estudio se destacan:

*Cedrela odorata* (Cedro): A nivel nacional está catalogada como una especie En Peligro de extinción (EN), ya que cerca del 60% de sus poblaciones naturales está ubicado en zonas de explotación extensiva.

*Trichilia acuminata*: A nivel global ha sido catalogada como una especie Vulnerable (VU), ya que tiene un rango de distribución pequeño, restringido a Colombia y Panamá.

*Quercus humboldtii* (roble colombiano): Es endémico de las tierras altas de los Andes en Colombia, con un rango altitudinal entre 1.000 y 3.200 msnm. Crece en el altiplano andino,

donde la temperatura media anual es de 16 a 24 °C y la precipitación media anual 1500 a 2500 mm. A nivel nacional y global ha sido catalogada como una especie Vulnerable (VU).

*Ceroxylon quinduense* (Palma de Cera): Esta especie está distribuida en los Andes de Perú y en las tres cordilleras de los Andes de Colombia entre los 1.600 y 3.100 metros de altitud (Girón 2001, Galeano, Bernal 2005, Bernal, Sanín 2013; MADS 2015a).

Esta especie de palma es muy abundante en las dos vertientes de la Cordillera Central (Bernal, Galeano 2010). A nivel global ha sido catalogada como una especie Vulnerable (VU).

*Acanthocereus aff. tetragonus* y en general casi todas las cactáceas, sus frutos representan una fuente de alimento tanto para la gente como para la fauna, son frutos drupáceos muy apetecibles por aves y mamíferos. Cactaceas *Melocactus curvispinus* subsp. *Obtusipetalus*, importantes en el consumo humano, con la parte interna del tallo elaboran dulces y mermeladas y sus frutos maduros también son consumidos esporádicamente como una golosina por su pulpa de sabor dulce.

*Brosimum* sp. una especie de Moraceae que representa una importante fuente de alimento para la avifauna en la región, al igual que *Maclura tinctoria* (dinde); estos árboles en época de fructificación producen gran cantidad de frutos y su fructificación es masiva.

Especies importantes como fijadoras de nitrógeno: *Pseudosamanea guachapele* (Igua) y *Samanea saman* (saman), al igual que algunas leguminosas herbáceas presentes en potreros con malezas y rastrojos bajos (*Mimosa* sp. *Vigna adenantha*, *Centrosema virginianum*).

Por último, entre algunas de las especies que sirven básicamente para dar sombra al ganado están algunas como: *Erythrina poeppigiana* (cachingo), *Anacardium exelsum* (caracolí), *Maclura tinctoria* (dinde), *Cedrela odorata* (cedro), *Guazuma ulmifolia* (guácimo), *Pithecellobium cf. lanceolatum* (payandé) y *Sapindus saponaria* (Chambimbe).

### 13.2. Información Primaria

La caracterización de la vegetación y flora al interior de la cuenca del río Yaguará se llevó a cabo a través de 33 parcelas tipo Gentry de 100 x 10 m (0,1 ha), ubicadas sobre un total de 18 coberturas vegetales naturales, lo cual equivale a un área muestreada de 33.000 m<sup>2</sup> o 3,3 hectáreas

En la Tabla 13.1 se presenta el listado de las coberturas vegetales caracterizadas, donde se resalta el hecho de que estas abarcan el 80,18% del área total de la cuenca basado en las coberturas de la tierra (IDEAM, 2018) que se muestran en la imagen satelital de la Figura 13.2.

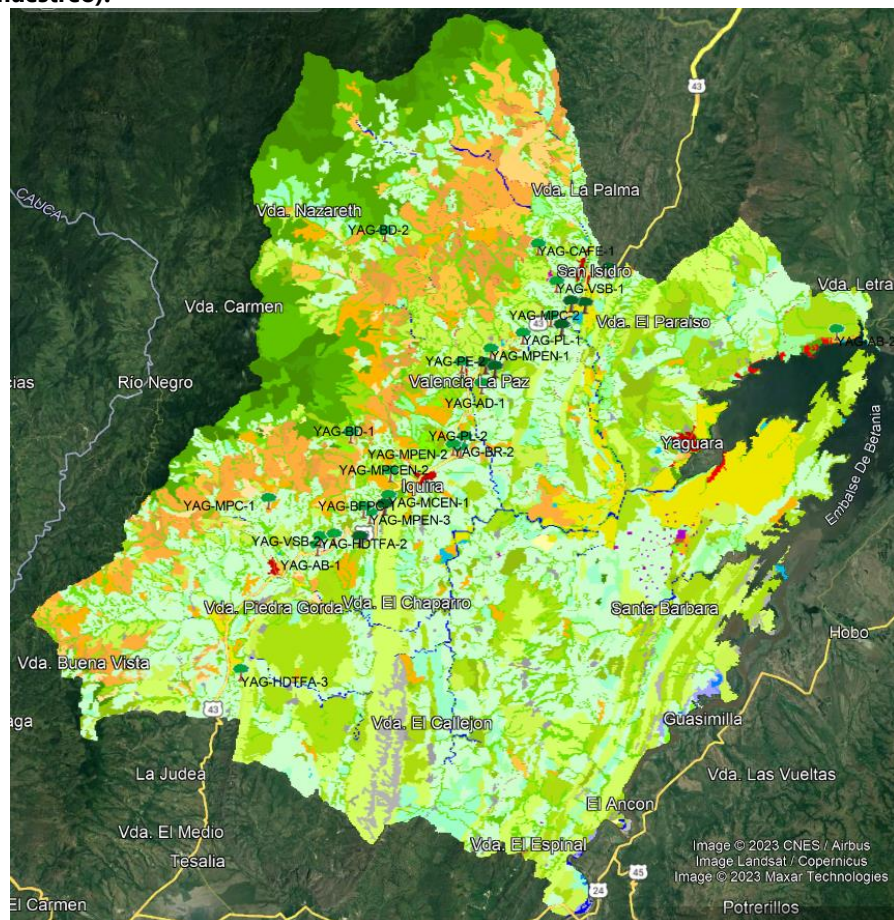


**Tabla 13.1. Coberturas vegetales naturales caracterizadas en la cuenca del río Yaguará**

Nombre cobertura vegetal	Abreviatura	Área (m <sup>2</sup> ) en la cuenca	% Área	No. Parcelas
2.3.1. Pastos limpios	PL	23767,76	26,58	3
314 Bosque de galería y/o ripario	BGR	8985,00	10,05	4
3222 Arbustal abierto	AB	6316,61	7,06	1
3221 Arbustal denso	AD	4010,56	4,48	1
2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales	MCEN	3988,77	4,46	1
2121 Arroz	ARROZ	3174,40	3,55	1
3131 Bosque fragmentado con pastos y cultivos	BFPC	2840,01	3,18	1
2.3.3. Pastos enmalezados	PE	2838,60	3,17	1
2.3.2. Pastos arbolados	PA	2264,57	2,53	1
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	MPEN	2246,36	2,51	3
31111 Bosque denso alto de tierra firme	BD	2142,38	2,40	4
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	MPCEN	1825,36	2,04	2
2222 Café	CAFÉ	1624,07	1,82	1
3231 Vegetación secundaria alta	VSA	1504,02	1,68	1
321111 Herbazal denso de tierra firme no arbolado	HDTFNA	1426,79	1,60	1
321112 Herbazal denso de tierra firme arbolado	HDTFA	1225,69	1,37	3
3232 Vegetación secundaria baja	VSb	817,12	0,91	2
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	MPC	707,14	0,79	2
<b>Total</b>		<b>71705,21</b>	<b>80,18</b>	<b>33</b>

Fuente: JICA, 2023.

**Figura 13.2. Imagen satelital coberturas vegetales de la cuenca del río Yaguará (ícono “árbol”: ubicación parcela de muestreo).**



Fuente: JICA, 2023.

Como se indica en la Tabla 1, se realizaron un total de 33 parcelas vegetales, cada una de 100 x 10 m (1.000 m<sup>2</sup>). La variación en el número de parcelas de caracterización para cada cobertura vegetal dependió principalmente del área que ocupa cada una de estas en la cuenca, destacando, sin embargo, que las áreas boscosas mejor conservadas (bosques densos altos de tierra firme y bosques riparios), presentaron el mayor número de parcelas (cuatro para cada una), asimismo, en total se han realizado 18 parcelas de caracterización para las áreas boscosas y seminaturales, las cuales ocupan en la cuenca el 50,3% del área.

Se indica, asimismo, que se han incluido en el presente estudio la caracterización de coberturas vegetales propias de los territorios agrícolas. Esto obedece al hecho de que estas ocupan el 48% del área total de la cuenca, dominadas principalmente por pastos limpios para ganadería, así como por cultivos de arroz y café, entre otros (Tabla 13.2).

**Tabla 13.2. Distribución de las coberturas vegetales en la cuenca del río Yaguará**

Territorios de cobertura vegetal	Área (m <sup>2</sup> ) en cuenca	% Área	No. Parcelas
Bosques y Áreas Seminaturales	44808,09	50,08	18
Territorios Agrícolas	43150,39	48,22	15
Territorios Artificializados	751,25	0,84	0
Superficies de Agua	611,3	0,68	0
Áreas Húmedas	155,57	0,17	0
<b>Total</b>	<b>89476,61</b>	<b>100</b>	<b>33</b>

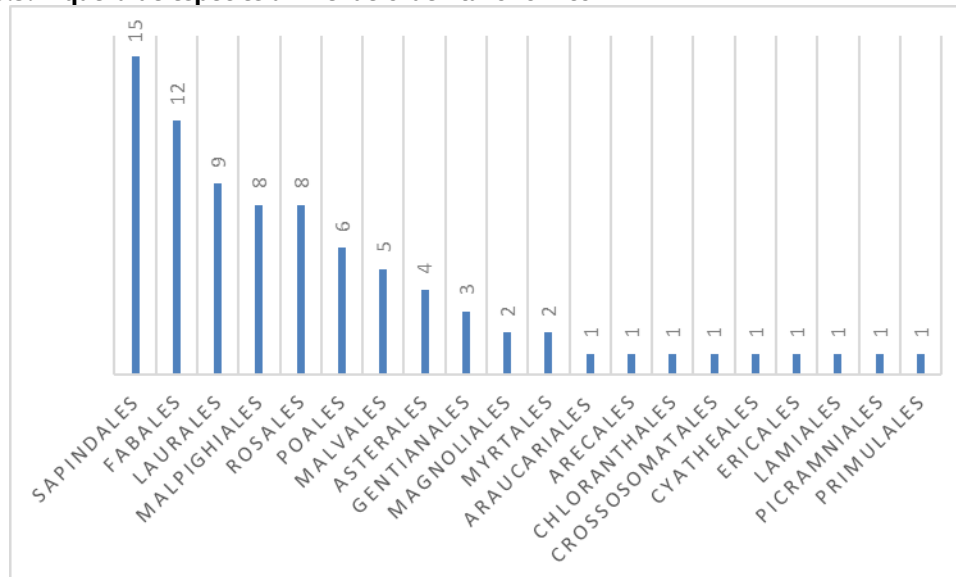
Fuente: JICA, 2023.

### 13.2.1. Resultados generales caracterización florística de la cuenca

- Composición y estructura

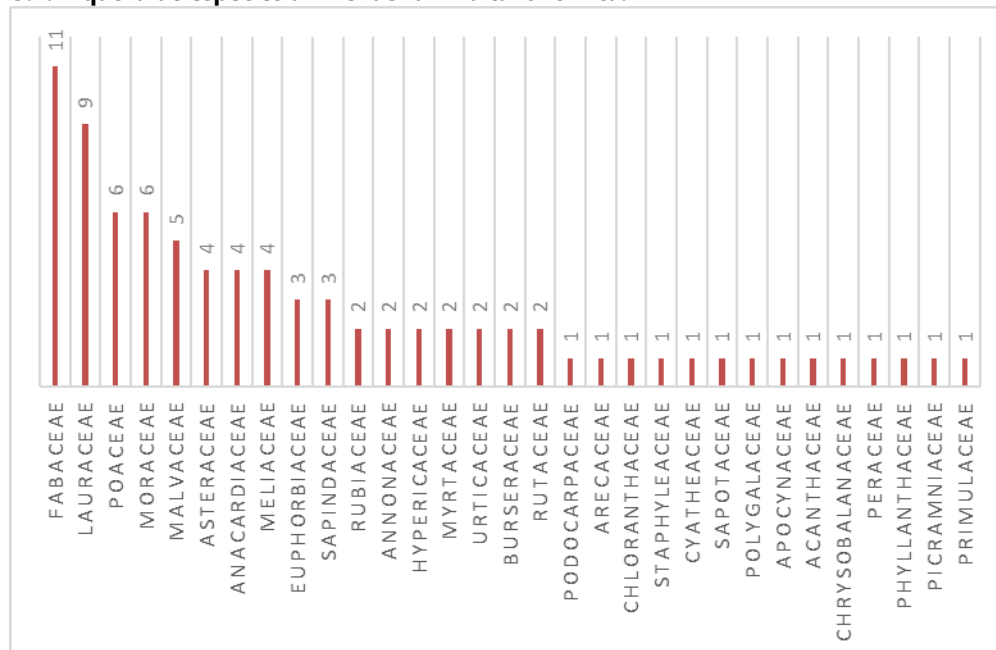
Se encontró un total de 83 especies vegetales (Tabla 13.3)., agrupadas en 31 familias y 20 órdenes taxonómicos, de los cuales, la mayor riqueza la presenta Sapindales con 15 especies, seguida por Fabales con 12 especies y por Laurales con nueve especies. Por su parte, a nivel de familia taxonómica la mayor riqueza la presenta Fabaceae con once especies, seguida por Lauraceae con nueve y por Poaceae y Moraceae con seis especies; las demás familias presentan entre cinco y una especie

**Figura 13.3. Riqueza de especies a nivel de orden taxonómico**



Fuente: JICA, 2023.

**Figura 13.4. Riqueza de especies a nivel de familia taxonómica.**



Fuente: JICA, 2023.

**Tabla 13.3. Listado taxonómico especies de flora en la cuenca Yaguará**

Orden	Familia	Especie	Nombre común	UICN	Resol 1912	Carácter
Araucariales	Podocarpaceae	<i>Podocarpus oleifolius</i>	Chaquiرو	LC	VU	Nativa
Arecales	Arecaceae	<i>Ceroxylon quindiuense</i>	Palma de cera	VU	EN	Nativa
Asterales	Asteraceae	<i>Vernonanthura patens</i>	Varejón			Nativa





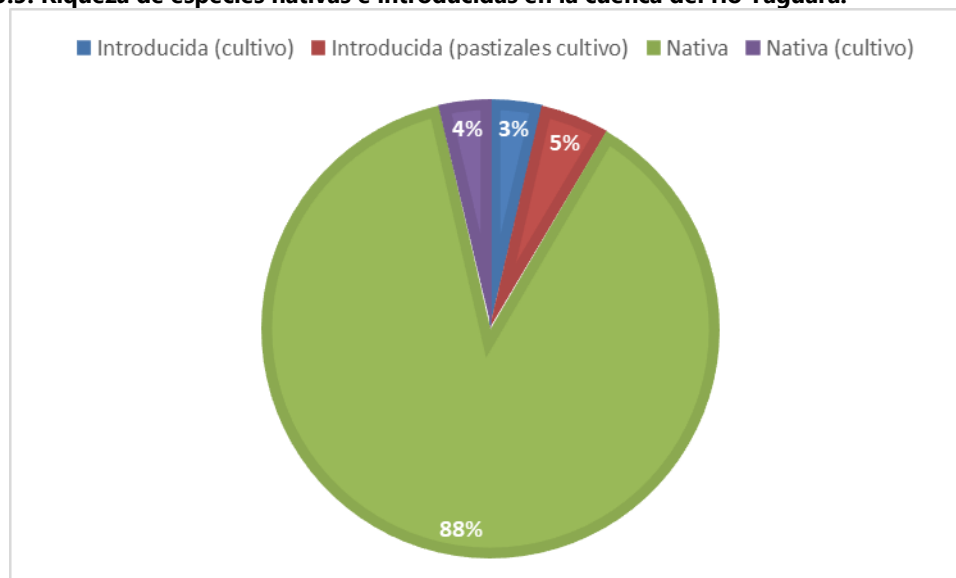
Orden	Familia	Especie	Nombre común	UICN	Resol 1912	Carácter
		<i>Baccharis sp</i>	Chircal			Nativa
		<i>Baccharis trinervis</i>	Mandaguasco			Nativa
		<i>Trixis inula</i>	Chucha			Nativa
Chloranthales	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum racemosum</i>	Granizo			Nativa
Crossosomatales	Staphyleaceae	<i>Staphylea occidentalis</i>	Mantequillo			Nativa
Cyatheales	Cyatheaceae	<i>Cyathea sp</i>	Helecho arbóreo		Veda	Nativa
Ericales	Sapotaceae	<i>Pouteria caimito</i>	Caimo			Nativa
Fabales	Fabaceae	<i>Inga sp</i>	Guamo			Nativa
		<i>Erythrina poeppigiana</i>	Cámbulo			Nativa
		<i>Machaerium capote</i>	Carbón			Nativa
		<i>Pseudosamanea guachapele</i>	Ígua			Nativa
		<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	Payande			Nativa
		<i>Bauhinia sp</i>	Patecabra			Nativa
		<i>Cassia grandis</i>	Cañofistol			Nativa
		<i>Erythrina sp</i>	Pepito			Nativa
		<i>Machaerium capote</i>	Capote			Nativa
		<i>Senna spectabilis</i>	Velero			Nativa
		<i>Andira sp</i>	Congo			Nativa
	Polygalaceae	<i>Monnina aestuans</i>	Injerto			Nativa
Gentianales	Apocynaceae	<i>Aspidosperma cuspa</i>	Guacharaco			Nativa
	Rubiaceae	<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	Guacamayo			Nativa
		<i>Coffea sp</i>	Café			Introducida (cultivo)
Lamiales	Acanthaceae	<i>Trichanthera gigantea</i>	Cuchichucho			Nativa
Laurales	Lauraceae	<i>Nectandra reticulata</i>	Laurel jigua			Nativa
		<i>Persea sp</i>	Laurel			Nativa
		<i>Ocotea sp</i>	Amarillo			Nativa
		<i>Nectandra sp.</i>	Laurel sp2			Nativa
		<i>Ocotea calophylla</i>	Susco			Nativa
		<i>Aniba perutilis</i>	Laurel comino	VU	CR	Nativa
		<i>Persea americana</i>	Aguacate			Nativa (cultivo)
		<i>Persea sp</i>	Laurel sp3			Nativa
Magnoliales	Annonaceae	<i>Nectandra sp.</i>	Laurel blanco			Nativa
		<i>Annona quinduensis</i>	Anón			Nativa
		<i>Annona muricata</i>	Guanábana			Nativa (cultivo)
Malpighiales	Chrysobalanaceae	<i>Hirtella americana</i>	Garapato			Nativa
	Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus sp</i>	Pringamosa			Nativa
		<i>Croton glabellus</i>	Ricino			Nativa
		<i>Croton leptostachyus</i>	Mosquerillo			Nativa
	Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i>	Puntalanza			Nativa
		<i>Vismia guianensis</i>	Carrasposo			Nativa
	Peraceae	<i>Pera arborea</i>	Negrilo			Nativa
	Phyllanthaceae	<i>Hieronyma sp</i>	Carnetoro			Nativa
Malvales	Malvaceae	<i>Heliocarpus americanus</i>	Cadillo			Nativa
		<i>Theobroma cacao</i>	Cacao			Nativa (cultivo)
		<i>Ochroma pyramidale</i>	Balso real			Nativa
		<i>Matisia cruceto</i>	Cruceto			Nativa
		<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guásimo			Nativa
Myrtales	Myrtaceae	<i>Myrcia sp</i>	Arrayán			Nativa
		<i>Psidium guajava</i>	Guayaba			Nativa

Orden	Familia	Especie	Nombre común	UICN	Resol 1912	Carácter
Picramniales	Picramniaceae	<i>Picramnia latifolia</i>	Coralito			Nativa
Poales	Poaceae	<i>Guadua angustifolia</i>	Guadual			Nativa
		<i>Cynodon dactylon</i>	Gramma común			Introducida (pastizales cultivo)
		<i>Panicum maximum</i>	Pasto guinea			Introducida (pastizales cultivo)
		<i>Pennisetum purpuraceus</i>	pasto elefante			Introducida (pastizales cultivo)
		<i>Brachiaria decumbens</i>	Pasto peludo			Introducida (pastizales cultivo)
		<i>Oryza sativa</i>	Arroz			Introducida (cultivo)
Primulales	Primulaceae	<i>Myrsine guianensis</i>	Garrucho			Nativa
Rosales	Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	Tinte			Nativa
		<i>Ficus sp</i>	Caucho			Nativa
		<i>Ficus maxima</i>	Higuerón			Nativa
		<i>Maclura tinctoria</i>	Dinde			Nativa
		<i>Ficus maxima</i>	Higuerón			Nativa
		<i>Ficus hartwegii</i>	Cauchito			Nativa
	Urticaceae	<i>Cecropia telenitida</i>	Yarumo blanco			Nativa
		<i>Cecropia peltata</i>	Yarumo			Nativa
Sapindales	Anacardiaceae	<i>Toxicodendron striatum</i>	Caspicaracho			Nativa
		<i>Anacardium excelsum</i>	Caracolí			Nativa
		<i>Astronium graveolens</i>	Diomate			Nativa
		<i>Mangifera indica</i>	Mango			Introducida (cultivo)
	Burseraceae	<i>Protium sagotianum</i>	Pepemono			Nativa
		<i>Bursera simaruba</i>	Resbalamono			Nativa
	Meliaceae	<i>Trichilia havanensis</i>	Cedrillo			Nativa
		<i>Trichilia acuminata</i>	Cedro blanco			Nativa
		<i>Guarea guidonia</i>	Bilibil			Nativa
		<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	VU	EN	Nativa
	Rutaceae	<i>Zanthoxylum sp.</i>	Tachuelo			Nativa
		<i>Amyris pinnata</i>	Bilanda			Nativa
	Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i>	Cachimbo			Nativa
		<i>Melicoccus bijugatus</i>	Mamoncillo			Nativa
		<i>Cupania americana</i>	Guacharaco			Nativa

Fuente: JICA, 2023.

Del total de especies, once de estas corresponden a plantas cultivadas, muchas de ellas introducidas (siete especies), cuya ocupación presenta una alta dominancia de pastos (26,6%), arrozales (3,5%) y cafetales (1,82%), sin embargo, no se descartan otras especies introducidas cultivadas que pueden presentarse en menor proporción y no fueron registradas en las parcelas de caracterización. Las especies restantes corresponde a árboles y arbustos nativos, que ocupan principalmente las coberturas vegetales naturales.

**Figura 13.5. Riqueza de especies nativas e introducidas en la cuenca del río Yaguará.**



Fuente: JICA, 2023.

- Índices de diversidad alfa

Con el fin de cuantificar la riqueza de especies de la comunidad vegetal, se procedió a calcular varios índices de diversidad alfa para cada una de las coberturas vegetales caracterizadas arbóreas, por lo cual, se dejaron aquellas de arbustales o de cultivos. Se analizaron detenidamente el índice de Shannon, que se utiliza para establecer la probabilidad de encontrar o seleccionar todas las especies en la proporción en las que existen en la población muestreada, el Índice de Margalef que se basa en la riqueza específica de la muestra, el Índice de Simpson que se basa en la dominancia de las especies y el número efectivo de especies o diversidad verdadera, que dado su carácter lineal permite comparar en porcentajes la diversidad de diferentes áreas (Tabla 13.4).

**Tabla 13.4. Índices de diversidad alfa para coberturas naturales arbóreas, cuenca del río Yaguará.**

Índice diversidad	Coberturas vegetales arbóreas						Total General
	BD	BFPC	BGR	HDTFA	VSA	VSB	
Taxa_S	25	14	29	12	17	11	62
Individuals	125	30	144	39	55	48	441
Dominance_D	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	0,0
Simpson_1-D	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,6	1,0
Shannon_H	2,9	2,4	2,9	2,2	2,4	1,5	3,6
Evenness_e^H/S	0,7	0,8	0,7	0,7	0,6	0,4	0,6
Brillouin	2,6	1,9	2,7	1,8	2,0	1,2	3,4
Menhinick	2,2	2,6	2,4	1,9	2,3	1,6	3,0
Margalef	5,0	3,8	5,6	3,0	4,0	2,6	10,0
Equitability_J	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,6	0,9
Fisher_alpha	9,4	10,2	10,9	5,9	8,4	4,5	19,7
Berger-Parker	0,1	0,2	0,1	0,2	0,3	0,6	0,1
Chao-1	32,0	16,5	33,0	15,3	26,3	16,0	71,1

Índice diversidad	Coberturas vegetales arbóreas						Total General
	BD	BFPC	BGR	HDTFA	VSA	VSB	
Div_verdadera	17,3	11,3	18,9	8,9	10,8	4,3	71,4
% div_verdadera	24,3	15,8	26,5	12,4	15,1	6	100

Fuente: JICA, 2023. Software PAST versión 3.1. Ver nombre de cada cobertura vegetal en la Tabla 13.1.

Se tiene entonces para el índice de Simpson que el valor muestra una comunidad donde ninguna de las especies presenta una alta dominancia, siendo así un indicativo de alta diversidad. Por su parte, el índice de Margalef considera que valores inferiores a 2,0 son de zonas de baja biodiversidad (en general, resultado de fuertes efectos antropogénicos por alteración del paisaje) y valores superiores a 5,0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad, por lo cual para la comunidad de la cuenca la diversidad es muy alta con un valor del índice de Margalef de 10.

Resultados similares indica el índice de Shannon, que considera en general que valores inferiores a 2 representa zonas de baja diversidad y superiores de alta, como es el caso con un valor de 3,6. A su vez se obtiene que para esta comunidad se presenta un número efectivo de 71,1 especies, lo cual significa que la diversidad de esa comunidad es igual a la diversidad que tendría una comunidad virtual de 71,1 especies, en la cual todas tuvieran exactamente la misma abundancia, valor que se ubica muy cercano a la diversidad específica reportada.

Por su parte, para cada una de las coberturas vegetales, se tiene que las coberturas de bosques densos, bosque ripario, bosques fragmentados y vegetación secundaria alta presentan valores altos de diversidad (e.g. índice de Margalef de 5,6 a 3,8), mientras que las coberturas más abiertas y con menores reportes de individuos arbóreos presentan una baja diversidad (e.g. índice de Margalef entre 3 y 2,6).

Para las coberturas boscosas, el bosque denso alto de tierra firme (BDATF) y los bosques riparios (BGR) presentan los mayores valores de diversidad, con valores del índice de Shannon de 2,9 y Margalef de 5,6 y 5 respectivamente. En el caso de los bosques densos, esto es resultado de ser una cobertura muy homogénea y poco intervenida, restringida exclusivamente a las partes altas de la cuenca (por encima de los 2.000 msnm) y protegidas gracias a las figuras del Parque Nacional Natural Nevado del Huila y del Parque Natural Regional del Cerro Banderas – Ojo Blanco, en los municipios de Teruel e Iquira, lo cual, se diferencia claramente en el mapa de coberturas vegetales, donde los verdes oscuros de estas zonas se presentan en el sector norte de la cuenca. Por su parte, los bosques riparios se hayan ampliamente distribuidos, pero altamente aislados, al ubicarse en la matriz del agroecosistema, rodeados de las zonas de cultivos y coberturas vegetales más abiertas.

Ahora bien, para comparar a mayor detalle la diversidad estas coberturas boscosas se empleó el índice de diversidad verdadera. Para este índice, denominado también como número efectivo de especies, no se presentan trabajos en Colombia que permitan comparar el resultado, sin embargo, esta cobra especial utilidad, importancia y significancia al momento de comparar la diversidad entre las coberturas vegetales, ya que como se



mencionó anteriormente este índice presenta un comportamiento lineal, por lo tanto, la diferencia matemática (resta) entre dos valores, permite saber con exactitud cuál es la diferencia en especies.

Es decir, que da a saber cuánta diversidad se pierde o se gana entre una comunidad comparada con otra por efectos, por ejemplo, en sus calidades de hábitat, ejercicio que no es posible con otros índices, como lo es por ejemplo el de Shannon, que presenta un comportamiento no lineal (expresado en bits) y sobre el cual solo pueden hacerse pruebas como la t modificada por Hutchenson o intervalos de confianza del 95% con pruebas de remuestreo (bootstrap) para hallar diferencias significativas de los valores, no de la diversidad (Moreno et al., 2011).

De acuerdo con lo anterior, al comparar el número efectivo de especies del total de la cuenca, con los valores de cada una de las coberturas boscosas, se evidencia que los bosques riparios y el bosque denso alto de tierra firme agrupa la mayoría de las especies de la cuenca, con un porcentaje acumulado del 50,8%, dejando de lado las especies asociadas a los herbazales y cultivos.

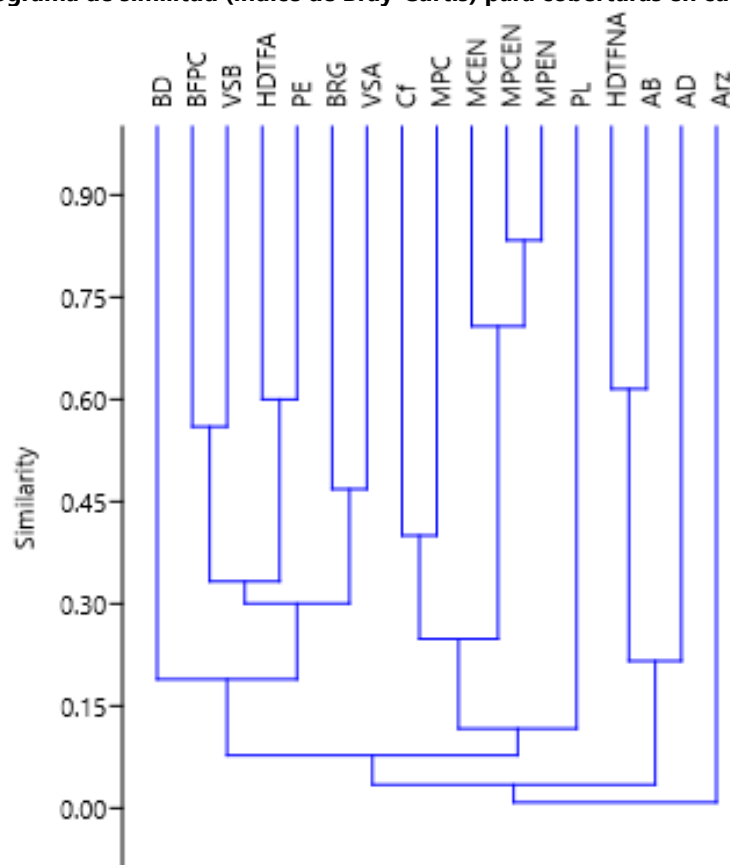
Le siguen a estas las coberturas de herbazales arbolados y vegetación secundaria, las cuales, muestran una estructura y composición empobrecida de los bosques primarios, por lo cual, es obvia su menor diversidad. En este sentido, es evidente la importancia de las zonas boscosas de la cuenca del río Yaguará como epicentros de una gran riqueza florística, principalmente para las especies forestales.

- Índices de diversidad beta

La diversidad beta o diversidad entre hábitats es el grado de reemplazamiento de especies o cambio biótico a través de gradientes ambientales (Whittaker, 1972). La medición de la diversidad beta pueden evaluarse con base en índices o coeficientes de similitud, de disimilitud o de distancia entre las muestras (Moreno, 2001).

Considerando los resultados mencionados en el acápite anterior y con el fin de profundizar en el tipo de especies que agrupa cada cobertura vegetal, a partir de datos de abundancia y riqueza del total de especies vegetales (datos cualitativos) se realizó un análisis de clasificación con base en el índice de Bray-Curtis para apreciar principalmente la diferencia o recambio de especies entre las coberturas al interior del área de estudio. Según lo anterior se obtuvo el siguiente dendrograma de similitud (Figura 13.6).

**Figura 13.6. Dendrograma de similitud (índice de Bray-Curtis) para coberturas en cuenca Yaguará.**



Se tiene entonces la formación de cuatro grupos principales: el primero corresponde a los arrozales, que se constituye como un grupo único, aislado de las demás coberturas, lo cual es producto de las técnicas de cultivo, donde no se deja otro tipo de vegetación en los arrozales, para evitar su sombrío y facilitar los encharcamientos que requiere esta especie. El segundo grupo lo forman las coberturas vegetales naturales no arboladas, con los arbustales abiertos, densos y herbazales no arbolados donde se presentan especies típicas de los bosques secos con cardonales, cactáceas, chircales, mosquerillos, así como una alta dominancia de asteráceas, entre otras, especies que no se observaron en coberturas boscosas.

Por otra parte, se tienen otros dos grupos que representan el grueso de las coberturas vegetales de la cuenca y se dividen en las coberturas boscosas y de áreas seminaturales por una parte y, las coberturas de los territorios agrícolas por otra. La primera, agrupa los bosques principales de cuenca (bosque denso alto de tierra firme, bosques ripario y bosque fragmentado), junto con los herbazales arbolados y la vegetación secundaria; se caracteriza principalmente por una diversidad alta y única de los bosques densos, donde dominan las especies de laureles, siendo dicha composición típica para estos bosques andinos (Rangel, 1991; Gentry, 2001), la cual, se ve empobrecida en los demás remanentes boscosos donde la diversidad disminuye paulatinamente por la intervención antrópica.

Esta condición devela la razón de porqué los bosques densos se separan rápidamente en el dendrograma, donde luego las demás coberturas van formando pequeños grupos con especies similares, propias de áreas más intervenidas y en menor estado de conservación, en comparación con los bosques densos.

Como contraparte al anterior, se presenta el grupo de los territorios agrícolas, dominado por los pastizales y los mosaicos de cultivos. En estos se aprecia la remanencia de espacios naturales mezclados con cultivos de café, cacao, mango, guanábana, otros frutales menos extensivos y con pastos para ganadería. De estos últimos, se aprecia igualmente su formación como un subgrupo único, que equivale a las áreas de potreros limpios que abarcan el 26,6% del total del área de la cuenca.

### **13.2.2. Caracterización estructural y florística de las coberturas vegetales**

Se presentan a continuación los resultados y análisis de la caracterización florística para cada una de las coberturas vegetales al interior de la cuenca.

#### **13.2.2.1. Territorios de bosques y áreas seminaturales**

##### **13.2.2.1.1. Bosque denso alto de tierra firme**

Al interior de la cuenca los bosques densos abarcan una porción mínima del área total, ocupando apenas el 2,4% de esta. Esta cobertura se restringe a las zonas montañosas del sector norte de la cuenca, en alturas que van de los 2.000 a los 3.000 msnm, haciendo parte de las áreas protegidas del Parque Nacional Natural Nevado del Huila y del Parque Natural Regional del Cerro Banderas – Ojo Blanco, lo cual evidencia la fuerte presión antrópica que se presenta en los bosques de la cuenca.

Para esta cobertura se reportan un total de 27 especies forestales, agrupadas en 19 familias y 15 órdenes taxonómicos, de los cuales, la mayor diversidad la presentan los Laurales con seis especies, seguidos por los Sapindales con cinco especies y Rosales con cuatro especies. A nivel de familia taxonómica la mayor riqueza la presenta Lauraceae con seis especies, seguida por Moraceae con tres y por Meliaceae con dos, mientras que todas las demás solo presenta una especie (Tabla 13.5).

A pesar de ser el área natural más escasa de la cuenca, presenta la segunda mayor diversidad florística, con valores de diversidad del índice de Shannon de 2,9 y Margalef de 5, valores que son típicos de zonas bien conservadas.

**Tabla 13.5. Listado taxonómico de flora identificada en Bosque denso alto de tierra firme**

Orden	Familia	Especie	Nombre común	UICN	Res. 1912
Araucariales	Podocarpaceae	<i>Podocarpus oleifolius</i>	Chaquiro	LC	VU
Arecales	Arecaceae	<i>Ceroxylon quindiuense</i>	Palma de cera	VU	EN
Cyatheales	Cyatheaceae	<i>Cyathea sp</i>	Helecho arbóreo		Veda
Chloranthales	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum racemosum</i>	Granizo		
Crossosomatales	Staphyleaceae	<i>Staphylea occidentalis</i>	Mantequillo		
Ericales	Sapotaceae	<i>Pouteria caimito</i>	Caimo sp2		
Fabales	Fabaceae	<i>Inga sp</i>	Guamo		
Lamiales	Acanthaceae	<i>Trichanthera gigantea</i>	Cuchichucho		
Laurales	Lauraceae	<i>Nectandra reticulata</i>	Laurel jigua		
		<i>Persea sp</i>	Laurel sp2		
		<i>Ocotea sp</i>	Amarillo		
		<i>Nectandra sp.</i>	Laurel		
		<i>Ocotea calophylla</i>	Susco		
		<i>Aniba perutilis</i>	Laurel comino	VU	CR
Magnoliales	Annonaceae	<i>Annona quinduensis</i>	Anón de monte		
Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Cnidocolus sp</i>	Pringamosa		
	Phyllanthaceae	<i>Hieronyma sp</i>	Carnetoro		
Malvales	Malvaceae	<i>Heliocarpus americanus</i>	Cadillo		
Rosales	Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	Tinte		
		<i>Ficus sp</i>	Caucho		
		<i>Ficus maxima</i>	Higuerón		
	Urticaceae	<i>Cecropia telenitida</i>	Yarumo		
Sapindales	Anacardiaceae	<i>Toxicodendron striatum</i>	Caspicaracho		
	Burseraceae	<i>Protium sagotianum</i>	Pepemono		
	Meliaceae	<i>Trichilia havanensis</i>	Cedrillo		
		<i>Trichilia acuminata</i>	Cedro blanco		
	Rutaceae	<i>Zanthoxylum sp.</i>	Tachuelo		

Fuente: JICA, 2023.

#### ❖ Estructura horizontal

El análisis de la estructura horizontal se realizó a partir de la determinación de tres variables, con las cuales se determinaron las especies más importantes.

#### ➤ Abundancia

La especie con mayor abundancia relativa fue *Staphylea occidentalis* con el 12,8% de los individuos por unidad de área, seguido por *Persea sp* con el 11,2% y *Podocarpus oleifolius* con el 8,8%.

#### ➤ Frecuencia

Las especies con mayor frecuencia en cada una de las parcelas fueron *Ocotea sp*, *Ficus sp* y *Staphylea occidentalis*, cada una con el 7,14%.



➤ **Dominancia**

La especie más dominante con respecto al área basal de los individuos es *Staphylea occidentalis* con el 68% del total, seguida por *Ficus maxima* con el 15,5% y *Podocarpus oleifolius* con una dominancia relativa del 9,1%.

➤ **Índice de valor de importancia (IVI)**

El Índice de Valor de Importancia (IVI) permite tener una visión mucho más amplia de la importancia de cada especie dentro de la comunidad; este índice se obtiene combinando los valores relativos de otros indicadores como la Abundancia, Frecuencia y Dominancia de cada especie (Acosta et al., 2006).

De acuerdo con los análisis realizados, la especie *Staphylea occidentalis* (mantequillo) con el 29,3% del IVI es la especie con mayor peso ecológico dentro esta cobertura boscosa de la cuenca. Le siguen en su orden *Ficus maxima* (higuerón) con el 8,1% y *Podocarpus oleifolius* (chaquiro) con el 7,6% (Tabla 13.6).

**Tabla 13.6. Índices de análisis estructurales en cobertura vegetal del BDATF con valores del IVI.**

Especie	Nombre común	Índice de Valor de Importancia IVI (%)
<i>Staphylea occidentalis</i>	Mantequillo	29,33
<i>Ficus maxima</i>	Higuerón	8,11
<i>Podocarpus oleifolius</i>	Chaquiro	7,56
<i>Persea sp</i>	Laurel sp2	5,46
<i>Ocotea sp</i>	Amarillo	4,74
<i>Heliocarpus americanus</i>	Cadillo	4,62
<i>Nectandra sp.</i>	Laurel	4,45
<i>Ficus sp</i>	Caucho	4,37
<i>Annona quinduensis</i>	Anón	4,02
<i>Nectandra reticulata</i>	Laurel jigua	3,76
<i>Cecropia telenitida</i>	Yarumo	3,02
<i>Toxicodendron striatum</i>	Caspicaracho	2,74
<i>Inga sp</i>	Guamo	2,68
<i>Pouteria caimito</i>	Caimo sp2	2,13
<i>Hedyosmum racemosum</i>	Granizo	1,60
<i>Protium sagotianum</i>	Pepemono	1,34
<i>Trichanthera gigantea</i>	Cuchichucho	1,33
<i>Zanthoxylum sp.</i>	Tachuelo	1,18
<i>Hieronyma sp</i>	Carnetoro	1,16
<i>Trichilia havanensis</i>	Cedrillo	1,08
<i>Trichilia acuminata</i>	Cedro blanco	1,08
<i>Ocotea calophylla</i>	Susco	1,07
<i>Maclura tinctoria</i>	Tinte	1,06
<i>Aniba perutilis</i>	Laurel comino	1,06
<i>Cnidocolus sp</i>	Pringamosa	1,06

Fuente: JICA, 2023.

Considerando la composición de especies reportadas para estos bosques, donde hay una alta dominancia de los laureles, con un total de seis especies, se encuentra un patrón que ha sido reportado en diversos estudios de los bosques andinos, donde se ha establecido que Lauraceae es la familia de plantas leñosas más rica en especies en casi todos los bosques andinos entre los 1500 y 2900 msnm (Rangel, 1991; Gentry, 2001 y Cantillo-H et al., 2011).

Estos bosques presentaron una gran altura de dosel con dominancia de individuos por encima de los 25 metros de altura y con individuos emergentes de hasta 37 metros, entre los cuales destacan los laureles, mantequillos, chaquiros, higuerones y palmas de cera. Se apreciaron un gran número de palmas asociadas a estos bosques, así como epifitas, lianas, musgos y orquídeas. El estrato arbóreo inferior es el predominante, por lo cual, es bastante cerrado, limitando la entrada de luz al sotobosque. Se resalta la gran cantidad de individuos juveniles del sotobosque que pueden presentar alturas importantes.

Dentro de las especies con altos índices de importancia, se resalta la presencia del pino chaquiro o pino colombiano (*Podocarpus oleifolius*) al ser una especie en Colombia incluida en la categoría de amenaza Vulnerable (Resolución 1912 del 2017, MADS).

Su importancia estriba en la producción de madera fina de utilización en ebanistería, como una posible fuente de pulpa para papel o extractos de tanino de uso en la curtiembre y desde el punto de vista ecológico como especie protectora de cuencas hidrográficas; los frutos y el receptáculo floral femenino cuando existe sirve de alimento a cierta fauna (biovirtual.unal.edu.co/floradecolombia, 2023).

Se destacan también las lauráceas, dada su importancia como productores de frutos para la fauna, así como por su uso para la extracción de madera. De estas, se destaca la presencia del Laurel comino (*Aniba perutilis*), especie considerada en amenaza a nivel nacional (CR) e internacional (VU) por la tala indiscriminada que ha sufrido, dada su dureza y denominación de madera fina. Se destaca su baja abundancia en las parcelas de caracterización con apenas un individuo registrado en 4.000 m<sup>2</sup> de bosque.

Por otra parte, además de las especies arbóreas de importancia como los laureles, chaquiros o mantequillos, destaca la abundancia de la palma de cera *Ceroxylon quindiuense*, así como del helecho arbóreo *Cyathea* sp, al corresponder a elementos típicos de los bosques de niebla. El caso de los helechos arborescentes se destaca al considerar que Colombia es considerado el país con la mayor riqueza de especies del grupo, con un total de 21 especies, de las cuales, nueve se catalogan en peligro crítico (CR), ocho en peligro (EN) y cuatro en categoría vulnerable (VU) (López-Gallego, 2015).

En el caso de la palma de cera (*Ceroxylon quindiuense*), esta se apreció abundante al interior de estos bosques, principalmente en zonas alejadas de los ecotonos con la frontera agrícola. A nivel general, como describe Bernal y Sanín (2013), la palma de cera crece en las tres cordilleras de Colombia entre 1600 y 3100 m de altitud, y se extiende desde Antioquia y

Santander hasta Cauca y Caquetá, donde es reemplazada en hábitats similares por la cercanamente emparentada *Ceroxylon ventricosum*, de tallo más robusto y hojas levemente diferentes (Galeano & Bernal, 2010).

Se consideró endémica de Colombia, pero recientemente ha sido reportada en los Andes de Perú, donde forma extensos palmares con miles de individuos en la localidad de Ocol, cerca de Chachapoyas, en el departamento de Amazonas (Galeano et al., 2008; Sanín & Galeano, 2011). Se encuentra incluida en categorías de amenaza a nivel nacional (VU) e internacional (EN) por la rápida reducción de los hábitats de bosque donde se distribuye.

La pérdida de hábitat por deforestación es la principal amenaza para las palmas de Colombia en general, en donde la cordillera oriental es la más perjudicada. La mayoría de las especies colombianas son habitantes del bosque y no sobreviven en las áreas deforestadas, o si consiguen sobrevivir y producir semillas, sus plántulas no logran prosperar en los sitios abiertos (Galeano y Bernal, 2005). Finalmente, al interior de los bosques densos, estas palmas cumplen un papel importante como fuentes de alimento y refugio para la fauna silvestre (Henderson et al., 1995).

A nivel del sotobosque, se apreció una gran diversidad de lianas, líquenes, briofitos, herbáceas, bromelias y orquídeas, cuya diversidad depende en gran medida de la arquitectura del bosque, así como del clima húmedo de niebla apreciado.

Por último, en términos de composición, se destaca el hecho de no reportar individuos de roble colombiano (*Quercus humboldtii*), ni en esta cobertura ni en ninguna otra de la cuenca, lo cual puede ser un indicativo de la fuerte disminución de esta especie endémica y amenazada, considerando que el área caracterizada hace parte de su área de distribución, donde los robledales monotípicos pueden ser extensos.

Además de la diversidad descrita, donde se incluyen importantes especies vegetales amenazadas, a nivel general, estos bosques Andinos cumplen un rol clave en la provisión de bienes y servicios ecosistémicos: regulan el clima y el suministro de agua, atenúan las inundaciones y las sequías, mitigan las emisiones de GEI y mantienen los hábitats que permiten la permanencia a largo plazo de la biodiversidad (Cuesta et al. 2012).

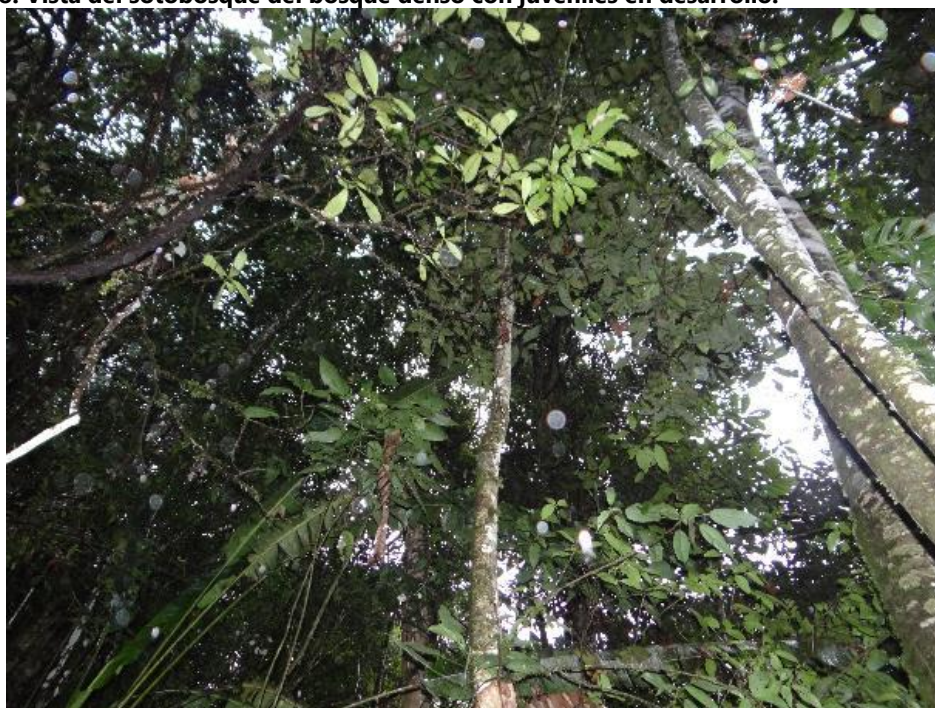
A pesar de lo anterior, las actividades agrícolas de la cuenca amenazan la presencia de este bosque, donde su reducción es muy significativa en las zonas escarpadas y en límites con el Parque Natural Regional del Cerro Banderas – Ojo Blanco, por lo cual, la fragmentación y el efecto de borde es notable en las parcelas de caracterización realizadas. A pesar de lo anterior, es importante la articulación en las acciones de ordenamiento de la cuenca en aras de la protección de estos relictos (Fotografía 1 a Fotografía 7).

**Figura 13.7. Bosque denso en sede de guardabosques del NN Nevado del Huila**



Se destaca la buena cobertura del dosel y altura del bosque

**Figura 13.8. Vista del sotobosque del bosque denso con juveniles en desarrollo.**





**Figura 13.9. Sectores aledaños al Parque Natural Regional del Cerro Banderas**



En inmediaciones de la vereda San Isidro, donde el avance de la frontera agrícola principalmente para la siembra de café amenaza los bosques andinos.

**Figura 13.10. Vista del dosel superior del bosque denso alto de tierra firme**



Con detalle de la niebla que caracteriza estos bosques andinos. Se destaca la presencia de lianas, líquenes, bromelias y musgos.

**Figura 13.11. Detalle del sotobosque del bosque denso**



Se destaca la densa presencia de helechos arborescentes y palmas juveniles.

**Figura 13.12. Vista de palma de cera al interior del bosque denso.**



Dada su altura por encima de 30 m se constituye en especie emergente de estos bosques



Figura 13.13. Helecho arborescente o palma boba (*Cyathea* sp), interior de bosque denso



#### 13.2.2.1.2. Bosque de galería y/o ripario

Los bosques riparios ocupan el 10,05% del área total de la cuenca, convirtiéndose así en la segunda mayor cobertura en extensión, luego de los pastos limpios.

Sin embargo, dicho valor se considera bajo, por lo cual, este tipo de bosque se restringe básicamente a una cobertura boscosa remanente y angosta sobre la ronda hídrica del río Yaguará y sus afluentes, desde sus cabeceras hasta la desembocadura del río Yaguará en la Represa de Betania. Dado lo anterior, este tipo de bosque tiene una distribución a lo largo de toda la cuenca, por lo cual, su composición florística resulta en un conjunto de especies de un gradiente altitudinal, que forma fajas de vegetación de bosques andinos en las zonas escarpadas y bosques secos en las áreas más planas.

Se tiene para el bosque ripario un total de 29 especies forestales, agrupadas en 16 familias y 10 órdenes taxonómicos, de los cuales los Sapindales presenta la mayor riqueza con un total de ocho especies, seguido por Fabales con cinco especies y por Malvales y Rosales con cuatro especies, mientras que los órdenes restantes presentan entre dos y una sola especie (Tabla 13.7). A nivel de familia taxonómica la mayor riqueza la presenta Fabaceae con cinco especies, seguida por Malvaceae con cuatro especies y por Moraceae y Sapindaceae con tres especies.

Tabla 13.7. Listado taxonómico de flora identificada en Bosque de galería y ripario

Orden	Familia	Especie	Nombre común	UICN	Resol 1912
Asterales	Asteraceae	<i>Vernonanthura patens</i>	Varejón		
Fabales	Fabaceae	<i>Erythrina poeppigiana</i>	Cámbulo		

Orden	Familia	Especie	Nombre común	UICN	Resol 1912
		<i>Machaerium capote</i>	Carbón		
		<i>Pseudosamanea guachapele</i>	Igua		
		<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	Payande		
		<i>Bauhinia sp</i>	Patecabra		
Laurales	Lauraceae	<i>Persea americana</i>	Aguacate		
		<i>Nectandra sp.</i>	Laurel		
Magnoliales	Annonaceae	<i>Annona quinduensis</i>	Anón		
Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Croton glabellus</i>	Ricino		
	Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i>	Puntalanza		
	Peraceae	<i>Pera arborea</i>	Negrito		
Malvales	Malvaceae	<i>Ochroma pyramidale</i>	Balso real		
		<i>Matisia cruceto</i>	Cruceto		
		<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guásimo		
Myrtales	Myrtaceae	<i>Myrcia sp</i>	Arrayán		
Poales	Poaceae	<i>Guadua angustifolia</i>	Guadual		
Rosales	Moraceae	<i>Ficus sp</i>	Caucho		
		<i>Maclura tinctoria</i>	Dinde		
		<i>Ficus maxima</i>	Higueron		
	Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i>	Yarumo		
Sapindales	Anacardiaceae	<i>Anacardium excelsum</i>	Caracolí		
		<i>Astronium graveolens</i>	Diomate		
	Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i>	Bilibil		
		<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	VU	EN
	Rutaceae	<i>Amyris pinnata</i>	Bilanda		
	Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i>	Cachimbo		
		<i>Melicoccus bijugatus</i>	Mamoncillo		
		<i>Cupania americana</i>	Guacharaco		

Fuente: JICA, 2023.

#### ❖ Estructura horizontal

El análisis de la estructura horizontal se realizó a partir de la determinación de tres variables, con las cuales se determinaron las especies más importantes.

#### ➤ Abundancia

La especie con mayor abundancia relativa fue *Cedrela odorata* con el 11,8% de los individuos por unidad de área, seguida por *Anacardium excelsum* con el 11,1% y *Astronium graveolens* con el 10,4%.

#### ➤ Frecuencia

La especie con mayor frecuencia en cada una de las parcelas fue *Astronium graveolens* con el 8,5%, seguida por *Sapindus saponaria* y *Pseudosamanea guachapele* ambas con el 6,4%.



➤ *Dominancia*

La especie más dominante con respecto al área basal de los individuos es *Ficus maxima* con el 69,2% del total, seguida por *Anacardium excelsum* con el 11,8% y por *Cedrela odorata* cada una dominancia relativa del 5,8%.

➤ *Índice de valor de importancia (IVI)*

El Índice de Valor de Importancia (IVI) permite tener una visión mucho más amplia de la importancia de cada especie dentro de la comunidad; este índice se obtiene combinando los valores relativos de otros indicadores como la Abundancia, Frecuencia y Dominancia de cada especie (Acosta et al., 2006).

De acuerdo con los análisis realizados, la especie *Ficus maxima* con el 24,9% del IVI es la especie con mayor peso ecológico dentro esta cobertura boscosa de la cuenca. Le siguen en su orden *Anacardium excelsum* (9,1%) y *Astronium graveolens* (7,6%).

**Tabla 13.8. Índices de análisis estructurales en cobertura vegetal BGR con los valores del IVI.**

Especie	Nombre común	Índice de Valor de Importancia IVI (%)
<i>Ficus maxima</i>	Higuerón	24,92
<i>Anacardium excelsum</i>	Caracolí	9,07
<i>Astronium graveolens</i>	Diomate	7,62
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	6,58
<i>Sapindus saponaria</i>	Cachimbo	5,10
<i>Guarea guidonia</i>	Bilibil	4,60
<i>Maclura tinctoria</i>	Dinde	4,53
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	Igua	4,48
<i>Ficus sp</i>	Caucho	2,54
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	Payande	2,44
<i>Cecropia peltata</i>	Yarumo	2,36
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guásimo	2,29
<i>Machaerium capote</i>	Carbón	2,19
<i>Melicoccus bijugatus</i>	Mamoncillo	2,15
<i>Pera arborea</i>	Negrito	2,12
<i>Myrcia sp</i>	Arrayán	2,12
<i>Erythrina poeppigiana</i>	Cámbulo	1,95
<i>Matisia cruceto</i>	Cruceto	1,88
<i>Amyris pinnata</i>	Bilanda	1,17
<i>Vismia baccifera</i>	Puntalanza	1,17
<i>Bauhinia sp</i>	Patecabra	1,17
<i>Ochroma pyramidale</i>	Balso real	0,96
<i>Persea americana</i>	Aguacate	0,94
<i>Cupania americana</i>	Guacharaco	0,94
<i>Nectandra sp.</i>	Laurel	0,94
<i>Annona quinduensis</i>	Anón	0,94
<i>Theobroma cacao</i>	Cacao	0,94

Especie	Nombre común	Índice de Valor de Importancia IVI (%)
<i>Vernonanthura patens</i>	Varejón	0,94
<i>Croton glabellus</i>	Ricino	0,94

Fuente: JICA, 2023.

El mayor valor de importancia del higuerón (*Ficus maxima*) y el Caracolí (*Anacardium excelsum*) se refleja en los altos portes, gran biomasa y alta frecuencia en este tipo de cobertura, siendo, además muy abundantes en la parte baja de la cuenca, donde se encontraron bosques de caracoli casi monotípicos.

En cuanto a la altura de esta vegetación arbórea, presenta un promedio de 25 m, con valores máximos de 30 m para algunos individuos de caracolí y otros arbustos de hasta 10 m. En términos de diversidad, presenta la mayor diversidad florística, con valores de diversidad del índice de Shannon de 2,9 y Margalef de 5,6 valores que son típicos de zonas bien conservadas y que resaltan la agrupación de especies que pueden apreciarse en el gradiente altitudinal de la cuenca.

Una de las características más notables de esta cobertura es la variación de especies a medida que el gradiente altitudinal pasa de una zona montañosa al occidente a una zona plana hacia el oriente, donde finalmente el río Yaguará desemboca sobre la Represa de Betania. En ese sentido, la zona montañosa presenta especies propias de bosques húmedos como laureles, guaduas y yarumos, además, en este sector el bosque ripario se ve acompañado de lianas, briófitos y de especial interés helechos arbóreos.

Este tipo de bosque húmedo es remplazado gradualmente por especies del bosque seco, donde destacan el caracolí, guásimo, cachimbos, payandés y cedros. A nivel general, el grado de intervención es similar tanto en zonas montañosas como en las planas, por tanto este tipo de bosque está embebido en la matriz del agroecosistema, bordeado por pastizales y cultivos que en muchos sectores han llevado al bosque a franjas angostas de hasta 10 metros o incluso nulas en pequeñas quebradas.

El caso del reporte del cedro (*Cedrela odorata*) se destaca en primer lugar, por ser la única especie reportada en esta cobertura vegetal incluida en alguna categoría de amenaza nacional (EN) e internacional (VU), como efecto de la pérdida de hábitat y la tala selectiva, al ser considerada especie de madera fina. En segundo lugar, se resalta su ubicación como la cuarta especies con el mayor índice de importancia, efecto principal de su abundancia relativa.

Al respecto, se indica que esta no se distribuye homogéneamente en la cuenca, sino que, se encontró un área en particular en cercanía del casco urbano del municipio de Teruel, en el bosque ripario del río Pedernal (2°45'17.04"N 75°33'54.91"O) un parche boscoso de cedros, donde los suelos se hallan cubiertos de brinzales de esta especie, por lo cual, se recomienda

su inclusión en los planes de ordenamiento para la protección de la especie, incluso, para la obtención de semillas y plántulas.

Considerando así la estructura del bosque, su desarrollo fisionómico, el gradiente ambiental que representa, sus funciones ecosistémicas, funciones de regulación hídrica y presencia de especies en categorías de amenaza, se recomienda especial atención en los procesos de ordenación y manejo de la cuenca, para proteger y favorecer el desarrollo de este bosque.

Particularmente, se recomienda control y vigilancia ambiental para protección de las distancias mínimas de las rondas hídricas, así como programas de rehabilitación de hábitat, implementación de sistemas silvopastoriles y de agricultura sostenible en las inmediaciones de ríos y quebradas.

**Figura 13.14. Detalle de quebrada en Iquira con tala del bosque ripario para pastizales**





**Figura 13.15. Vista del bosque ripario en la ronda del río Pedregal**



En zona montañosa del PNN Nevado del Huila. Se destaca un bosque amplio y consolidado con especies propias de los bosques húmedos andinos conservados gracias a las figuras de protección de las áreas naturales protegidas.

**Figura 13.16. Caracolí (*Anacardium excelsum*) en franja de bosque ripario, río Yaguará**



Esta especie es dominante en este tipo de bosque en las áreas bajas de la cuenca y representante típico de estos bosques secos.



**Figura 13.17. Vista del bosque ripario en la ronda del río Yaguará**



Se destaca la gran altura del dosel, con individuos de hasta 30 metros y una buena diversidad de especies. Sin embargo, se resalta el hecho de presentarse en fajas angostas que no superan los 30 metros y el efecto de borde que se genera por los pastizales y cultivos colindantes.

**Figura 13.18. Presencia de guaduales en bosques riparios de cuenca del río Yaguará**





**Figura 13.19. Tala selectiva al interior del bosque ripario árboles de gran porte (Caracolí)**



**Figura 13.20. Vista de individuos de cedro (*Cedrela odorata*) en bosque ripario río Pedegral.**



Coordenadas 2°45'17.04"N 75°33'54.91"O. Se presenta un relicto boscoso de esta especie, único en la cuenca, con alto potencial para reservorio genético y resiembra de la especie. Al pertenecer a un predio privado el riesgo de su tala es alto, como se ha presentado en inmediaciones a este relicto, según informó el propietario,

**Figura 13.21. Brinzales de cedro (*Cedrela odorata*) en bosque ripario del río Pedegral.**



Coordenadas 2°45'17.04"N 75°33'54.91"O. La abundancia de plántulas germinadas de cedro en este sector es muy alta, pero son erradicadas mediante rocería para el mantenimiento del cacao que es sembrado a la sombra de los cedros.

#### **13.2.2.1.3. Bosque fragmentado con pastos y cultivos**

Este tipo de cobertura vegetal se consolida como la segunda mayor cobertura boscosa en extensión en la cuenca, luego de los bosques riparios, con una ocupación del 3,2%, valor muy bajo que reitera la fuerte presión antrópica sobre las coberturas vegetales de la cuenca del río Yaguará.

Para este bosque se reporta un total de 14 especies forestales, agrupadas en 12 familias y 9 órdenes taxonómicos, de los cuales Sapindales presenta la mayor riqueza con un total de cuatro especies, seguido por Fabales y Gentianales con dos especies, mientras que los órdenes restantes presentan una sola especie (Tabla 13.9).

A nivel de familia taxonómica la mayor riqueza la presenta Fabaceae y Rutaceae con dos especies, mientras que las demás presentan una sola familia. Vale la pena aclarar, que la composición descrita se restringe a las especies arbóreas nativas propias del bosque y no se incluyen aquellas especies cultivadas.



**Tabla 13.9. Listado taxonómico especies en Bosques fragmentados con pastos y cultivos.**

Orden	Familia	Especie	Nombre común	UICN	Resol 1912
Crossosomatales	Staphyleaceae	<i>Staphylea occidentalis</i>	Mantequillo		
Fabales	Fabaceae	<i>Inga sp</i>	Guamo		
		<i>Cassia grandis</i>	Cañofistol		
Gentianales	Apocynaceae	<i>Aspidosperma cuspa</i>	Guacharaco		
	Rubiaceae	<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	Guacamayo		
Laurales	Lauraceae	<i>Persea sp</i>	Laurel		
Magnoliales	Annonaceae	<i>Annona quinduensis</i>	Anón		
Myrtales	Myrtaceae	<i>Myrcia sp</i>	Arrayán		
Picramniales	Picramniaceae	<i>Picramnia latifolia</i>	Coralito		
Rosales	Moraceae	<i>Ficus hartwegii</i>	Cauchito		
Sapindales	Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i>	Bilibil		
	Rutaceae	<i>Zanthoxylum sp.</i>	Tachuelo		
		<i>Amyris pinnata</i>	Bilanda		
	Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i>	Cachimbo		

Fuente: JICA, 2023.

#### ❖ Estructura horizontal

El análisis de la estructura horizontal se realizó a partir de la determinación de tres variables, con las cuales se determinaron las especies más importantes.

#### ➤ Abundancia

La especie con mayor abundancia relativa fue *Persea sp* con el 23,3% de los individuos por unidad de área, seguida por *Myrcia sp* con el 13,3% y *Guarea guidonia* con el 10%.

#### ➤ Frecuencia

Todas las especies presentan un mismo valor de frecuencia, ya que solo se realizó una parcela de caracterización.

#### ➤ Dominancia

La especie más dominante con respecto al área basal de los individuos es *Guarea guidonia* con el 64,7% del total, seguida por *Staphylea occidentalis* con el 17,1% y por *Ladenbergia oblongifolia* con una dominancia relativa del 4,5%.

#### ➤ Índice de valor de importancia (IVI)

El Índice de Valor de Importancia (IVI) permite tener una visión mucho más amplia de la importancia de cada especie dentro de la comunidad; este índice se obtiene combinando los valores relativos de otros indicadores como la Abundancia, Frecuencia y Dominancia de cada especie (Acosta et al., 2006).



De acuerdo con los análisis realizados, la especie *Guarea guidonia* con el 27,3% del IVI es la especie con mayor peso ecológico dentro esta cobertura boscosa de la cuenca. Le siguen en su orden *Persea* sp (11,5%) y *Staphylea occidentalis* (10,29%).

**Tabla 13.10. Índices de análisis estructurales de especies del BFPC con valores de IVI**

Especie	Nombre común	Índice de Valor de Importancia IVI (%)
<i>Guarea guidonia</i>	Bilibil	27,29
<i>Persea</i> sp	Laurel	11,45
<i>Staphylea occidentalis</i>	Mantequilla	10,29
<i>Myrcia</i> sp	Arrayán	6,88
<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	Guacamayo	6,12
<i>Sapindus saponaria</i>	Cachimbo	5,59
<i>Annona quinduensis</i>	Anón	5,45
<i>Cassia grandis</i>	Cañofistol	4,95
<i>Picramnia latifolia</i>	Coralito	3,81
<i>Aspidosperma cuspa</i>	Guacharaco	3,81
<i>Ficus hartwegii</i>	Cauchito	3,73
<i>Inga</i> sp	Guamo	3,64
<i>Amyris pinnata</i>	Bilanda	3,51
<i>Zanthoxylum</i> sp.	Tachuelo	3,50

Fuente: JICA, 2023.

Tanto la composición, estructura y diversidad de esta cobertura boscosa indican que esta corresponde a fragmentos muy intervenidos, donde las especies remanentes corresponden a aquellas con poco interés maderero. Asimismo, es evidente la entresaca y la apertura de claros al interior del bosque para la siembra de cultivos, entre los que se destacan el café, cacao y mango. Dado o anterior, la diversidad presenta valores del índice de Shannon de 2,4 y Margalef de 3,8, valores comunes de áreas medianamente intervenidas, así como una altura del dosel que no supera los 20 metros

Espacialmente, estos bosques se ubican en las zonas escarpadas y montañosas de la cuenca, sobre las estribaciones de la cordillera central y son la evidencia más clara de la afectación actual sobre los bosques remanentes. La fragmentación y efecto de borde es muy evidente en los sectores donde los claros para siembra de cultivos son amplios. Finalmente, dada la entresaca de las especies de maderas finas, no se reportan individuos de especies en categorías de amenaza.

**Figura 13.22. Vista de fragmento boscoso bordeado de pastizales, arbustales y herbazales**



**Figura 13.23. Vista interior del bosque fragmentado en parcela de caracterización.**



Se aprecia un dosel abierto por efectos de la entresaca y pocos individuos de gran porte.



**Figura 13.24. Detalle del dosel del bosque fragmentado y especies de epífitas asociadas**



**Figura 13.25. Cultivo de cacao alternado con individuos de mango**



Al interior y bordes del bosque fragmentado.

#### **13.2.2.1.4. Vegetación secundaria alta**

Al interior de la cuenca esta cobertura vegetal presenta una muy baja ocupación, con el 1,6% del área total. Se presenta dispersa en la cuenca, con parches importantes en zonas montañosas de los municipios de Iquira y Teruel, así como en la zona central,

correspondiendo a terrenos que se han recuperado tras procesos de tala, donde la sucesión vegetal evidencia un bosque incipiente en recuperación.

Para esta cobertura se reporta un total de 17 especies forestales, agrupadas en 13 familias y 10 órdenes taxonómicos, de los cuales Sapindales, Fabales y Malpighiales presenta la mayor riqueza con tres especies cada una, mientras que los órdenes restantes presentan una sola especie (Tabla 13.11). A nivel de familia taxonómica la mayor riqueza la presenta Fabaceae con tres especies, seguida por Malvaceae y Anacardiaceae con dos especies, mientras que las demás presentan una sola familia.

**Tabla 13.11. Listado taxonómico especies identificadas en la Vegetación secundaria alta**

Orden	Familia	Especie	Nombre común	UICN	Resol 1912
Asterales	Asteraceae	<i>Vernonanthura patens</i>	Varejón		
Fabales	Fabaceae	<i>Erythrina sp</i>	Pepito		
		<i>Machaerium capote</i>	Capote		
		<i>Senna spectabilis</i>	Velero		
Gentianales	Apocynaceae	<i>Aspidosperma cuspa</i>	Guacharaco		
Laurales	Lauraceae	<i>Nectandra sp.</i>	Laurel blanco		
Magnoliales	Annonaceae	<i>Annona quinduensis</i>	Anón		
Malpighiales	Chrysobalanaceae	<i>Hirtella americana</i>	Garapato		
	Hypericaceae	<i>Vismia baccífera</i>	Puntalanza		
	Peraceae	<i>Pera arborea</i>	Negríto		
Malvales	Malvaceae	<i>Matisia cruceto</i>	Cruceto		
		<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guásimo		
Myrtales	Myrtaceae	<i>Myrcia sp</i>	Arrayán		
Rosales	Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	Dinde		
Sapindales	Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	Diomate		
		<i>Toxicodendron striatum</i>	Caspicaracho		
	Rutaceae	<i>Amyris pinnata</i>	Bilanda		

Fuente: JICA, 2023.

#### ❖ Estructura horizontal

El análisis de la estructura horizontal se realizó a partir de la determinación de tres variables, con las cuales se determinaron las especies más importantes.

#### ➤ Abundancia

La especie con mayor abundancia relativa fue *Myrcia sp* con el 30,9% de los individuos por unidad de área, seguida por *Hirtella americana* con el 10,9% y *Annona quinduensis* con el 7,3%.

#### ➤ Frecuencia

Todas las especies presentan un mismo valor de frecuencia, ya que solo se realizó una parcela de caracterización.



➤ *Dominancia*

La especie más dominante con respecto al área basal de los individuos es *Maclura tinctoria* con el 21,3% del total, seguida por *Astronium graveolens* con el 18,5% y por *Hirtella americana* con una dominancia relativa del 14,5%.

➤ *Índice de valor de importancia (IVI)*

El Índice de Valor de Importancia (IVI) permite tener una visión mucho más amplia de la importancia de cada especie dentro de la comunidad; este índice se obtiene combinando los valores relativos de otros indicadores como la Abundancia, Frecuencia y Dominancia de cada especie (Acosta et al., 2006).

De acuerdo con los análisis realizados, la especie *Myrcia sp* con el 13,9% del IVI es la especie con mayor peso ecológico dentro esta cobertura de la cuenca. Le siguen en su orden *Astronium graveolens* (11,2%) e *Hirtella americana* (10,4%).

**Tabla 13.12. Índices de análisis estructurales de especies de la VSA con los valores del IVI**

Especie	Nombre común	Índice de Valor de Importancia IVI (%)
<i>Myrcia sp</i>	Arrayán	13,94
<i>Astronium graveolens</i>	Diomate	11,16
<i>Hirtella americana</i>	Garrapato	10,43
<i>Maclura tinctoria</i>	Dinde	9,66
<i>Toxicodendron striatum</i>	Caspicaracho	6,25
<i>Aspidosperma cuspa</i>	Guacharaco	6,12
<i>Annona quinduensis</i>	Anón	6,07
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guásimo	5,19
<i>Vismia baccifera</i>	Puntalanza	5,03
<i>Matisia cruceto</i>	Cruceto	4,76
<i>Pera arborea</i>	Negríto	4,12
<i>Erythrina sp</i>	Pepito	3,89
<i>Amyris pinnata</i>	Bilanda	2,80
<i>Senna spectabilis</i>	Velero	2,74
<i>Vernonanthura patens</i>	Varejón	2,66
<i>Nectandra sp.</i>	Laurel blanco	2,61
<i>Machaerium capote</i>	Capote	2,59

Fuente: JICA, 2023.

Con base en los análisis de diversidad beta, el dendrograma de similitud describe a esta cobertura con una similitud media con los bosques riparios, lo cual, con base en el análisis cartográfico del mapa de coberturas vegetales, evidencia en la mayoría de los casos una colindancia entre ambas coberturas. Dado lo anterior, no sorprende la similitud en las especies que comparten los mayores valores del índice de importancia entre ambas coberturas.

Este hallazgo tiene gran significancia en los procesos de ordenamiento de la cuenca, pues evidencia la resiliencia del ecosistema y el potencial de los bosques remanentes como fuentes de semillas para la recuperación de la cuenca.

Por otra parte, se describen en esta cobertura vegetal especies que no se observaron en los bosques y que corresponden con especies arbustivas, probablemente pioneras remanentes de los procesos de recuperación de los terrenos. Estas se mezclan a su vez con los individuos forestales de mayor porte, propios de las áreas boscoso.

En términos de estructura, presenta una altura promedio de 10 metros, con individuos arbóreos de hasta 16 metro. Finalmente, no se reportan en esta cobertura especies nativas incluidas en alguna categoría de amenaza.

**Figura 13.26. Vista del interior de la vegetación secundaria alta**



Se evidencia un sotobosque que evidencia arbustales mezclados con individuos arbóreos de bajo porte.

Figura 13.27. Detalle de individuos arbóreos de la vegetación secundaria alta



#### 13.2.2.1.5. Vegetación secundaria baja

Dentro de las coberturas vegetales de las áreas naturales caracterizadas, esta es la que menor área abarca al interior de la cuenca, con un valor del 0,9% del total del área.

Para esta cobertura se reporta un total de 11 especies forestales, agrupadas en 10 familias y 7 órdenes taxonómicos, de los cuales Sapindales presenta la mayor riqueza con tres especies, seguida por Fabales y Malpighiales con dos especies cada una, mientras que los órdenes restantes presentan una sola especie (Tabla 13.13). A nivel de familia taxonómica la mayor riqueza la presenta Fabaceae con dos especies mientras que las demás presentan una sola familia.

Tabla 13.13. Listado taxonómico especies de flora identificadas en la Vegetación secundaria baja.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	UICN	Resol 1912
Fabales	Fabaceae	<i>Inga sp</i>	Guamo		
		<i>Cassia grandis</i>	Cañofistol		
Laurales	Lauraceae	<i>Persea sp</i>	Laurel		
Magnoliales	Annonaceae	<i>Annona quinduensis</i>	Anón		
Malpighiales	Hypericaceae	<i>Vismia guianensis</i>	Carrasposo		
	Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus sp</i>	Pringamosa		
Myrtales	Myrtaceae	<i>Myrcia sp</i>	Arrayán		
Rosales	Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	Dinde		
Sapindales	Anacardiaceae	<i>Toxicodendron striatum</i>	Caspicaracho		
	Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i>	Cachimbo		
	Rutaceae	<i>Amyris pinnata</i>	Bilanda		

Fuente: JICA, 2023.

❖ *Estructura horizontal*

El análisis de la estructura horizontal se realizó a partir de la determinación de tres variables, con las cuales se determinaron las especies más importantes.

➤ *Abundancia*

La especie con mayor abundancia relativa fue *Myrcia* sp con el 62,5% de los individuos por unidad de área, seguida por *Sapindus saponaria* con el 10,4% y *Maclura tinctoria* con el 6,3%.

➤ *Frecuencia*

Las especies con mayor frecuencia en cada una de las parcelas fueron *Myrcia* sp, *Amyris pinnata*, *Vismia guianensis*, *Inga* sp, *Persea* sp y *Cnidoscolus* sp.

➤ *Dominancia*

La especie más dominante con respecto al área basal de los individuos es *Myrcia* sp con el 24,3% del total, seguida por *Sapindus saponaria* con el 22,1% y por *Maclura tinctoria* con una dominancia relativa del 20,9%.

➤ *Índice de valor de importancia (IVI)*

El Índice de Valor de Importancia (IVI) permite tener una visión mucho más amplia de la importancia de cada especie dentro de la comunidad; este índice se obtiene combinando los valores relativos de otros indicadores como la Abundancia, Frecuencia y Dominancia de cada especie (Acosta et al., 2006).

De acuerdo con los análisis realizados, la especie *Myrcia* sp con el 32,6% del IVI es la especie con mayor peso ecológico dentro esta cobertura de la cuenca. Le siguen en su orden *Maclura tinctoria* (12,8%) y *Sapindus saponaria* (12,7%).

**Tabla 13.14. Índices de análisis estructurales de especies de cobertura VSB con los valores del IVI**

Especie	Nombre común	Índice de Valor de Importancia IVI (%)
<i>Myrcia</i> sp	Arrayán	32,63
<i>Maclura tinctoria</i>	Dinde	12,75
<i>Sapindus saponaria</i>	Cachimbo	12,69
<i>Cnidoscolus</i> sp	Pringamosa	8,03
<i>Inga</i> sp	Guamo	7,43
<i>Persea</i> sp	Laurel	6,65
<i>Annona quinduensis</i>	Anón	4,94
<i>Amyris pinnata</i>	Bilanda	4,74
<i>Vismia guianensis</i>	Carrasposo	4,44
<i>Cassia grandis</i>	Cañofistol	2,97
<i>Toxicodendron striatum</i>	Caspicaracho	2,72

Fuente: JICA, 2023.



Esta cobertura presentó una altura promedio de 8 metros, donde apenas el 20% de los individuos superó los 10 metros de altura. Asimismo, presentó los valores de diversidad más bajos en el comparativo de las coberturas vegetales arbóreas, con valores del índice de Shannon de 1,5 y Margalef de 2,6, los cuales se consideran típicos de áreas muy intervenidas.

Más que un área intervenida, su diversidad, composición y estructura reflejan un estadio inicial de la sucesión ecológica, donde las especies forestales son pioneras y muy comunes en la cuenca. De dichas especies se resaltan *Amyris pinnata* (Bilanda), *Annona quinduensis* (Anón), *Maclura tinctoria* (Dinde) y *Myrcia* sp (Arrayán), por su abundancia en esta cobertura y su presencia en casi todas las demás coberturas vegetales caracterizadas, por lo cual, se recomiendan para llevar a cabo procesos de rehabilitación en áreas muy abiertas (e.g. pastizales). Finalmente, no se reportan en esta cobertura especies nativas incluidas en alguna categoría de amenaza.

**Figura 13.28. Vista del interior de la vegetación secundaria baja**



Se observa una gran entrada de luz dado el poco desarrollo del dosel. Se destaca la mayor abundancia de individuos con diámetros menores a 10 cm, por lo cual los arbolitos presentes están en estados iniciales de consolidación de bosque.

Figura 13.29. Estrato herbáceo de la vegetación secundaria baja



Se observa el desarrollo de cactáceas, piñuelas y lianas típicas de los bosques secos del valle del Magdalena.

#### 13.2.2.1.6. **Herbazal denso de tierra firme arbolado y no arbolado**

Para estas coberturas se reportan las especies arbóreas que crecen embebidas al interior de los herbazales, los cuales, se caracterizan por la presencia de especies rastreras como pastos, asteráceas, cactáceas, bromelias terrestres, entre otras. Así las cosas, se registraron en el estrato arbóreo un total de 12 especies forestales, agrupadas en 10 familias y 7 órdenes taxonómicos, de los cuales Sapindales y Malpighiales presentan la mayor riqueza con tres especies cada una, seguidos por Myrtales con dos especies, mientras que los órdenes restantes presentan una sola especie (Tabla 13.15). A nivel de familia taxonómica la mayor riqueza la presentan Hypericaceae y Myrtaceae con dos especies mientras que las demás presentan una sola familia. Vale la pena aclarar que el herbazal no arbolado se caracteriza por la presencia de pastos, bromelias, asteráceas y otras especies vegetales herbáceas, por lo cual, no se incluye la descripción de especies arbóreas para dicha cobertura.

Tabla 13.15. Listado taxonómico especies arbóreas en herbazales densos arbolados

Orden	Familia	Especie	Nombre común	UICN	Resol 1912
Fabales	Fabaceae	<i>Andira sp</i>	Congo		
Gentianales	Apocynaceae	<i>Aspidosperma cuspa</i>	Guacharaco		
Magnoliales	Annonaceae	<i>Annona quinduensis</i>	Anón		
Malpighiales	Chrysobalanaceae	<i>Hirtella americana</i>	Garrapato		
	Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i>	Puntalanza		
		<i>Vismia guianensis</i>	Carrasposo		
Myrtales	Myrtaceae	<i>Myrcia sp</i>	Arrayán		

Orden	Familia	Especie	Nombre común	UICN	Resol 1912
		<i>Psidium guajava</i>	Guayaba		
Rosales	Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	Dinde		
Sapindales	Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	Diomate		
	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Resbalamono		
	Rutaceae	<i>Amyris pinnata</i>	Bilanda		

Fuente: JICA, 2023.

#### ❖ Estructura horizontal

El análisis de la estructura horizontal se realizó a partir de la determinación de tres variables, con las cuales se determinaron las especies más importantes.

#### ➤ Abundancia

La especie con mayor abundancia relativa fue *Hirtella americana* con el 23,1% de los individuos por unidad de área, seguida por *Myrcia* sp con el 17,9% y *Andira* sp con el 12,8%.

#### ➤ Frecuencia

La especie con mayor frecuencia en cada una de las parcelas fue *Myrcia* sp con el 15,8%, seguida por *Vismia guianensis*, *Astronium graveolens*, *Hirtella americana*, *Aspidosperma cuspa* y *Psidium guajava* con el 10,5%.

#### ➤ Dominancia

La especie más dominante con respecto al área basal de los individuos es *Andira* sp con el 29,1% del total, seguida por *Maclura tinctoria* con el 17% y por *Hirtella americana* con una dominancia relativa del 15,3%.

#### ➤ Índice de valor de importancia (IVI)

El Índice de Valor de Importancia (IVI) permite tener una visión mucho más amplia de la importancia de cada especie dentro de la comunidad; este índice se obtiene combinando los valores relativos de otros indicadores como la Abundancia, Frecuencia y Dominancia de cada especie (Acosta et al., 2006).

De acuerdo con los análisis realizados, la especie *Hirtella americana* con el 16,3% del IVI es la especie con mayor peso ecológico dentro esta cobertura de la cuenca. Le siguen en su orden *Andira* sp (15,7%) y *Myrcia* sp (14,6%).

**Tabla 13.16. Índices de análisis estructurales de especies del HDTFA con valores del IVI**

Especie	Nombre común	Índice de Valor de Importancia IVI (%)
<i>Hirtella americana</i>	Garrapato	16,3
<i>Andira</i> sp	Congo	15,7
<i>Myrcia</i> sp	Arrayán	14,6
<i>Aspidosperma cuspa</i>	Guacharaco	11,3
<i>Astronium graveolens</i>	Diomate	8,6



Especie	Nombre común	Índice de Valor de Importancia IVI (%)
<i>Maclura tinctoria</i>	Dinde	8,3
<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	5,8
<i>Amyris pinnata</i>	Bilanda	5,5
<i>Vismia guianensis</i>	Carrasposo	5,3
<i>Vismia baccifera</i>	Puntalanza	3,1
<i>Bursera simaruba</i>	Resbalamono	2,8
<i>Annona quinduensis</i>	Anón	2,8

Fuente: JICA, 2023.

Dentro de las coberturas caracterizadas, este herbazal denso arbolado ocupa tan solo el 1,4% del área total, mientras que el herbazal denso no arbolado ocupa el 1,6%, por lo cual, los herbazales en general ocupan tan solo el 3% del área de la cuenca. En términos de estructura los individuos arbóreos presentaron una altura promedio de 10 metros, con el 35% de los individuos en la clase de 12 a 14 metros, siendo estos los más altos observados.

Por su parte, presentó los valores de diversidad más bajos en el comparativo de las coberturas vegetales arbóreas, con valores del índice de Shannon de 2,2 y Margalef de 3 los cuales son representativos de áreas moderadamente conservadas.

Con base en el dendrograma de similitud, se asocia principalmente con los pastos arbolados y la vegetación secundaria baja, donde comparten las especies más frecuentes de la cuenca tales como *Amyris pinnata* (Bilanda), *Annona quinduensis* (Anón), *Maclura tinctoria* (Dinde) y *Myrcia* sp (Arrayán), reiterando así la capacidad pionera de estas especies arbóreas para desarrollarse en áreas abiertas.

Estos herbazales se asocian en gran medida con las zonas de pastizales, los cuales les bordean en la mayoría de los parches de vegetación, por lo cual, muchos de estos herbazales corresponden a potreros con un grado inicial de recuperación, por lo cual, la no alteración de estas zonas podría permitir en el largo plazo la recuperación de algunas zonas naturales de la cuenca.

Se destaca que todas las especies reportadas corresponden a individuos nativos, por lo cual, no hay hallazgos de especies introducidas.

Finalmente, se destaca el hecho de observar en este tipo de cobertura una fuerte asociación de avifauna e insectos polinizadores, quienes encuentran en este tipo de vegetación una gran oferta alimenticia a partir de la constante floración del herbazal.

Asimismo, no se reportan para esta cobertura del HDTFA la presencia de especies nativas incluidas en alguna categoría de amenaza.



**Figura 13.30. Vista de un herbazal arbolado**



Se observa la presencia de algunos individuos arbóreos de bajo porte en medio de potreros con un desarrollo del herbazal denso.

**Figura 13.31. Detalle del desarrollo de individuos arbóreos al interior del herbazal denso**





**Figura 13.32. Vista general de un herbazal denso**



Se observa la presencia de pastos, bromelias, asteráceas y otras especies vegetales herbáceas.

**Figura 13.33. Detalle de pastos y bromelia en un herbazal denso**



### 13.2.2.1.7. **Arbustal abierto y Arbustal denso**

Se agrupan los resultados de las especies identificadas en estas dos coberturas, considerando la similitud de especies que las componen, diferenciando, sin embargo, que cada una de ellas ocupa los siguientes porcentajes de área: Arbustal abierto el 7,12% y Arbustal denso el 4,5%, por lo cual, en sumatoria estos arbustales representan el 11,5% del área total de la cuenca.

Para estas coberturas, se identificaron en total diez especies, agrupadas en ocho familias y seis órdenes taxonómicos, de los cuales Asterales representan la mayor riqueza con tres especies, mientras que las demás solo presentaron una especie (Tabla 13.17).

**Tabla 13.17. Listado taxonómico especies arbóreas en los Arbustales abierto y denso.**

Orden	Familia	Especie	Nombre común	UICN	Res. 1912
Asterales	Asteráceas	<i>Baccharis sp</i>	Chircal		
		<i>Baccharis trinervis</i>	Mandaguasco		
		<i>Trixis inula</i>	Chucha		
Fabales	Polygalaceae	<i>Monnina aestuans</i>	Injerto		
Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Croton leptostachyus</i>	Mosquerillo		
	Hypericaceae	<i>Vismia guianensis</i>	Carrasposo		
	Peraceae	<i>Pera arborea</i>	Negrito		
Myrtales	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba		
Poales	Poaceae	<i>Brachiaria decumbens</i>	Pasto peludo		
Primulales	Primulaceae	<i>Myrsine guianensis</i>	Garrucho		

Fuente: JICA, 2023.

Las especies presentes corresponden a arbustales típicos de los valles secos del Magdalena (Rangel, 1991), con una altura que no sobrepasa los 5 metros y sin elementos arbóreos. Dado lo anterior, las características estructurales de la vegetación son sencillas, con un estrato arbustivo y uno de herbazal, este último dominado en muchos casos por pastos introducidos.

Dado que los elementos arbustivos se caracterizan por un crecimiento ramificado desde la base, sin el desarrollo de un tronco, no se realizaron tomas de datos dasométricos que permitieran realizar cálculos de frecuencia, área basal e IVI.

Estos arbustales se consideran comunidades bien consolidadas, probablemente desarrolladas a partir de áreas intervenidas y abandonadas. Al respecto, el trabajo de Vásquez-Valderrama et al., (2017) sobre arbustales de bosques secos del río Magdalena, describe que en estas áreas los arbustales son típicamente la formación vegetal inicial en la recuperación de zonas intervenidas, las cuales, pueden llegar a permanecer sin estratos arbóreos por más de 70 años, estimando que los bosques secos pueden llegar a necesitar más de 200 años para una consolidación de un estrato arbóreo bien desarrollado.



En este sentido, aunque la diversidad de los arbustales puede ser baja en términos de especies forestales, son áreas importantes en la sucesión ecológica y recuperación de los bosques secos de la cuenca, por lo cual, se recomienda incluirla en las áreas de manejo y ordenación de la cuenca para recuperación, en especial para los parches más amplios observados en cercanía al municipio de Pacarni (vereda Piedra gorda) y en las orillas del costado occidental de la represa de Betania.

Finalmente, se destaca el hecho de observar en este tipo de cobertura una fuerte asociación de avifauna e insectos polinizadores, quienes encuentran en este tipo de vegetación una gran oferta alimenticia a partir de la constante floración del herbazal y los arbustos. Asimismo, no se reportan en esta cobertura especies nativas incluidas en alguna categoría de amenaza.

**Figura 13.34. Vista de arbustal abierto**



Se detalla el estrato herbáceo que está dominado por pastos introducidos.



**Figura 13.35. Detalle del arbustal abierto y crecimiento incipiente de arbustales**



Se detalla el estrato herbáceo que está dominado por pastos introducidos.

**Figura 13.36. Vista del arbustal denso con desarrollo consolidado y altura hasta 5 m**



**Figura 13.37. Vista de un arbustal denso en inmediaciones del río Pedernal**



### **13.2.2.2. Territorios agrícolas**

#### **13.2.2.2.1. Pastos limpios, pastos enmalezados y pastos arbolados**

Las coberturas de los pastizales representan las coberturas más ampliamente extendidas en la cuenca del río Yaguará, personificando la dominancia del agroecosistema ganadero, motivo por el cual, los pastizales son abundantes también al interior de los mosaicos con cultivos y con espacios naturales.

Para cada una de estas coberturas se tiene el siguiente porcentaje de ocupación en la cuenca: Para los pastos limpios un 26,6% siendo así la cobertura más extensa en la cuenca. Para los pastos enmalezados se tiene una ocupación del 3,2% y para los pastos arbolados un 2,5%. Dado lo anterior, en total los pastizales ocupan el 32,2% del área total de la cuenca.

Al interior de los pastizales se han identificado cuatro especies principales de pastos, todas ellas introducidas, siendo estas *Brachiaria decumbens* (pasto peludo), como la de mayor abundancia, *Cynodon dactylon* (grama común), *Panicum maximum* (pasto guinea) y el *Pennisetum purpuraceus* (pasto elefante).

En el caso de los pastos limpios, a nivel estructural las especies de pastos en esta cobertura presentan una dominancia y abundancia del 100%, aunque en muchos sectores puede presentar cercos vivos en los bordes o árboles para sombrero. A nivel espacial, los pastos limpios se distribuyen principalmente en las áreas planas y de lomeríos del valle de los ríos Yaguará y Magdalena, así como en algunos sectores más escarpados del municipio de Teruel, en límite con el Parque Natural Regional del Cerro Banderas – Ojo Blanco.



En el caso de los pastos enmalezados y pastos arbolados, aunque dominados por las especies de los pastizales, pueden desarrollarse algunas especies herbáceas, arbustivas y arbóreas, en procesos muy iniciales de recuperación, que crecen por abandonos temporales del terrero.

En el caso de los árboles presentes, los individuos adultos y con un buen desarrollo del estrato arbóreo, se presentan porque han sido mantenidos o no intervenidos en los descapotes para “limpiar” el terreno y acondicionarlo para la ganadería. Entre las especies arbóreas más comunes en este aspecto destacan *Andira* sp, *Aspidosperma cuspa*, *Annona quinduensis*, *Myrcia* sp, *Psidium guajava* y *Maclura tinctoria*.

Para el manejo y ordenamiento de la cuenca, se recomienda incentivar prácticas de agricultura y ganadería sostenible, principalmente con procesos de silvicultura, de forma tal que las áreas de pastizal no incrementen su área en la cuenca, en especial en las áreas montañosas, donde la ganadería amenaza la tala de los bosques andinos descritos.

**Figura 13.38. Vista general del agroecosistema en la cuenca del río Yaguará**



En el Municipio de Yaguará donde se aprecia la extensión de los pastizales en las áreas planas

**Figura 13.39. Pastizal limpio de *Brachiaria decumbens* en lomeríos, municipio de Iquira**



**Figura 13.40. Pastizal limpio de *Cynodon dactylon***



En las estribaciones de la Cordillera Central en el municipio de Teruel.



**Figura 13.41. Pastizal limpio de *Cynodon dactylon*, zonas escarpadas de Teruel**



**13.2.2.2.2. Mosaico de cultivos con espacios naturales; Mosaico de pastos con espacios naturales; Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales; Mosaico de pastos y cultivos.**

Al interior de la cuenca del río Yaguará, estas cuatro coberturas se han identificado y diferenciado geo-espacialmente, con base en los análisis de coberturas vegetales implementados según la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia (IDEAM, 2010), indicando al respecto que, cada una de ellas ocupa los siguientes porcentajes de área: Mosaico de cultivos con espacios naturales con el 4,5%, Mosaico de pastos con espacios naturales con el 2,5%, Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales con el 2% y Mosaico de pastos y cultivos con el 0,8%. Dado lo anterior, en sumatoria estos mosaicos representan el 9,8% del área total de la cuenca.

Se agrupan los resultados de las especies identificadas en estas tres coberturas, considerando la similitud de especies que agrupan, donde los cultivos y pastizales representan la mayor dominancia con base en su abundancia relativa según su ocupación en términos de área. Se identificaron un total de 16 especies, agrupadas en diez familias y nueve órdenes taxonómicos, de los cuales, los poales representan la mayor riqueza de especies (Tabla 13.18).

**Tabla 13.18. Listado taxonómico especies de flora identificadas en Mosaicos**

Orden	Familia	Especie	Nombre común	UICN	Resol 1912	Carácter
Fabales	Fabaceae	<i>Erythrina poeppigiana</i>	Cambulo			
Gentianales	Rubiaceae	<i>Coffea sp</i>	Café			Cultivo
		<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	Guacamayo			
Laurales	Lauraceae	<i>Nectandra sp.</i>	Laurel			
		<i>Persea americana</i>	Aguacate			Cultivo
Magnoliales	Annonaceae	<i>Annona muricata</i>	Guanábana			Cultivo
Malpighiales	Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i>	Puntalanza			
Malvales	Malvaceae	<i>Theobroma cacao</i>	Cacao			Cultivo
		<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guásimo			
Poales	Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	Pasto guinea			Pastura
		<i>Cynodon dactylon</i>	grama común			Pastura
		<i>Pennisetum purpuraceus</i>	pasto elefante			Pastura
		<i>Oryza sativa</i>	Arroz			Cultivo
Primulales	Primulaceae	<i>Myrsine guianensis</i>	Garrucho			
Sapindales	Rutaceae	<i>Amyris pinnata</i>	Bilanda			
	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Mango			Cultivo

Mosaicos de cultivos, pastos y espacios naturales, Mosaico de pastos y cultivos, Mosaico de pastos con espacios naturales

Fuente: JICA, 2023.

Del total de especies registradas siete son arbóreas nativas, propias de las áreas naturales, seis son especies de cultivos, donde se registra café, cacao, arroz, aguacate, guanábana y mango, mientras que el pasto que agrupa estas coberturas corresponde a pastos introducidos para ganadería. Vale la pena aclarar que se observaron otras especies cultivadas, las cuales se presentan en menor proporción, probablemente como especies de pancoger como limón, naranja, maíz, frijol, cebolla, yuca, plátano, entre otras.

Por su parte, con relación a los cultivos, destaca de sobremanera en el área de la cuenca el café, tanto por su extensión como por la importancia económica que dan los pobladores a este cultivo. Los cafetales al interior de los mosaicos presentan una dominancia de casi el 80%, por lo cual, se considera que la formación de esta cobertura vegetal equivale a la tala de áreas naturales para la siembra de café, donde los pobladores dejan remanentes de vegetación natural para sombra de los cafetales o para generar cordones de vegetación que protejan pequeñas quebradas. Otra característica de este tipo de cultivo en medio de los mosaicos con pastos y espacios naturales es su presencia en los sectores montañosos de la cuenca, ubicados en el sector occidental de los municipios de Iquira y Teruel, donde la altura varía entre los 800 y los 1.200 msnm.

Se une al anterior los cultivos de cacao, los cuales se presentan bajo coberturas naturales para su sombrío. Es un cultivo de gran importancia económica y extensión, principalmente en las parte bajas y más calientes de la cuenca.

Otros cultivos de importancia en estos mosaicos son aquellos de pancoger, que sirven para el autoconsumo de los pobladores, de forma tal, que estos cultivos pueden bordear los cafetales (a los cuales se les da mayor prioridad), o estar en el ecotono entre las áreas naturales y los cultivos de café.

Finalmente, los cultivos de arroz se han incluido en esta cobertura vegetal, donde las pendientes son suaves y se permite el encharcamiento de este cultivo. Aunque los arrozales pueden ser amplios en extensión, se hayan en su mayoría rodeados de otros cultivos de pancoger y de espacios naturales, estando estos últimos asociados principalmente a cauces de pequeñas quebradas.

**Figura 13.42. Vista de un mosaico de cultivos con espacios naturales**



En este sitio se aprecia la mezcla de frutales como mangos, guanábana, con especies de pancoger como plátano y especies arbustivas.



**Figura 13.43. Áreas en municipio de Yaguará descapotadas y aradas para siembra de cultivos**



**Figura 13.44. Mosaicos de cultivos de café, especies de pancoger, pastos y espacios naturales**



En el municipio de Teruel. Se destaca su ubicación en inmediaciones de los bosques andinos de las partes altas de la cuenca, donde la transformación del bosque para la implementación de cultivos es aguada y se ha llevado a cabo en apenas los últimos 20 años, según entrevistas a la comunidad.



**Figura 13.45. Cultivo de cacao en sombrío con especies arbóreas propias del bosque seco**



**Figura 13.46. Detalle de fruto de cacao con plagas tratadas con agroquímicos**



Estas sustancias agroquímicas contaminan el suelo y las fuentes de agua de la cuenca.

### 13.2.2.2.3. *Café y arroz*

Como se ha descrito en el acápite anterior, los cultivos de café y arroz al interior de la cuenca del río Yaguará ocupan un importante renglón a nivel económico en la región, por lo cual, su dominancia en el agroecosistema es muy amplio abarcando un gran porcentaje de área, que en el caso del café abarca principalmente las estribaciones de la cordillera central, entre los 800 y los 1.200 msnm en los municipios de Iquira y Teruel, mientras que el arroz se establece en las partes planas del municipio de Yaguará, principalmente en el valle cerca de su desembocadura con la represa de Betania y en inmediaciones de esta.

Se estima que, a nivel de cobertura vegetal, el café ocupa por sí solo un área del 1,8% del total de la cuenca, lo cual, sumado a los mosaicos de cultivos, constituidos principalmente por cafetales, abarca un área total del 11,6%. Por su parte, los cultivos de arroz por sí mismos abarcan un 3,5% del total del área de la cuenca. A nivel de estructura, estas coberturas vegetales, al ser monocultivos presentan una dominancia del 100% de *Coffea sp* (café) y *Oryza sativa* (arroz).

**Figura 13.47. Cultivos de café extendidos en zona montañosa de Teruel**





**Figura 13.48. Cultivo de arroz en municipio de Yaguará.**



### 13.2.3. Especies de la Vegetación y Flora amenazadas y/o endémicas

Con base en la revisión de la Resolución 1912 de 2017, por medio de la cual se establece el listado de especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana, la Lista roja de especies Amenazadas IUCN a nivel mundial y la normatividad vigente respecto a vedas de especímenes y productos forestales y de la flora silvestre en Colombia, se reporta al interior de la cuenca la presencia de cinco especies incluidas en alguna categoría de amenaza y/o en veda (Tabla 13.19).

**Tabla 13.19. Listado taxonómico especies de flora en alguna categoría de amenaza o veda**

Orden	Familia	Especie	Nombre común	UICN	Resol 1912	Veda nacional
Araucariales	Podocarpaceae	<i>Podocarpus oleifolius</i>	Chaquiro	LC	VU	Veda
Arecales	Arecaceae	<i>Ceroxylon quindiuense</i>	Palma de cera	VU	EN	Veda
Cyatheales	Cyatheaceae	<i>Cyathea sp</i>	Helecho arbóreo			Veda
Laurales	Lauraceae	<i>Aniba perutilis</i>	Laurel comino	VU	CR	
Sapindales	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	VU	EN	

En todos los casos, la declaratoria de amenaza de estas especies forestales se debe a que sus poblaciones naturales están ubicadas en zonas de explotación extensiva, con destrucción de sus hábitats, sumado a su tala excesiva por considerarse como maderas finas.

En el caso de la Palma de cera se suma su declaratoria de veda por catalogar a la especie como árbol nacional y símbolo patrio de Colombia. Asimismo, la palma boba o helecho arbóreo *Cyathea sp*, presenta veda nacional a nivel de familia taxonómica según la

Resolución 0801 de 1977 (INDERENA), por lo cual, está prohibido el aprovechamiento, comercialización y movilización de este grupo y sus productos, y la declara planta protegida.

En todos los casos, la presencia de estas especies es muy restringida y asociada a las únicas coberturas boscosas densas de la cuenca (bosques densos de tierra firme), la cual, se encuentra bajo una fuerte presión antrópica dadas las actividades agropecuarias de la cuenca.

#### 13.2.4. Especies de valor sociocultural y económico

Al interior de la cuenca del río Yaguará pueden distinguirse dos grupos principales de especies de valor sociocultural y económico, siendo estos el de las especies nativas maderables y el de las especies cultivadas, en su mayoría introducidas.

Considerando una ocupación del 48,01% del área total de la cuenca en terrenos agrícolas, se estima una alta dependencia económica de los pobladores a dicha actividad. Sobresalen en este aspecto con el 26,58% del área los pastos limpios para la ganadería, los mosaicos de cultivos, pastos y espacios naturales con el 9,8%, los arrozales con el 3,55% y el café con el 1,82%, siendo, en términos de diversidad, unas extensas áreas dominadas por unas pocas especies (*Brachiaria decumbens* (pasto peludo), como la de mayor abundancia, *Cynodon dactylon* (grama común), *Panicum maximum* (pasto guinea) y el *Pennisetum purpuraceus* (pasto elefante), *Coffea* sp (café) y *Oryza sativa* (arroz)).

A nivel de cultivos, como se ha descrito anteriormente, se observaron cultivos de cacao, aguacate, guanábana y mango principalmente. Vale la pena aclarar que se observaron otras especies cultivadas, las cuales se presentan en menor proporción, probablemente como especies de pancoger como limón, naranja, maíz, frijol, cebolla, yuca, plátano, entre otras.

Por su parte, las especies maderables se correlacionan con las especies descritas que se incluyen en las categorías de amenaza, al ser su explotación extensiva la principal causa de decline poblacional. Al respecto, se menciona entonces el aprovechamiento del cedro, el laurel comino y el pino chaquiro. Otras especies de importancia como maderables en la cuenca son todas las Lauraceas (para postes, cercos y herramientas), el matequillo (como leña), la guadua y el caracolí (tablas).

#### 13.2.5. Conclusiones

El hecho más notable sobre la vegetación de la cuenca del río Yaguará corresponde a su fuerte transformación por el ampliado cambio en el uso del suelo, que ha llevado a que al menos el 48% de las áreas de la cuenca se usen en actividades de cultivos y pastizales. Se adiciona a la anterior preocupación, el hecho que del porcentaje restante tan solo el 20% se mantienen en coberturas boscosas de diversas clases, como bosques densos, riparios, abiertos y fragmentados, por lo cual, los bosques prístinos o densos ocupan apenas un 6% del área total de cuenca y se restringen a las zonas montañosas de los municipios de Iquira y Teruel.



Afortunadamente para estos remanentes boscosos, existen en la cuenca figuras de áreas naturales protegidas, como el Parque Nacional Natural Nevado del Huila y el Parque Natural Regional del Cerro Banderas – Ojo Blanco, que favorecen su protección, sin embargo, los límites de estos en las zonas de amortiguación son aquellas donde la fragmentación del bosque es más evidente y donde deben enfocarse los esfuerzos de conservación en el ordenamiento de la cuenca.

Por su parte, los bosques riparios o de galería se consideran otro tipo de bosque de importancia en la cuenca, principalmente por el hecho de estar distribuidos a lo largo de esta y proteger los cuerpos hídricos. Sus funciones ecológicas son de gran importancia, al funcionar como corredores para la fauna, generar regulación hídrica, estabilidad de cauces, filtro antes la escorrentía superficial, fuente primaria para las vías energéticas de los ecosistemas acuáticos y terrestres, entre otras (Roldán, 2008).

A pesar de lo anterior, las malas prácticas agropecuarias en la cuenca han diezmado en gran medida a este tipo de bosque, por lo cual, las franjas de este en las rondas hídricas son en la mayoría de los casos muy angostas y donde las especies raras o en categorías de amenaza son prácticamente inexistentes.

Aunados a las coberturas vegetales boscosas, con una ocupación del 30% del área de la cuenca, se presentan las áreas de herbazales, arbustales y vegetación secundaria, las cuales pueden ser tomadas en los planes de ordenamiento como una base importante para generar nuevas áreas boscosas, siempre que estas sean conservadas y manejadas para evitar nuevamente su intervención antrópica.

Ahora bien, se resalta la presencia de cinco especies de importancia por su inclusión en listados de categorías de amenaza, de las cuales, se resalta su presencia en los bosques densos, reforzando la importancia del manejo de esta vegetación.

En resumen, el paisaje de la cuenca y los ecosistemas principales son dominados por Agroecosistemas de cultivos mixtos y Agroecosistemas ganaderos, donde sobresalen los cultivos de café, cacao y arroz, así como las coberturas vegetales con un bajo desarrollo arbóreo, como herbazales y arbustales. Esto deriva en que, del total de especies de la flora, al menos el 10% de ellas correspondan a especies de cultivos y pastos, siendo estas pocas especies las dominantes en términos de ocupación de área en la cuenca.

En ese sentido, es prioritaria en la ordenación de la cuenca el desarrollo de acciones encaminadas a la recuperación, protección y enriquecimiento de los bosques densos de las zonas montañosas, así como del bosque ripario. En ambos casos, estas coberturas vegetales presentan un rol importante en la regulación hídrica, así como en la biodiversidad de la cuenca, al encontrar en su interior especies en categorías de amenaza.

## 14. FAUNA

Para realizar el diagnóstico de la fauna de la cuenca de la quebrada Yaguará, se llevó a cabo un levantamiento de información secundaria a través de diversas fuentes, enfocando dicho levantamiento a nivel de ecosistemas y listado de especies sensibles y/o de importancia ecológica.

Asimismo, se llevaron a cabo recorridos y observaciones de la fauna y sus rastros en un total de doce coberturas vegetales, siendo estas las más representativas ya sea por el área que ocupan en la cuenca o por su importancia como áreas de conservación o asociación a la regulación hídrica.

Así las cosas, se presentan a continuación los resultados, análisis y conclusiones de la fase diagnóstica de la fauna de la cuenca del río Yaguará.

### 14.1. Información Secundaria

Para tener un conocimiento básico general de las especies de la fauna en la región, se usaron fuentes de información secundaria sobre los registros de especies animales según localidades geográficas, regiones políticas y zonobiomas en el Departamento del Huila y este sector de estudio junto a datos de altura de la cuenca, tanto en listas abiertas en Colombia, artículos y publicaciones científicas, POTs, EOTs, base de datos del Instituto de Investigación Alexander Von Humboldt y del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia – ICN, como aquellas en el extranjero que posean en sus colecciones ejemplares propios de la zona de la cuenca Yaguará.

Con esta información básica de referencia se organizó y realizó el trabajo de campo para la obtención de la información primaria haciendo énfasis en aquellas especies más representativas para las unidades de vegetación o los ecosistemas presentes en la cuenca Yaguará, así como aquellas reales o potenciales en listados de la Resolución 1912 de 2017 del MADS o aquella norma que la modifique, adicione o sustituya, la UICN, libros rojos, CITES, especies endémicas, vedadas, invasoras, raras o de importancia económica o cultural.

La región de interés se enmarca en la Provincia Biogeográfica Norandina, en el Distrito Tolima o valle alto del Magdalena. Históricamente, la biota que existió en dicha región tuvo amplias posibilidades de colonización y dispersión a lo largo del valle medio y bajo del Magdalena, y hacia la parte alta hasta la latitud de Garzón ya que antiguas sabanas naturales y bosques higrotropofíticos derivados del clima seco predominante en la región conformaban corredores casi permanentes (Hernández, 1992). Aparentemente, y debido a lo anterior, los niveles de endemismo son bajos y no se encuentran a nivel de género y son escasos a nivel de especie y subespecie al menos en altitudes medias y bajas.

Actualmente, estas unidades han sido profundamente transformadas por la intensa deforestación producto de la adaptación del terreno para cultivos y ganadería. En consecuencia, las comunidades faunísticas que actualmente existen están compuestas casi en su totalidad por elementos típicos, comunes y ampliamente distribuidos a lo largo del valle del Magdalena y convergen en la gran capacidad de adaptación y tolerancia a ambientes alterados, aunque aparentemente con densidades poblacionales menores a las típicas en otras áreas del país.

Para la caracterización de la fauna terrestre se utilizó la denominada *Evaluación Ecológica Rápida (EER)*, en la cual la riqueza y abundancia se evalúa a través de métodos de observación directa (transectos de observación) e indirecta (búsqueda de rastros y encuestas).

Estas actividades se ejecutaron en aquellas áreas de interés faunístico previstas por la misma distribución de la vegetación teniendo en cuenta las coberturas vegetales representativas de la cuenca Yaguará donde se realizaron las mismas parcelas para la caracterización de la flora, al ser áreas de alimentación, desplazamiento, refugio, zonas de reproducción, microhábitats, entre otras.

Considerando lo anterior, a continuación, se presenta la descripción de la fauna silvestre potencial para la cuenca del río Yaguará, teniendo como base la revisión bibliográfica que se realizó para la elaboración de este documento.

#### 14.1.1. Anfibios

Colombia posee una fauna anfibia estimada entre 698 y 766 especies<sup>8</sup>, cifra que ubica al país en el segundo lugar en riqueza de estos vertebrados en el mundo<sup>9</sup>.

Según literatura secundaria revisada, para la Región Andina potencialmente se encuentran 485 especies<sup>10</sup>, mientras que, para el área de estudio, se pueden presentar 42 especies de anfibios pertenecientes a tres órdenes: Gymnophiona (cecilias o tatacoas), Anura (ranas y sapos) y Caudata (salamandras), agrupadas en 12 familias y 24 géneros potenciales para el área de estudio.

De las 42 especies potenciales del área de estudio seis especies son endémicas para Colombia (*Rheobates palmatus*, *Dendrobates truncatus*, *Leptodactylus colombiensis*, *Bolitoglossa lozanoi*, *Caecilia thompsoni* y *Parvicaecilia nicefori*).

<sup>8</sup> RUEDA-ALMONACID et al. Op. Cit

<sup>9</sup> GALEANO, S. P., URBINA, J.N., GUTIÉRREZ-C., PDA., M.C. RIVERA & V. PÁEZ. Los anfibios de Colombia, diversidad y estado del conocimiento. Tomo II. 106-118 p. En: Informe Nacional sobre el Avance en el Conocimiento y la Información de la Biodiversidad 1998-2004 (Chaves, M.E. & M. Santamaría eds). Instituto de Investigaciones Biológicas Alexander von Humboldt, Bogotá. 2006.

<sup>10</sup> Ideam

La presencia de endemismo en esta zona corresponde a su ubicación en la Región Andina, la cual presenta altas tasas de endemismo de anfibios, debido a la topografía compleja, en combinación con alta humedad y bajas tasas de evapotranspiración, lo cual permite una amplia disponibilidad de ecosistemas que a su vez proporciona una variada oferta de climas y microclimas que pueden ser explotados por estos anfibios<sup>11</sup>.

#### 14.1.2. Reptiles

De acuerdo con Uetz, P. y Jirí Hošek<sup>12</sup>, Colombia posee una riqueza de 588 especies de reptiles pertenecientes a los órdenes Squamata (Subordenes: Serpentes, Sauria y Aphisbaenia), Testudinata y Crocodylia. A nivel regional, según literatura secundaria revisada para la Región Andina se pueden presentar 220 especies de reptiles<sup>13</sup>.

Potencialmente se pueden encontrar 73 especies de reptiles pertenecientes a 54 géneros 23 familias y tres órdenes, lo cual representa un 12,4% de los reptiles reportados para Colombia y un 33,1% para la fauna estimada a nivel regional.

De las 73 especies de potencial presencia en el área de estudio dos especies presentan endemismo (*Dactyloa huilae* y *Helminthophis praeocularis*). Para los reptiles sucede lo mismo que para los anfibios pues la región andina presenta altas tasas de endemismo.

Así mismo, potencialmente se presentan tres especies de interés por su inclusión en listados de categorías de amenaza, estos son: el caimán del Magdalena (*Crocodylus acutus* Cuvier, 1807) que se encuentra en vulnerabilidad a nivel internacional (IUCN) y en peligro crítico a nivel nacional.

El morrocoyo (*Chelonoidis carbonarius*) que se encuentra en peligro crítico (CR) a nivel nacional, pues la tendencia al decline de su población se ve acelerada debido al comercio ilegal de sus caparzones y consumo de sus posturas por parte de las comunidades locales además del uso como mascota en la zona.

Por último, la tortuga de río *Podocnemis lewyana* que se encuentra en peligro (EN) tanto nacional como internacionalmente. Esta especie presenta presiones por caza en la zona debido a que es muy apetecida por su carne y el consumo sistemático de sus huevos, especialmente en poblaciones pescadoras, también se encuentra en peligro por la contaminación de las playas de anidación sobre el Río Magdalena.

<sup>11</sup> Llano-Mejía et al Op. Cit.

<sup>12</sup> The Reptile Database Op. Cit 2020

<sup>13</sup> The Reptile Database Op. Cit 2020

PAEZ, VIVIAN; ARREDONDO JUAN C.; LOPEZ CATALINA; MARTINEZ LUZ MERY; MOLINA CLAUDIA; RESTREPO ADRIANA. Reptiles de Colombia, diversidad y estado de conocimiento 2006. En: Informe Nacional sobre el Avance en el Conocimiento y la Información de la Biodiversidad 1998-2004 (Chaves, M.E. & Santamaría M., eds.). Instituto de Investigaciones Biológicas Alexander von Humboldt, Bogotá.



### 14.1.3. Aves

La avifauna colombiana constituye el grupo de vertebrados terrestres más diverso del país con 1.966 especies reportadas<sup>14</sup>.

El departamento del Huila, localizado en la unidad biogeográfica Provincia Norandina<sup>15</sup>, cuenta con el registro de 649 especies de aves<sup>16</sup>. De estas, 318 podrían habitar permanente o temporalmente el área.

De acuerdo con el listado de aves endémicas y casi endémicas de Colombia<sup>17</sup>, en una franja altitudinal de los 0 a 1200 msnm y para la zona del Alto valle del río Magdalena, principalmente en Tolima y Huila, potencialmente un total de 14 especies casiendémicas y cinco especies endémicas.

### 14.1.4. Mamíferos

De acuerdo con Solari et al., (2013)<sup>18</sup> se reportan 492 especies de mamíferos nativos para Colombia, incluyendo 49 familias, enmarcadas en 14 órdenes, siendo los más diversos Chiroptera y Rodentia con 198 y 123 especies. Así mismo, la mayor diversidad de mamíferos se registra para la cordillera Oriental, seguida de la Occidental, Central y Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM), lo cual se puede explicar por la extensión y el nivel altitudinal que registran cada una.

Sin embargo, se encuentra mayor diversidad de especies en la cordillera Oriental, debido posiblemente al "Efecto de amplitud" como lo sugiere Rangel-Ch. (2000)<sup>19</sup>, que consiste básicamente en que esta cordillera ofrece una mayor diversidad de hábitats que permiten el sostenimiento de una mayor cantidad de especies de fauna.

En este sentido y de manera general en la región Andina se encuentra el 37.6% de los mamíferos nacionales, mientras que para el área de estudio se reportan de manera potencial 124 especies equivalentes al 25.4% del país y el 67% de los reportados para la región, la diferencia entre el total registrado para la región Andina y los potenciales para área se debe a que el rango altitudinal en el que se encuentra la cuenca entre 700 m y 2000m, dejando

<sup>14</sup> Echeverry-Galvis, M.A., O. Acevedo-Charry, J. E. Avendaño, C. Gómez, F.G. Stiles, F.A. Estela & A.M. Cuervo. 2022. Lista oficial de las aves de Colombia 2022: Adiciones, cambios taxonómicos y actualizaciones de estado. Ornitología Colombiana 22: 25-51

<sup>15</sup> HERNÁNDEZ, Jorge; HURTADO, Adriana; ORTIZ, Rosario; WALSCHBURGER, Thomas. Unidades biogeográficas de Colombia. En: La Diversidad Biológica de Iberoamérica I – Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, 1992, p. 95-132.

<sup>16</sup> E-Bird [online]. New York (USA): The Cornell Lab of Ornithology and National Audubon Society, Inc. [citado 12 Diciembre 2014]. Disponible en internet: <<http://ebird.org/ebird/subnational1/CO-BOY?yr=all>>.

<sup>17</sup> CHAPARRO-HERRERA, S. ECHEVERRY-GALVIS, M. CORDOBA-CORDOBA, S. Y SUA-BECERRA, A. Listado actualizado de las aves endémicas y casi-endémicas de Colombia. 2013. Biota Colombiana 14 (2) 2013.

<sup>18</sup> SOLARI, S., MUÑOZ-SABA, Y., RODRÍGUEZ-MAHECHA, J.V., DEFLER, T., RAMÍREZ-CHAVES, H. Y TRUJILLO, F. Riqueza, endemismo y conservación de los mamíferos de Colombia. 2013. Mastozoología Neotropical, 20(2):301-365, Mendoza.

<sup>19</sup> Rangel, Ch. O. 2000. Colombia diversidad biológica III. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá.

por fuera una amplia gama de ecosistemas que contribuyen a la alta diversidad mencionada para los Andes.

Se tiene entonces que los órdenes con mayor diversidad son Chiroptera con 64 especies, Rodentia con 20 especies y Carnívora con 17 especies. Nuevamente, con base en el trabajo de Solari et al., (2013)<sup>20</sup> se considera que, para el área, potencialmente dos especies endémicas (*Saguinus leucopus* y *Sciurus pucheranii*), así como siete especies incluidas en alguna categoría de amenaza, entre las cuales se mencionan *Tapirus pinchaque*, *Myrmecophaga tridactyla*, *Lontra longicaudis* y *Odocoileus cariacou*.

#### 14.1.5. Peces

En la cuenca alta del río Magdalena, de acuerdo con un estudio de evaluación pesquera, realizado por Cuellar V y W. Reyes (1999), con información secundaria reciente de la ictiofauna de los alrededores del embalse Betania, se reportan para el área 59 especies de peces, distribuidos en 43 géneros, 18 familias y seis órdenes.

Dentro de las especies identificadas de interés, se menciona que no existen especies de importancia comercial diferentes al capaz (*Pimelodus grosskopfii*); concretamente se habla de la inexistencia del peje, bocachico, dorada, sardinata y pataló.

Sin embargo, durante estudios en la represa de El Quimbo se observó la captura esporádica de bocachico y de peje y se mencionó por parte de los pescadores de la eventual aparición de pataló, dorada y sardinata, cuya presencia en el río es atribuida a cultivos piscícolas de la zona que eventualmente dejan escapar algunos ejemplares.

De otra parte, con la construcción del embalse Betania, de acuerdo con los pescadores de la zona, las especies migratorias desaparecieron casi totalmente del río Magdalena a excepción del capaz que es la especie de interés para consumo en el sector.

El bocachico (*Prochilodus magdalenae*), actualmente está siendo sembrado en el embalse de Betania, lo que explica la presencia esporádica de ejemplares de esta especie en las capturas que los pescadores realizan en el área de la represa de El Quimbo, entre Puente Balseadero y la cola del embalse Betania.

### 14.2. Información Primaria

Para el levantamiento de la información primaria de cada grupo de la fauna vertebrada que se muestra a continuación, se realizaron recorridos y puntos de observación en todas las unidades de cobertura vegetal del área de la cuenca, coincidiendo con las mismas coberturas

<sup>20</sup> SOLARI, S., MUÑOZ-SABA, Y., RODRÍGUEZ-MAHECHA, J.V., DEFLER, T., RAMÍREZ-CHAVES, H. Y TRUJILLO, F. Riqueza, endemismo y conservación de los mamíferos de Colombia. 2013. Mastozoología Neotropical, 20(2):301-365, Mendoza.

y parcelas de caracterización que se presentaron para la caracterización de la vegetación y flora.

- **Metodología de observación directa de la fauna**

Como métodos de observación directa para los transectos de observación se recorren caminos y trochas al interior de las diferentes coberturas vegetales estudiadas y de forma específica en las inmediaciones de las 33 parcelas de caracterización de la flora ubicadas sobre un total de 17 coberturas vegetales naturales.

Los transectos de observación se realizan por profesionales con experiencia y conocimiento en los grupos de fauna a una velocidad aproximada de 0,7- 1,0 Km/hora y se efectuarán en tanto sea posible y según las posibilidades logísticas en horas de mayor actividad de las especies, aunque igual las observaciones en diversas horas del día son muy importantes y con la ayuda de los residentes los cuales siempre poseen importante información y más detallada de la actividad de la fauna.

Las observaciones (diurnas y/o nocturnas) en los transectos se hicieron de acuerdo con las posibilidades logísticas para los diferentes estratos de las coberturas, se observaron y registraron cada individuo de la fauna presente desde el inicio hasta el fin del transecto y en los alrededores teniendo en cuenta las siguientes premisas:

- i) todos los animales sobre la línea del transecto son detectados
- ii) los animales se detectan en su lugar inicial antes de cualquier movimiento en respuesta al observador y no se cuentan dos veces
- iii) los animales de algunas especies se mueven lentamente en relación con la velocidad del observador
- iv) las distancias desde el transecto se miden con exactitud
- v) las detecciones son eventos independientes

En cada transecto se realizó la búsqueda de ejemplares de cada uno de los grupos de la fauna vertebrada, haciendo énfasis en los diferentes microhábitats según el grupo de fauna y experiencia de los profesionales a cargo.

Cabe decir que para el presente trabajo de campo de fauna en la cuenca del río Yaguará no se contempló realizar colecciones o recolección de ejemplares de la fauna pues las metodologías plantean otras opciones para su reconocimiento y, por ende, tampoco se considera el uso de trampas como las del tipo Sherman, redes de niebla para murciélagos u otros similares dada la singularidad y alcances de la caracterización faunística y la metodología planteada en los documentos básicos en la Guía Técnica (Resolución 0566 de 2018).

- **Metodologías de observación específicas para la fauna**

Para el caso de la Herpetofauna (Anfibios y Reptiles) se enfatizó la búsqueda en microhábitats cercanos a los cuerpos de agua, en vegetación herbácea no leñosa, raíces o árboles caídos y/o muertos, a su vez también en la hojarasca y en los diferentes estratos del sotobosque y en los diferentes sustratos que se encuentren.

Para el caso de Aves, se realizaron observaciones y registros auditivos diurnos en las coberturas muestreadas con binoculares (10 x 42) y cámaras de gran alcance (lentes réflex de 800 a 1200 mm o su equivalencia en Zoom de 30 a 50 aumentos) junto con observaciones desde puntos fijos de observación en sectores de mayor interés y los aportes de la comunidad y residentes.

Las observaciones de mamíferos se realizaron en recorridos diurnos y nocturnos en los diferentes estratos de las coberturas vegetales muestreadas a través de binoculares (10 x 42) y cámaras de gran alcance (lentes réflex de 800 a 1200 mm o su equivalencia en Zoom de 30 a 50 aumentos).

Para las comunidades ícticas en el área de la cuenca se hicieron observaciones en las corrientes de aguas y consultas con las comunidades y residentes locales con el objeto de obtener información biológica en el área de trabajo.

Para todos los grupos, estos transectos se complementaron de dos formas; en primer lugar, con un muestreo denominado Ad libitum, que no implica ninguna limitación en el muestreo, es decir, que se registrarán todos los individuos o grupos que se observan con facilidad dentro o alrededor y a lo largo y ancho de los hábitats, aunque estén fuera de los transectos.

En segundo lugar, se registraron todas las evidencias de actividad de fauna que se pudiera identificar para los diversos grupos de la fauna (huellas en caminaderos, heces fecales, hozaderos, cuevas, pepiaderos, rastros de depredación, rasguños, huevos eclosionados, nidos, mudas de piel, etc.) y se comparan con lo reportado en la literatura especializada para cada grupo, todos estos registros indirectos se realizaron en lo posible en los mismos transectos de observación directa y de la vegetación.

La información levantada en campo se complementó con encuestas informales a los pobladores del área de la cuenca, haciendo uso de guías de campo y fotografías de las especies más representativas, de forma tal que puedan incrementarse los listados taxonómicos además de identificar aquellas especies con valor sociocultural y económico.

#### **14.2.1. Anfibios**

Para el área de la cuenca caracterizada se registraron un total de 37 individuos pertenecientes a cinco especies de anfibios, agrupados en cinco familias y un solo orden taxonómico (Tabla 14.1).



**Tabla 14.1. Listado taxonómico de anfibios observados en la cuenca del río Yaguará**

Taxonomía			Nombre Común	Gremio trófico	Tipo de registro	UICN	Resl 1912	Obs
Orden	Familia	Especie						
Anura	Aromobatidae	<i>Rheobates palmatus</i>	Rana	Ins	Obs			Endémica
	Bufonidae	<i>Rhinella marina</i>	Sapo granuloso	Ins	Obs			
	Hylidae	<i>Boana platanera</i>	Rana platanera	omn	Obs			
	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus fragilis</i>	Rana saltarina	Ins	Obs			
	Dendrobatidae	<i>Dendrobates truncatus</i>	Ranita venenosa	Ins	Obs			Endémica/ CITES II

Fuente: Gremio trófico Ins: Insectívoro, Omn: Omnívoro.

Considerando las familias de anfibios reportados, se encuentra que esta composición y distribución de la riqueza muestra una marcada tendencia de elementos de paisajes de coberturas abiertas donde se expresan familias como Hylidae, Leptodactylidae y Bufonidae, propias de la composición de la mayoría de las zonas bajas del país, principalmente de la zona del valle del Magdalena y Costa Caribe (Lynch, et al. 1997 & Acosta-Galvis et al 2006, y Acosta 2012).

En cuanto a la distribución de las abundancias de anfibios, la especie con mayor abundancia fue *Boana platanera* con 13 individuos, seguida por *Rheobates palmatus* con 12 individuos, *Leptodactylus fragilis* con 7 individuos, *Dendrobates truncatus* con cuatro individuos y *Rhinella granulosa* y con uno. Respecto a los hábitats de encuentro, *Boana platanera* y *Leptodactylus fragilis* fueron observados en jagüeyes de áreas de pastizal limpio y vegetación secundaria alta, por lo cual, algunos individuos se observaron en las zonas encharcadas de los pastizales y otros bajo la vegetación arbórea. Por su parte, para el sapo de caña (*Rhinella marina*) se registró en un pastizal limpio, alejado de fuentes de agua, evidenciando así su capacidad para habitar casi cualquier tipo de hábitat.

Para la rana cohete (*Rheobates palmatus*) y rana venenosa (*Dendrobates truncatus*) su hallazgo se restringió a los bosques riparios de la cuenca, principalmente de las áreas bajas en el gradiente altitudinal, dando preferencia al uso de hábitats de lugares húmedos cerca de cuerpos de agua, cuyo sustrato está conformado por rocas, hojarasca y embriofitas (Cortés-Suárez 2014). El registro de estas especies es de resaltar considerando que son endémicas para Colombia.

Para las especies registradas, la revisión bibliográfica coincide en describir estas especies con capacidad para hacer uso de diversos tipos de hábitat, que van desde los bosques tropicales húmedos, los ambientes semiáridos, llanos, pastizales, bosques montanos hasta ambientes mediana y altamente intervenidos. Se encuentra, por ejemplo, que en el caso de *Boana platanera*, *Leptodactylus fragilis* y *Rhinella granulosa* estas especies son típicas de

áreas antropizadas y agroecosistemas, incluso pueden reproducirse en charcas temporales que se forman durante la estación lluviosa en áreas de pastizales.

Por su parte, para *Rheobates palmatus* y *Dendrobates truncatus*, las especies endémicas, estas prefieren los hábitats al interior de los bosques, en donde se favorecen procesos de oferta alimenticia, refugio y sitios para reproducción, lo cual, para el caso de los dendrobátidos, se traduce en árboles de gran porte con bromelias en sus ramas para la postura de sus larvas.

Ahora bien, respecto a los hábitos alimenticios, la fauna anfibia se encuentra representada por el gremio insectívoro con el mayor número de especies y el omnívoro con una especie.

El consumo de invertebrados convierte a los anfibios en controladores naturales de plagas perjudiciales para el hombre; dentro esta categoría se puede identificar dos patrones de preferencia alimenticia: Especialistas en hormigas, que comen artrópodos más quitinosos y de movimientos lentos como hormigas y ácaros; y los no especialistas en hormigas que se alimentan de artrópodos grandes, más móviles y menos quitinosos, como ortópteros, larvas de lepidópteros y arañas grandes (Simon & Toft, 1991).

Por su parte, los omnívoros se ven representados tan solo por la especie de sapo común *Rhinella marina*, pues se conoce por ser capaz de consumir casi cualquier tipo de alimento, se le ve forrajeando detrás de las colonias de hormigas, pero también puede consumir polillas y otros insectos voladores, incluso se cuenta con reportes de consumo de carroña y heces fecales.

Por otro lado, los hílidos son anfibios arbóreos que explotan la vegetación acuática sobre los cuerpos de agua como microhábitat para hallar alimento, esto muestra su comportamiento generalista en cuanto al estrato arbóreo, ya que capturan a sus presas al acecho.

Dentro de este grupo se encuentra la rana *Boana platanera*. Estas alternativas, sumadas a la disponibilidad de alimento y espacio, permiten el ensamblaje de los anfibios encontrados en los ecosistemas. Asimismo, vale la pena destacar el consumo de hormigas y termitas especializado de la rana venenosa *Dendrobates truncatus*, gracias al cual es capaz de sintetizar las toxinas que exuda a través de su piel.

Por otra parte, con base en la composición de especies observadas, se considera el registro de dos únicas especies de importancia, siendo estas la rana cohete *Rheobates palmatus* y la ranita venenosa *Dendrobates truncatus* por su carácter endémico.

La presencia de endemismo en esta zona corresponde a su ubicación en la Región Andina, la cual presenta altas tasas de endemismo de anfibios, debido a la topografía compleja, en combinación con alta humedad y bajas tasas de evapotranspiración, lo cual permite una

amplia disponibilidad de ecosistemas que a su vez proporciona una variada oferta de climas y microclimas que pueden ser explotados por estos anfibios (Llano-Mejía, 2010).

Respecto a las categorías de amenaza, según la lista oficial de la IUCN (2014.1) todos los anfibios reportados se encuentran bajo la categoría de preocupación menor, a pesar de saber que su principal amenaza está dada por la pérdida de hábitat y microhábitat específicos para la reproducción y alimento de las especies anfibias.

Adicionalmente, en el Libro Rojo de Anfibios de Colombia y en la Resolución 01912 de 2017 del MADS tampoco se encuentran reportes de ninguna de las especies encontradas en el área de estudio, por lo que se infiere que todos los anfibios encontrados presentan un buen estado de conservación a nivel local y nacional.

Finalmente, se indica que los registros realizados representan una muy baja diversidad de los anfibios, en comparación con otras áreas similares del valle del Río Magdalena. Esto puede considerarse un posible efecto de la pérdida sustancial del bosque ripario de la cuenca, con lo cual, solo es posible la permanencia de especies de anfibios adaptadas a los ambientes antrópicos.

**Figura 14.1. Reporte de *Leptodactylus fragilis* en jaguey y VS en municipio de Iquira**



**Figura 14.2. Reporte de *Boana platanera* en pastizal del municipio de Iquira**



**Figura 14.3. Reporte de *Rhinella marina* en pastizal del municipio de Teruel**





**Figura 14.4. Registro de *Rheobates palmatus* en bosque ripario del río Pedregal**



**Figura 14.5. Registro de *Dendrobates truncatus* en bosque ripario de río Pedregal**



### 14.2.2. Reptiles

Los reptiles son un grupo muy diverso de gran importancia en el sostenimiento de la buena salud del ecosistema, por ejemplo, a través de diferentes procesos ayudan a soportar las cadenas tróficas (son excelentes controladores de plagas de cultivos y de vectores de enfermedades humanas); influyen en la producción primaria, en la dispersión y viabilidad de semillas e incrementan la dinámica de sedimentos en los cuerpos de agua (bioturbación).

Asimismo, mantienen el flujo de materia y energía entre ambientes acuáticos y terrestres, así como entre el dosel de los bosques y el suelo (Galindo-Urbe y Hoyos-Hoyos 2007). Económica y culturalmente son un componente muy importante en la comunidad, son consumidos como fuente de proteína, usados mascotas, elementos ornamentales, decorativos y uso medicinal especialmente por las comunidades ribereñas (Páez V. P.-B.-M., 2012). También son temidos por su potencial riesgo a la salud y muchos imaginarios a manera cultural.

Para este grupo se tiene en la cuenca del río Yaguará un registro de 20 individuos, agrupados en seis especies, seis familias y tres órdenes taxonómicos. De estos último, el orden con mayor riqueza de especies es Squamata, donde se agrupan las lagartijas y serpientes, con un total de cuatro especies.

Por su parte, Crocodilia (cocodrilos y caimanes) y Testudines (tortugas) presentan una sola especie (Tabla 14.2).

**Tabla 14.2. Listado taxonómico de especies de reptiles observadas en cuenca del río Yaguará**

Taxonomía			Nombre Común	Gremio trófico	Tipo de registro	UICN	Resl 1912	Obs
Orden	Familia	Especie						
Crocodilia	Alligatoridae	<i>Caiman crocodilus</i>	Babilla	Car	Obs			CITES II
Squamata	Dactyloidae	<i>Anolis tropidogaster</i>	Camaleón	Ins	Obs			
	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana	Her	Obs			CITES II
	Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes albogularis</i>	Geko	Ins	Obs			
	Teiidae	<i>Cnemidophorus lemniscatus</i>	Lobon	Ins	Obs			
Testudines	Kinosternidae	<i>Kinosternon scorpioides</i>	Tortuga	Omn	Obs			CITES II

Fuente: Gremio trófico Car: Carnívoro, Ins: Insectívoro, Her: herbívoro, Omn: Omnívoro.

Aunque es bien sabido que la caracterización de los reptiles se dificulta por efecto de los hábitos crípticos y fosoriales de este grupo, la diversidad del grupo se considera muy reducida al interior de la cuenca para asumir este resultado como efecto únicamente de sus hábitos crípticos, por lo cual, se consideran factores ambientales adversos como causa de la baja diversidad.

Al respecto, es sabido, por ejemplo, que los reptiles requieren obtener el calor necesario para llevar a cabo los procesos biológicos vitales (alimentación, digestión y reproducción) exponiéndose directamente a los rayos del sol o teniendo contacto con los objetos que los rodean. Por ello, cualquier alteración en la temperatura ambiental afecta las horas de actividad, rendimiento fisiológico, su comportamiento, distribución y reproducción (Sinervo, 2010).

En este sentido, actividades que deriven en la modificación del hábitat, la pérdida de la vegetación y por ende la reducción de la disponibilidad de sombra, de refugios, sitios de percha y anidación, pueden llevar fácilmente a los reptiles a la desaparición súbita local de sus poblaciones por alteraciones de su ambiente térmico (Galina et al., 2017).

Dado lo anterior, se considera posible que las actividades agropecuarias desarrolladas al interior de la cuenca generan desplazamientos o disminuciones locales de las poblaciones de los reptiles, principalmente de las especies de lagartijas terrestres.

Ahora bien, para la composición de especies de reptiles reportados, para el orden Squamata (lagartijas y serpientes), las familias taxonómicas reportadas de Teiideae, Dactyloidae y Sphaerodactylidae evidencian una composición muy semejante con lo reportado en tierras bajas de Colombia, sobre todo para la cuenca del Magdalena, Cauca (biomas secos) y la región Caribe del País (Carvajal-Cogollo & Urbina-Cardona 2008, Moreno-Arias et al 2008, Pedroza-Banda & Angarita-Sierra 2011), con elementos de las familias Teiidae y Sphaerodactylidae.

Por su parte, en el caso de las serpientes, no se realizaron observaciones de este grupo, posiblemente efecto de los hábitos crípticos y fosoriales de las serpientes, lo cual comúnmente dificulta su muestreo.

En cuanto a la estructura de esta comunidad, para el orden Squamata se destaca su mayor expresión debido a que las zonas abiertas son muy propicias para la proliferación de lagartos (Harvey, et al. 2012), ya que áreas abiertas facilitan a este grupo su termorregulación, razón por la cual, son especies fácilmente vistas en caminos, potreros y cultivos.

A su vez, las especies registradas de este grupo tienen la facilidad de prosperar en un alto número de ambientes, como en bosques, vegetación secundaria, pastizales e incluso construcciones humanas. Del orden Testudinata se evidenció la presencia de la tortuga tacapulos (*Kinosternon scorpioides*), especie de amplia tolerancia ecológica, capaz de habitar en casi cualquier cuerpo de agua somero, lotico o lentico, grande o pequeño; en caso de que las charcas temporales en la que pueden habitar se sequen, son capaces de enterrarse en el barro en espera de las lluvias (Rueda-Almonacid et al., 2007).

El individuo observado se capturo temporalmente mientras atravesaba un claro en un bosque ripario, usado como entrada del ganado a la quebrada. Por último, el orden

Crocodylia presentó una especie de la familia Alligatoridae, la babilla común *Caiman crocodilus*, registrada en jagüeyes que se usan como abrevaderos para el ganado.

Respecto al uso del hábitat por parte de los reptiles, se distingue la clara preferencia por tres tipos de ambientes, aquellos en los cuales existe cobertura boscosa de cualquier tipo (bosques densos, bosques riparios, fragmentados, vegetación secundaria), aquellos que son áreas abiertas de pastizales y los de cuerpos de agua.

Agrupadas con la cobertura vegetal boscosa y la vegetación secundaria, se presentan especies de lagartos que utilizan variedad de sustrato como troncos, rocas y vegetación colgantes donde se perchan para cazar principalmente insectos y huir fácilmente de los depredadores. Para estas es igualmente importante la hojarasca al interior de estas coberturas, por ser igualmente un sustrato importante para cazar insectos terrestres.

Por su parte, las especies de Teiidos prefieren las áreas abiertas, puesto que requieren en sus hábitats de una constante entrada de luz para incrementar su temperatura corporal y cazar insectos terrestres.

Para el tercer grupo se distingue la presencia exclusiva de las babillas en los cuerpos de agua artificiales, en los cuales cazan peces y otros vertebrados pequeños en las áreas transformadas de pastizales donde se construyen estos reservorios de agua. Mientras que, las tortugas tapaculos pueden hacer uso de estos mismos reservorios o de las quebradas del área, para alimentarse de cualquier tipo de alimento de origen animal o vegetal.

Finalmente, para el grupo de los reptiles no se registraron especies migratorias, endémicas o incluidas en listados de amenaza nacionales o globales, únicamente se reportan tres especies incluidas en los listados de los anexos CITES.

En este sentido, las especies *Caiman crocodilus*, *Iguana iguana* y *Kinosternon scorpioides*, se encuentran incluidas en el apéndice II de los listados CITES para evitar su comercio. Por otro lado, todas las especies de reptiles, tanto potenciales como registradas para el área de estudio, se encuentran en veda para caza deportiva tras la Resolución No. 787 del 22 de junio de 1977. Además, la Babilla (*Caiman crocodilus*) está protegida ante la exportación de ejemplares y todo tipo de caza.



**Figura 14.6. Registro de babilla en jagüey.**



**Figura 14.7. Geko cabeciamarillo observado en casa abandonada en área de la cuenca**



**Figura 14.8. Tortuga tapaculo en borde el bosque ripario.**



**Figura 14.9. Lagartija Cnemidophorus lemniscatus sobre área abierta de pastizales.**



### 14.2.3. Aves

Para este grupo se han registrado al interior de la cuenca un total de 72 especies, agrupadas en 29 familias y 12 órdenes taxonómicos (Tabla 14.3).

La mayoría de estas especies son comunes en la zona pues corresponden a especies cosmopolitas de hábitos generalistas tanto de hábitat como de dieta, por lo que son de fácil detección en casi todo el territorio nacional. Además, algunas de ellas constituyen visitantes temporales con patrones de migración local o boreal, por lo que su probabilidad de detección está sujeta a la temporalidad del muestreo y la disponibilidad de recursos ambientales en ese momento.

**Tabla 14.3. Listado taxonómico de especies de aves observadas en cuenca del río Yaguará**

Taxonomía			Nombre Común	UICN	Res. 1912	Obs
Orden	Familia	Especie				
<b>Galliformes</b>	Odontophoridae	<i>Colinus cristatus</i> (Linnaeus, 1766)	Perdiz			
	Cracidae	<i>Ortalis columbiana</i>	Pava de monte			Endémica
<b>Pelecaniformes</b>	Ardeidae	<i>Ardea alba</i> (Linnaeus, 1758)	Garza real			
		<i>Bubulcus ibis</i> (Linnaeus, 1758)	Garcita bueyera			
		<i>Syrigma sibilatrix</i>	Garza silbadora			
	Threskiornithidae	<i>Phimosus infuscatus</i> (Lichtenstein, 1823)	Coquito			
		<i>Theristicus caudatus</i> (Boddaert, 1783)	Coclí			
<b>Cathartiformes</b>	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i> (Linnaeus, 1758)	Guala			
		<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	Chulo			
<b>Accipitriformes</b>	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	Halcón			
		<i>Buteogallus meridionalis</i> (Latham, 1790)	Gavilán sabanero			
<b>Charadriiformes</b>	Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i> (Molina, 1782)	Alcarabán			
	Jacaniidae	<i>Jacana jacana</i> (Linnaeus, 1766)	Gallito de agua			
<b>Columbiformes</b>	Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1810)	Abuelita			
		<i>Zenaida auriculata</i> (Des Murs, 1847)	Paloma			
		<i>Patagioenas cayennensis</i> (Bonnaterre, 1792)	Paloma			
<b>Cuculiformes</b>	Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i> (Linnaeus, 1758)	Chirigüel o			
<b>Apodiformes</b>	Trochilidae	<i>Amazilia saucerrottei</i> (Delattre & Bourcier, 1846)	Colibrí			Casi endémica
		<i>Amazilia cyanifrons</i> (Bourcier, 1843)	colibrí			Endémica
		<i>Colibrí coruscans</i> (Gould, 1846)	colibrí			
		<i>Coeligena torquata</i> (Boissonneau, 1840)	colibrí			
<b>Coraciiformes</b>	Alcedinidae	<i>Chloroceryle americana</i> (Gmelin, 1788)	Martin pescador			
<b>Piciformes</b>	Picidae	<i>Picumnus olivaceus</i> (Lafresnaye, 1845)	Carpinterito			
<b>Falconiformes</b>	Falconidae	<i>Milvago chimachima</i> (Vieillot, 1816)	Chimachima			CITES II
		<i>Falco sparverius</i> (Linnaeus, 1758)	Cernícalo			CITES II
<b>Passeriformes</b>	Furnariidae	<i>Certhia cinnamomeus</i> (Gmelin, 1788)	Chamicer o			



Taxonomía			Nombre Común	UICN	Res. 1912	Obs
Orden	Familia	Especie				
	Thamnophilidae	<i>Thamnophilus doliatus</i> (Linnaeus, 1764)	Hormiguero			
	Tyrannidae	<i>Elaenia flavogaster</i> (Thunberg, 1822)	Atrapamoscas			
		<i>Fluvicola pica</i> (Boddaert, 1783)	Monjita de agua			
		<i>Megarynchus pitangua</i> (Linnaeus, 1766)	Bichofue			
		<i>Myiozetetes cayanensis</i>	Bienteveo alicastaño			
		<i>Myiozetetes similis</i> (Spix, 1825)	Chilga			
		<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	Bichofue			
		<i>Pyrocephalus rubinus</i> (Boddaert, 1783)	Pechirojo			
		<i>Sayornis nigricans</i> (Swainson, 1827)	Atrapamoscas			
		<i>Tyrannus melancholicus</i> (Vieillot, 1819)	Chilga			
		<i>Tyrannus savana</i>	Tijereta sabanera			Migratorio Lat
		<i>Myiarchus apicalis</i> Sclater & Salvin, 1881	Atrapamoscas			Endémica
	Vireonidae	<i>Vireo flavifrons</i> (Vieillot, 1808)	Verderón			Migratorio Lat
	Hirundinidae	<i>Progne tapera</i> (Linnaeus, 1766)	Golondrina			
		<i>Hirundo rustica</i> (Linnaeus, 1758)	Golondrina			Migratorio Lat
	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i> (Vieillot, 1809)	Cucarachero			
	Turdidae	<i>Turdus ignobilis</i> (Sclater, 1857)	Mirla embarradora			
	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i> (Vieillot, 1808)	Sinsonte			
	Thraupidae	<i>Dacnis lineata</i> (Gmelin, 1789)	Tangara			
		<i>Ramphocelus dimidiatus</i> (Lafresnaye, 1837)	Cardenal			Casi endémica
		<i>Thraupis episcopus</i> (Linnaeus, 1766)	Azulejo			
		<i>Sicalis flaveola</i> (Linnaeus, 1766)	Canario			
		<i>Sporophila intermedia</i> (Cabanis, 1851)	Espiguero			
		<i>Sporophila minuta</i> (Linnaeus, 1758)	Espiguero			
		<i>Sporophila nigricollis</i> (Vieillot, 1823)	Espiguero			
		<i>Sporophila schistacea</i> (Lawrence, 1862)	Espiguero			
		<i>Volatinia jacarina</i> (Linnaeus, 1766)	Espiguero			
		<i>Coereba flaveola</i> (Linnaeus, 1758)	Mielero, panelero			
		<i>Coryphospingus pileatus</i> (Wied-Neuwied, 1821)	Chilga			
		<i>Saltator coerulescens</i> (Vieillot, 1817)	Saltador			
		<i>Saltator maximus</i> (Müller, 1776)	Semillero			
		<i>Tiaris olivaceus</i> (Linnaeus, 1766)	Semillero			
		<i>Stilpnia vitriolina</i>	Tangara matorral			Casi endémica
		<i>Tachyphonus rufus</i>	Tangara negra			



Taxonomía			Nombre Común	UICN	Res. 1912	Obs
Orden	Familia	Especie				
	Emberizidae	<i>Arremon aurantirostris</i> (Lafresnaye, 1847)	Pinzón			
		<i>Arremonops conirostris</i> (Bonaparte, 1850)	Pinzón			
	Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i> (Linnaeus, 1758)	Cardenal			Migratorio Lat
		<i>Piranga olivacea</i> (Gmelin, JF, 1789)	Cardenal			Migratorio Lat
	Parulidae	<i>Basileuterus rufifrons</i> (Swainson, 1838)	Chilguita			
		<i>Myiothlypis fulvicauda</i> (Spix, 1825)	Arañero			
		<i>Setophaga petechia</i> (Linnaeus, 1766)	Reinita			
	Corvidae	<i>Cyanocorax affinis</i>	Chau chau			Casi endémica
	Icteridae	<i>Chrysomus icterocephalus</i> (Linnaeus, 1766)	Monjita			
		<i>Icterus nigrogularis</i> (Hahn, 1819)	Toche			
		<i>Molothrus bonariensis</i> (Gmelin, JF, 1789)	Chamón			
	Fringillidae	<i>Euphonia lanirostris</i> (D'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	Fruterito			

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

De los doce órdenes taxonómicos registrados, los Passeriformes presentaron la mayor riqueza con un total de 47 especies, seguidos por Pelecaniformes con cinco especies y Apodiformes con cuatro especies. Los demás órdenes presentan entre tres y una especie.

Según Barker et al. 2004, el orden Passeriformes comprende el 60% de todas las especies de aves a nivel mundial, siendo el orden más abundante y especializado dentro de las aves. Los passeriformes desempeñan papeles ecológicos esenciales por ser controladores de poblaciones de insectos, dispersores de semillas y polinizadores, razones por las cuales se les considera un componente importante en la dinámica y conservación de los ecosistemas naturales (Ríos et al, 2007).

A nivel de familias taxonómicas, las que presentan la mayor riqueza corresponden a Thraupidae con 16 especies, Tyrannidae con once y Trochilidae con cuatro. Estos resultados coinciden con otros estudios realizados en tierras bajas de Colombia, en los cuales las familias Tyrannidae y Thraupidae suelen ser las familias mejor representadas.

A pesar de la transformación de las coberturas vegetales de la cuenca por la ampliación de la frontera agrícola y ganadera, estos ambientes suelen ser ricos en recursos como frutos, insectos y flores. Además, varios autores estiman que un gran número de las especies de las aves registradas no son altamente afectadas por la fragmentación, ya que son especies generalistas que se presentan en varios tipos de hábitats, en especial los frugívoros pequeños que parecen ser tolerantes a la perturbación del ambiente.

La representatividad de especies de la familia Thraupidae al interior de la cuenca se explica por ser un grupo de amplia distribución en el neotrópico y estar bien representado en

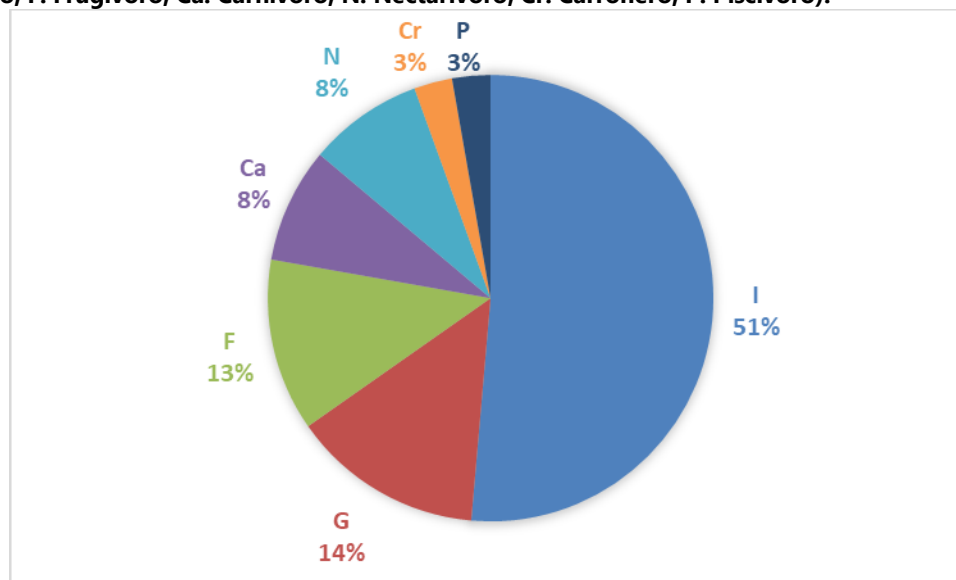
Colombia con una diversidad de especies que ocupan hábitats variados. Dentro de este grupo se encuentran especies con especializaciones alimenticias, destacándose las especies frugívoras, así como aquellas que complementan su dieta con artrópodos.

La familia Tyrannidae se distribuye ampliamente a lo largo del neotrópico, y su diversidad aumenta en tierras bajas; las especies de esta familia tienen una buena representación en Colombia y aunque prefieren bordes de bosque donde la oferta de insectos se incrementa, están adaptadas para ocupar diversos hábitats, de ahí la alta representatividad de este grupo, teniendo en cuenta el alto grado de intervención y fragmentación de los tipos de hábitat definidos en la cuenca.

Algunas de estas especies, son típicas de zonas intervenidas y pueden aprovechar este tipo de ecosistemas, como ocurre con el sirirí norteño (*Tyrannus melancholicus*), el bichofué (*Pitangus sulphuratus*) y el bichofué picudo (*Megarychus pitangua*).

Ahora bien, dada la importancia general de las aves como grupo dispersor de semillas y regeneradores naturales de la vegetación, se realizó un análisis la estructura trófica de la avifauna registrada, con el objetivo de diferenciar aquellas especies dispersoras, para lo cual, se tuvo en consideración la información bibliográfica existente y los datos de campo relacionados con estrategias de forrajeo y el tipo de cobertura vegetal que aprovechan (Hilty y Brow, 2001). De esta manera, se definieron siete gremios tróficos para agrupar a las especies según su preferencia alimenticia (Figura 14.10).

**Figura 14.10. Composición porcentual de gremios tróficos de aves registradas. (I: insectívoro, G: Granívoro, F: Frugívoro, Ca: Carnívoro, N: Nectarívoro, Cr: Carroñero, P: Piscívoro).**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

La mayor parte de las especies reportadas en la cuenca incluyen dentro de su dieta insectos e invertebrados pequeños (51%), siendo la primera la práctica alimentaria dominante. Esto

se debe a que una de la familia con mayor riqueza es Tyrannidae (atrapamoscas), en la cual la mayoría de las especies son insectívoras tanto de áreas abiertas, como de interior de bosque. Adicionalmente se suman las especies insectívoras de la familia Furnariidae (horneros y trepatroncos), Troglodytidae (cucaracheros), Thamnophilidae (hormigueros), entre otras.

El segundo lugar con mayor riqueza es la de los Granívoros (14%), el cual está mayormente representado por las familias Thraupidae (Semilleros) y Columbidae (Palomas y Tortolitas). Los primeros se encuentran representados por especies que prefieren áreas de pastizales, arrozales y áreas abiertas dominadas por gramíneas, que les suministran las semillas de las que se alimentan, asimismo, en algunos casos puntuales por canarios con presencia al interior de los bosques, facilitando la dispersión de semillas de este tipo de cobertura.

Entre los restantes gremios, aunque si bien no ocupan los primeros lugares, se destacan los Frugívoros (13%) y Nectarívoros (8%). En el grupo de los Frugívoros se encuentran las especies de las familias Thraupidae y Fringilidae, todas con una gran importancia ecológica, debido a que son dispersores de semillas, favoreciendo la regeneración natural de las coberturas vegetales.

En el grupo de los Nectarívoros se resaltan las especies de la familia Trochilidae (colibríes), estas especies cumplen con la función de ser los agentes polinizadores de muchas de las especies vegetales de las coberturas estudiadas, y a pesar de ser de los grupos menos abundantes, son de gran importancia ecosistémica.

En términos de la relación planta-animal, las aves frugívoras y nectarívoras participan directa e indirectamente en los procesos de regeneración y mantenimiento natural de las poblaciones de plantas y epífitas del ecosistema, a través de la ornitofilia o polinización y la dispersión de semillas (CARRANZA-QUICENO, 2001) durante el desarrollo de actividades como la alimentación, desplazamiento y excreción.

Finalmente, respecto a las categorías de amenaza y endemismo, teniendo en cuenta la Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017 del MADS ninguna de las especies registradas se encuentra amenazada a nivel nacional.

Por su parte, de acuerdo con la Convención Internacional para el Comercio y Tráfico de Especies de Flora y Fauna silvestre amenazadas de extinción, dos de las especies registradas están incluidas en el Apéndice II de CITES, es decir, que no están necesariamente amenazadas de extinción, pero podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio, siendo estas las del orden Falconiformes (halcones).

De acuerdo con la reclasificación presentada en el "Listado actualizado de las aves endémicas y casi-endémicas de Colombia" (Chaparro-Herrera et al., 2013) se registró la presencia de tres especies endémicas: *Ortalis columbiana*, *Amazilia cyanifrons* y *Myiarchus*

*apicalis* y de cuatro especies casi-endémicas: *Amazilia saucerrottei*, *Ramphocelus dimidiatus*, *Stilpnia vitriolina* y *Cyanocorax affinis*.

Así mismo, de las 72 especies de aves observadas en el área de estudio, cinco de ellas realizan desplazamientos migratorios latitudinales.

**Figura 14.11. Registro de *Tyrannus savana* en herbazal denso, municipio de Iquira.**



Es una especie migratoria boreal.

**Figura 14.12. Registro de *Stilpnia vitriolina* en arbustal abierto**



Es una especie casi endémica y típica de los bosques secos del valle del Magdalena.



**Figura 14.13. Registro de *Myiozetetes similis* en arbustal denso.**



**Figura 14.14. Registro de *Tyrannus melancholicus* en pastizal limpio, municipio de Teruel.**



**Figura 14.15. Garzas *Ardea alba* y *Bubulcus ibis***



Están acompañadas de coquitos (*Phimosus infuscatus*) en zonas descapotadas para cultivos

**Figura 14.16. Registro de *Coragyps atratus* en carretera del municipio de Teruel**





**Figura 14.17. Macho de *Tachyphonus Rufus* en pastizal arbolado**



**Figura 14.18. Hembra de *Tachyphonus Rufus* en pastizal arbolado.**



**Figura 14.19. Registro de *Syrigma sibilatrix* en pastizal limpio, municipio de Yaguará**



**Figura 14.20. Registro de *Ortalis columbiana* en herbazal arbolado.**



Esta es una especie endémica de Colombia.

#### **14.2.4. Mamíferos**

Se reportan un total de 13 especies de mamíferos, agrupados en 13 familias y siete órdenes taxonómicos, de los cuales los Carnívora presenta la mayor riqueza con cinco especies,



seguidos por los Rodentia con tres, mientras que los demás órdenes presentan una sola especie (Tabla 14.4).

Para ese grupo, dentro de las encuestas estructuradas realizadas a las comunidades para enriquecer el conocimiento de la fauna en la fase diagnóstica, fueron nombradas varias especies de forma repetitiva e incluidas en el presente listado, siendo, además, el único grupo de la fauna fácilmente reconocible por las comunidades, quienes en general, indican descensos progresivos y drásticos de la fauna, hasta el punto, que los más jóvenes desconocen en gran medida la fauna de la región.

**Tabla 14.4. Listado taxonómico de mamíferos observados en cuenca del río Yaguará**

Taxonomía			Nombre Común	Gremio trófico	Tipo de registro	UICN	Resl 1912
Orden	Familia	Especie					
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Chucha	Omn	Enc		
CINGULATA	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo	Ins	Enc		
CARNÍVORA	Canidae	<i>Cerdocyon thous</i>	Zorro colorado	Omn	Ras		
	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Tigrillo	Car	Enc		
	Mustelidae	<i>Lontra longicaudis</i>	Nutria	Pisc	Enc	NT	VU
	Procyonidae	<i>Procyon cancrivorus</i>	Zorro cangrejero	Pisc	Ras		
	Ursidae	<i>Tremarctos ornatus</i>	Oso de anteojos	Omn	Ras	VU	VU
CHIROPTERA	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Murciélago frutero	Fru	Obs		
RODENTIA	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Boruga	Fru	Ras		
	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	Ñeque	Fru	Ras		
	Sciuridae	<i>Sciurus granatensis</i>	Ardilla	Fru	Obs		
ARTIODACTYLA	Cervidae	<i>Odocoileus cariacou</i>	Venado de cola blanca	Her	Ras		
LAGOMORPHA	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Conejo	Gra	Ras		

Fuente: Gremio trófico Omn: Omnívoro, Ins: Insectívoro, Car: Carnívoros, Pisc: Piscívoro, Fru: Frugívoro, Gra: Granívoro.

La riqueza de los órdenes descrita no es consecuente con la distribución de la diversidad nacional de la mastofauna, puesto que en Colombia Chiroptera y Rodentia agrupan el 65% de las especies del país, seguidos por Didelphimorphia, Carnivora y Primates con riquezas intermedias y por último se presentan ordenes como Cingulata, Pilosa, Artiodactyla y Lagomorpha presentado bajas riquezas en el país (Solaris et al., 2013). Lo anterior, es consecuencia en gran medida de la no aplicación de metodologías de captura de mamíferos voladores (murciélagos) y trampeos de mamíferos pequeños (roedores).

Dentro de las especies registradas, los roedores borugas y ñeques, corresponden a los de mayor abundancia de registros y reportes por parte de la comunidad. Son especies de gran importancia al interior de las coberturas boscosas por su capacidad de consumo,

almacenamiento y dispersión de semillas, de forma tal, que contribuyen en gran medida a la regeneración de los bosques.

Son tradicionalmente consumidos por las comunidades, quienes indican que, ocasionalmente realizan jornadas de caza en busca de borugas principalmente, asimismo, reportan que hallarlas es cada vez más difícil y que en gran medida se han desplazado a las zonas montañosas del occidente de la cuenca.

Por su parte, en el grupo de los carnívoros se resalta especialmente el registro de oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*) en los bosques densos de la vereda de San Isidro, en los límites del Parque Natural Regional del Cerro Banderas – Ojo Blanco.

El oso andino u oso de anteojos, es la única especie de la familia de los úrsidos (comúnmente conocidos como osos) que habita Suramérica desde Venezuela, Colombia, Perú, Bolivia y Ecuador (Peyton, 1999; Rodríguez et al. 2003). Ecológicamente tiene un rol primordial en la renovación de los bosques como dispersor de semillas, y haciendo parte de las tradiciones culturales de comunidades indígenas y campesinas que viven en áreas próximas a su hábitat (Rodríguez 2003; Jorgenson & Sandoval, 2005).

El oso de anteojos es una especie que se encuentra catalogada como vulnerable a la extinción (VU) tanto a nivel nacional (Resolución 1912 de 2017 del MADS) como de manera global (UICN), a causa del aumento de asentamientos humanos, la ampliación de la frontera agropecuaria y de otras actividades productivas, que causan procesos de pérdida y transformación en ecosistemas donde habita esta especie, lo cual, aunado a la fragmentación de bosques han disminuido sus poblaciones, sumado a prácticas de cacería relacionadas con el comercio ilegal de partes de su cuerpo, o como respuesta a los eventos de consumo de ganado o cultivos (Peyton, 1999; Goldstein et al., 2008).

En la cuenca del río Yaguará es bien conocida su presencia en los sectores montañosos de los municipios de Iquira y Teruel, donde los pobladores reconocen diversas actividades y campañas de protección desarrolladas por la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena – CAM, he incluso proyectos privados para su avistamiento y estudio. Asimismo, existen pobladores que en las encuestas informales denuncian ataques de los osos al ganado y amenazan con realizar jornadas de cacería para proteger sus intereses particulares.

Lo anterior, evidencia a importancia de un ordenamiento asertivo de la cuenca, donde incrementar las acciones de protección del oso andino conlleva a la protección de grandes áreas de bosque y una gran cantidad de especies de fauna con rangos de hogar más pequeños, emergiendo así la característica de “especie sombrilla” del oso andino.

Por otra parte, se destacan igualmente los reportes de nutria (*Lontra longicaudis*) en las áreas cercanas a la desembocadura del río Yaguará en la Represa de Betania. Esta especie también esta incluida en listados de amenaza nacional (VU) y global (NT), principalmente por la

destrucción de los bosques riparios donde habita y la contaminación de las fuentes hídricas donde captura su alimento. Su protección requiere entonces de la conservación y rehabilitación de este tipo de cobertura, la cual se encuentra muy intervenida en la cuenca.

El caso del armadillo es, posiblemente, el que refleja la generalidad de las condiciones adversas y estresantes que se deponen sobre la fauna de la cuenca. Se describe por parte de las comunidades que, en antaño, las poblaciones de esta especie eran abundantes y comunes en las áreas boscosas que cubrían en una buena porción la cuenca. Las actividades de caza sostenida sobre la especie, así como la alteración de sus hábitats a través de la tala para la extensión de los cultivos de café y pastizales, ha derivado en una fuerte disminución poblacional y desplazamiento de la especie, a tal punto, que hoy en día son muy ocasionales sus hallazgos en las zonas montañosas. Respecto a los venados de cola blanca y tigrillos, si bien son especies con poblaciones estables, sus requerimientos de hábitat son altos, por lo cual, se asocian principalmente a los bosques densos, abiertos o fragmentados.

Por su parte, en el caso de las chuchas y conejos, sus reportes son comunes en las zonas abiertas de pastizales e incluso en zonas urbanizadas. De forma similar, en el caso del zorro cangrejero, el zorro colorado y las ardillas, sus registros fueron comunes en zonas de bosque ripario y zonas de cultivos, siendo mamíferos muy adaptados a las actividades antrópicas y con facilidad para atravesar coberturas abiertas e intervenidas. Son mamíferos ampliamente distribuidos y adaptados a las condiciones antrópicas, por lo cual, pueden sobrevivir fácilmente en áreas intervenidas.

Finalmente, se indica el registro del murciélago frutero común (*Carollia perspicillata*), especie ampliamente distribuida en centro y Suramérica, capaz de sobrevivir tanto en áreas boscosas como en áreas intervenidas.

**Figura 14.21. Rastro de oso andino**



El rastro fue dejado tras alimentarse de juvenil de palma de cera en bosque denso alto de tierra firme

**Figura 14.22. Otro rastro de oso andino**



Son marcas de rasguños en palma de cera al interior del bosque denso.



**Figura 14.23. Huellas de zorro perro en pastizal.**



**Figura 14.24. Huella de venado al borde de quebrada al interior del bosque denso**



**Figura 14.25. Registro de ardilla en vegetación secundaria alta**



**Figura 14.26. Registro de murciélago frutero en casa abandonada**



El lugar se ubica en inmediaciones de pastizal bordeando un bosque ripario.



#### 14.2.5. Peces

A diferencia de los grupos de la fauna terrestre, en el caso de la ictiofauna, durante los recorridos en las corrientes de agua del río Yaguará y sus afluentes no fue posible observar especies del grupo. Incluso, durante los recorridos no se apreciaron actividades pesqueras artesanales por parte de las comunidades.

Adicionalmente, las entrevistas a las comunidades revelaron principalmente que la actividad pesquera es de baja intensidad, ya que las actividades económicas se centran en la ganadería, cultivos y campos de hidrocarburos, por lo cual, principalmente en Yaguará la pesca se realiza de forma controlada mediante cría de mojarra en la represa de Betania.

Asimismo, fueron consistentes las menciones respecto al impacto negativo que tienen la represa de Betania y El Quimbo sobre las comunidades ícticas en la región, con indicaciones sobre las disminuciones de las principales especies de interés comercial, entre las que destacan las afectaciones dramáticas sobre las especies de peces migratorios, como el bocachico (*Prochilodus magdalenae*).

Respecto a dichos resultados, el trabajo de Jiménez-Segura et al (2014) describe ampliamente el impacto del desarrollo de embalses como proveedores de energía hidroeléctrica sobre la conservación de la ictiofauna dulceacuícola de la cuenca Magdalena-Cauca, como consecuencia de las desviaciones de cauces, cambios limnológicos y disminución del reclutamiento. Adicionalmente, resaltan que embalses ubicados por debajo de los 700 m de altitud afectan el reclutamiento de especies migratorias, que son la base la actividad pesquera, y por encima de los 700 m afectan a las especies endémicas que ocupan el 80% de la diversidad íctica de los Andes colombianos.

En esta misma línea, Amado y Díaz (2017) determinan que la construcción y la operación de la represa del Quimbo afectó a la ictiofauna de importancia comercial aguas abajo, debido a la importante reducción del 89,8% de la pesca artesanal en el área de estudio con porcentajes del 88,4% para el municipio del Hobo y del 91,3% para el municipio de Yaguará. Destacan en este aspecto, que el bocachico (*Prochilodus magdalenae*) desapareció para la pesca artesanal con una reducción del 98,5%, el capaz (*Pimelodus grosskopfii*) presentó una reducción del 92,5% y la mojarra plateada (*Oreochromis niloticus*) se redujo en un 83%. Se mencionan asimismo otras especies de menor importancia económica con disminuciones en algunos casos del 100% (la cucha, el pataló, la carpa, la mojarra roja, la mojarra amarilla, entre otras).

Por su parte, se resalta que el gradiente altitudinal de la cuenca, el cual varía desde los 2.000 m en el sector occidental del municipio del Teruel a los 600 m en la parte plana del municipio de Yaguará, se encuentra en un rango en el cual la diversidad de la fauna íctica es baja y puede explicar la poca actividad pesquera de los pobladores de la cuenca. Esto se considera ejemplo del patrón de distribución de diversidad de los peces en los Andes, el cual es inverso a la altitud, encontrando en promedio entre los 100 y los 300 m un número de especies que

puede llegar a 92, y arriba de los 2300 m los ensamblajes pueden estar conformadas por entre tres y seis especies.

Finalmente, considerando el trabajo de Jiménez-Segura et al, para la cuenca Magdalena-Cauca y considerando en gradiente altitudinal de la cuenca, se menciona potencialmente la presencia entre los 200 y 700 m, de los géneros *Astroblepus*, *Trychomycterus*, *Lebiasina* y especies como *Brycon henni* entre otras 50 y 92 especies. Entre los 1000 y los 1800 m de altitud, pueden encontrarse entre 20 y 30 especies, donde carácidos como *B. henni* y *Creagrutus spp.*, y especies de los géneros *Astroblepus* y *Trychomycterus* son característicos. Arriba de los 1800 m el ensamblaje es pobre en especies y está representado por *Eremophilus mutissi*, especies del género *Grundulus* y *Lebiasina narinensis*.

#### 14.2.6. Conclusiones

La composición de la comunidad de la fauna reportada en la cuenca del río Yaguará, corresponde principalmente a especies cosmopolitas de hábitos generalistas tanto de hábitat como de dieta, por lo que son de fácil detección en casi todo el territorio nacional.

Esto se considera, principalmente, consecuencia de la fuerte transformación del uso del suelo en la cuenca, que ha llevado a que al menos el 50% de las áreas de la cuenca se usen en actividades de cultivos y pastizales, por lo cual, las áreas naturales y boscosas actualmente son mínimas, muy intervenidas y restringidas básicamente a los bosques riparios y premontanos.

Dado lo anterior, la presión antrópica sobre las coberturas vegetales deriva en una composición de especies de fauna que se han adaptado a las condiciones propias de los agroecosistemas ganadero y de cultivos, por lo cual, incluso las especies más abundantes hacen uso de los pastizales y cultivos para desplazarse, alimentarse e incluso reproducirse.

Por su parte, las especies con mayor rareza, corresponde a aquellas con poblaciones muy reducidas y que presentan unos requerimientos de hábitats de mayores especificaciones que solo pueden encontrarse en áreas boscosas.

Entre estas se destaca la presencia del oso andino, reconocido como una especie bandera (símbolo de la protección de la naturaleza, una especie paisaje (que mantiene los servicios ecosistémicos de una región), así como una especie clave (determinante en el funcionamiento de los ecosistemas que hábitat), la cual, adicionalmente puede ser tomada como especie sombrilla para que al enfocar esfuerzos de ordenamiento de la cuenca en su protección, se realice indirectamente la protección de muchas otras especies de la fauna y flora.

Se recomienda el enfoque de estos programas de protección y conservación en las zonas límite y de amortiguación de las áreas naturales protegidas Parque Nacional Natural Nevado



del Huila y Parque Natural Regional del Cerro Banderas – Ojo Blanco que hacen parte de la cuenca.

Adicional al deterioro de los hábitats de la fauna mencionados, se suma a la dominancia de las especies generalistas y adaptadas a las condiciones antrópicas, actividades de caza por parte de los pobladores, las cuales, aparentemente eran típicas en antaño y escasas hoy día. Esta condición permite evidenciar que en efecto la diversidad de la fauna en la cuenca presenta fuertes amenazas y un progresivo deterioro.

A pesar de lo anterior, aunque en general las especies de la fauna pueden hacer uso de las coberturas de vegetación abiertas presente en la cuenca para suplir todos sus requerimientos de hábitat, es también muy cierto que depende en gran medida de los diversos servicios ecosistémicos del bosque denso y ripario, en donde también se oferta alimento, zonas de refugios y corredores biológicos para su desplazamiento y seguridad.

Dado lo anterior, a pesar de la baja representatividad de estos bosques en la cuenca del río Yaguará (10,05% para el bosque ripario y 2,4% para el bosque denso), su conservación y enriquecimiento es de vital importancia para favorecer las funciones ecológicas de la cuenca que aún pueden encontrarse y son remanentes a las presiones y transformaciones antrópicas que ha tenido durante muchas décadas.

## 15. ÁREAS Y ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS

### 15.1. Introducción

De concordancia con los lineamientos técnicos de la Guía técnica para la formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (MADS, 2014), el proceso de caracterización de los componentes que conforman el POMCA Río Yaguará, comprenden el estudio de múltiples temáticas y la obtención de los respectivos productos que sintetizan el estado o situación actual de la cuenca, dentro de tales temáticas cobra especial importancia para la caracterización del subsistema biótico la identificación de las áreas designadas y reguladas para la protección de los recursos naturales y culturales y la identificación de los ecosistemas estratégicos que garantizan la oferta de bienes y servicios ambientales esenciales para el desarrollo sostenible de la cuenca.

Desde la perspectiva de las áreas protegidas para Colombia, la normatividad nacional ha establecido distintas figuras de manejo dentro de su sistema nacional de áreas protegidas destinadas prioritariamente a alcanzar objetivos específicos de preservación y protección de la biodiversidad y los recursos naturales, así mismo, ha aceptado la preponderancia de múltiples distinciones internacionales tales como sitios Ramsar, Reservas de Biósfera, AICAS, entre otras, y han sido tomadas como estrategias complementarias para la conservación de la biodiversidad (Decreto 2372, 2010).

Por otro lado, desde la perspectiva de los ecosistemas estratégicos se reconoce que, aunque todos los ecosistemas son importantes, es posible establecer de manera clara y definida que algunos que son clave para el funcionamiento de la sociedad y dada su relevancia, dentro del marco normativo nacional estos ecosistemas gozan de protección especial, por lo que las autoridades ambientales están en la obligación de llevar a cabo acciones tendientes a su conservación.

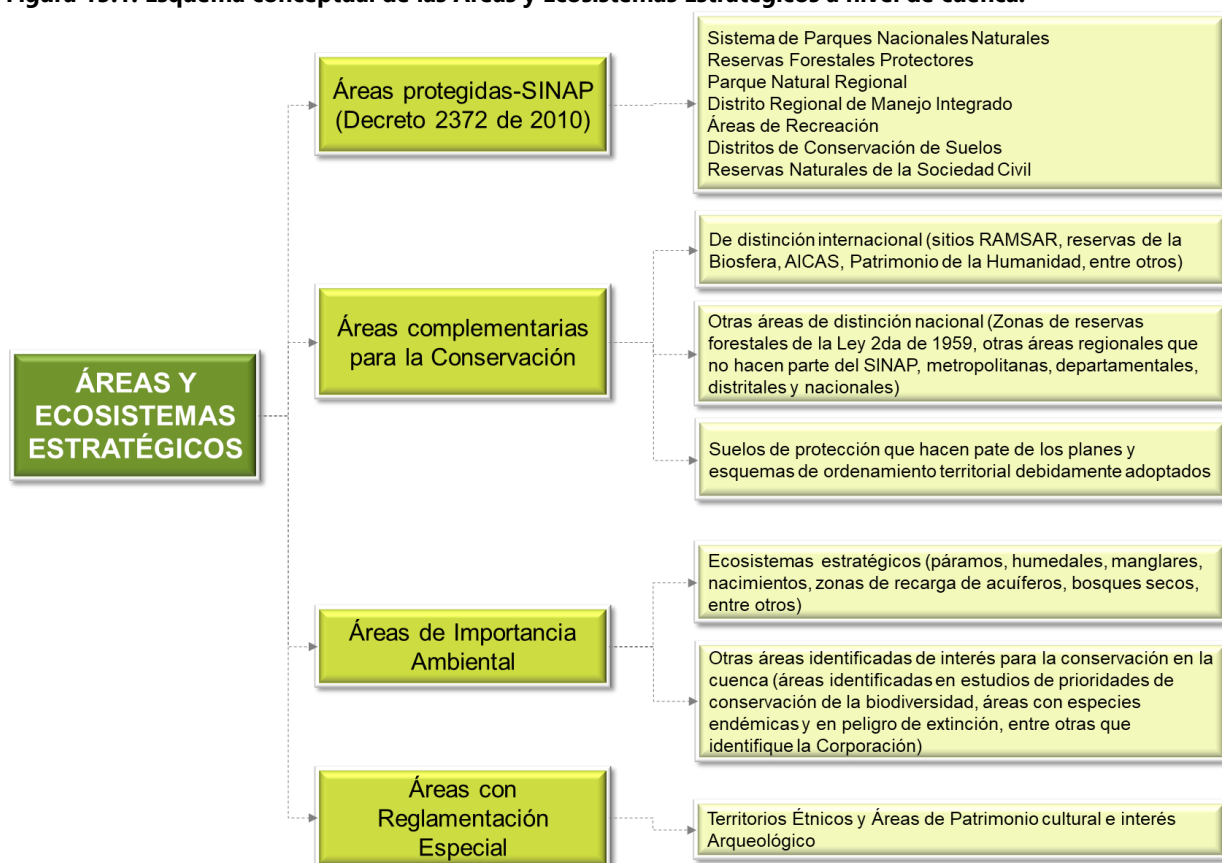
En este contexto, la caracterización de los ecosistemas estratégicos presentes en la cuenca del río Yaguará es esencial para el diseño e implementación del Plan de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA). La identificación y delimitación de estos ecosistemas permitirán una gestión más eficiente y efectiva de los recursos naturales renovables en la región y el fortalecimiento del enfoque de desarrollo sostenible en la zona.

En efecto, se realizó una identificación de las áreas y ecosistemas estratégicos identificados dentro de la cuenca del Río Yaguará, teniendo en cuenta la siguiente estructura:

- 1) Las áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) definidas en el artículo 2.2.2.1.2.1 del Decreto 1076 de 2015

- 2) Las áreas complementarias para conservación existentes a nivel nacional, regional y local
- 3) Las áreas de importancia ambiental definidas para la conservación o protección ambiental identificadas en diferentes estudios de ecosistemas estratégicos (Zonas Secas, Humedales, Páramos, cuencas abastecedoras, zonas de recarga de acuíferos, zonas de protección de nacimientos y corrientes naturales, etc.) y estudios de prioridades de conservación que han sido desarrollados a nivel nacional, regional y local
- 4) Las áreas con reglamentación especial referidas a territorios étnicos, áreas de patrimonio cultural e interés arqueológico

**Figura 15.1. Esquema conceptual de las Áreas y Ecosistemas Estratégicos a nivel de cuenca.**



Fuente: MADS, 2015

## 15.2. Metodología

### 15.2.1. Compilación y evaluación de información geográfica de áreas y ecosistémicas estratégicos

De acuerdo a lo descrito anteriormente, se realizó la recopilación y análisis de información geográfica, con el objeto de identificar las áreas priorizadas de importancia ecología a nivel nacional, regional y local dentro de la cuenca, entre ellas se relacionan las siguientes:

- Sistema de Información Ambiental de Colombia -SIAC
- Registro Único de áreas Protegidas RUNAP
- Registro de Ecosistemas y Áreas Ambientales – REAA
- Plan de Ordenamiento Territorial de Natagá, Pacarní, Íquira, Teruel y Yaguará
- Mapa de Coberturas de la Tierra (CONSORCIO QUEBRADA YAGUARÁ, 2022)
- Mapa uso del suelo (CONSORCIO QUEBRADA YAGUARÁ, 2022)
- Geo portal SIG-CAM

### 15.2.2. Procesamiento de información

En esta fase se realizan actividades de procesamiento y análisis de datos estableciendo la definición de parámetros, la extensión espacial del análisis y el origen y proyección cartográfica. Finalmente se implementan las actividades de procesamiento espacial para la identificación de áreas y ecosistemas estratégicos a partir de la información generada por el equipo consultor.

### 15.2.3. Definición de áreas y ecosistémicas estratégicos

A partir del procesamiento y análisis de la información se configuro la definición de las áreas y ecosistemas estratégicos dentro de la cuenca teniendo en cuenta los lineamientos técnicos del MADS (2014).

### 15.2.4. Mapa consolidado de áreas y ecosistemas estratégicos

Para obtener el mapa consolidado de las áreas y ecosistemas estratégicos de la cuenca se superpusieron los mapas obtenidos para cada categoría, sin embargo, se presenta el cálculo del área y porcentaje individual que ocupa dentro de la cuenca.

A continuación, se describen las áreas y ecosistemas estratégicos para la conservación y restauración de la biodiversidad y la prestación de bienes y servicios ecosistémicos de la cuenca Río Yaguará, con el objetivo de asegurar su inclusión en la planificación y gestión de los recursos naturales para el desarrollo sostenible.

## 15.3. Áreas Protegidas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas – SINAP

El Sistema Nacional de Áreas Protegidas corresponde al conjunto de las áreas protegidas, los actores sociales e institucionales y las estrategias e instrumentos de gestión que las articulan, que contribuyen como un todo al cumplimiento de los objetivos generales de conservación del país. (Art. 3 Decreto 2372, 2010).

En la cuenca Río Yaguará se identifica el Parque Nacional Natural Nevado del Huila, el Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) Cerro Banderas-Ojo Blanco y la Reserva natural de la sociedad civil El Viche.

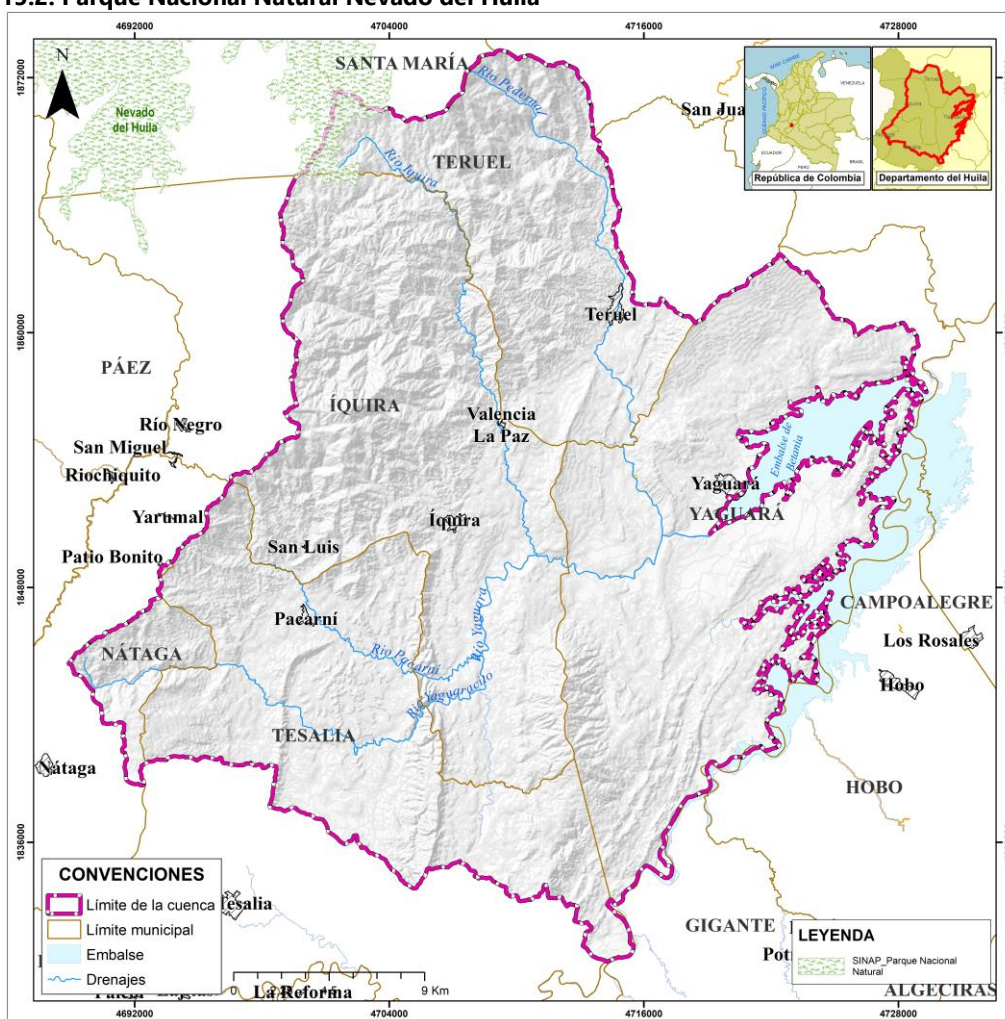


### 15.3.1. Parque Nacional Natural Nevado del Huila

El Parque Nacional Natural Nevado del Huila (PNN NHU) es considerado la estrella hídrica más importante del Centro de Colombia ya que abastece dos importantes cuencas hidrográficas, las cuales tienen su origen en el Macizo Colombiano: Cuenca Alta del río Magdalena y Cuenca Alta del río Cauca. Alberga ecosistemas estratégicos con aportes relacionados con la oferta hídrica y la oferta de bienes y servicios ambientales, incluyendo ecosistemas de Paramo, subpáramo, bosque Andino y alto andino.

El PNN Nevado del Huila se ubica en la jurisdicción en los municipios de Toribio y Páez - Cauca, Santa María, Íquira y Teruel -Huila y Planadas- Tolima. De manera inicial contaba con una extensión de 158.000 hectáreas. Adicionalmente, en el año 2017 mediante concepto técnico se amplió el límite a 163.842 hectáreas. La cuenca Río Yaguará alberga 540,32 hectáreas correspondiendo a un 0,60% del área total del PNN, alojadas en jurisdicción del municipio de Teruel e Iquira. Ver Figura 15.2

**Figura 15.2. Parque Nacional Natural Nevado del Huila**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

### 15.3.2. Distrito Regional de Manejo Integrado Cerro Banderas -Ojo Blanco

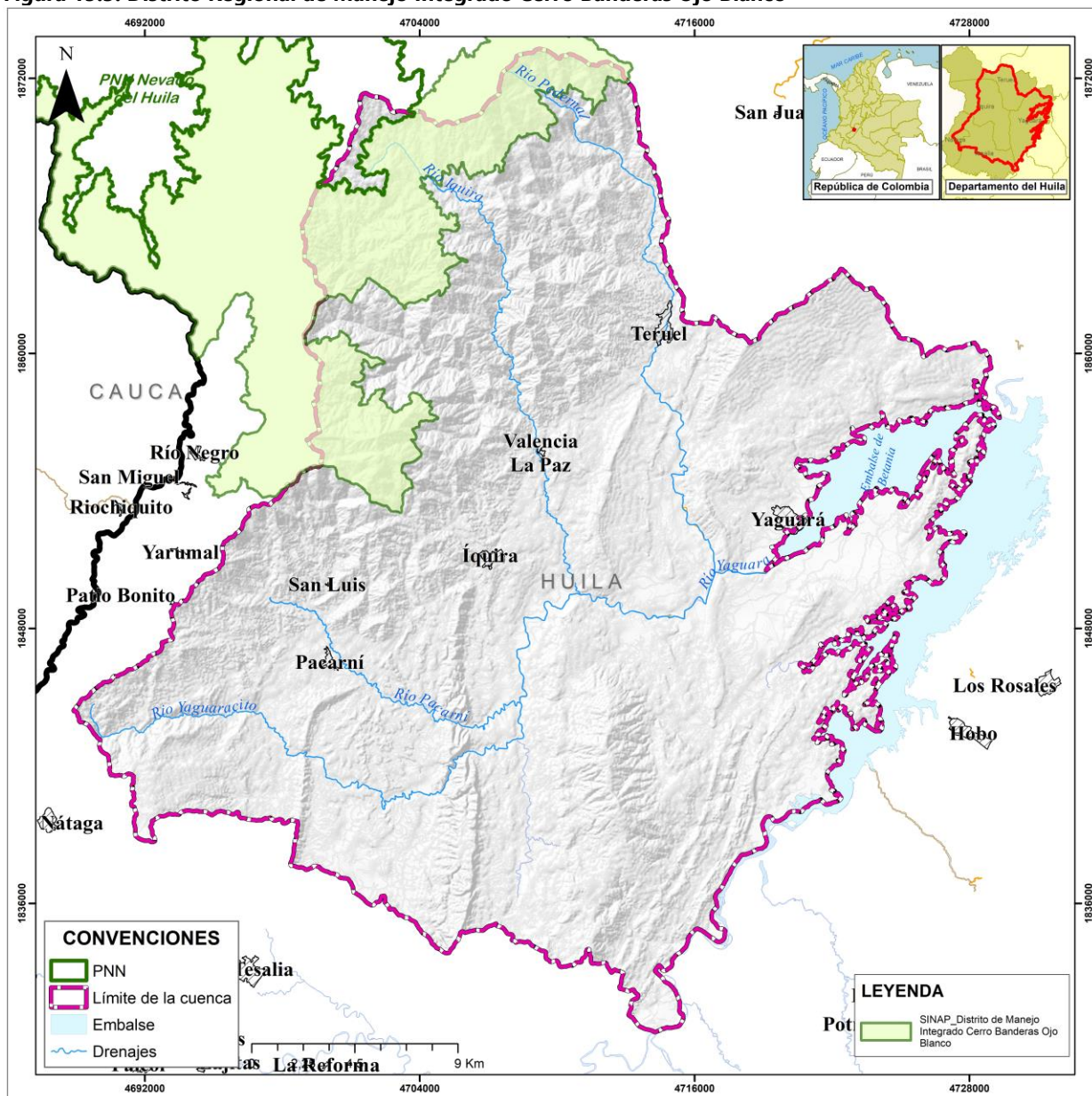
De acuerdo con el artículo 14 del Decreto 2372 de 2010 los Distritos de Manejo Integrado (DMI) son espacio geográfico, en el que los paisajes y ecosistemas mantienen su composición y función, aunque su estructura haya sido modificada y cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su uso sostenible, preservación, restauración, conocimiento y disfrute.

El Parque Natural Regional PNR Cerro Banderas- Ojo Blanco como ecosistema estratégico, obtiene su reglamentación como área protegida al ser considerado de vital importancia ecosistémica y de conservación de la biodiversidad, formando parte de la zona amortiguadora del Parque Nacional Natural Nevado del Huila. Este Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) comprende una extensión de 24.914 ha, ubicado en los municipios de Iquira, Teruel, Palermo y Santa María del departamento del Huila, el cual de acuerdo con el acuerdo No. 022 de 2019 de la CAM, plantea los siguientes objetivos de conservación:

- a) Preservar la condición natural de espacios que representan los ecosistemas del bioma azonal de selva andina y remanentes con baja representatividad del oro bioma de selva subandina. Los cuales constan de selvas hidrográficas y subhigrofiticas de los pisos isomesotérmicos e isomicrotermicos, equivalentes al bosque húmedo montano, bosque muy húmedo montano y bosque pluvial montano.
- b) Preservar los habitats necesarios, para la sobrevivencia de las especies: 2.2.1 Endémicas Amenazadas: *Anthocephala floriceps*, *Atlapetes flaviceps*, *Dacnis hartlaubi*, *Grallaria allen*, *Grallaria rufocinerea*, *Hapalopsittaca amazonina*, *Hypopyrrhus pyrohypogaster*, *Leptosittaca branickij*, *Leptotila conoveri*, *Cognorhynchus icterotis*, *saltator cinctus*, *Tinamus osgoodi*; 2.2.2 Otras amenazadas: *Oroaetus isidori*, 2.3.3 Mamíferos amenazados: *Mustela felipe*, *Dinomys branickii*, *Tapirus pinchaque*, *Tremarctos ornatus*, *Aotus cf. Trivirgatus*, *Lagothrix lagotricha*, *Lycalopex culpaeux*, *Panthera onca*, *Leopardus tigrinus*; 2.2.4 Anfibios endémicos amenazados: *Osornophryne percrassa*.
- c) Mantener las coberturas naturales y aquellas en proceso de restablecimiento de su estado natural con sus condiciones ambientales necesarias para regular los recursos hídricos de la gran cuenca de río Magdalena; con las siguientes cuencas y subcuencas: cuenca del río Páez: con sus subcuencas del río Negro de Narváez, río Negro; cuenca del río Yaguará: con sus subcuencas quebrada de Juancho, quebrada el Tote, quebrada Grande, quebrada Nazaret, río San Francisco, río la María, río Iquira, río Pedernal; cuenca del río Bache: con sus subcuencas quebrada San Juan, quebrada Manila, quebrada el Nilo, río el Carmen.
- d) Proveer espacios naturales o aquellos en proceso de restablecimiento de su estado natural para el deleite, la recreación, la educación e interpretación ambiental y la investigación, en el área.

Su extensión dentro de la cuenca Río Yaguará es de 7.762,48 ha la cual corresponde a un 8,68% del área total de la cuenca, tal y como se puede apreciar en la Figura 15.3.

**Figura 15.3. Distrito Regional de Manejo Integrado Cerro Banderas Ojo Blanco**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

De igual forma el Acuerdo No. 022 de 2019 señala la determinación de la zonificación ambiental y régimen de usos para el DRMI Cerro Banderas -Ojo Blanco, como se describe a continuación:

- 1. Zona de preservación:** Espacios dirigidos ante todo a evitar su alteración, degradación, o transformación por la actividad humana.

*Régimen de Usos: Comprenden todas aquellas actividades de protección, regulación, ordenamiento y control y vigilancia, dirigidas al mantenimiento de los atributos,*



*composición, estructura y función de la biodiversidad, evitando al máximo la intervención humana y sus efectos.*

2. **Zona de Restauración:** Espacio dirigido al restablecimiento parcial o total a un estado anterior, de la composición, estructura y función de la biodiversidad biológica. En las zonas de restauración se pueden llevar a cabo procesos inducidos por acciones humanas, encaminadas al cumplimiento de los objetivos de conservación del área protegida.

*Régimen de Usos: Comprenden todas las actividades de recuperación y rehabilitación de ecosistemas; manejo, repoblación, reintroducción o trasplante de especies y enriquecimiento y manejo de hábitats, dirigidas a recuperar los atributos de la biodiversidad.*

3. **Zona de Uso Sostenible:** Incluye los espacios dirigidos a adelantar actividades productivas y extractivas compatibles con los objetivos de conservación del área protegida.

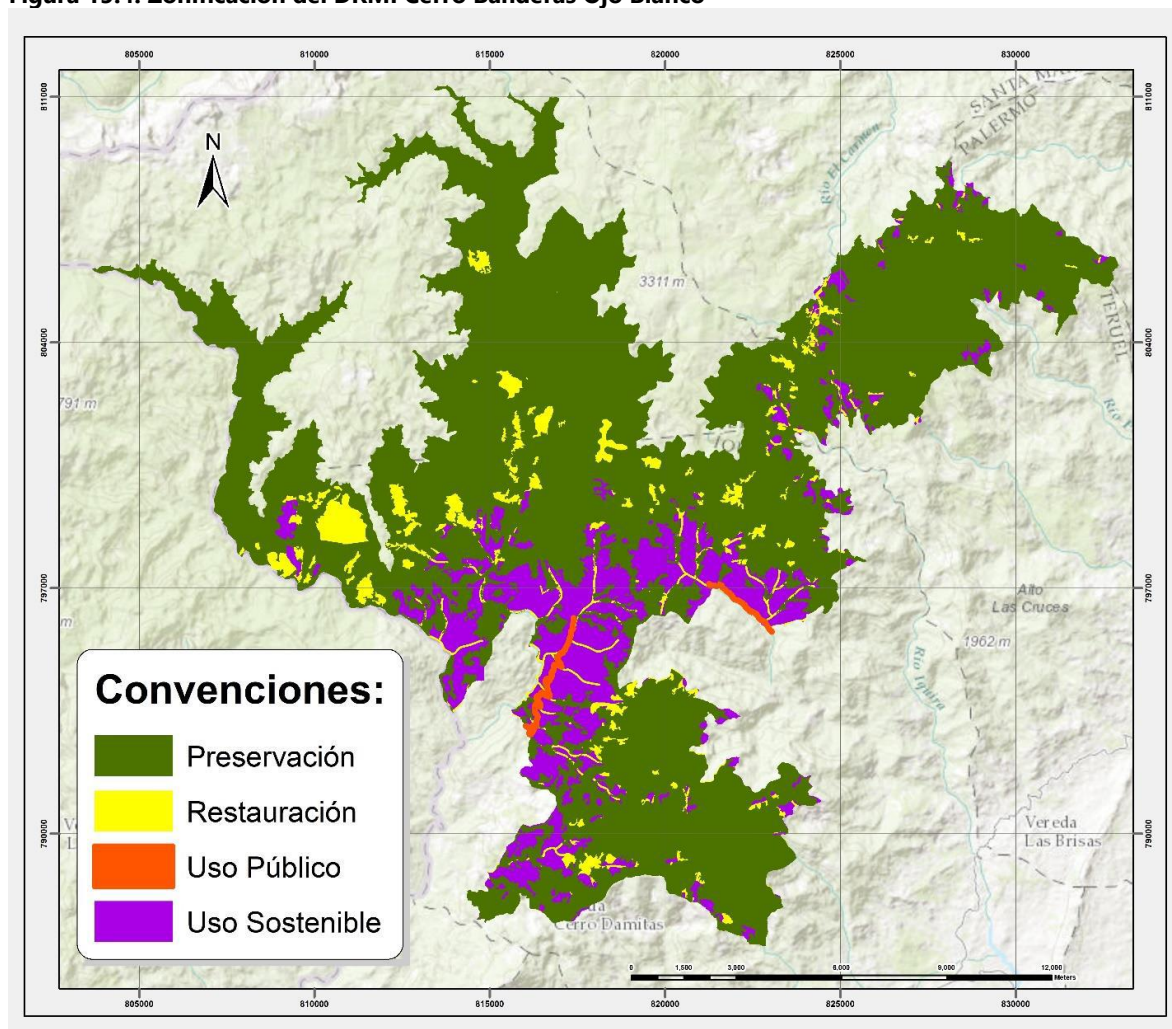
*Régimen de Usos: Comprenden todas las actividades de producción, extracción, construcción, adecuación o mantenimiento de infraestructura, relacionadas con el aprovechamiento sostenible de la biodiversidad, así como las actividades agrícolas, ganaderas, mineras, forestales, industriales y los proyectos de desarrollo y habitacionales no nucleadas con restricciones en la densidad de ocupación y construcción siempre y cuando no alteren los atributos de la biodiversidad existentes.*

4. **Zona general de Uso Público:** son aquellos espacios definidos en el plan de manejo con el fin de alcanzar objetivos particulares de gestión a través de la educación, la recreación, el ecoturismo y el desarrollo de infraestructura de apoyo a la investigación.

*Régimen de Usos: Comprenden todas las actividades de conocimiento como investigación, monitoreo o educación ambiental que aumentan la información, el conocimiento, el intercambio de saberes, la sensibilidad y conciencia frente a temas ambientales y la comprensión de los valores y funciones naturales, sociales y culturales de la biodiversidad. También comprenden todas las actividades de disfrute como recreación y ecoturismo, incluyendo la construcción, adecuación o mantenimiento de la infraestructura necesaria para su desarrollo, que no alteran los atributos de la biodiversidad previstos para la categoría.*



**Figura 15.4. Zonificación del DRMI Cerro Banderas Ojo Blanco**

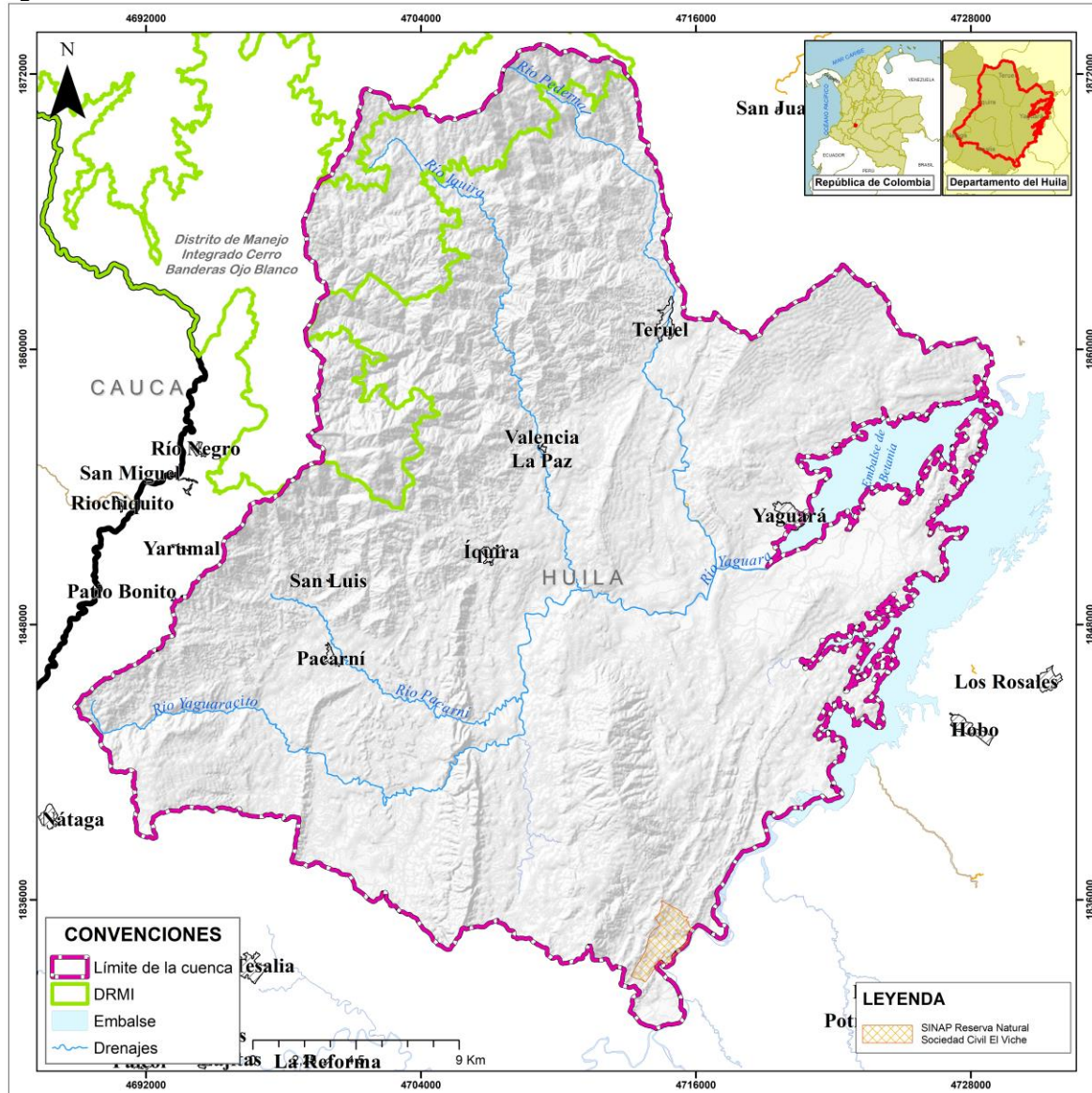


Fuente: INFORME FASE FORMULACIÓN Registro y/o Homologación del PNR Cerro Banderas – Ojo Blanco

### 15.3.3. Reserva natural de la sociedad civil El Viche.

El artículo número 1 del Decreto 1996 de 1999, establece la Reserva Natural de la Sociedad Civil como la parte o el todo del área de un inmueble que conserve una muestra de un ecosistema natural y sea manejado bajo los principios de la sustentabilidad en el uso de los recursos naturales. Siendo el propietario quien manifiesta ante el Estado su interés de conservar una muestra de un ecosistema natural bajo los principios de protección, restauración, producción sostenible y otras actividades como ecoturismo y educación ambiental.

**Figura 15.5. Reserva natural de la sociedad civil El Viche.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Por su parte, la Reserva Natural de la sociedad civil El Viche se encuentra ubicada en el departamento del Huila en el municipio de Tesalia. Presenta una extensión de 425 Hectáreas, recibiendo su reglamentación de acuerdo a su importancia en términos de conservación de ecosistemas estratégicos de Bosques secos Xerofíticos, albergando una diversidad alta de especies de flora y fauna. La cuenca Río Yaguará alberga el 100% del área perteneciente a la reserva natural de la sociedad El Viche, la cual corresponde al 0,47 % de la Cuenca. Como se expone en la Figura 15.5

## 15.4. Áreas Complementarias para la Conservación

Dentro de las áreas complementarias para la conservación se incluyen otras con distinción nacional y/o internacional.

### 15.4.1. Áreas Protegidas de Orden Internacional

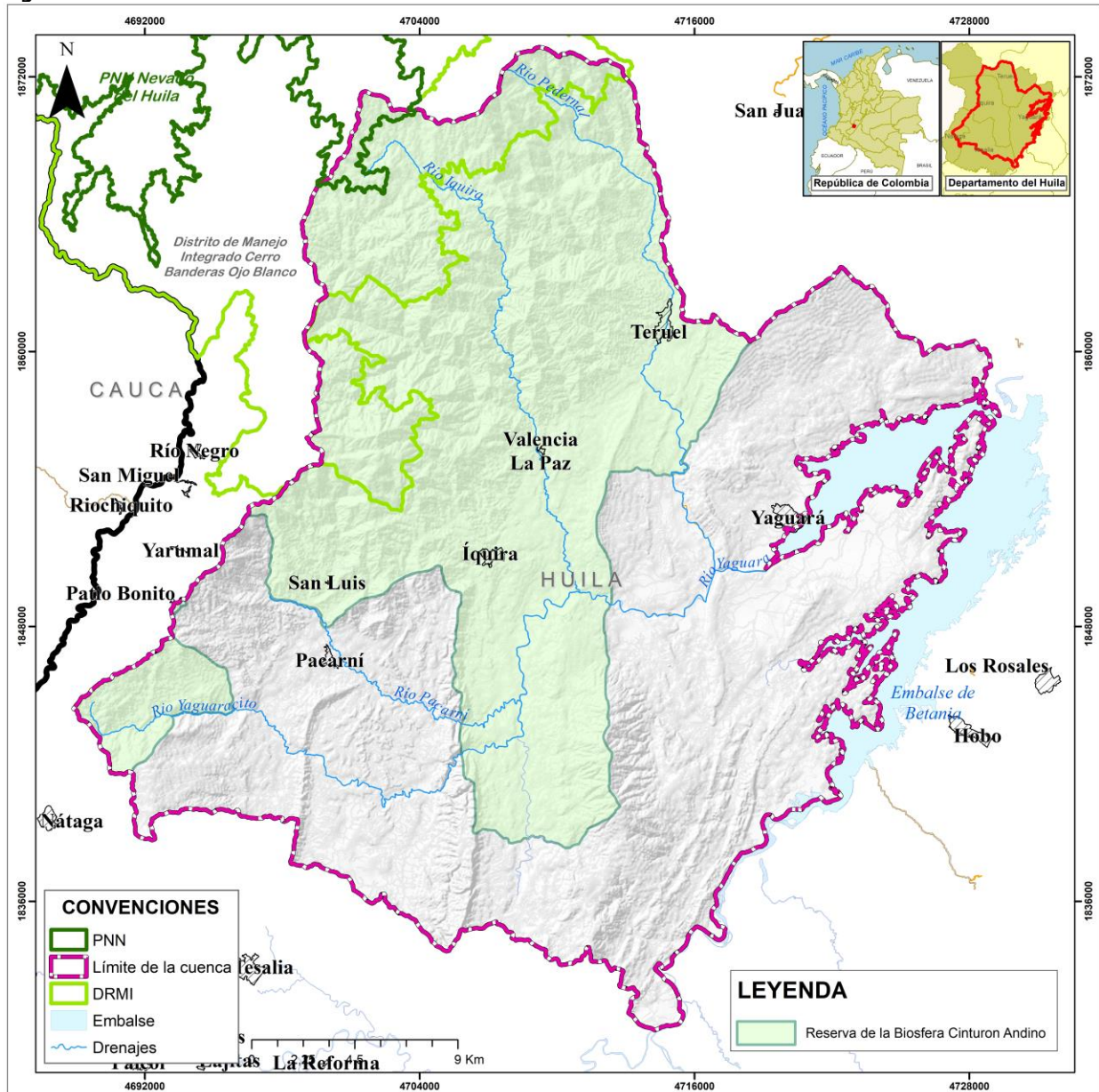
Las reservas de la biósfera son áreas extensas y representativas de paisaje natural y cultural, las cuales deben ser resguardadas en el largo plazo. Ellas representan un reservorio de recursos genéticos y ecosistemas y son también áreas de uso sustentable del suelo, espacios de educación, investigación y recreación (Borsdorf et al., 2013).

#### 15.4.1.1. Reserva de la Biósfera Cinturón Andino

La Reserva de la Biósfera Cinturón Andino se ubica en el macizo colombiano, sobre la cadena montañosa de los Andes, en el sur de Colombia, con una extensión aproximada de 2.374.557,16 ha representa un área montañosa tropical de gran valor ecológico, tiene una especial riqueza en aves, entre las cuales la más destacada es el Cóndor de los Andes (*Vultur gryphus*), ave emblemática nacional, el águila real (*Accipiter collaris*), y la danta (*Tapirus pinchaque*), Cuenta con bosques de selva sub andina, zonas andinas, sub páramo, páramo, súper páramo y zonas nivales en terrenos quebrados con fuertes pendientes. En las zonas de páramos se encuentran amplias zonas de humedales con importantes lagunas que dan orígenes a ríos que nutren las principales cuencas hidrográficas de la región (Ríos Magdalena, Cauca y Caquetá). con una superficie de 855.000 ha ocupa los departamentos de Huila, Cauca, Caquetá y Tolima. Está conformado por tres parques nacionales naturales como área núcleo: PNN Cueva de los Guacharos, PNN Nevado del Huila, y PNN Puracé y sus zonas de amortiguación. La cadena montañosa del PNN Puracé, incluye 7 cráteres con fuentes de aguas termales y un complejo sistema lagunar (30 lagunas) y cascadas que tributan a las cuencas de los ríos Magdalena, Cauca y Caquetá (Parques Nacionales Naturales, 2017).



**Figura 15.6. Reserva de la Biósfera Cinturón Andino**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Ocupa dentro de la cuenca Río Yaguará un área de 43.178,82 ha la cual, equivalente al 48,26% respecto al área total, ver la Figura 15.6.



#### **15.4.1.2. Áreas Importantes para la Conservación de las Aves - AICA**

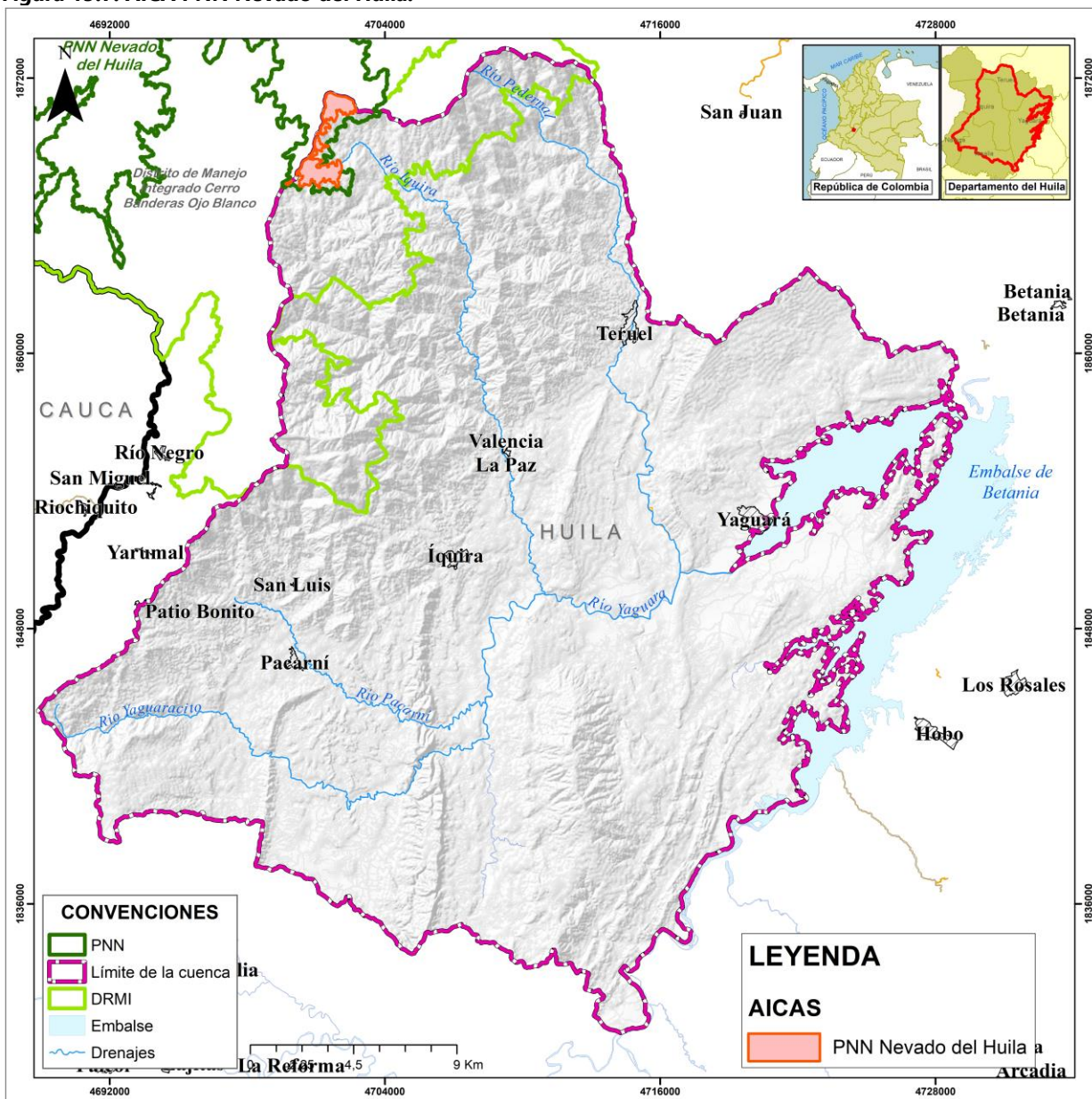
Las Área Importante para la Conservación de las Aves (AICA) son sitios críticamente importantes a escala global para las aves y la biodiversidad que se identifican a través de una serie de criterios cuantitativos ornitológicos (calidris, 2015), El programa AICA es una iniciativa coordinada por BirdLife International que se centra en la identificación, documentación y gestión de una red global de sitios críticos para la conservación de las aves y la biodiversidad, considerados "hotspots" irremplazables y potencialmente vulnerables. (Instituto Humboldt, 2021).

##### **15.4.1.2.1. AICA PNN Nevado del Huila**

El AICA PNN Nevado del Huila se encuentra alojado en el Parque Nacional Natural Nevado del Huila, localizado en los departamentos del Cauca, Huila y Tolima. Es una zona muy importante para el equilibrio y la regulación hídrica en los Andes colombianos ya que posee una enorme riqueza de corrientes de agua. Se destacan los páramos de Moras y de Monterredondo. En esta AICA, según Birdlife Internacional se destacan usos de la tierra relacionados con la conservación e investigación de la naturaleza. El PNN Nevado del Huila es administrado y regulado por la UAESPNN, y la Fundación ProAves ha desarrollado trabajo de campo en la zona para inventariar las aves del lugar. Como AICA, el PNN Nevado del Huila Cuenta con un área de 158.000 ha en donde se identifican 237 especies (A. Quevedo, in litt.). Algunos de los últimos individuos del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) de Colombia se encuentran en este parque. Además de ocho especies de anfibios, 23 especies de reptiles, dos especies de peces y 28 especies de mamíferos, en donde se destaca una nueva especie de rana (*Colostethus* sp. nov.) de la familia Dendrobatidae.

Su presencia en el área de la Cuenca Río Yaguará se presenta al norte de los municipios de Iquira y Teruel presentando una extensión de 306,46 ha que representan un 0,34% del área total del AICA. Ver Figura 15.7.

**Figura 15.7. AICA PNN Nevado del Huila.**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

## 15.4.2. Áreas Protegidas de Orden Nacional

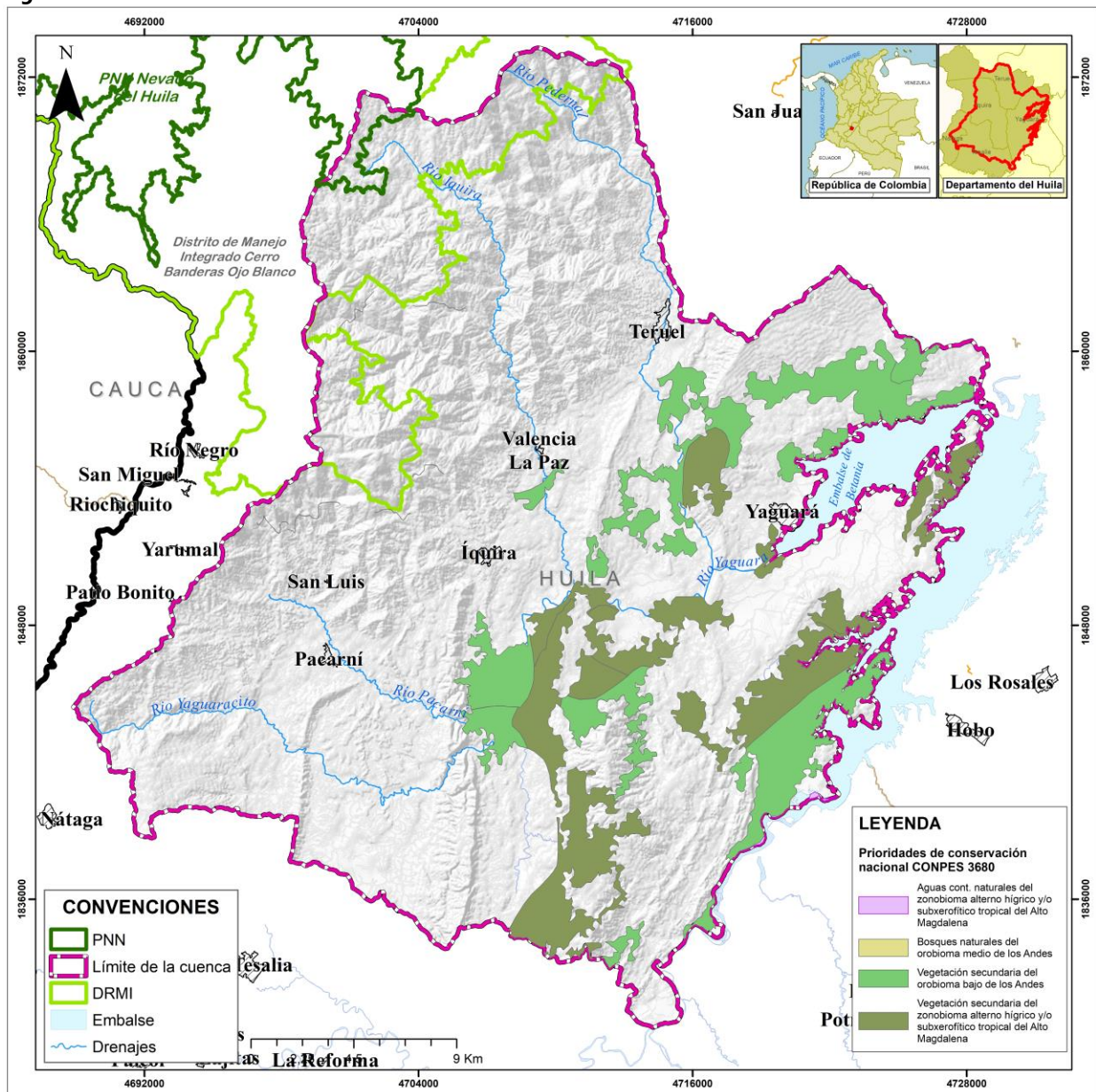
### 15.4.2.1. Prioridades de Conservación Nacional CONPES 3680 de 2010

Con la expedición del documento CONPES 3680 en 2010 se identificó que, para garantizar la consolidación de un sistema nacional de áreas protegidas representativo ecológicamente, era necesario emplear y mantener un proceso de identificación de vacíos de conservación y definir prioridades para la creación de nuevas áreas protegidas, como resultado, el país cuenta con un portafolio de prioridades de conservación para el sistema, que ha permitido identificar sitios estratégicos para lograr avanzar en un Sistema Nacional de Áreas

Protegidas, donde se logren representar cada vez mejor los ecosistemas que caracterizan el país y que conforman el patrimonio natural nacional. Dicho portafolio de país ha sido construido con información en la escala nacional 1:500.000.

Para el caso de la cuenca Río Yaguará se ha identificado la presencia de 13.833,57 ha de tales áreas priorizadas, las cuales representan aproximadamente un 15,46% del área total de la cuenca, tal y como se puede apreciar en la Figura 15.8.

**Figura 15.8. Prioridades de Conservación Nacional CONPES 3680 de 2010**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.







A nivel general, el Parque Natural Municipal de Tesalia, tiene un área aproximada de 1.028,11 ha (1,15%) dentro de la cuenca del río Yaguará, mientras que el Parque Natural Municipal de El Nátaga ocupa 785,50 ha (0,8%) dentro de la cuenca, tal como se puede observar en la Tabla 15.1 y la Figura 15.9

**Tabla 15.1. Parques Naturales Municipales**

Símbolo	Nombre	Acto Administrativo	Área (ha)	% respecto al total del área de la cuenca
	Parque Natural Municipal de Tesalia	Acuerdo Municipal 018 de 2009	1.028,11	1,15%
	Parque Natural Municipal de Nátaga	Acuerdo Municipal 029 de 2008	785,50	0,88%

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

#### 15.4.3.2. Predios de Conservación Municipio de Teruel

Conforme al acuerdo No. 007 de 2021, Por medio del cual se aprueba el Esquema de Ordenamiento Territorial EOT del municipio de Teruel (Huila), se relaciona el mapa cartográfico del componente general de formulación que fue entregado por la alcaldía denominado: CG-04 ÁREAS DE RESERVA PARA LA CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES RURAL de diciembre de 2013 este incluye las coordenadas de los predios de conservación, sin embargo, se encuentran desactualizados y no fue posible la identificación del número catastral anterior, por lo cual se tomaron los predios identificados con el cruce de las coordenadas de los nacimientos de fuentes hídricas para la determinación de la nueva base predial disponible, ver Tabla 15.2 y Figura 15.10.

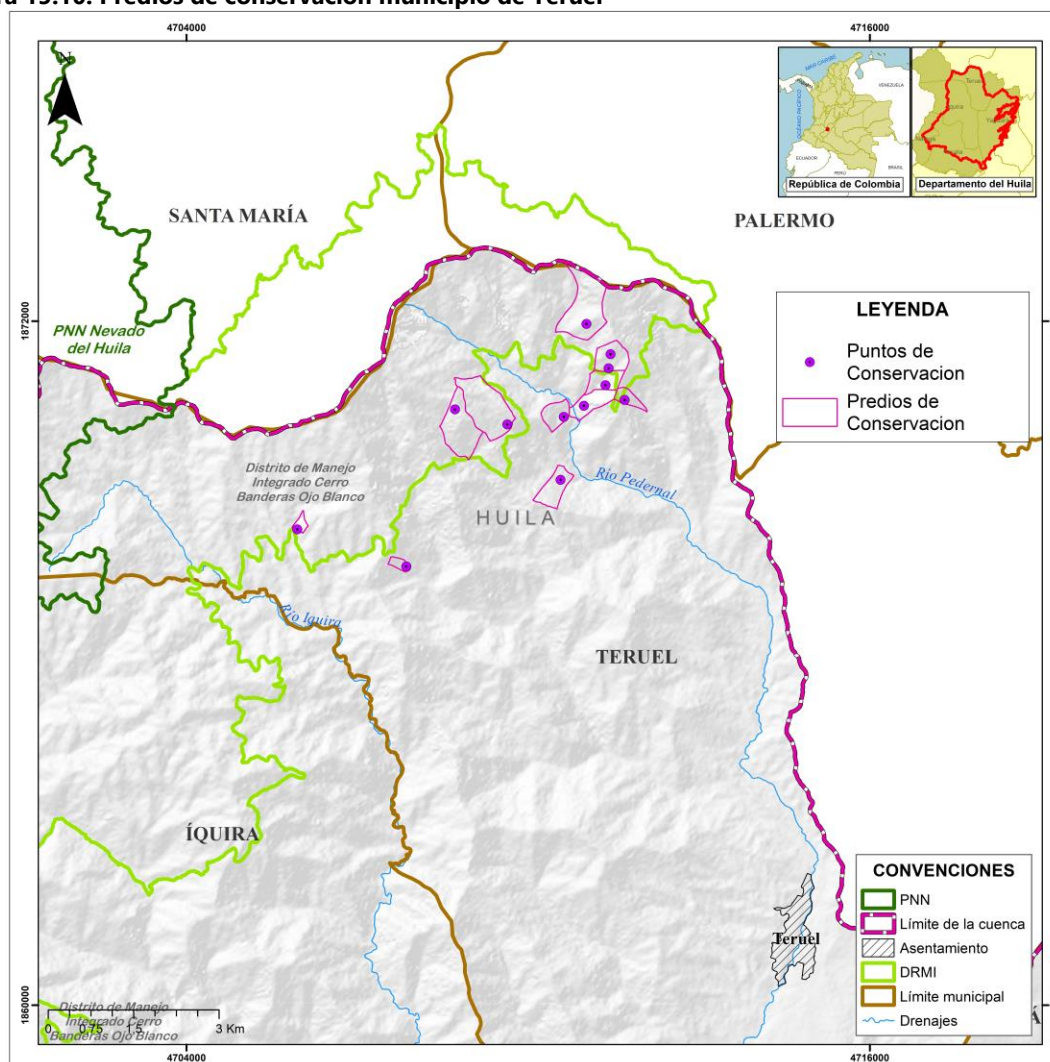
**Tabla 15.2. Predios de conservación municipio de Teruel**

No.	NOMBRE DEL PREDIO	NUMERO CATASTRAL	MATRICULA INMOBILIARIA	LOCALIZACION		
				VEREDA	COORDENADAS X - Y	
1	CARTAGENA	00-00-006-0053-000	200-44631	El Pedernal-Corrales	830.281	804.076
2	SAN ISIDRO	00-00-006-0001-000	200-29467	El Pedernal-Corrales	830.281	804.076
3	LAS NUBES	00-00-0006-0006-000	200-70847	Corrales	831.101	805.177
4	LA PRIMAVERA	00-00-006-0004-000	200-44632	Corrales	830.281	804.076
5	MOSCU O EL ENCANTO	00-00-006-0008-000	200-6664	Corrales	831.067	804.931
6	EL CEDRAL	00-00-006-0057-000	200-182958	Corrales	830.223	802.972
7	EL DIAMANTE	00-00-006-0003-000	200-98174	Corrales	830.632	804.273
8	LOS PINOS	00-00-0006-0048-000	200-38862	Corrales	831.349	804.376
9	LOTE 2 MANZANARES 1	00-00-0006-0013-000	200-191982	Pedernal	830.223	802.972
10	EL HORIZONTE	01-00-0055-0023-000	200-82483	Pedernal	829.288	803.944
11	EL HUECON 1	00-00-0006-0005-000	200-204367	Corrales	830.632	804.273

No.	NOMBRE DEL PREDIO	NUMERO CATASTRAL	MATRICULA INMOBILIARIA	LOCALIZACION		
				VEREDA	COORDENADAS X -Y	
12	EL HUECON 2	00-00-0006-0005-000	200-204369	Corrales	830.632	804.273
13	LAS MERCEDES	00-00-0004-0054-000	200-100559	La Mina	828.369	804.208
14	BUENA VISTA	00-00-0006-0070-000	200-170743	Corrales	831.012	804.633
15	LOTE No 3 PINARES	00-00-0019-024-000	200-186223	La Armenia	827.516	801.451
16	LAS NUBES	00-00-0006-0007-000	200-57451	Corrales	825.600	802.100
17	EL ROBLE	00-00-0004-0096-000	200-186221	La Armenia	830.677	805.708

Fuente: EOT Teruel, CG-04 ÁREAS DE RESERVA PARA LA CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES RURAL- 2013

**Figura 15.10. Predios de conservación municipio de Teruel**



Fuente: Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022 con base a Teruel, CG-04 ÁREAS DE RESERVA PARA LA CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES RURAL- 2013

#### 15.4.4. Áreas de conservación y protección de los recursos naturales y paisajísticos de Yaguará

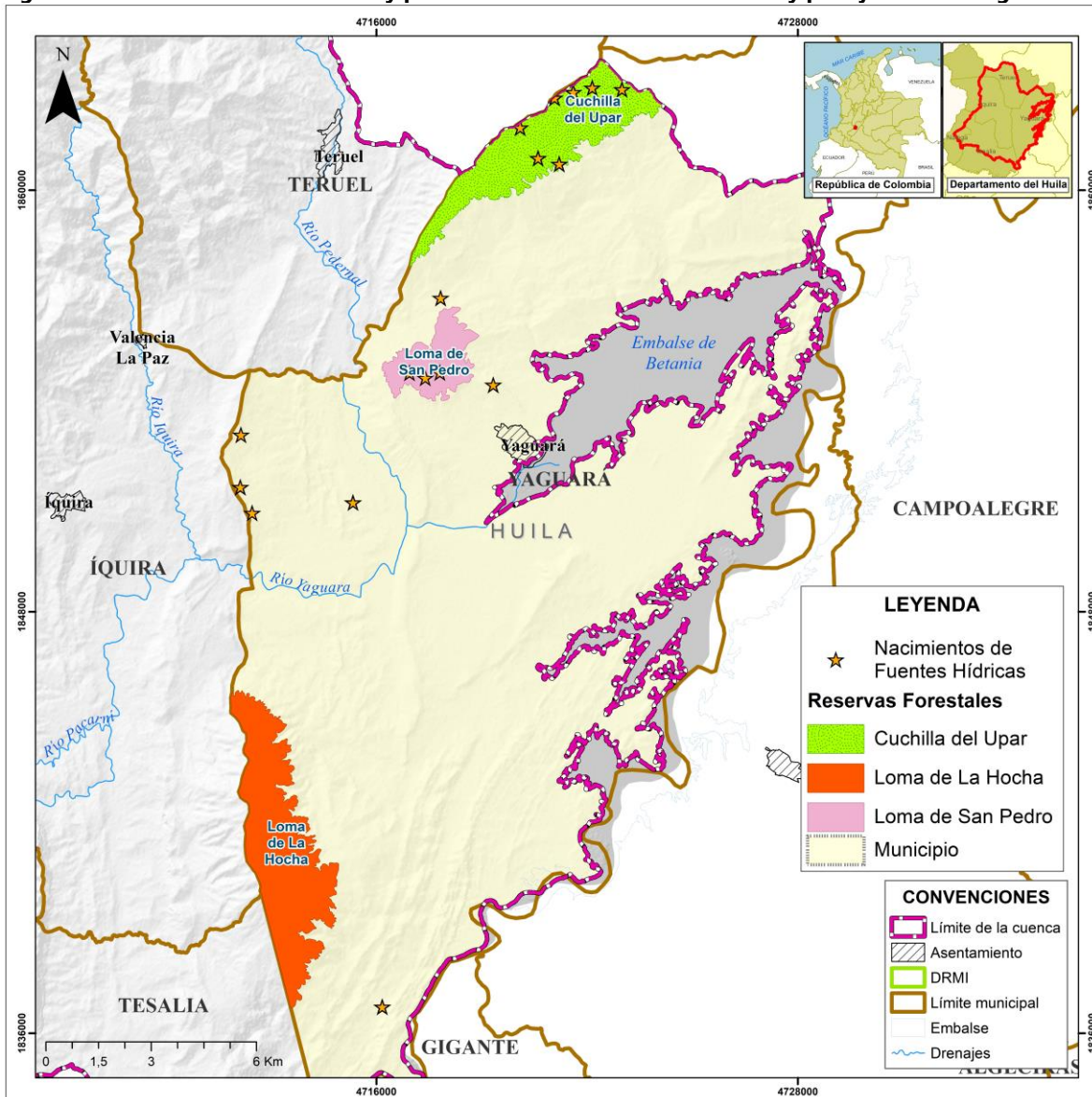
Conforme al Acuerdo No. 044 de 2013, Por medio del cual se adopta la reformulación general del Esquema de Ordenamiento Territorial EOT del municipio de Yaguará se identifican como áreas de ecosistemas estratégicos a las zonas de gran importancia biológica, esenciales para el desarrollo y el bienestar de la población. Entre estas áreas se encuentran: las áreas de reserva forestal denominadas como: La Caja, La Cuchilla de Upar y la loma de la Hocha y las áreas de recreación y Turismo como el embalse de Betania, la Finca San Pedro y el río Pedernal, las cuales suministran beneficios directos a la población y al desarrollo municipal, se han considerado como estratégicas porque son protectores de nacimientos de agua, tanto para consumo, como para generación de energía, riego de cultivos y oferta adecuada de alimentos; al igual que las hemos catalogado como refugios de flora y fauna. Dentro de la cuenca del río Yaguará se tienen las siguientes figuras de conservación:

- **Loma de la Hocha:** Localizada en la vereda arenoso sobre los 1200 m.s.n.m., con un área de 268 Has, de los cuales 32 Has corresponden a una zona de bosque secundario, integrado por espacios forestales nativos como el cachingo, balso, iguá y algunos arreglos agroforestales con cultivos de cacao. Esta zona rica en fuentes intermitentes de agua, originan las quebradas La Caraguaja y La Salada, esta última tributaria del río Yaguará.
- **La Cuchilla de Upar:** Esta reserva forestal se encuentra entre rangos altitudinales de 1000 a 1400 m.s.n.m.; localizada en la vereda Upar, El Viso y una pequeña parte de Letrán, con una extensión aproximada de 38 Has.

Allí se encuentran especies forestales secundarias en diferentes estados de sucesión, mezclados con matorrales bajos, característicos de potreros abandonados, con predominio de especies como el aguacatillo. Esta zona es importante por ejercer una función protectora de fuentes hídricas, donde se originan las quebradas Chichayaco, El Medio y El Capote, que surten algunos acueductos individuales y sirven además como bebederos de agua para el ganado.

- **Finca San Pedro:** Localizada en la vereda el Viso sobre los 1000 m.s.n.m.; este predio posee una extensión de 80 Has y es de propiedad del municipio; actualmente figura como reserva forestal protectora municipal; allí se encuentran especies naturales de laurel, caucho, higuerón, iguá, carbonero y gualanday; por su carácter protector en este predio nacen las quebradas Hato Viejo y Jordán, fuentes abastecedoras parciales del acueducto del casco urbano de Yaguará.

**Figura 15.11. Áreas de conservación y protección de los recursos naturales y paisajísticos de Yaguará**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022 con base a EOT Yaguará 2013

### 15.5. Áreas de Importancia Ambiental

Las Áreas de Importancia Ambiental corresponden a ecosistemas que han venido siendo priorizados en diferentes iniciativas nacionales, regionales y locales de conservación in situ en el marco del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, así como las Áreas de Especial Importancia Ecosistémica definidas en las diferentes políticas del MADS (Páramos, Humedales, Ecosistemas, Bosques Secos, entre otros).



Conforme al parágrafo 2 del artículo 174 de la Ley 1753 de 2015 harán parte del Registro Único de Ecosistemas y Áreas Ambientales áreas tales como los ecosistemas estratégicos, páramos, humedales y las demás categorías de protección ambiental que no se encuentren registradas en el RUNAP. La recuperación y el cuidado de las áreas de importancia ambiental estratégica para la protección del recurso hídrico, incluyendo los bosques, las zonas de recarga de acuíferos, los páramos, los humedales, los nacimientos, fuentes abastecedoras de agua y otros ecosistemas protectores de la biodiversidad y del agua que consumimos.

### 15.5.1. Humedales

Los humedales representan ecosistemas reguladores del sistema hidrológico, las condiciones climáticas y el mantenimiento de la biodiversidad, caracterizados por ser zonas de transición entre los ecosistemas terrestres y los acuáticos de baja profundidad, cuentan con porciones húmedas. Son de gran importancia dado que ofrecen servicios ecológicos como provisión de agua dulce y alimentos, recarga de aguas subterráneas, hábitat de flora y fauna y adaptación al cambio climático.

La Convención Ramsar, un convenio internacional para la protección de humedales, en su artículo 1.1 define lo humedales como: " las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros" (Ramsar, 2006).

A partir de la definición de humedal adoptada por Colombia en el marco de la Convención Ramsar, se entiende a los humedales como "ecosistemas que, debido a condiciones geomorfológicas e hidrológicas, presentan acumulación de agua (temporal o permanentemente), dando lugar a un tipo característico de suelo y a organismos adaptados a estas condiciones, estableciendo así dinámicas acopladas e interactuantes con flujos económicos y socioculturales que operan alrededor y a distintas escalas" (Cortés, 2016), son sistemas sociológicos, de gran importancia para la regulación de los ciclos hídricos y conservación de la biodiversidad. El área del humedal incluye no solamente el área con espejo de agua sino también las partes que se secan periódicamente e incluso las que nunca se inundan, pero presentan características de alta humedad y procesos relacionados en el suelo.

Como iniciativas para la protección de la riqueza ambiental de los humedales, Colombia hace parte de la Convención Ramsar de 1971 a través de la Ley 357 de 1997, en donde varias naciones del mundo hacen un pacto para la conservación de los humedales. Además, por medio de la Ley 165 de 1994, Colombia participa en el Convenio de Diversidad Biológica, en el cual se asume un compromiso global para la conservación de la biodiversidad, su uso sostenible y equitativo.

A nivel nacional, la Ley 99 de 1993, en su artículo 5 numeral 24, establece la responsabilidad del Ministerio del Medio Ambiente en relación con los humedales, y establece que: "le

corresponde regular las condiciones de conservación y manejo de ciénagas, pantanos, lagos, lagunas y demás ecosistemas hídricos continentales ”.

El MADS adopta la guía técnica para la formulación, complementación o actualización de planes de manejo para humedales en Colombia a través de la Resolución 196 de 2006, con el objeto de que las autoridades ambientales competentes en su área de jurisdicción, formulen los planes de manejo para los humedales prioritarios y para la delimitación de los mismo, además de definir el régimen de usos y las restricciones parciales o totales el desarrollo de actividades agropecuarias de alto impacto, de exploración y explotación minera y de hidrocarburos, con base en estudios técnicos, económicos, sociales y ambientales.

En la Ley 1753 de 2015, se expresa en el artículo 172 “Protección de Humedales” impone obligaciones al Estado colombiano para la conservación y protección de los humedales, considerados en su acepción genérica. De acuerdo al artículo 8 de la Resolución 157 de 2004, ordena, la determinación de la línea de marea máxima y la del cauce permanente de los humedales, así como las dimensiones y el acotamiento de la faja paralela de los humedales, a que se refieren los artículos 83 literal d) del Decreto Ley 2811 de 1974 y 14 del Decreto 1541 de 1978, se realizará teniendo en cuenta los criterios biofísicos, ecológicos, geográficos y socioeconómicos y los que para el efecto defina este ministerio mediante la guía técnica que se adopta mediante la presente resolución.

Para la generación de capa del sistema de humedales para la Cuenca Río Yaguará se consideraron las categorías enumeradas en el Anexo IA. (Clasificación de Humedales) de la Resolución 196 de 2006 “Por la cual se adopta la guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales en Colombia ”. Acorde a lo descrito en la resolución se tomaron los siguientes insumos, los cuerpos de agua del mapa de Coberturas de la Tierra 2023 y ronda hídrica de los cuerpos de agua generadas por el equipo consultor, los humedales del Geo portal SIG-CAM, los sistemas de lagunas y drenajes dobles de la cartografía IGAC escala 1:25.000, y los suelos clase 5h y 8h relacionados con frecuentes inundaciones, estos últimos tomados del componente de capacidad de uso de la tierra del presente estudio.

Para la cuenca la presencia de los ecosistemas de humedales abarca una superficie de 9.063,99 ha, correspondientes al 10,13% del área total de la misma. (Ver Figura 15.12)

**Figura 15.12. Humedales en la cuenca**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Es importante señalar que, dentro de esta categoría, se incluyeron los humedales La Laguna Negra, Blanca y Casa Roja referenciados en el Geo portal SIG-CAM que se relacionan a continuación:

**Tabla 15.3. Humedales SIG-CAM**

Nombre Humedal	Acto Administrativo	Vereda	Municipio	Área (ha)
Laguna Negra	-	Cachimbo	Íquira	1,28
Laguna Blanca	-			0,21
Casa Roja	Acuerdo 021 de 2020	Potrero Grande	Tesalia	2,34

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022 en base a Geo portal SIG-CAM.

#### *Humedal Casa Roja*

Según su respectivo plan de manejo ambiental , el humedal Casa Roja se encuentra ubicado en la vereda Potrero Grande del municipio de Tesalia, su gran espejo de agua, alberga un alto número de especies de aves que enriquecen la biodiversidad de la región, sin embargo, es un ecosistema transformado y erosionado a causa del desarrollo de actividades de ganadería extensiva, que han suprimido las coberturas del suelo de tal forma que no existen coberturas protectoras sobre la ronda y protección del humedal.

De acuerdo a los lineamientos dados por la Convención de Ramsar se determina que corresponde a un humedal de tipo "O" lagos permanentes de agua dulce, el cual posee cerca del 95% de su área inundable totalmente despejada de vegetación por lo cual se evidencia un extenso espejo de agua. Presenta una temperatura promedio de 19°C. El humedal presenta un ICA (índice de calidad de agua) categorizado como bueno con un valor de 76,1. (CAM,2018)

Este ecosistema de origen natural ha sufrido procesos de alteración antrópica que lo han llevado incluso a ser catalogado por la comunidad como un ecosistema artificial, pues la construcción de un dique en su costado este, se ha encargado de almacenar mayores cantidades de agua y por ende ha aumentado el nivel de espejo de agua que anteriormente era evidenciado en este ecosistema. Se encuentra dentro de cuatro predios privados los cuales pertenecen a tres propietarios, quienes han destinado sus tierras para producción ganadera. (CAM,2018).



**Figura 15.13. Humedal Casa Roja**



Fuente: PLAN DE MANEJO AMBIENTAL HUMEDAL CASA ROJA, 2018.

En los recorridos de las rutas de campo realizadas por el equipo consultor se observa un gran impacto de la actividad ganadera sobre el humedal Casa Roja, como se observa en la Figura 15.14 se hace énfasis en el decreciente estado del espejo de agua, cambio en la cobertura vegetal aledaña y eutrofización del humedal.

**Figura 15.14. Humedal Casa Roja 2023**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022, Fotografía 2023

En general dentro del análisis para la cuenca río Yaguará, la totalidad del área del humedal se encuentra dentro de la cuenca, es decir, 2,34 ha. Se puede observar que estas áreas están directamente relacionadas con las que áreas correspondientes a la capacidad de uso del suelo, lo que resalta su importancia como prestadores de bienes, al funcionar como

abastecedores de agua; representan gran importancia dentro de los ecosistemas estratégicos por lo cual su adecuado uso se vuelve primordial.

#### **15.5.2. Paramos: Páramo del Nevado Huila, Moras**

Según la Resolución 182 de 2018 mediante el cual se establece la reglamentación paramo del nevado del Huila, Moras. Se declara la trascendencia del páramo tanto para las comunidades indígenas y afrodescendientes que habitan esta región, como para las poblaciones aledañas a este, no solo por su gran aporte hidrológico, biológico y ecológico, sino también por ser un gran soporte frente a la realización de procesos productivos. Se encuentra en jurisdicciones de los municipios de Corinto, Jambaló, Miranda, Páez, Silvia y Toribío, en el departamento del Cauca; Íquira, Palermo, Santa María y Teruel en el departamento del Huila, y Planadas y Rioblanco, en el departamento de Tolima y Florida, en el departamento del Valle del Cauca, por una extensión de 147.186,45 hectáreas.

Este páramo cuenta con una gran diversidad de fauna y flora, catalogado como el ecosistema tipo paramo más rico en especies de mamíferos en la cordillera central; teniendo en cuenta que es el hábitat de más de 80 especies, dentro de las que se encuentran el oso de anteojos, el tigrillo, el ocelote, la danta de montaña y el león de montaña, animales que actualmente se encuentran en peligro de extinción.

[illegible]

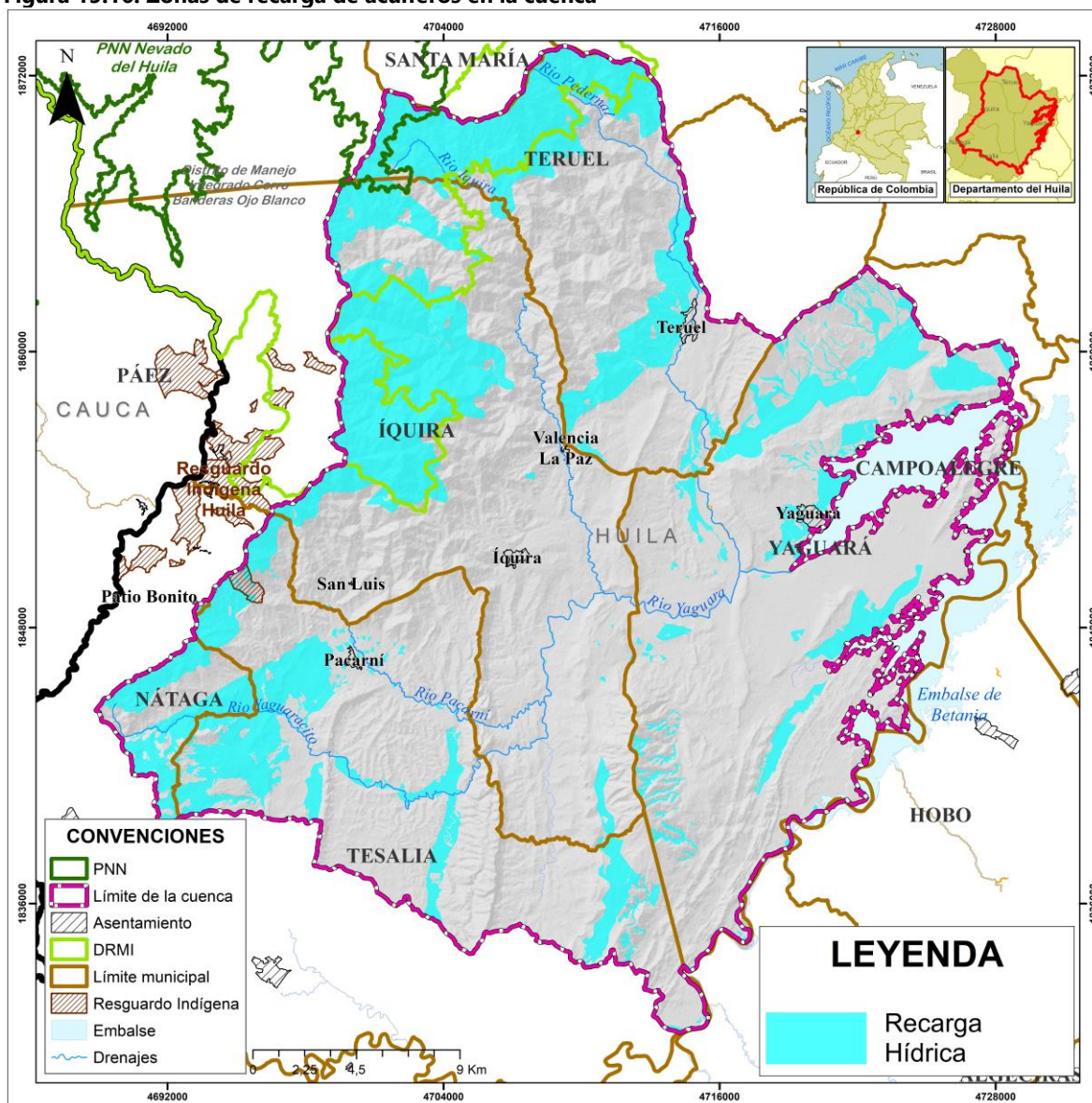
En relación a la cuenca Rio Yaguará, la presencia del Páramo Nevado del Huila, Moras abarca una superficie de 493,03 ha correspondientes al 0,55% del área total de la cuenca hidrográfica. (Ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**)

La recarga a un acuífero puede definirse como el agua en la zona saturada que alcanza las reservas subterráneas. Esta entrada se da de dos maneras: la primera por un movimiento descendente del agua debido a la fuerza de gravedad y la segunda se presenta luego del movimiento horizontal del flujo debido a las diferentes condiciones hidráulicas de las capas que constituyen el perfil del suelo. La recarga a un acuífero puede darse naturalmente



debido a la precipitación, a las aguas superficiales, es decir, a través de ríos y lagos, o por medio de transferencias desde otras unidades hidrogeológicas o acuíferos; pero también puede darse de manera artificial producto de actividades como la irrigación, fugas de redes de abastecimiento o por infiltraciones de embalses y depósitos (Balek, 1988; Custodio, 1997; Simmers, 1990; Lerner, 1990; Samper, 1997).

**Figura 15.16. Zonas de recarga de acuíferos en la cuenca**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

La determinación de zonas de recarga de acuíferos se genera a partir del componente de hidrogeología del presente proyecto de consultoría teniendo en cuenta las áreas con recarga alta. En general para la cuenca del río Yaguará se determinaron 22.636,52 ha correspondientes al 25,3% del total del área de la cuenca (Figura 15.16). Se puede observar



que estas zonas están directamente relacionadas con las que corresponden a capacidad de uso del suelo, lo que resalta su importancia como prestadores de bienes, al funcionar como abastecedores de agua; representan gran importancia dentro de los ecosistemas estratégicos y su adecuado uso se vuelve primordial.

#### **15.5.4. Otras subzonas de importancia ambiental identificadas de interés para la protección de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en la cuenca**

Para la determinación de ecosistemas estratégicos en las áreas de importancia ambiental se incluyeron las áreas de conservación y protección ambiental, aquellas que deben ser objeto de especial protección ambiental y hacen parte de la estructura ecológica principal y deben presentar medidas que garanticen su conservación y protección para el POMCA, por lo cual se consideraron las relacionadas con: los boques, las rondas hídricas y las clases de suelos de aptitud de uso denominadas clase 8.

##### **15.5.4.1. Bosques**

Esta capa se obtuvo a partir de la interpretación de las coberturas de la tierra para el año 2023 de la cuenca con la metodología Corine Land Cover y realizada el equipo técnico consultor. Se refiere a todas aquellas coberturas que no presenta una intervención aparente, de estas se excluye la plantación forestal, las áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva, la vegetación secundaria o en transición, tierras desnudas o degradadas, para efectos de zonificación solo se tomaron las coberturas denominadas como bosques densos y bosques de galería o ripario.

Para la cuenca se identificaron 11.824,36 ha de bosque natural, correspondiente al 13,2% del área total de la misma (Figura 15.17).

[illegible]

#### 15.5.4.2. Rondas hídricas

Las Rondas Hídricas son áreas de importancia especial ya que ecológicamente son zonas donde los intercambios de aguas diferentes como, sedimentos y nutrientes que permiten la interacción de los procesos físicos, químicos y biológicos a lo largo de las o la cuenca según su estudio. Se podría plantear de la misma manera como el espacio mínimo que debe tener un manejo ambiental que permita el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales para evitar a futuro la generación de condiciones de riesgo.



La determinación del área de rondas hídricas se realizó a partir del levantamiento de un buffer de 30 m de los cuerpos de agua presentes en la cuenca, como resultado se obtuvieron 2.828,95 ha correspondiente al 3,16% del total del área de la cuenca (Figura 15.18).

**CONVENCIONES**

- PNN
- Límite de la cuenca
- Asentamiento
- DRMI
- Límite municipal
- Resguardo Indígena
- Embalse
- Drenajes

**LEYENDA**

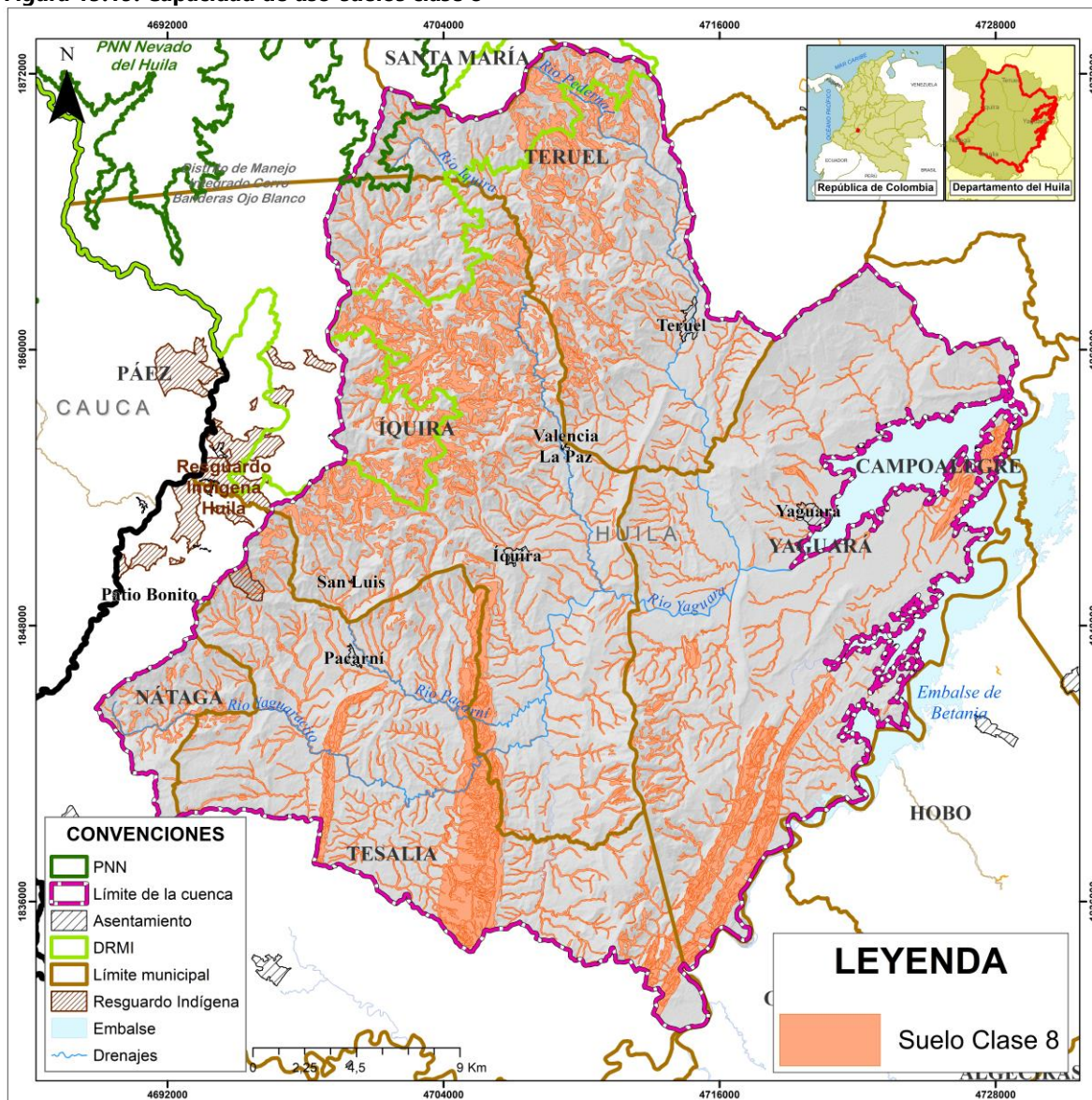
Ronda Hídrica

Carrera 51B N° 82 - 254, Piso 2, Oficina 26,  
C.C. Bahía, Barranquilla D.E.I.P.  
Correo electrónico: [yaquara@ecocialt.com](mailto:yaquara@ecocialt.com)

### 15.5.4.3. Suelos Clase 8

El Artículo 35 de la Ley 388 de 1997 define los suelos de protección como aquellos que, por sus características geográficas, paisajísticas o ambientales, o que hagan parte de las zonas de utilidad pública para la ubicación de infraestructura de servicios públicos o áreas de amenaza y riesgo no mitigable, tienen restringida la posibilidad de urbanizarse. La protección de suelos se categoriza en el Decreto 3600 de 2007 en: Áreas de conservación y protección ambiental, Áreas para la producción agrícola y ganadera y de explotación de recursos naturales, Áreas e inmuebles considerados como patrimonio cultural, Áreas del sistema de servicios públicos domiciliarios, Áreas de amenaza y riesgo.

**Figura 15.19. Capacidad de uso-suelos clase 8**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.



Los suelos de la Clase 8 están definidos solamente para conservación pues tienen restricciones fuertes de clima, pedregosidad, textura y estructura del suelo, salinidad o acidez extrema, drenaje totalmente impedido, clase a la cual pertenecen páramos, nevados, desiertos, playas, pantanos, paisajes de estoraques que solo tiene usos con fines paisajísticos, recreacionales y de conservación. Los suelos clase 8 presentan las limitaciones más severas, en tal virtud deben destinarse a la protección de la vegetación natural existente, con miras a la conservación de las cuencas hidrográficas y la vida silvestre.

Conforme a lo anterior se tienen para la cuenca 17.999,62 ha correspondientes a este tipo de áreas que ocupan un 20,12% de la totalidad de la cuenca; para su determinación se utilizaron las clases 8 de la capacidad de uso de la tierra elaborada por el equipo técnico definiendo su uso principal los Sistemas forestales protectores (FPR) (Figura 15.19).

## **15.6. Áreas con reglamentación especial**

Son deberes constitucionales del Estado proteger las riquezas naturales, la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica, planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su conservación y restauración, así como prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental.

Así se cita el artículo 308 "Es área de manejo especial la que se delimita para administración, manejo y protección del ambiente y de los recursos naturales renovables.", Artículo. 309" La creación de las áreas de manejo especial deberá tener objetos determinados y fundarse en estudios ecológicos y económico-sociales.", Artículo 310" Teniendo en cuenta factores ambientales o socioeconómicos, podrán crearse distritos de manejo integrado de recursos naturales renovables, para que constituyan modelos de aprovechamiento racional, dentro de esos distritos se permitirán actividades económicas controladas, investigativas, educativas y recreativas" y artículo 311 "Podrán crearse áreas de recreación urbanas y rurales principalmente destinadas a la recreación y a las actividades deportivas".

Dentro de las áreas de reglamentación especial que se consideraron las áreas de patrimonio cultural, arqueológico y los territorios de comunidades étnicas (indígenas y afrocolombianas).

### **15.6.1. Territorios Étnicos**

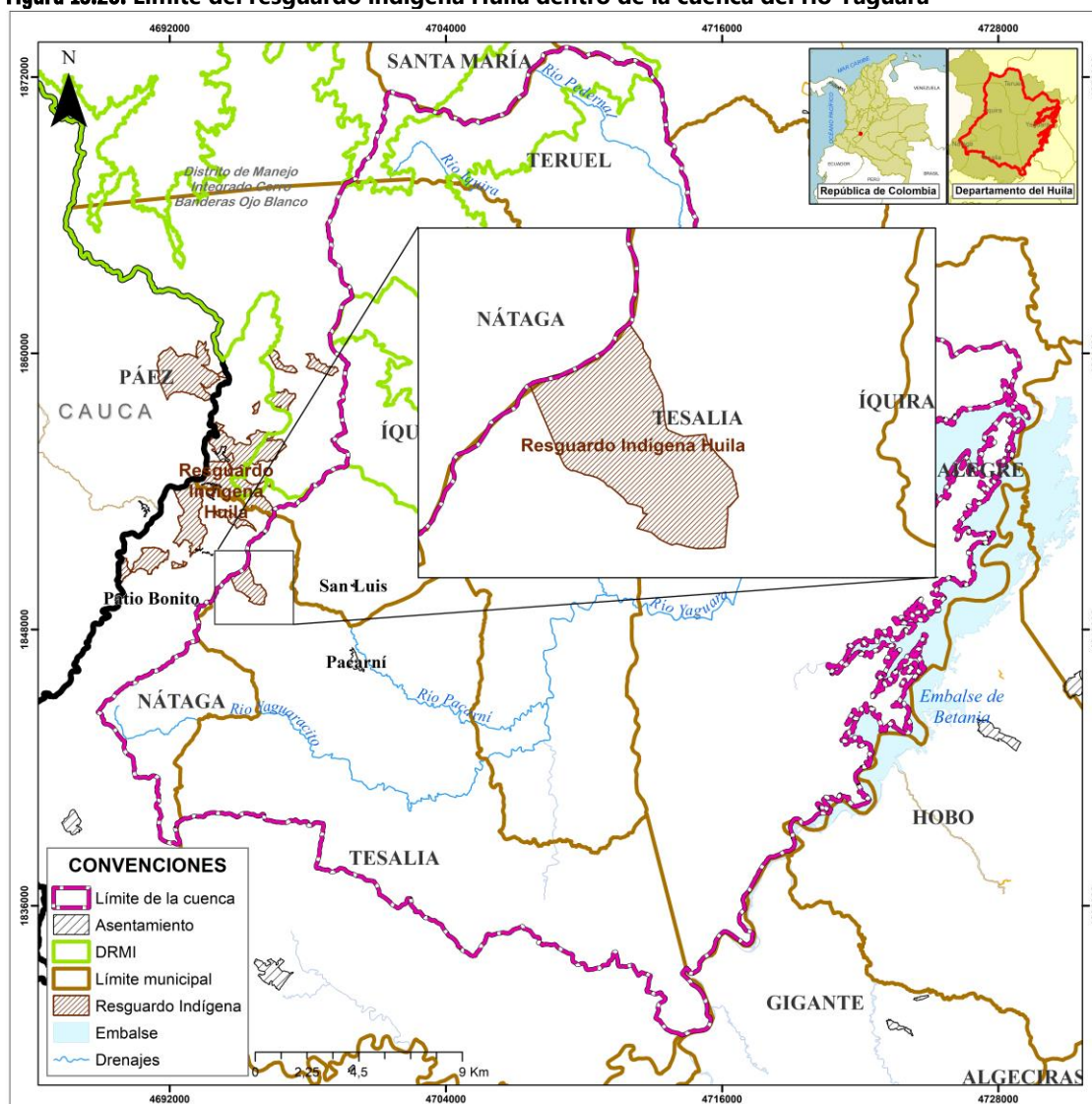
Para los territorios indígenas la legislación nacional otorga a los indígenas el derecho sobre los territorios ancestralmente ocupados, su aprovechamiento y el uso de los recursos naturales. La legitimización y reconocimiento de las tierras se hace bajo la figura jurídica de Resguardos Indígenas en propiedad colectiva de la misma, con carácter imprescriptible e inembargable.

Entre las disposiciones legales más importantes que reconocen el derecho sobre los territorios existe la Ley 89 de 1890, que hace aportes fundamentales a la protección y

conservación de los pueblos indígenas y sus territorios. La Ley 60 de 1916 dio facultades para demarcar los territorios habitados por indígenas que se consideraban baldíos. Más tarde la Ley 135 de 1961 (Reforma Social Agraria), indica en su Artículo 29 que "... no podrán hacerse adjudicaciones de tierras baldías que estén ocupados por indígenas, si no es con aceptación de la División de Asuntos Indígenas".

Dentro de la cuenca del río Yaguará se encuentra ubicado el resguardo indígena Huila de la etnia Nasa/Páez con 132,01 ha en el municipio de Tesalia correspondiente al 0,15% del área total de la cuenca, fue reconocido como institución legal, territorial y sociopolítica de carácter especial mediante la Resolución No. 008 del 21 de julio de 2003, ver Figura 15.20.

**Figura 15.20. Límite del resguardo indígena Huila dentro de la cuenca del río Yaguará**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

### 15.7. Análisis Porcentual

Dentro del análisis y caracterización de ecosistemas y áreas estratégicas para la Cuenca Río Yaguará y con base en la información desarrollada en los numerales anteriores se establece de manera particular la presencia o no de estos tipos de áreas, lo cual se muestra de manera explícita en la Tabla 15.4. Además, se incluyen los cálculos de los porcentajes generales de todas estas áreas estratégicas incluyendo las áreas protegidas del SINAP, las áreas complementarias para la conservación, las áreas de importancia ambiental y las áreas con reglamentación especial que fueron definidas anteriormente.

**Tabla 15.4. Análisis de áreas y ecosistemas estratégicos en la cuenca**

Tipo	Categoría	Área total del ecosistema (ha)	Área dentro de la cuenca (ha)	Porcentaje dentro de la cuenca (%)
Áreas protegidas del SINAP	Parque Nacional Natural Nevado del Huila	158.000	540,32	0,60%
	Distrito Regional de Manejo Integrado Cerro Banderas -Ojo Blanco	22.073	7.762,48	8,68%
	Reserva natural de la sociedad civil El Viche.	425	425	0,47%
Áreas complementarias para la conservación	Reserva de la Biósfera Cinturón Andino	2.374.557	43.178,82	48,26%
	AICA PNN Nevado del Huila	158.000	306,46	0,34%
	Prioridades de Conservación Nacional CONPES 3680 de 2010	14.187.130	13.833,57	15,46%
	Parque Natural Municipal de Tesalia	1.028,12	1.813,61	2,03%
	Parque Natural Municipal de Nátaga	785,5	1.028,12	1,15%
	Predios de Conservación Teruel	314,24	314,24	0,35%
	Reserva forestal Loma de la Hocha	1200,57	1200,57	1,34%
	Reserva forestal La Cuchilla de Upar	985,36	985,36	1,10%
	Reserva forestal Finca San Pedro	375,09	375,09	0,42%
Áreas de importancia ambiental	Humedales	9.063,99	9.063,99	10,13%
	Páramo del Nevado Huila, Moras	147.186	493,03	0,55%
	Zona de recarga de acuíferos	22.636,52	22.636,52	25,30%
	Bosques	11.824,36	11.824,36	13,22%
	Rondas hídricas	2.828,95	2.828,95	3,16%
Áreas con reglamentación especial	Suelos clase 8	17.999,62	17.999,62	20,12%
	Territorios étnicos	1.838	132,01	0,15%
<b>Área de la cuenca río Yaguará</b>		<b>89.476,60</b>		

Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

Se identificó dentro de las áreas protegidas por el SINAP el Parque Nacional Natural Nevado del Huila como ecosistema estratégico ocupando 540,32 ha dentro de la cuenca, es decir, el 0,6 % del total de la misma, el DRMI Cerro Banderas -Ojo Blanco (8,68%) y la RNSC El Viche ocupando el 0,47% del área de la cuenca.

De acuerdo al análisis porcentual, cabe resaltar que dentro de las áreas complementarias para la conservación se encuentran las áreas de Reserva de la Biósfera Cinturón Andino (48,2% del total de la cuenca), el AICA PNN Nevado del Huila (0,34% del total de la cuenca), las áreas con Prioridades de Conservación Nacional CONPES 3680 de 2010 (5,46% del total de la cuenca) y los Parques Naturales Municipales de Tesalia y Nátaga ocupando 2,03% y 1,15% respectivamente. Además de los predios de conservación de fuentes de nacimientos de agua en el municipio de Teruel con el 0,35% del área de la cuenca y las áreas de conservación y protección del municipio de Yaguará en relación a las de reserva forestal se tienen: Loma de la Hocha con el 1,34%, La cuchilla de Upar con el 1,1% y la Finca San Pedro ocupa un 0,42% del área dentro de la cuenca.

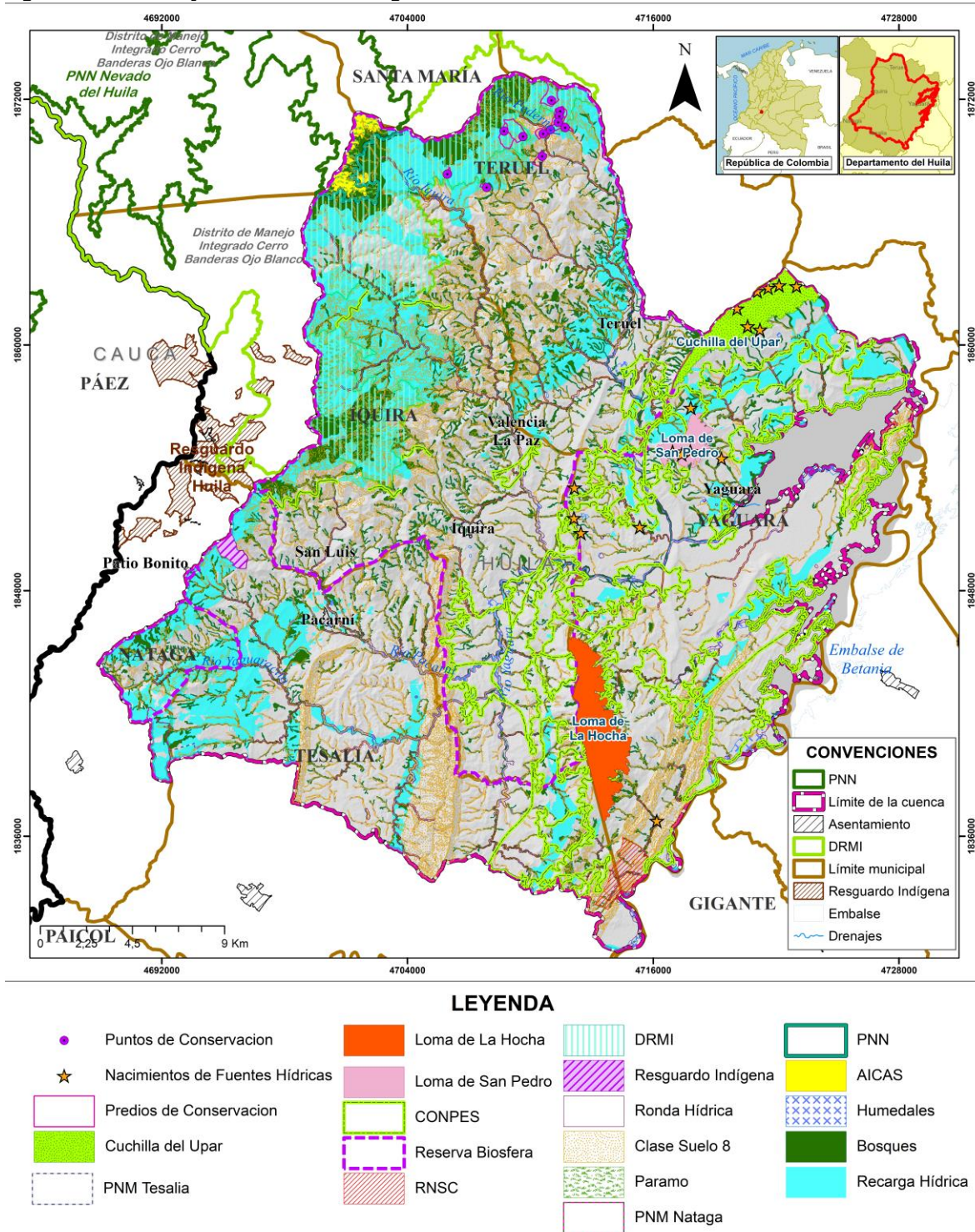
Dentro de las áreas de importancia ambiental se encuentran integradas por: Humedales (10,13%), Páramo del Nevado Huila, Moras (0,55), Zonas de recarga (25,3%), Bosques (13,2%), Rondas hídricas (3,16%) y Suelos Clase 8 (20,12%).

El área con reglamentación especial se encuentra constituido por el territorio étnico resguardo indígena Huila con apenas 132,01Ha.

La distribución espacial de las áreas y ecosistemas estraticos para la Cuenca Rio Yaguará se observan en la Figura 15.21.



**Figura 15.21. Áreas y ecosistemas estratégicos en la cuenca**



Fuente: Consorcio Quebrada Yaguará 2022.

El análisis de los diferentes aspectos ecosistémicos y de las áreas especiales dentro del territorio de la Cuenca Río Yaguará como está establecido en los alcances técnicos del presente estudio PMAM, recapitula y concluye como objetivo mantener la estructura y función de los ecosistemas, mantener los recursos naturales renovables y garantizar la disponibilidad del recurso hídrico.

## BIBLIOGRAFÍA

Acuerdo No. 044 de 2013, Por medio del cual se adopta la reformulación general del Esquema de Ordenamiento Territorial EOT del municipio de Yaguará (Huila).

Acuerdo No. 007 de 2021, Por medio del cual se aprueba el Esquema de Ordenamiento Territorial EOT del municipio de Teruel (Huila).

Alcántara Ayala, Irasema. (2000). Landslides: ¿deslizamientos o movimientos del terreno? Definición, clasificaciones y terminología. Investigaciones geográficas, (41), 7-25. Recuperado en 26 de mayo de 2023, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-46112000000100002&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112000000100002&lng=es&tlng=es).

ALIADAS PARA EL PROGRESO SAS (2016). Estudio de impacto ambiental para el contrato de concesión santana-mocoa-neiva. Unidad funcional 3 variante gigante PLGI-A-000. Colombia: ALIADAS PARA EL PROGRESO.

Álvarez, J., Linares, E. (1984). Edad K/Ar del plutón granitoide de La Plata, Departamento del Huila, Colombia. Geología Norandina, No. 7, pp. 35-38

Arcila, M. García, J., Montejó, J., Eraso, J., Valcarcel, J., Mora, M., Viganò, D., Pagani, M. y Díaz, F. (2020). Modelo nacional de amenaza sísmica para Colombia. Bogotá: Servicio Geológico Colombiano y Fundación Global Earthquake Model <https://doi.org/10.32685/9789585279469>.

Bieniawski, Z. (1979). "Tunnel design by Rock Mass Classifications". Stare University. U.S. Technical Report, GL-7919, 131pp.

Bieniawski, Z. (1989). Engineering Rock Mass Classifications: A complete manual for engineers and geologists in mining, civil, and petroleum engineering. New York: John Wiley & Sons.

BirdLife International (2023) Important Bird Area factsheet: Parque Nacional Natural Nevado del Huila. Downloaded from <http://datazone.birdlife.org/site/factsheet/parque-nacional-natural-nevado-del-huila-iba-colombia> on 10/08/2023.

Bonilla Celis, E. (2021-10-27). Cartografía y Petrografía de las Migmatitas de las Minas, Cordillera Central de Colombia: Implicaciones en su evolución y caracterización del grado de fusión parcial. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

CAIB, s.f. Recuperado de: <https://www.caib.es/sites/salutambiental/es/nitrats-26197/#:~:text=Es%20una%20sal%20qu%C3%ADmica%20derivada,el%20agua%20y%20el%20suelo.>

CAM-Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (2019). Evaluación Regional del Agua (ERA, Huila, 2019)

CAM-Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (2018). Plan de manejo ambiental Humedal Casa Roja, Tesalia, Huila.

CAN, 2005. COMUNIDAD ANDINA. Manual de Estadísticas Ambientales. CAN: Santa Cruz de la Sierra, 2005. p. 31-45.  
<https://www.intagri.com/articulos/agua-riego/la-alcalinidad-del-agua-y-su-efecto-en-los-sustratos>

Carlos J. Morales et al, (2001). Geología de la plancha 345 CAMPOALEGRA a escala 1:100.000. Bogotá.

Carvajal Perico. (2012). "Propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia". Bogotá D.C, 2012. Servicio geológico colombiano.

Cediel, F., R. P. Shaw, and C. Cáceres, (2003). Tectonic assembly of the Northern Andean Block.

Chow, V.T. (1994). Hidráulica de canales abiertos

Collazos, P., Montaña, X., (2012). Manual de aguas subterráneas. Facultad de ciencias, Universidad de la Republica. Montivideo, Paraguay.

Dearman, W.R. (1976). Weathering classification in the characterisation of rock: a revision. Bulletin of the International Association of Engineering Geology 13, 123 – 127.

Dearman, W.R. (1991). Engineering Geological Mapping. Butterworth – Heinemann, Oxford.

Decreto 1640 (2012). Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible -MADS, 2 de agosto de 2012.

Deere, D.U., Patton F.D. (1971). Slope stability in residual soils. En Proc., Fourth Pan American Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Puerto Rico. Vol. 1, Pág. 87-170.

Del Carmen Espinosa-Lloréns, M., León-Hernández, Y., & Rodríguez-Petit, X. (2013). Problemática de la determinación de especies nitrogenadas(nitrógeno total y amoniacal) en



aguas residuales. Revista CENIC. Ciencias Químicas, 44, 1-12.  
<http://www.redalyc.org/pdf/1816/181629303001.pdf>

Fallas, J. 2007. Modelos Digitales De Elevación. Teoría, Métodos de Interpolación y Aplicaciones. Costa Rica.  
[https://www.academia.edu/35199035/Modelos\\_digitales\\_de\\_elevaci%C3%B3n\\_Teor%C3%A1Da\\_m%C3%A9todos\\_de\\_interpolaci%C3%B3n\\_y\\_aplicaciones](https://www.academia.edu/35199035/Modelos_digitales_de_elevaci%C3%B3n_Teor%C3%A1Da_m%C3%A9todos_de_interpolaci%C3%B3n_y_aplicaciones)

F. Bell. (1999). Geological hazards. Their assessment, avoidance and mitigation. E & FN SPON. London and New York: An Inprint of Routledge.

Ferreria, P., Nuñez, A. & Rodríguez, M. (1998). Geología de Plancha 323 – Neiva. Escala 1:100.000. SGC.

García D, Prieto D, Prieto G, J López, Páez I, Sánchez C Bogotá D.C., diciembre de 2010 CARACTERIZACIÓN LITOGEOQUÍMICA DE GRANITOIDES EN EL MACIZO DE GARZÓN.

Germán Marquíñez et. al., (2002). Mapa geológico de Colombia Plancha 344 TESALIA a escala 1:100.000. Bogotá.

Gobernación del Departamento del Huila. 2020. Evaluación de Tierras para el Departamento del Huila. <https://www.huila.gov.co/documentos/1339/evaluacion-de-tierras/>.

Gómez, J., Morales, C., Marquinez, G. & Velandia, F. (1999). Geología de Plancha 322 – Santa María. Escala 1:100.000. SGC.

González de Vallejo, L.I. (2002). Ingeniería geológica, Pearsons Educación ISBN 8420531049, 9788420531045, 715 pp.

Goyenola, G. (2007). Guía para la utilización de las Valijas Viajeras. Red de Monitoreo Ambiental de Sistemas Acuáticos. Recuperado de [http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso\\_2007/cartillas/tematicas/OD.pdf](http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso_2007/cartillas/tematicas/OD.pdf)

GUERRERO J, SARMIENTO G, NAVARRETE R (2000): The Stratigraphy of the W Side of the Cretaceous Colombian Basin in the Upper Magdalena Valley. Reevaluation of Selected Areas and Type Localities Including Aipe, Guaduas, Ortega, and Piedras. GEOLOGIA COLOMBIANA 25, Pgs. 45-110, 12 Pl., 5 Figs., 6 Tabl., 1 Microp. App.: 6 Pl.

Haan, C. T. (Charles Thomas), 1941. (2002). Statistical methods in hydrology. Ames, Iowa : Iowa State Press.

HIMAT. (1990). *Técnicas estadísticas aplicadas en el manejo de datos hidrológico y meteorológicos*. Bogotá D.E., Colombia: HIMAT

Horton, R. E. (1945). Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. Bulletin of the Geological Society of America. (56), 275 - 370.

IDEAM. (2013). Zonificación y Codificación de Unidades Hidrográficas e Hidrogeológicas de Colombia, Bogotá, D. C., Colombia. Publicación aprobada por el Comité de Comunicaciones y Publicaciones del IDEAM, noviembre de 2013, Bogotá, D. C., Colombia.

IGAC (2018). Sistema de clasificación geomorfológica aplicado a los levantamientos de suelos. IGAC.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). 2021. Clasificación de Las Tierras por su Capacidad De Uso. [https://www.igac.gov.co/sites/igac.gov.co/files/in-gag-pc05-02\\_clasificacion\\_de\\_las\\_tierras\\_por\\_su\\_capacidad\\_de\\_uso.pdf](https://www.igac.gov.co/sites/igac.gov.co/files/in-gag-pc05-02_clasificacion_de_las_tierras_por_su_capacidad_de_uso.pdf).

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). 1994. Estudio General de Suelos del departamento del Huila. [http://biblioteca.igac.gov.co/janium-bin/busqueda\\_rapida.pl?Id=20211118143854](http://biblioteca.igac.gov.co/janium-bin/busqueda_rapida.pl?Id=20211118143854).

ISRM (1981). Suggested methods for rock characterization, testing and monitoring. ISRM suggested methods. Ed. E.T. Brown. Pergamon Press.

Jorge G. (2003). Levantamiento Geológico Plancha 322 SANTA MARÍA a escala 1:100.000. Bogotá.

Linsley, R., Kohler, M., Paulhus, J., Serra, M., & Aparicio, F. (1977). Hidrología para ingenieros. Mc Graw Hill.

Marquinez, G., Morales, C. & Nuñez, A. (2006). Geología de Plancha 344 – Tesalia. Escala 1:100.000. SGC.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS (2014). Guía técnica para la formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas. Bogotá D.C.: MADS, 101 p.

Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2014. Enfoque metodológico para la elaboración de mapas de capacidad de uso de las tierras aplicados en los POMCA. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Anexo-28.-Enfoque-metodologico-para-la-elaboracion-de-mapas-de-capacidad-de-uso-de-las-tierras-aplicados-en-los-POMCA.pdf>

MOJICA, J. & FRANCO, R. (1990): Estructura y Evolución Tectónica del Valle Medio y Superior del Magdalena. - Geol. Colombiana 17, pp.41-64, 14 figs., 2 Tablas, Bogotá.

Mojica, J., & Macia, C., (1987). Nota preliminar sobre la ocurrencia de improntas de vertebrados (Batrachopussp) en sedimentitas de la Formación Saldaña, región de Prado Dolores, Valle Superior del Magdalena, Colombia. Ceol colombiana, No. 16, pp 89 – 94. Bogotá.

NACIONES UNIDAS (UN). Glosario de Términos Ambientales, citado por COMUNIDAD ANDINA. Manual de Estadísticas Ambientales. CAN: Santa Cruz de la Sierra, 2005. p 31-45. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6162/5/Investigacion.pdf>

NTC 4611. (2011). Información Geográfica. Metadato Geográfico. Bogotá, D.C: ICONTEC 2011. 14 p.

NTC 5043. (2010). Información Geográfica. Conceptos Básicos de Calidad de los Datos Geográficos. Bogotá, D.C: ICONTEC 2010. 31 p.

Organización Meteorológica Mundial (2018). *Guía de prácticas climatológicas*. Ginebra, Suiza: OMM.

Pabón C, J.D. (2011). El Cambio Climático en el Territorio de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca.

POD Huila (2019). Plan de Ordenamiento Territorial Departamental Etapa de Diagnóstico Territorial. Contrato de Consultoría No. 1029 de 2019 Consultor: CONSORCIO POT HUILA 2019

Poveda, G. (2004). La hidroclimatología de Colombia: Una síntesis desde la escala interdecadal hasta la escala diurna. Rev. Acad. Colomb. Cienc., 201-222.

Resolución 471 (2020). Por medio de la cual se establecen las especificaciones técnicas mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica oficial de Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC, 14 de mayo de 2020.

Resolución 529 (2020). Por medio de la cual se modifica la Resolución 471 de 2020 "Por medio de la cual se establecen las especificaciones técnicas mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica oficial de Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC, 05 de junio de 2020.

Reyes A, B. F. (2010). Guía básica para la caracterización morfométrica de cuencas hidrográficas. Valle del Cauca: Universidad del Valle.

Rodríguez-Esquivel, C.E.; Sánchez-Quiñónez, C.A. (2021). Evidencias de metamorfismo de bajo grado y caracterización petrográfica de la Formación El Hígado, Sur del Huila, Colombia. Boletín de Geología, 43(1), 77-97. <https://doi.org/10.18273/revbol.v43n1-2021004>

Rodríguez, G. et al, (2003). Geología de las planchas: 367 Gigante, 368 San Vicente del Caguán, 389 Timaná, 390 Puerto Rico, 391 Lusitania (parte noroccidental) y 414 El Doncello. Departamentos de Caquetá y Huila, Escala 1:100.000. Bogotá.

Ruiz, Isabel; Álvarez Juan; Soto, M. (2016). El Potencial De La Digestión Anaerobia En El Tratamiento De Aguas Residuales Urbanas Y Efluentes De Baja Carga Orgánica. ResearchGate, 38(November), 1–12.

Suares, J., (1998). Deslizamiento y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales. Instituto de Investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos.

SGC, (2012). Propuesta metodológica sistemática para la generación de mapas geomorfológicos analíticos aplicados a la zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1:100.000. Bogotá D.C.

Servicio Geológico Colombiano. 2017. Guía Metodológica para La Zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa Escala 1: 25.000. [https://www2.sgc.gov.co/Archivos/GM\(2017\).pdf](https://www2.sgc.gov.co/Archivos/GM(2017).pdf).

(SGC & GEM, 2018). "Modelo Nacional de Amenaza sísmica de Colombia. Servicio Geológico Colombiano (SGC) – Grupo de Amenaza Sísmica. Fundación Global Earthquake Model (GEM). 196 pp.

SGC, (2020). <https://www2.sgc.gov.co/sgc/mapas/Documents/PDF%20DESCRIPCION/Mapasdeintensidadinstrumental.pdf>

Servicio geológico colombiano, (2015). Propuesta metodológica sistemática para la generación de mapas geomorfológicos analíticos aplicados a la zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1:100.000. Bogotá D.C.

Servicio geológico colombiano. (2017) "Guía metodológica para la zonificación de amenaza por movimientos en masa". Bogotá, 2017.

Taboada, A. Dimaté, C. y Fuenzalida, A. (1998). Sismotectónica de Colombia: deformación continental activa y subducción. Santafé de Bogotá, Colombia.

Tecnal s.f [https://tecnal.com.br/es/blog/215\\_dqo\\_vs\\_dbo](https://tecnal.com.br/es/blog/215_dqo_vs_dbo)

Teixeira Correia, G., Sánchez Ortiz, I. A., Gebara, D., Dall'Aglio Sobrinho, M., & Matsumoto, T. (2013). Remoción de fósforo de diferentes aguas residuales en reactores aeróbios de lecho fluidizado trifásico con circulación interna. Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia, (67), 172-182.



Témez, J. (1978). Cálculo hidrometeorológico de Caudales Máximos en Pequeñas cuencas Naturales. Madrid, España: Dirección General de Carreteras.

Toussain y Restrepo (1993). Evolución geológica durante el Cretácico Universidad Nacional de Colombia.

UCM, 2015. Universidad Complutense de Madrid, Recuperado de: <https://www.ucm.es/data/cont/docs/952-2015-02-14-pH%20f.pdf>

UDELAR, s.f. Aguas urbanas. Universidad de la República Uruguay <https://www.aguasurbanas.ei.udelar.edu.uy/>

Unmsm, s.f. Recuperado de: [https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/tesis/basic/marchand\\_p\\_e/anteced.htm#:~:text=Los%20coliformes%20fecales%20\(termorresistentes\)%20se,Citrobacter%20\(EASTON%2C%201998\).](https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/tesis/basic/marchand_p_e/anteced.htm#:~:text=Los%20coliformes%20fecales%20(termorresistentes)%20se,Citrobacter%20(EASTON%2C%201998).)

USGS, s.f. United States Geological Survey. La ciencia del agua para escuelas: nitrógeno. Recuperado de: <https://water.usgs.gov/gotita/urbannitrogen.html#:~:text=en%20la%20calidad%20del%20agua,del%20drenaje%20y%20los%20fertilizantes>

Vargas R. y Díaz M. (1998). *Curvas sintéticas regionalizadas de Intensidad-Duración-Frecuencia para Colombia*. Bogotá D.C., Colombia: Universidad de los Andes.

Varnes, D. (1978). Slope movements, types and processes. In R. L. Schuster and R. J. Krises editions, Landslides, analysis and control. Transportation Res. Board. Washington. Special report 179.

Velandia, F., Morales, C., Caicedo, A. & Nuñez, A. (2000). Geología de Plancha 345 – Campoalegre. Escala 1:100.000. SGC

Velandia P. et al, (2001). Mapa geológico del departamento del Huila, Escala 1:300.000. Bogotá.

Vélez Upegui, J., & Botero Gutiérrez, A. (2011). Estimación del tiempo de concentración y tiempo de rezago en la cuenca experimental urbana de la quebrada San Luis, Manizales. Medellín: Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín.

Ven Te Chow, J., Maidment, D., & Mays, L. (1994). Hidrología aplicada. Mc Graw Hill.

Viessman, W., & Lewis, G. (2003). Introduction to Hydrology. NJ, USA: 5ta Ed. Prentice Hall.

Viessman, W. (1977). Introduction to Hydrology. New York: Harper and Row Publisher.

Walter, H. (1997). *Zonas de vegetación y clima: Breve exposición desde el punto de vista causal y global*. Barcelona, España: Ed. Omega, 245 p.

Yan, Z., Peñuelas, J., Sardans, J., et al. (2016). "Phosphorus accumulates faster than nitrogen globally in freshwater ecosystems under anthropogenic impacts". *Ecology Letters*. 19: 1237–1246.