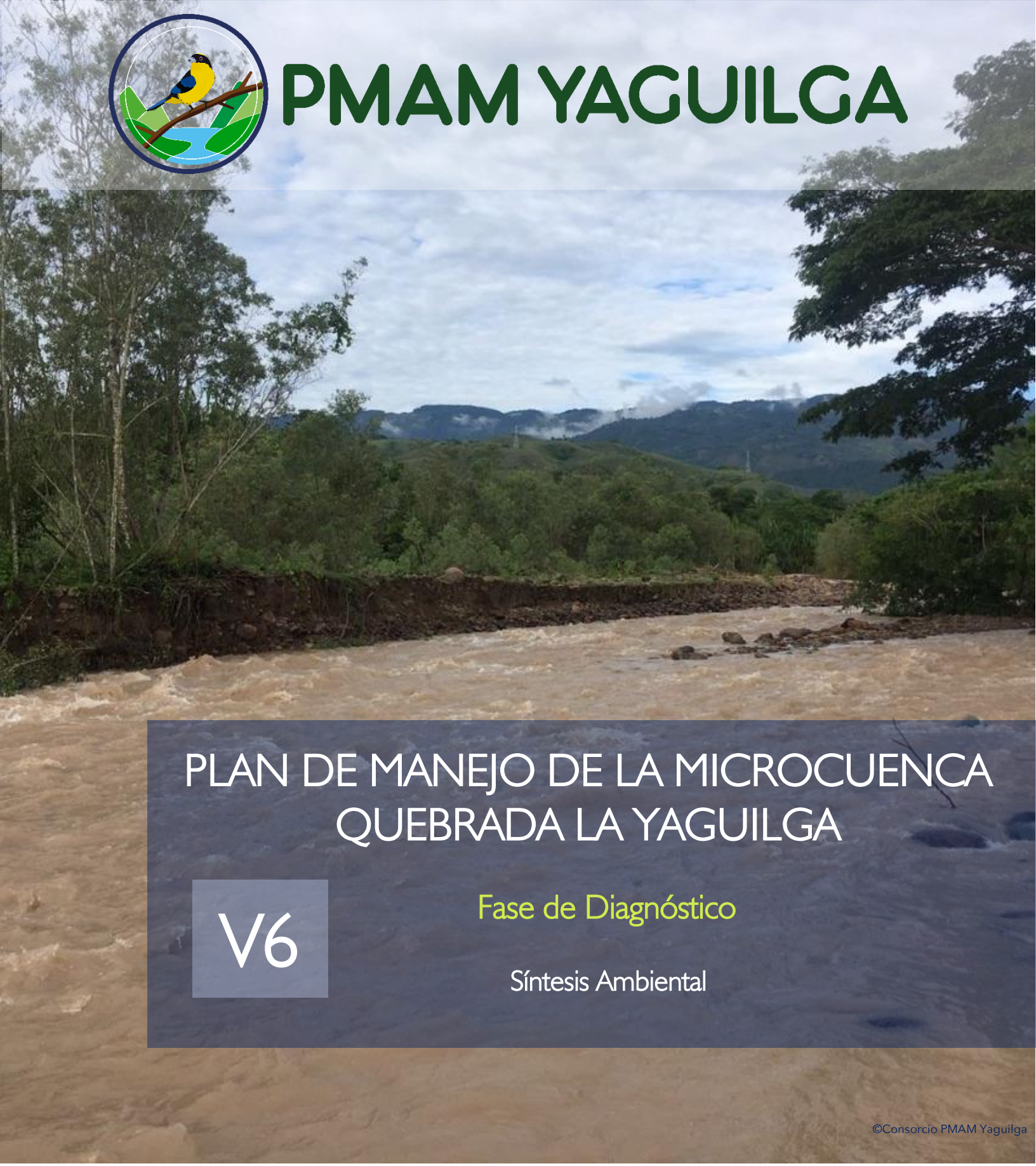
PMAM YAGUILGA



PLAN DE MANEJO DE LA MICROCUENCA QUEBRADA LA YAGUILGA

V6

Fase de Diagnóstico

Síntesis Ambiental

©Consorcio PMAM Yaguilga

cam Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena ¡Cuida tu naturaleza!

Huila Territorio de vida, sostenibilidad y desarrollo

Opita de Corazón

Consorcio PMAM Yaguilga 2021

2022

PMAM YAGUILGA

Título del Documento: Fase de Diagnóstico - Síntesis Ambiental

Código del Documento: 2021-CPY-F2-SAM-V02

REGISTRO DE APROBACIÓN:

VERSIÓN	ELABORÓ:	REVISÓ:	FECHA:
02	**Grupo técnico**	**Jorge Arrieta P.**	16/11/2022
	CONSORCIO PMAM YAGUILGA	Coordinador Técnico	

REGISTRO DE MODIFICACIONES:

REVISIÓN		DESCRIPCIÓN DE LAS MODIFICACIONES
Número	**Fecha**	
01	05/09/2022	N.A.
02	16/11/2022	Se incorporan ajustes según observaciones de oficio ONFA-SC-22-106

Este reporte ha sido preparado por el CONSORCIO PMAM YAGUILGA 2021 con un conocimiento razonable, con el cuidado y la diligencia establecidos en los términos del Contrato de Consultoría N° 150 de 2021 suscrito con la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena - CAM.

Este documento es de manejo confidencial con la CAM, por tal razón el CONSORCIO PMAM YAGUILGA no acepta cualquier responsabilidad en absoluto, si otros tienen acceso a parte o

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

TABLA DE CONTENIDO i
LISTA DE FIGURAS ii
LISTA DE TABLAS iii
1. ANÁLISIS DE CONFLICTOS 2
1.1. Conflicto por la disponibilidad del recurso hídrico: oferta y demanda 2
1.2. Contaminación de las fuentes de abastecimiento de acueducto 4
1.3. Conflicto por el uso de los recursos naturales 7
1.4. Conflictos por la ocupación del territorio, asociados a los riesgos 9
2. SÍNTESIS DE LAS PROBLEMÁTICAS DE LA MICROCUENCA 11
2.1. Conflicto por el uso de los recursos naturales renovables 12
2.1.1. Conflicto por uso del suelo 12
2.1.2. Conflicto por uso del recurso hídrico 19
2.1.3. Conflicto en ecosistemas de importancia ambiental 23
2.2. Conflicto por disponibilidad del recurso hídrico: oferta y demanda 27
2.3. Contaminación de las fuentes abastecedoras de acueductos 31
2.4. Conflictos por la ocupación del territorio, asociada a los riesgos 34
3. CONSOLIDACIÓN DE LA LÍNEA BASE DE INDICADORES 40
3.1. Componente Físico - biótico 40
3.1.1. Hidrología 40
3.1.2. Calidad del Agua 50
3.1.3. Cobertura y Uso de la Tierra 58
3.1.4. Ecosistemas Estratégicos 68
3.1.5. Edafología 76
3.2. Componente Socioeconómico 79
3.2.1. Sistema Social 79
3.3. Componente Gestión del Riesgo 86
3.3.1. Porcentaje de zonas de amenaza (alta y media) 86

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 2.1. Esquema metodológico para la evaluación de conflictos por uso de la tierra 12
Figura 2.2. Intensidades relativas de uso agroforestal o ganadero 13
Figura 2.3. Distribución espacial de usos potenciales del suelo..... 15
Figura 2.4. Distribución porcentual de usos potenciales del suelo 15
Figura 2.5. Distribución porcentual de usos actuales 16
Figura 2.6. Distribución espacial de usos actuales 17
Figura 2.7. Distribución espacial de los conflictos por uso del suelo 18
Figura 2.8. Índice por uso del agua, condición normal 20
Figura 2.9. Índice de uso del agua, condición seca 21
Figura 2.10. IACAL para la microcuenca de la Quebrada La Yaguilga 22
Figura 2.11. Conflicto por uso del agua para la microcuenca de la quebrada La Yaguilga 23
Figura 2.12. Esquema metodológico para la evaluación de conflictos por pérdida de cobertura en áreas de importancia ambiental..... 24
Figura 2.13. Tasa de cambio de las coberturas naturales (2015-2021) 25
Figura 2.14. Índice de Fragmentación 25
Figura 2.15. Índice de vegetación remanente 26
Figura 2.16. Índice de ambiente crítico 26
Figura 2.17. Conflicto por pérdida de cobertura en ecosistemas estratégicos 27
Figura 2.18. Índice de aridez..... 28
Figura 2.19. Índice de Retención y Regulación hídrica 29
Figura 2.20. Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico. 30
Figura 2.21. ICA – condición hidroclimática normal..... 32
Figura 2.22. ICA – condición hidroclimática seca 32
Figura 2.23. Escenario de riesgo por movimientos en masa 35
Figura 2.24. Escenario de riesgo por inundación 35
Figura 2.25. Escenario de riesgo por avenidas torrenciales..... 36
Figura 2.26. Escenario de riesgo por incendios de la cobertura vegetal 37
Figura 2.27. Degradación de los suelos por erosión..... 38
Figura 2.28. Escenario de riesgo por desertificación 39
Figura 3.1. Índice de Aridez 41
Figura 3.2. Índice de Uso de Agua por subcuenca en condiciones hidroclimáticas normales..... 43

Figura 3.3. Índice de Uso de Agua por subcuenca en condiciones hidroclimáticas secas 44
Figura 3.4. Índice de Retención y Regulación Hídrica 47
Figura 3.5. Índice de Vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico. 49
Figura 3.6. Espacialización ICA - Condiciones Secas 52
Figura 3.7. Espacialización ICA – Condiciones normales 54
Figura 3.8. Alteración Potencial de la Calidad del Agua en condiciones normales y secas 58
Figura 3.9. Tasa de cambio de cobertura natural 60
Figura 3.10. Índice de vegetación remanente (IVR) 62
Figura 3.11. índice de fragmentación 64
Figura 3.12. Índice de Presión Demográfica 66
Figura 3.13. Índice de ambiente crítico 68
Figura 3.14. Áreas protegidas del SINAP 70
Figura 3.15. Distribución áreas con estrategia de conservación 72
Figura 3.16. Ecosistemas estratégicos presentes en la cuenca 74
Figura 3.17. Índice del Estado actual de las coberturas naturales 76
Figura 3.18. Distribución porcentual de los conflictos por uso del suelo en la microcuenca de la quebrada La Yaguilga. 78
Figura 3.19. Distribución espacial de los conflictos por uso de las tierras 78
Figura 3.20. Usos actuales de orientación productiva en el área de la cuenca hidrográfica 86
Figura 3.21. Áreas bajo amenaza por movimientos en masa 88
Figura 3.22. Áreas bajo amenaza por inundaciones 89
Figura 3.23. Áreas bajo amenaza por incendios forestales 90
Figura 3.24. Áreas bajo amenaza por avenidas torrenciales 91

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 2.1. Matriz para la evaluación de conflictos por uso del recurso hídrico 19
Tabla 2.2. Matriz de calificación de conflicto 24
Tabla 2.3. Resultado del Índice de Calidad Biológica del agua (BMWP/Col) – Condición hidroclimática normal 33
Tabla 2.4. Resultado del Índice de Calidad Biológica del agua (BMWP/Col) – Condición hidroclimática seca 33
Tabla 3.1. Índice de uso de agua para la cuenca de la Quebrada La Yaguilga. 45

Tabla 3.2. Índice de retención y Regulación Hídrica. 46
Tabla 3.3. Índice de Vulnerabilidad al desabastecimiento. 49
Tabla 3.4. Resultados ICA -condiciones secas 51
Tabla 3.5. Resultados ICA -condiciones normales 53
Tabla 3.6. Alteración Potencial de la Calidad del Agua en condiciones normales 57
Tabla 3.7. Alteración Potencial de la Calidad del Agua en condiciones secas 57
Tabla 3.8. Distribución áreas con estrategia de conservación 71
Tabla 3.9. Ecosistemas estratégicos presentes en la cuenca 73
Tabla 3.10. Densidad poblacional microcuenca Quebrada La Yaguilga – Municipio de El Agrado 80
Tabla 3.11. Densidad poblacional microcuenca Quebrada La Yaguilga – Municipio de El Pital 80
Tabla 3.12. Tasa de crecimiento, El Agrado 2018-2035 82
Tabla 3.13. Tasa de crecimiento, El Pital 2018-2035 82
Tabla 3.14. Porcentaje de área por sectores económicos 85
Tabla 3.15. Área según condición de amenaza por movimientos en masa 87
Tabla 3.16. Área según condición de amenaza por incendios de la cobertura vegetal 90
Tabla 3.17. Área según condición de amenaza por avenidas torrenciales 91

INTRODUCCIÓN

En el marco de la Formulación de los Planes de Manejo Ambiental de Microcuencas, una vez se ha efectuado el análisis de la información obtenida durante la Fase de Diagnóstico, en la cual se caracterizó la problemática ambiental de la unidad hidrográfica en estudio, se estructura la síntesis ambiental que soporta el análisis integral de la situación actual de la microcuenca. Este análisis integral aborda no solo el estado de la microcuenca desde sus condiciones biofísicas, sino también como se relacionan estos elementos bióticos y abióticos con las dinámicas socioculturales y económicas.

Para ese análisis integral, dando continuidad a lo presentado en el Volumen 5 "Identificación Definitiva de la Problemática Crítica de la Microcuenca, este documento presenta en primer lugar el análisis de los conflictos evaluados en los demás documentos de la Fase de Diagnóstico, para luego abordar la síntesis del estado actual de la microcuenca con base en las problemáticas definidas por el MADS, y finalmente se hace la consolidación de los indicadores de línea base para la microcuenca que integran los elementos más relevantes del análisis de cada una de esas problemáticas según lo descrito en la Guía Metodológica para la Formulación de los Planes de Manejo Ambiental de Microcuencas reglamentada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible mediante Resolución 566 de 2018.

1. ANÁLISIS DE CONFLICTOS

De acuerdo con documentos metodológicos desarrollados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, se recomienda que el análisis de los conflictos que se presentan por las interacciones socioambientales en una unidad geográfica de análisis comprenda como mínimo los siguientes elementos (Minambiente y Ecofondo, 1998, citado por MADS, 2014):

- La identificación y definición del conflicto, en donde se reconozcan las causas del mismo, los actores involucrados y sus posiciones en la situación;
- El contexto biogeográfico, donde se establezca la ubicación especial y territorial del conflicto, la descripción de los ecosistemas involucrados y los efectos de ese conflicto en el medio natural con énfasis en los recursos naturales renovables
- El contexto social, que incluya aspectos comunitarios y poblacionales que intervienen en el conflicto, y sus relaciones y acciones en torno a esa problemática.

Con base en los productos del Diagnóstico para la microcuenca de la Quebrada La Yaguilga, se presenta a continuación el análisis condensado de los conflictos identificados según la Resolución 566 de 2018 y su Guía Metodológica. En lo que respecta al conflicto por uso de los recursos naturales solo se abordará el análisis para los conflictos por el uso del suelo y los ecosistemas estratégicos, ya que el conflicto por uso del agua, de acuerdo con la Guía metodológica del MADS es el resultado combinado de los conflictos por disponibilidad del recurso hídrico y la contaminación de las fuentes abastecedoras de los acueductos.

1.1. Conflicto por la disponibilidad del recurso hídrico: oferta y demanda

Identificación del conflicto	El conflicto por la disponibilidad del recurso hídrico, para el caso de las microcuencas, está relacionado con el equilibrio existente entre la oferta -condicionada por las características climáticas, geomorfológicas, cobertura vegetal y de suelos, principalmente- y la demanda -representada por los diferentes usos que los actores de la microcuenca hacen del agua. En este caso se presenta un conflicto por disponibilidad del recurso hídrico que se expresa en una vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico entre moderada a muy alta en todas las subcuencas de la quebrada La Yaguilga. Las áreas con mayor presión por este conflicto son aquellas en las que se presenta aridez climática moderada, y tienen períodos secos de entre 2 y 3 meses durante el año.

Causas y explicación básica	El conflicto tiene como principales causas las siguientes: ❖ El clima de la parte baja de la cuenca cuenta con menores precipitaciones y un clima más cálido, lo que lleva a que se presente una aridez moderada, y en algunas partes no se tengan excedentes de agua hacia la atmósfera que ayuden a mantener la humedad ambiental. ❖ En la parte alta y media de la cuenca se concentra un número importante de concesiones y captaciones de agua, lo que reduce la oferta regional disponible en la parte baja. ❖ La microcuenca tiene una baja capacidad de retención y regulación hídrica, por lo que los caudales tienden a mantenerse la mayor parte del tiempo en un nivel bajo, y elevándose rápidamente durante los eventos de precipitación ❖ La demanda hídrica antrópica en esa zona supera el 50% de la oferta hídrica disponible, lo cual ya se considera una alerta frente al sostenimiento de la oferta en el mediano y corto plazo. ❖ Aun cuando se tiene un número considerable de concesiones otorgadas por la CAM, estas han sido otorgadas sobre una estimación de la oferta hídrica, sin que se cuente con un monitoreo real de los caudales de las corrientes abastecedoras. Adicionalmente, aún persiste el consumo no regulado de agua en varios sectores, lo que presiona todavía más el recurso hídrico disponible.
Aspectos Cuantitativos	El 21,97% del área de la microcuenca presenta una vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico muy alta; el 32,10%, alta; y el 45,93%, una vulnerabilidad moderada.
Historia del proceso	Desde su consolidación como centros poblados a finales del siglo XVIII, los municipios de El Pital y El Agrado han sido tradicionalmente agropecuarios. Después de mediados de los años 1950, el crecimiento de la producción primaria empezó a tomar las características que mantiene aún hoy día: una estructura productiva básica, con una tecnificación muy baja o nula, que se fundamenta en el cultivo de café y frutales, y en las actividades de ganadería, con un esquema de tenencia de la tierra esencialmente minifundista. La abundancia de corrientes, originalmente con buena oferta hídrica, favoreció el asentamiento de estos pequeños productores, cuyas familias han mantenido los mismos patrones de producción, extendiendo las áreas transformadas al punto que hoy esas representan cerca del 70% del área total de la microcuenca.
Actores y sectores sociales involucrados	Asociaciones de acueductos, pequeños y medianos productores agropecuarios de la zona, autoridad ambiental.
Posiciones de los actores	Aunque existe una fuerte preocupación por parte de grupos de actores comunitarios frente a una futura escasez de recurso hídrico, estos se ubican en su mayor parte hacia la parte alta y media de la cuenca donde el conflicto solo tiene actualmente un nivel moderado. En la zona baja, el conflicto se desvía más hacia la tensión existente con EMGESA como operador del embalse de El Quimbo, proyecto hidroeléctrico al que se le atribuyen un buen número de impactos ambientales sin que, desde la perspectiva de los actores, exista una compensación ambiental apropiada.

	No obstante, las comunidades tienen la expectativa de mantener sus esquemas productivos tradicionales; reconocen el papel benéfico que puede traer la implementación de mejores prácticas agropecuarias, pero las condiciones socioeconómicas y de apoyo técnico no son las necesarias para haber iniciado ya una transformación económica orientada a un mejor aprovechamiento de los recursos naturales En cuanto a la autoridad ambiental, la posición se ha centrado en la regularización de las concesiones hídricas, lo cual es percibido negativamente por una parte de los actores comunitarios que ven a la Corporación como un generador de multas y sanciones. Aunque se cuenta con la reglamentación actualizada de la Quebrada La Yaguilga (resolución 1041 de 2020) no se cuenta con una red de monitoreo al recurso hídrico en operación, que permita hacer un mejor seguimiento del balance entre la oferta y la demanda.
Intereses	Pese a las diversas percepciones del conflicto, todas tienden a converger hacia la necesidad de conservar el recurso hídrico, como sustento de la vida y la producción en las comunidades de la microcuenca, tanto urbanas como rurales, y también como una fuente importante para la hidroeléctrica de El Quimbo. Es precisamente en esto último donde sí se evidencia una tensión entre intereses, ya que las comunidades consideran que EMGESA solo se preocupa por lucrarse con la generación de energía, pero no apoya a las comunidades, especialmente en la parte alta, a conservar los ecosistemas estratégicos que sostienen la oferta hídrica en la cuenca.
Impactos ambientales	❖ Reducción de la oferta hídrica disponible por una demanda moderada a alta en algunos sectores de la cuenca. ❖ Degradación ecosistémica por falta de agua suficiente para el sostenimiento de la flora y la fauna.
Marco normativo y político	Como ya se mencionó, la CAM, en el marco de las funciones que le otorga la Ley y normativa vigente, actualizó la reglamentación de los usos y aprovechamientos de las aguas de la corriente hídrica Yaguilga y sus principales tributarios que discurren por los municipios del El Pital y El Agrado, por medio de la resolución No. 1041 del 23 de junio de 2020. Estas concesiones están basadas en un censo de usuarios y la estimación de la oferta hídrica de las corrientes a partir de los datos de la Evaluación Regional del Agua para el departamento del Huila, realizada por la misma Corporación; sin embargo, dicha oferta es estimada y no corresponde al monitoreo real de las corrientes de la microcuenca.

1.2. Contaminación de las fuentes de abastecimiento de acueducto

Identificación del conflicto	Este conflicto se presenta debido a las cargas de materia orgánica, sólidos en suspensión, macronutrientes, y otros agentes contaminantes que deterioran la calidad de las corrientes hídricas de

	la microcuenca; situación de especial consideración si se toma en cuenta que esas mismas corrientes son la fuente de captación de los acueductos municipales y veredales, estos últimos sin ningún sistema de tratamiento previo al consumo en las actividades domésticas o agropecuarias.
Causas y explicación básica	El conflicto se presenta debido a: ❖ Las deficiencias en saneamiento básico, que llevan a que las aguas residuales domésticas, tanto urbanas como rurales, sean vertidas sin tratamiento -o con tratamiento deficiente como en el caso del casco urbano de El Agrado-, aportando materia orgánica y microorganismos enteropatógenos al agua. ❖ El progresivo deterioro del suelo en varias zonas de la cuenca lleva a la necesidad de un mayor uso de fertilizantes y agroquímicos, cuyos residuales son arrastrados por las escorrentías difusas hasta llegar a los cuerpos de agua de la Cuenca. ❖ Una actividad productiva importante es el beneficio de café, el cual genera aguas residuales que actualmente no están siendo tratadas en los beneficiaderos de la microcuenca
Aspectos Cuantitativos	El 100% de la microcuenca presenta un índice de alteración potencial de la calidad de agua muy alto. En los monitoreos de calidad de agua se observó que solo dos (2) estaciones de las nueve (9) mantuvieron su calidad fisicoquímica-microbiológica en un valor aceptable, y corresponden a las zonas más altas de la microcuenca (quebrada las Minas y cerca del nacimiento de la Quebrada La Yaguilga). En las demás estaciones, para una condición de baja precipitación, la calidad es regular; cuando la precipitación es más alta, la calidad estará en función de la escorrentía local y de la presencia de vertimientos directos o difusos en el área de influencia de la estación de monitoreo. En cuanto a calidad hidrobiológica, todas las estaciones mostraron como resultado aguas con poco contenido de nutrientes (principalmente fósforo) y con presencia de material sólido suspendido, lo cual favorece solo algunos grupos de macroinvertebrados como parte de la comunidad hidrobiótica en la microcuenca.
Historia del proceso	Desde su consolidación como centros poblados a finales del siglo XVIII, los municipios de El Pital y El Agrado han sido tradicionalmente agropecuarios. Después de mediados de los años 1950, el crecimiento de la producción primaria empezó a tomar las características que mantiene aún hoy día: una estructura productiva básica, con una tecnificación muy baja o nula, que se fundamenta en el cultivo de café y frutales, y en las actividades de ganadería, con un esquema de tenencia de la tierra esencialmente minifundista. El bajo nivel de tecnificación no solo se observa en la producción sino en las condiciones de las viviendas, las cuales en el área rural carecen en su mayoría de sistemas descentralizados para el manejo de las aguas residuales domésticas, y en las zonas urbanas no hay o no

	operan adecuadamente los sistemas de tratamiento de las aguas residuales.
Actores y sectores sociales involucrados	Asociaciones de acueductos, población urbana y rural en general, pequeños y medianos productores agropecuarios de la zona, autoridad ambiental.
Posiciones de los actores	En el área rural, la preocupación es generalizada ya que reconocen las implicaciones de que sus sistemas de captación no cuenten con tratamiento previo al consumo, sabiendo que aguas arriba se desarrollan actividades domésticas y productivas cuyas aguas residuales no son manejadas. Manifiestan, también, que se les han ofrecido ayudas, pero los sistemas no funcionan adecuadamente y no son complementados con un acompañamiento técnico que facilite la transferencia de conocimiento sobre su operación y mantenimiento. A nivel urbano, la principal preocupación la manifiestan los habitantes del casco urbano de El Agrado, ya que critican constantemente el hecho de que el municipio de El Pital no cuente con una planta de tratamiento de aguas residuales para el manejo de los vertimientos de su alcantarillado urbano, el cual vierte las aguas directamente a la Quebrada Yaguilga, aguas arriba de la cabecera de El Agrado. En lo que compete al sector productivo, por una parte, los agricultores y ganaderos no son conscientes de la ocurrencia e impacto de las escorrentías difusas en las áreas de siembra y pastoreo, las cuales tienen cargas significativas de acuerdo con la estimación realizada para el PMAM. En cuanto al beneficio de café, los productores manifiestan que falta apoyo del Estado y las instituciones pertinentes para la inversión y asistencia técnica en el diseño y montaje de los sistemas de tratamiento de las aguas residuales del beneficio. La autoridad ambiental, ha centrado su actuación en el monitoreo, solo en puntos muy específicos, de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua.
Intereses	De parte de los campesinos/productores de la microcuenca, el interés se centra en recibir el apoyo técnico y financiero para poder hacer la instalación de sistemas de manejo de las aguas residuales domésticas y del beneficio del café; reconocen la contaminación que se genera en ellas, pero manifiestan que no cuentan con los recursos ni el conocimiento suficientes para la compra de insumos, instalación y operación eficiente de tales sistemas.
Impactos ambientales	❖ Afectaciones a la biota acuática por alteración de la calidad del agua. ❖ Deterioro ecosistémico por los niveles de contaminantes específicos. ❖ Problemas potenciales de salud pública por el consumo de agua con niveles no adecuados de contaminación fisicoquímica y microbiológica

Marco normativo y político	La Corporación mediante Resoluciones 825 de 2006 y 2445 de 2013 estableció los objetivos de calidad para las corrientes hídricas de su jurisdicción.

1.3. Conflicto por el uso de los recursos naturales

Identificación del conflicto	El conflicto por el uso de los recursos naturales se divide según los 3 recursos básicos: suelo, agua, y biodiversidad en ecosistemas estratégicos; sin embargo, el conflicto por el uso del agua se compone de los conflictos entre oferta y demanda hídrica y los conflictos por contaminación los cuales fueron analizados en secciones anteriores. El conflicto por uso de la tierra está relacionado con el aprovechamiento inadecuado de los suelos, de acuerdo con su capacidad de uso. De acuerdo con la evaluación realizada, el conflicto se presenta tanto por sobreutilización como por subutilización. Las áreas con subutilización se localizan en la parte alta de la microcuenca, dentro del polígono del DRMI Serranía de Las Minas, así como en las zonas de abanicos entre las cabeceras urbanas municipales y en las planicies cercanas a la desembocadura de la quebrada La Yaguilga en el embalse el Quimbo; las áreas en sobreutilización están diseminadas por toda la Cuenca, extendiéndose principalmente por las áreas más elevadas de los sistemas montañosos existentes. De otra parte, los conflictos por ecosistemas de importancia ambiental se manifiestan en la pérdida de cobertura natural en ecosistemas estratégicos. Este tipo de conflicto se presenta en toda la microcuenca, siendo el área ligeramente menos afectada la de los tributarios directos a la quebrada La Yaguilga entre las quebradas El Cusco y La Galda, y el área más afectada la correspondiente a la Quebrada Las Olleras
Causas y explicación básica	Estos conflictos por el uso del suelo y los ecosistemas estratégicos se presentan debido a: ❖ La expansión de la frontera agrícola hacia áreas que no tienen una adecuada vocación para la incorporación de cultivos permanentes como el café y frutales, así como la actividad pecuaria. ❖ Falta de regulación y acción institucional en la delimitación y restricción de uso para las rondas hídricas.
Aspectos Cuantitativos	A nivel general, el 49% de la microcuenca presenta conflicto por sobreutlización de los suelos, y las áreas con conflicto por subutilización representan otro 17% del total. En cuanto a la pérdida de cobertura natural en ecosistemas estratégicos, toda la cuenca tiene presencia de este conflicto, expresado en solo un 21,1% de vegetación natural remanente; se presenta el caso crítico de la Quebrada las Olleras donde la

	vegetación natural remanente representa solo el 11% del área de la subcuenca.
Historia del proceso	Como se ha mencionado, los municipios de la microcuenca tienen una tradición de más de medio siglo de uso de la tierra para actividades primarias de agricultura (café y frutales) y ganadería, con un nivel muy bajo de tecnificación. El crecimiento demográfico junto con el interés de los productores de obtener mayores rendimientos económicos, los ha llevado a extender los cultivos hasta invadir las áreas de los ecosistemas estratégicos como las rondas hídricas, humedales y ecosistemas altoandinos que tradicionalmente eran corredores biológicos entre la Cordillera Central y el río Magdalena.
Actores y sectores sociales involucrados	Asociaciones de campesinos, población rural en general, pequeños y medianos productores agropecuarios de la zona, autoridad ambiental.
Posiciones de los actores	Los pequeños productores rurales, quienes debido al modelo minifundista de tenencia de la tierra tienen una participación bastante alta en este conflicto, tienen posiciones divididas. De una parte, los líderes comunitarios, que generalmente forman parte de las juntas de acueductos de sus respectivas veredas, reconocen las afectaciones por la pérdida de la cobertura natural en el área de los ecosistemas estratégicos, especialmente las rondas; por la otra, hay miembros de la comunidad, con propiedades dedicadas a la agricultura y ganadería, que no se han vinculado activamente en la gobernanza del agua pero cuentan con nacimientos y paso de quebradas en sus predios, y no protegen las áreas estratégicas del recurso hídrico. Hay otro grupo de población rural que se encuentra en una posición intermedia, ya que son conscientes de la necesidad de cuidar las rondas hídricas, pero su predio es tan pequeño que para tener una rentabilidad en sus cultivos han optado por la siembra en la totalidad de sus tierras. En cuanto a los conflictos por uso de las tierras, la posición general es de desconocimiento, aunque sí perciben los efectos de este conflicto dada la pérdida gradual de productividad del suelo lo que los ha llevado a un mayor uso de fertilizantes y agroquímicos para mantener el rendimiento de las cosechas. Por parte de la autoridad ambiental, la posición ha sido moderadamente pasiva y con tendencia reactiva ya que su intervención se ha limitado a la concesión de permisos ambientales, y a la aplicación ocasional de sanciones ante la denuncia por parte de la comunidad frente a contingencias ambientales. Adicionalmente no existe a la fecha reglamentación de los límites de las rondas hídricas que permitan su adecuada conservación.
Intereses	El conflicto se centra en intereses económicos ya que los productores se enfocan en las ganancias directas que tienen los productores primarios generando mercancía con comercio a nivel local, regional y nacional, además que las técnicas productivas están bastante arraigadas en el modelo cultural de los habitantes de la microcuenca

Impactos ambientales	❖ Degradación ecosistémica y pérdida de la biodiversidad en ecosistemas estratégicos y rondas hídricas. ❖ Potencial agotamiento de la capacidad productiva de los suelos de la Cuenca en las áreas con sobreexplotación. ❖ Pérdida de la capacidad de soporte ambiental de la cuenca.
Marco normativo y político	Actualmente, si bien el marco normativo ambiental establece desde el Decreto 2811 de 1974 reglamentación relacionada con el carácter inembargable e imprescriptible del Estado en las rondas hídricas, a la fecha no existe ningún instrumento regulatorio por parte de la autoridad ambiental que delimite y aplique efectivamente la protección de las rondas hídricas, y mucho menos ha entrado a aplicarse lo reglamentado por el Decreto 2245 de 2017 en cuanto al acotamiento de las rondas.

1.4. Conflictos por la ocupación del territorio, asociados a los riesgos

Identificación del conflicto	Los conflictos de ocupación asociados a los riesgos aparecen cuando se desarrollan asentamientos o actividades productivas en áreas bajo condiciones importantes de amenaza por eventos hidrometeorológicos extremos como movimientos en masa, inundaciones, avenidas torrenciales, incendios de la cobertura vegetal, entre otros. En términos generales, los conflictos asociados a los riesgos presentan un nivel moderado en la microcuenca, principalmente debido a la alta proporción de áreas bajo amenaza por incendios de la cobertura vegetal, el cual se ve incrementado por la transformación intensiva de las coberturas naturales. De los demás eventos amenazantes analizados, el segundo en prioridad corresponde a los movimientos en masa -resultantes de la degradación del suelo, especialmente por procesos erosivos-, seguido de las inundaciones y, por último, las avenidas torrenciales.
Causas y explicación básica	El conflicto se presenta debido a la expansión de la frontera agrícola en un modelo minifundista de tenencia de la tierra, lo que ocasiona por una parte una transformación más acelerada de las coberturas naturales, y por otra, que los campesinos no tengan más opción que desarrollar sus actividades aún en zonas de amenaza ya que no tienen tierras suficientes para producir solo en las áreas seguras.
Aspectos Cuantitativos	A nivel de la microcuenca, se presentan las siguientes proporciones de área bajo escenario de riesgo medio y alto según el evento amenazante: ❖ Incendios: 5,10% en riesgo alto, 52,57% en riesgo moderado. ❖ Movimientos en masa: 3,54% en riesgo alto, 16,42% en riesgo moderado. ❖ Inundaciones: 2,88% en riesgo alto, 15,83% en riesgo moderado. ❖ Avenidas torrenciales: 2,37% en riesgo alto, 11,38% en riesgo moderado.
Historia del proceso	Desde de mediados de los años 1950, las condiciones socioeconómicas en el área de la microcuenca fueron propicias para

	la consolidación de los municipios, y con ello, el crecimiento de las familias que ocupaban el territorio, dedicadas tradicionalmente a la agricultura y la ganadería. Esta dinámica llevó en los años siguientes a la división sucesiva de la propiedad hasta terminar en el patrón minifundista dominante, donde cada propietario tiene una pequeña finca donde habita y debe garantizar su sustento a través de la producción, sin poder tener en cuenta el aislamiento de los ecosistemas estratégicos o de las áreas de alto riesgo.
Actores y sectores sociales involucrados	Asociaciones de campesinos, población en general, pequeños y medianos productores agropecuarios de la zona, autoridad ambiental.
Posiciones de los actores	Los habitantes de la microcuenca tienen un conocimiento tradicional de la variabilidad climática y los efectos que esta tiene como detonante de los eventos amenazantes. Podría decirse que el grado de tolerabilidad del riesgo es alto, especialmente si se considera la alta pluviosidad en las zonas altas de la microcuenca, donde es frecuente el desbordamiento de las quebradas y la ocurrencia de pequeños movimientos en masa. En cuanto a los incendios de la cobertura vegetal, no existe tanto reconocimiento de las condiciones de amenaza, ya que no las asocian a la presencia de cultivos y la transformación de las coberturas, especialmente en las zonas donde la condición climática tiende a ser de aridez moderada. De parte de la autoridad ambiental, el trabajo en materia de gestión del riesgo es aún incipiente, y está más enfocado a la necesidad de conservación y protección de ecosistemas estratégicos como las rondas hídricas, o la cobertura natural en zonas de pendiente elevada, aunque no hay instrumentos de reglamentación en estas temáticas.
Intereses	El conflicto se centra en intereses económicos ya que los productores se enfocan en las ganancias directas que tienen los productores primarios generando mercancía con comercio a nivel local, regional y nacional, además que las técnicas productivas están bastante arraigadas en el modelo cultural de los habitantes de la microcuenca
Impactos ambientales	❖ Potenciales pérdidas materiales y amenaza a la vida y salud de las personas. ❖ Pérdida de suelo y biodiversidad relacionada con la disminución de la capacidad de regulación de eventos naturales extremos.
Marco normativo y político	La Ley 1523 de 2012 adopta la Política Nacional de Gestión del riesgo de desastres, y establece como responsabilidad de todas las entidades públicas, privadas y comunitarias el desarrollo y ejecución de los procesos de gestión del riesgo: conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo de desastres; lo anterior en el marco de sus competencias y ámbito de actuación.

2. SÍNTESIS DE LAS PROBLEMÁTICAS DE LA MICROCUENCA

El Decreto 1076 de 2015, en su artículo 2.2.3.1.10.4 establece la necesidad de elaborar el Plan de Manejo Ambiental para una microcuenca, cuando se presenten o prevean como mínimo una de las siguientes condiciones relacionadas con la oferta, demanda, calidad hídrica, riesgo y gobernabilidad:

1. Desequilibrios físicos, químicos o ecológicos del medio natural derivados del aprovechamiento de sus recursos naturales renovables.
2. Degradación de las aguas o de los suelos y en general de los recursos naturales renovables, en su calidad y cantidad, que pueda hacerlos inadecuados para satisfacer los requerimientos del desarrollo sostenible de la comunidad asentada en la microcuenca.
3. Amenazas, vulnerabilidad y riesgos ambientales que puedan afectar los servicios ecosistémicos de la microcuenca, y la calidad de vida de sus habitantes.
4. Cuando la microcuenca sea fuente abastecedora de acueductos y se prevea afectación de la fuente por fenómenos antrópicos o naturales.

Para evaluar la situación de esas posibles situaciones en la microcuenca, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, a través de la Resolución 566 de 2018, reglamentó que debe identificarse y caracterizarse en torno a 4 problemáticas esenciales:

1. Conflicto por el uso de los recursos naturales renovables (suelos, recurso hídrico y ecosistemas estratégicos)
2. Conflicto por la disponibilidad del recurso hídrico: oferta y demanda
3. Conflictos por ocupación del territorio, asociado a los riesgos
4. Contaminación de las fuentes de abastecimiento de acueductos

En esta sección se hace un breve resumen de las variables que permiten caracterizar el estado de cada una de estas problemáticas, de acuerdo con la Guía Metodológica del MADS, a fin de hacer su análisis integrado como soporte de las medidas a definir en la Fase de Formulación.

2.1. Conflicto por el uso de los recursos naturales renovables

2.1.1. Conflicto por uso del suelo

La evaluación del conflicto por uso del suelo se obtiene de contrastar el uso principal deseable de acuerdo con la capacidad agrológica de las tierras, con el uso actual obtenido del análisis de las coberturas de la tierra.

Para tal fin, se aplicó la metodología propuesta por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en la cual se elabora una matriz bidimensional de decisión, donde se confronta cada par de unidades cartográficas de capacidad de uso y cobertura actual en un mismo nivel dentro de la estructura, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 2.1. Esquema metodológico para la evaluación de conflictos por uso de la tierra



Fuente: MinAmbiente (2014)

De la comparación entre la información de capacidad de uso del suelo y cobertura y uso actual de la tierra, se establece la concordancia o discrepancia en el uso; cuando hay concordancia significa que el uso actual de la tierra no presenta conflicto con la vocación de uso, es decir es adecuado. Si hay discrepancia, implica que el uso actual no es el apropiado según la capacidad de la tierra, ya sea por subutilización o sobreutilización, siendo necesario determinar el grado del conflicto con base en la escala de intensidades de uso agroforestal y/o ganadero que se muestra en la Figura 2.2

Figura 2.2. Intensidades relativas de uso agroforestal o ganadero

Usos agrícolas o forestales				Usos Ganaderos	
Uso de la tierra				Uso de la Tierra	
MÁS INTENSO ↑	CTI	Cultivos transitorios intensivos		MÁS INTENSO ↑	PIN	Pastoreo intensivo
	CTS	Cultivos transitorios semi-intensivos			PSI	Pastoreo semi-intensivo
	CPI	Cultivos permanentes intensivos			PEX	Pastoreo extensivo
	CPS	Cultivos permanentes semi-intensivos			SPA	Silvopastoril
	ASP	Agrosilvopastoril			AGS	Agrosilvícola
	SPA	Silvopastoril			FPD	Forestal productor
	AGS	Agrosilvícola			FPR	Forestal protector
	FPD	Forestal productor			CRE	Conservación y/o Recuperación
	FPR	Forestal protector				
	CRE	Conservación y/o Recuperación				

El conflicto, entonces, se clasifica en los siguientes grados:

- **Tierras sin conflicto de uso, o uso adecuado (A):** Bajo esta categoría se califica las unidades cartográficas donde la capacidad de uso de la tierra dominante guarda correspondencia con la vocación de uso principal o con un uso compatible, de modo que no hay deterioro ambiental
- **Tierras con conflicto por subutilización (S):** Ocurre cuando la capacidad de uso de la tierra dominante está en un nivel superior a su intensidad actual de uso, cuando se compara con la vocación de uso principal o la de usos compatibles. Se diferencian tres niveles:
  - **Subutilización ligera (S1):** Tierras cuyo uso actual es muy cercano al uso principal, y por ende a los usos compatibles, pero que se ha evaluado en un (1) nivel de menor intensidad al recomendado.
  - **Subutilización moderada (S2):** Tierras cuyo uso actual está por debajo, en dos niveles de la capacidad de uso de la tierra principal recomendada, según la capacidad de producción de las tierras
  - **Subutilización severa (S3):** tierras cuyo uso actual está muy por debajo, en tres o más niveles de la capacidad de uso de la tierra de uso principal recomendada.
- **Tierras con conflictos por sobreutilización (O):** Calificación dada a las tierras donde el uso actual dominante es más intenso en comparación con la vocación de uso principal natural asignado a las tierras, de acuerdo con sus características agroecológicas. Se diferencian tres niveles:
  - **Sobreutilización ligera (O1):** Tierras cuyo uso actual está cercano al uso principal, pero que se ha evaluado con un (1) nivel de intensidad mayor al recomendado y por ende al de los usos compatibles.
  - **Sobreutilización moderada (O2):** Tierras en las cuales el uso actual se encuentra por encima, en dos niveles, de la capacidad de uso de la tierra principal

recomendada, según la capacidad de producción de las tierras. Es frecuente encontrar rasgos visibles de deterioro de los recursos, en especial la presencia de procesos erosivos activos.

- **Sobreutilización severa (O3):** Tierras en las cuales el uso actual supera en tres o más niveles, la clase de la capacidad de uso de la tierra principal recomendado, presentándose evidencias de degradación avanzada de los recursos, tales como procesos erosivos severos, disminución marcada de la productividad de las tierras, procesos de salinización, entre otros.

Respecto de la capacidad agrológica de los suelos, en la microcuenca de la quebrada La Yaguilga, el mayor porcentaje de estos (36%) tiene potencial para el establecimiento de sistemas forestales productores (FPD), seguido de los cultivos permanentes semiintensivos (CPS – 18%), y en menor medida cultivos transitorios semiintensivos (CTS – 7%) y sistemas agrosilvopastoriles (ASP – 7%). Es importante anotar que el 15% de la cuenca corresponde a suelos con limitaciones tales que deberían ser destinados exclusivamente para la conservación y recuperación de la naturaleza (CRE – 15%). La distribución espacial y porcentual del uso potencial de los suelos en la microcuenca se presenta en la 0 y Figura 2.4

Figura 2.3. Distribución espacial de usos potenciales del suelo

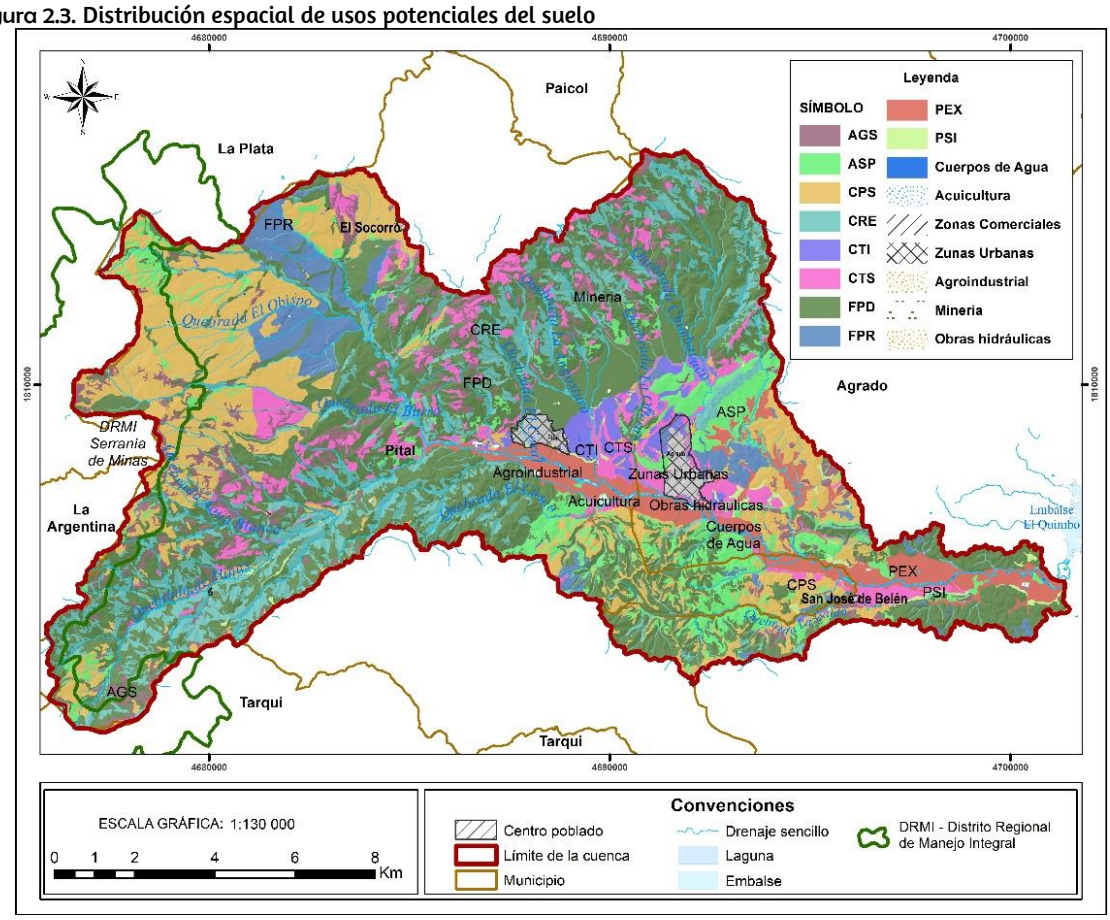
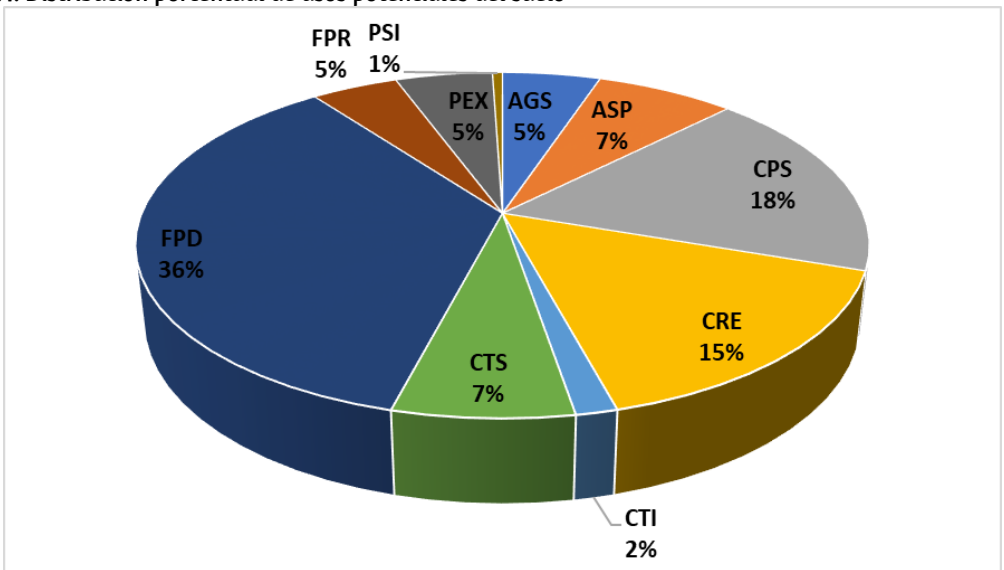


Figura 2.4. Distribución porcentual de usos potenciales del suelo



Ahora, la verificación del uso actual de las tierras muestra que el 40,02% del área de la microcuenca está dedicada al pastoreo extensivo, seguida de un 20% con cultivos permanentes intensivos (CPI) y un 6,7% de sistemas silvopastoriles. La distribución espacial y porcentual de los usos actuales se presenta en la Figura 2.5 y Figura 2.6

Figura 2.5. Distribución porcentual de usos actuales

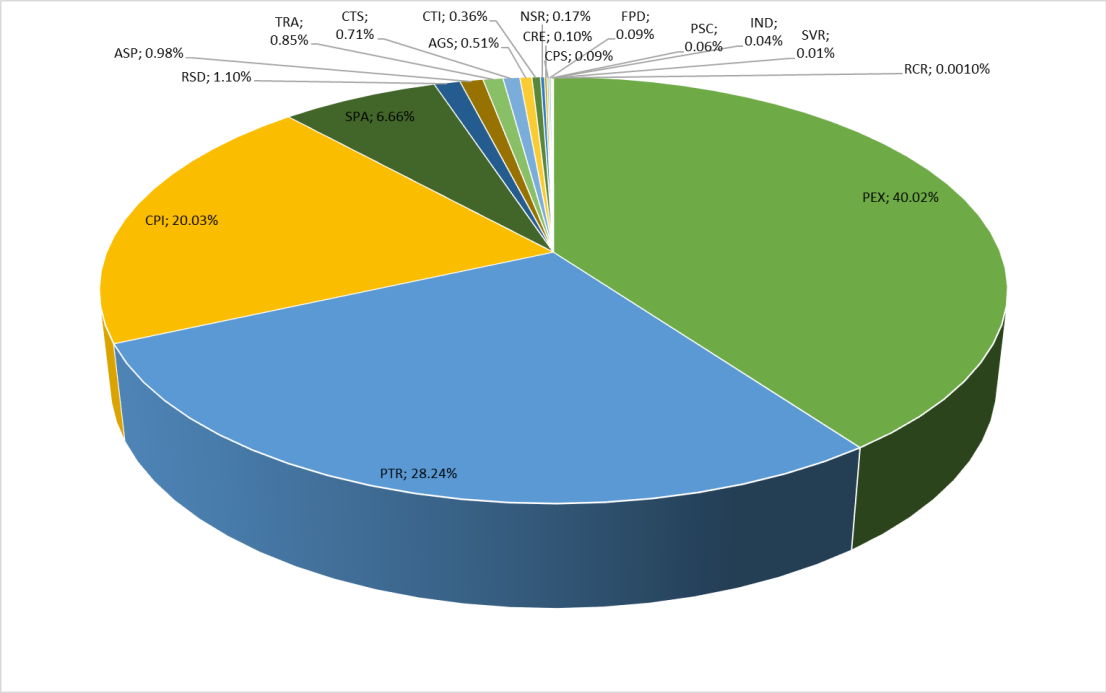
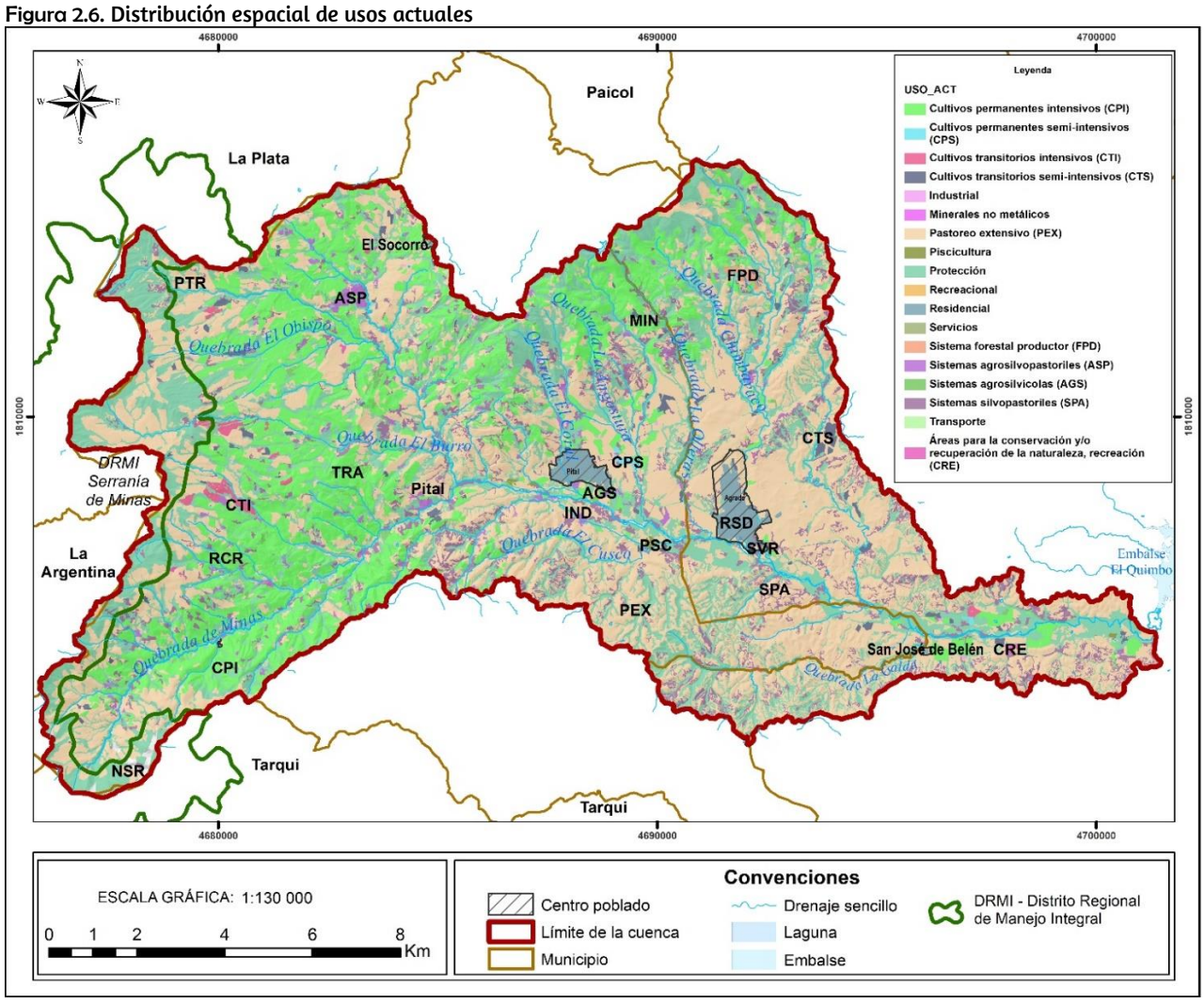


Figura 2.6. Distribución espacial de usos actuales

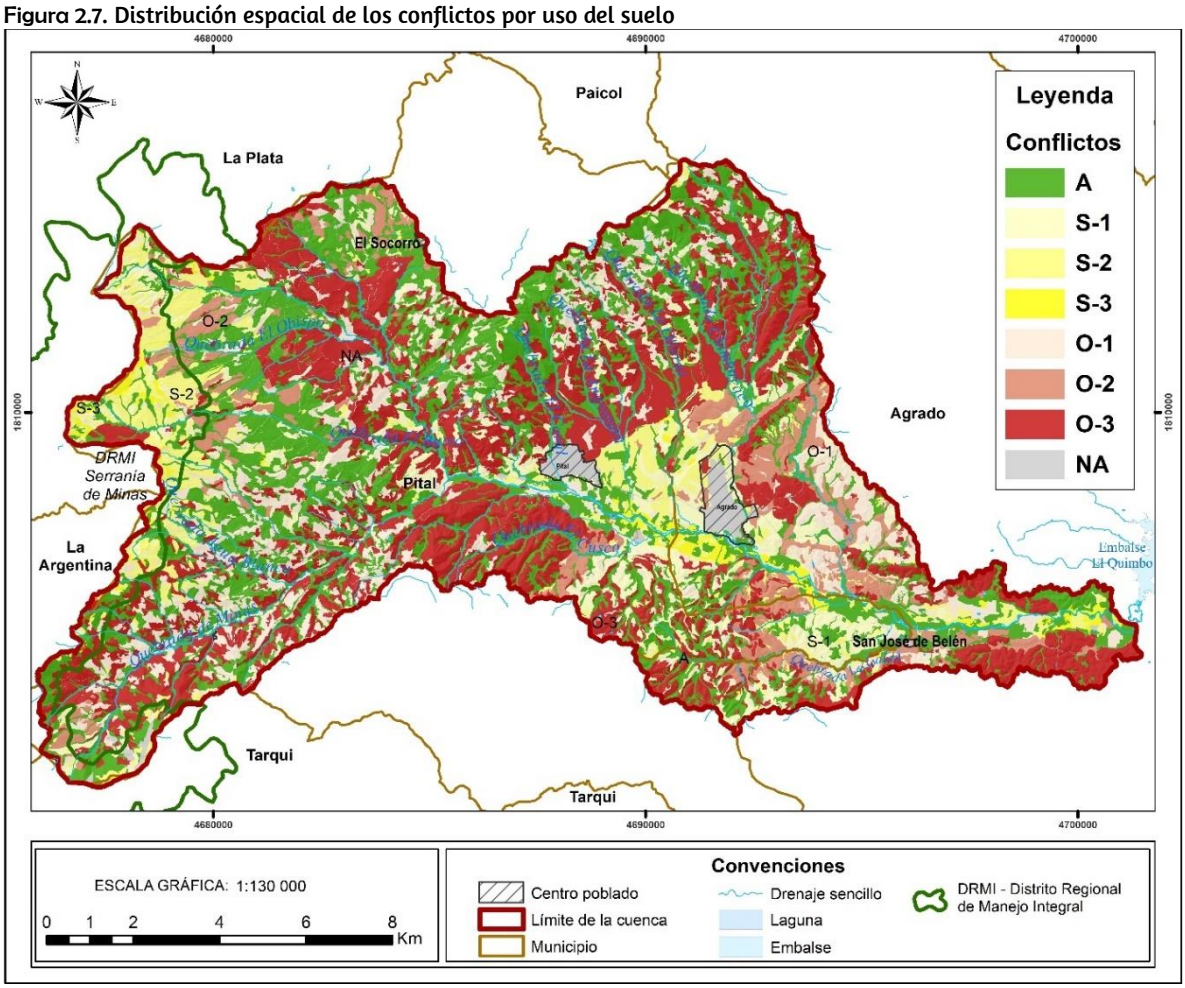


Como se puede observar, los sistemas productivos que existen hoy en día en la microcuenca no se han desarrollado acorde con la capacidad de las tierras para sostener tales actividades. Muestra de eso es, por ejemplo, el estado de deterioro progresivo de los suelos en la microcuenca, lo que genera erosión y propensión a los movimientos en masa y avenidas torrenciales, además de un mayor consumo de fertilizantes y agroquímicos para mantener una cierta rentabilidad de los cultivos.

Para las diferentes unidades de capacidad agrológica se determinó el grado de sobreutilización o subutilización de acuerdo con la distribución de usos actuales. A partir de este procedimiento se determinó que el 49% de la microcuenca presenta conflictos por sobreutilización de los suelos, mientras que el 17% presenta subutilización, y otro

32% tiene un uso actual adecuado con la capacidad agrológica de uso, como se puede observar en la Figura 2.7.

Figura 2.7. Distribución espacial de los conflictos por uso del suelo



Nota: A: Adecuado, S: Subutilización, O: sobreutilización; 1, 2, 3: leve, moderada y severa, respectivamente

Se observa con preocupación que una fracción importante de las tierras con sobreutilización severa se ubican en zonas con pendientes elevadas, bastante propensas a la erosión eólica, pluvial y fluvial, lo que es un fuerte factor detonante de eventos amenazantes.

Adicionalmente, es importante resaltar el efecto que la declaratoria del PNR Serranía de Minas, hoy DRMI Serranía de Minas ha tenido sobre el control de las actividades productivas en la parte más alta de la cuenca, donde se concentra casi la mitad del área bajo subutilización de los suelos.

2.1.2. Conflicto por uso del recurso hídrico

Para la determinación del conflicto por uso del recurso hídrico debe revisarse de manera integrada la situación actual de presión sobre la oferta hídrica -expresada a través del Índice de Uso del agua (anteriormente denominado de escasez)- y sobre la calidad del agua -expresada en el Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua-, con base en la matriz de decisión que se muestra en la Tabla 2.1

Tabla 2.1. Matriz para la evaluación de conflictos por uso del recurso hídrico

IUA	IACAL	Categoría de Conflicto
Muy Alto	Muy Alta	CONFLICTO ALTO
Muy Alto	Alta	CONFLICTO ALTO
Muy Alto	Media Alta	CONFLICTO ALTO
Muy Alto	Moderada	CONFLICTO ALTO
Alto	Muy Alta	CONFLICTO ALTO
Alto	Alta	CONFLICTO ALTO
Alto	Media Alta	CONFLICTO ALTO
Alto	Moderada	CONFLICTO ALTO
Moderado	Muy Alta	CONFLICTO ALTO
Moderado	Alta	CONFLICTO ALTO
Moderado	Media Alta	CONFLICTO ALTO
Bajo	Muy Alta	CONFLICTO ALTO
Muy Alto	Bajo	CONFLICTO MEDIO
Alto	Bajo	CONFLICTO MEDIO
Moderado	Moderada	CONFLICTO MEDIO
Moderado	Bajo	CONFLICTO MEDIO
Bajo	Alta	CONFLICTO MEDIO
Bajo	Media Alta	CONFLICTO MEDIO
Muy Bajo	Muy Alta	CONFLICTO MEDIO
Muy Bajo	Alta	CONFLICTO MEDIO
Bajo	Moderada	CONFLICTO BAJO
Bajo	Bajo	CONFLICTO BAJO
Muy Bajo	Media Alta	CONFLICTO BAJO
Muy Bajo	Moderada	CONFLICTO BAJO
Muy Bajo	Bajo	SIN CONFLICTO

Fuente: MinAmbiente (2014)

De acuerdo con la caracterización hidrológica de la microcuenca, bajo condiciones hidroclimáticas medias, el 83,59% de la cuenca presenta un índice de uso del agua bajo, y el restante 16,41% va de categorías alta a crítica. Por su parte, cuando la condición hidroclimática es seca, un 32,10% de la cuenca eleva su condición a uso del agua moderado y las áreas en categoría alta a crítica sube a 21,97%, como se puede apreciar en las siguientes figuras.

Figura 2.8. Índice por uso del agua, condición normal

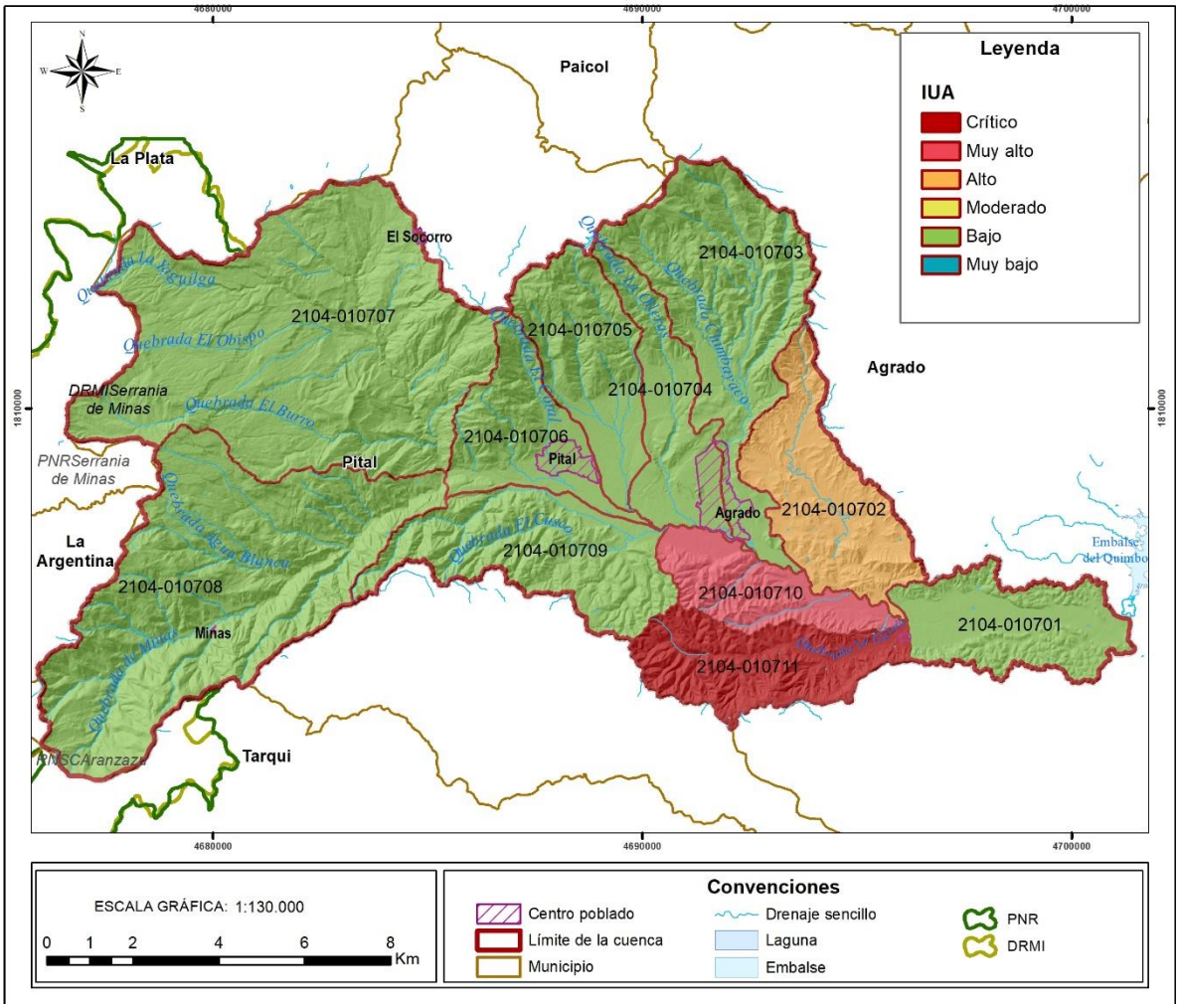
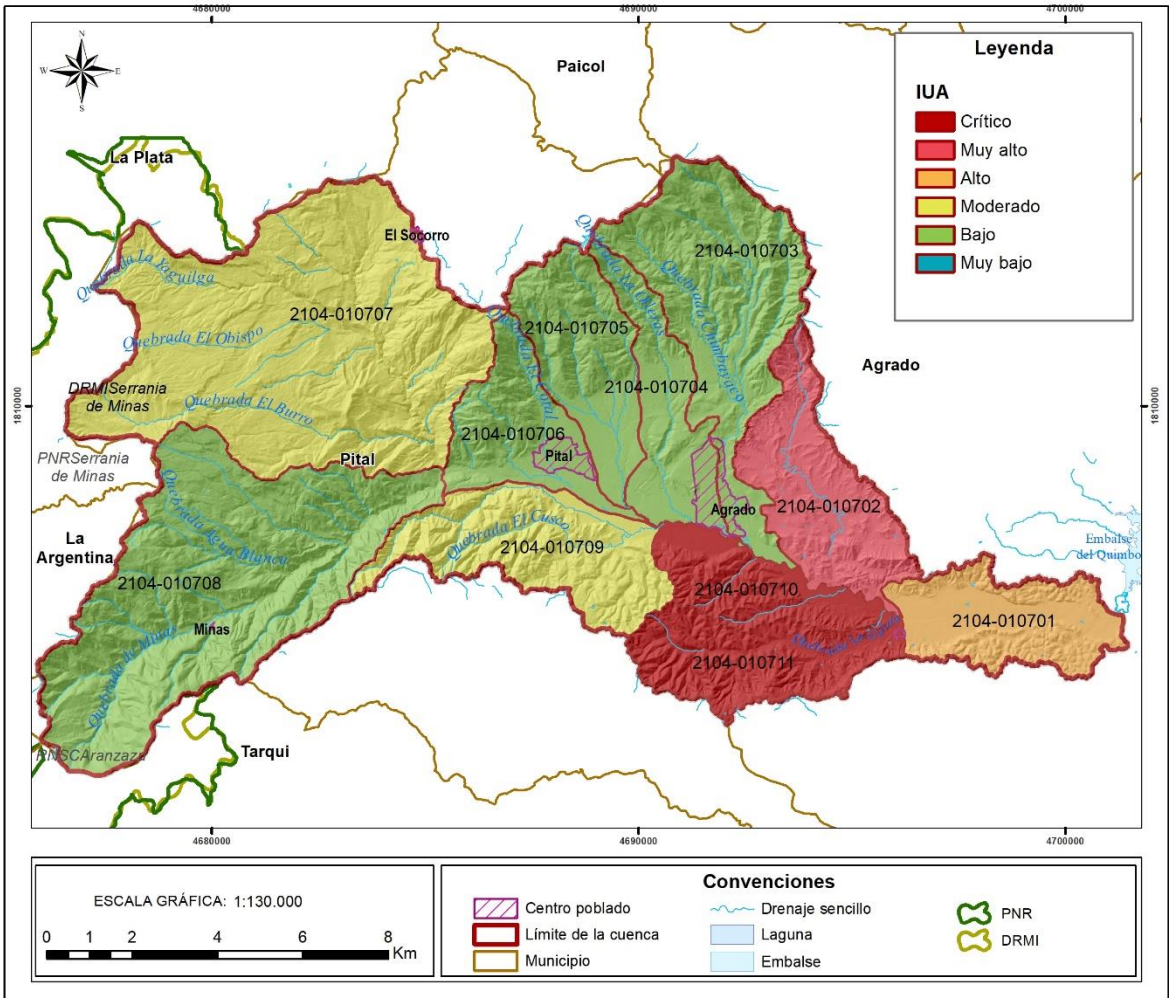
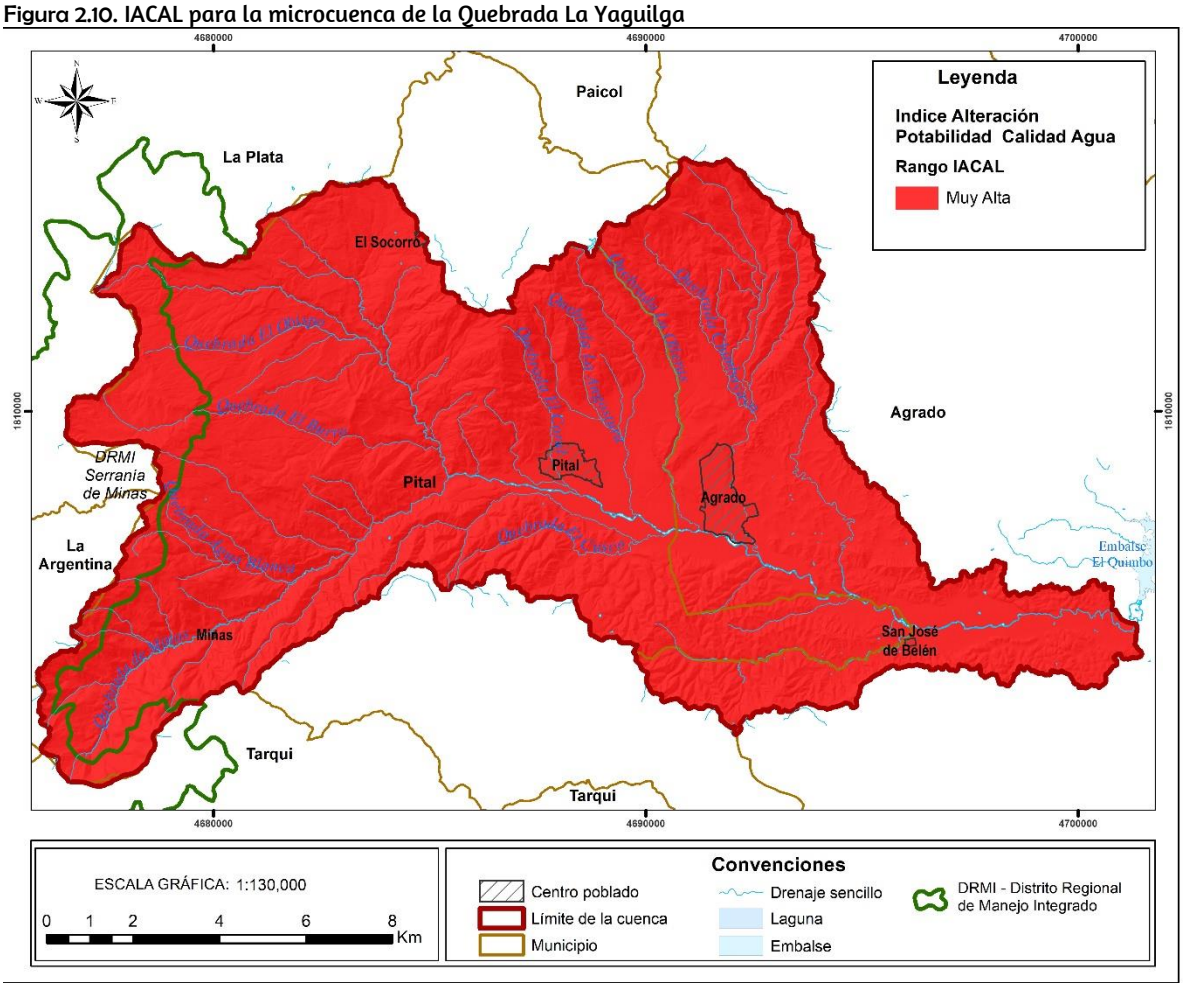


Figura 2.9. Índice de uso del agua, condición seca



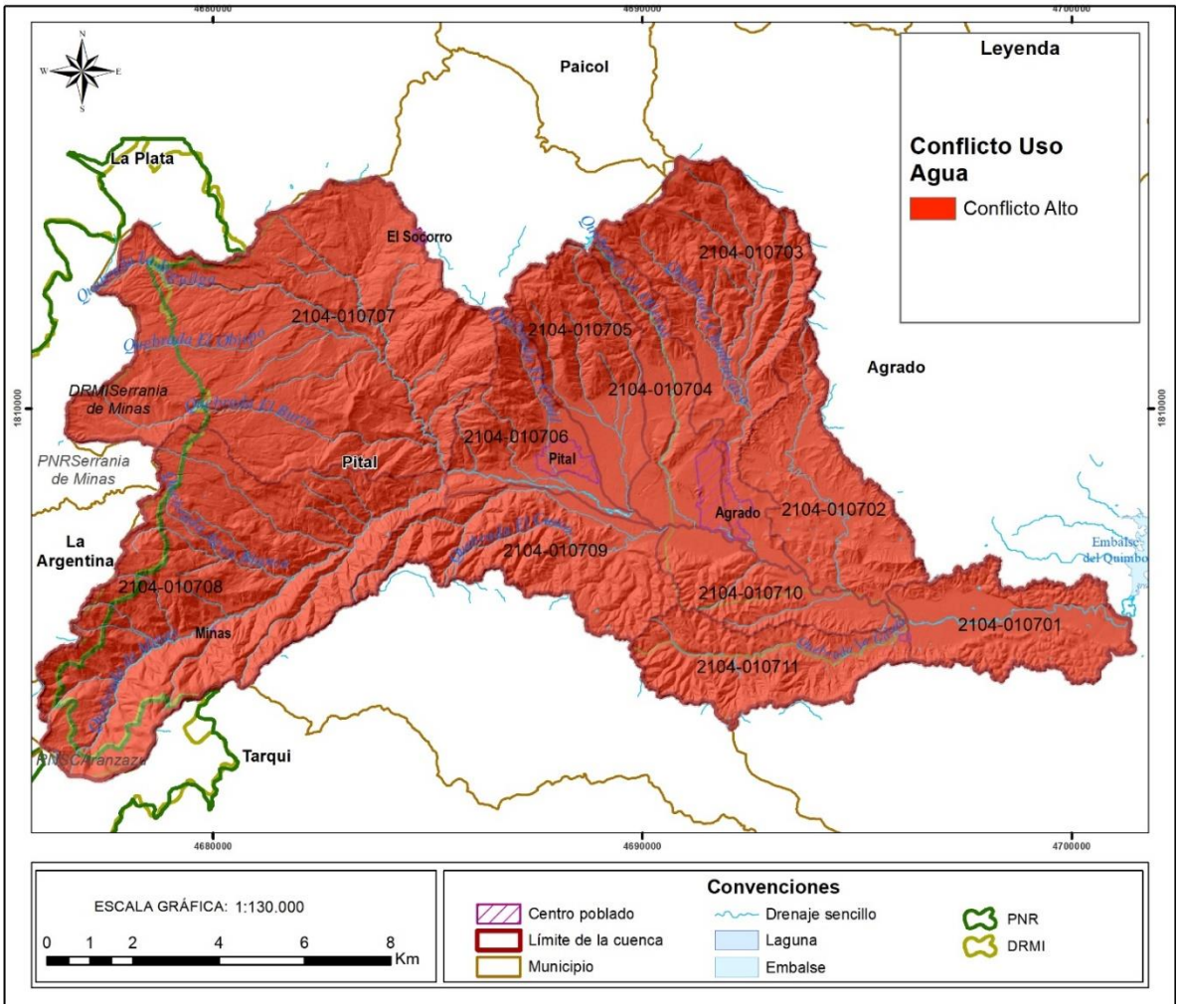
En cuanto a la contaminación, la estimación de las cargas contaminantes generadas por las diferentes actividades humanas, y que llegan a las corrientes de la microcuenca por vertimientos puntuales o difusos, mostró una alteración potencial de la calidad del agua (IACAL) muy alta para toda la quebrada La Yaguilga. Esto, como ya se ha mencionado, está fuertemente relacionado con las deficiencias en saneamiento básico y el uso de agroquímicos cuyos residuales de nutrientes se disuelven en las escorrentías.

Figura 2.10. IACAL para la microcuenca de la Quebrada La Yaguilga



A partir de estos datos, y con la matriz de decisión definida por el MADS y el IDEAM en sus Lineamientos metodológicos para la Evaluación Regional del Agua (2013), se concluye que la totalidad de la microcuenca tiene un conflicto alto por el uso del recurso hídrico, asociado más al problema de contaminación que, actualmente, a la presión de la demanda sobre la oferta hídrica.

Figura 2.11. Conflicto por uso del agua para la microcuenca de la quebrada La Yaguilga



2.1.3. Conflicto en ecosistemas de importancia ambiental

Este conflicto se determina básicamente con la evaluación de la pérdida de cobertura natural en ecosistemas estratégicos. Este proceso combina la identificación de las áreas con peor condición en la evaluación de los indicadores de vegetación remanente, tasa de cambio de la cobertura, y los índices de fragmentación y de ambiente crítico, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 2.12. Esquema metodológico para la evaluación de conflictos por pérdida de cobertura en áreas de importancia ambiental



Fuente: Adaptado de MinAmbiente (2014)

Así, para la evaluación se construye una matriz con la calificación de estos indicadores por cada unidad cartográfica, y se define la existencia de conflicto cuando la tasa de cambio es alta y muy alta, la vegetación remanente es inferior al 30% (muy transformado y completamente transformado), el índice de fragmentación es fuerte y extremo, y el índice de ambiente crítico se encuentra en la calificación de crítico y muy crítico, como se muestra en la .

Tabla 2.2. Matriz de calificación de conflicto

Calificación del indicador vegetación remanente	Calificación del indicador tasa de cambio de la cobertura	Calificación de índice de fragmentación	Índice de ambiente crítico	Definición del grado de conflicto
Muy transformado	Alta	Fuerte	Crítico	Alto
Completamente transformado	Muy Alta	Extremo	Muy Crítico	Muy alto

Fuente: MinAmbiente (2014)

A continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir del análisis de coberturas de la tierra para cada uno de estos indicadores e índices.

Figura 2.13. Tasa de cambio de las coberturas naturales (2015-2021)

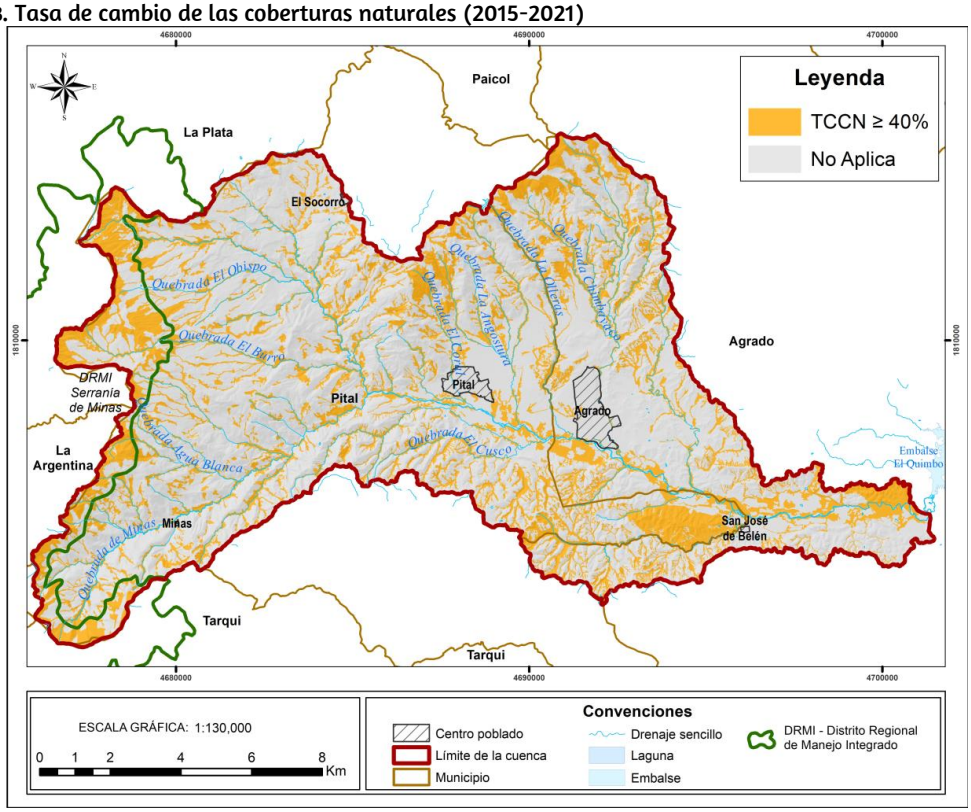


Figura 2.14. Índice de Fragmentación

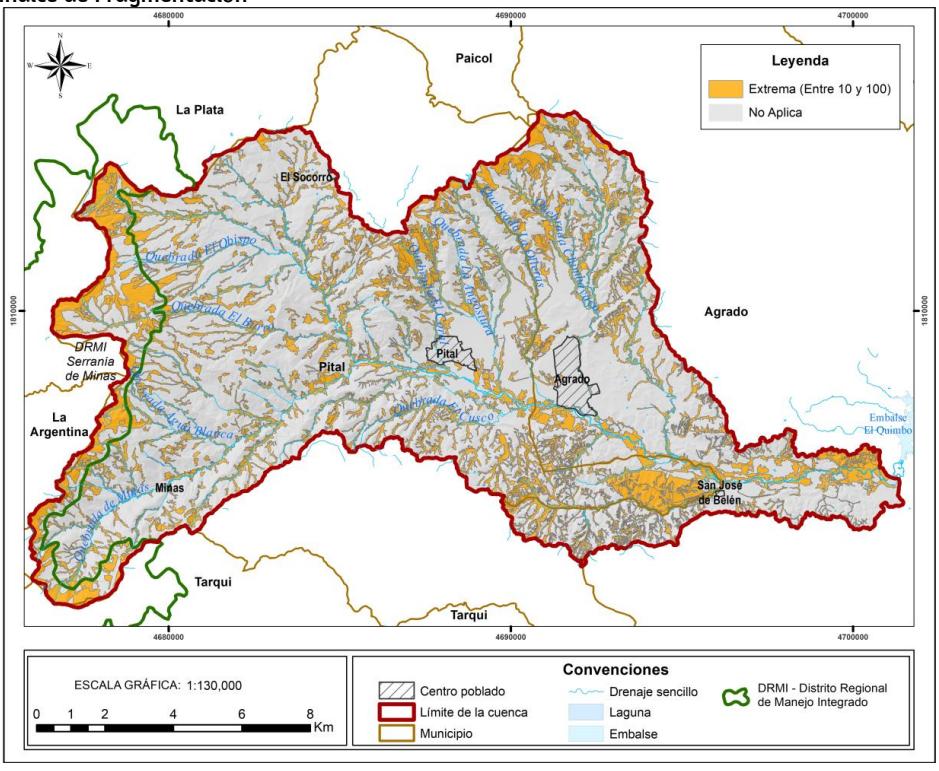


Figura 2.15. Índice de vegetación remanente

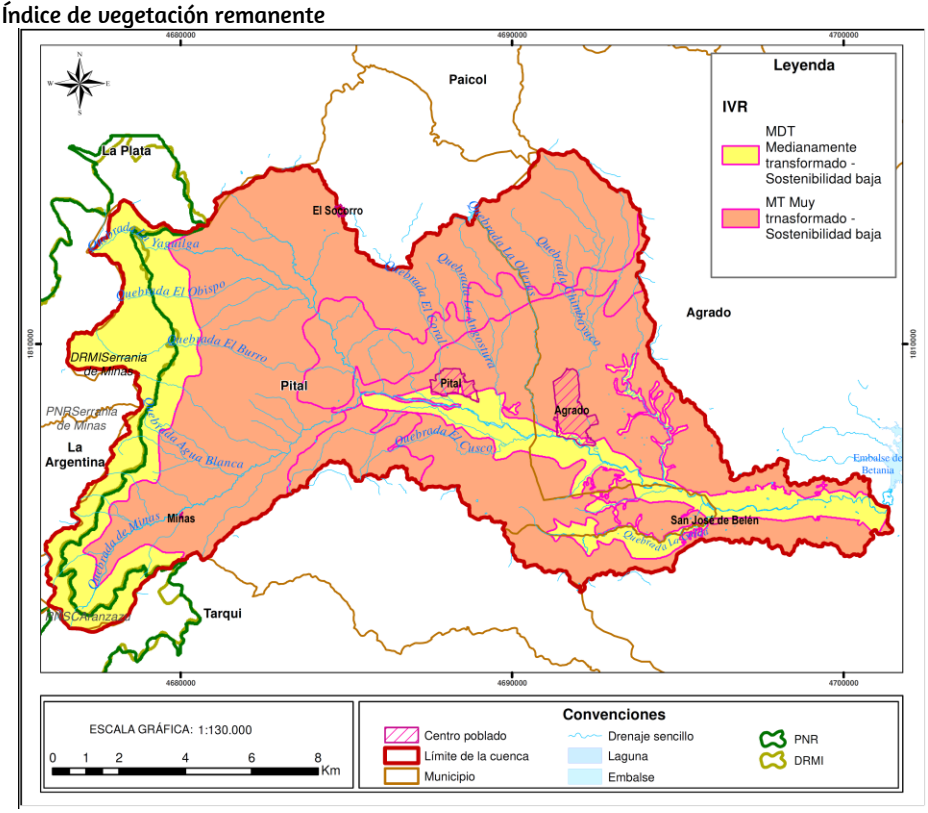
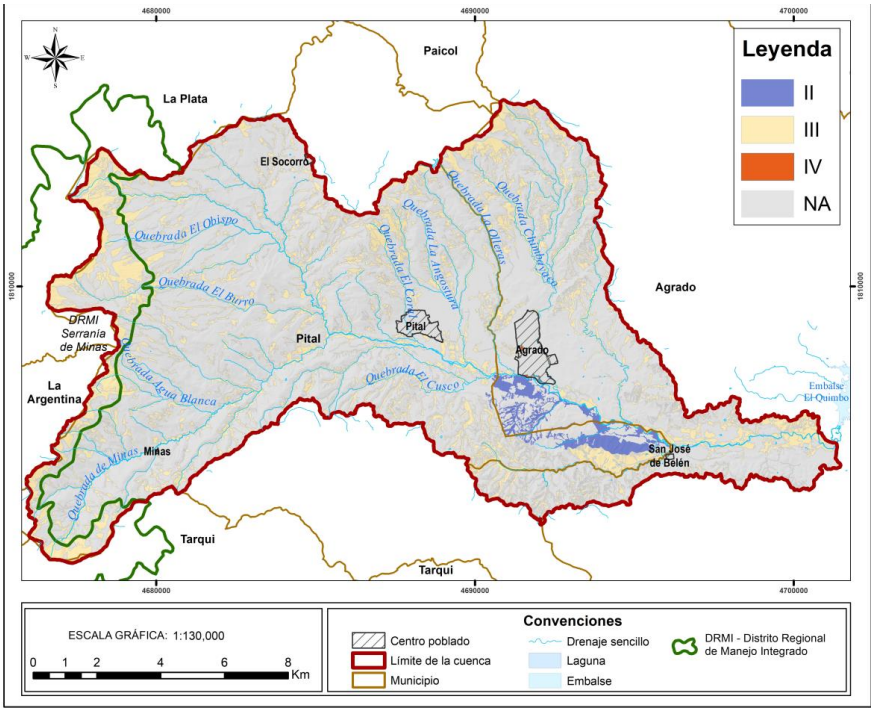


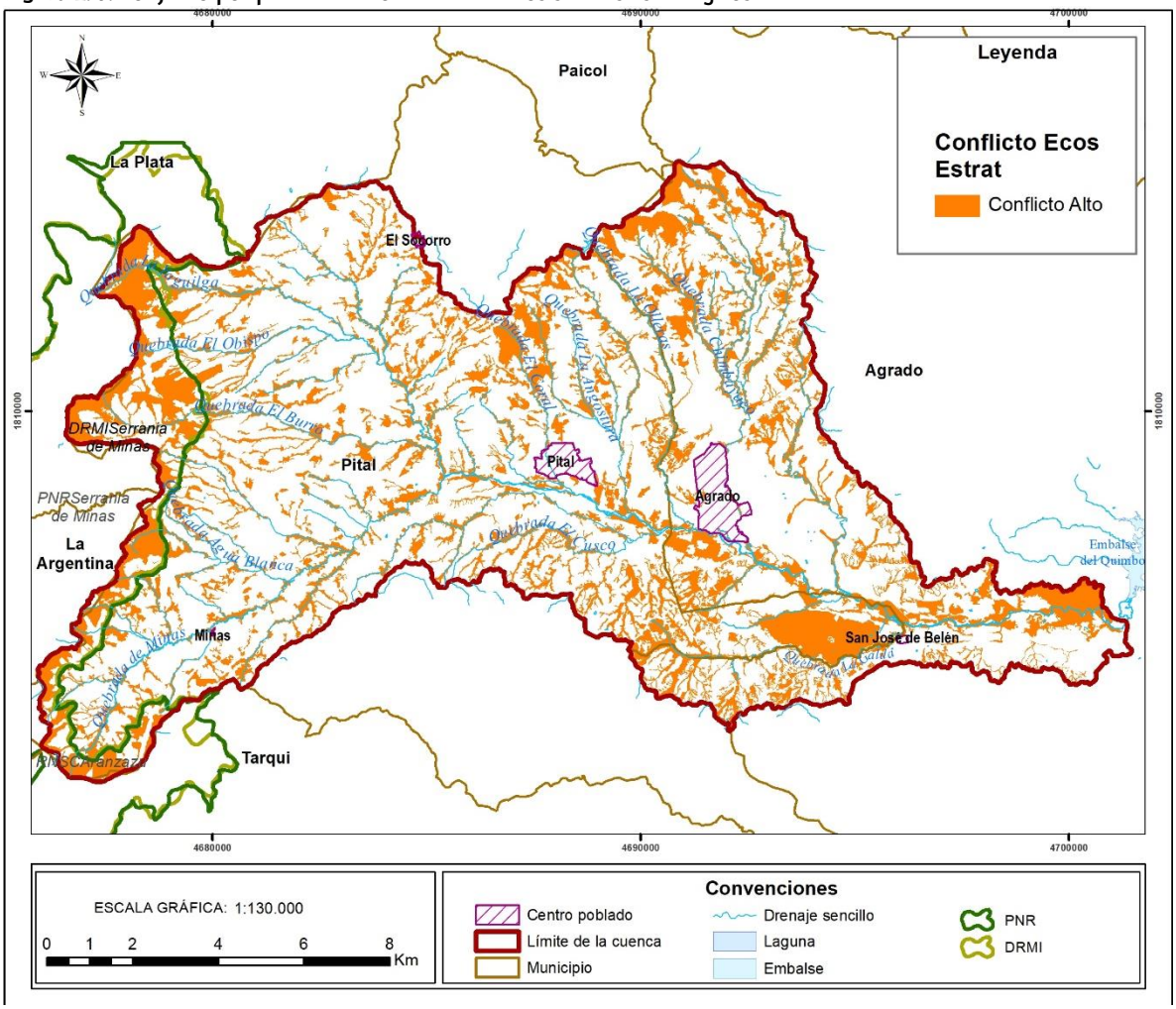
Figura 2.16. Índice de ambiente crítico



Nota: II: Vulnerable, conservación aceptable; III: en peligro, baja conservación; IV: Critico

De los resultados anteriores se puede ver como la expansión de las actividades agropecuarias a afectado en un alto grado los ecosistemas estratégicos de la cuenca, de manera que el conflicto por pérdida de cobertura natural en ecosistemas estratégicas se valora como muy alto en toda la cuenca.

Figura 2.17. Conflicto por pérdida de cobertura en ecosistemas estratégicos

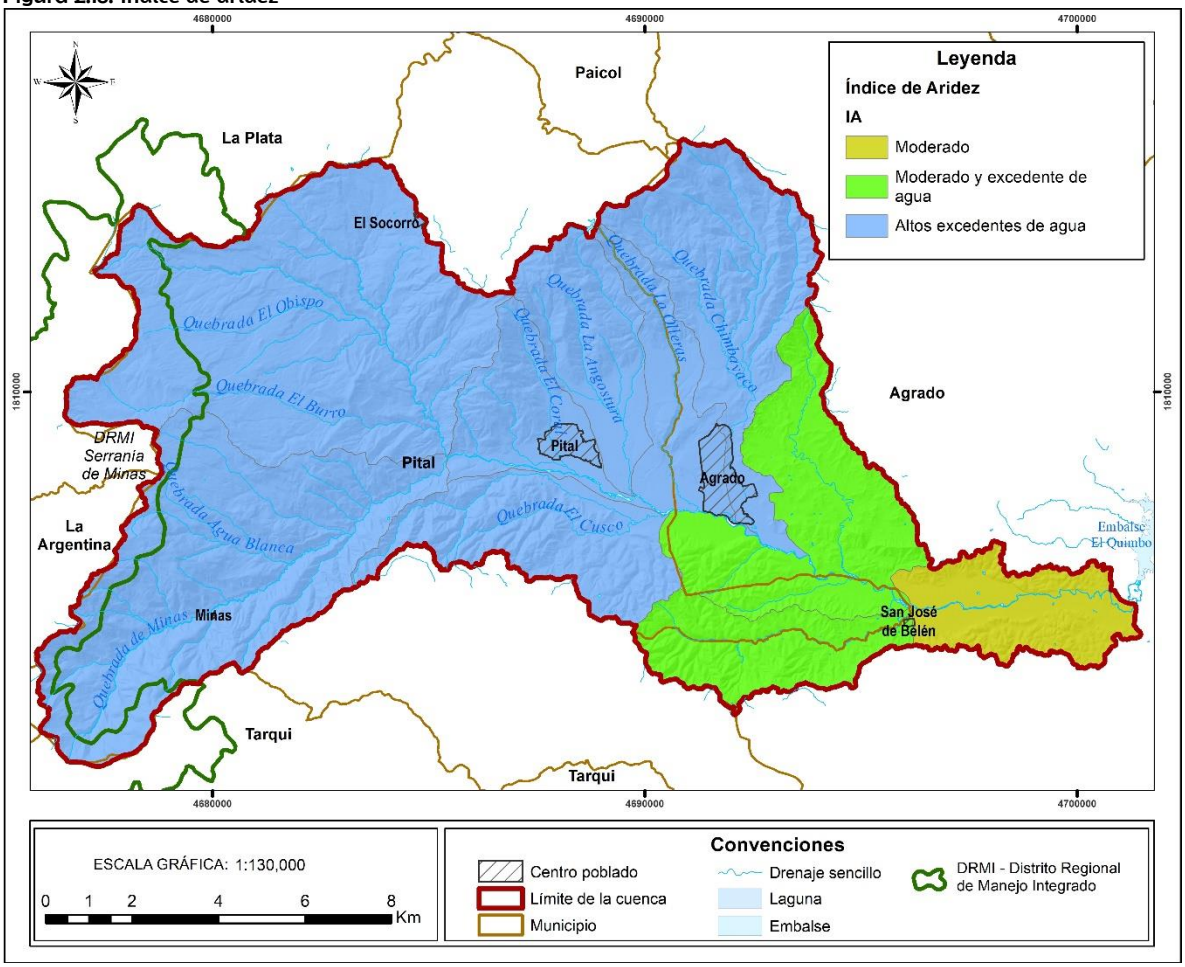


2.2. Conflicto por disponibilidad del recurso hídrico: oferta y demanda

Para la evaluación de las condiciones de este conflicto, la Guía metodológica plantea un análisis centrado en el comportamiento climático e hidrológico de la microcuenca, el cual a su vez requiere de insumos del análisis de coberturas y uso de la tierra (para la estimación de la oferta y demanda hídrica) y de geología, geomorfología y suelos (para las simulaciones de lluvia-escorrentía que permite la estimación de la oferta hídrica).

El primer paso, proviene de la climatología y consiste en determinar las áreas donde la precipitación puede no ser suficiente para el sostenimiento de los ecosistemas y agroecosistemas, por medio del índice de aridez. Se observa en la Figura 2.18 que la parte baja, principalmente, presenta niveles de aridez moderada, lo cual está relacionado directamente con condiciones potenciales de menor capacidad de oferta hídrica. Sin embargo, debe resaltarse que con excepción del último tramo de la quebrada La Yaguilga antes de su desembocadura en el embalse El Quimbo, la evapotranspiración produce excedentes de agua.

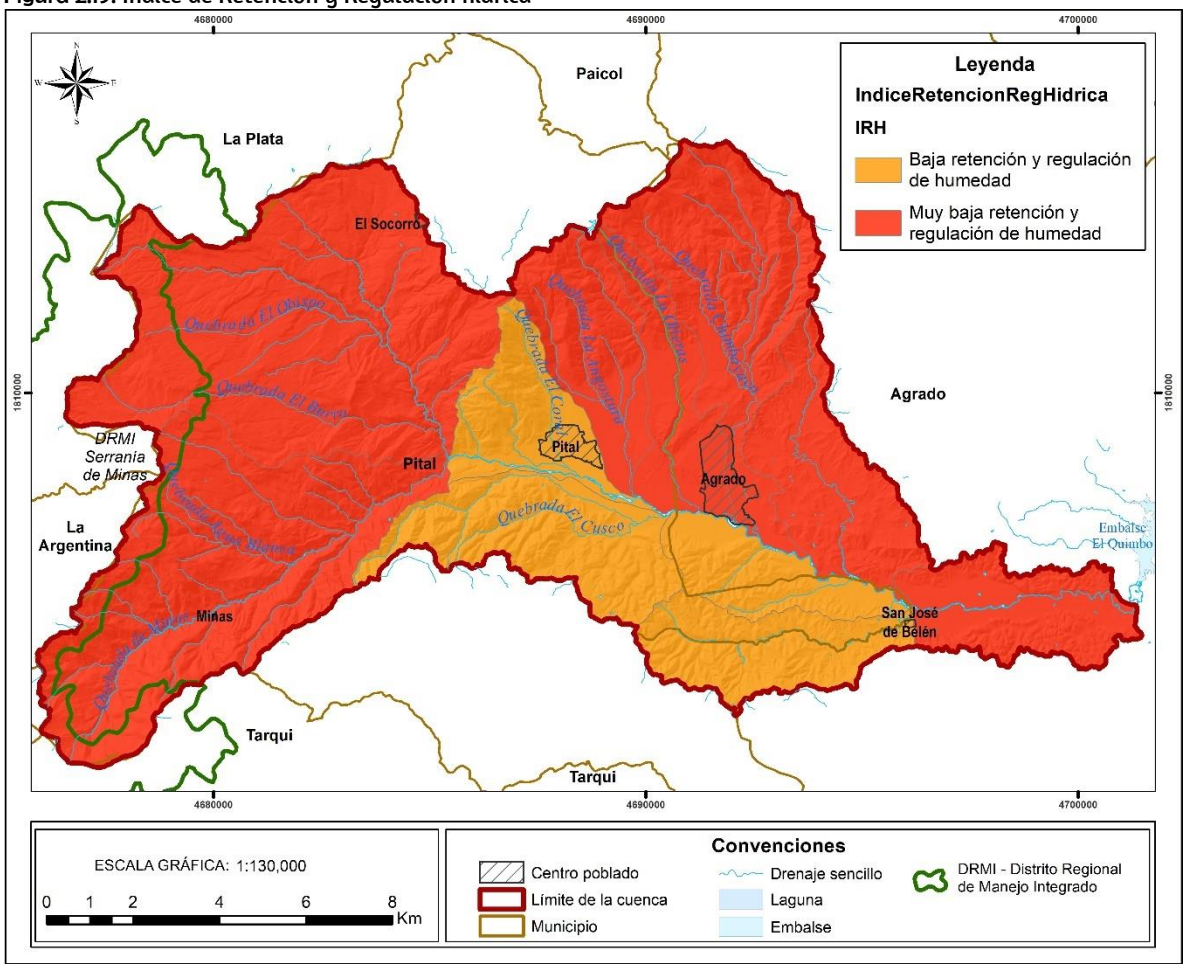
Figura 2.18. Índice de aridez



El segundo paso, consiste en determinar la estabilidad de la oferta hídrica; es decir, verificar si la estructura de la microcuenca tiene o no una capacidad adecuada de retención y regulación hídrica que garantice un régimen de caudales similar sin importar en gran medida las condiciones hidroclimáticas del momento. La evaluación del Índice de Retención y Regulación hídrica a partir de las curvas sintéticas de caudales diarios, permitió concluir que, en general, la microcuenca tiene una baja capacidad de retención

y regulación hídrica, manifestando un comportamiento más torrencial, donde los caudales fluctúan en la misma medida e intensidad que la precipitación. Esto guarda una relación importante con el deterioro de la estructura ecológica principal de la microcuenca como ya se discutió en el conflicto en ecosistemas estratégicos.

Figura 2.19. Índice de Retención y Regulación hídrica

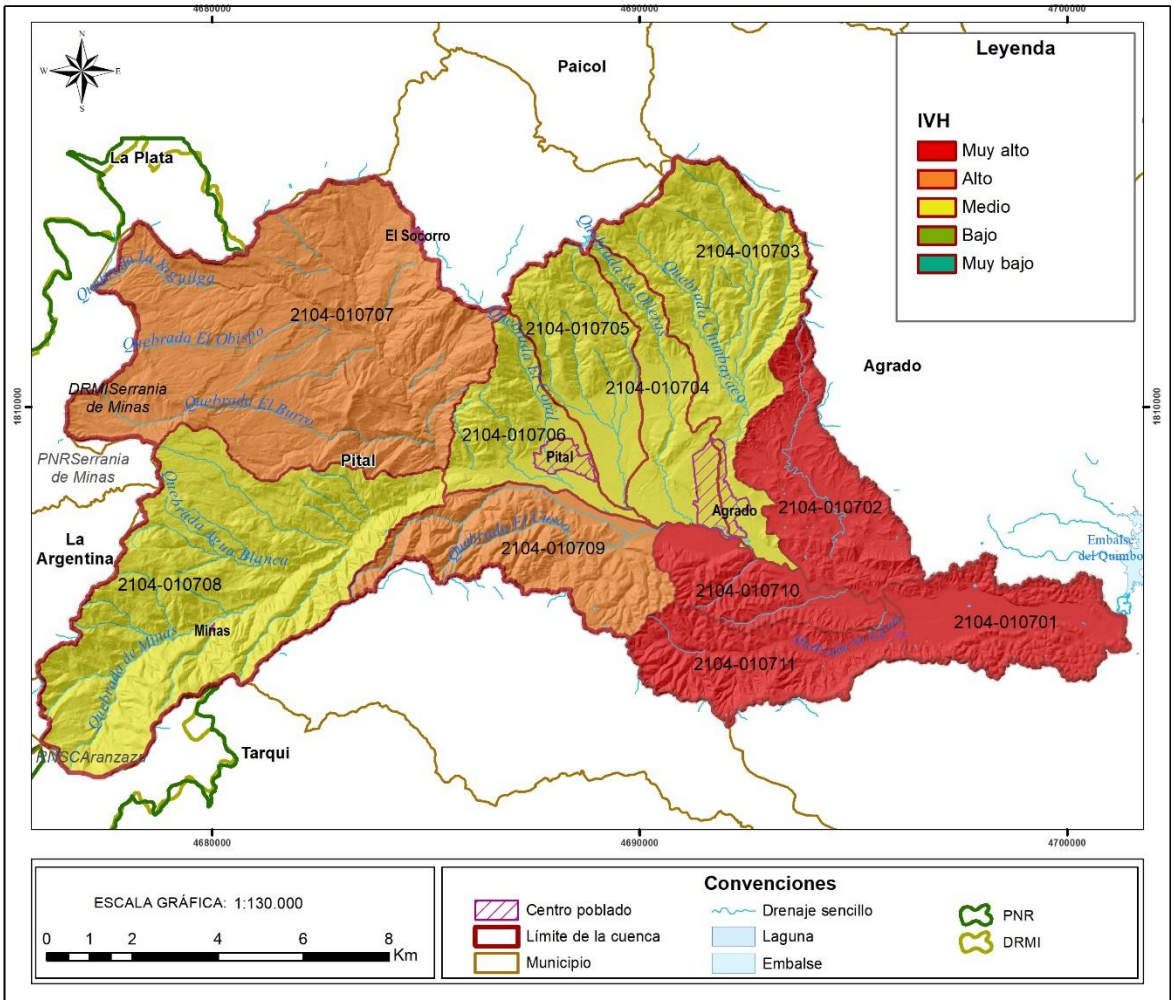


El análisis combinado de la estimación de ofertas y demandas por cada subcuenca, permite evaluar el Índice por uso del agua, como reflejo de la presión de los diferentes usos antrópicos sobre la oferta hídrica regional disponible en cada tramo. Como se indicó en el conflicto por uso del agua (ver Figura 2.8 y Figura 2.9), este conflicto se hace particularmente importante cuando se atraviesa una condición hidroclimática seca, ya que más de la mitad de la microcuenca presenta una presión de consumo que va de moderada a crítica, es decir se consume más del 10% de la oferta hídrica disponible.

Cuando se combina la presión por el consumo de agua (IUA) con la capacidad que tiene la cuenca para proveer la oferta hídrica en condiciones estables (IRH) se puede

determinar la vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico. El 45,93% de la microcuenca presenta una vulnerabilidad moderada al desabastecimiento, mientras que el 32,1% tiene vulnerabilidad alta, y el restante 21,97% tiene una vulnerabilidad muy alta. En este orden de ideas, el modelo socioeconómico de aprovechamiento del recurso hídrico en la microcuenca amenaza significativamente la capacidad de esta región para sostener en el mediano y largo plazo una oferta hídrica para las diferentes necesidades de la población. De allí que resulte urgente la recuperación de la capacidad de soporte ambiental mediante la intervención de los ecosistemas estratégicos, al tiempo que se trabaja con las comunidades para hacer un aprovechamiento más racional del agua.

Figura 2.20. Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico.



2.3. Contaminación de las fuentes abastecedoras de acueductos

En el contexto de las unidades hidrográficas, la caracterización del estado de contaminación de las fuentes de agua viene dada por la evaluación de los indicadores de calidad establecidos por el IDEAM en sus Lineamientos Conceptuales y Metodológicos para la Evaluación Regional del Agua (2013). Estos indicadores se pueden separar en dos grupos: el primero son los indicadores de calidad propiamente dichos, como el ICA o el BMWP; y el segundo hace referencia a la presión de las actividades humanas sobre la calidad del recurso hídrico, como el IACAL. El primer grupo se determina a partir de muestreos, mientras que el segundo requiere de insumos como el análisis de los usos actuales del suelo y la oferta hídrica -en diferentes condiciones hidroclimáticas, generalmente la normal o media y la seca-.

Desde el punto de vista de parámetros de calidad fisicoquímica y microbiológica, bajo condiciones hidroclimáticas normales, es decir cuando la precipitación es igual o superior al promedio multianual, la calidad del agua en las estaciones más cercanas a los nacimientos de las corrientes es aceptable. Una vez los cauces van desarrollándose y transcurriendo por las zonas de asentamientos y aprovechamiento agropecuario, la calidad se reduce a una condición regular (ver Figura 2.21). En condiciones hidroclimáticas secas, puede notarse en los anteriores resultados el impacto de las cargas contaminantes acumuladas cuando el caudal se reduce en la red hídrica. Al reducirse drásticamente el flujo de agua, las concentraciones de los contaminantes aumentan, y por eso las estaciones ubicadas aguas abajo o en zonas con actividades humanas importantes presentan bajo este escenario hidroclimático una calidad regular. Se observa, incluso, una calidad mala en el cauce principal de la Quebrada Yaguilga, a la altura de la desembocadura de la Quebrada Chimbayaco, debida a la combinación de valores altos de contaminación por coliformes fecales, materia orgánica, sólidos en suspensión y relación NT/PT (ver Figura 2.22).

Figura 2.21. ICA – condición hidroclimática normal

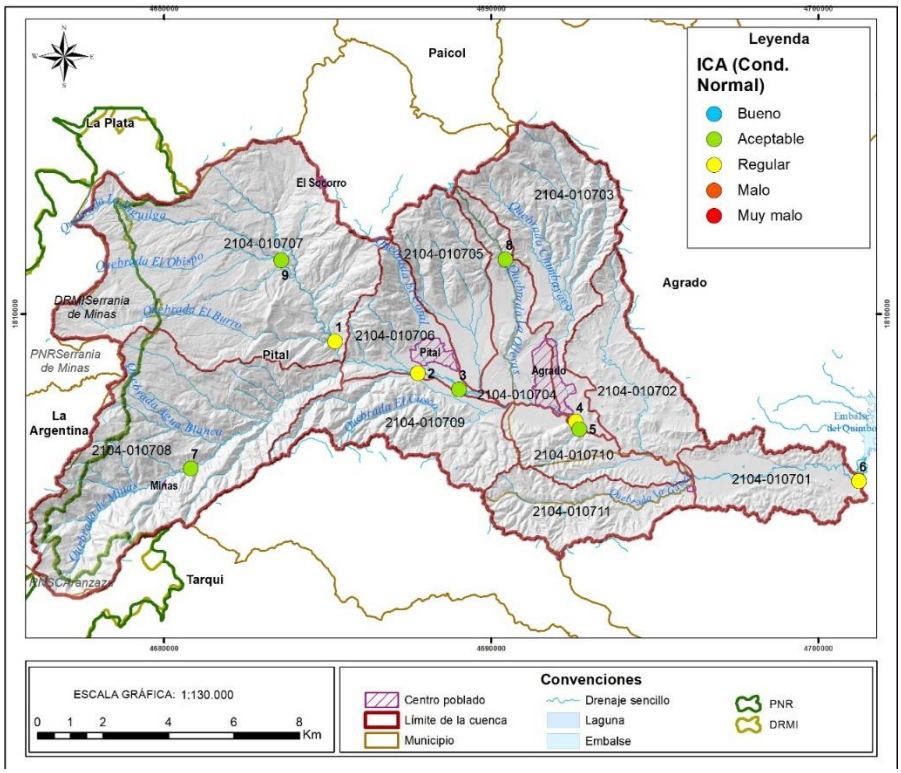
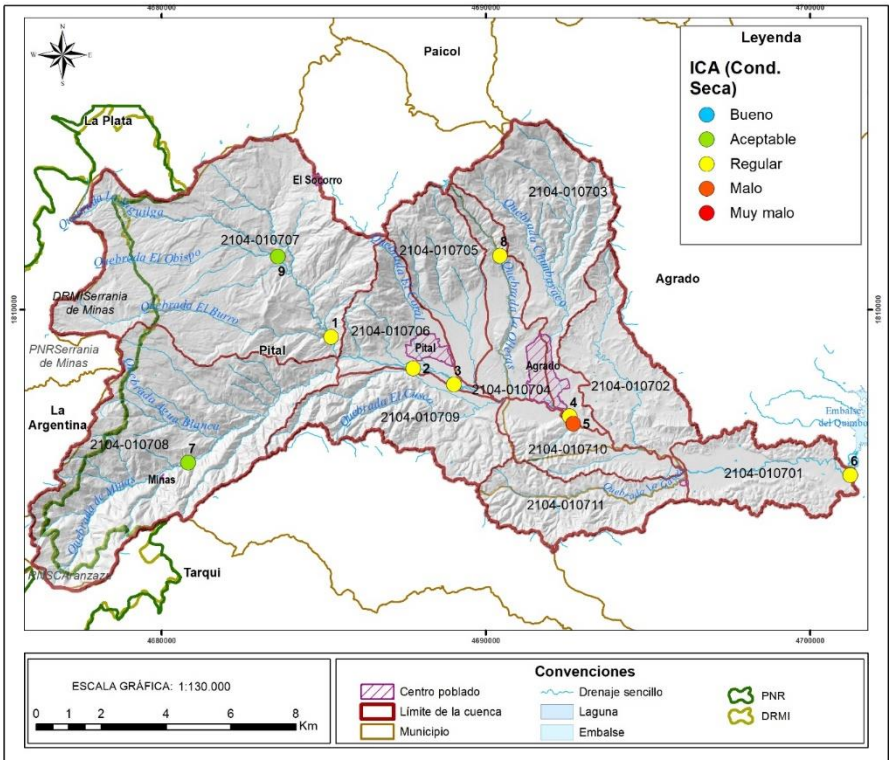


Figura 2.22. ICA – condición hidroclimática seca



En cuanto a la calidad hidrobiológica de la quebrada La Yaguilga y sus tributarios, el muestreo realizado en condiciones hidroclimáticas normales, reflejó una situación de contaminación de muy contaminada a critica; sin embargo, es importante aclarar que la época de muestreo fue de lluvias con fuertes indicios de escorrentía lo que pudo generar un cambio en la diversidad de macro invertebrados acuáticos por el movimiento de grandes cantidades de material del lecho acuático debido a que este tipo de organismos necesitan de este tipo detritos para mantenerse en una zona determinada (Tabla 2.3). Bajo condiciones secas, predominaron familias biológicas que se benefician altamente de material particulado, además que el sustrato de estos puntos de estudio está conformado por sustrato mueble, como la hojarasca y arena, que influyen en la turbulencia del agua y, por consiguiente, en el incremento de la sedimentación y del material orgánico en las aguas (Tabla 2.4)

Tabla 2.3. Resultado del Índice de Calidad Biológica del agua (BMWP/Col) – Condición hidroclimática normal

PUNTO DE MUESTREO	VALOR ÍNDICE BMWP/COL	SIGNIFICADO INDICE BMWP/COL	COLOR
Quebrada Las Minas	2	Aguas Fuertemente contaminadas, situación critica	
Quebrada Las Olleras	1	Aguas Fuertemente contaminadas, situación critica	
Quebrada Chimbayaco	21	Aguas muy contaminadas	

Tabla 2.4. Resultado del Índice de Calidad Biológica del agua (BMWP/Col) – Condición hidroclimática seca

Punto	Valor Índice	Calidad	Significado Índice	Color
1	8	Muy critica	Aguas fuertemente contaminadas	
2	0	Muy critica	Aguas fuertemente contaminadas	
3	7	Muy critica	Aguas fuertemente contaminadas	
4	7	Muy critica	Aguas fuertemente contaminadas	
5	0	Muy critica	Aguas fuertemente contaminadas	
6	0	Muy critica	Aguas fuertemente contaminadas	
7	16	Muy critica	Aguas fuertemente contaminadas	
8	14	Muy critica	Aguas fuertemente contaminadas	
9	7	Muy critica	Aguas fuertemente contaminadas	

La evaluación de la presión por cargas contaminantes vertidas, de manera puntual o difusa, en el recurso hídrico de la microcuenca, determinó un nivel del Índice de Alteración Potencial de la Calidad del agua muy alto, como ya se describió anteriormente en el presente capítulo (ver Figura 2.10)

Puede observarse alrededor de esta problemática dos puntos importantes: (1) la capacidad de dilución y asimilación de varias corrientes principales de la microcuenca es importante pero esta ocurre solamente bajo condiciones de lluvia ya que la cuenca presenta un comportamiento torrencial por su baja retención y regulación hídrica, y (2) el factor más prioritario a trabajar es el control de las cargas contaminantes generadas por la deficiencia o inexistencia de soluciones de saneamiento básico para el manejo de las aguas residuales domésticas en suelo urbano y rural, y el uso no adecuado de fertilizantes y agroquímicos que junto con la falta de control de los residuos propios de la actividad ganadera producen escorrentías difusas que arrastran sobrantes de compuestos nitrogenados y bacterias enteropatógenas a las fuentes de abastecimiento de los acueductos municipales y veredales.

2.4. Conflictos por la ocupación del territorio, asociada a los riesgos

De acuerdo con la Guía Metodológica del MADS (2018) la descripción de esta problemática se centra en el análisis (cartográfico) de los riesgos asociados a diferentes eventos: movimientos en masa, inundación, avenidas torrenciales, incendios forestales, erosión y desertización(desertificación). Este análisis de riesgos comprende el análisis de la amenaza y la evaluación de la vulnerabilidad de los sistemas natural, social y económico expuestos a cada evento.

En el caso de los movimientos en masa, el 3,54% del área de la microcuenca presenta un escenario de riesgo alto, 16,42% un riesgo moderado, y el restante 80,05%, bajo. Las subcuencas que presentan un escenario de riesgo por movimientos en masa menos favorable son la de las Quebradas Las Minas y El Cusco, con más del 30% de su área en condiciones de riesgo moderada a alta. (Figura 2.23)

Los escenarios de riesgo para eventos de inundación presentan una distribución porcentual similar a la de movimientos en masa: 2,88% del área de la microcuenca está en riesgo alto, 15,83% en riesgo moderado y 81,29% en riesgo bajo; sin embargo, para esta amenaza, las unidades hidrográficas con escenarios menos favorables corresponden a la de los tributarios directos a la quebrada la Yaguilga entre las quebradas El Cusco y La Galda (2104-010710), y el último tramo de la Yaguilga hasta su desembocadura en el embalse El Quimbo (2104-010701) (Figura 2.24)

Figura 2.23. Escenario de riesgo por movimientos en masa

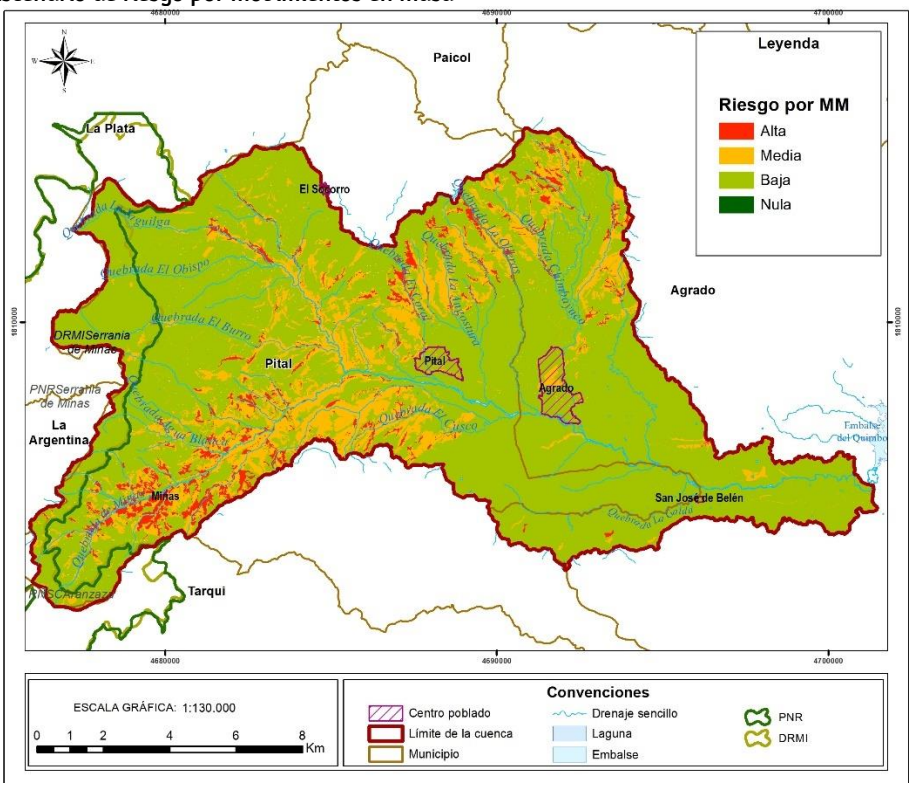
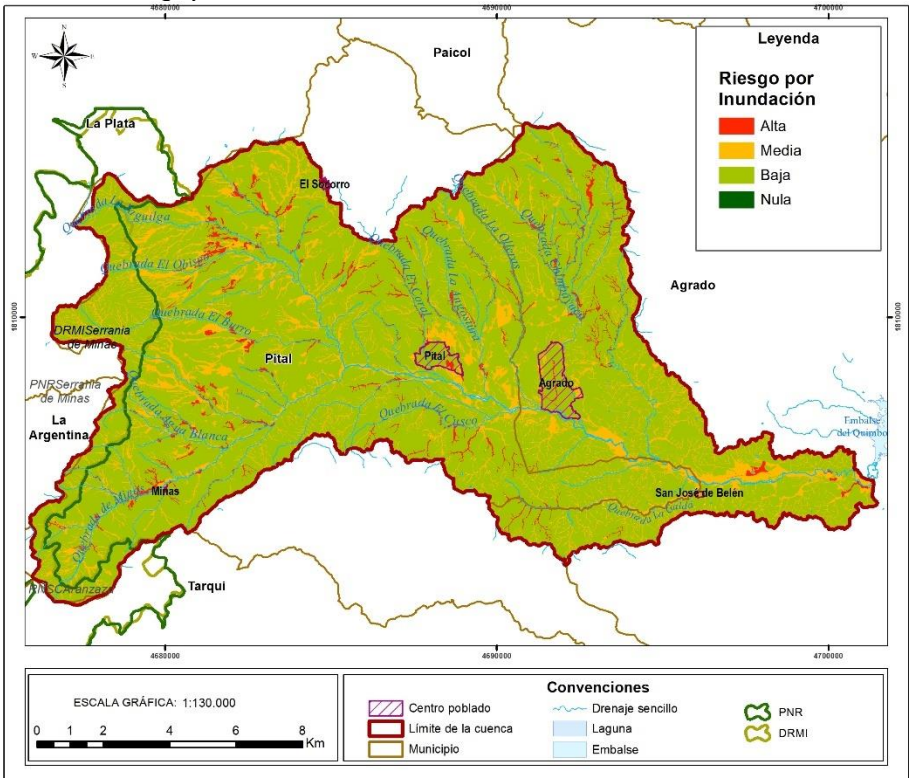
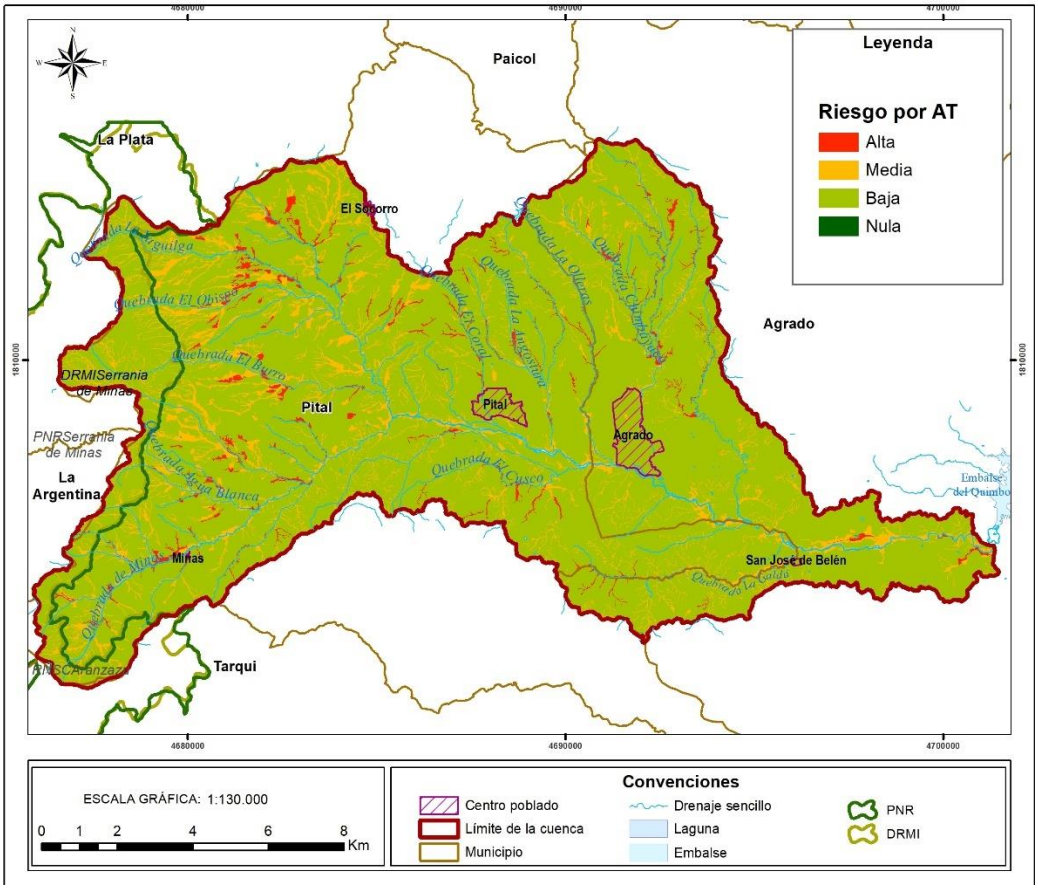


Figura 2.24. Escenario de riesgo por inundación



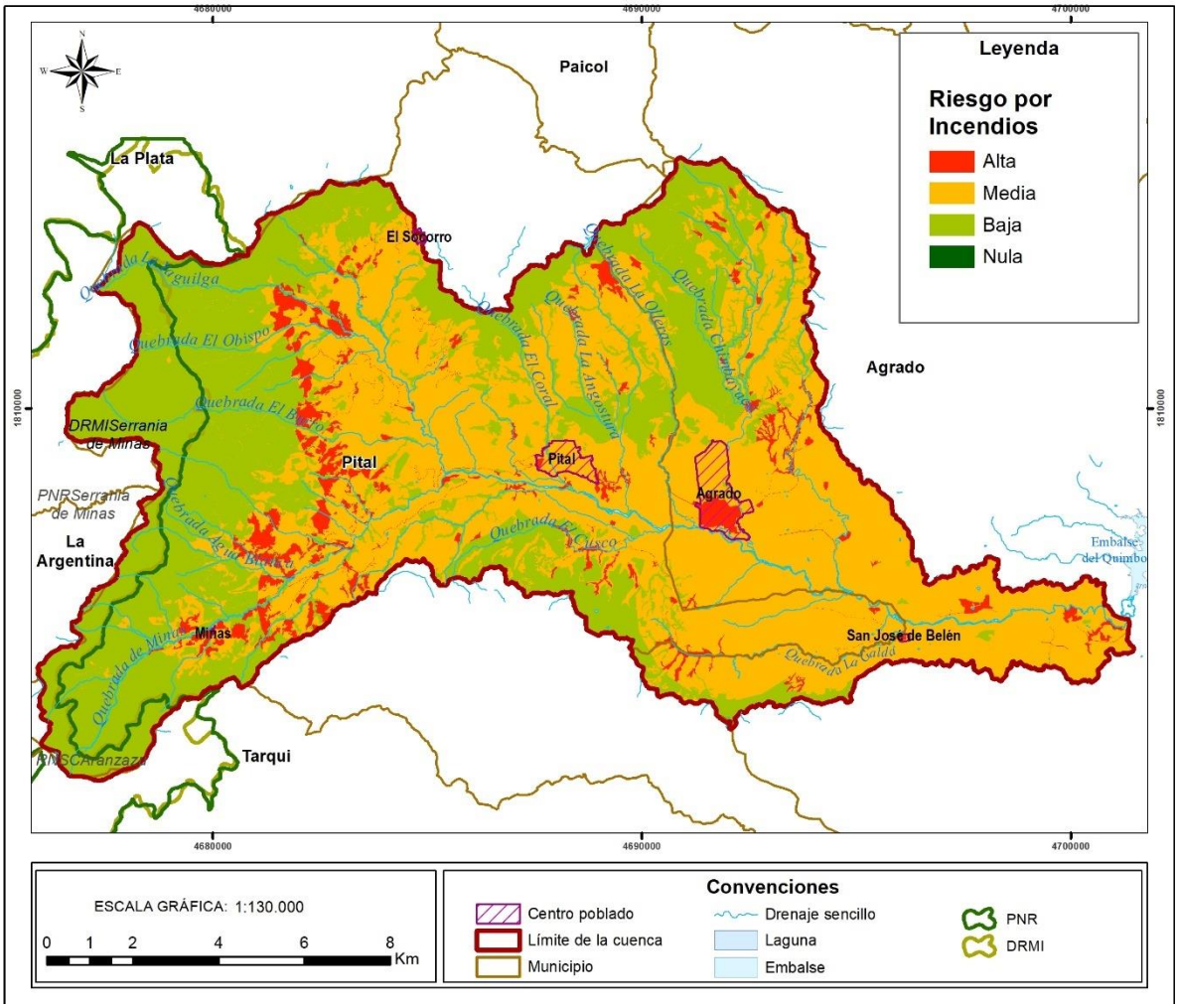
El análisis de riesgo por avenidas torrenciales mostró que este es el tipo de evento amenazante menos crítico para la microcuenca: 2,37% del área total presenta un escenario de riesgo alto, 11,38% riesgo moderado y 86,26% riesgo bajo. En este caso, las unidades hidrográficas más propensas al riesgo por las avenidas torrenciales son la parte alta de la Quebrada La Yaguilga y la Quebrada Las Minas, con más de 15% de su área en escenario de riesgo moderado a alto. (Figura 2.25)

Figura 2.25. Escenario de riesgo por avenidas torrenciales



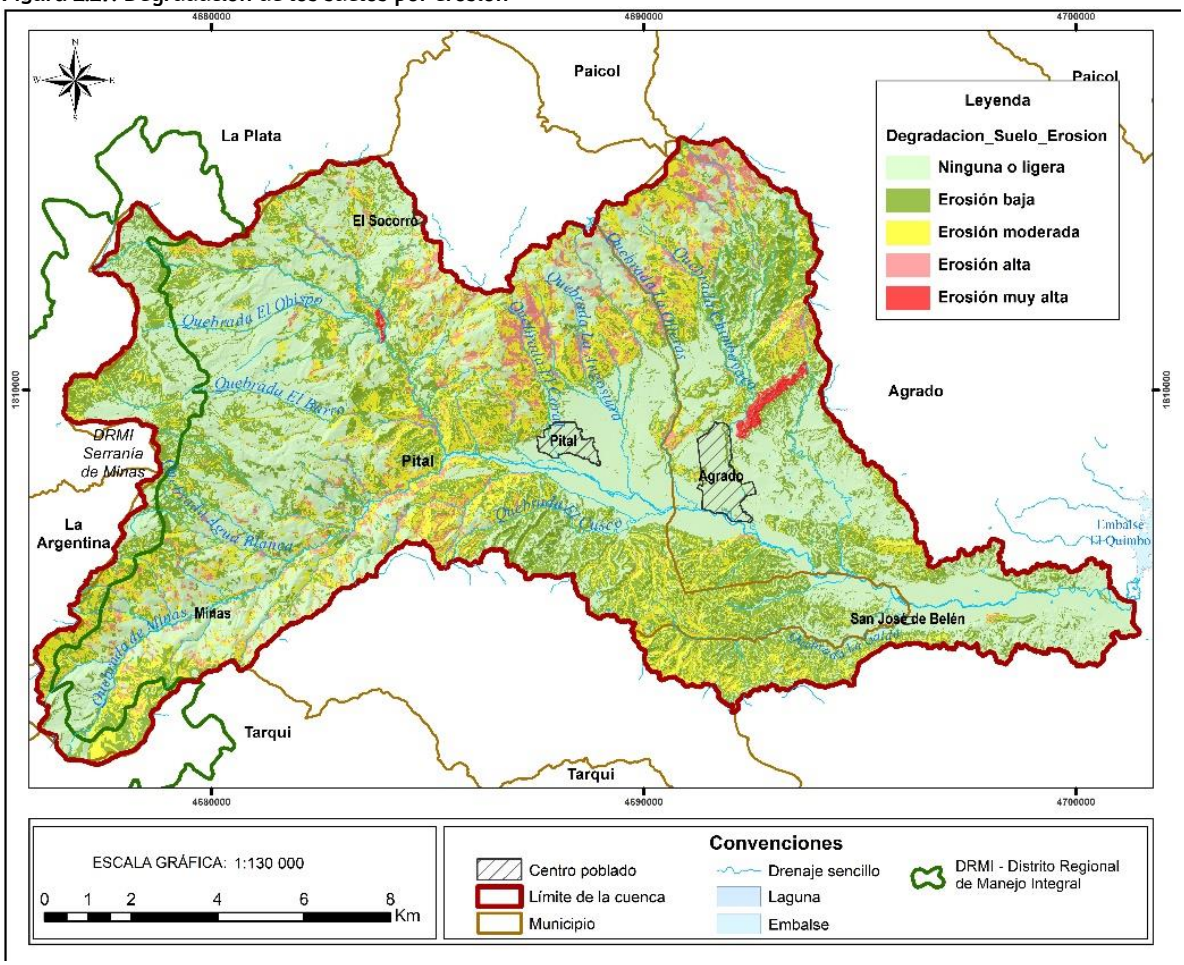
Los riesgos relacionados con los de la cobertura vegetal presentan los escenarios más críticos para la microcuenca: 5,10% del área en riesgo alto, 52,57% en riesgo moderado, y 42,33% en riesgo bajo (Figura 2.26). Como se ha comentado en otras secciones de este documento, los eventos de incendio se ven agravados por el alto grado de transformación y pérdida de las coberturas naturales de la microcuenca, siendo reemplazadas por pastos y cultivos, los cuales tienen un potencial de combustión más alto que las especies de bosques y arbustos propias de los biomas presentes en el área de la quebrada La Yaguilga. Las unidades hidrográficas con menor incidencia de este tipo de riesgo son las de las quebradas Las Minas y El Cusco.

Figura 2.26. Escenario de riesgo por incendios de la cobertura vegetal



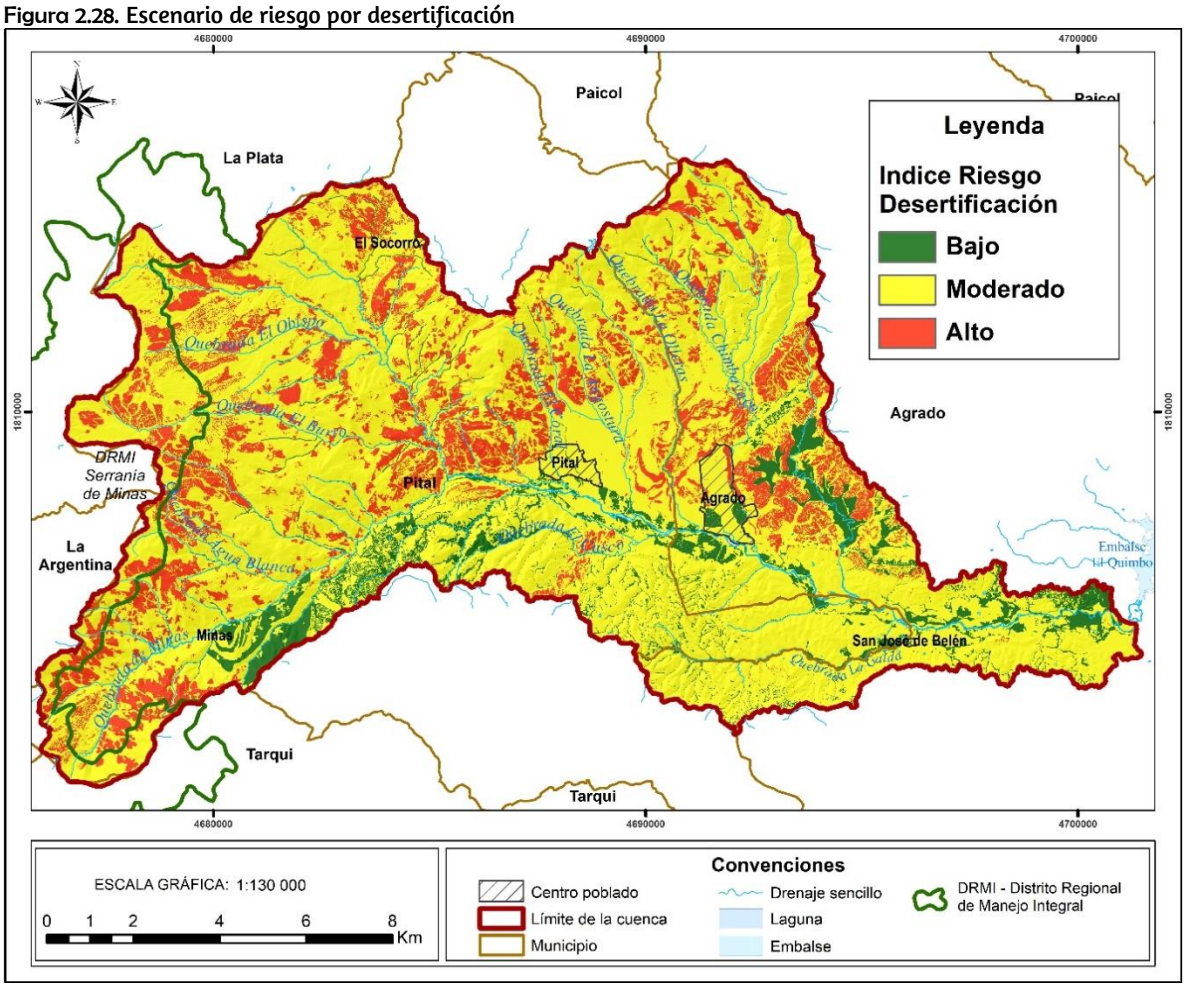
Para el caso de la degradación por erosión, se tiene que el 50% del área presenta degradación ligera, el 26% erosión baja, el 18% erosión moderada, el 5% erosión alta y el 0,3% erosión muy alta. El potencial de perdida de suelo promedio anual es de 17 ton/ha/año que multiplicado por el área de la cuenca proyecta una pérdida anual de suelo alrededor de 318.064 toneladas anuales (Figura 2.27)

Figura 2.27. Degradación de los suelos por erosión



Finalmente, en lo relacionado con la desertización (en este caso desertificación ya que el factor antrópico es más intenso que el natural), se tiene que el 17% del área de la microcuenca presenta riesgo alto a desertificación, 75% riesgo moderado, 8% riesgo bajo. Si esta tendencia sigue en aumento, se pueden ver afectadas las comunidades que habitan en la cuenca y los sistemas agrícolas, agroforestales y pecuarios de los cuales dependen dichas comunidades, ya que el suelo perdería su capacidad de producción de biomasa (Figura 2.28)

Figura 2.28. Escenario de riesgo por desertificación



3. CONSOLIDACIÓN DE LA LÍNEA BASE DE INDICADORES

3.1. Componente Físico - biótico

3.1.1. Hidrología

3.1.1.1. *Índice de Aridez*

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN		
Nombre y Sigla	Índice de Aridez (Ia)		
Objetivo	Estimar la suficiencia o insuficiencia de precipitación para sostenimiento de ecosistemas		
Definición	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. Integra el conjunto de indicadores definidos en el ENA 2010 (IDEAM, 2010).		
Fórmula	$Ia = \frac{ETP - ETR}{ETP}$		
Variables Unidades	Dónde: Ia: Índice de Aridez (adimensional) ETP: Evapotranspiración potencial (mm) ETR: Evapotranspiración Real (mm)		
Insumos	Se requiere información de las variables: precipitación, temperatura y caudal. Adicionalmente las variables requeridas para el cálculo de la Evapotranspiración potencial "ETP". Este índice se ha calculado en ENAs anteriores y en la Corporación Regional de Cundinamarca "CAR" con la misma metodología. La principal fuente de datos es el IDEAM con las series históricas de las redes de monitoreo hidrológicas y meteorológicas. Adicionalmente las series de datos de redes regionales de monitoreo de autoridades ambientales (CARs, AAU, PNN) y de empresas de servicios de agua potable como EPM Y EAAB. Para la cartografía básica en diferentes escalas la fuente de datos oficial es el IGAC.		
Interpretación de la Calificación	**Calificador**	**Ámbito Numérico**	**Color**
	Altos excedentes de agua	(<0,15)	
	Excedentes de agua	(0,15 – 0,19)	
	Moderado y Excedente de agua	(0,20 – 0,29)	
	Moderado	(0,30 – 0,39)	
	Moderado y Deficitario de agua	(0,40 – 0,49)	
	Deficitario de agua	(0,50 – 0,59)	
	Altamente deficitario de agua	(>0,60)	

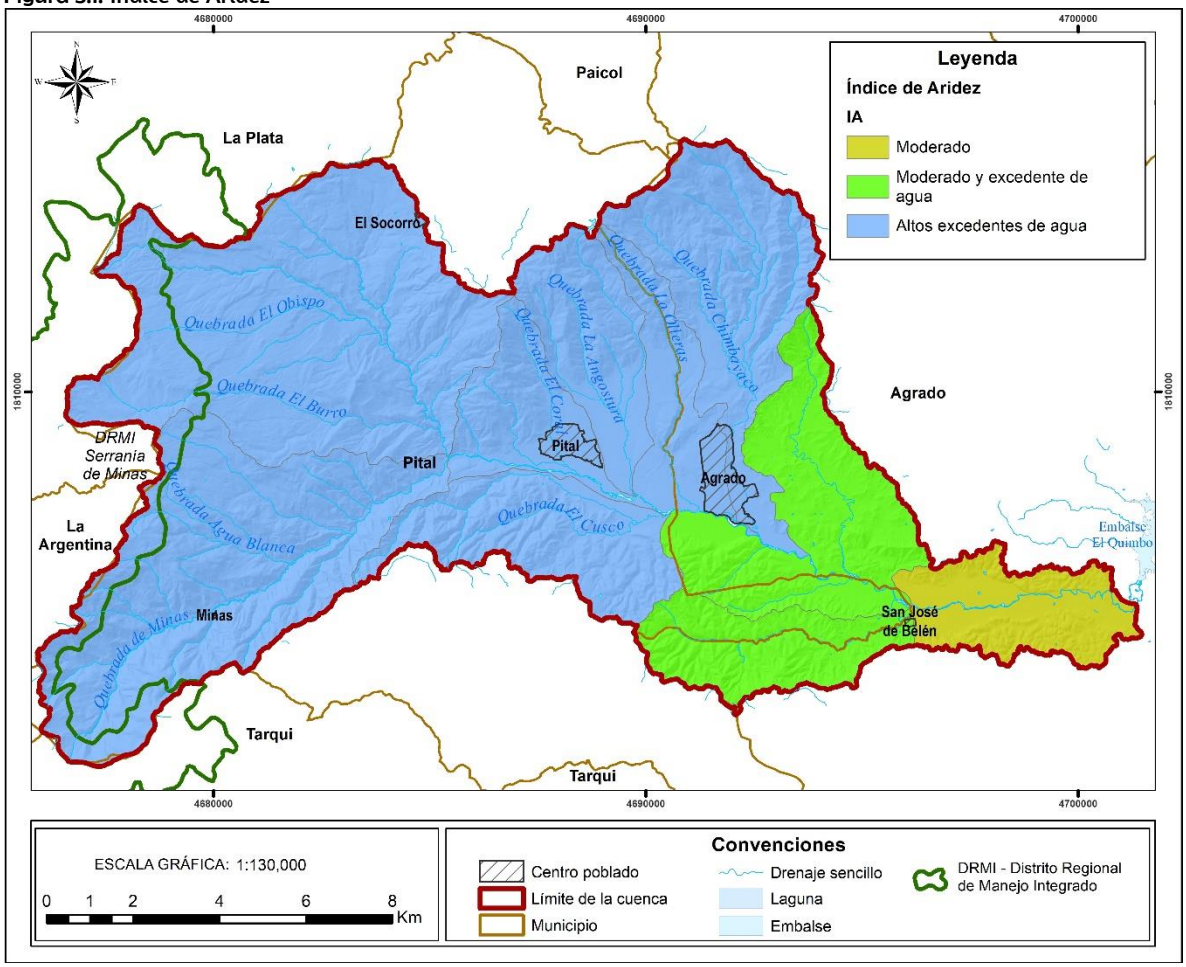
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Observaciones	Metodología sugerida Estudio Nacional del Agua – ENA (IDEAM, 2010) La cual podrá ser modificada por los lineamientos conceptuales y metodológicos para las Evaluaciones Regionales del Agua – ERAS a ser publicados por el IDEAM

Fuente: MADS, 2014

❖ Resultados

En la microcuenca de la Quebrada La Yaguilga solo se presenta aridez moderada en la parte más baja de la microcuenca, cerca de su desembocadura en el embalse de El Quimbo; 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

Figura 3.1. Índice de Aridez



Fuente: CONSORCIO PMAM YAGUILGA 2021 (2022)

3.1.1.2. *Índice de Uso de Agua Superficial (IUA)*

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN			
Nombre y Sigla	Índice de Uso de Agua Superficial (IUA)			
Objetivo	Estimar la relación porcentual entre la demanda de agua con respecto a la oferta hídrica disponible.			
Definición	El Índice de uso del agua (IUA) corresponde a la cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores usuarios, en un periodo de tiempo t (anual, mensual) y en una unidad espacial de referencia j (área, zona, subzona, etc.) en relación con la oferta hídrica superficial disponible para la misma unidad temporal t y espacial j.			
Fórmula	Relación porcentual de la demanda de agua en relación a la oferta hídrica disponible $IUA = (Dh/Oh) * 100$			
Variables Unidades	Dónde: IUA: Índice de uso del agua Dh: Σ (volumen de agua extraída para usos sectoriales en un período determinado). OHRD: oferta hídrica superficial regional disponible).			
Insumos	Los insumos para el cálculo de este índice son la demanda hídrica de la sub zona (Consumos por sectores) y la oferta hídrica, todo para un mismo periodo de tiempo definido.			
Interpretación de la Calificación	**Categoría**	**Significado**	**Rango (Dh/Oh) *100**	**Color**
	Muy alto	La presión de la demanda es muy alta con respecto la oferta disponible	(> 50)	
	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible	(20, 01 – 50)	
	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible	(10,01 – 20)	
	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible	(1 – 10)	
	Muy Bajo	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible	(≤ 1)	
Observaciones	El índice se calcula únicamente para fuentes de agua superficial tales como ríos y quebradas. No incluye en la oferta la disponibilidad de aguas subterráneas o de cuerpos de agua tales como lagunas, ciénagas o lagos. El cálculo del índice para algunas áreas está limitado por la disponibilidad de la información necesaria para su cálculo, por lo tanto, se hacen aproximaciones con factores de consumo de zonas semejantes, lo cual dificulta la estimación de la demanda potencial de agua.			

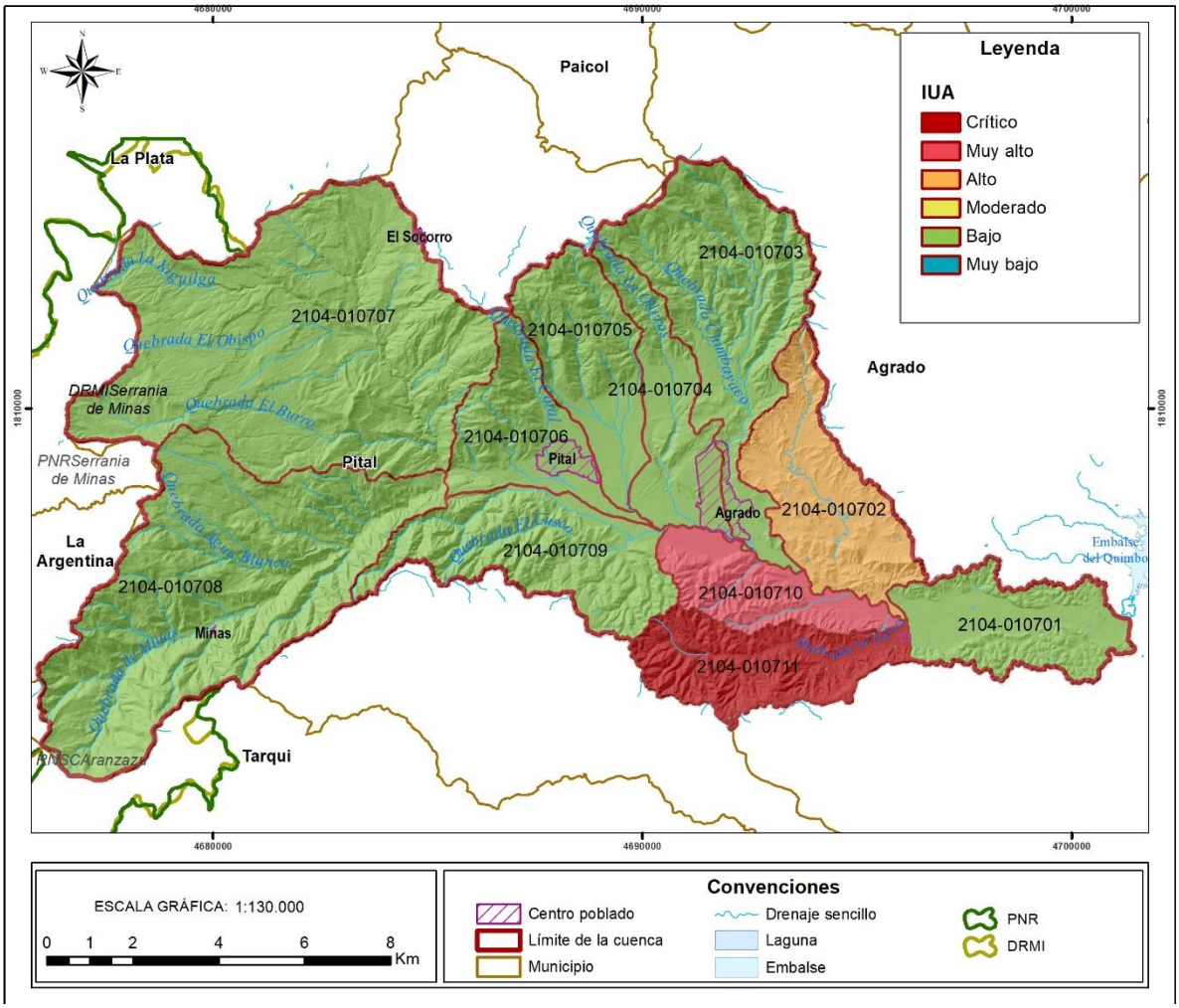
Fuente: MADS, 2014

❖ Resultados

Bajo condiciones hidroclimáticas normales, el 83,59% de la microcuenca presenta un IUA bajo (8 subcuencas), mientras que otro 9,55% del área total presenta IUA muy alto o crítico. Sin embargo, bajo condiciones hidroclimáticas secas, el área con IUA bajo se reduce a 45,93%, 32,10% de la cuenca pasa a tener una presión moderada, y el 16,41% queda en categoría de muy alto o crítico en el índice de uso del agua en este escenario.

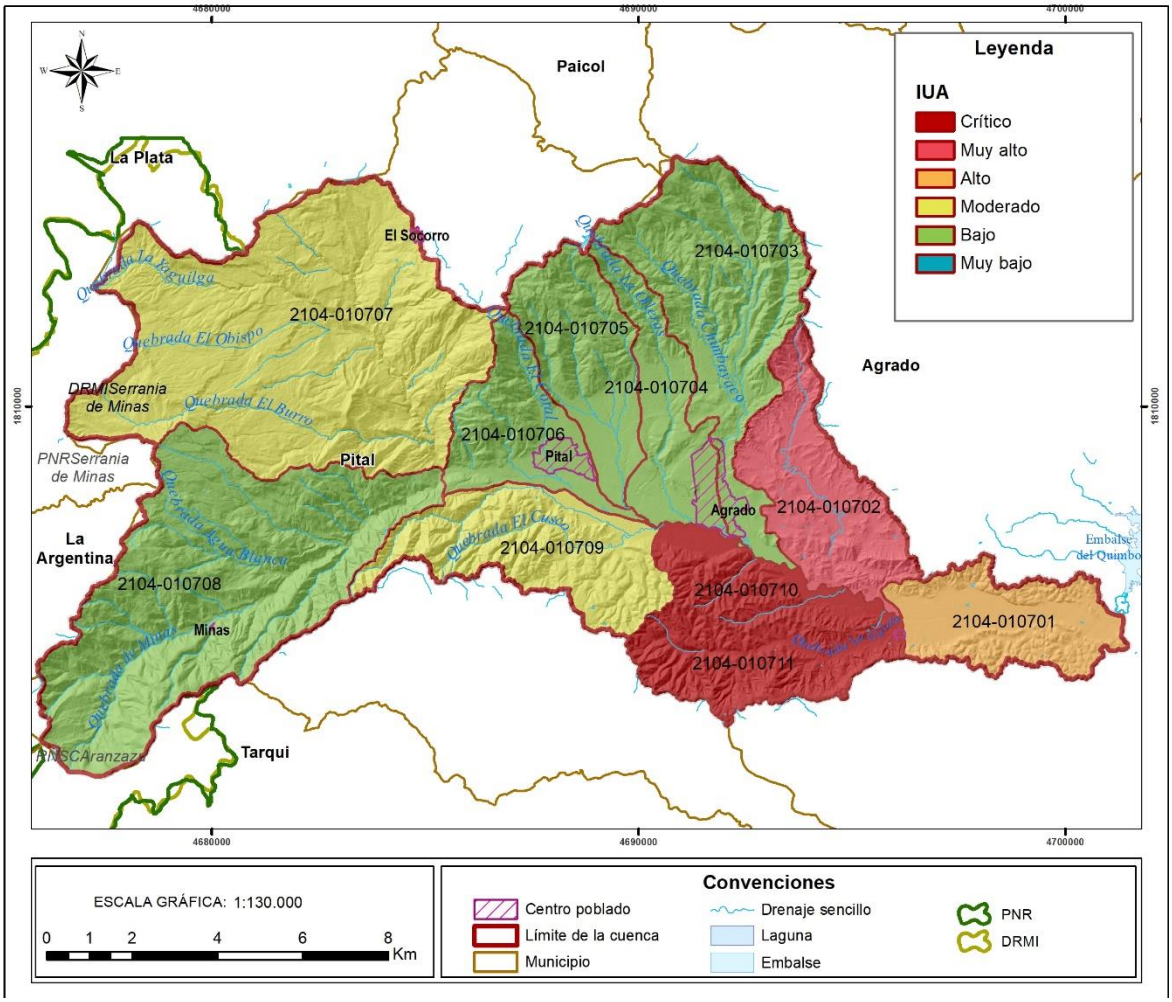
Este comportamiento se debe principalmente a la mayor oferta hídrica que se tiene en las subcuencas con clima húmedo, y que soportan la mayor parte de la demanda hídrica de toda la microcuenca; sin embargo, es importante anotar que, por ejemplo, la subcuenca de la parte alta de la Quebrada Yaguilga (2104-010707) que soporta la bocatoma del acueducto de ambas cabeceras municipales reduce su capacidad de soporte bajo una condición seca, elevando el IUA a moderado, aun cuando la captación actual del sistema de acueducto municipal solo se encuentra en el 26,83% del valor concesionado.

Figura 3.2. Índice de Uso de Agua por subcuenca en condiciones hidroclimáticas normales



Fuente: Consorcio PMAM Yaguilga 2021 (2022)

Figura 3.3. Índice de Uso de Agua por subcuenca en condiciones hidroclimáticas secas



Fuente: CONSORCIO PMAM YAGUILGA 2021 (2022)

Los valores obtenidos para el índice de uso de agua por Unidad hidrográfica de tercer nivel subsiguiente tanto para año normal como para año seco pueden verse en la Tabla 3.1, donde se especifica también la clasificación.

Tabla 3.1. Índice de uso de agua para la cuenca de la Quebrada La Yaguilga.

Subcuenca	IUA		IUA	
	Año normal	Año seco	Año normal	Año seco
2104-010701	8,09	20,39	Bajo	Alto
2104-010702	43,35	55,74	Alto	Muy alto
2104-010703	3,13	6,92	Bajo	Bajo
2104-010704	1,51	3,87	Bajo	Bajo
2104-010705	2,08	5,78	Bajo	Bajo
2104-010706	1,60	3,63	Bajo	Bajo
2104-010707	5,60	12,75	Bajo	Moderado
2104-010708	1,97	3,77	Bajo	Bajo
2104-010709	3,47	13,74	Bajo	Moderado
2104-010710	95,89	372,23	Muy alto	Crítico
2104-010711	103,56	408,90	Crítico	Crítico

Fuente: CONSORCIO PMAM YAGUILGA 2021 (2022).

3.1.1.3. *Índice de Retención y Regulación Hídrica (IRH)*

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN		
Nombre y Sigla	Índice de retención y regulación hídrica (IRH)		
Objetivo	Estimar la capacidad de la subzona de mantener los regímenes de caudales		
Definición	"Este índice mide la capacidad de retención de humedad de las cuencas con base en la distribución de las series de frecuencias acumuladas 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." (IDEAM, 2010).		
Fórmula	$IRH = Vp/Vt$		
Variables Unidades	Dónde: IRH: Índice de Retención y Regulación Hídrica. Vp: Volumen representado por el área que se encuentra por debajo de la línea de caudal medio en la curva de duración de caudales diarios Vt: Volumen total representado por el área bajo la curva de duración de caudales diarios.		
Insumos	La principal fuente de datos es el IDEAM con las series históricas de caudales provenientes de la red de monitoreo de referencia nacional. Algunas series de datos de caudal de redes regionales de monitoreo de las autoridades ambientales (CARs, AAU, PNN) y de empresas de servicios de agua potable como EPM Y EAAB. Así como la cartografía básica del IGAC en diferentes escalas.		
Interpretación de la Calificación	**Descripción**	**Rango del indicador**	**Color**
	Muy baja retención y regulación de la humedad	(<0,50)	Muy bajo
	baja retención y regulación de la humedad	(0,50-0,65)	Bajo
	Media retención y regulación de la humedad	(0,65-0,75)	Moderada

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN		
	alta retención y regulación de la humedad	(0,75-0,85)	Alta
	Muy alta retención y regulación de la humedad	(>0,85)	Muy alta
Observaciones	Los datos disponibles de caudales medios diarios de series históricas mayores de 15 años, de estaciones representativas. La limitación principal para obtener este indicador es la carencia de estaciones hidrológicas y densidad de la red de monitoreo en las unidades hidrográficas representativas en la región.		

Fuente: MADS, 2014

❖ Resultados

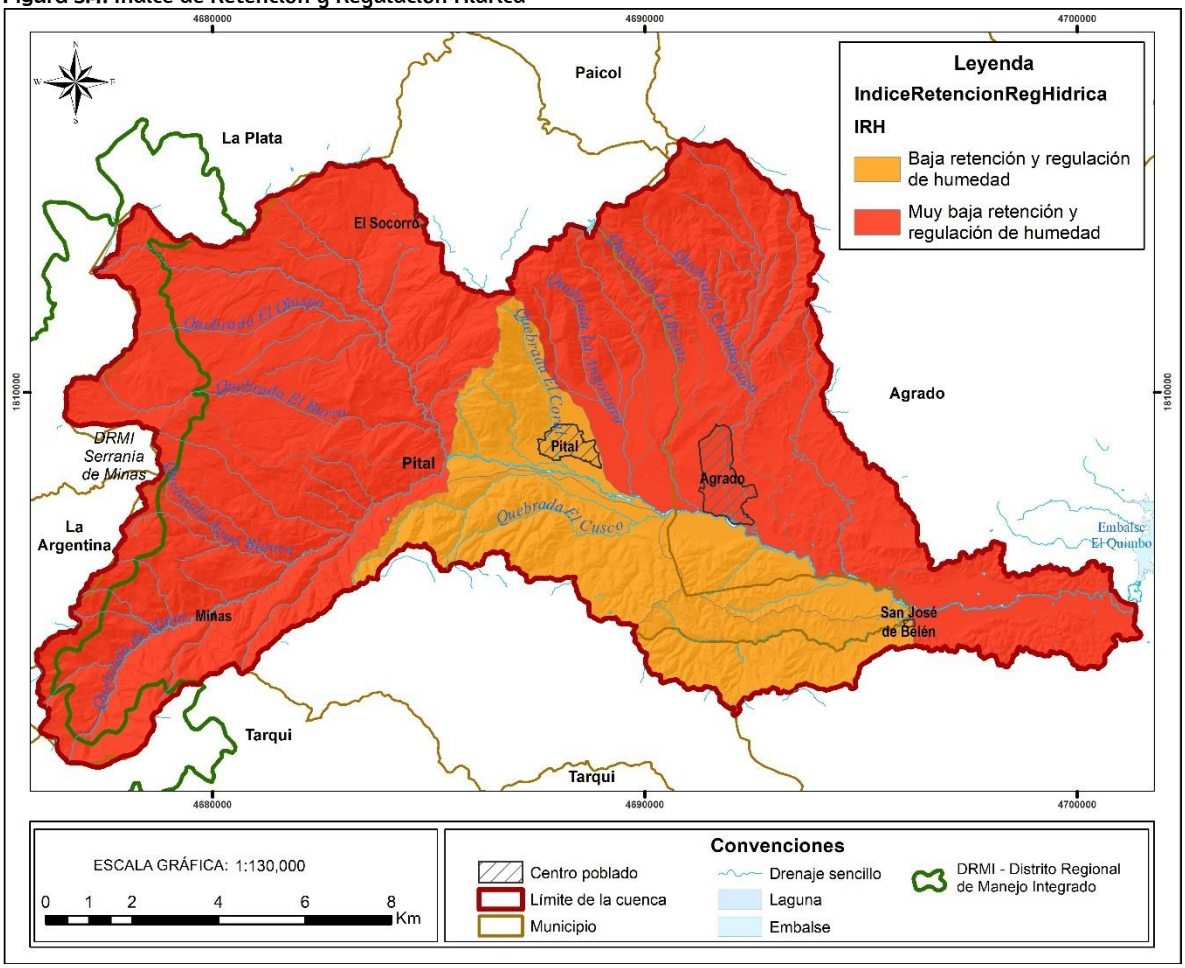
Predomina en la microcuenca una muy baja retención y regulación hídrica en el 77,9% del área, y el restante presenta una baja capacidad de retención y regulación hídrica. Esto tiene dos implicaciones muy importantes: (1) la cuenca tiene una predominancia hacia los eventos torrenciales, y (2) la cuenca no tiene condiciones para mantener una oferta hídrica constante a lo largo del tiempo, lo cual puede amenazar la disponibilidad del recurso.

Tabla 3.2. Índice de retención y Regulación Hídrica.

Microcuenca	IRH	Calificación
2104-010701	43,53	Muy bajo
2104-010702	43,34	Muy bajo
2104-010703	43,11	Muy bajo
2104-010704	46,48	Muy bajo
2104-010705	43,34	Muy bajo
2104-010706	51,59	Bajo
2104-010707	43,49	Muy bajo
2104-010708	44,11	Muy bajo
2104-010709	54,51	Bajo
2104-010710	54,31	Bajo
2104-010711	54,48	Bajo

Fuente: CONSORCIO PMAM YAGUILGA 2021 (2022).

Figura 3.4. Índice de Retención y Regulación Hídrica



Fuente: CONSORCIO PMAM YAGUILGA 2021 (2022).

3.1.1.4. *Índice de Vulnerabilidad por Desabastecimiento Hídrico (IVH)*

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	Índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico (IVH)
Objetivo	Determinar la fragilidad de mantener la oferta de agua para abastecimiento
Definición	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 (El Niño) – podría generar riesgos de desabastecimiento.
Fórmula	El IVH 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).
Variables Unidades	Adimensional

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN		
Insumos	La información básica requerida para el cálculo del IRH y del IUA cuyas fuentes de información se presentaron en los capítulos temáticos correspondientes de este documento.		
Interpretación de la Calificación	**Índice del uso del agua – IUA**	**Índice de regulación Hídrica - IRH**	**Categoría de 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
Observaciones	Los datos disponibles de caudales medios diarios de series históricas mayores de 15 años, de estaciones representativas. La limitación principal para obtener este indicador es la carencia de estaciones hidrológicas y densidad de la red de monitoreo en las unidades hidrográficas representativas en la región.		

Fuente: MADS, 2014

❖ Resultados

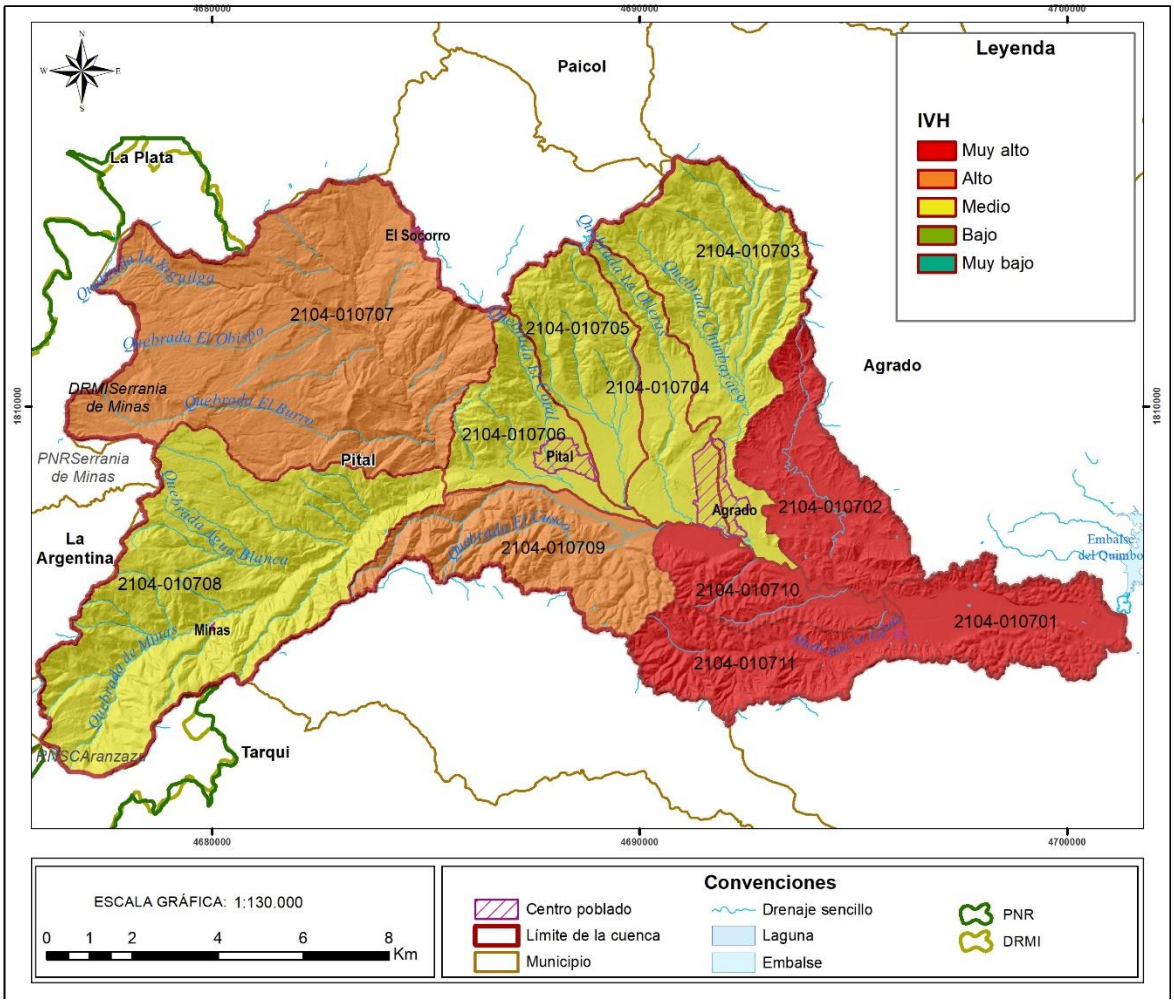
Se observa que el 45,93% de la cuenca presenta una vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico moderada, 32,10% una vulnerabilidad alta, y el restante 21,97% una vulnerabilidad muy alta. Dado que la microcuenca es abastecedora, tanto en su conjunto como en sus diferentes subcuencas, este es un escenario crítico en el que se deben comprometer esfuerzos que logren recuperar la capacidad de retención y regulación hídrica de la unidad hidrográfica, al tiempo que se procura el uso racional del recurso hídrico.

Tabla 3.3. Índice de Vulnerabilidad al desabastecimiento.

2 NSS	IUA	IRH	IVH
2104-010701	Alto	Muy bajo	Muy alto
2104-010702	Muy alto	Muy bajo	Muy alto
2104-010703	Bajo	Muy bajo	Moderado
2104-010704	Bajo	Muy bajo	Moderado
2104-010705	Bajo	Muy bajo	Moderado
2104-010706	Bajo	Bajo	Moderado
2104-010707	Moderado	Muy bajo	Alto
2104-010708	Bajo	Muy bajo	Moderado
2104-010709	Moderado	Bajo	Alto
2104-010710	Crítico	Bajo	Muy alto
2104-010711	Crítico	Bajo	Muy alto

Fuente: CONSORCIO PMAM YAGUILGA 2021 (2022)

Figura 3.5. Índice de Vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico.



Fuente: CONSORCIO PMAM YAGUILGA 2021 (2022)

3.1.2. Calidad del Agua

3.1.2.1. *Índice de Calidad del Agua (ICA)*

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	Índice de Calidad del Agua - (ICA)
Objetivo	Determinar el estado de la Calidad de Agua en la cuenca
Definición	Determina condiciones fisicoquímicas generales de la calidad de un cuerpo de agua y, en alguna medida, permite reconocer problemas de contaminación en un punto determinado, para un intervalo de tiempo específico. Permite además 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 biológicas.
Fórmula	Se calcula a partir de 5 variables básicas (4 de presión y 1 de estado): Oxígeno Disuelto (% de saturación), Demanda Química de Oxígeno (mg/L), Conductividad eléctrica (µS/cm), sólidos totales en suspensión (mg/L), y pH. ICA = $\sum W_i i$ Dónde: W_i = peso importancia asignado a cada variable L_i = subíndice de calidad
Insumos	Información primaria y secundaria sobre Monitoreos del recurso hídrico de calidad y cantidad en el tramo a evaluar
Interpretación de la Calificación	**Descriptor** / **Ámbito Numérico** / **Color** Muy malo (0 – 0,25) Malo (0,26 – 0,50) Regular (0,51 – 0,70) Aceptable (0,71 – 0,90) Bueno (0,91 – 1,00)
Observaciones	Metodología sugerida ENA 2010 IDEAM

Variable	Expresada como	Peso de importancia
Oxigeno 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	NMP/ 100 ml	0,14

Fuente: MADS, 2014

❖ Resultados

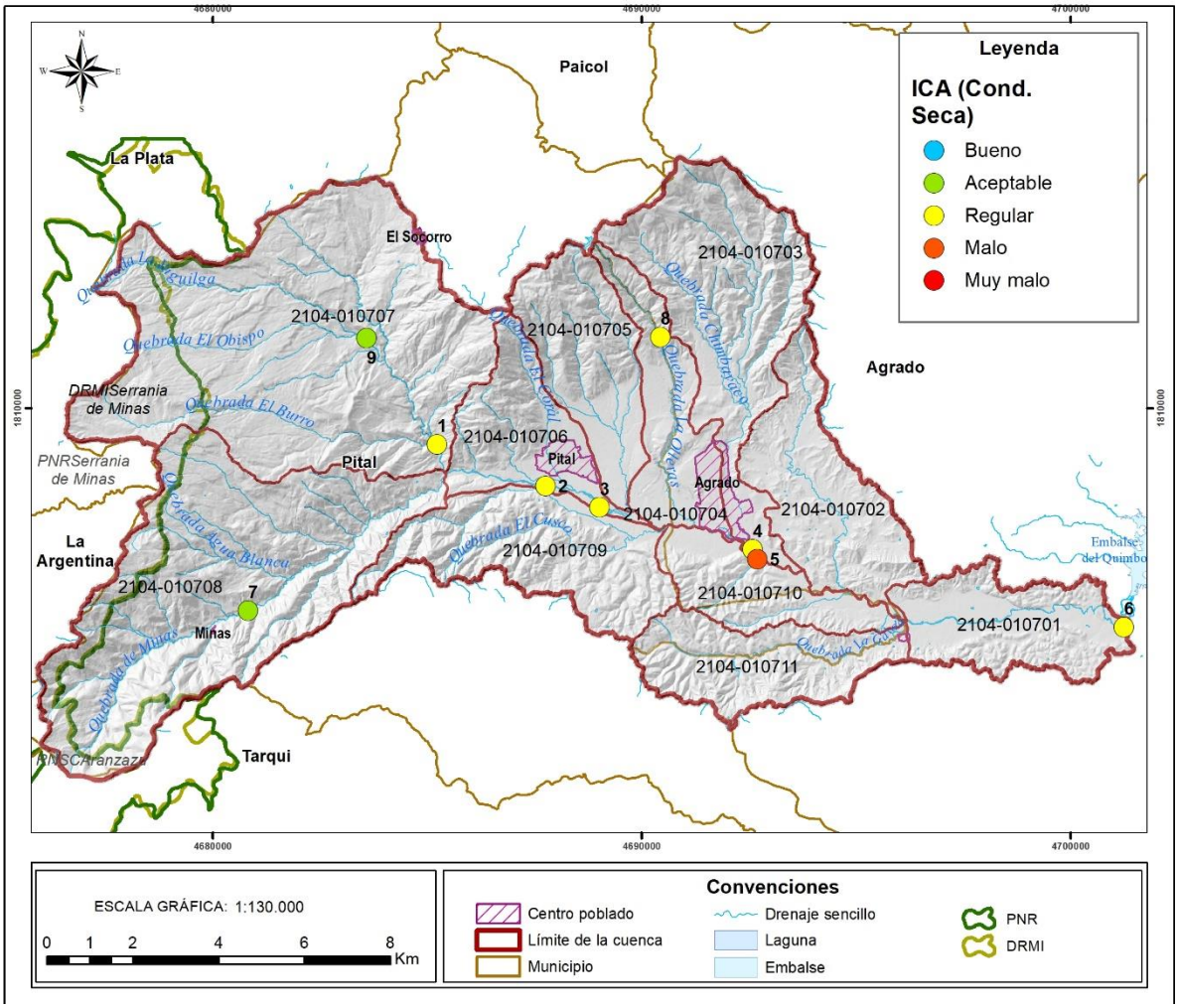
Condiciones Hidrológicas Secas

La evaluación del Índice de Calidad de Agua en condiciones secas para la cuenca hidrográfica de la Quebrada La Yaguilga, se presenta en la Tabla 3.4 y Figura 3.6.

Tabla 3.4. Resultados ICA -condiciones secas

ID	COORD_X	COORD_Y	NOMBRE	T	PH	OD	COND	SST	DBO	DQO	NT	PT	COL FEC	ICA (Cond. Seca)	
1	4685234,65	1809161,84	Qda Yaguilga (Toma Acueducto, ERA: PM150)	20,2	8,24	8,26	152,7	210	10	18,7	6,09	0,5	4700	0,633	Regular
2	4687769,95	1808194,49	Qda Yaguilga (Antes de El Pital, ERA: PM151)	21,53	8,27	8,02	172,2	100	10	24	3	0,5	19000	0,606	Regular
3	4689026,43	1807694,27	Qda Yaguilga (Despues de El Pital, ERA: PM 152)	21,77	8,42	8,15	165,1	145	10	19,7	5,8	0,5	4700	0,643	Regular
4	4692596,55	1806714,01	Qda Chimbayaco (ERA: PM 154)	21,63	7,35	6,91	108,8	17,5	10	18,7	21,38	0,5	45000	0,675	Regular
5	4692696,28	1806492,59	Qda Yaguila (Despues de El Agrado ERA: PM 203)	21,4	7,75	7,5	143,7	210	19,32	64,8	13,49	0,5	160000	0,496	Mala
6	4701250,21	1804905,97	Qda Yaguilga (Antes de El Quimbo)	23,17	7,97	7,96	191,2	54,62	10	12,5	18,38	0,5	3600	0,632	Regular
7	4680831,36	1805287,51	Qda de Minas	18,3	8,15	8,23	162,8	15	10	10	17,79	0,5	2	0,774	Aceptable
8	4690447,31	1811662,77	Qda La Olleras (cultivos)	20,6	7,93	7,98	148,1	276,67	10	17,9	3	0,5	1100	0,627	Regular
9	4683592,60	1811643,06	Qda Yaguilga (parte alta, cultivos)	18,43	7,96	8,22	34,4	4,71	10	10,5	6,29	0,5	1600	0,808	Aceptable

Figura 3.6. Espacialización ICA - Condiciones Secas



Fuente: CONSORCIO PMAM YAGUILGA 2021 (2022)

Como se observa en la figura anterior, bajo una condición hidroclimática seca, las concentraciones de los contaminantes aumentan, y por eso las estaciones ubicadas aguas abajo o en zonas con actividades humanas importantes presentan bajo este escenario hidroclimático una calidad regular. Se observa, incluso, una calidad mala en el cauce principal de la Quebrada Yaguilga, a la altura de la desembocadura de la Quebrada Chimbayaco, debida a la combinación de valores altos de contaminación por coliformes fecales, materia orgánica, sólidos en suspensión y relación NT/PT.

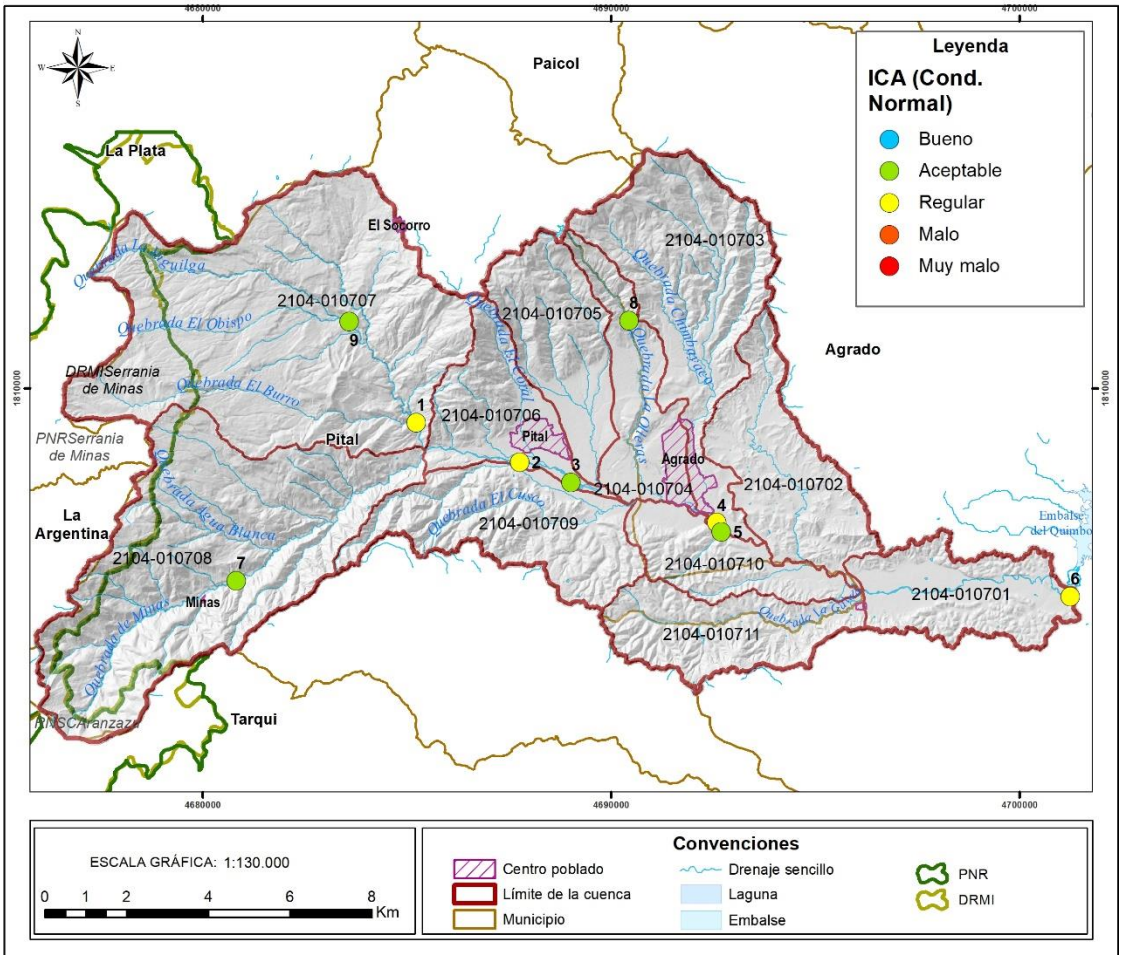
Condiciones Hidrológicas Normales

La evaluación del Índice de Calidad de Agua en condiciones normales para la cuenca hidrográfica de la Quebrada La Yaguilga, se presenta en la Tabla 3.5 y Figura 3.7.

Tabla 3.5. Resultados ICA -condiciones normales

ID	COORD_X	COORD_Y	NOMBRE	T	PH	OD	COND	SST	DBO	DQO	NT	PT	COL FEC	ICA (Cond. Normal)	
1	4685234,65	1809161,84	Qda Yaguilga (Toma Acueducto, ERA: PM150)	20,5	7,888	8,16	98,7	104	10	10,26	36	0,5	5000	0,661	Regular
2	4687769,95	1808194,49	Qda Yaguilga (Antes de El Pital, ERA: PM151)	21,5	8,63	8,01	125,7	190	10	10	41,05	0,5	1	0,697	Regular
3	4689026,43	1807694,27	Qda Yaguilga (Despues de El Pital, ERA: PM 152)	19,6	8,4	8,59	112,5	273,33	10	10	8,47	0,5	106	0,761	Aceptable
4	4692596,55	1806714,01	Qda Chimbayaco (ERA: PM 154)	22	7,37	7,7	92,2	135	16,1	26,93	4,24	0,5	40000	0,623	Regular
5	4692696,28	1806492,59	Qda Yaguila (Despues de El Agrado ERA: PM 203)	23,27	8	7,84	142,1	237,5	10	10	20,57	0,5	102	0,701	Aceptable
6	4701250,21	1804905,97	Qda Yaguilga (Antes de El Quimbo)	21,8	8,11	8	141	230	10	10	12,71	0,5	100	0,698	Regular
7	4680831,36	1805287,51	Qda de Minas	19,03	8,85	8,15	146,4	25,83	10	10	37,62	0,5	1	0,738	Aceptable
8	4690447,31	1811662,77	Qda La Olleras (cultivos)	20,3	7,66	8,16	105,9	80	10	10	82,39	0,5	1	0,790	Aceptable
9	4683592,60	1811643,06	Qda Yaguilga (parte alta, cultivos)	18,87	7,15	8,28	21,27	60	10	10	29,45	0,5	1	0,831	Aceptable

Figura 3.7. Espacialización ICA – Condiciones normales



Fuente: CONSORCIO PMAM YAGUILGA 2021 (2022)

De acuerdo con los resultados obtenidos para el Índice de Calidad del Agua en condiciones normales, la calidad del agua en las estaciones más cercanas a los nacimientos de las corrientes es aceptable. Una vez los cauces van desarrollándose y transcurriendo por las zonas de asentamientos y aprovechamiento agropecuario, la calidad se reduce a una condición regular.

Es importante notar los contrastes de calidad del agua entre los puntos 2 y 3, y 4 y 5; se aprecia en la diferencia del ICA entre esos pares de puntos la capacidad de dilución de las cargas contaminantes transportadas gracias al aporte de otras escorrentías que elevan el caudal de la corriente principal (en este caso la Quebrada Yaguilga), y, por tanto, elevando la categoría de valoración.

Otro aspecto que se mencionó anteriormente está relacionado con la calidad de agua en la estación 1 en condición regular. Esto se debe principalmente a la presencia de

coliformes fecales y a una relación NT/PT deficiente -condiciones extremadamente oligotróficas-. Esta situación se repite en las estaciones 2 y 4 que también llegan a una calidad regular; en el caso de la estación 6, la calidad regular del agua está determinada por condiciones oligotróficas (relación NT/PT mucho mayor que 7,0) y la presencia de sólidos en suspensión.

3.1.2.2. *Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua*

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua - (IACAL)
Objetivo	Estimar la afectación al cuerpo de agua por las presiones de actividades socioeconómicas
Definición	Refleja la contribución/alteración potencial de la calidad del agua por presión de la actividad socioeconómica, a escala de subzonas hidrográficas y subcuencas, pues se calcula en función de la Presión Ambiental, entendida como la contribución potencial de cada agente social o actividad humana (población, industria, agricultura, minería) a las alteraciones del medio ambiente por consumo de recursos naturales, generación de residuos (emisión o vertimiento) y trasformación del medio físico
Fórmula	La fórmula se encuentra descrita en el capítulo 6 numeral 6.2.2 del Estudio Nacional del Agua - ENA (IDEAM, 2010)
Variable y unidades	P: Población municipal (número de personas) XPS: Fracción de la población conectada al alcantarillado PS: Población conectada al alcantarillado (Nro. personas) PPs: Población conectada a pozo séptico (Nro. personas) FiP: Factor de emisión de DBO5 por persona, según si está conectada al alcantarillado o a pozo séptico (18,1 y 6,9 kg/persona-año, respectivamente) XRT: Fracción de remoción de materia orgánica, sólidos y nutrientes dependiendo del tipo de tratamiento13 de agua residual municipal PC: Producción municipal de café como número de sacos de 60 kg de café pergamino seco XBE: Fracción de beneficio ecológico nacional de café XBNE: Fracción de beneficio no ecológico nacional de café16 PI:17 Producción industrial como volumen (cantidad) de producción para 43 actividades económicas de interés CMP: Consumo de materias primas para una industria determinada XRT: Fracción de remoción de vertimientos según tecnología prototipo de cada subsector Fi: Factor de emisión para una unidad productiva específica en kg DBO5, DQO, SST, NT y PT/ton producto final o materia prima consumida WGVP: Tonelada de animal (vacuno) en pie20 WGPP: Tonelada de animal (porcino) en pie21 KP: Carga de DBO5 proveniente de la población en ton/ano KC: Carga de DBO5 proveniente del beneficio del café en ton/ano KIND: Carga de DBO5 proveniente de la industria (actividades de interés) en ton/año KsG: Carga de DBO5 proveniente del sacrificio de ganado en ton/ano

<table>
<tr><th>ELEMENTO</th><th colspan="3">DESCRIPCIÓN</th></tr>
<tr><td></td><td colspan="3">KMIN: Carga de mercurio vertida al agua proveniente del beneficio del oro y de la plata en ton/ano
K: Carga municipal de DBO5 en ton/año
Kquímicos: Carga de químicos usados en la transformación de coca en toneladas y miles de litros /año</td></tr>
<tr><td>Insumos</td><td colspan="3">Los factores para la estimación del IACAL se relacionan continuación:
- Cargas Contaminantes estimadas a partir de inventario consistente en la aplicación de factores de vertimiento recomendados por el Estudio Nacional de Aguas y la literatura especializada.
- Población de la cuenca, actual y proyectada
- Información Primaria Variables:
- Materia orgánica: DBO, DQO, DQO-DBO
- Sólidos en suspensión: SST
- Nutrientes: N total, P total
- Oferta hídrica</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Interpretación de la Calificación</td><td colspan="3">PROMEDIO CATEGORÍA (NT+PT+SST+DBO+(DQO-DBO) /5</td></tr>
<tr><td>Descriptor</td><td>Ámbito Numérico</td><td>Color</td></tr>
<tr><td>Baja</td><td>1</td><td></td></tr>
<tr><td>Moderada</td><td>2</td><td></td></tr>
<tr><td>Media alta</td><td>3</td><td></td></tr>
<tr><td>Alta</td><td>4</td><td></td></tr>
<tr><td>Muy alta</td><td>5</td><td></td></tr>
<tr><td>Observaciones</td><td colspan="3">Metodología sugerida ENA 2010 IDEAM</td></tr>
</table>

Fuente: MADS, 2014

❖ Resultados

La evaluación de la Alteración Potencial de la Calidad del Agua para la microcuenca de la Quebrada Yaguilga 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, lo cual significa que en el corto plazo es posible encontrar una reducción en el valor del ICA, lo que se verá reflejado en la construcción del componente programático en la siguiente fase de construcción del PMAM.

Tabla 3.6. Alteración Potencial de la Calidad del Agua en condiciones normales

MICROCUENCA	PRESIÓN POR CONTAMINANTE (t/MMC)					IACAL AÑO NORMAL
	DBO5	DQO-DBO	SST	NT	PT	
2104-010701	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2104-010702	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2104-010703	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2104-010704	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2104-010705	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2104-010706	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2104-010707	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2104-010708	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2104-010709	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2104-010710	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2104-010711	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta

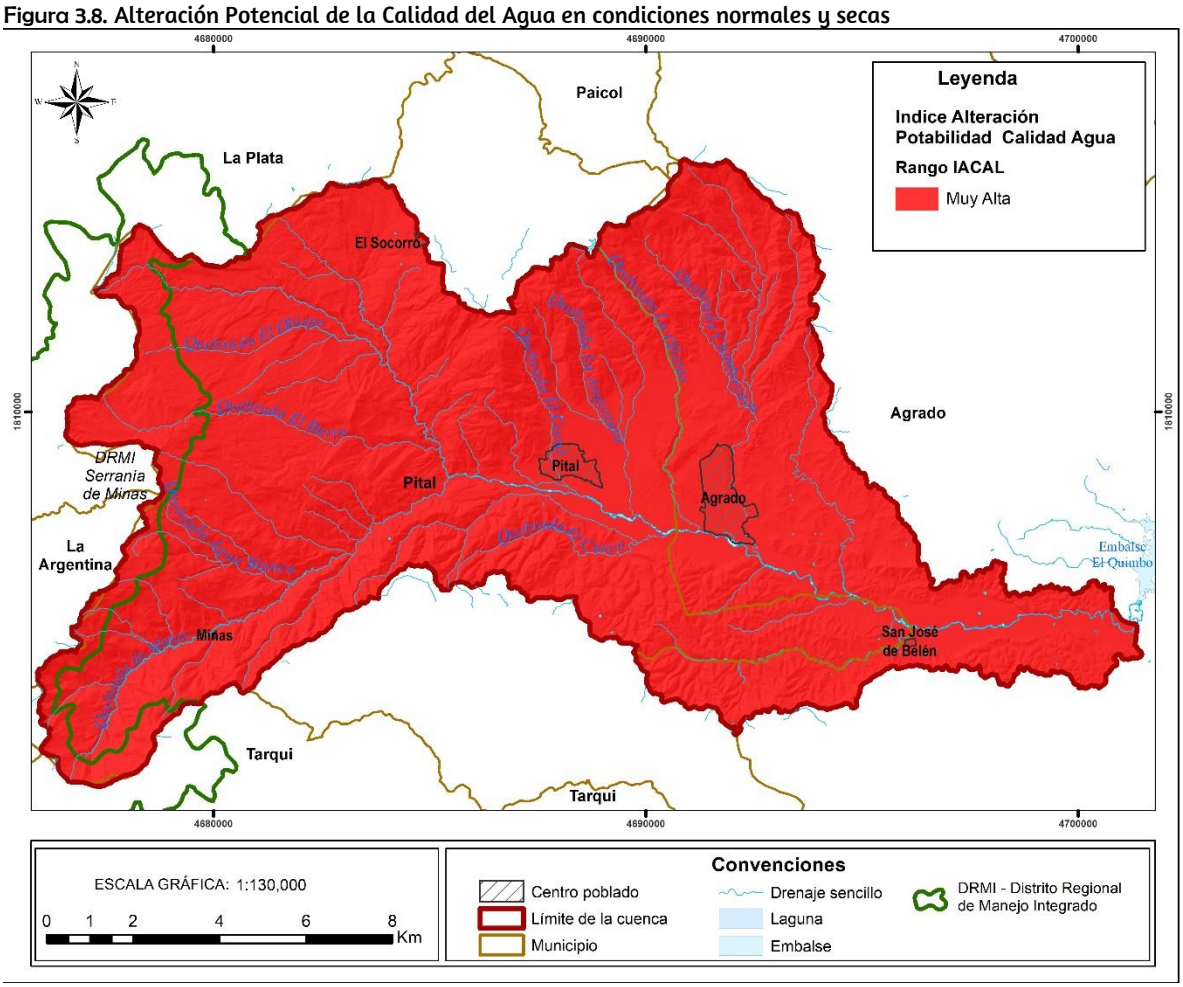
Fuente: CONSORCIO PMAM YAGUILGA 2021 (2022)

Tabla 3.7. Alteración Potencial de la Calidad del Agua en condiciones secas

MICROCUENCA	PRESIÓN POR CONTAMINANTE AÑO SECO (t/MMC)					IACAL AÑO SECO
	DBO5	DQO-DBO	SST	NT	PT	
2104-010701	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2104-010702	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2104-010703	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2104-010704	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2104-010705	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2104-010706	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2104-010707	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2104-010708	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2104-010709	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2104-010710	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2104-010711	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta

Fuente: CONSORCIO PMAM YAGUILGA 2021 (2022)

Figura 3.8. Alteración Potencial de la Calidad del Agua en condiciones normales y secas



Fuente: CONSORCIO PMAM YAGUILGA 2021 (2022)

3.1.3. Cobertura y Uso de la Tierra

3.1.3.1. *Indicador de Tasa de Cambio de las Coberturas Naturales (TCCN)*

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	Indicador de Tasa de cambio de las coberturas naturales de la tierra (TCCN)
Objetivo	Medir la pérdida o recuperación de los diferentes tipos de coberturas naturales con relación al tiempo en años.
Definición	El indicador mide los cambios de área de las coberturas naturales del suelo a partir de un análisis multitemporal en un período de análisis no menor de 10 años, mediante el cual se identifican las pérdidas de hábitat para los organismos vivos. La tasa de cambio estima el grado de conservación de la cobertura, la cantidad de hábitat natural intacto y los patrones de conversión. (Modificado de IAvH, 2002)
Fórmula	$TCCN = (Ln\ ATC_2 - Ln\ ATC_1) * 100/(t_2 - t_1)$

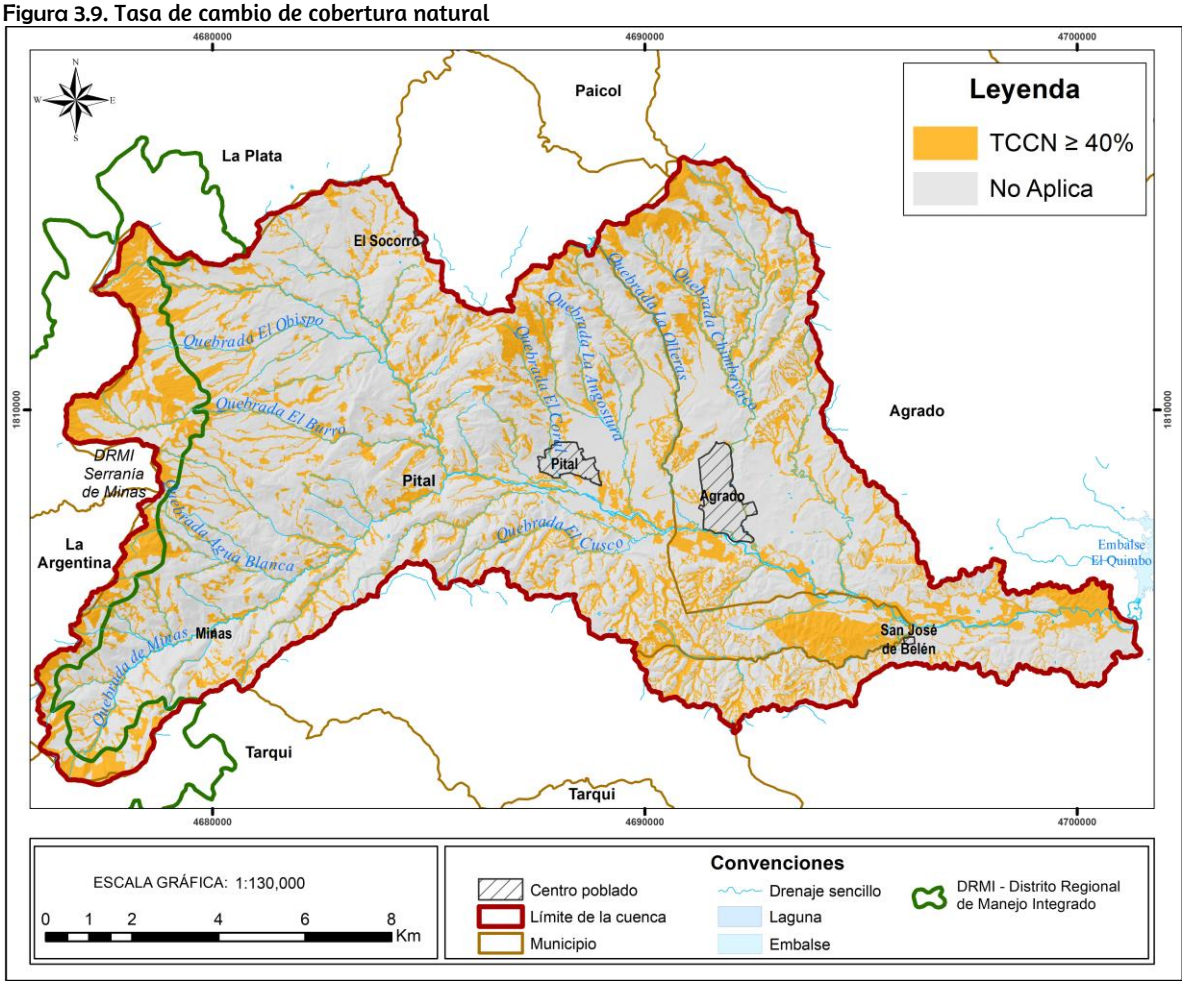
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN		
Variables Unidades	TCNN: Tasa de cambio de las coberturas naturales en (%) $ATC_{2:}$ Área total de la cobertura en el momento dos (o final) ATC_1: Área total de la cobertura en el momento uno (o inicial) $(t_2 - t_1)$: Número de años entre el momento inicial (t1) y el momento final (t2) Ln logaritmo natural		
Insumos	Mapa de cobertura de la tierra actual y mapa de cobertura de la tierra de una época anterior, como mínimo 10 años.		
Interpretación de la Calificación	**Calificador**	**Ámbito Numérico**	**Color**
	Baja	menor del 10%	20
	Media	entre 11-20%	15
	Medianamente alta	entre 21-30%	10
	Alta	entre 31-40%	5
	Muy alta	mayor 40%	0
Observaciones	El rango toma valores positivos o negativos, dependiendo de si la tasa es de aumento o disminución del parámetro observado, para el presente análisis se identificarán y delimitarán cartográficamente las áreas que presenten tasas con valores tanto negativos como positivos.		

Fuente: MADS, 2014

❖ Resultados

El análisis de las coberturas naturales en la microcuenca de la Quebrada La Yaguilga, refleja que la tasa de cambio es negativa y muy alta o, lo mismo, que en los dos periodos de análisis se han originado perdidas de coberturas naturales que pueden traducirse a perdidas de sostenibilidad tanto en lo referente a biodiversidad y flujos ecosistémicos como de perdida de oferta de bienes y servicios ambientales como de reguladores naturales climáticos-

Figura 3.9. Tasa de cambio de cobertura natural



Fuente: CONSORCIO PMAM YAGUILGA 2021 (2022)

3.1.3.2. *Indicador de Vegetación Remanente*

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 uno de las coberturas de la zona en estudio. (Márquez, 2002, con modificación).

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	Indicador Vegetación Remanente (IVR)
Objetivo	Cuantificar el porcentaje de vegetación remanente por tipo de cobertura vegetal a través del análisis multitemporal, con énfasis en las coberturas naturales.

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN		
Definición	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 uno de las coberturas de la zona en estudio. (Márquez, 2002, con modificación).		
Fórmula	$IVR = (ACR/At) * 100$		
Variables Unidades	AVR: es el área de vegetación remanente. At: es el área total de la unidad, en kilómetros cuadrados o hectáreas.		
Insumos	Mapa de cobertura actual de la tierra y de una época anterior, lo más antigua posible		
Interpretación de la Calificación	**Descriptor**	**Rango**	**Calificación**
	NT: No transformado o escasamente transformado. Sostenibilidad alta	IVR ≥ 70%	20
	PT: Parcialmente transformado Al menos el 70% de la vegetación primaria permanece sin alterar. Sostenibilidad media	IVR ≥ igual al 50% y < del 69%	15
	MDT: Medianamente transformado. Sostenibilidad media baja	IVR ≥ a 30% y < del 49%	10
	MT: Muy transformado. Sostenibilidad baja	IVR ≥ a 10% y < 30%	5
	CT: Completamente transformado.	IVR < 10%	0
Observaciones	Categorías con condiciones de Muy transformado y Completamente Transformado se consideran áreas críticas a ser consideradas en el análisis de conflictos por pérdida de la biodiversidad.		

Fuente: MADS, 2014

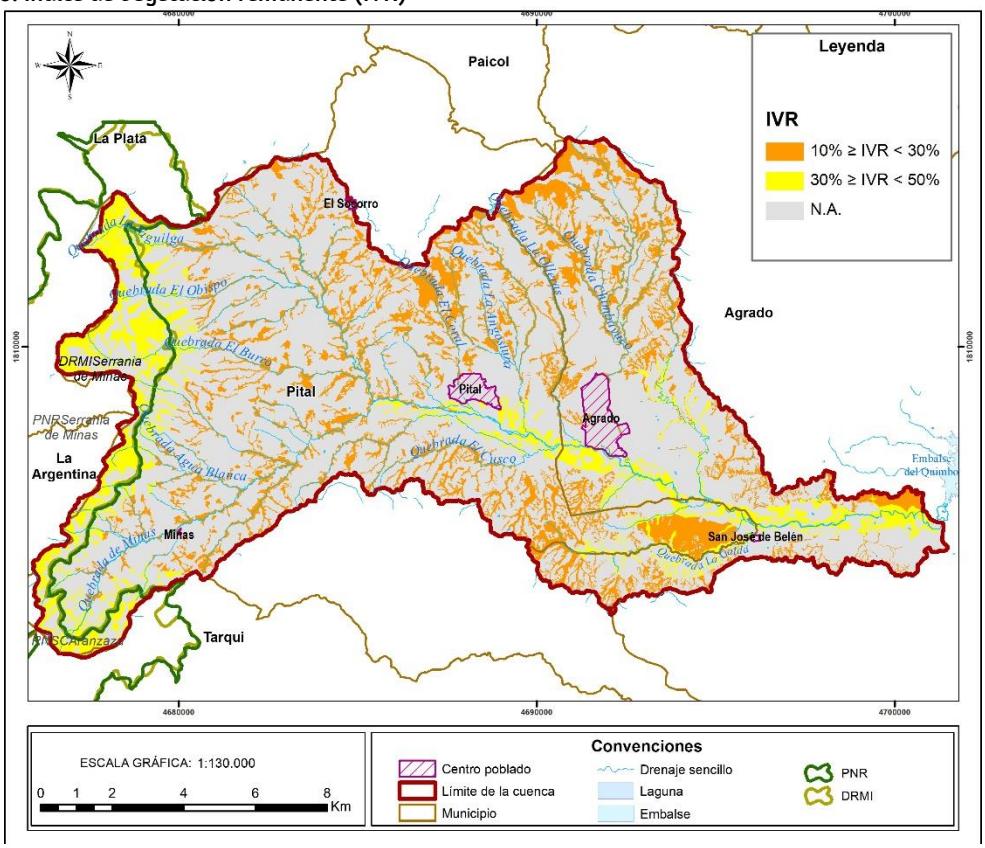
❖ Resultados

De acuerdo con la identificación de coberturas de la tierra, la cuenca presenta una sostenibilidad baja con un indicador total de vegetación remanente del 21,1%. Lo anterior es consecuente al realizar el análisis ya sea por microcuenca o por unidad de bioma. Este panorama no es extraño y lo que indica es que los procesos de ocupación el territorio y de trasformación del mismo se han realizado hace bastante tiempo atrás, y los pocos relicto de vegetación remanente que quedan es o porque se encuentran en alguna categoría de protección (Parque Natural Regional Las Minas), o porque comprenden las áreas de protección de drenaje mínimas o sencillamente porque el acceso a ellas no las hace atractivas para incorporarlas al sistema productivo de la microcuenca.

En general todos los biomas presentan una alta alteración de las coberturas naturales lo que lleva a la reflexión que urgen medidas complementarias para ubicar sistemas sostenibles que permitan en el mediano y largo plazo obtener una base mínima de bines

y servicios ambientales a partir de los diferentes tipos de coberturas naturales o agroecosistemas que permitan restablecer más efectivamente los flujos de intercambio bioecosistémicos desde y hacia la parte baja de la microcuenca.

Figura 3.10. Índice de vegetación remanente (IVR)



Fuente: CONSORCIO PMAM YAGUILGA 2021 (2022)

3.1.3.3. *Índice de Fragmentación*

Permite Cuantificar el grado o tipo de fragmentación de los diferentes tipos de cobertura natural de la tierra.

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	Índice de Fragmentación (IF)
Objetivo	Cuantificar el grado o tipo de fragmentación de los diferentes tipos de cobertura natural de la tierra.

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN		
Definición	La fragmentación se entiende como la división de un hábitat originalmente continuo en relictos remanentes inmersos en una matriz transformada (Sanders et al., 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		
Fórmula	índice de fragmentación= psc/ (ps/cs*16) * (ps/16)		
Variables Unidades	Siendo psc las celdillas sensibles conectadas, ps las celdillas sensibles; y, cs los complejos sensibles.		
Insumos	16 es el número de grillas en estudio según artículo original.		
Interpretación de la Calificación	**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
Observaciones	índices de fragmentación con rangos de Fuerte con valores superiores a 10 presentan pérdidas críticas de cobertura de uso del suelo, lo cual se asocia a pérdidas de hábitat		

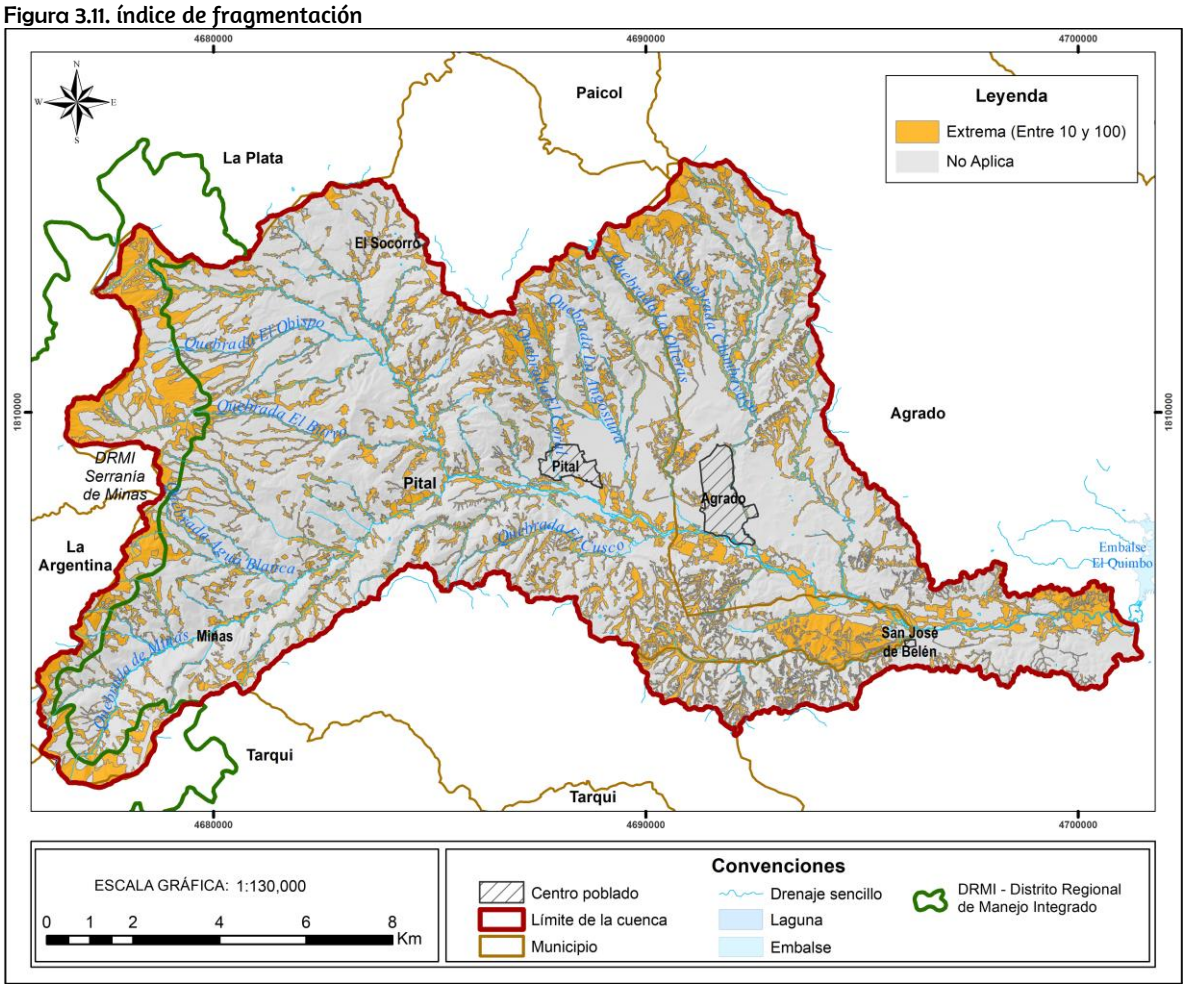
Fuente: MADS, 2014

❖ Resultados

En el territorio de la microcuenca la vegetación natural existente presenta un grado extremo de fragmentación aun para la parte alta en la que se comparten territorios del Parque Natural Regional Las Minas; al hacer el análisis por subunidades (cuencas más pequeñas entre la microcuenca) se encontró que no presenta parches significativos para análisis de conectividad. En consonancia con el análisis de coberturas se observa que la cobertura de bosques de galería o ripario son los que están permitiendo los pocos flujos de intercambio ecosistémico, con la posible premisa que estos se han mantenido más por protección de los posibles beneficios que podría mínimamente aportar a los sistemas productivos establecidos en el área de la microcuenca, que como un reflejo consiente de la necesidad no solo de mantener sino de aumentar áreas (en un ejercicio que debe ser complementario y no excluyente de los sistemas productivos) a fin de aportar bienes y servicios para los sistemas agrícolas, pecuarios y aun de generación de energía teniendo en cuenta que las aguas que drenan por la quebrada Yaguilga van a parar al embalse del Quimbo.

De acuerdo con los resultados, el 41.59% de las coberturas naturales conserva una conectividad de moderada a media, y un 10.42% de las áreas ocupadas por dichas coberturas tienen fragmentaciones catalogadas como de fuertes a extremas

Figura 3.11. índice de fragmentación



Fuente: CONSORCIO PMAM YAGUILGA 2021 (2022)

3.1.3.4. *Indicador de Presión Demográfica (IPD)*

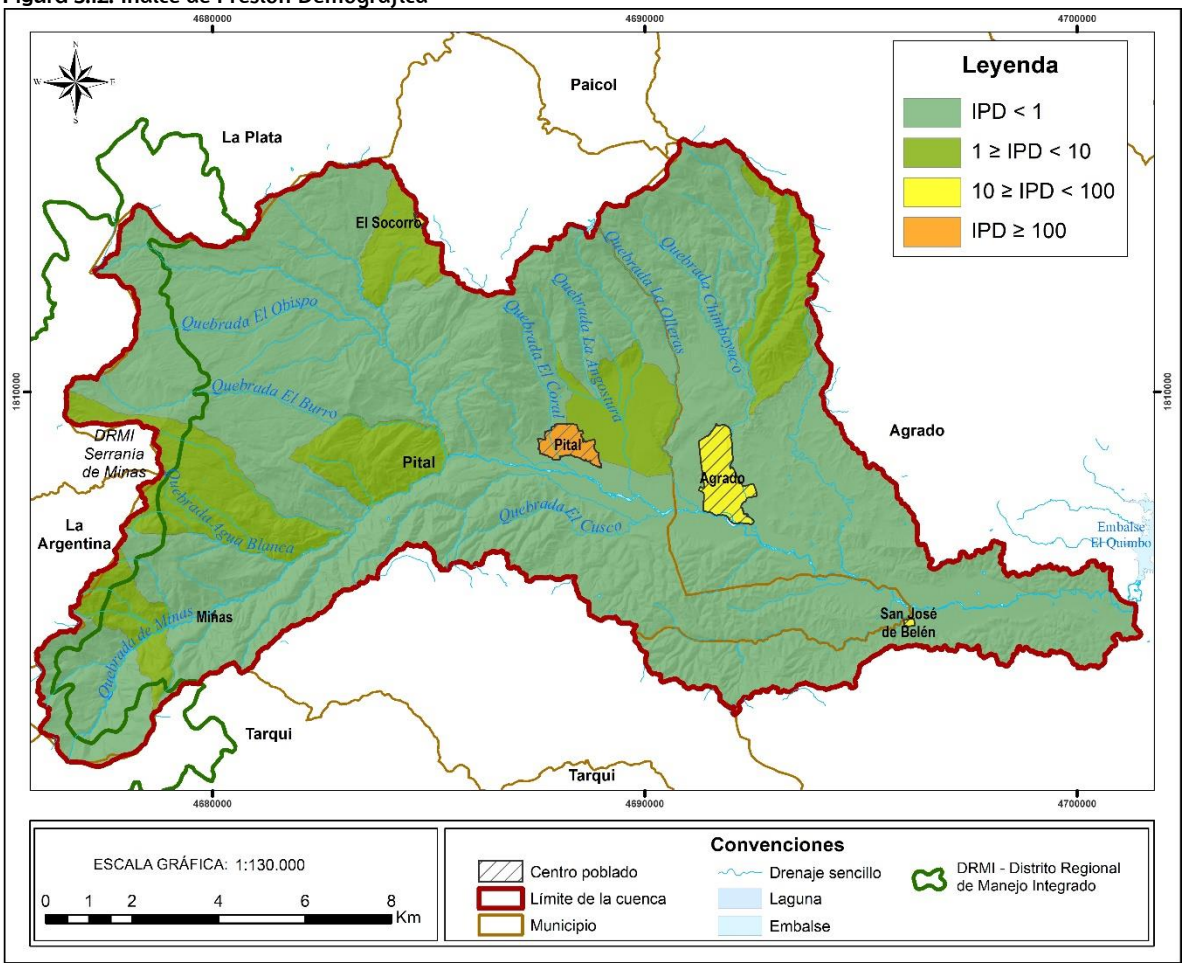
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	
Nombre y Sigla	Indicador Presión Demográfica – IPD	
Objetivo	Medir la presión de la población sobre los diferentes tipos de coberturas naturales de la tierra.	
Definición	Mide la tasa de densidad de la población por unidad de análisis, el cual indica la presión sobre la oferta ambiental en la medida en que, a mayor densidad mayor demanda ambiental, mayor presión, 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.	
Fórmula	$IPD = D * r$	
Variables Unidades	d = densidad poblacional, r = tasa de crecimiento (intercensal)	
Insumos	Mapa de cobertura de la tierra (de los cuales se extraen las coberturas naturales) y dato de densidad por municipio.	
	Para la aplicación del indicador el autor calculó la tasa de crecimiento a partir de la siguiente expresión del crecimiento poblacional: N2=N1.ert Donde: N1 = Población censo inicial N2 = Población censo final e= Base de los logaritmos naturales (2,71829) r = Tasa de crecimiento t = Tiempo transcurrido entre los censos	
Interpretación de la Calificación	**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.
Observaciones	El índice fue calculado por vereda que incluye el centro poblado.	

Fuente: MADS, 2014

❖ Resultados

De acuerdo con el análisis realizado, se concluye que el 89,92% del área de la cuenca presenta una presión y sostenibilidad de la población baja, coincidiendo con fenómenos de expulsión de la población desde la parte rural-veredal hacia las cabeceras municipales de El Pital y El Agrado, la sostenibilidad (sin los factores de baja cobertura de la tierra de poca a mínima) puede considerarse como territorios de poca presión hacia las coberturas existentes en la cuenca.

Figura 3.12. Índice de Presión Demográfica



Fuente: CONSORCIO PMAM YAGUILGA 2021 (2022)

3.1.3.5. *Índice de Ambiente Crítico (IAC)*

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	Índice de ambiente crítico – IAC
Objetivo	Identificar los tipos de cobertura con alta presión demográfica
Definición	Combina los indicadores de vegetación remanente (IVR) y grado de ocupación poblacional del territorio (D), (este último, descrito en el componente socio-económico), de donde resulta un índice de estado-presión que señala a la vez grado de transformación y presión poblacional. Para calificar las áreas se adopta la matriz utilizada por Márquez (2000)
Fórmula	Se califica a través de una matriz construida con el IVR y el IPD
Variables Unidades	IVR e IPD

<table>
<tr><th>ELEMENTO</th><th>DESCRIPCIÓN</th></tr>
<tr><td>Insumos</td><td>Mapa actual de cobertura de la tierra y mapa de presión demográfica por municipio.</td></tr>
<tr><td>Interpretación de la Calificación</td><td>
<table>
<tr><th colspan="5">Matriz de calificación del índice de ambiente crítico</th></tr>
<tr><th rowspan="2">IVR
Categorías</th><th colspan="4">Rango de densidad de población</th></tr>
<tr><th><1</th><th>>1<10</th><th>>10<100</th><th>>100</th></tr>
<tr><td>NT</td><td>I</td><td>I</td><td>II</td><td>II</td></tr>
<tr><td>PT</td><td>I</td><td>I</td><td>II</td><td>II</td></tr>
<tr><td>MDT</td><td>II</td><td>II</td><td>III</td><td>III</td></tr>
<tr><td>MT</td><td>III</td><td>III</td><td>IV</td><td>IV</td></tr>
<tr><td>CT</td><td>III</td><td>III</td><td>IV</td><td>V</td></tr>
</table>
NT: escasamente transformado, PT: parcialmente transformado, MT: muy transformado, CT: completamente transformado.
Relativamente estable o relativamente intacto; conservado y sin amenazas inminentes. (calificación 20)
Vulnerable, conservación aceptable y/o amenazas moderadas-. Sostenible en el mediano plazo, en especial con medidas de protección. (calificación 15)
En peligro, baja conservación y/o presiones fuertes. Sostenibilidad con probabilidades medias a bajas de persistencia en los próximos 15 años. (calificación 10)
. Crítico, conservación baja y presiones fuertes. Pocas probabilidades en los próximos 10 años. (calificación 5)
Muy crítico (extinto) sostenibilidad improbable; transformación radical y presiones muy elevadas. (calificación 0)</td></tr>
<tr><td>Observaciones</td><td>Para la tabulación del IAC se tomaron los rangos de IVR de Márquez (2000) que son los que se utilizan dentro de la matriz, y no los propuestos en la guía metodológica MADS (2013).</td></tr>
</table>

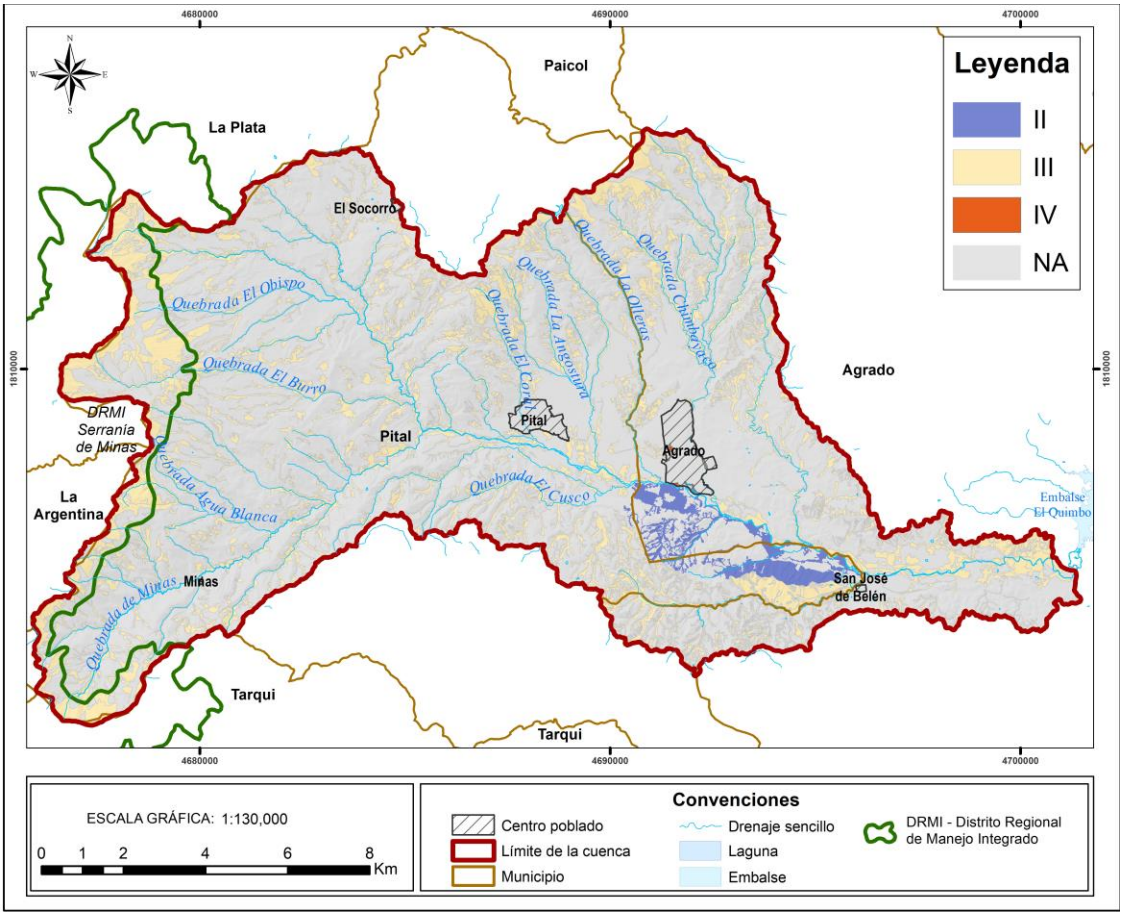
Fuente: MADS, 2014

❖ Resultados

El valor del índice de ambiente critico (IAC) para esta cuenca, se encuentra en una categoría III, es decir, que el territorio de la misma (94,56%) está en peligro por la baja conservación y las fuertes presiones que sobre la base ambiental se presentan en la microcuenca; lo anterior a su vez se puede traducir en que se requieren medidas por lo menos efectivas y de corto plazo para que el DMI Serranía Las Minas se convierta en una zona de conservación estricta.

Conforme a este indicador, no deben descuidarse las 742,6 ha (3,99% de la cuenca) que presenta un estado vulnerable, con conservación aun aceptable y se presumen unas amenazas moderadas lo que requiere medidas de protección para conservar el estado de esta parte de la microcuenca.

Figura 3.13. Índice de ambiente crítico



Nota: II: Vulnerable, conservación aceptable; III: en peligro, baja conservación; IV: Critico; NA: No aplica

Fuente: CONSORCIO PMAM YAGUILGA 2021 (2022)

3.1.4. Ecosistemas Estratégicos

3.1.4.1. *Indicador de áreas protegidas del SINAP*

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	Porcentaje y Área (Ha) de Áreas Protegidas del SINAP.
Objetivo	Definir la participación en porcentaje de las áreas protegidas del SINAP dentro de la extensión total de la cuenca de interés.
Definición	Representa la participación en porcentaje de las áreas protegidas i dentro de un área de interés h.

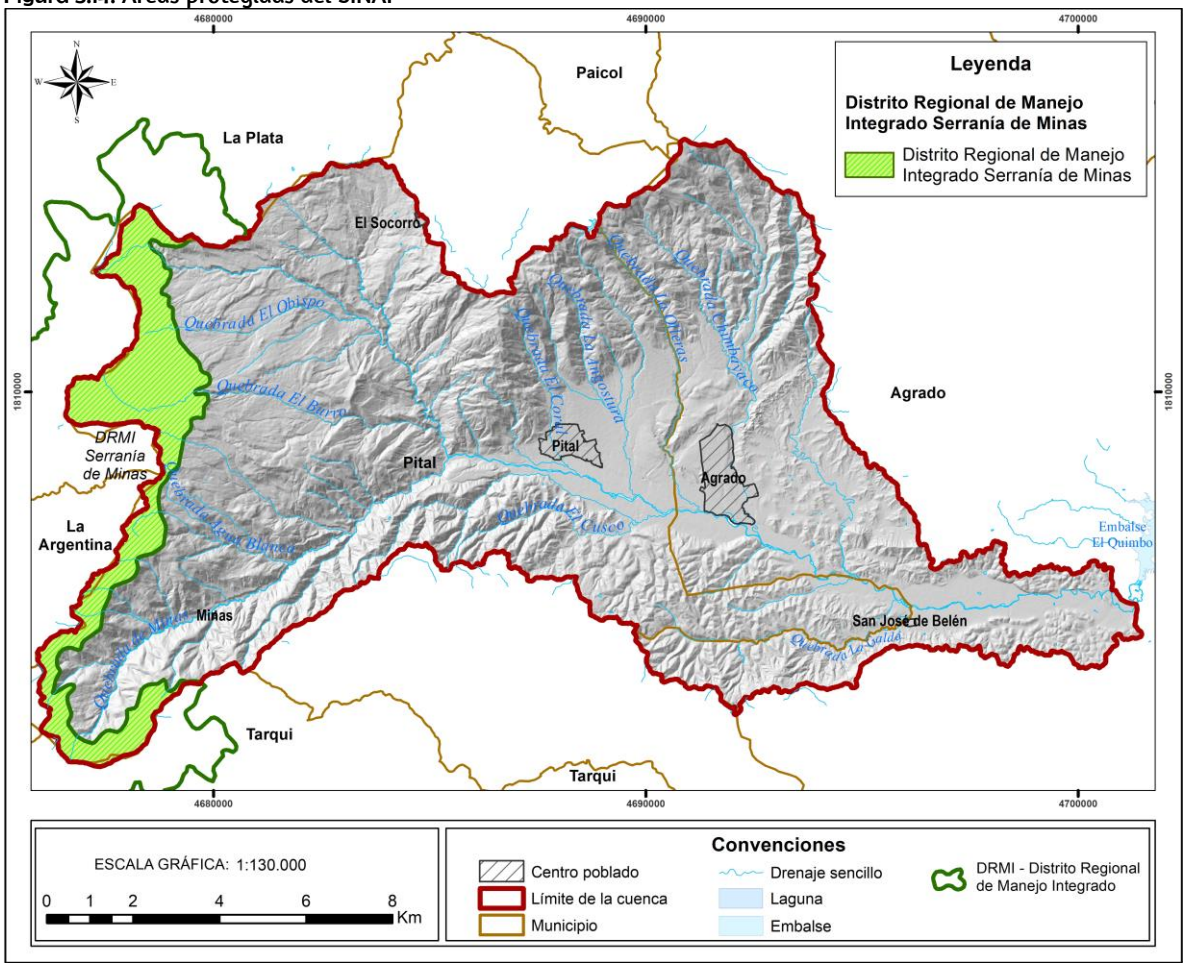
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Fórmula	PAPih = [ATEih]/Ah X100 (h = 1, 2 .... r)
Variables Unidades	PAPih = porcentaje de áreas de protegidas i en un área de interés h ATEi h=superficie total de las áreas protegidas i (ha) en un área de interés h Ah = superficie total del área de interés h (ha) r = número de áreas de interés
Insumos	Mapa de áreas protegidas del SINAP
Interpretación de la calificación	Es un valor indicativo que no puede estar homologado a rangos entre 1 y 100%
Observaciones	Rango: 0<PAPih<100 Se acerca a 0 cuando el ecosistema correspondiente i casi no existe en el área de interés h, y aumenta a medida que se incrementa su presencia en la totalidad de la extensión del área de interés

Fuente: MADS, 2014

❖ Resultados

En la microcuenca Q. La Yaguilga se identifican el Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) Serranía de Minas como área protegida del SINAP. Su extensión dentro de la cuenca de la microcuenca Q. La Yaguilga es de 1.414,42 ha la cual corresponde a un 5,79% de su área total y a un 7,60% del área total de la microcuenca.

Figura 3.14. Áreas protegidas del SINAP



Fuente: CONSORCIO PMAM YAGUILGA 2021 (2022)

3.1.4.2. *Indicador de áreas con estrategias de conservación*

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	Porcentaje de áreas con estrategia de conservación del nivel internacional, nacional, regional y local.
Objetivo	Definir la participación en porcentaje de áreas con estrategia de conservación del nivel internacional, nacional, regional y local dentro de la extensión total de la cuenca de interés. interés.
Definición	PAEC ih representa la participación en porcentaje de las áreas con estrategia de conservación del nivel regional, local. I dentro de un área de interés h
Fórmula	PAECih = [ATEih]/Ah X100 (h = 1, 2 .... r)

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Variables Unidades	ATEi h = superficie total de las áreas con estrategias de conservación del nivel internacional, nacional, regional y local (i) (Ha) en un área de interés (h) Ah = superficie total del área de interés h (ha) r = número de áreas de interés
Insumos	Mapa de áreas con estrategias de conservación del nivel internacional, nacional, regional y local
Interpretación de la calificación	Es un valor indicativo que no puede estar homologado a rangos entre 1 y 100%
Observaciones	Rango: 0<PAECih<100 Se acerca a 0 cuando el ecosistema correspondiente i casi no existe en el área de interés h, y aumenta a medida que se incrementa su presencia en la totalidad de la extensión del área de interés

Fuente: MADS, 2014

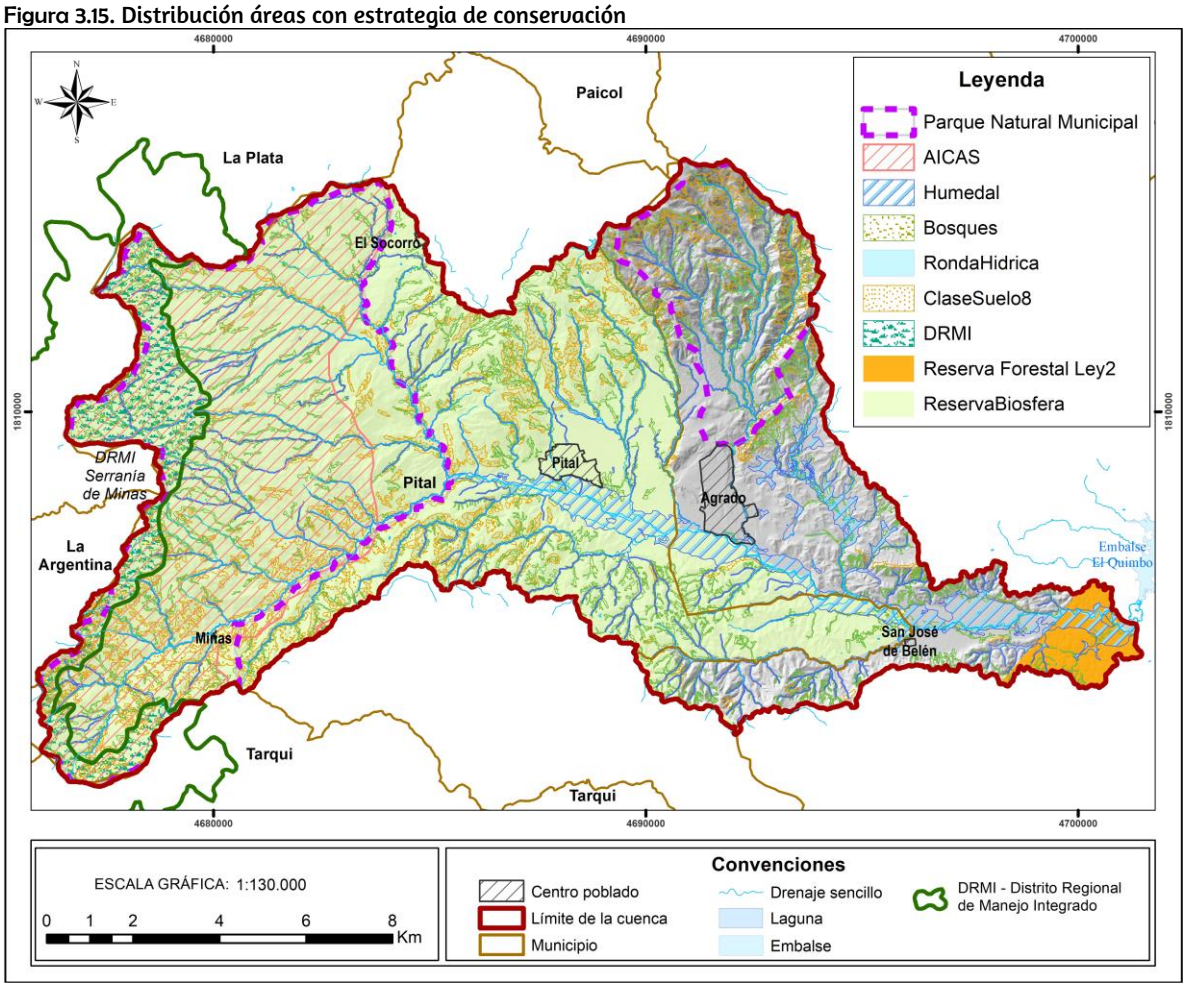
❖ Resultados

En La Tabla 3.8 se presenta la distribución de cada una las áreas con estrategias de conservación frente a la microcuenca.

Tabla 3.8. Distribución áreas con estrategia de conservación

Tipo	Categoría	Área (ha)	Área (%)
Áreas complementarias para la conservación	Reserva de la Biósfera Cinturón Andino	13.228,82	71,07%
	AICA Serranía de las Minas.	6.136,05	32,97%
	Reserva Forestal Declarada por Ley Segunda de 1959	377,15	2,03%
	Prioridades de Conservación Nacional CONPES 3680 de 2010	5.075,75	27.27%
	Parque Natural Municipal	8.527,1	45,8%

Figura 3.15. Distribución áreas con estrategia de conservación



Fuente: CONSORCIO PMAM YAGUILGA 2021 (2022)

3.1.4.3. *Indicador de áreas de ecosistemas estratégicos*

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	Porcentaje de áreas de ecosistemas estratégicos presentes.
Objetivo	Definir la participación en porcentaje de los ecosistemas estratégicos y otras áreas de interés ambiental del nivel regional y local dentro de la extensión total de la cuenca de interés.
Definición	Cuantifica la proporción de la abundancia de cada ecosistema en un área de interés. Es una medida de la composición del paisaje y permite comparar diferencias en tamaño entre los ecosistemas.
Fórmula	PEih = [ATEih]/Ah x 100 (h = 1, 2 .... r)

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Variables Unidades	ATEi h = superficie total del ecosistema i (ha) en un área de interés h Ah = superficie total del área de interés h (ha) r = número de áreas de interés
Insumos	Mapa de ecosistemas estratégicos y otras áreas de importancia del nivel regional y local.
Interpretación de la calificación	Es un valor indicativo que no puede estar homologado a rangos entre 1 y 100%
Observaciones	Rango: 0<PEih<100 Se acerca a 0 cuando el ecosistema correspondiente i casi no existe en el área de interés h, y aumenta a medida que se incrementa su presencia en la totalidad de la extensión del área de interés

Fuente: MADS, 2014

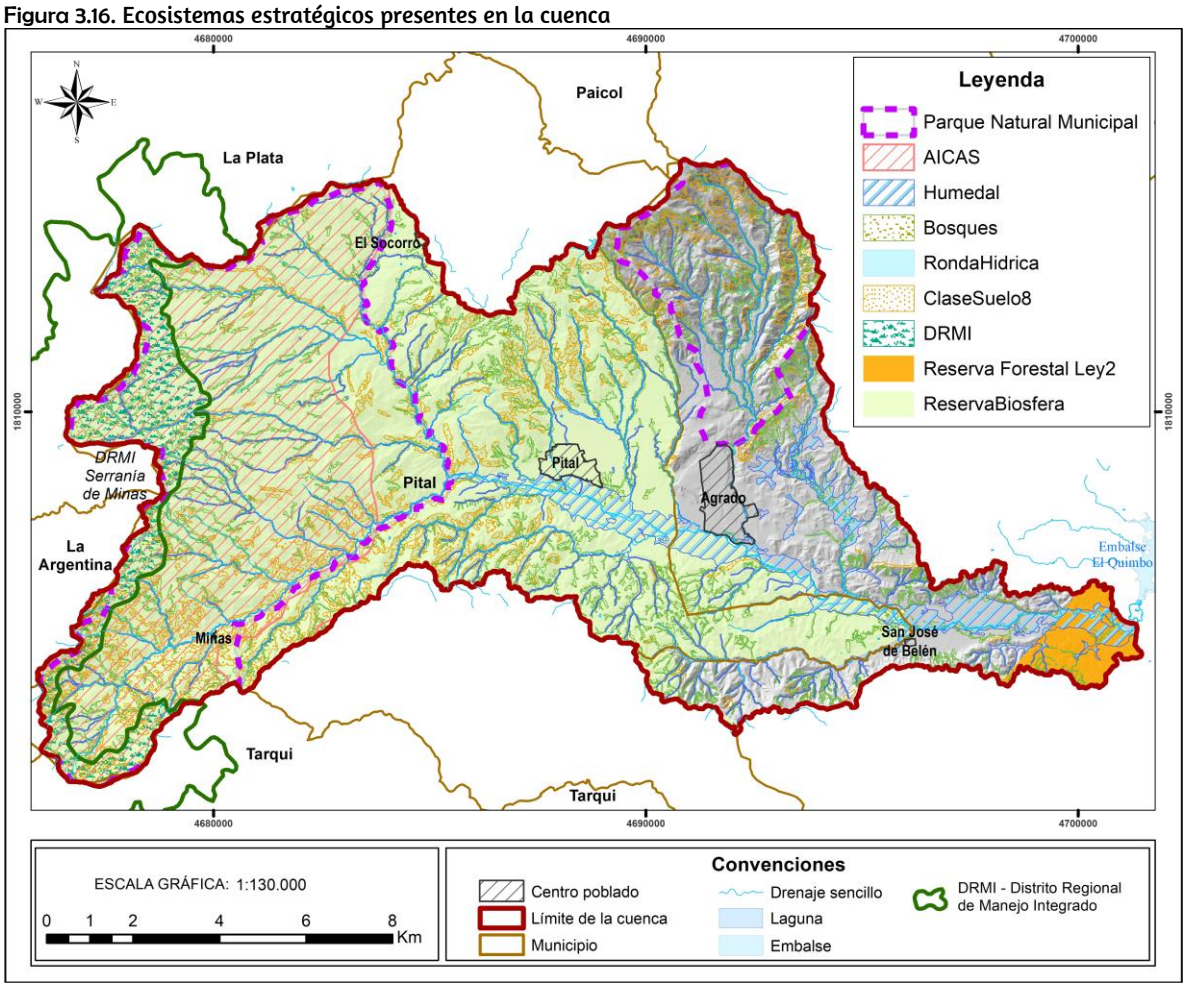
❖ Resultados

Las áreas de importancia ambiental se encuentran integradas por: Humedales (9,1%, 1.688,25ha), Zonas de recarga (53,83%, 33.258,78ha), Bosques (15,4%, 2.859,21ha), Rondas hídricas (3,6%, 669,7 ha) y Suelos Clase 8 (15,3%, 2.845,9 ha). En la Tabla 3.9 se especifica el área y el porcentaje con respecto al área total de la cuenca de acuerdo a cada categoría de ecosistemas estratégicos y en Figura 3.16 su espacialización.

Tabla 3.9. Ecosistemas estratégicos presentes en la cuenca

Tipo	Categoría	Área (ha)	Área (%)
Áreas de importancia ambiental	Humedales	1.688,25	9,1%
	Zona de recarga de acuíferos	33.258,78	53,83%
	Bosques	2.859,21	15,4%
	Rondas hídricas	669,7	3,6%
	Suelos clase 8	2.845,9	15,3%

Figura 3.16. Ecosistemas estratégicos presentes en la cuenca



Fuente: CONSORCIO PMAM YAGUILGA 2021 (2022)

3.1.4.4. *Índice de estado actual de las coberturas*

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	Índice del estado actual de las coberturas
Objetivo	Mostrar de manera consolidada los resultados de las calificaciones relacionados con el estado de las coberturas: vegetación remanente, tasa de cambio de la cobertura, índice de fragmentación e índice de ambiente crítico
Definición	Cuantifica el estado actual de las coberturas naturales de la tierra
Fórmula	Dado que se integra la calificación de dos indicadores y dos índices, cada uno de estos tiene un peso de 25% para obtener una suma total de 80
Variables y Unidades	Las variables están dadas por cada uno de los indicadores, unidad en valor absoluto

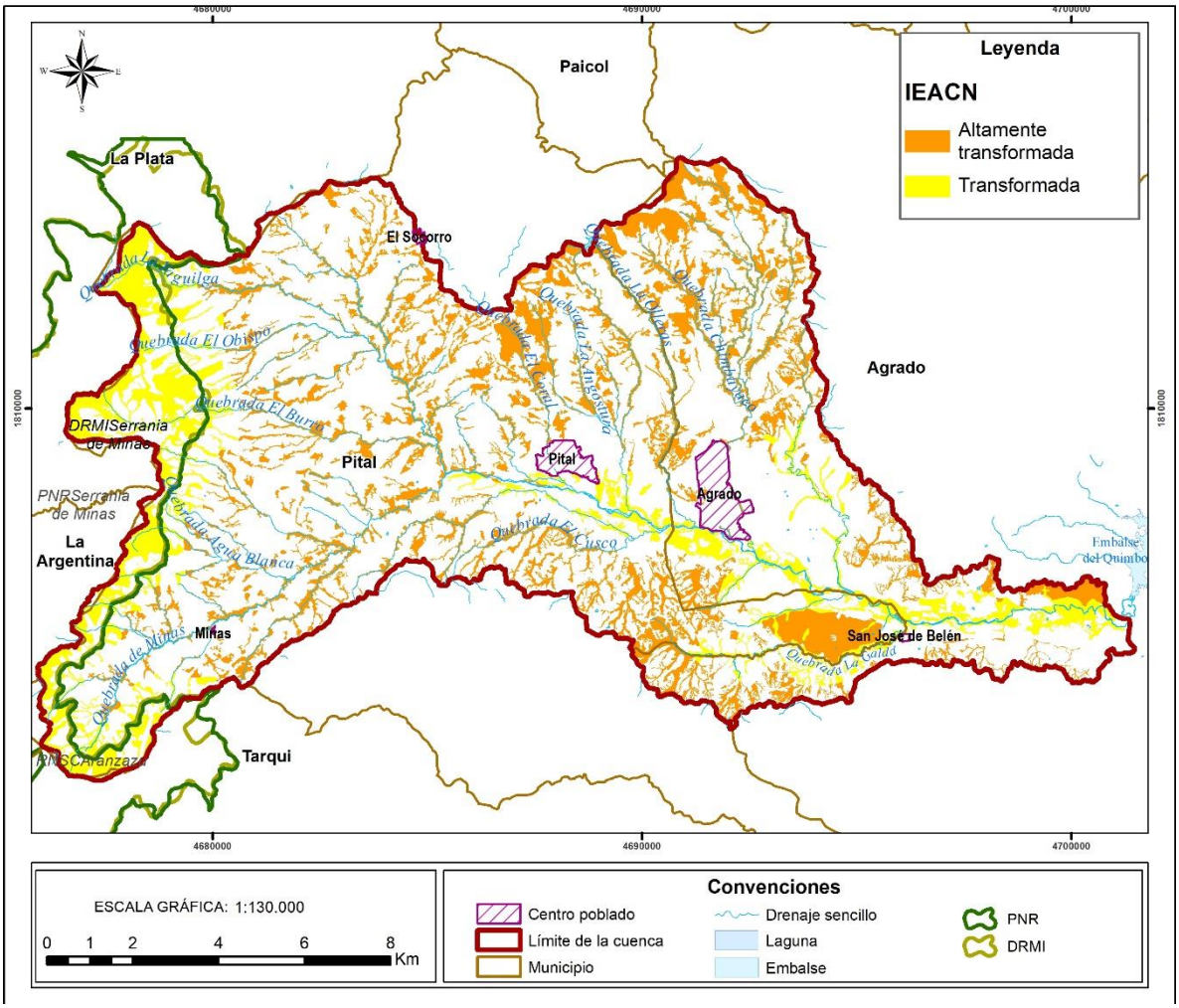
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	
Insumos	Calificación del indicador vegetación remanente, tasa de cambio de las coberturas naturales, índice de fragmentación e índice de ambiente crítico	
Interpretación de la calificación	**Rango**	**Categoría**
	Mayor de 60	Conservada
	Entre 41 y 59	Medianamente transformada
	Entre 21 y 40	Transformada
	Entre 1 y 20	Altamente Transformada
	0	Completamente transformada

Fuente: MADS, 2014

❖ Resultados

El resultado del índice de estado actual de las coberturas de la cuenca señala que el 96% de la cobertura natural se encuentra en una categoría de altamente transformado, equivalente a 17.870,02 hectáreas, mientras que el restante 4% se encuentra en categoría transformada. En la Figura 3.17 se relaciona y se espacializa el estado actual de las coberturas naturales de la microcuenca de la Quebrada La Yaguilga.

Figura 3.17. Índice del Estado actual de las coberturas naturales



Fuente: CONSORCIO PMAM YAGUILGA 2021 (2022)

3.1.5. Edafología

3.1.5.1. *Porcentaje de áreas con conflicto de uso del suelo*

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	Porcentaje de áreas con conflictos de uso del suelo
Objetivo	Evaluar las áreas con conflictos de uso del suelo de la cuenca
Definición	Análisis y comparación entre las coberturas de la tierra y las unidades de capacidad de uso
Fórmula	(Cobertura de uso de la tierra) Ω (coberturas con capacidad de uso de la tierra) = Mapa de conflictos de Uso de la Tierra.

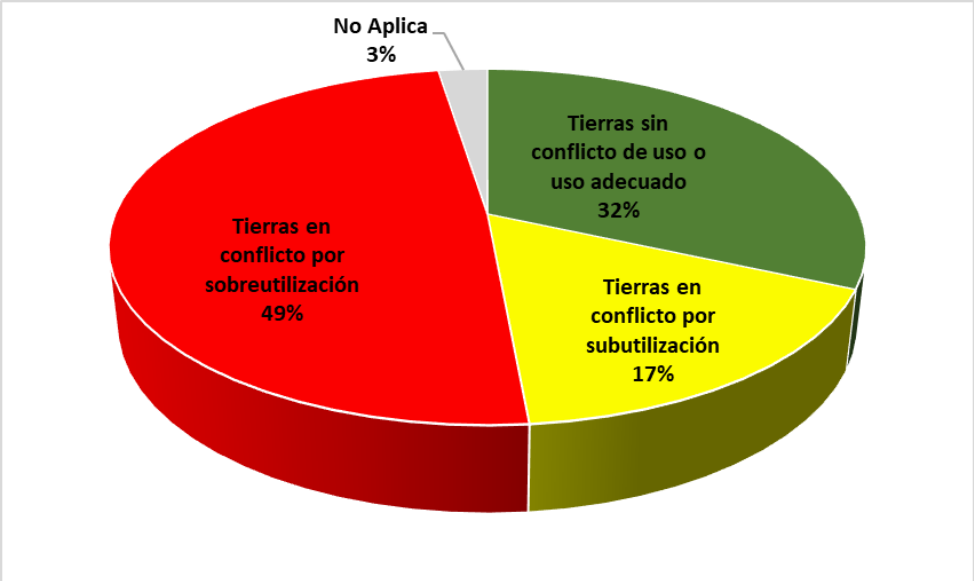
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN		
Variables y Unidades	**Capacidad de uso y coberturas de la Tierra**		
Interpretación de la calificación	**Conflicto**	**Grado**	**Color**
	Adecuado	-	
	Subutilizados	Ligero	
		Moderado	
		Severo	
	Sobreutilizados	Ligero	
		Moderado	
		Severo	
Observaciones	Este es un indicador que se construye a partir de análisis y superposiciones cartográficas en donde se determina las zonas que poseen conflictos de uso, de acuerdo a su capacidad o potencial de uso y el actualmente implantado en la cuenca.		

Fuente: MADS, 2014

❖ Resultados

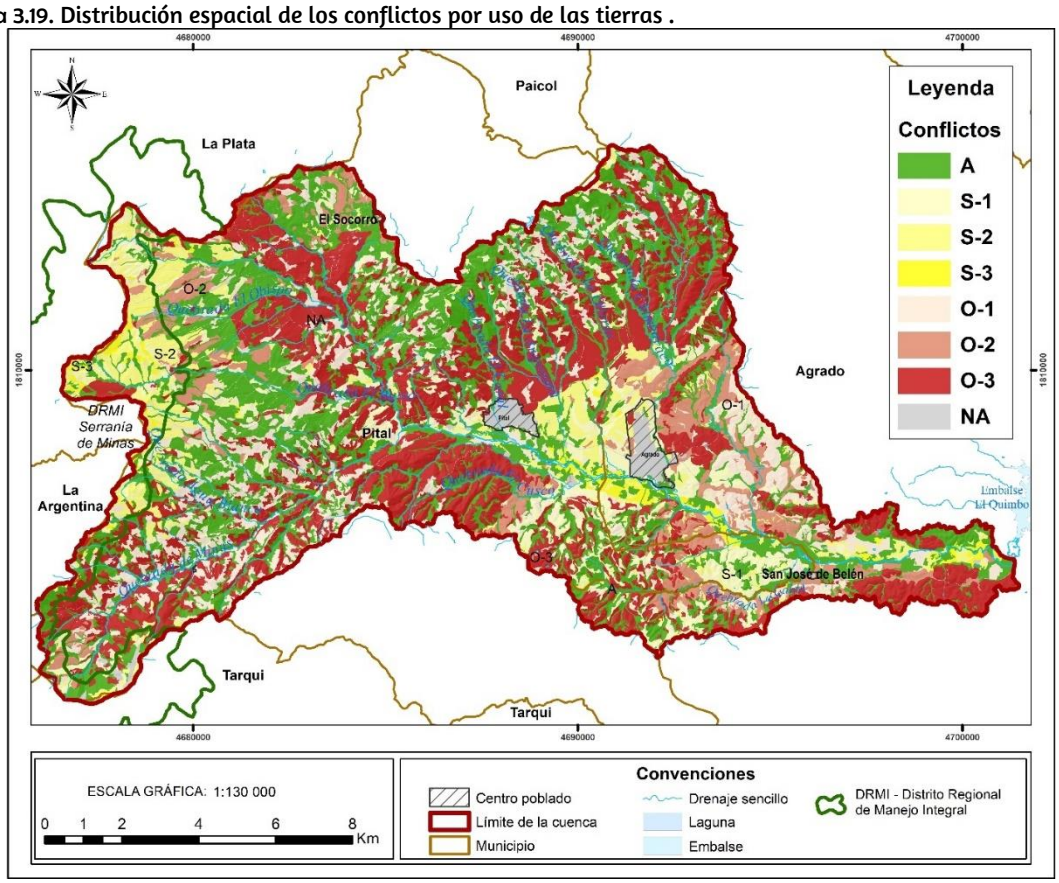
En la microcuenca ocurren conflictos por sobreutilización en 9112,84 hectáreas que corresponden 48%, por subutilización en 3141,29 hectáreas que corresponden al 17% y el uso adecuado se presenta en 5892,35 hectáreas que corresponden al 32%; como se puede apreciar, el problema de sobreutilización de las tierras es el que más domina dentro de la microcuenca y aunado a los conflictos por subutilización que no son menos importantes se tiene que el 65% de la cuenca presenta conflictos por uso de las tierras, lo que determina que se deben tomar acciones inmediatas por parte de la autoridad ambiental para que la microcuenca frene su proceso de degradación y comience a ser rehabilitados los sectores que presentan conflictos severos en el menor tiempo posible. La distribución porcentual de los conflictos y el uso adecuado se puede apreciar en la Figura 3.18, la calificación de No Aplica (NA) se les da a las áreas urbanas de los municipios del El Pital y del El Agrado y a los cuerpos de agua localizadas al interior de la microcuenca ya que alcanzan a ocupar el 3% del área de la cuenca en la cual no se determinan conflictos.

Figura 3.18. Distribución porcentual de los conflictos por uso del suelo en la microcuenca de la quebrada La Yaguilga.



Fuente: CONSORCIO PMAM YAGUILGA 2021 (2022)

Figura 3.19. Distribución espacial de los conflictos por uso de las tierras .



Fuente: CONSORCIO PMAM YAGUILGA 2021 (2022)

3.2. Componente Socioeconómico

3.2.1. Sistema Social

3.2.1.1. *Densidad Poblacional (DP)*

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	Densidad Poblacional – Dp
Objetivo	Expresar la forma en que está distribuida la población en un territorio específico.
Definición	También es denominado como población relativa y se refiere a la relación existente entre la cantidad de personas que viven en un territorio y la extensión del mismo.
Forma de medición	Dp= Pt/Ha
Unidades	Pt: Población Total Ha: Hectáreas
Insumos	Censo Dane 2005 y mapa de división político administrativo
Observaciones	Esta fórmula está realizada de forma simple solo expresa a groso modo la densidad poblacional que se puede dar en un lugar determinado, para poder introducir otras variables y hacer un análisis con más profundidad se puede revisar la página del instituto de estudios urbanos de Bogotá en el siguiente link: http://institutodeestudiosurbanos.info/endatos/0100/0140/0144.htm
Interpretación de la Calificación	Saber si existe concentración o dispersión de la población, se realiza a través de la comparación de la densidad poblacional entre dos o más jurisdicciones.

Fuente: MADS, 2014

❖ **Resultados**

La densidad poblacional estimada para el área de la microcuenca en jurisdicción del municipio de El Agrado es de 1,08 hab/Ha, mientras que para el área dentro del municipio de El Pital es de 0,86 hab/Ha.

Tabla 3.10. Densidad poblacional microcuenca Quebrada La Yaguilga – Municipio de El Agrado

Vereda[1]	*Área (ha)*	*Población*	*Densidad poblacional (# hab/ área)*
Casco Urbano Municipio El Agrado	*189,98*	*5.625*	*29,61*
*La Galda (**CP La Galda** Área Total: 2,98 Ha y **CP San José de Belén** Área Total: 2,99 Ha Nº Hab: 49, Dens. Poblac.: 16.387)*	*434,87*	*98*	*0,22*
Bajo Buenavista	*1.200,05*	*105*	*0,08*
Chimbayaco	*1.700,58*	*310*	*0,18*
El Carmen (1,8 ha)	*767,16*	*124*	*0,16*
Montecitos	*151,37*	*349*	*2,30*
Sabaneta	*409,71*	*143*	*0,35*
Yaguilga	*1.818,18*	*214*	*0,11*
Totales	*6,491.94*	*7.017*	*1,08*

Fuente: Consorcio PMAM Yaguilga 2021 (2021).

Tabla 3.11. Densidad poblacional microcuenca Quebrada La Yaguilga – Municipio de El Pital

Vereda[2]	*Área cuenca (ha)*	*Población*	*Densidad poblacional (# hab/ área)*
Casco urbano Municipio El Pital	*78,20*	*4.966,00*	*63,50*
El socorro (CP el socorro Área Total: 6.92 ha)	*321,72*	*583,00*	*1,81*
Las minas (CP las minas Área Total: 1.25 ha)	*504,15*	*66,00*	*0,13*

[1] **Notas aclaratorias El Pital:**

- Veredas censadas con cobertura de saneamiento básico para el Huila disponible en la plataforma DSR (Sistema de información del Diagnóstico Sanitario Rural): https://dsr.aguasdelhuila.gov.co/?p=/Reporte&ID=e713aa94-f1b1-417f-a0dc-9feb486ee3b4
- El dato de población veredal se obtuvo a través de DRS y para centros poblados, incluido casco urbano, los datos se extrajeron de https://geoportal.dane.gov.co/geovisores/territorio/nivel-de-referencia-de-veredas/ , actualizado a 2020.
- La vereda Escalereta (0,81 Ha según shape veredas 2020 DANE) desaparece por efecto de reasentamiento de la represa El Quimbo.
- El área de la vereda Chimbayaco se tomó del tercer censo nacional agropecuario.
- Las áreas de los centros poblados y el casco urbano se tomaron del documento de reformulación EOT El El Agrado 2013.

[2] **Notas Aclaratorias El Agrado:**

- Veredas censadas con cobertura de saneamiento básico para el Huila disponible en la plataforma DSR (Sistema de información del Diagnóstico Sanitario Rural): https://dsr.aguasdelhuila.gov.co/?p=/Reporte&ID=e713aa94-f1b1-417f-a0dc-9feb486ee3b4
- El dato de población veredal se obtuvo a través de DRS y para centros poblados, incluido casco urbano, los datos se extrajeron de https://geoportal.dane.gov.co/geovisores/territorio/nivel-de-referencia-de-veredas/ , actualizado a 2020
- Para el cálculo de la densidad poblacional de las veredas Arrayan, Independencia, Los Alpes se realizó una homogenización en función del área total de la Vereda.
- Las áreas de los centros poblados se obtuvieron a partir del EOT.

Vereda[2]	*Área cuenca (ha)*	*Población*	*Densidad poblacional (# hab/ área)*
El Carmelo (CP el Carmelo Área Total: 2.95 ha)	*820,50*	*514,00*	*0,63*
Alto Líbano	*647,86*	*200,00*	*0,31*
Arrayan (Área Total 562,65 ha)	*2,45*	*152,00*	*62,04*
Bajo minas	*183,65*	*124,00*	*0,68*
Cauchal	*559,92*	*342,00*	*0,61*
Chimbayaco	*542,18*	*204,00*	*0,38*
Chorrillos	*1.006,18*	*114,00*	*0,11*
El Amparo	*182,44*	*148,00*	*0,81*
El Carmen	*151,16*	*35,00*	*0,23*
El Cusco	*830,69*	*62,00*	*0,07*
El Mirador	*293,44*	*138,00*	*0,47*
El Recreo	*478,64*	*283,00*	*0,59*
El Retiro	*575,59*	*283,00*	*0,49*
El Uvital	*357,86*	*431,00*	*1,20*
Flor Amarillo	*453,36*	*304,00*	*0,67*
Independencia (área total 179,34 ha)	*9,70*	*114,00*	*11,75*
La Florida	*454,12*	*131,00*	*0,29*
La Galda	*785,14*	*14,00*	*0,02*
La Mesa	*225,45*	*159,00*	*0,71*
Las Mercedes	*255,46*	*159,00*	*0,62*
Los Alpes (área total 565,77 ha)	*22,98*	*342,00*	*14,88*
Los Olivos	*852,23*	*266,00*	*0,31*
Peña Negra	*760,07*	*231,00*	*0,30*
Playa Rica	*101,42*	*114,00*	*1,12*
San Antonio	*303,53*	*335,00*	*1,10*
San Miguel[3]	*329,21*	*163,00*	*0,50*
Santa rosa	*486,91*	*311,00*	*0,64*
Totales	*12.242,56*	*10.588,00*	*0,86*

Fuente: Consorcio PMAM Yaguilga 2021 (2021).

3.2.1.2. *Tasa de Crecimiento (r)*

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	Tasa de crecimiento – r
Objetivo	Explicar en forma porcentual a qué ritmo crece una población determinada.

[3] Dato de referencia tercer censo nacional agropecuario

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Definición	Es la tasa que indica el crecimiento o decrecimiento de la población
Fórmula	N. - D. + Migr. Neta r = ---------- x 100 Población Total N= nacimientos en un periodo determinado D= defunciones en un momento determinado Migr. Neta: migración neta Población total
Variables y Unidades	Censo DANE
Insumos	Censo Dane 2005
Observaciones	Las limitantes de este indicador, es que no permite observar de manera diferenciada entre población femenina y masculina. Para observar más en detalle el indicador revisar la cartilla de conceptos básicos e indicadores demográficos
Interpretación de la calificación	Está basado en un modelo aritmético, el supuesto básico consiste en que la población crece en un mismo monto (cantidad) cada unidad de tiempo. El tamaño de la población puede mantenerse constante, crecer o disminuir, lo que se determina a través de los procesos de entrada, es decir la inclusión de nuevos individuos a la población (nacimientos y migraciones) y por los procesos de salida, es decir la exclusión de individuos (defunciones e inmigraciones).

❖ Resultados

Considerando el periodo de tiempo 2018-2035, se estima una tasa de crecimiento poblacional para el municipio de El Agrado del 0,69%, y de 0,78% para el municipio de El Pital.

Tabla 3.12. Tasa de crecimiento, El Agrado 2018-2035

	P_t	P_0	t	r
Cabecera Municipal	*6.135*	*5.664*	*17*	*0,48%*
Centros Poblados y Rural Disperso	*3.697*	*3.136*	*17*	*1,05%*
Total	*9.832*	*8.800*	*17*	*0,69%*

Fuente: DANE, 2021

Tabla 3.13. Tasa de crecimiento, El Pital 2018-2035

	P_t	P_0	t	r
Cabecera Municipal	*5.208*	*4.892*	*17*	*0,38%*
Centros Poblados y Rural Disperso	*10.412*	*8.895*	*17*	*1,00%*
Total	*15.620*	*13.787*	*17*	*0,78%*

Fuente: DANE, 2021

3.2.1.3. *Seguridad Alimentaria*

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	
Nombre y Sigla	Seguridad Alimentaria – SA	
Objetivo	Determinar el nivel de seguridad alimentaria de la cuenca.	
Definición	Entendida como la participación de la producción interna, medida en número de productos de la canasta básica alimentaria, respecto al número total de productos de CBA	
Forma de medición	SA = (PCBA/CBA) *100	
Unidades	PCBA: Productos de la canasta familiar (No productos de la canasta básica alimentaria que provee la cuenca) CBA: Canasta básica alimentaria (No de productos Canasta básica alimentaria)	
Insumos	Diagnósticos departamentales o municipales	
Observaciones	Solo permite observar la seguridad alimentaria en términos de los productos que se producen en la región, sin tener en cuenta la calidad, inocuidad, accesibilidad, entre otros aspectos. Sin embargo, se presenta como una aproximación para determinar la disponibilidad de alimentos que tiene la región.	
Interpretación de la Calificación	**Calificación**	**Descripción**
	Muy Alta	Más del 60% de los productos se producen en la región.
	Alta	Entre el 40 y 60% de los productos se producen en la región
	Media	Entre el 30 y 40% de los productos se producen en la región
	Moderada	Entre el 25 y el 30% de los productos se producen en la región
	Baja	Menos del 25% de los productos se producen en la región

Fuente: MADS, 2014

El indicador de seguridad alimentaria, se entiende como la participación de la producción interna, medida en número de productos de la canasta básica alimentaria, respecto al número total de productos de canasta básica alimentaria. Para la microcuenca se determinó que el indicador es del 78% por lo que la califica la seguridad alimentaria como Muy alta.

3.2.1.4. *Indicador porcentaje de población con acceso a agua potable*

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	Acceso al Agua por Acueducto
Objetivo	Cuantificar de la población que tiene acceso a este servicio.

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Definición	Número de personas que pueden obtener agua con razonable facilidad, expresado como porcentaje de la población total. Es un indicador de la capacidad de los usuarios de la cuenca de conseguir agua, purificarla y distribuirla. En las zonas urbanas el acceso "razonable" significa que existe una fuente pública o una canilla a menos de 200 metros del hogar. En las zonas rurales significa que los integrantes del hogar no tienen que pasar demasiado tiempo todos los días en ir a buscar agua. El agua es potable o no dependiendo de la cantidad de bacterias que contenga.
Fórmula	(No Individuos con acceso al agua por acueductos/ Población total del área en estudio) *100
Variables y Unidades	Población asentada en el Cuenca en Ordenación
Insumos	DANE 2005, diagnósticos departamentales o municipales
Observaciones	La población con acceso a este recurso se cuantificará, sin tener en cuenta o evaluar si las condiciones de calidad son aptas para consumo humano o no
Interpretación de la calificación	Porcentaje de población con acceso al agua por acueducto

Fuente: MADS, 2014

❖ **Resultados**

La administración y el mantenimiento de la infraestructura del acueducto están a cargo de la EMPRESA AGUAS Y ASEO DEL EL PITAL Y EL AGRADO S.A. E.S.P. (APA), La red o sistema de abastecimiento está diseñado por una Bocatoma lateral, desarenador, taques de almacenamiento, planta de tratamiento de agua potable, red de distribución. En El Agrado existen 6.000 usuarios y en El Pital 4.800, siendo el número de suscriptores de 3.800 viviendas. Hay aproximadamente 12.000 habitantes en cada uno de los dos centros poblados. Los patrones culturales de consumo de agua de la dotación actual corresponden a 133 litros habitante día promedio; dotación programada 80 litros habitante día promedio.

El porcentaje de cobertura urbano es de 100% para el municipio de El Agrado y de 99% para el municipio de El Pital.

3.2.1.5. *Porcentaje de área de sectores económicos*

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	Porcentaje de áreas de sectores económicos
Objetivo	Determinar las áreas con incidencia directa de los diferentes sectores económicos presentes en la cuenca, a partir del análisis asociado al uso de la tierra.

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Definición	Según el análisis desarrollo para la determinación de las coberturas de la tierra, se puede asociar un uso a estas y a la vez se puede asociar un sector económico determinado a dichas unidades dependiendo de la actividad desarrollada.
Fórmula	% Área SEj= (Área SEj/ AT) *100 Donde: SEj: Cantidad de hectáreas asociadas al sector económico j. J va desde 1…n AT: Área total de la cuenca.
Variables y Unidades	Área de la cuenca y subcuencas, áreas destinadas a los diferentes sectores económicos.
Insumos	Mapa de coberturas de la tierra, análisis económico de la cuenca con análisis de sectores y actividades económicas.
Observaciones	Los sectores económicos a considerar son los reconocidos por el DANE, dentro del que se tiene agricultura, industria y servicios.

Fuente: MADS, 2014

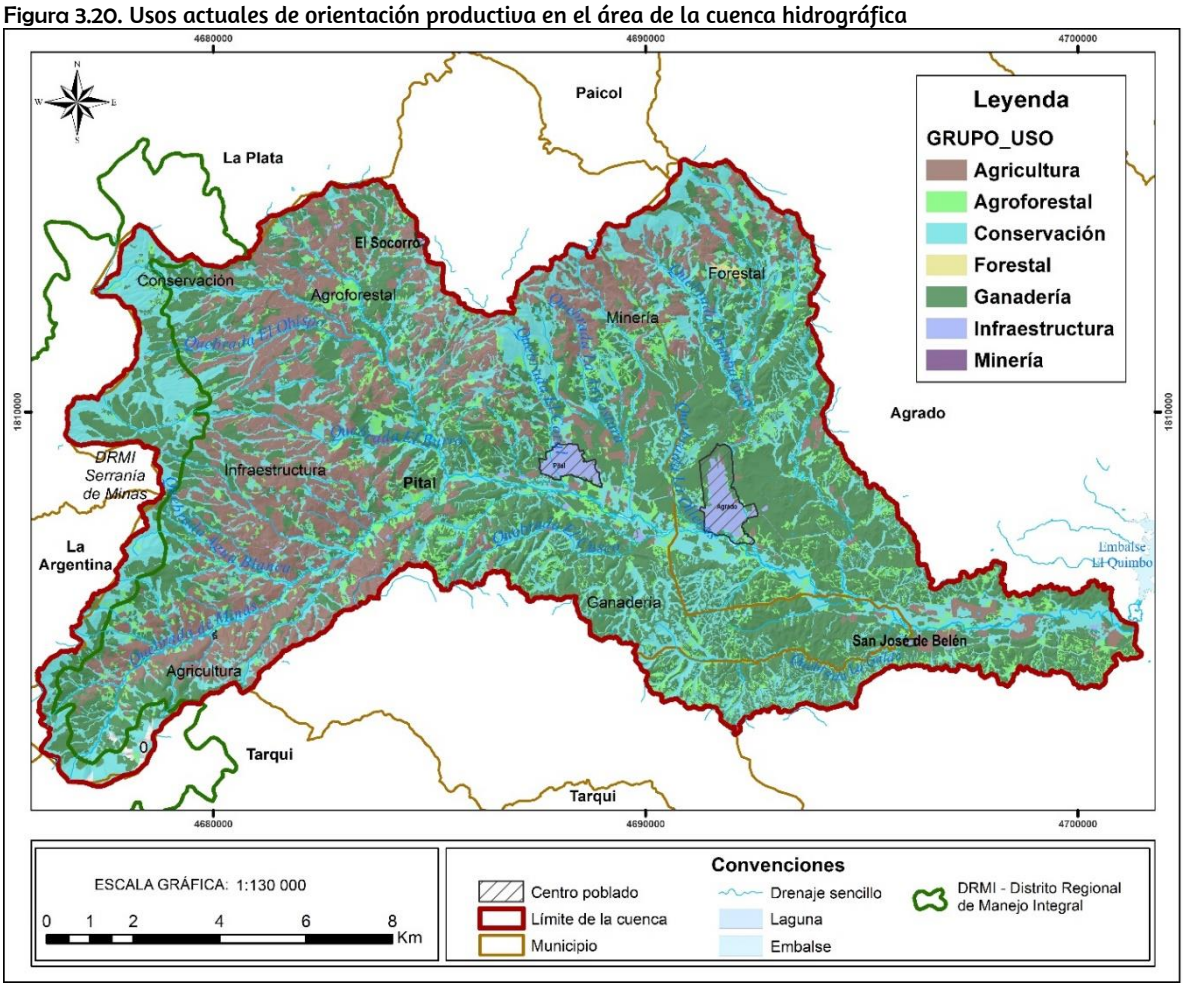
❖ Resultados

Para la microcuenca de la quebrada La Yaguilga se identificó que la actividad económica con mayor presencia espacial es la ganadería con 40,02%, seguida de la agrícola con 21,19%

Tabla 3.14. Porcentaje de área por sectores económicos

Actividad económica	Área (Ha)	Área porcentaje
Agricultura	3944,20	21,19%
Agroforestal	1516,08	8,15%
Forestal	15,92	0,09%
Ganadería	7447,99	40,02%
Infraestructura	382,10	2,05%
Minería	0,14	0,001%

Figura 3.20. Usos actuales de orientación productiva en el área de la cuenca hidrográfica



Fuente: CONSORCIO PMAM YAGUILGA 2021 (2022)

3.3. Componente Gestión del Riesgo

3.3.1. Porcentaje de zonas de amenaza (alta y media)

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	Porcentajes de niveles de amenaza (Alta y Media) por inundación, movimientos en masa, avenidas torrenciales e incendios forestales.
Objetivo	Evaluar el grado de incidencia de amenaza alta y media de la cuenca hidrográfica por inundaciones, movimientos en masa, avenidas torrenciales e incendios forestales.
Definición	Define el área de incidencia por tipo y nivel de amenaza que puedan presentarse en la cuenca
Fórmula	PHβ = (PPi /Pu) * 100

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Variables y Unidades	PHβ = Porcentaje de área en zona de amenaza (i) por tipo de amenaza PP i = Área en zona de amenaza (i) Pu = Área de la cuenca i = Nivel de amenaza (Alta y Media)
Insumos	Mapas de amenaza de inundación, movimientos en masa, avenidas torrenciales e incendios forestales.
Observaciones	El cálculo se tendrá que realizar de manera independiente por cada tipo y nivel de amenaza.

Fuente: MADS, 2014

❖ Resultados

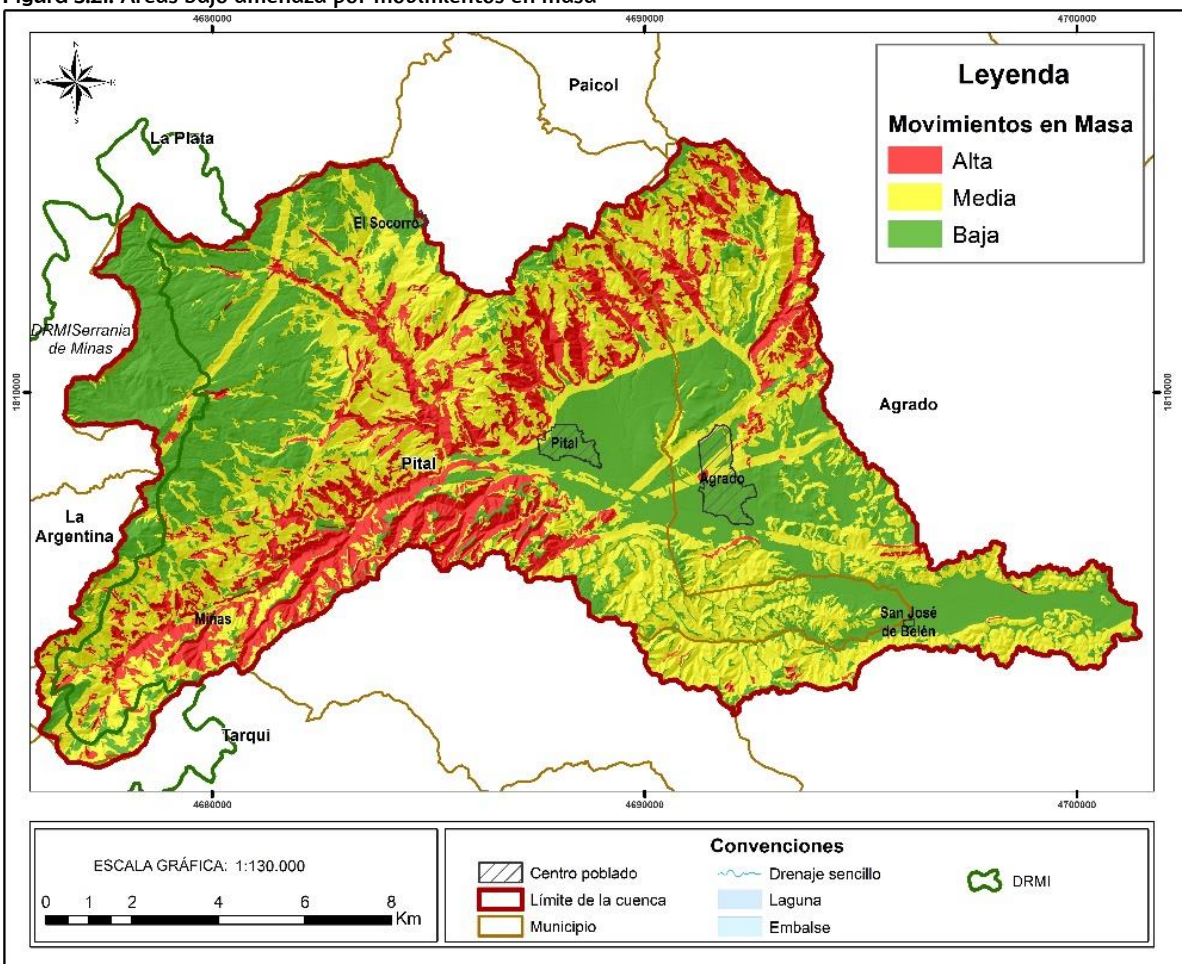
De acuerdo con la evaluación de amenazas para la microcuenca de la quebrada La Yaguilga, se obtuvieron los siguientes resultados:

❖ *Movimientos en Masa*

Tabla 3.15. Área según condición de amenaza por movimientos en masa

Amenaza por movimientos en masa	Área (ha)	%A
Alta	3252,00	17,47
Media	8078,52	43,40
Baja	7282,11	39,12
	18612,63	**100**

Figura 3.21. Áreas bajo amenaza por movimientos en masa

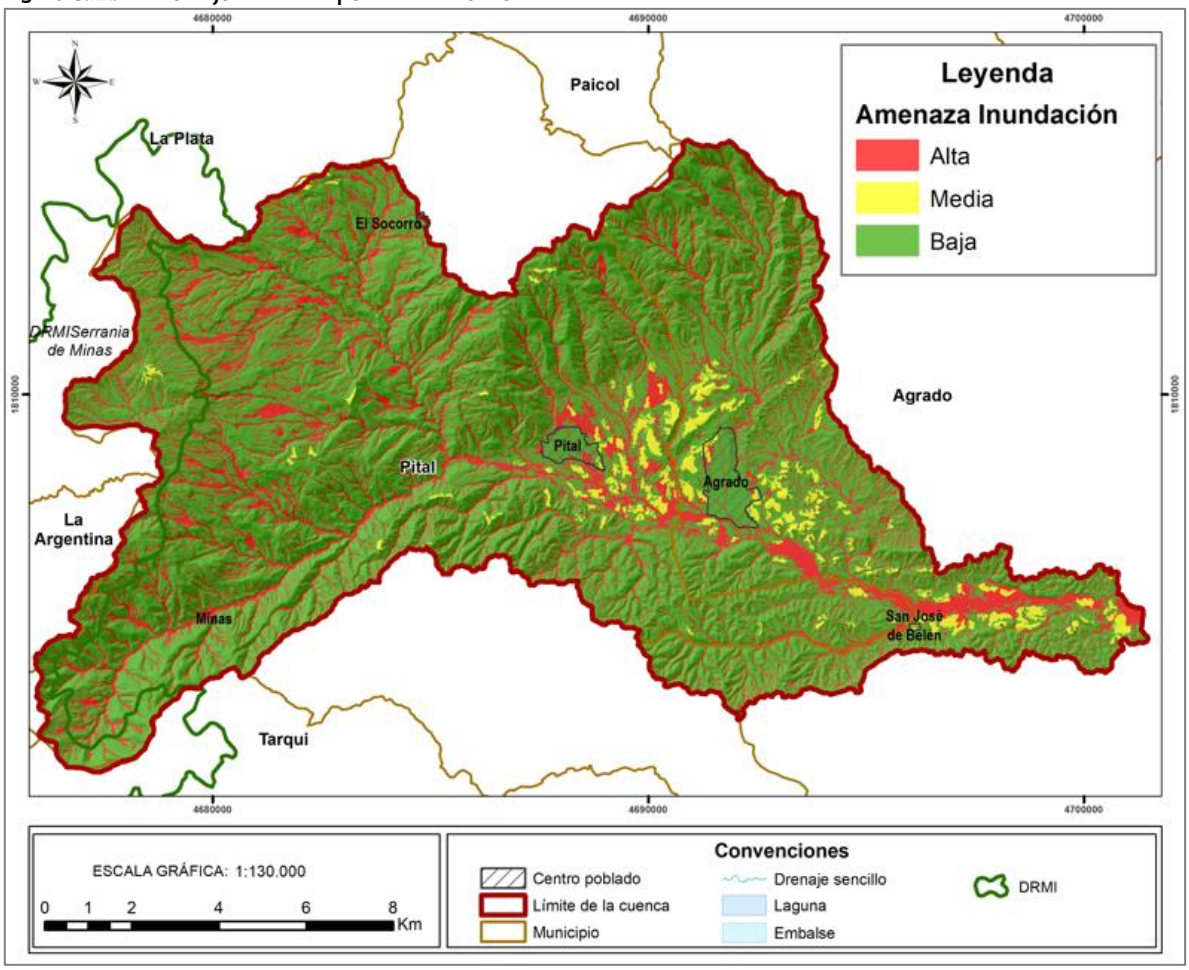


Fuente: CONSORCIO PMAM YAGUILGA 2021 (2022)

- *Inundaciones*
  - Amenaza alta: Corresponde con zonas con geoformas asociadas a procesos activos (el. Valles aluviales, planos de inundación, terrazas bajas, albardones, además de evidencias e inundaciones resientes o actividad fluvial reiterada identificadas en el análisis multitemporal de eventos históricos. Ocupa el 21,3% de la cuenca, equivalentes a 3.963,03 Ha.
  - Amenaza media: Se asocia con geoformas producto de procesos intermitentes (ej. Terrazas medias, meandros), procesos erosivos o sedimentarios suavizados (micro topografía irregular con limites suavizados de baja pendiente) o flujos secundarios representados por evidencias de morfologías canaliformes de poca definición y continuidad identificables en campo. Se extiende por el 2,9% de la superficie del territorio, equivalentes a 536,94 Ha.
  - Amenaza baja: Se determina con base en el análisis de eventos históricos que señale una unidad inundable con una sola evidencia de evento ocurrido; también

con las evidencias topográficas en campo que señalen terrenos topográficamente más altos que los involucrados en las dos categorías anteriores y que coincidan con geoformas asociadas a procesos fluviales antiguos (terrazas altas). Abarca el 75,8% de la superficie de la cuenca, equivalentes a 14.112,66 Ha.

Figura 3.22. Áreas bajo amenaza por inundaciones



Fuente: CONSORCIO PMAM YAGUILGA 2021 (2022)

❖ *Incendios Forestales*

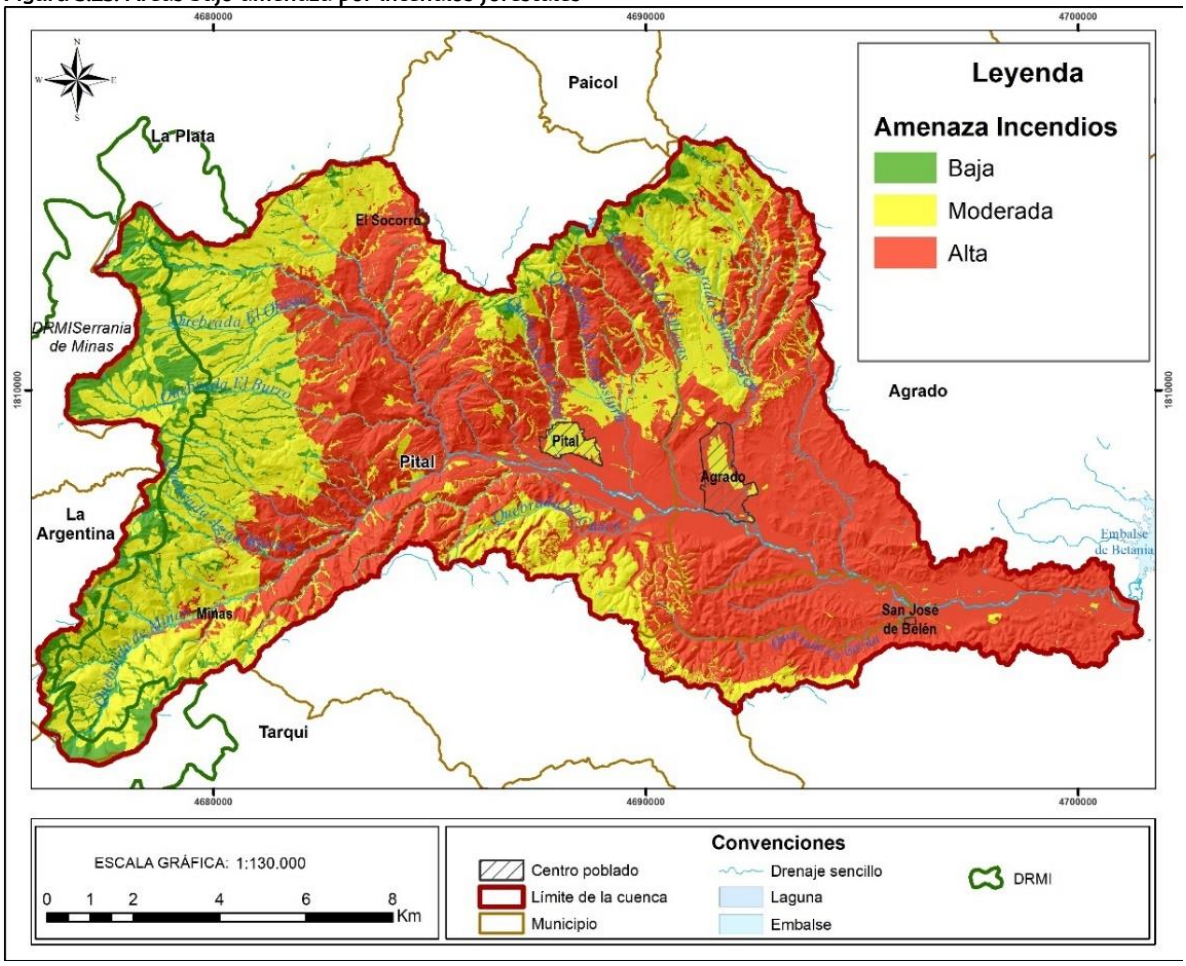
De acuerdo a los resultados de la zonificación, el 54,42% posee amenaza alta para la ocurrencia de incendios de cobertura vegetal, siendo las veredas El Mirador, El Carmelo, San Antonio, Bajo Minas, El Carmen, Playa Rica, La Mesa, Santa Rosa, El Retiro, Chorrillos y Peña Negra las que más expuestas se encuentran en el municipio de El Pital, y en menor medida, El Cusco, Uvital, Cauchal, Los Olivos, Flor Amarillo, Las Minas, Chimbayaco, El Amparo y El Socorro (38 % del área total, aproximadamente 7057 hectáreas); En el

municipio de El Agrado, todas las veredas que se encuentran en el parteaguas de la microcuenca incluido el Casco Urbano, son altamente sensibles.

Tabla 3.16. Área según condición de amenaza por incendios de la cobertura vegetal

Amenaza por Incendios de la Cobertura Vegetal	Área (ha)	%A
Alta	10128,462956	54,42
Moderada	1425,944278	7,66
Baja	7058,222682	37,92
Total	**18612,63**	**100**

Figura 3.23. Áreas bajo amenaza por incendios forestales



Fuente: CONSORCIO PMAM YAGUILGA 2021 (2022)

❖ *Avenidas Torrenciales*

Tabla 3.17. Área según condición de amenaza por avenidas torrenciales

Amenaza por Avenidas Torrenciales	Área (ha)	%A
Alta	3077,84	16,54
Moderada	241,89	1,3
Baja	1055,24	5,67
Nula	14237,66	76,49

Figura 3.24. Áreas bajo amenaza por avenidas torrenciales

