

	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

RESOLUCIÓN No. 0330
(16 DE FEBRERO DE 2026)

POR LA CUAL SE OTORGA UN PERMISO DE OCUPACIÓN DE CAUCE Y SE DICTAN
OTRAS DISPOSICIONES DE OBLIGATORIO CUMPLIMIENTO

La Dirección Territorial Centro de la Corporación Autónoma del Alto Magdalena – CAM, en uso de sus atribuciones legales y estatutarias, en especial las conferidas en la Ley 99 de 1993 y la Resolución No. 4041 de diciembre 21 del 2017, modificada por las Resoluciones No. 104 del 21 de enero de 2019, 466 del 28 de febrero de 2020, 2747 del 05 de octubre de 2022 y 864 del 16 de abril de 2024, proferidas por el Director General de la CAM y, considerando los siguientes,

ANTECEDENTES


Que, mediante escrito bajo el CAM No. radicado CAM No. 2025-E 21270 de 21 de agosto de 2025, Vital 7600089110157725063, La persona jurídica **ALCANOS DE COLOMBIA S.A E.S.P, NIT. 891101577- 4**, mediante la señora **MARCELA BUITRAGO OROZCO**, identificado con cedula de ciudadanía número 24.651.183, expedida la Dorada -, en calidad de Apoderado. Realizo solicitud de liquidación de trámite de permiso de ocupación de cauce, playas y lechos para la construcción de un paso especial tipo Cercha sobre un drenaje natural denominado quebrada La Chiquita para proyecto de gasificación en zona rural del Municipio de Gigante, departamento del Huila.

A través del oficio con número 25806 2025- S del 03 de septiembre de 2025, la Corporación da respuesta a la solicitud de liquidación de costos, indicándole que el valor a pagar es de \$ 936.578,00. Por concepto de evaluación del trámite de permiso de ocupación de cauce, playas y lechos y se describe la información y documentos requeridos para el mismo.

A través de escrito bajo el radicado CAM 2025- E 24694 de 24 de septiembre de 2025, la señora **MARCELA BUITRAGO OROZCO**, identificado con cedula de ciudadanía número 24.651.183, expedida la Dorada -, en calidad de Apoderado, de la persona jurídica **ALCANOS DE COLOMBIA S.A E.S.P, NIT. 891101577- 4**, con dirección de notificación en la carrera 9 No. 7 – 25 Neiva – Huila, teléfono celular 8714416 y correo electrónico analista.ambiental@alcanosesp.com, solicita de permiso de ocupación de cauce, playas y lechos para la construcción de un paso especial tipo Cercha sobre un drenaje denominado quebrada La chiquita para proyecto de gasificación en zona rural del Municipio de Gigante, departamento del Huila.

Como soporte a su petición, el solicitante suministró la siguiente información:

Formulario único nacional de solicitud de ocupación de cauces, playas y lechos debidamente diligenciado; acuse Vital 4900089110157725001; Fotocopia cedula de ciudadanía representante legal, , Constancia de pago por servicios de evaluación por valor

	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

de \$ 2.809.734,00 valor por tres solicitudes de permiso cada uno por \$ 936.578,00 , por concepto de evaluación del trámite de permiso de ocupación de cauce, playas y lechos, Certificado de existencia y representación legal cámara de comercio expedido por la cámara de comercio de del Huila, Resolución No. 001 del 20 de enero de 2025, por el cual concede una licencia de intervención y ocupación de espacio público, emitida por la secretaria de planeación e infraestructura de la alcaldía municipal de Gigante – Huila, documento estudio hidrológico e hidráulico, planos de localización de fuente a intervenir Memoria con información digital.

Mediante correo electrónico de fecha 01 de octubre de 2025, se envían los estudios hidrológicos e hidráulicos a la CAM- SRCA, en la solicitud de permiso de ocupación de cauce, playas y lechos, presentada por la persona jurídica **ALCANOS DE COLOMBIA S.A E.S.P, NIT. 891101577- 4**, Tramo El Piñal 3, Expediente POC-0010-25 para su evaluación.


Mediante Radicado CAM 2504 del 27 de octubre de 2025, se recibe el documento técnico por parte de la SRCA, en la solicitud de permiso de ocupación de cauce, playas y lechos, presentada por la persona jurídica **ALCANOS DE COLOMBIA S.A E.S.P, NIT. 891101577- 4**, Expediente POC-00107-25, con las observaciones a subsanar en cumplimiento de los requisitos normativos y técnicos

Mediante radicado 32380 2025- S de octubre 31 de 2025, se realiza requerimiento de documentación y ajustes de información, a solicitud de permiso de ocupación de cauce, playas y lechos, presentada por la persona jurídica **ALCANOS DE COLOMBIA S.A E.S.P, NIT. 891101577- 4**, Expediente POC-00107 – 25, donde según acta de envío y entrega de correo electrónico de servicios postales Nacionales, realizo lectura del mensaje de dicho requerimiento en octubre 31 de 2025.

Mediante Radicado 30370 2025- S de noviembre 26 de 2025, la señora **MARCELA BUITRAGO OROZCO**, identificado con cedula de ciudadanía número 24.651.183, expedida la Dorada -, en calidad de Apoderado, de la persona jurídica **ALCANOS DE COLOMBIA S.A E.S.P, NIT. 891101577- 4**, con dirección de notificación en la carrera 9 No. 7 – 25 Neiva – Huila, teléfono celular 8714416 y correo electrónico analista.ambiental@alcanosesp.com. Radica información dando respuesta al requerimiento, bajo radicado 32380 2025- S de octubre 31 de 2025.

Mediante radicado 2939 de diciembre 05 de 2025, se solicita apoyo Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental CAM- SRCA, para evaluación de estudios hidrológicos, del proyecto “Construcción de pasos elevados tipo cercha en la fuente **Hídrica La Chiquita**, en la **vereda Rio Loro**, del municipio de gigante – Huila, Expediente POC-00107-25

Según radicado CAM 2025-E 32830 del 23 de diciembre de 2025, la señora **MARCELA BUITRAGO OROZCO**, identificado con cedula de ciudadanía número 24.651.183, expedida la Dorada -, en calidad de Apoderado, de la persona jurídica **ALCANOS DE COLOMBIA S.A E.S.P** allega información adicional, para continuar con la solicitud del permiso.

	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

Bajo Radicado 2939 de fecha del 23 de diciembre de 2025, la Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental CAM- SRCA, envía del concepto técnico del apoyo brindado en la solicitud de permiso de ocupación de cauce, playas y lechos presentado de para **ALCANOS DE COLOMBIA S.A E.S.P, NIT. 891101577- 4, POC-00107-25**. Respuesta al memorando 2939 de fecha del 05 de diciembre de 2025.

El día 29 de diciembre de 2025, se expide Auto de Inicio de Trámite No. 445, notificado personalmente el 06 de enero de 2026, según radicado CAM 39141 2025-S de 29 de diciembre de 2025; mediante Radicado 352 2026- S de enero 06 de 2026; se solicitó publicación del auto de inicio en la cartelera de la alcaldía Municipal de Gigante, Se publicó en la página web https://www.cam.gov.co/notificaciones/not_gaceta-ambiental/ con certificación generada a los 23 días del mes de enero de 2026, no se presentaron oposiciones, en la cartelera de la Alcaldía de Gigante con fecha de fijado el 08 de enero de 2026 y desfijado el 19 de enero de 2026, con radicados CAM No. 1035 2026-E del 20 de enero de 2026, no se presentaron oposiciones por escrito o durante la visita de evaluación del permiso.

El 22 de enero de 2026, se realiza visita con el fin de realizar la evaluación del permiso de ocupación del cauce, playas y lechos, por parte del profesional Universitario de la CAM – DTC Hernando Calderón Calderón, de la CAM - DTC.

CONSIDERACIONES TÉCNICAS


Que a fin de adoptar la determinación procedente frente a la petición elevada y una vez verificada la información allegada por el interesado, el día 22 de enero de 2025, se realizó visita de inspección ocular, de la que emitió el Informe de Visita y Concepto Técnico No. 007 de fecha 29 de enero de 2026, en el que describe entre otras cosas, lo siguiente:

“(…)

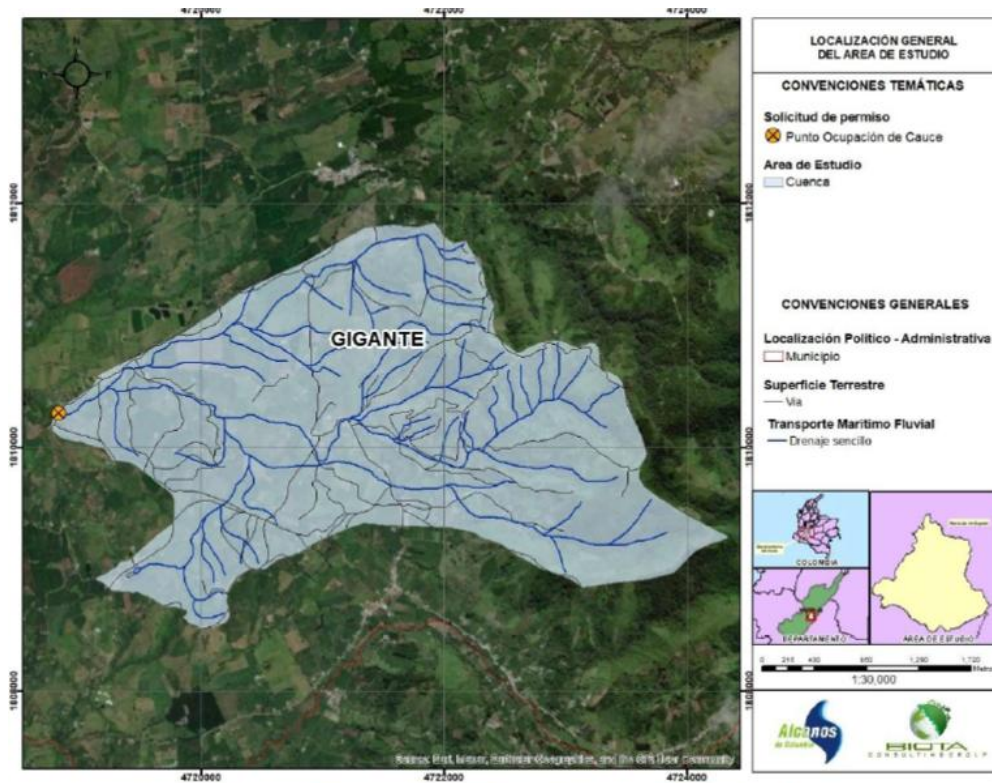
2. ACTIVIDADES REALIZADAS Y ASPECTOS TÉCNICOS EVALUADOS.

Para efectos de la visita de campo y el seguimiento adelantado por parte de la Corporación se realiza inspección al sitio, tomando registro fotográfico e información de georreferenciación en coordenadas planas al sistema de referencia MAGNA - SIRGAS Colombia Bogotá, en tanto que este es el sistema oficial que se tiene adoptado por la CAM.

El día 22 de enero de 2026 se practicó visita de inspección ocular con el objeto de analizar la solicitud presentada por la persona jurídica **ALCANOS DE COLOMBIA S.A E.S.P, NIT. 891101577- 4**, representada legalmente por la señora **MARCELA BUITRAGO OROZCO**, identificado con cedula de ciudadanía número 24.651.183, expedida la Dorada – Caldas, a fin evaluar las condiciones de campo para negar, otorgar o condicionar el permiso de ocupación de cauces solicitado.

	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

Durante la visita se inspecciono el sitio donde se llevara a cabo la Implementación de pasos especiales tipo cercha en el tramo piñal 2, vereda Bajo Sylvania en el Municipio de Gigante, localizado sobre la quebrada la Chiquita, afluente quebrada el Pescado, tributario de la quebrada Rio loro, la cual desemboca en el rio Magdalena margen derecha (embalse el quimbo), del Municipio de Gigante (Ver figura No. 1).




Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.S

Figura No. 1. Localización paso elevado sobre fuente hídrica Quebrada La chiquita vereda Bajo sylvania, Municipio de Gigante.

Para la construcción de pasos especiales tipo cercha en el tramo el piñal, en el Municipio de Gigante, contenido en el expediente POC-00107-25, para lo cual se anexó la siguiente información: Estudio hidrológico e hidráulico del Drenaje natural (sin nombre), Anexo 1. Hidrología, Anexo 2. Resultados Granulométricos, Anexo 3. Registro Fotográfico, Anexo 4. Inundación, Anexo 5. Topografía, Anexo 6. Socavación, Anexo 7. Planos.

En este contexto y de acuerdo con las orientaciones técnicas de los componentes hidrológico e hidráulico brindadas a funcionarios de ALCANOS DE COLOMBIA S.A E,S,P, en relación con el trámite del Permiso de Ocupación de Cauce, se presentan las consideraciones para la construcción de pasos especiales tipo cercha en el tramo Piñal 2, en el Municipio de Gigante

	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

En la siguiente figura se muestra el sitio de estudio que comprende el transecto de la quebrada objeto de estudio, en la cual se tiene dispuesto efectuar una obra tipo cercha para la interconexión del gasoducto de Alcanos en zonas aledañas. Las obras especiales se discriminan en: Pasos especiales en estructura metálica cercha, con diseños de 10 metros lineales, construido con el objeto de evitar la afectación del afluente de la quebrada La Chiquita, Esta estructura contará con la construcción de dos zapatas y dos columnas, sobre las cuales reposará la estructura metálica (cercha) para realizar el paso del tubo de polietileno del gas natural.

La intervención sobre dicha fuente se localizará en el sitio de coordenadas planas con origen Bogotá Magna Sirgas X: 838520 y Y: 744042, a una altitud de 1.583 m.s.n.m, Vereda Bajo silvania, Municipio de Gigante, intercepta una fuente hídrica quebrada La chiquita, afluente quebrada el Pescado, tributario de la quebrada Rio loro, la cual desemboca en el rio Magdalena margen derecha (embalse el quimbo) (ver figura No. 2).

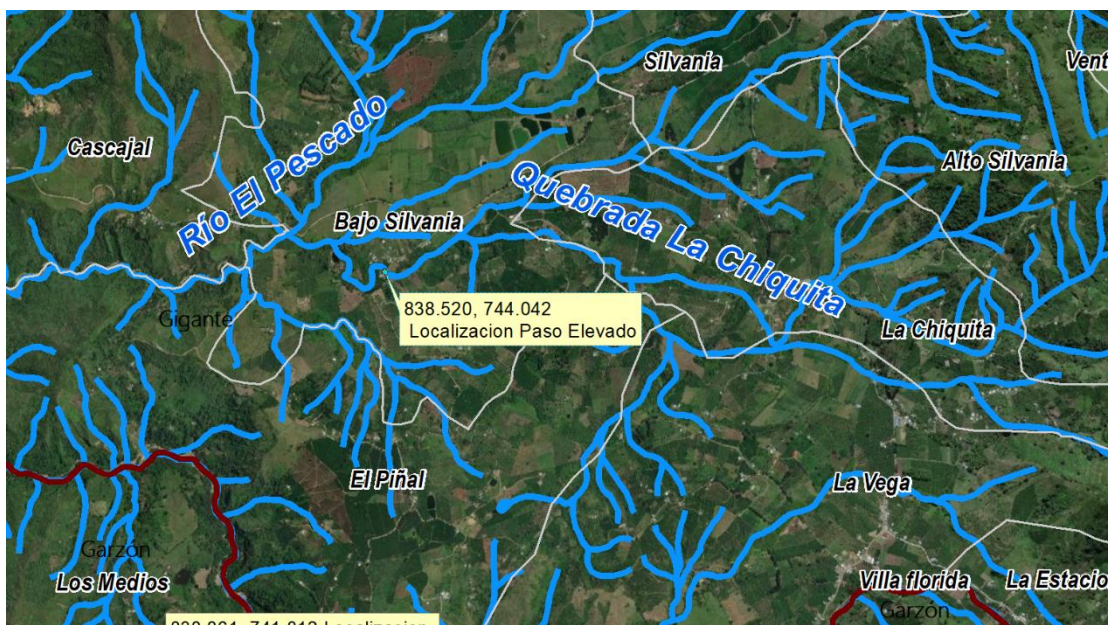


Figura No. 2. Localización sitio construcción paso especial tipo cercha sobre quebrada La chiquita

Como se mencionó anteriormente, el Paso especial en estructura metálica cercha, con diseños de 10 metros lineales, construido con el objeto de evitar la afectación del afluente quebrada La chiquita. Esta estructura contará con la construcción de dos zapatas y dos columnas, sobre las cuales reposará la estructura metálica (cercha) para realizar el paso del tubo de polietileno del gas natural cuya altura es de 2,58 metros. (ver Figura No. 3).

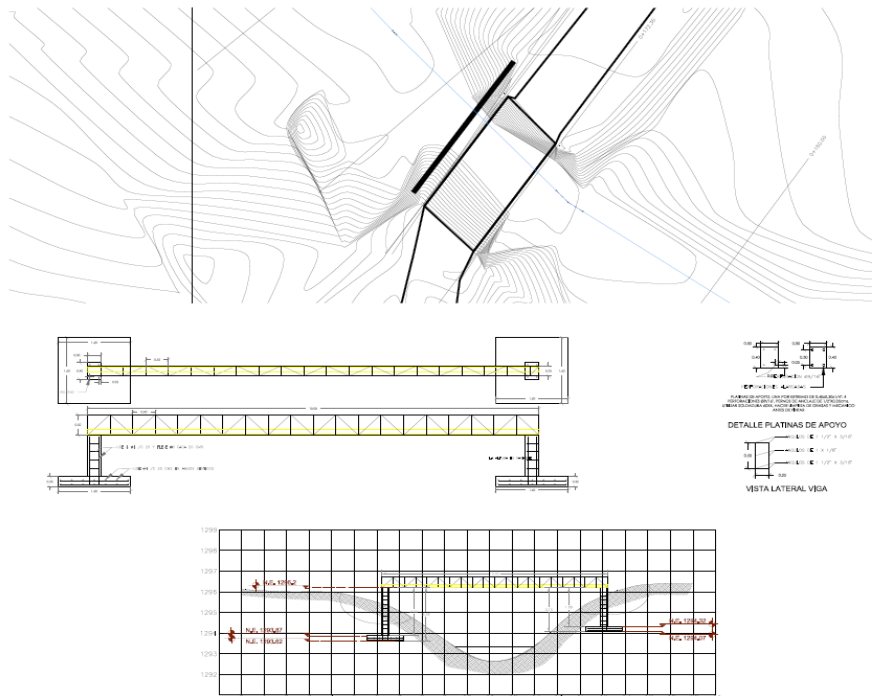


Figura No. 3. Esquema de obra Hidráulica Propuesta, paso elevado tipo cercha quebrada La Chiquita.

Para la realización de la visita a las obras proyectada se conformó una comisión integrada por un (1) profesional del Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM, una (1) profesional supervisora de redes Alcanos de Colombia S.A. E.S.P y el presidente Veeduría proyecto de Gasificación; en desarrollo de la visita se realizó una identificación del sitio para definir si la obra proyectada afecta o no algún cauce o drenaje natural que amerite revisión y análisis para el otorgamiento del permiso de ocupación de cauce correspondiente. Como consecuencia de la evaluación se registra y se hace una descripción detallada del sitio y obras que requieren permiso de ocupación de cauce para su construcción.

De esta manera se concluye que este punto georreferenciado, requiere permiso de ocupación de cauce, playas y lechos al considerarse que se impacta un drenaje Natural denominado quebrada La Chiquita, afluente de la quebrada el Pescado, tributario de la quebrada Rio loro, la cual desemboca en el rio Magdalena margen derecha (embalse el quimbo).

Se presenta a continuación imágenes de los sitios y un registro fotográfico típico de la inspección técnica realizada, organizados de tal manera que se optimice la distribución del espacio de las páginas.

DESCOLE



ENCOLE



Fotografía 1, 2 y 3. Panorámica sitio de intervención proyectada sobre la Quebrada La Chiquita.

A partir de la información radicada bajo los Radicados CAM 2025-E 24694 de septiembre 24 de 2025, 2025-E, 30370 de noviembre 26 de 2025 y radicado 2025-E 32830 de diciembre 23 de 2025 como respuesta al requerimiento No. 2025-S 32380 de octubre 31 de 2025, la persona jurídica **ALCANOS DE COLOMBIA S.A E.S.P, NIT. 891101577- 4**, en relación con el trámite del Permiso de Ocupación de Cauce, se presentan las consideraciones para las actividades de Paso especial en estructura metálica cercha, con

	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

diseños de 10 metros lineales, construido con el objeto de evitar la afectación del afluente hídrica quebrada La Chiquita, esta estructura contará con la construcción de dos zapatas y dos columnas, sobre las cuales reposará la estructura metálica (cercha) para realizar el paso del tubo de polietileno del gas natural cuya altura es de 2,58 metros. De acuerdo con la normatividad ambiental vigente -Decreto 1076 de 2015, y lineamientos de la corporación denominados “LINEAMIENTOS Y/O CRITERIOS TECNICOS MINIMOS A CONSIDERAR EN LA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS PARA EL PERMISO DE OCUPACIÓN DE CAUCE, PLAYAS Y LECHOS” G-CAM-014 versión 1, es necesario que todas las estructuras hidráulicas se diseñen para permitir el paso de caudales máximos asociados a un período de retorno de 100 años (TR 100).

En este contexto y de acuerdo con las orientaciones técnicas de los componentes hidrológico e hidráulico brindadas a funcionarios de ALCANOS DE COLOMBIA S.A E.S.P, en relación con el trámite del Permiso de Ocupación de Cauce, se presentan las consideraciones para la construcción de pasos especiales tipo cercha en el tramo Piñal 2, en el Municipio de Gigante, sin afectar su dinámica hídrica para la ocupación de cauce localizada en el sitio de coordenadas planas con origen Bogotá Magna Sirgas X: 838520 y Y: 744042 a una altitud de 1.583 m.s.n.m, Vereda bajo silvania, Municipio de Gigante, intercepta, la fuente hídrica quebrada La chiquita, afluente de la quebrada el Pescado, tributario de la quebrada Rio loro, la cual desemboca en el rio Magdalena margen derecha (embalse el quimbo)), para los períodos de retorno según lo establecido por la Guía Técnica de Criterios para el Acotamiento de las Rondas Hídricas en Colombia por (MADS, 2018).

1.- ESTUIOS HIDROLÓGICOS.

El estudio hidrológico busca estimar los caudales máximos asociados a periodos de retorno de 2, 2.33, 5, 10, 25, 50 y 100 años para la cuenca de la quebrada objeto de estudio.

Para la modelación hidrológica se utilizaron modelos de precipitación escorrentía que requieren el cálculo del tiempo de concentración.

Dicho parámetro se refiere al tiempo que tarda una gota de agua en viajar desde la parte superior de la cuenca hasta el punto de interés del estudio; entiéndase punto superior de la cuenca como la divisoria de aguas, esto incluye el tramo de cauce en el que aún no se ha concentrado el flujo, es decir, el tramo entre la divisoria y el surgimiento de la expresión geomorfológica del cauce principal. Esta definición es importante, ya que se tiende a considerar solamente la longitud en la que la corriente se alcanza a visualizar; en consecuencia, para el cálculo del tiempo de concentración se utilizará la longitud del cauce proyectada hasta la divisoria de la cuenca.

Al revisar los diseños establecidos para la red de distribución de gas en el municipio, se identificó la necesidad de intervenir la fuente superficial denominada para este proyecto “quebrada La azulita”. Por tal motivo y sujeta al Decreto 1076 de 2016, la empresa Alcanos de Colombia S.A E.S.P requiere solicitar el trámite de ocupación de cauce. Para tal fin, se

	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

realiza el presente documento, que pretende elaborar los estudios hidrológicos, hidráulicos y cálculo de socavación del afluente objeto de estudio, en condiciones existentes, lo que permite construir una línea base de comparación frente a la condición proyectada con la construcción del proyecto.

Inicialmente se desarrolló el estudio hidrológico para la fuente superficial, el cual incluye la recopilación de información existente y el cálculo de caudales máximos asociados a periodos de retorno de 2, 2.33, 5, 10, 25, 50 y 100 años. Posteriormente se realizó la evaluación hidráulica en condiciones existentes para estimar las profundidades, velocidades y problemas de desbordamiento y a partir de la información para la construcción y traslado de pasos especiales tipo cercha. Finalmente se evaluó el funcionamiento de la obra proyectada simulando las condiciones proyectadas lo cual permite realizar una comparación entre ambos escenarios (actual y futuro) y concluir acerca de los posibles cambios en la hidráulica que podría generar la implantación de la obra.

1.1. información hidrometeorológica

Con la ayuda del catálogo de estaciones meteorológicas del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales 2018 (IDEAM) se realizó el análisis de los parámetros de temperatura, brillo solar, humedad relativa y precipitación del área de estudio. De acuerdo con la ubicación de las estaciones, se determinó que las estaciones que tienen incidencias sobre la Cuenca de la quebrada La Chiquita, son las estaciones climáticas ZULUAGA [21065040] y CRISTALINA LA HACIENDA [21060100]. (Ver Anexo 1. Hidrología - Climatología), donde se presentan los registros por parámetro de dicha estación:

Tabla 4-1 Descripción de las estaciones

Estación	Código	Categoría	Fecha instalación	Fecha de suspensión	Elevación (msnm)	Estado
ZULUAGA	21065040	Climática Ordinaria	14/06/1971	-	1270	Activa
CRISTALINA LA HACIENDA	21060100	Pluviométrica	15/11/1979		1460	Activa

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudio Ambientales (IDEAM)

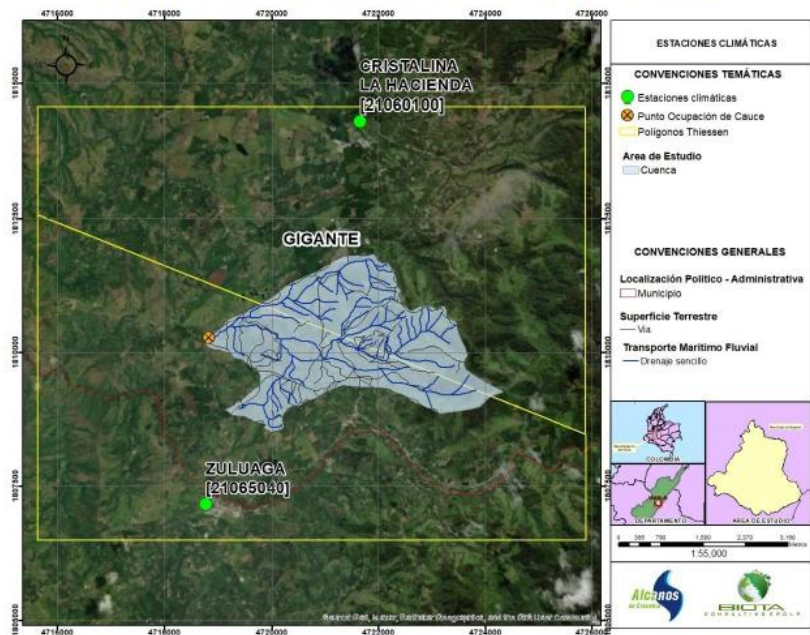
Para la depuración y validación de la información hidroclimática empleada, se aplicó un control orientado a garantizar la consistencia temporal de los registros y evitar sesgos en el análisis. En este sentido, se descartaron los años que presentaban reportes incompletos en más de dos meses. Esto permitió conservar únicamente los periodos con series continuas y confiables, asegurando que los resultados derivados reflejaran de manera adecuada el comportamiento climático del área de estudio.

1.2 HIDROCLIMATOLOGÍA

	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

Con el catálogo de estaciones meteorológicas del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) se realizó el análisis de los parámetros de temperatura, brillo solar, humedad relativa y precipitación de la zona de estudio. De acuerdo con la ubicación de las estaciones, se determinó que las estaciones que tienen incidencias sobre la Cuenca de la quebrada La Chiquita, son las estaciones climáticas ZULUAGA [21065040] y CRISTALINA LA HACIENDA [21060100], donde se presentan los registros por parámetro de estas estaciones. En la siguiente figura se presenta la ubicación geográfica de las estaciones climáticas seleccionadas para este estudio.

Figura 4-1. Ubicación geográfica de la estación climática seleccionada



Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudio Ambiental (IDEAM)

1.3. METODOLOGÍA Y CALCULO DE LOS TIEMPOS DE CONCENTRACIÓN

Para la modelación hidrológica se utilizaron modelos de precipitación escorrentía que requieren el cálculo del tiempo de concentración.

Dicho parámetro se refiere al tiempo que tarda una gota de agua en viajar desde la parte superior de la cuenca hasta el punto de interés del estudio; entiéndase punto superior de la cuenca como la divisoria de aguas, esto incluye el tramo de cauce en el que aún no se ha concentrado el flujo, es decir, el tramo entre la divisoria y el surgimiento de la expresión geomorfológica del cauce principal. Esta definición es importante, ya que se tiende a considerar solamente la longitud en la que la corriente se alcanza a visualizar; en consecuencia, para el cálculo del tiempo de concentración se utilizará la longitud del cauce proyectada hasta la divisoria de la cuenca.

	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

A continuación, se describen las ecuaciones empleadas para la determinación del tiempo de concentración:

- **Ecuación de Kirpich**

$$Tc = 0,06628 \cdot L^{0,77} \cdot i^{0,385}$$

Dónde:
Tc = Tiempo de concentración (minutos)

L = Longitud máxima a la salida (m)

i = Pendiente media del lecho (m/m) (Arnez Orozco, 2019)

- **Ecuación de Témez**

$$Tc = 0,30(L \cdot i^{0,25})^{0,76}$$

Dónde:
Tc = Tiempo de concentración (horas).

L = Longitud del cauce principal (km).

i = Pendiente del cauce principal (%). (Arnez Orozco, 2019)

- **Ecuación de Giandotti**

$$TC = 4 \sqrt{S + 1,5L} \cdot 0,8 \sqrt{H}$$

Siempre que $L/3.600 \geq tc \geq (L/3.600 + 1,5)$

Dónde:

Tc = tiempo de concentración (horas)

S = área de la cuenca (km²)

L = longitud del cauce principal (km)

H = elevación media de la cuenca o diferencia de nivel principal (m) (Arnez Orozco, 2019)

- **Ecuación de California highways and Public Works (Kirpich)**

$$TC = 0,95 \cdot (L^3 H)^{0,385}$$

Tc = tiempo de concentración (horas)

L = longitud del cauce principal (km)

H = Diferencia de elevación entre el comienzo del cauce principal y el punto estudiado (m). (Arnez Orozco, 2019)

- **Ecuación de Bransby-Williams**

$$TC = L^{1,5} D \sqrt{M^2 F^5}$$

Dónde:
Tc = tiempo de concentración (horas)

L = distancia máxima a la salida (km)

D = diámetro del círculo de área equivalente a la superficie de la cuenca (km²)

M = área de la cuenca (km²)

F = pendiente media del cauce principal (%) (Ibáñez Asensio et al., n.d.)

- **Ecuación de Clark**

$$Tc = 0,335 \times [A \cdot S^{0,5}]^{0,593}$$

Dónde:

A = Área de la cuenca (km²)

S = Pendiente promedio del cauce principal (m/m) (CLARK, 1945)

- **Ecuación de Valencia y Zuluaga**

$$Tc = 1,7694 \times A^{0,325} \times L - 0,096 \times S - 0,290$$

A = Área de la cuenca (km²)

	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

S= Pendiente promedio del cauce principal (m/m)
L= Longitud del curso de agua más largo (km) (VALENCIA & ZULUAGA, 1981)

• **Ecuación de Passini**

$TC = a(SL)^{2.3}t - 0.5$ $a = L\sqrt{S}$ Siendo $0,04 \leq a \leq 0,13$ Donde:

Tc = tiempo de concentración (horas)

S= área de la cuenca (km²)

L= longitud del cauce principal (km)

a = Alejamiento medio. (Ibáñez Asensio et al., n.d.)

• **Ecuación de Ventura**

$TC = aS^{0.5}i$ $a = L\sqrt{S}$

Siendo $0,05 \leq a \leq 0,5$

Dónde:

Tc = tiempo de concentración (horas)

i = pendiente media del cauce principal (%)

S = área de la cuenca (km²)

L = longitud del cauce principal (km)

a = alejamiento medio. (Ibáñez Asensio et al., n.d.)

Una vez aplicada cada una de las ecuaciones anteriormente mencionadas se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 5-1. Tiempo de concentración del área de estudio

Autor/ Entidad	Tc (Horas)	Tc (Minutos)
Kirpich (1990)	0.5298	31.788
“California highways and Public Works” (Kirpich)	0.5317	31.902
Passini	0.4479	26.874
Tc Promedio	0.50313	30.188
Des Estándar	0.0478	2.8706

Fuente: Biota Consulting Group SAS

Al analizar los resultados descritos en la tabla anterior se tiene que, para la cuenca de la quebrada La Chiquita se exhibe un orden de magnitud similar y acorde con las características físicas de la cuenca. Por lo tanto, se tiene que el promedio del tiempo de concentración con estos 3 métodos es igual a 0.50 horas (30.19 minutos). (Ver Anexo 5. Inundación - PrecipiMax_CRISTALINA_ZULUAGA).

1.4. METODOLOGÍA Y CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN

Con la ayuda del catálogo de estaciones meteorológicas de IDEAM se elaboraron los polígonos de Thiessen, con esta metodología se tienen en cuenta la cobertura

	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

de las estaciones climáticas en inmediaciones de la cuenca de la quebrada La Chiquita; para tal fin, se identificaron detalladamente cada una de las estaciones con información climática, y para el caso, la intensidad de la precipitación, tal y como se puede evidenciar en el Anexo 1 Hidrología - Climatología, adicionalmente en cada una de estas estaciones se constató la veracidad de la información (mínimo de datos de precipitación anual, multianual), como a su vez si se contaba con información de curvas IDF. Para los análisis de precipitación se tomó un rango de registro superior a los 15 años y cuya categoría brindase la mejor calidad de información.

Para realizar el análisis de la intensidad de la precipitación del área de estudio, se partió inicialmente de la información contenida por el IDEAM en el catálogo de estaciones meteorológicas de dicha entidad. Una vez identificadas las estaciones, se procedió a realizar la delimitación de los polígonos de Thiessen para los cuales dentro del área de interés. A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

Tabla 5-2. Estaciones climáticas para la cuenca

Estación	Código	Categoría	Fecha instalación	Fecha de suspensión	Elevación (msnm)	Estado
ZULUAGA [21065040]	21065040	Climática Ordinaria	14/06/1971	-	1270	Activa
CRISTALINA LA HACIENDA [21060100]	21060100	Pluviométrica	15/11/1979	-	1460	Activa

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudio Ambientales (IDEAM)

1.4.1. Precipitación Total anual multianual estación ZULUAGA [21065040]

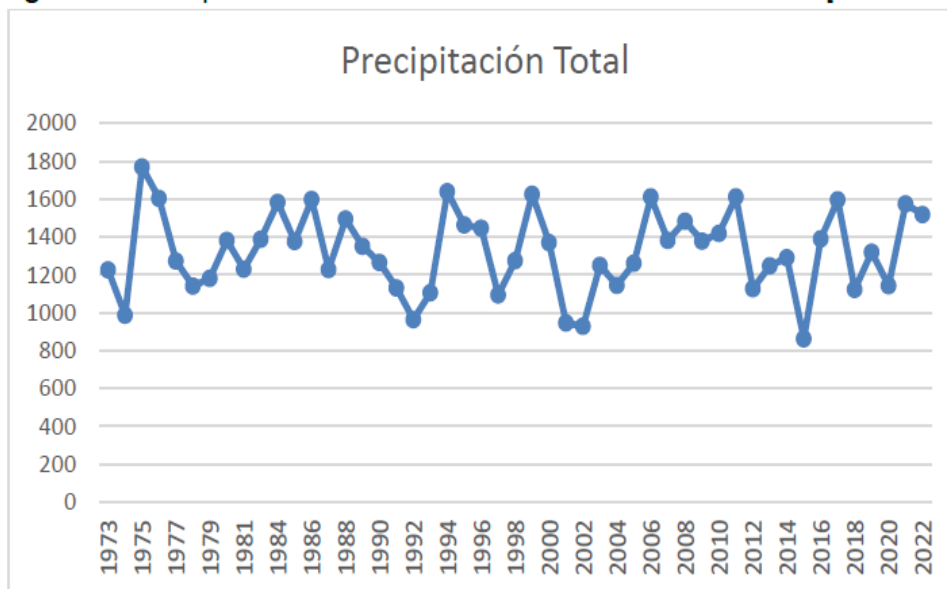
Teniendo en cuenta los registros de precipitación del IDEAM, a continuación, se presentan los resultados de la precipitación anual multianual.

Tabla 5-3. Precipitación total anual-multianual estación ZULUAGA [21065040].

Año	Precipitación	Año	Precipitación	Año	Precipitación
1973	1225.8	1990	1263.8	2007	1381.4
1974	986.9	1991	1130.7	2008	1481.7
1975	1768.5	1992	963.7	2009	1376.4
1976	1603.2	1993	1103.9	2010	1417.4
1977	1272.7	1994	1637.8	2011	1610.1
1978	1140.1	1995	1463.8	2012	1126.9
1979	1181.2	1996	1445	2013	1246.6
1980	1381.1	1997	1092.7	2014	1290.4
1981	1229	1998	1274.2	2015	862.5
1982	1139.4	1999	1623.7	2016	1389.4
1983	1387.6	2000	1370.2	2017	1596
1984	1582.5	2001	944.4	2018	1122
1985	1376	2002	926.9	2019	1318.9
1986	1596.6	2003	1249.4	2020	1141.1
1987	1227.6	2004	1144.5	2021	1574.6
1988	1494.5	2005	1261.1	2022	1517.4
1989	1349.7	2006	1610.2		

Fuente: Tomado y adaptado del catálogo de datos del IDEAM

Figura 5-2. Precipitación total anual-multianual estación ZULUAGA [21065040].



Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.S

	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

De acuerdo con la gráfica, entre 1972 y 2022 se muestra una marcada variabilidad interanual, sin una tendencia lineal clara pero sí con patrones cíclicos de años más húmedos y secos, probablemente influenciados por fenómenos climáticos globales como El Niño y La Niña.

Se destacan picos de precipitación en 1975, 1983, 1995, 1999, 2007, 2011 y 2016, con valores que superan los 1.600 mm/año, mientras que, en 1992, 2001, 2015 y 2018 se registran los años más secos, con totales cercanos o inferiores a 1.000 mm. En las últimas dos décadas, se observa una ligera tendencia a la recuperación de los niveles de precipitación luego de mínimos extremos, con más años registrando valores superiores a los 1.400 mm, lo cual podría estar relacionado con un aumento en la frecuencia de eventos de alta intensidad.

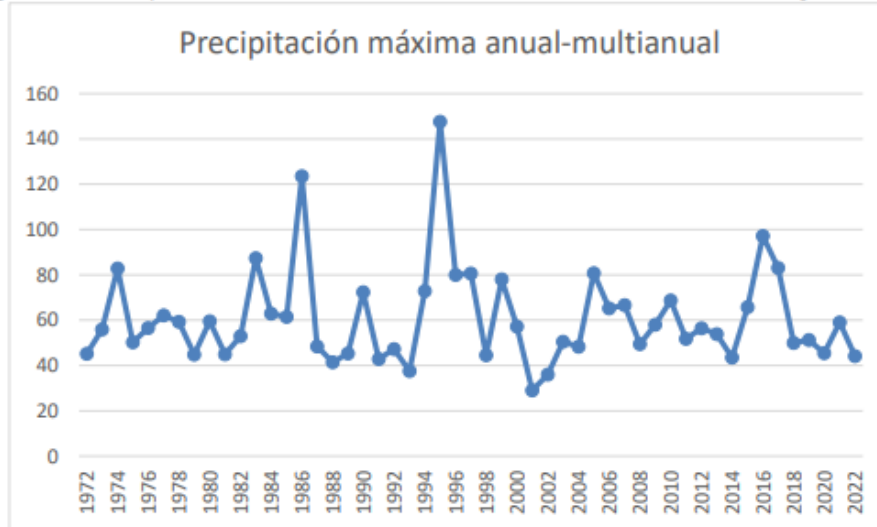
1.4.1.1. Precipitación Máxima anual multianual Estación ZULUAGA [21065040].

Tabla 5-4. Precipitación máxima anual-multianual de la estación ZULUAGA [21065040].

Año	Precipitación	Año	Precipitación	Año	Precipitación
1972	45.2	1989	45.3	2006	65.2
1973	55.9	1990	72.3	2007	66.7
1974	82.8	1991	42.8	2008	49.5
1975	50.2	1992	47.3	2009	58
1976	56.6	1993	37.6	2010	68.7
1977	62.1	1994	72.8	2011	51.8
1978	59.3	1995	147.6	2012	56.4
1979	44.8	1996	80	2013	53.8
1980	59.5	1997	80.6	2014	43.5
1981	44.9	1998	44.5	2015	65.8
1982	52.9	1999	78	2016	97.2
1983	87.4	2000	57.2	2017	83.1
1984	62.9	2001	29	2018	50
1985	61.5	2002	36	2019	51.2
1986	123.6	2003	50.5	2020	45.4
1987	48.4	2004	48.3	2021	59
1988	41.4	2005	80.8	2022	44.2

Fuente: Tomado y adaptado del catálogo de datos del IDEAM

Figura 5-3. Precipitación máxima anual-multianual de la estación ZULUAGA [21065040].



Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.S

La gráfica de precipitación máxima anual-multianual en Gigante (Huila), correspondiente al periodo 1972–2022, muestra una importante variabilidad en los extremos de lluvia registrados cada año, reflejando los eventos de precipitación más intensos. Se destacan picos extraordinarios en 1987, 1991 y especialmente en 1995, donde el valor máximo supera los 140 mm en un solo evento o periodo corto, lo cual es indicativo de lluvias extremas con potencial de generar crecientes súbitas, inundaciones y deslizamientos.

Después de 1995, se observa una tendencia a la reducción en la magnitud de estos máximos anuales, aunque se presentan repuntes aislados como en 2016 y 2018. En las últimas dos décadas, los valores máximos tienden a estar entre 40 y 80 mm, lo que sugiere un posible cambio en la intensidad de los eventos extremos, aunque no necesariamente en su frecuencia.

1.4. 1.2. Precipitaciones diarias máximas probables en diferentes periodos de retorno de la estación ZULUAGA [21065040].

Teniendo en cuenta que la distribución Log Pearson III es la que se tomó para el análisis estadístico anual multianual de la precipitación máxima, dado que es la que mejor se acomoda a la proyección de los datos, se procede a realizar los análisis de precipitación máxima para diferentes periodos de retorno:


	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

Tabla 5-6. Precipitación máxima a diferentes periodos de retorno - distribución Log Pearson III

Periodo de Retorno-Años	PE (%)	PNE (%)	Precipitación Máxima	Precipitación Máxima (con Factor de Corrección)
2	50.00%	50.00%	55.82	63.08
2.33	42.92%	57.08%	58.92	66.58
5	20.00%	80.00%	73.55	83.11
10	10.00%	90.00%	86.83	98.11
25	4.00%	96.00%	105.42	119.13
50	2.00%	98.00%	120.66	136.35
100	1.00%	99.00%	137.14	154.97

Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.S.

1.4.1.3. Precipitaciones diarias máximas para diferentes tiempos de duración

Teniendo en cuenta la precipitación máxima en los diferentes periodos de retorno, como a su vez la representatividad de cada una de las estaciones, a continuación, se presentan los resultados de precipitación máxima para la cuenca.

Tabla 5-7. Precipitación máxima a diferentes periodos de retorno

Periodo de Retorno Años	PE (%)	PNE (%)	ESTACIÓN	PROPORCIÓN	VALOR TOTAL PRECIPITACIÓN
			ZULUAGA [21065040]		
2	50.00%	50.00%	63.66	100	63.66
2.33	42.92%	57.08%	67.25	100	67.25
5	20.00%	80.00%	84.08	100	84.08
10	10.00%	90.00%	99.23	100	99.23
25	4.00%	96.00%	120.31	100	120.31
50	2.00%	98.00%	137.48	100	137.48
100	1.00%	99.00%	155.96	100	155.96

Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.S

1.4.2 Precipitación estación CRISTALINA LA HACIENDA [21060100]

1.4.2.1 Precipitación Total anual multianual estación CRISTALINA LA HACIENDA [21060100].

Teniendo en cuenta los registros de precipitación del IDEAM, a continuación, se presentan los resultados de la precipitación anual multianual.

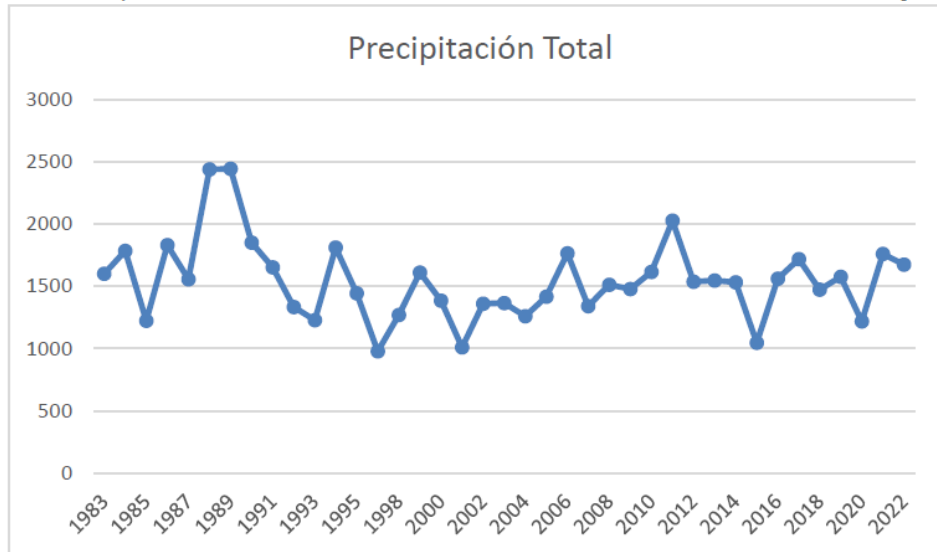
Tabla 5-7. Precipitación total anual-multianual estación CRISTALINA LA HACIENDA [2106010]

Año	Precipitación	Año	Precipitación	Año	Precipitación
1983	1600	1997	976	2010	1616
1984	1785	1998	1270	2011	2027
1985	1223	1999	1611	2012	1536
1986	1830	2000	1385	2013	1547

Año	Precipitación	Año	Precipitación	Año	Precipitación
1987	1556	2001	1008	2014	1532
1988	2440	2002	1360	2015	1047
1989	2443.5	2003	1364	2016	1560
1990	1850	2004	1260	2017	1718
1991	1652	2005	1416	2018	1472
1992	1332	2006	1764	2019	1576
1993	1228	2007	1341	2020	1218
1994	1810	2008	1513	2021	1759
1995	1444	2009	1478	2022	1673

Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.S.

Figura 5-8. Precipitación total anual-multianual estación CRISTALINA LA HACIENDA [21060100]



Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.S

La gráfica de precipitación total anual refleja una importante variabilidad climática, con oscilaciones marcadas en los acumulados anuales. Se observan años muy lluviosos

	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

entre 1985 y 1989, con picos superiores a los 2.400 mm, lo que contrasta con una reducción sostenida en la precipitación total durante la década de 1990, donde varios años registraron acumulados inferiores a los 1.300 mm.

A partir del año 2000, la precipitación muestra un comportamiento más estable, con valores que oscilan principalmente entre 1.300 y 1.800 mm/año. Sin embargo, el año 2015 destaca por ser uno de los más secos del periodo, con un valor inferior a los 1.200 mm. En general, no se identifica una tendencia clara de aumento o disminución sostenida en la precipitación total, aunque sí se evidencia un patrón de alternancia entre años secos y húmedos.

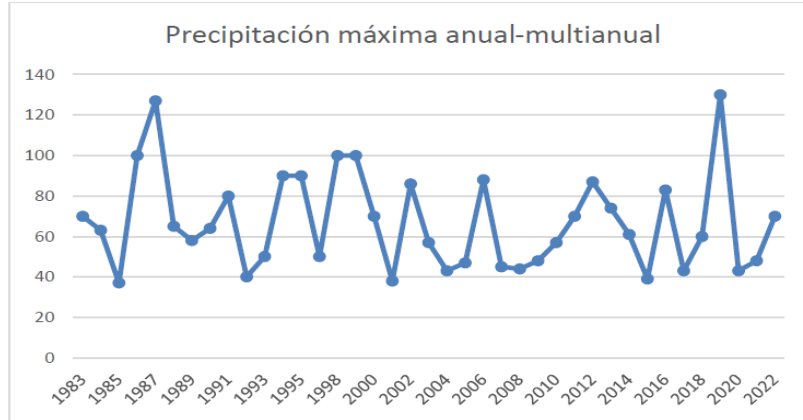
1.4.2.2 Precipitación Máxima anual multianual Estación CRISTALINA LA HACIENDA [21060100]

Tabla 5-8. Precipitación máxima anual-multianual de la estación CRISTALINA LA HACIENDA [21060100]

Año	Precipitación	Año	Precipitación	Año	Precipitación
1983	70	1997	50	2010	57
1984	63	1998	100	2011	70
1985	37	1999	100	2012	87
1986	100	2000	70	2013	74
1987	127	2001	38	2014	61
1988	65	2002	86	2015	39
1989	58	2003	57	2016	83
1990	64	2004	43	2017	43
1991	80	2005	47	2018	60
1992	40	2006	88	2019	130
1993	50	2007	45	2020	43
1994	90	2008	44	2021	48
1995	90	2009	48	2022	70

Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.S

Figura 5-9. Precipitación máxima anual-multianual de la estación CRISTALINA LA HACIENDA [21060100]



Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.S

La gráfica de precipitación máxima anual-multianual evidencia una alta variabilidad interanual en los eventos extremos de lluvia, lo cual es típico de climas tropicales influenciados por fenómenos como El Niño y La Niña. Se destacan eventos extremos en los años 1986, 1990, 1995, 2001 y 2020, con valores superiores a los 120 mm, que representan periodos de precipitaciones intensas concentradas en corto tiempo.

Entre 2005 y 2011 se observa un periodo de menor magnitud en los máximos anuales, con valores generalmente por debajo de los 60 mm, lo que podría indicar una fase de menor intensidad en las lluvias extremas. Sin embargo, a partir de 2012 se identifica un incremento paulatino, culminando con un pico destacado en 2020, comparable al de los años más críticos de las décadas anteriores.

1.4.2.3. Precipitaciones diarias máximas probables en diferentes periodos de retorno de la estación CRISTALINA LA HACIENDA [21060100]


Teniendo en cuenta que la distribución Pearson III es la que se tomó para el análisis estadístico anual multianual de la precipitación máxima, dado que es la que mejor se acomoda a la proyección de los datos, se procede a realizar los análisis de precipitación máxima para diferentes periodos de retorno:

Tabla 5-10. Precipitación máxima a diferentes periodos de retorno - distribución Pearson III

Periodo de Retorno Años	PE (%)	PNE (%)	Precipitación máxima	Precipitación Máxima (con Factor de Corrección)
2	50.00%	50.00%	63.58	71.85
2.33	42.92%	57.08%	67.80	76.61
5	20.00%	80.00%	85.48	96.59
10	10.00%	90.00%	99.03	111.91
25	4.00%	96.00%	115.17	130.14
50	2.00%	98.00%	126.54	142.99
100	1.00%	99.00%	137.42	155.29

Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.S.

1.4.3 Precipitaciones diarias máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias

	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

Teniendo en cuenta la precipitación máxima en los diferentes periodos de retorno, como a su vez la representatividad de cada una de las estaciones, a continuación, se presentan los resultados de precipitación máxima para los diferentes periodos de retorno, para la cuenca de la quebrada La Chiquita.

Tabla 5-11. Precipitación máxima a diferentes periodos de retorno

Periodo de Retorno Años	PE (%)	PNE (%)	ESTACION	PROPORCIÓN	RESULTADO ESTACIÓN I	ESTACION	PROPORCIÓN	RESULTADO ESTACIÓN II	VALOR TOTAL PRECIPITACIÓN
			ZULUAGA [21065040]			CRISTALINA LA HACIENDA [21060100]			
2	50.00%	50.00%	63.08	0.54	33.94	71.85	0.46	33.19	67.13
2.33	42.92%	57.08%	66.58	0.54	35.82	76.61	0.46	35.39	71.22
5	20.00%	80.00%	83.11	0.54	44.72	96.59	0.46	44.62	89.34
10	10.00%	90.00%	98.11	0.54	52.79	111.91	0.46	51.70	104.49
25	4.00%	96.00%	119.13	0.54	64.10	130.14	0.46	60.12	124.22
50	2.00%	98.00%	136.35	0.54	73.36	142.99	0.46	66.06	139.42
100	1.00%	99.00%	154.97	0.54	83.38	155.29	0.46	71.74	155.12

Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.S

La tabla anterior (**Tabla 5-11**), demuestra los resultados de la precipitación máxima a diferentes periodos de retorno en la cuenca de la quebrada La Chiquita, adicionalmente, a continuación, se presentan los resultados finales (resumidos) de la precipitación máxima para el área de interés:

Teniendo en cuenta los resultados de la precipitación máxima definida en la tabla anterior, se procedió a realizar los cálculos de las máximas avenidas en los para diferentes periodos de duración de lluvias:

Tabla 5-12. Coeficientes para las relaciones a la lluvia de duración 24 horas

Duraciones, en horas									
1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
0,30	0,39	0,46	0,52	0,57	0,61	0,68	0,80	0,91	1,00

Fuente: D. F. Campos A., 1978


	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

Tabla 5-13. Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias para las relaciones a la lluvia de duración 24 horas

Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
		2 años	2.33 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
24 hr	X24	67.1312	71.2155	89.3385	104.4864	124.2165	139.4180	155.1172
18 hr	X18 = 91%	61.0894	64.8061	81.2980	95.0826	113.0370	126.8704	141.1567
12 hr	X12 = 80%	53.7049	56.9724	71.4708	83.5891	99.3732	111.5344	124.0938
8 hr	X8 = 68%	45.6492	48.4265	60.7502	71.0508	84.4672	94.8042	105.4797
6 hr	X6 = 61%	40.9500	43.4414	54.4965	63.7367	75.7721	85.0450	94.6215
5 hr	X5 = 57%	38.2648	40.5928	50.9229	59.5573	70.8034	79.4683	88.4168
4 hr	X4 = 52%	34.9082	37.0320	46.4560	54.3329	64.5926	72.4974	80.6610
3 hr	X3 = 46%	30.8803	32.7591	41.0957	48.0638	57.1396	64.1323	71.3539
2 hr	X2 = 39%	26.1812	27.7740	34.8420	40.7497	48.4444	54.3730	60.4957
1 hr	X1 = 30%	20.1394	21.3646	26.8015	31.3459	37.2650	41.8254	46.5352

Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.S

Con las precipitaciones máximas, para cada periodo de retorno en diferentes tiempos de duración, se procede a realizar el cálculo de la intensidad de lluvia a partir de la siguiente ecuación: $I = P_{max} / t$

Donde:

I : intensidad

P_{max} : Precipitación máxima año i

t duración horas: tiempo de duración

Los resultados se presentan a continuación:

Tabla 5-14. Intensidades de lluvia a partir de Pd, según duración de precipitación y frecuencia

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno						
Hr	min	2 años	2.33 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
24 hr	1440	2.7971	2.9673	3.7224	4.3536	5.1757	5.8091	6.4632
18 hr	1080	3.3939	3.6003	4.5166	5.2824	6.2798	7.0484	7.8420
12 hr	720	4.4754	4.7477	5.9559	6.9658	8.2811	9.2945	10.3411
8 hr	480	5.7062	6.0533	7.5938	8.8813	10.5584	11.8505	13.1850
6 hr	360	6.8250	7.2402	9.0827	10.6228	12.6287	14.1742	15.7703
5 hr	300	7.6530	8.1186	10.1846	11.9115	14.1607	15.8937	17.6834
4 hr	240	8.7271	9.2580	11.6140	13.5832	16.1481	18.1243	20.1652
3 hr	180	10.2934	10.9197	13.6986	16.0213	19.0465	21.3774	23.7846
2 hr	120	13.0906	13.8870	17.4210	20.3749	24.2222	27.1865	30.2479
1 hr	60	20.1394	21.3646	26.8015	31.3459	37.2650	41.8254	46.5352

Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.S

	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

1.4.5. Representación matemática de las curvas Intensidad - Duración - Período de retorno.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos de los numerales anteriores, se procede a realizar el análisis estadístico de las curvas de Intensidad – Duración – Período de retorno, lo anterior a partir de la siguiente ecuación: $I=K*Tmt^n$

Donde:

I : intensidad (mm/hr)

t : tiempo de duración (min)

T : Período de retorno (años)

K, n, m : Parámetros de ajuste

La ecuación de intensidad válida para la cuenca. Teniendo en cuenta las regresiones para los diferentes periodos de retorno, se obtiene como resultado final la ecuación anterior ajustada de la siguiente manera: $I=324,9162*T^{0,145336}t^{0,61639}$

Con la ecuación anterior (ítem Representación matemática de las curvas Intensidad - Duración - Período de retorno) a continuación, se presentan las curvas IDF obtenidas para las estaciones ZULUAGA [21065040] y CRISTALINA LA HACIENDA [21060100], para los diferentes periodos de retorno.

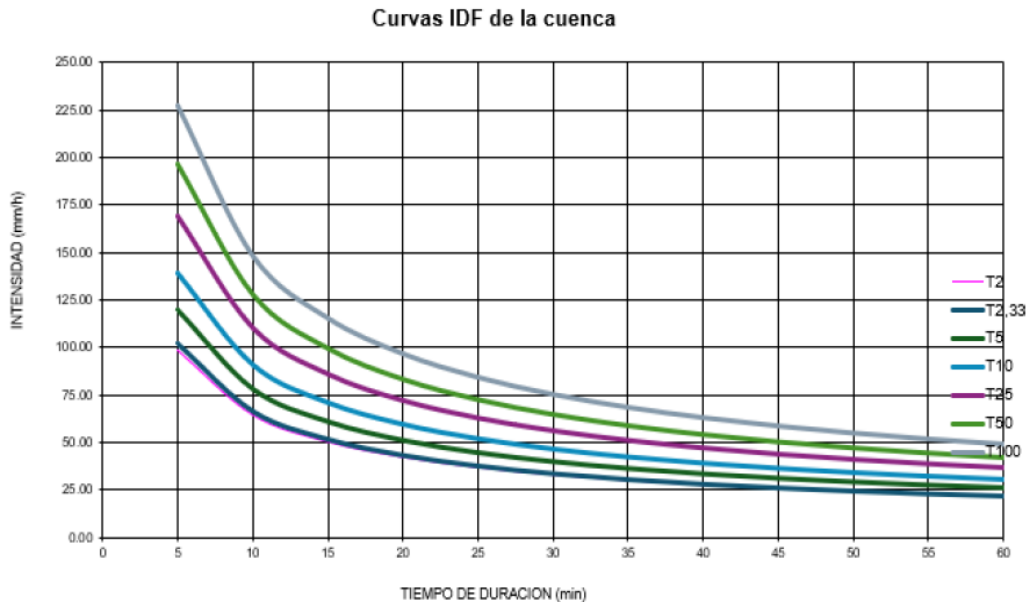
Tabla 5-15. Tabla de intensidades - Tiempo de duración

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	98.85	64.48	50.22	42.06	36.66	32.76	29.79	27.44	25.52	23.91	22.55	21.37
2.3	101.84	66.43	51.74	43.33	37.76	33.75	30.69	28.27	26.29	24.63	23.23	22.01
5	120.15	78.38	61.04	51.12	44.56	39.82	36.21	33.35	31.01	29.06	27.41	25.97
10	139.27	90.84	70.75	59.26	51.64	46.15	41.97	38.65	35.95	33.69	31.76	30.11
25	169.27	110.42	86.00	72.03	62.77	56.10	51.01	46.98	43.69	40.95	38.61	36.59
50	196.20	127.98	99.68	83.48	72.76	65.02	59.13	54.46	50.64	47.46	44.75	42.41
100	227.41	148.34	115.54	96.76	84.33	75.37	68.53	63.12	58.70	55.01	51.87	49.16

Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.S

Según los resultados de la tabla anterior, a continuación, se presentan las curvas IDF, para los diferentes periodos de retorno definidos en dicha tabla

Figura 5-14. Curvas IDF para la cuenca de la quebrada La Chiquita



Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.S

- Series 1: Periodo de retorno 100 años
- Series 2: Periodo de retorno 50 años
- Series 3: Periodo de retorno 25 años
- Series 4: Periodo de retorno 10 años
- Series 5: Periodo de retorno 5 años
- Series 6: Periodo de retorno 2,33 años
- Series 7: Periodo de retorno 2 años

1.4.6. Intensidad de precipitación y precipitación total

Para la cuenca de la quebrada La Chiquita, la intensidad de diseño se calculó con la información copilada y adaptada de las estaciones de precipitación del IDEAM: ZULUAGA [21065040] y CRISTALINA LA HACIENDA [21060100].

La precipitación total corresponde a los valores obtenidos en el numeral Precipitaciones diarias máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias (**Tabla 5-11**), en la **Tabla 5-16** y siguiendo los resultados obtenidos de la precipitación máxima de las diferentes estaciones según su proporción en el área de estudio, la intensidad de precipitación fue tomada teniendo en cuenta la ecuación de intensidad de lluvia para los diferentes periodos de retorno, tal y como se muestran en la siguiente tabla:

	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

Tabla 5-16. Intensidad de precipitación y precipitación máxima para la Cuenca para diferentes periodos de retorno.

Período de retorno	Intensidad ¹	Precipitación máxima mm
2	20.14	67.13
2,33	21.36	71.22
5	26.80	89.34
10	31.35	104.49
25	37.26	124.22
50	41.82	139.42
100	46.53	155.12

Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.S

1.4.7 METODOLOGÍA Y CÁLCULO DE LOS CAUDALES DE CRECIENTE

Para los análisis de caudal máximo de la cuenca de la quebrada La Chiquita, se realizaron modelos de caudal máximo a partir de los datos de precipitación establecidos para las estaciones climáticas ZULUAGA [21065040] y CRISTALINA LA HACIENDA.

En los numerales siguientes se describe la metodología de cada uno de los métodos anteriormente mencionados.

[21060100]. (Ver Anexo 1. Hidrología), Para los caudales máximos fueron utilizados métodos comunes con aceptación técnica, estos son:

- Hidrógrafa unitaria del Soil Conservation Service (SCS)
- Hidrógrafa unitaria de Snyder
- Hidrógrafa unitaria Clark
- Hidrógrafa unitaria Williams & Hann.

A continuación, se presentan los caudales máximos (los caudales fueron obtenidos a partir del software HEC-HMS 4.12) ver **Tabla 5-25**; en esta se seleccionaron todos los resultados obtenidos por los diferentes métodos para el cálculo del valor promedio y de los límites de confiabilidad superior e inferior, así mismo se muestra en la **Figura 5-25** la variación de los caudales máximos obtenidos versus el período de retorno.

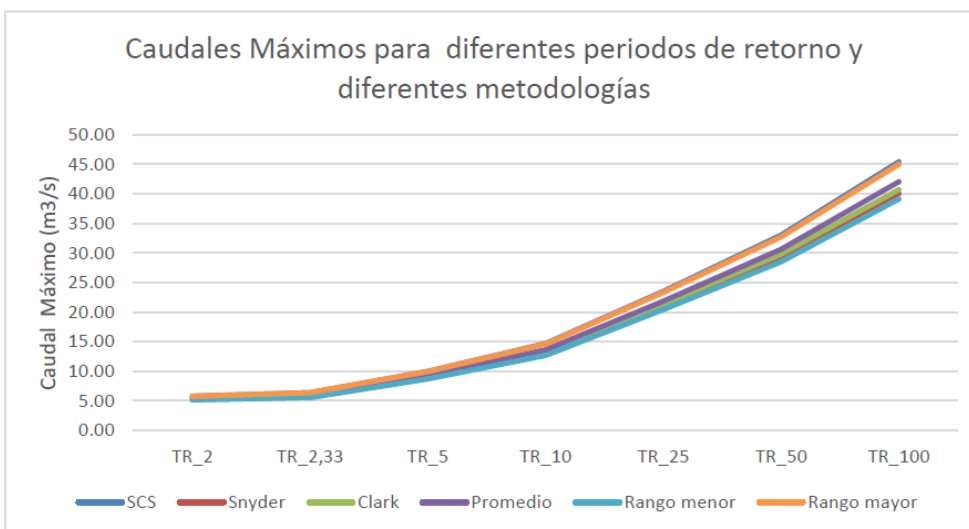
Tabla 5-25. Parámetros de las hidrógrafas unitarias

Metodología	TR_2	TR_2,33	TR_5	TR_10	TR_25	TR_50	TR_100
SCS	5.80	6.40	10.00	14.70	23.50	33.00	45.40
Snyder	5.20	5.60	8.80	12.80	20.70	29.00	40.00
Clark	5.40	5.90	9.10	13.40	21.40	29.80	40.70
Promedio	5.47	5.97	9.30	13.63	21.87	30.60	42.03
Desv	0.31	0.40	0.62	0.97	1.46	2.12	2.94
Rango inferior	5.16	5.56	8.68	12.66	20.41	28.48	39.10
Rango superior	5.77	6.37	9.92	14.60	23.32	32.72	44.97

Fuente: elaborado por Biota Consulting Group S.A.S

A continuación, se muestran las curvas para cada metodología, el estimativo del caudal promedio y los límites superior e inferior calculados con la desviación estándar para cada periodo de retorno de la cuenca estudiada.

Figura 5-25. Variación de caudales máx. vs. Tr condición AMCIII – Cuenca quebrada La Chiquita



Fuente: elaborado por Biota Consulting Group S.A.S

De la gráfica se selecciona como caudal estimado para todos los periodos de retorno el valor definido como Rango Superior, debido a que presenta un valor más conservador a la hora de modelar las llanuras de inundación y diseño de la obra.

En la **Tabla 5-26**, se muestran los valores definitivos para la cuenca de la quebrada La Chiquita.


	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

Tabla 5-26. Caudal de diseño seleccionado para la cuenca de la quebrada La Chiquita

Cuenca	Método	Caudales máximos (m ³ /s)						
		2	2,3	5	10	25	50	100
Cuenca quebrada La Chiquita	Rango superior	5.77	6.37	9.92	14.60	23.32	32.72	44.97

Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.S

2. ESTUDIOS HIDRAULICOS

En este capítulo se incluye el estudio hidráulico de un tramo ubicado sobre la cuenca de la Quebrada La Chiquita, la cual se encuentra localizada en el municipio de Gigante, Huila. En la primera parte del capítulo correspondiente al análisis en condiciones existentes, se cuantifican las variables hidráulicas de mayor importancia tales como velocidades y profundidades de flujo y se definen las manchas de inundación para cada período “n” de retorno. En la segunda parte, correspondiente al análisis en condiciones proyectadas se verifican las condiciones del cauce con la obra proyectada.

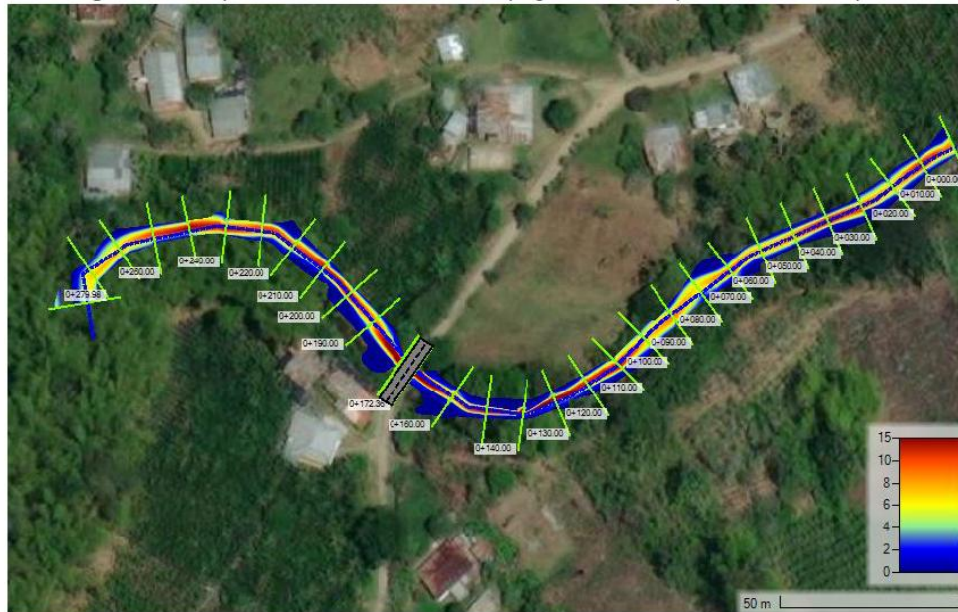
a. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Se realizó un levantamiento topográfico de tipo altiplanimétrico, que consistió en la obtención una nube de puntos georreferenciados, los cuales se interpolaron para obtener las curvas de nivel. En la **Figura 6-1** se presenta el levantamiento topográfico hecho para la quebrada denominada “La Chiquita”, por el sitio de cruce del viaducto, para mayor detalle puede consultarse el plano Anexo 6. Topografía.

En la siguiente figura se muestra el sitio de estudio que comprende el transecto de la quebrada “La Chiquita”, en la cual se tiene dispuesto efectuar una obra tipo cercha para la interconexión del gasoducto de Alcanos a zonas aledañas al área de estudio.

La quebrada “La Chiquita” circula por un cauce natural tanto aguas arriba como aguas abajo del puente, presentando una cobertura vegetal significativa en sus márgenes. No obstante, en el tramo donde se ubica la estructura vial, se identifica una sección artificial, resultado de las obras de infraestructura ejecutadas por el municipio de Gigante como parte del desarrollo de la malla vial local. La pendiente del tramo de interés del cauce de la quebrada “La Chiquita” es de 30,46% (ver figuras: **Figura 6-2** y **Figura 6-3**).

Figura 6-1 Esquema del levantamiento Topográfico de la quebrada “La Chiquita”



Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.S

Figura 6-2. Estructura hidráulica (puente) sobre la quebrada “La Chiquita” (Área de interés)



Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.S

	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

Figura 6-3. Muestreo granulométrico sobre la quebrada “La Chiquita” (Área de interés)



Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.S

En el cauce de la quebrada se observa material granular de orden medio a fino con una mayor presencia de arenas, en las márgenes del cauce se puede observar la presencia principalmente de vegetación secundaria y/o en transición, sin ninguna presencia de actividad ganadera u obras de infraestructura para la expansión del territorio.

b. MODELO HIDRÁULICO

Uno de los objetivos del estudio es el de efectuar la modelación en condiciones existentes del cauce, con el fin de determinar las variables hidráulicas más importantes tales como profundidad y velocidad bajo condiciones de caudales máximos, así como determinar las llanuras de inundación. Es importante mencionar que todos los valores hallados a partir de los perfiles de flujo corresponden a la consideración de lecho fijo.

Para la modelación hidráulica se utilizó el software HEC-RAS en su versión 6.3.1, en su módulo unidimensional. Este programa permite calcular los niveles de la superficie del agua bajo condiciones de flujo permanente o no permanente y gradualmente variado, tanto en canales naturales como artificiales. Es capaz de simular flujos subcríticos, supercríticos o combinaciones de ambos, así como representar estructuras hidráulicas como puentes, box-culverts y vertederos. El cálculo se basa en la ecuación de energía, considerando pérdidas por fricción mediante la fórmula de Manning y pérdidas locales por contracción y expansión del flujo, a partir de variaciones en la cabeza de velocidad entre secciones.

	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

El modelo requiere datos de entrada como la geometría del canal, el caudal, los coeficientes de pérdida y las condiciones de frontera, ajustados al régimen de flujo y a los controles hidráulicos presentes. Dadas las características del cauce —especialmente su ancho y la predominancia del flujo en una sola dirección— se considera adecuada la aplicación del modelo unidimensional para estimar niveles de inundación. La modelación permite obtener perfiles hidráulicos bajo condiciones actuales, lo cual es fundamental para identificar posibles problemas, como velocidades excesivas o controles hidráulicos que generen riesgos de represamiento o desbordamiento.

c. PARÁMETROS DE MODELACIÓN HIDRÁULICA

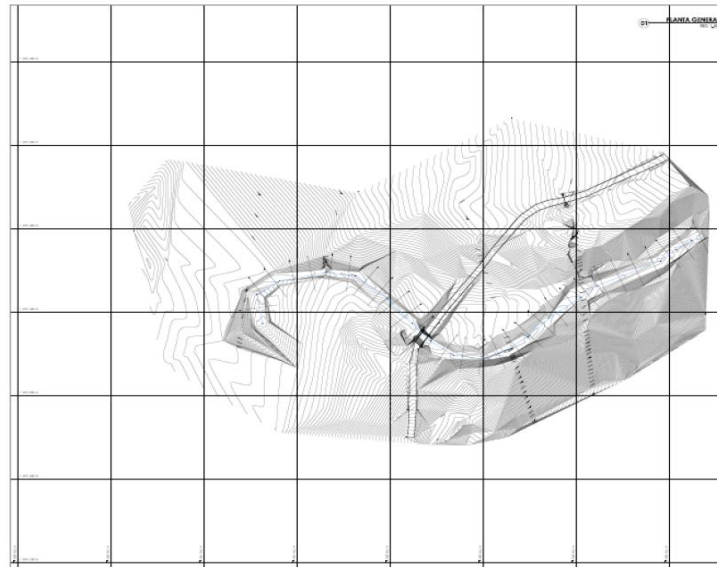
El presente numeral abarca las principales consideraciones para la simulación, entre ellas se encuentra la elección de los parámetros de resistencia al flujo, la geometría del canal y las consideraciones para el establecimiento de las condiciones de borde.

2.3.1. Batimetría

A partir del levantamiento topográfico realizado para el tramo de estudio fueron extraídas un total de 32 secciones transversales, las cuales son perpendiculares al flujo del afluente (ver **Figura 6-4**) con la siguiente distribución:

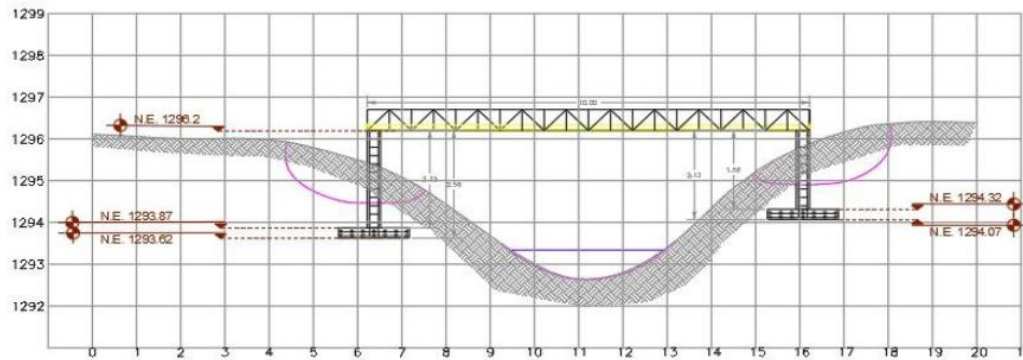
- Entre las abscisas K0+172.36 y la K0+176.66 se encuentran el puente objeto de estudio, aguas arriba del puente se realizaron 18 secciones transversales con una longitud de 10 metros a ambos lados del centro del cauce, separadas cada 10 metros entre sí, a excepción de la abscisa K0+160 al K0+172,36 y de K0+172,36 al K0+174,51, las cuales presentan un valor de separación entre 12,36 metros y 2,15 metros. Es importante mencionar que Aguas abajo del puente se generaron 14 secciones transversales, separadas cada 10 metros entre sí, a excepción de las abscisas K0+176,66 a K0+176,76; K0+176,76 a K0+177,38 y K0+177,38 a K0+190, con separaciones de 0,10 metros; 0,72 metros y 12,62 metros.
- Se tiene proyectada la construcción de la cercha entre las abscisas K0+176,76 y la K0+177,38; para tal fin y con la intención de conocer las características de la zona se estableció un levantamiento de sección transversal con una longitud de 10 metros a ambas márgenes. Aguas debajo de la cercha se establecieron 12 secciones transversales con una longitud de 10 metros a ambas márgenes separadas cada 10 metros entre sí.

Figura 6-4. Distribución de las secciones transversales a lo largo del cauce de la quebrada “La Chiquita” (Área de interés)



Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.S

Figura 6-5. Sección transversal aguas abajo del puente cercano del sitio dónde se hará el gasoducto.



Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.S

i. Caudal utilizado en la modelación

En la siguiente tabla (**Tabla 6-1**) se pueden observar los caudales empleados para la modelación hidráulica que corresponde a los caudales estimados en el numeral ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS del presente estudio:

Tabla 6-1. Caudal de diseño seleccionado para la Cuenca Quebrada La Chiquita

Cuenca	Método	Caudales máximos (m ³ /s)						
		2	2,3	5	10	25	50	100
Cuenca Quebrada La Chiquita	Rango superior	5.77	6.37	9.92	14.60	23.32	32.72	44.97

Fuente: elaborado por Biota Consulting Group S.A.S

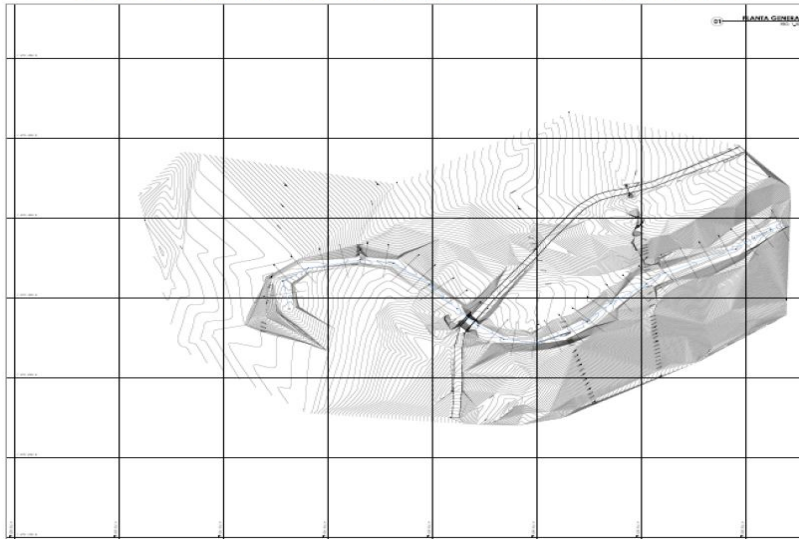
ii. Geometría en planta y secciones

La evaluación hidráulica se realizó para un tramo de 300 m sobre cauce de la quebrada “La Chiquita”, en zonas aledañas a la obra del gasoducto. (150 metros aguas arriba y 150 metros aguas abajo), se consideraron secciones perpendiculares al eje de los cauces y espaciadas como máximo cada 10,00 m, además de las introducidas en las zonas de curvas, en los cambios de dirección, zonas de descarga y obras antrópicas.

Las secciones transversales se abscisaron desde aguas arriba, partiendo de la abscisa K0+00 m hacia aguas abajo; pero el programa HEC-RAS las enumera comenzando en el punto más bajo del tramo en estudio, esto obedece a una recomendación que permite facilitar la simulación hidráulica, sin embargo, en este informe se hace claridad respecto a los abscisados en los resultados que pueden consultarse en el Anexo 5. Inundación.

En la **Figura 6-6** se puede observar la topología general del tramo modelado en condiciones existentes, en esta se muestra la numeración de las secciones en el HEC-RAS.

Figura 6-6 Topología de los tramos modelados en condiciones existentes



Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.S

El ancho de las secciones posee una longitud de 10 metros a cada lado de la quebrada para adecuarse a las características topográficas del terreno buscando la mayor representación del flujo de excesos sobre las planicies inundables. Para modelar el efecto de las obras existentes a lo largo del dominio del modelo se emplearon elementos tipo Deck para los puentes.

	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

iii. Coeficiente de rugosidad.

Para realizar la modelación hidráulica fue necesario usar el coeficiente de rugosidad de Manning. El coeficiente básico de rugosidad de Manning para el lecho se calcula a partir de la granulometría del material superficial que transporta la quebrada, en este caso las expresiones utilizadas son las siguientes (Vélez, 1997):

- **Ecuación de Lane y Carlson**

$$n=139 \cdot D^{0.7516}$$

- **Ecuación de Garde y Raju**

$$n=0,047 \cdot D^{0.16}$$

- **Ecuación de Meyer Peter-Muller**

$$n=0,038 \cdot D^{0.16}$$

- **Ecuación de Regionalización para Antioquia**

$$n=0,0488 \cdot D^{0.16}$$

Dónde:

n = Coeficiente de resistencia a la fricción de Manning.

Di = Diámetro característico (mm).

En la siguiente figura (**Figura 6-7**) se puede observar el material superficial que transporta la quebrada “La Chiquita”.

Figura 6-7. Material superficial del cauce



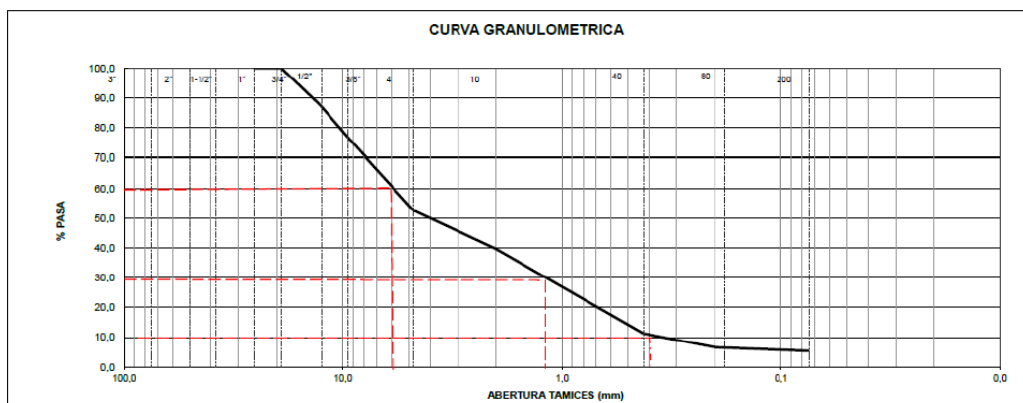
Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.S

En la próxima figura (**Figura 6-8**) se observa la curva granulométrica del material superficial de la quebrada “La Chiquita”, la cual se realizó tomando una muestra aleatoria justo en la zona donde se encuentra ubicada la infraestructura tipo cercha del gasoducto, empleando para ello el procedimiento sugerido por Wolman (1957), el cual se describe a continuación:

- Durante la visita de campo se seleccionó el punto de muestreo en zona aledaña al puente existente tanto vehicular como del sitio proyectado para el gasoducto donde se pudiera apreciar con fotos la tipología de granulometría presente en el cauce.
- Se mide la longitud del sedimento hallado por la cara más larga de las muestras que se tomaron al realizar mediciones comparativas con una referencia de tamaño real, para así escalar las mediciones.
- La profundidad de la toma de muestras se realizó a 0,5 metros.

Se agrupan por valores los diferentes sedimentos hallados. Esta ubicación por rangos puede realizarse de la siguiente manera: sedimentos menores de 2 mm, entre 2 mm y 4 mm a 8 mm a 16 mm a 32 mm, de 32 mm a 64 mm, de 64 mm a 128 mm, etc. De esta manera se obtiene la curva granulométrica mostradas a continuación:

Figura 6-8. Curva granulométrica de la quebrada “La Chiquita”




	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

Figura 6-9. Resultados Gradación

PESO HUMEDO ANTES DE LAVAR	1356,1
PESO SECO ANTES DE LAVAR (Gr)	1.257,6
PESO SECO DESPUÉS DE LAVAR (Gr)	1.189,3
PASA 200 POR LAVADO (Gr)	68,3
% GRAVAS RETENIDO No. 4	47,4
% ARENAS PASA 4 - RET 200	47,2
% PASA TAMIZ No. 200	5,4

Fuente: elaborado por Biota Consulting Group S.A.S

Figura 6-10. Diámetros Efectivos, Cc y Cu

Diámetros, Cc y Cu	
D60=	6
D30=	1,2
D10=	0,4
Cc=	0,8
Cu=	15,0

Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.S

A continuación, en la **Tabla 6-2** se muestra el coeficiente de rugosidad de Manning (n) obtenidos a partir de la tabla de referencia para los valores n de Manning para canales, conductos cerrados que influyen parcialmente llenos y tuberías de metal corrugado. (Chow, 1959), el cual se obtuvo al homologar las condiciones encontradas en la quebrada "La Chiquita". Para tal fin se tomaron las siguientes consideraciones:

- Es una fuente natural de montaña, sin vegetación en el canal, orillas generalmente empinadas, árboles y matorrales a lo largo de las orillas sumergidos en las etapas altas.
- Es un canal con gravas, adoquines y algunas rocas.

Tabla 6-2. Cálculo del coeficiente de rugosidad de Manning

Tipo de canal y descripción	Mínimo	Normal	Máximo
2. Arroyos de montaña, sin vegetación en el canal, orillas generalmente empinadas, árboles y matorrales a lo largo de las orillas sumergidos en las etapas altas.			
a. abajo: gravas, adoquines y algunas rocas	0.030	0.040	0,050
b. Abajo: adoquines con grandes rocas.	0.040	0,050	0.070

Fuente: Tomado de Manning's n for Channels (Chow, 1959)

El valor final del coeficiente n de Manning para el lecho natural para la quebrada “La Chiquita” es el siguiente:

Tabla 6-3. Coeficiente de rugosidad de Manning para el lecho del afluente.

Tipo de canal y descripción	Borde Derecho	Centro	Borde Izquierdo
Lecho de la fuente	0.035	0.04	0,035

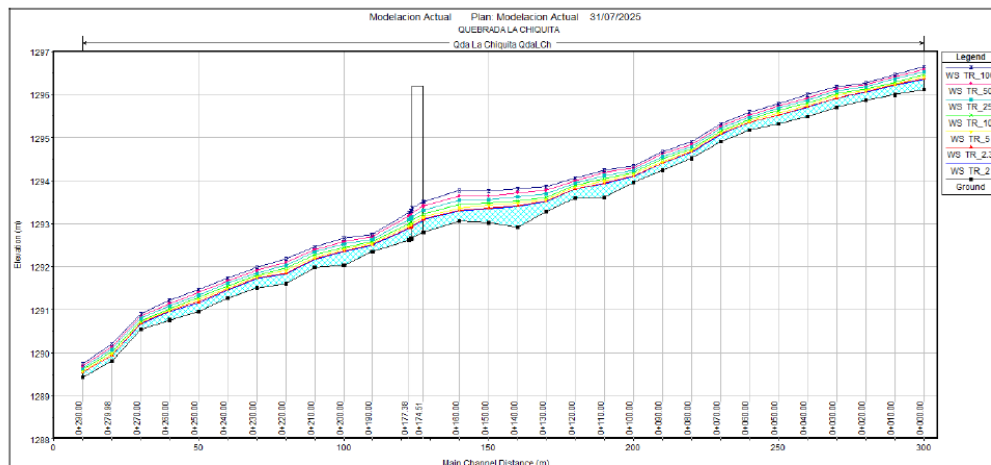
Fuente: Tomado de Manning's n for Channels (Chow, 1959) y adaptado por Biota Consulting Group

S.A.S

d. RESULTADOS DE LA MODELACIÓN HIDRÁULICA EN CONDICIONES EXISTENTES

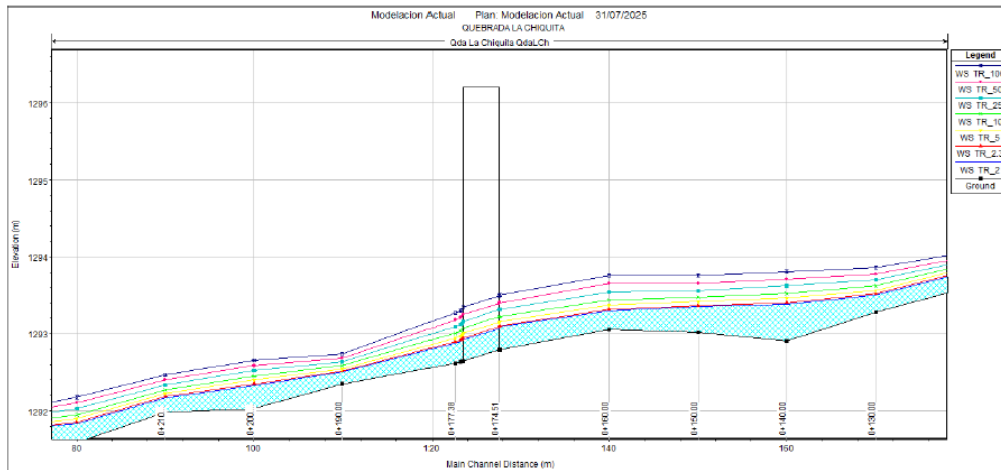
En la **Figura 6-11** se muestra el perfil longitudinal obtenido de la modelación del tramo de la quebrada “La Chiquita”:

Figura 6-11. Perfil hidráulico para la quebrada “La Chiquita”



Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.S

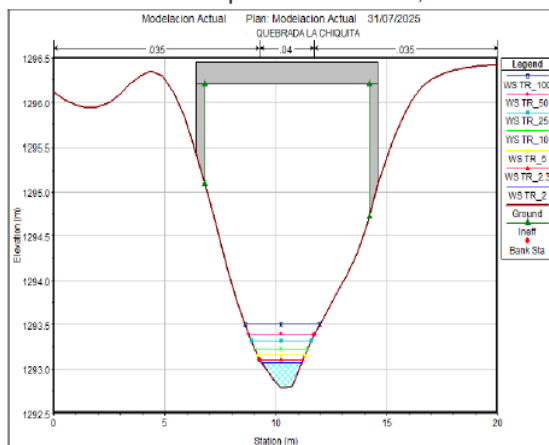
Figura 6-12. Perfil hidráulico para la quebrada “La Chiquita”, Zoom en la zona del proyecto



Con el fin de observar resultados de manera más específica, en las figuras a continuación se muestran algunas secciones tomadas de la simulación en HEC – RAS de la quebrada “La Chiquita”, con sus respectivos niveles de agua asociados a las crecientes analizadas.

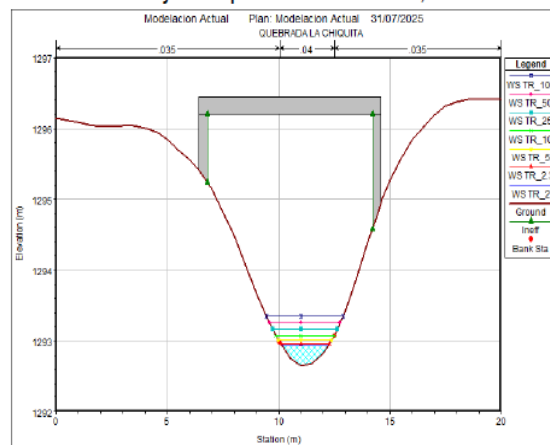
Desde la **Figura 6-13** hasta la **Figura 6-17** se muestran algunas secciones de interés sobre la quebrada “La Chiquita”, tomadas de la simulación en HEC - RAS, en estas se puede observar que las secciones transversales de la quebrada presentan una hidráulica similar, debido a que el cauce se encuentra modificado, con una estructura similar en todo el recorrido. Cabe mencionar que la modelación arrojó que el tramo evaluado en la quebrada si es capaz de retener el caudal de todos los periodos de retorno modelados.

Figura 6-13. Sección Transversal de las Aguas Arriba del puente – K0+174,51



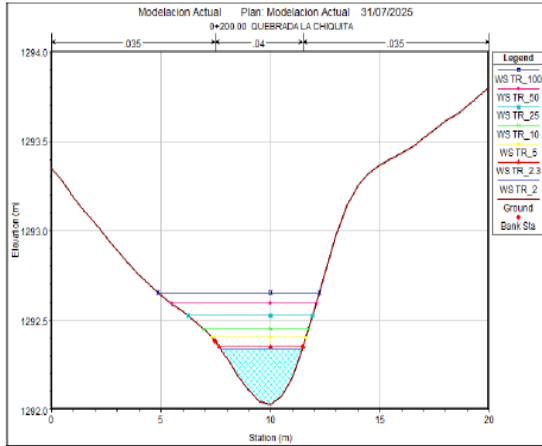
Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.S

Figura 6-14. Sección Transversal de las Aguas Abajo del puente – K0+174,51



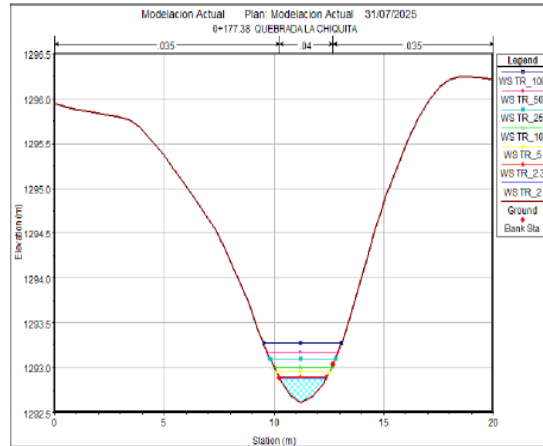
Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.S

Figura 6-15. Sección Transversal K0+200



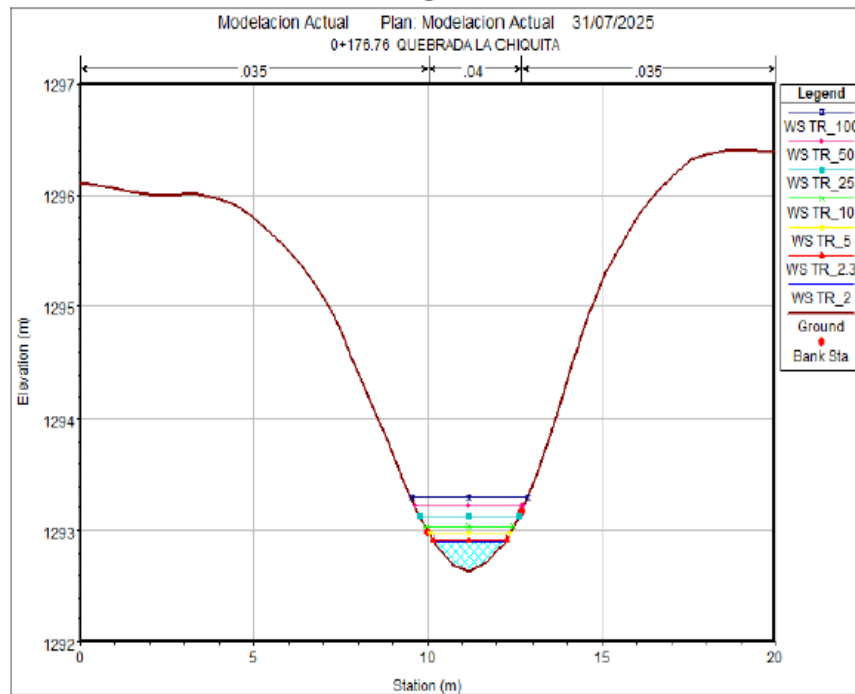
Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.S

Figura 6-16. Sección Transversal Aguas Abajo de la cercha – K0+ 177,38



Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.S

Figura 6-17. Sección Transversal Aguas Arriba de la cercha – K0+ 176,76



Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.S


	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

En la **Tabla 6-5** se consignan las velocidades y profundidades de flujo estimadas para el escenario de los 100 años para la quebrada “La Chiquita”. Los resultados para todos los periodos de retorno se pueden observar en el Anexo 5. Inundación del presente estudio

Tabla 6-5. Velocidades y profundidades de flujo Tr 100 años – quebrada “La Chiquita” Condiciones Existentes

Abscisa	Sección Hec - RAS	Velocidad media en la sección (m/s)	Profundidad máxima Y (m)
0+000.00	300.00	0.91	0.55
0+010.00	290.00	1.76	0.47
0+020.00	280.00	1.58	0.41
0+030.00	270.00	1.29	0.49
0+040.00	260.00	1.73	0.49
0+050.00	250.00	1.62	0.47
0+060.00	240.00	1.76	0.41
0+070.00	230.00	1.59	0.41
0+080.00	220.00	1.4	0.4
0+090.00	210.00	1.8	0.44
0+100.00	200.00	1.72	0.38
0+110.00	190.00	1.28	0.63
0+120.00	180.00	1.76	0.47
0+130.00	170.00	1.89	0.58
0+140.00	160.00	1	0.9
0+150.00	150.00	1.17	0.74
0+160.00	140.00	0.69	0.7
0+172.36	127.64	2.1	0.71
0+174.51	125.49	Puente	Puente
0+176.66	123.34	2.11	0.66
0+176.76	123.24	2.13	0.66
0+177.38	122.62	2.12	0.65
0+190.00	110.00	1.65	0.39
0+200.00	100.00	1.33	0.62
0+210.00	90.00	1.76	0.49
0+220.00	80.00	1.07	0.59
0+230.00	70.00	1.81	0.46
0+240.00	60.00	1.80	0.46
0+250.00	50.00	1.93	0.52
0+260.00	40.00	1.81	0.46
0+270.00	30.00	1.61	0.36
0+279.98	20.02	1.77	0.40
0+290.00	10.00	1.53	0.34

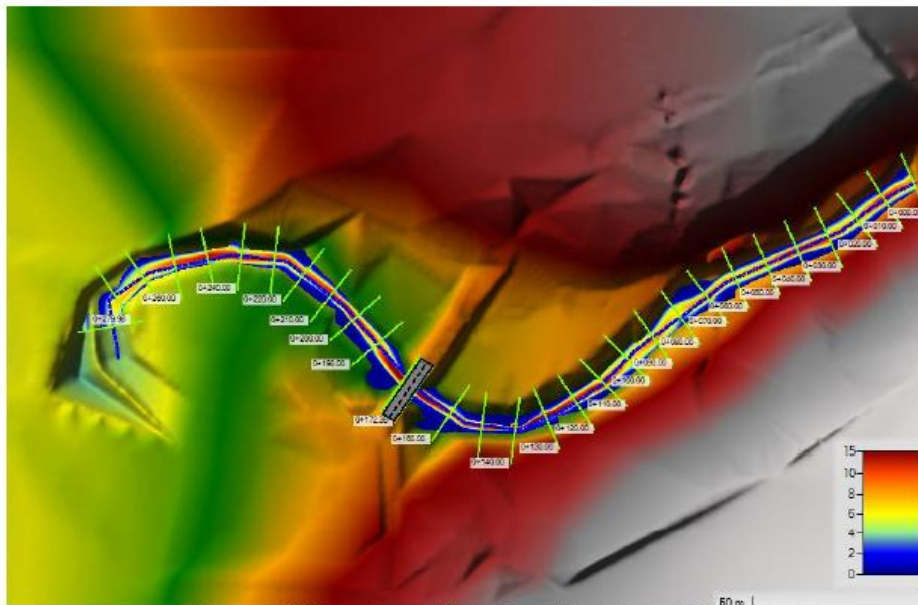
Nota: La numeración de las secciones del HEC-RAS corresponde a la asignada por el software donde el cero se encuentra en la última sección aguas abajo, mientras en el abscisados topográfico se inicia con la primera sección aguas arriba.

	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

Los datos consignados en la tabla anterior indican que, para una creciente de 100 años de periodo de retorno, se estima una profundidad máxima de 0,9 metros en el K0+140.00 correspondiente al tramo ubicado después del puente aproximadamente a 34,51 metros aguas arriba. Así mismo, se ve que, para el tránsito de esta creciente, la velocidad máxima que se obtiene a lo largo de todo el tramo modelado es de 2,13 m/s en el 0+176.76; el cual es producido por el aumento en la pendiente.

En la **Tabla 6-5** se logra observar que durante todo el tramo objeto de estudio de la quebrada la velocidad no se mantiene constante durante todo el trayecto, sino que éste cambia continuamente, por lo que puede haber una variación en la velocidad en proporción a la profundidad con respecto al promedio del tramo modelado.

Figura 6-18. Variación de la Velocidad a lo largo de la quebrada “La Chiquita”



Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.S

e. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN CONDICIONES EXISTENTES

De la modelación en condiciones existentes (ver anexo 5. Inundación) se tiene lo siguiente:

- El modelo hidráulico se analizó bajo el régimen subcrítico, se optó por modelar en este régimen debido a que tiene mayor estabilidad y convergencia de resultados cuando se simulan terrenos extensos y con cambios graduales de pendiente.
- El del puente vehicular de la vía está entre las abscisas K0+172.36 y la K0+176.66; se puede observar que esta estructura tiene la capacidad para contener los caudales modelados hasta el periodo de retorno de 100 años, debido al orden de este, la topografía del área de estudio que permiten el adecuado drenaje del agua a lo largo del cauce.

	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

- Con respecto a las secciones se puede observar que las secciones presentan un cambio constante a lo largo del tramo modelado con cambios tanto en el fondo como en sus laderas, en los cuales se puede apreciar un cambio brusco en los costados de la fuente, producido por la geomorfología tan variante del terreno y la acción de la quebrada a lo largo de su trayecto.
- Los datos consignados en la **Tabla 6-5** indican que, para el periodo de retorno de 100 años de periodo de retorno, se estima una profundidad máxima de 0,9 metros en el K0+140.00 correspondiente al tramo ubicado después del puente aproximadamente a 34,51 metros aguas arriba. Así mismo, se ve que, para el tránsito de esta creciente, la velocidad máxima que se obtiene a lo largo de todo el tramo modelado es de 2,13 m/s en el K0+176.76; el cual es producido por el aumento en la pendiente en la sección establecida de la fuente estudiada.

f. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA PROYECTADA

Las obras especiales se discriminan en: Pasos especiales en estructura metálica cercha, con diseños de 10 metros lineales, construido con el objeto de evitar la afectación del afluente de la quebrada “La Chiquita”.

Esta estructura contará con la construcción de dos zapatas y dos columnas, sobre las cuales reposará la estructura metálica (cercha) para realizar el paso del tubo de polietileno del gas natural.

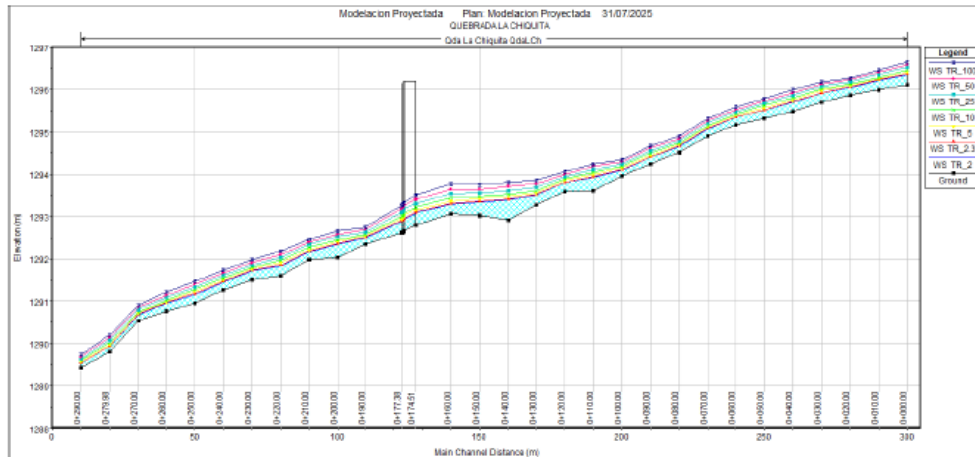
En particular, el tramo de tubería aérea, tipo autoportante encamisado de acero que está situada por encima de las manchas de inundación para un período de retorno de 100 años, por lo que no existe un riesgo para la tubería proyectada, la cual no presenta amenaza debido a los procesos erosivos de la quebrada.

En consecuencia, con el presente documento se solicita el permiso de ocupación de cauce de la quebrada “La Chiquita”. Con la intención de avalar dicha estructura dentro de Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM).

2.7 RESULTADOS DE LA MODELACIÓN HIDRÁULICA EN CONDICIONES PROYECTADAS (CP)

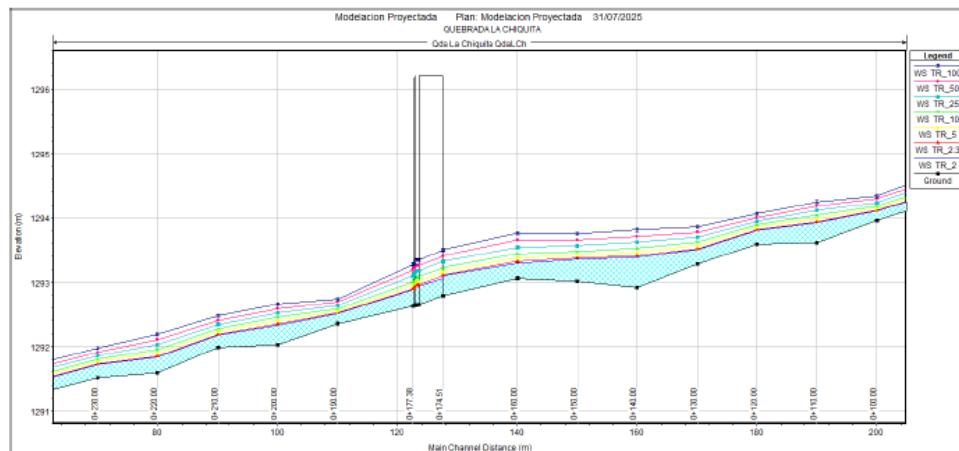
En la **Figura 6-19** se muestra el perfil longitudinal obtenido de la modelación del tramo de la quebrada “La Chiquita”, teniendo en cuenta las condiciones proyectadas, las cuales no generarían un impacto en las condiciones hidráulicas de la fuente, ya que sólo se pretende realizar la construcción de la cercha en la zona aledaña a la ribera de la quebrada para evitar problemas con el suministro de gas.

Figura 6-19. Perfil hidráulico para la quebrada “La Chiquita”. Condiciones proyectadas



Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.S

Figura 6-20. Perfil hidráulico para la quebrada “La Chiquita”. Zoom en la zona del proyecto. Condiciones proyectadas

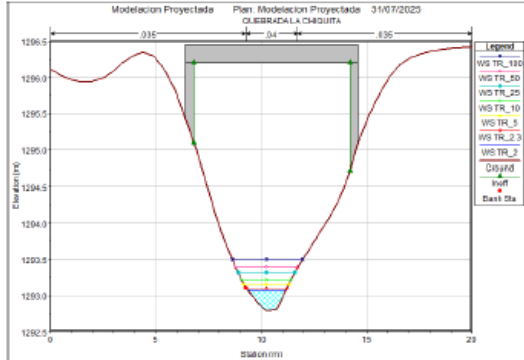


Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.S

Con el fin de observar resultados de manera más específica, a continuación, se muestran algunas secciones tomadas de la simulación en HEC – RAS de la quebrada “La Chiquita”, con sus respectivos niveles de agua asociados a las crecientes analizadas.

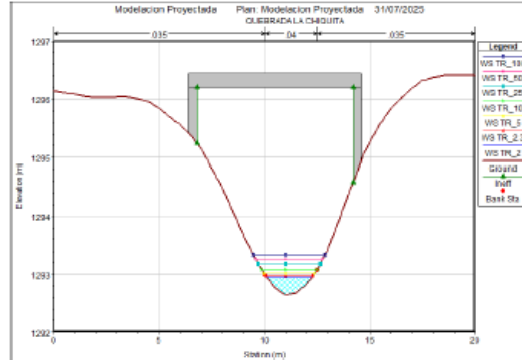
Desde la **Figura 6-21** hasta la **Figura 6-25** se muestran algunas secciones de interés sobre la quebrada, tomadas de la simulación en HEC – RAS. En estas se puede observar que la red proyectada se encuentra superficial y de manera aérea sobre la fuente por lo que no están siendo afectadas por la lámina de agua dentro del cauce. Como se puede observar en las imágenes todos los Tr modelados pueden llegar a ser evacuados por la sección transversal donde se realizará el proyecto, debido a que no hay un cambio en la hidráulica para la quebrada.

Figura 6-21. Sección Transversal de la Aguas Arriba del puente – K0+174.51. Condiciones Projectadas



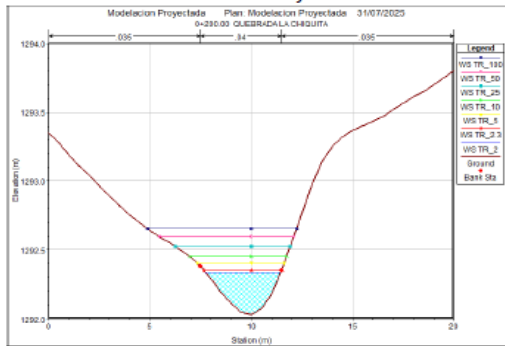
Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.S

Figura 6-22. Sección Transversal de la Aguas Abajo del puente – K0+174.51. Condiciones Projectadas



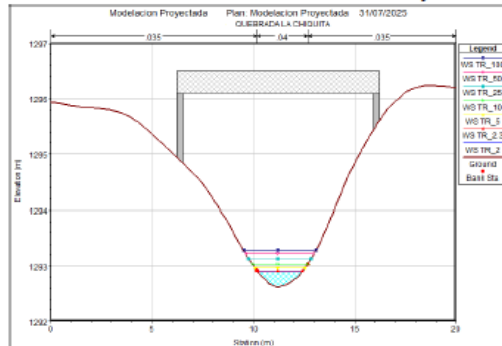
Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.S

Figura 6-23. Sección Transversal K0+200 Condiciones Projectadas



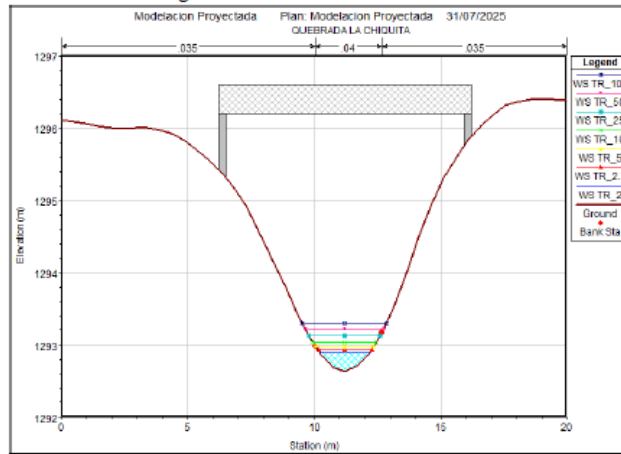
Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.S

Figura 6-24. Sección Transversal Aguas abajo de la cercha – K0+ 177.07. Condiciones Projectadas



Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.S

Figura 6-25. Sección Transversal Aguas Arriba de la cercha – K0+ 177.07. Condiciones Proyectadas



Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.S

En la **Tabla 6-5** se consignan las velocidades y profundidades de flujo estimadas para el escenario de los 100 años para la quebrada “La Chiquita”, en condiciones proyectadas. Los resultados para todos los periodos de retorno se pueden observar en el Anexo 5. Inundación del presente estudio.

Tabla 6-6. Velocidades y profundidades de flujo Tr 100 años – quebrada "La Chiquita" – Condiciones Proyectadas

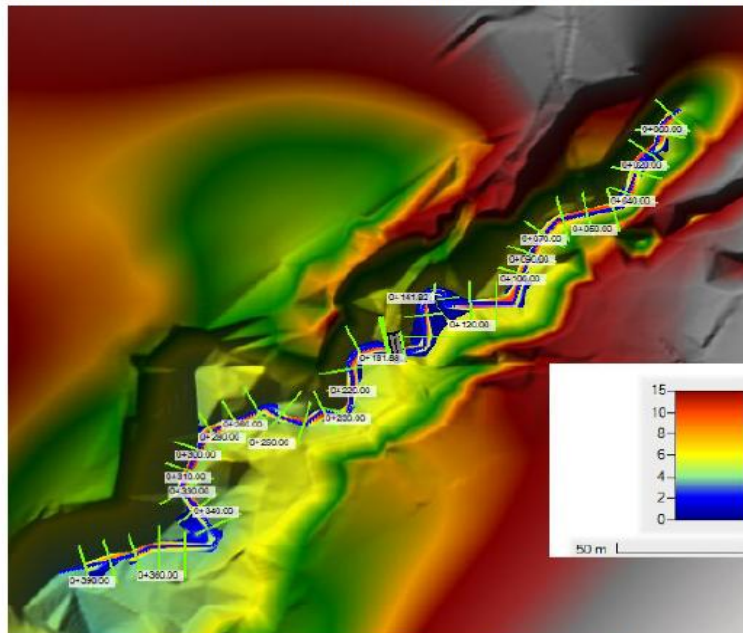
Abscisa	Sección Hec - RAS	Velocidad media en la sección (m/s)	Profundidad máxima Y (m)
0+000.00	300.00	0.91	0.55
0+010.00	290.00	1.76	0.47
0+020.00	280.00	1.58	0.41
0+030.00	270.00	1.29	0.49
0+040.00	260.00	1.73	0.49
0+050.00	250.00	1.62	0.47
0+060.00	240.00	1.76	0.41
0+070.00	230.00	1.59	0.41
0+080.00	220.00	1.4	0.4
0+090.00	210.00	1.8	0.44
0+100.00	200.00	1.72	0.38
0+110.00	190.00	1.28	0.63
0+120.00	180.00	1.76	0.47
Abscisa	Sección Hec - RAS	Velocidad media en la sección (m/s)	Profundidad máxima Y (m)
0+130.00	170.00	1.89	0.58
0+140.00	160.00	1	0.9
0+150.00	150.00	1.17	0.74
0+160.00	140.00	0.69	0.7
0+172.36	127.64	2.1	0.71
0+174.51	125.49	Puente	Puente
0+176.66	123.34	2.02	0.69
0+176.76	123.24	1.96	0.7
0+177.07	122.93	Proyecto	Proyecto
0+177.38	122.62	2.11	0.65
0+190.00	110.00	1.65	0.39
0+200.00	100.00	1.33	0.62
0+210.00	90.00	1.76	0.49
0+220.00	80.00	1.07	0.59
0+230.00	70.00	1.81	0.46
0+240.00	60.00	1.8	0.46
0+250.00	50.00	1.93	0.52
0+260.00	40.00	1.81	0.46
0+270.00	30.00	1.61	0.36
0+279.98	20.02	1.77	0.4
0+290.00	10.00	1.53	0.34

Nota: La numeración de las secciones del HEC-RAS corresponde a la asignada por el software donde el cero se encuentra en la última sección aguas abajo, mientras en el abscisados topográfico se inicia con la primera sección aguas arriba.

Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.S

Los datos consignados en la tabla anterior indican que, para una creciente de 100 años de periodo de retorno, se estima una profundidad máxima de 0,9 metros en el K0+140.00 correspondiente al tramo ubicado después del puente aproximadamente a 34,51 metros aguas arriba. Así mismo, se ve que, para el tránsito de esta creciente, la velocidad máxima que se obtiene a lo largo de todo el tramo modelado es de 2.11 m/s en el K0+177.38; el cual es producido por el aumento en la pendiente de las ultimas secciones de la fuente estudiada.

Figura 6-26. Variación de la Velocidad a lo largo de la quebrada "La Chiquita"



Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.S

2.8. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN CONDICIONES PROYECTADAS

De la modelación en condicione proyectadas (ver anexo 5. Inundación) se tiene lo siguiente:

- La modelación del proyecto en condiciones existentes, cómo en las proyectadas permanece de una manera similar, debido a que la intervención sobre la fuente no tiene una magnitud, ni intensidad lo suficientemente significativa cómo para cambiar las condiciones hidráulicas de la quebrada, por lo que condiciones cómo la velocidad o profundidad máxima con la construcción del paso tipo cercha no varía, siendo profundidad máxima de 0,9 metros en el K0+140.00 y la velocidad máxima de 2.11 m/s en el K0+177.38.
- Finalmente cabe resaltar que la estructura existente en la fuente, cómo es el caso del puente vehicular, la abscisa K0+172.36; no presenta modificaciones en su modelación de condiciones existentes, sin embargo se puede observar que en la sección K0+176.76, se presenta tanto un cambio en la velocidad que no supera el 7,98% o una variación en profundidad de máximo de 10 cm, cumpliendo con la guía de acotamiento de rondas hídricas, que establece que la velocidad no debe superar el 10% y la lámina de agua no debe superar los 30 cm, con respecto al cauce natural (condiciones actuales vs proyectadas) .
- La cercha se construirá entre las abscisas K0+176,76 y la K0+177,38, los cuales presentan una velocidad entre los 1,96 m/s y 2,11 m/s y una profundidad entre los 0,7 m y 0,65 m.

	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

3. ESTUDIO DE SOCAVACIÓN

3.1. Socavación general

La socavación general, también conocida como socavación normal, consiste en una disminución generalizada del fondo por el aumento del arrastre de sedimentos debido al incremento de la capacidad de flujo (crecidas). La socavación del fondo se produce debido a un desequilibrio entre el aporte sólido que transporta el agua a una sección y el material removido.

Para estimar la socavación general en el lecho se utilizó la teoría de Lischtvan – Levediev (Suarez, 2001) en la que la condición de equilibrio se alcanza cuando $V_r = V_e$.

Donde:

V_r : Velocidad de arrastre de la corriente.

V_e : Velocidad que se necesita para arrastrar el material.

De acuerdo con esta condición, la profundidad de socavación para suelos granulares se define como: $HS = (\alpha H_0^{0.5/30.68} \beta \varphi D_{500}^{0.28})^{1/1+x}$

Con: $\alpha = Q_{Tr} H_m^{5/3} B e \mu$

Donde:

HS: Profundidad medida desde la lámina de agua hasta el fondo de la creciente en m.

H_0 : Profundidad de flujo antes de la erosión en m.

H_m : Profundidad hidráulica promedio de la sección en m.

β : Coeficiente que depende de la frecuencia con que se presente el gasto de diseño, en este caso la probabilidad de que se presente el gasto de diseño.

f : Coeficiente que depende de la concentración del material de fondo, Para una mezcla agua – sedimento de 1,40 (40% de sedimento), se obtiene un coeficiente $f = 1,58$.

D50: Diámetro medio de las partículas de fondo en mm.

x : Exponente variable que está en función del Diámetro medio de las partículas de fondo (mm), los valores del exponente X se encuentran en (Suarez, 2001).

Be : Ancho superficial promedio de la sección en m.

m : Coeficiente que depende del grado de contracción del cauce, los valores pueden ser consultados en la referencia (Suarez, 2001).

En la **Tabla 7-1** se muestran los parámetros de entrada para el cálculo de la socavación del lecho móvil para la quebrada, empleando $D_{85} = 11,89$ mm obtenido de la curva granulométrica en el numeral Coeficiente de rugosidad. En el siguiente tabal se incluyen los resultados obtenidos, empleando la metodología descrita anteriormente para las secciones de la quebrada “La Chiquita”.

	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

Tabla 7-1. Algunos parámetros para el cálculo de la socavación general – quebrada “La Chiquita”

Variable	Resultado	Unidades
Be	3.43	m
A	2.401	m ²
Qd	2.9	m ³ /s
Tr	100	años
β	1	
h	0.7	m
D85	11.89	mm
α	1.53	
z	0.34	

Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.

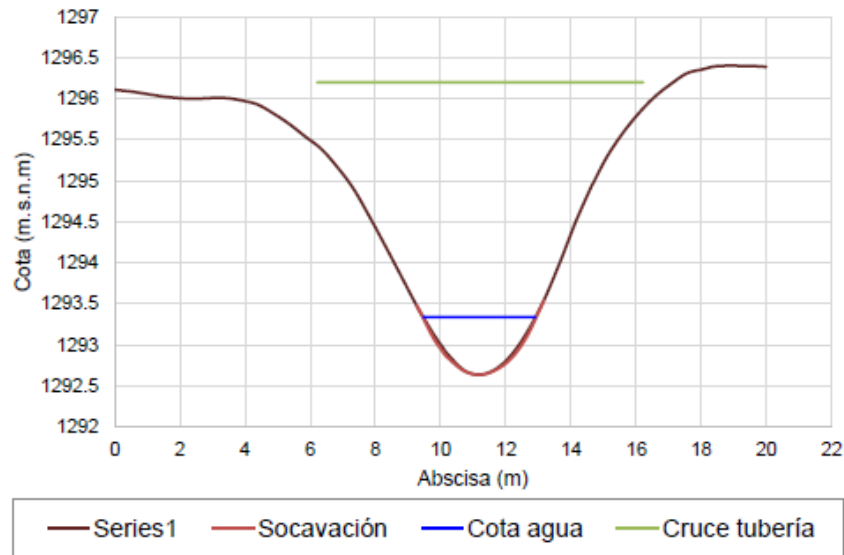
La socavación media fue de 0,03 m y la socavación máxima fue de 0,05 m; establecida en las abscisas 9.76, 10.05, 12.68. Con base en lo anterior se puede afirmar que la socavación del afluente para un periodo de retorno de 100 años llega hasta las cotas 1293.10, 1292.93 y 1293.12 m.s.n.m; a continuación, se presenta el perfil de socavación del área de interés, de la quebrada “La Chiquita”.

Tabla 7-2. Socavación general en condiciones proyección de la cercha para quebrada "La Chiquita"

Abscisa	Cota	h	Hs	Hs-h	Socavación	Velocidad erosiva
0	1296.11	0	0	0.00	1296.11	0
0.49	1296.09	0	0	0.00	1296.09	0
0.98	1296.06	0	0	0.00	1296.06	0
1.46	1296.03	0	0	0.00	1296.03	0
1.95	1296.01	0	0	0.00	1296.01	0
2.44	1296	0	0	0.00	1296.00	0
2.93	1296.01	0	0	0.00	1296.01	0
3.41	1296.01	0	0	0.00	1296.01	0
3.9	1295.98	0	0	0.00	1295.98	0
4.39	1295.93	0	0	0.00	1295.93	0
4.88	1295.82	0	0	0.00	1295.82	0
5.37	1295.69	0	0	0.00	1295.69	0
5.85	1295.54	0	0	0.00	1295.54	0
6.34	1295.39	0	0	0.00	1295.39	0
6.83	1295.17	0	0	0.00	1295.17	0
7.32	1294.91	0	0	0.00	1294.91	0
7.8	1294.58	0	0	0.00	1294.58	0
8.29	1294.22	0	0	0.00	1294.22	0
8.78	1293.85	0	0	0.00	1293.85	0
9.27	1293.48	0	0	0.00	1293.48	0
9.76	1293.15	0.19	0.14	0.05	1293.10	0.69
10.05	1292.98	0.36	0.31	0.05	1292.93	0.91
10.24	1292.88	0.46	0.42	0.04	1292.84	1.01
10.73	1292.69	0.65	0.64	0.01	1292.68	1.16
11.22	1292.64	0.70	0.70	0.00	1292.64	1.20
11.71	1292.71	0.63	0.62	0.01	1292.70	1.15
12.2	1292.89	0.45	0.41	0.04	1292.85	1.00
12.68	1293.17	0.17	0.12	0.05	1293.12	0.66
13.17	1293.54	0	0	0.00	1294	0
13.66	1294	0	0	0.00	1294	0
14.15	1294.5	0	0	0.00	1295	0
14.63	1294.93	0	0	0.00	1295	0
14.71	1294.99	0	0	0.00	1295	0
15.12	1295.3	0	0	0.00	1295	0
15.61	1295.59	0	0	0.00	1296	0
16.1	1295.83	0	0	0.00	1296	0
16.59	1296.03	0	0	0.00	1296	0
17.07	1296.18	0	0	0.00	1296	0
17.56	1296.31	0	0	0.00	1296	0
18.05	1296.36	0	0	0.00	1296	0
18.54	1296.4	0	0	0.00	1296	0
19.51	1296.4	0	0	0.00	1296	0
20	1296.39	0	0	0.00	1296	0

Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.S

Figura 7-1. Socavación general en condiciones existentes



Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.S

3.2. Socavación local


La socavación local ocurre alrededor de pilares, estribos, espolones y terraplenes, y es causada por la aceleración del flujo y el posterior desarrollo de sistemas de vórtices inducidos por estas obstrucciones al flujo. Dicha socavación está asociada al tamaño del material del lecho, las características del flujo, las propiedades del fluido y la geometría de la sección transversal. También hay evidencia de que los encepados de pilotes, los grupos de pilotes o las zapatas expuestas influyen en la socavación local en los muelles.

Para la determinación de la socavación, HEC-18 recomienda el uso de la ecuación de la Universidad Estatal de Colorado tanto para la socavación de lecho vivo como de agua clara. Con una configuración de lecho de dunas, la ecuación predice la profundidad de socavación de equilibrio. Por lo tanto, cuando hay dunas, la socavación máxima será un 30% mayor que la predicha por la ecuación de CSU para flujo con configuración de lecho plano o antidunas.

La ecuación de CSU, como ocurre con la mayoría de las ecuaciones, no tiene en cuenta la posibilidad de que tamaños más grandes en el material del lecho puedan blindar el agujero de socavación. Raudkivi y otros, desarrollaron ecuaciones que tienen en cuenta las partículas grandes que protegen el lecho. Sin embargo, se desconoce la importancia del blindaje del pozo de socavación durante un largo período de tiempo y durante muchas inundaciones. Por lo tanto, no se recomienda el uso de ecuaciones que consideren un blindaje de material de lecho grande en este momento. Sin embargo, los investigadores necesitan una ecuación basada en el trabajo de Raudkivi en HIRE, HEC 18 y Richardson, y Richardson. Por lo anterior, el programa HEC -RAS utiliza la ecuación siguiente:

$$Y_s Y_1 = 2K_1 K_2 (\alpha Y_1)^{0,65} Fr^{10,43}$$

Donde:

	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

Y_1 = Profundidad de flujo directamente aguas arriba del muelle,
 Y_s = Profundidad de socavación en el muelle,
 K_1 = Coeficiente de corrección para el tipo de muelle (Tabla 4),
 K_2 = Coeficiente de corrección para el ángulo de los pilares inclinados al flujo (Tabla 5),
 α = Ancho del muelle.

$Fr_1 = V_1 / (g Y_1)^{0,5}$ = Número de Froude del flujo de aproximación aguas arriba del muelle usando la velocidad frente al muelle para V_1 .

Tabla 7-3. K_1 Coeficiente de corrección para el tipo de muelle

Tipo	K_1
Cuadrada	1,1
Cilíndrica	1
Redonda	1
Lado afilado	0,9
Grupo de cilindros	1

Fuente: Tomado de Richardson et al.

Tabla 7-4. Coeficiente de corrección para el ángulo de los pilares inclinados al flujo

Ángulo	$l/a = 4$	$l/a = 8$	$l/a = 12$
0	1	1	1
15	1,5	2	2,5
30	2	2,5	3,5
45	2,3	3,3	4,3
90	2,5	3,9	5

Fuente: Tomado de Richardson et al.

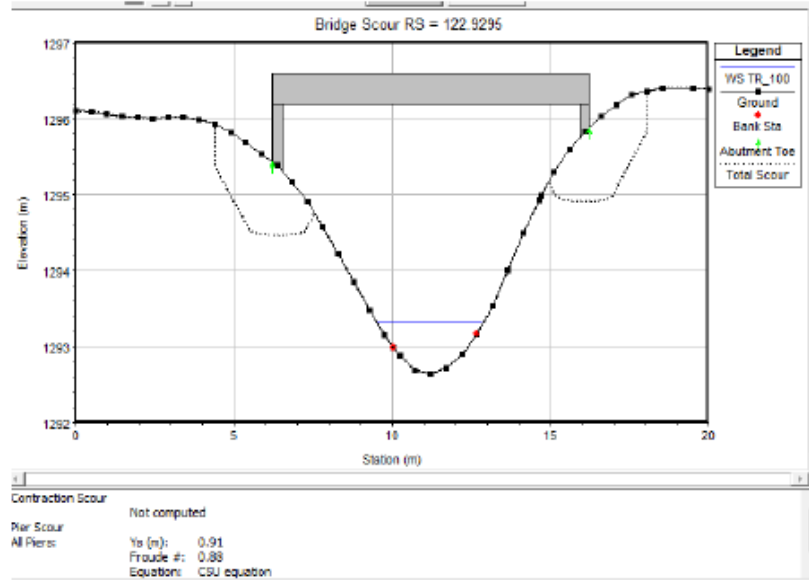
En la **Tabla 7-5** se muestran los parámetros de entrada para el cálculo de la socavación local para las columnas del paso tipo cercha sobre la quebrada “La Chiquita”, empleando $D_{95} = 16,50$ mm obtenido de la curva granulométrica en el numeral Coeficiente de rugosidad. En la siguiente tabla se incluyen los resultados obtenidos, empleando la metodología descrita anteriormente para las secciones de la quebrada “La Chiquita”.

Tabla 7-5. Algunos parámetros para el cálculo de la socavación general – “La Chiquita”

Variable	Resultado
Tipo	Cilíndrica
a	0,3
Y1	0,68
V1	2,26
Fr1	1,483
K1	1,10
Angulo	0
L	0,30
D50	4,20
K2	1,00
K3	1,1
D95	16,50
K4	1,00
Phi	1,30

Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.S

Figura 7-2. Socavación local en condiciones existentes para la quebrada “La Chiquita”



Fuente: Elaborado por Biota Consulting Group S.A.S

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS

En las figura y tabla anterior se puede observar de manera particular los resultados de la socavación en el lecho de la quebrada “La Chiquita” en el municipio de Gigante – Huila, puntualmente en el área de interés (K0+177,07) (zona propuesta de la obra hidráulica tipo cercha, particularmente para la creciente de un periodo de retorno de 100 años), en esta se identifican procesos de socavación con profundidades que alcanzan hasta los 0,05 m; establecida en las abscisas 9.76, 10.05, 12.68. Con base en lo anterior se puede afirmar que la socavación del afluente para un periodo de retorno de 100 años llega hasta las cotas 1293.10, 1292.93 y 1293.12 m.s.n.m.

	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

Respecto a la socavación local, se puede observar que debido a la influencia de las columnas se proyecta que el terreno presentará una socavación de aproximadamente 0.91 metros para cada una, siendo la cota más baja 1.294,47 m.s.n.m para el lado izquierdo y 1.294,9 m.s.n.m para el lado derecho.

Cómo se puede observar la creciente no afecta las pilas de la estructura tipo tubería, y con base a las diferentes ecuaciones de Froude y la SCU, la socavación local no posee una afectación a la lámina de la creciente a 100 años, ya que esta no llega a tocar dicha inundación, la cual es producida por la implantación de estas. Sin embargo, se recomienda hacer una protección para evitar la erosión por medio de estructuras como enrocados o alguna estructura que no modifique o afecte la dinámica natural del cauce del afluente.

El fenómeno de las avenidas torrenciales se presenta en casi todas las cabeceras de las corrientes de montaña, estos eventos son provocados por lluvias concentradas en sus cabeceras que conducen a la socavación de orillas y aumento de cauces, son procesos erosivos de carácter local que ocurren como respuesta a las modificaciones impuestas por las corrientes. Es generador de movimientos en masa pues socava las laderas al remover material en la parte baja de éstas.

Respecto a las magnitudes detalladas previamente, es importante resaltar que una de las limitantes de las ecuaciones es que considera un lecho homogéneo con el tamaño de partícula indicado.

Se debe tener en cuenta que el cálculo de socavación mostrado está asociado al material granular superficial de la quebrada y se realizó con ecuaciones teóricas y los resultados pueden tener una mayor variación espaciotemporal asociada a la complejidad del fenómeno.

5. OBRAS PROYECTADAS

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO: Cuando en la instalación de redes de transporte y distribución de gas, se presenten casos en los cuales sea necesario el cambio de los procedimientos normales de construcción, establecidos en los numerales 5.2 y 5.3 de la NTC 3728, se entenderá que son obras especiales y en tales casos se debe dar el tratamiento específico que garantice la operación segura de la red.

La construcción de tubería soportada en cerchas se realizó de acuerdo con las Normas y Especificaciones Generales de Construcción establecidos en los numerales 5.2 y 5.3 de la NTC 3728.

Las obras especiales se discriminan en: Pasos especiales en estructura metálica cercha, con diseños de 10 metros lineales, y son construidos con el objeto de evitar la afectación del afluente.

Esta estructura contará con la construcción de dos zapatas y dos columnas, sobre las cuales reposará la estructura metálica (cercha) para realizar el paso del tubo de polietileno del gas natural. Para la construcción de este paso se instalará una (1) zapata a ambos lados de la quebrada. Debido a la topografía del terreno las zapatas iniciaran en las cotas 1294,07

	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

m.s.n.m en el extremo derecho y en la 1493,62 m.s.n.m extremo izquierdo. Las columnas iniciarían en la cota 1294,32 m.s.n.m en el extremo derecho y 1293,87 m.s.n.m extremo izquierdo esta últimas estructuras (columnas) llegaran hasta la cota 1296,2 m.s.n.m, con alturas de 1,88 m y 2,33 m respectivamente.

En particular, el tramo de tubería aérea, tipo autoportante en encamisado de acero que está situada por encima de las manchas de inundación para un período de retorno de 100 años, por lo que no existe un riesgo para la tubería proyectada, la cual no presenta amenaza debido a los procesos erosivos de la quebrada “La Chiquita”.

En consecuencia, con el presente documento se solicita el permiso de ocupación de cauce de la quebrada “La Chiquita”. Con la intención de avalar dicha estructura dentro de Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM).

Las actividades para ejecutar deben realizarse en período de aguas bajas y en el menor tiempo posible. El ensamblaje de los elementos tipo tubos, se podrán armar de manera parcial o total en el sitio de trabajo y/o taller. Al tratarse de una estructura liviana y versátil, la colocación en los puntos de apoyo (Cimentaciones tipo pila) se podrá realizar mediante lanzamiento con cables guías o con cualquier otro tipo de apoyo temporal, el cual dependerá, en cualquier caso, de los equipos disponibles y la idoneidad del constructor designado para tal fin.

Las actividades para ejecutar deben realizarse en período de aguas bajas y en el menor tiempo posible. El ensamblaje de los elementos tipo tubos, se podrán armar de manera parcial o total en el sitio de trabajo y/o taller. Al tratarse de una estructura liviana y versátil, la colocación en los puntos de apoyo (Cimentaciones tipo pila) se podrá realizar mediante lanzamiento con cables guías o con cualquier otro tipo de apoyo temporal, el cual dependerá, en cualquier caso, de los equipos disponibles y la idoneidad del constructor designado para tal fin.

Las actividades por realizar son las siguientes:

- Antes del inicio de las obras se debe contar con los permisos ambientales concedidos por la Autoridad Ambiental Competente.
- Actividades preliminares en la zona en donde se realizarán las obras: Socialización del proyecto con la comunidad.
- Implementación de medidas de manejo ambiental.
- Realización de actas de vecindad y entorno.
- Transporte de materiales para la ejecución de la obra a una zona cerca de la misma, en donde puedan estar secos y cubiertos
- Construcción de obras sobre el cauce
- Construcción y ensamblaje de cerchas sobre pilas e instalación de tubería PEAD en las mismas.

	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

Las actividades inmersas en esta actividad corresponden a:

- **Localización y replanteo:** ubicación, demarcación del área de construcción, replanteo, trazado de ejes planimétricos, altimétricos, nivelación de terreno.
- **Excavación y relleno:** incluye señalización, excavación, relleno, compactación manual (pisón), mecánica (saltarín – canguro), retiro de escombros.
- **Construcción de Zapatas:** incluye el suministro y la aplicación del concreto de 1.500 PSI en un espesor de 0.03 m para el solado, suministro y construcción de formaletas para la zapata con sección de 0.8 m x 0.8 m x 0.25 de espesor, con suministro y armado del acero de refuerzo doblado del parrillado en varilla corrugada de ½”, separadas cada 0.25m cada una y en ambos sentidos con doble parrillado. Suministro y aplicación del concreto de 3.000 PSI.
- **Construcción de columnas:** incluye el suministro, figurado e instalado del acero de refuerzo A-36, cuatro (4) varillas de ½”, suministro, figurado e instalación de flejes en varilla corrugada de 3/8”, separadas cada 0.20m cada una, suministro y construcción de formaletas para columnas de sección de 0.20m x 0.20m x 1.0m de altura (puede ser variable), suministrar, preparar y aplicación del concreto de 3.000 PSI.
- Suministro e instalación de tubo de acero Cold rolled de 2” y soldadura requerida para figurar el tubo de camisa, con su respectivo suministro y aplicación de pintura anticorrosiva amarilla y suministro y aplicación de pintura acrílica para acabado de alta resistencia color amarillo con espesor de 6 mils / 152.4 micrones
- Las actividades para ejecutar deben realizarse en período de aguas bajas y en el menor tiempo posible. El ensamblaje de los elementos tipo, se podrán armar de manera parcial o total en el sitio de trabajo y/o taller.

Según concepto técnico de profesionales de la Subdirección de regulación y calidad Ambiental- SRCA, con respecto la revisión del “componente hidrológico” presentados por ALCANOS DE COLOMBIA S.A E,S.P, para la construcción de pasos especiales tipo cercha en el tramo El piñal 2, en el Municipio de Gigante, contenido en el expediente POC-00107-25, para lo cual se anexó la siguiente información: Estudio hidrológico e hidráulico del Drenaje natural (sin nombre), Anexo 1. Hidrología, Anexo 2. Resultados Granulométricos, Anexo 3. Registro Fotográfico, Anexo 4. Inundación, Anexo 5. Topografía, Anexo 6. Socavación, Anexo 7. Planos.

De acuerdo con la normatividad ambiental vigente -Decreto 1076 de 2015, y lineamientos de la corporación denominados “LINEAMIENTOS Y/O CRITERIOS TECNICOS MINIMOS A CONSIDERAR EN LA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS PARA EL PERMISO DE OCUPACIÓN DE CAUCE, PLAYAS Y LECHOS” G-CAM-014 versión 1, es necesario que todas las estructuras hidráulicas se diseñen para permitir el paso de caudales máximos asociados a un período de retorno de 100 años (TR 100).

	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

La revisión del componente hidrológico comprendió el análisis de la información allegada haciendo énfasis en la verificación de la climatología, características morfométricas, curvas Intensidad-Duración-Frecuencia - IDF y las metodologías empleadas para la estimación de los caudales máximos para diferentes periodos de retorno sobre la fuente hídrica Drenaje natural Quebrada La Chiquita en el sitio donde se proyecta la construcción de pasos especiales tipo cercha, cuya magnitud se presenta en la **Tabla 1**.

Periodo de retorno (Años)	Caudal (m ³ /s)
2	5.77
2.3	6.37
5	9.92
10	14.60
25	23.32
50	32.72
100	44.97

Tabla 1. Caudal máximo para periodo de retorno T_r 100 años

En el componente hidráulico, se analizaron las modelaciones para evaluar la interacción de la estructura proyectada con la lámina de agua correspondiente a un período de retorno de 100 años. Los resultados de estas modelaciones indican que la cota máxima de la lámina de agua proyectada es de 1293.30 m.s.n.m., y que las zapatas y columnas en las que va apoyada la estructura metálica (cercha) para realizar el paso del tubo de polietileno del gas natural están ubicadas en la cota 1295.30 m.s.n.m., fuera de la lámina de agua y de la faja de terreno que conforma la ronda hídrica. Esto garantiza que no interfieran con el flujo hidráulico, ni con los procesos morfodinámicos propios del río, conforme a los datos presentados.

Para la ejecución del proyecto, incluido la ocupación de cauce con las actividades de recalce que contempla la ejecución de pantallas verticales, se deben considerar las siguientes condiciones y medidas de manejo ambiental:

- El desarrollo de las actividades de construcción no debe implicar la construcción de vías o accesos.
- No se podrán desarrollar actividades en zonas con riesgo de remoción en masa, licuefacción, inundación o deslizamiento, así como en pendientes superiores a 45 grados, suelos inestables, ni en la franja paralela a los cuerpos de agua.
- No se podrán afectar ecosistemas de especial importancia ecológica o frágiles tales como páramos y humedales. De igual manera se debe proteger la franja longitudinal de protección de la quebrada seca que según la norma es de 30 metros a partir de la cota máxima de inundación.
- En los sectores a intervenir para fines de construcción según diseño, se deberá minimizar la intervención y afectación de la vegetación protectora y al suelo, se deberá realizar una disposición y conformación adecuada de los materiales de excavación y dejar el sitio intervenido en las mismas condiciones naturales anteriores.

	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

- Para la intervención de otros recursos, se deberán tramitar los permisos correspondientes.
- Se deberá restaurar ambiental y paisajísticamente en su totalidad las áreas intervenidas; se prohíbe el depósito del material retirado en sitios no autorizados.
- Durante la ejecución de las obras se deberá hacer una correcta disposición de los residuos sólidos y líquidos generados durante su construcción, evitar la disposición de sobrantes de concretos, cementos y residuos sobre la fuente hídrica a intervenir.
- El Constructor deberá controlar y mitigar en lo posible, la iniciación de procesos erosivos, durante la construcción de las obras, en caso de ser necesario, se deben construir obras de estabilización geotécnica adecuadas.
- Se deberá realizar un mantenimiento permanente a la maquinaria y equipos con el fin de evitar la fuga y/o derrames de aceites, minimizar la emisión de gases por la quema del combustible y la contaminación del cuerpo hídrico.
- Se prohíbe el lavado de equipos y maquinaria en el sitio de obra y se debe reutilizar al máximo los materiales como formaletas, maderas, etc., que sean susceptibles de utilizar.
- Los materiales provenientes de las excavaciones, deberán utilizarse en la misma obra, siempre y cuando sean adecuados para dicho fin, los materiales sobrantes o inadecuados deberán ser trasladados por el constructor a sitios que cuenten con la respectiva autorización por la autoridad ambiental para su disposición.
- Los materiales de construcción utilizados en el desarrollo del proyecto deberán provenir de sitios que cuenten con el respectivo título minero registrado en el catastro minero y la respectiva licencia ambiental.
- El contratista deberá organizar los trabajos de tal forma que los procedimientos aplicados sean compatibles con las condiciones establecidas en la normatividad ambiental vigente y así evitar, minimizar y controlar los impactos ambientales generados por las obras.

De acuerdo con la visita de campo realizada al sitio a intervenir, se considera que la afectación ambiental a la fuente hídricas a intervenir con la ocupación de cauce es irrelevante, teniendo en cuenta las características de la obra que interviene parcialmente el cauce de dicha fuente hídrica, que permiten desarrollar las actividades de excavación y fundición de concretos, implementando las medidas de manejo de aguas, de manejo de materiales de excavación y retiro del materiales sobrantes y demás medidas de manejo de residuos generados durante la construcción de las obras.

Perjuicio a terceros: El proyecto no repercute ni perjudica a terceros. Sin embargo, se hace claridad que en el momento de presentarse alguna afectación de tipo ambiental o a

	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

terceros por las obras de construcción de ocupación de cauce, es responsabilidad la persona jurídica **ALCANOS DE COLOMBIA S.A E.S. P, NIT. 891101577- 4**, redimir los impases ocurridos, indicando claramente que el incumplimiento de las acciones aquí dispuestas es de obligatorio cumplimiento.

Oposiciones: De acuerdo a la publicación del auto de inicio en la página de la corporación entre los días 07 de enero de 2026 y 22 de enero de 2026, según constancia de enero 23 de 2026; en la cartelera de la Alcaldía de Gigante con fecha de fijado el 08 de enero de 2026 y desfijado el 19 de enero de 2026, con radicados CAM No. 1035 2026-E de 20 de enero de 2026, no se presentaron oposiciones por escrito o durante la visita de evaluación del permiso.

Las indemnizaciones a que haya lugar por ejercicio de la servidumbre, así como las controversias que se susciten entre los interesados se registrarán por las disposiciones del código general del proceso.

Como medida de compensación por el uso, aprovechamiento y/o afectación del sitio intervenido por la ocupación de cauce, la persona jurídica, persona jurídica **ALCANOS DE COLOMBIA S.A E.S.P, NIT. 891101577- 4**, realizará La entrega a la Corporación de 26 bultos de abono orgánico de 40 kilos cada uno con registro ICA, dicho abono orgánico se utilizará para la conformación de la estación de vivero en el Parque Temático Sendero de Interpretación Ambiental SENDICAM - Garzón.

El término para el cumplimiento de esta medida compensatoria será de tres (3) meses, después de ejecutoriado el acto administrativo.

En atención a la revisión, análisis de la documentación y visita de campo anteriormente descrita, se establece el siguiente concepto.

2 CONCEPTO TÉCNICO

Se considera que los componentes hidrológico e hidráulico cumplen con los requerimientos técnicos de la GUÍA TÉCNICA DE CRITERIOS PARA EL ACOTAMIENTO DE LAS RONDAS HÍDRICAS EN COLOMBIA (MADS, 2018), para las modificaciones considerables en la morfología de este sistema lótico, en el periodo de retorno de 100 años, que generaría las actividades de implementación de pasos especiales tipo cercha en el tramo Piñal 2, en el Municipio de Gigante.

Por todo lo anterior, **se considera viable** otorgar a nombre de la persona jurídica **ALCANOS DE COLOMBIA S.A E.S.P, NIT. 891101577- 4**, representada legalmente en calidad de apoderada la señora **MARCELA BUITRAGO OROZCO**, identificada con cedula de ciudadanía número 24.651.183, expedida la Dorada – Caldas, con dirección de notificación en la carrera 9 No. 7 – 25 Neiva – Huila, teléfono celular 8714416 y correo electrónico analista.ambiental@alcanosesp.com. o quien haga sus veces, **Permiso de Ocupación de Cauce, Playas y Lechos** con el fin de realizar la construcción de un Paso especial en estructura metálica cercha de 10 metros lineales. contará con la construcción de dos zapatas y dos columnas, sobre las cuales reposará la estructura metálica (cercha) para realizar el paso del tubo de polietileno del gas natural, Para la construcción de este

	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

paso se instalará una (1) zapata a ambos lados de la quebrada. con diseño de 10 metros lineales sobre el drenaje natural quebrada La Chiquita, afluente quebrada el Pescado, tributario de la quebrada Rio loro, la cual desemboca en el rio Magdalena margen derecha (embalse el quimbo), vereda bajo silvania del Municipio de Gigante, localizada en el sitio de coordenadas planas con origen Bogotá Magna Sirgas X: 838520 Y: 744042, Vereda Bajo Silvania del Municipio de Gigante, Departamento del Huila.

3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Realizada la visita de evaluación y revisados los documentos técnicos dentro del presente tramite se recomienda:

- El periodo de vigencia del presente permiso de Ocupación de cauce se otorgará por un término de seis (6) meses.
- Se realizará una visita de seguimiento durante la vigencia del permiso de ocupación de cauce en donde se evaluará la necesidad de una nueva visita.
- El beneficiario del presente permiso de ocupación de cauce, deberá realizar una disposición y conformación adecuada de los materiales de excavación y dejar el sitio intervenido en las mismas condiciones naturales anteriores, con el fin de garantizar la conservación de la dinámica natural, la geoforma y el patrón de drenaje del drenaje natural.
- El beneficiario del presente permiso de ocupación de cauce, durante la ejecución de la obra deberá prevenir el aporte de sedimentos, grasas y aceites evitando el deterioro de la calidad de recurso hídrico. Prohibir el lavado de equipos y maquinaria en la fuente hídrica y reutilizar al máximo los materiales de obra como formaletas, maderas, etc, que sean susceptibles de utilizar. Una vez finalice las obras de construcción, las zonas intervenidas deben entregarse restauradas, libre de basuras, escombros, materiales o cualquier tipo de desechos que se encuentre sobre los taludes o cauce de la fuente hídrica intervenida.
- Los materiales de construcción que demande la obra para su construcción, deberán provenir de zonas amparadas por un título minero y licencia ambiental expedidas por las autoridades competentes.
- En el momento de presentarse alguna afectación de tipo ambiental o a terceros por la construcción de las obras sobre el drenaje natural, será obligación del beneficiario del permiso de ocupación de cauce, redimir los impases ocurridos, indicando claramente que los incumplimientos de las acciones aquí dispuestas son de obligatorio cumplimiento.
- Se deberá tener especial cuidado con las líneas de acueducto y gas que puedan encontrarse en el desarrollo de las obras, a fin de evitar daños sobre las mismas y afectaciones a la comunidad.

	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

- De ser necesario la tala de elementos forestales se deberán tramitar los respectivos permisos de aprovechamiento, previo al inicio de las obras.
- Las indemnizaciones a que haya lugar por ejercicio de la servidumbre, así como las controversias que se susciten entre los interesados se registrarán por las disposiciones del Código Civil y Procedimiento Civil.

Como medida de compensación por el uso, aprovechamiento y/o afectación del sitio intervenido por la ocupación de cauce, la persona jurídica, persona jurídica **ALCANOS DE COLOMBIA S.A E.S. P, NIT. 891101577- 4**, realizará La entrega a la Corporación de 26 bultos de abono orgánico de 40 kilos cada uno con registro ICA, dicho abono orgánico se utilizará para la conformación de la estación de vivero en el Parque Temático Sendero de Interpretación Ambiental SENDICAM - Garzón. El término para el cumplimiento de esta medida compensatoria será de tres (3) meses, después de ejecutoriado el acto administrativo.

- En el momento de presentarse alguna afectación de tipo ambiental o a terceros por la construcción de las obras de drenajes natural a intervenir, será obligación la persona jurídica **ALCANOS DE COLOMBIA S.A E.S. P, NIT. 891101577- 4**, como beneficiario del permiso de ocupación de cauce, redimir los impases ocurridos, indicando claramente que el incumplimiento de las acciones aquí dispuestas es de obligatorio cumplimiento.
- El interesado deberá organizar los trabajos de tal forma que los procedimientos aplicados sean compatibles con las condiciones establecidas en la normatividad ambiental vigente y así evitar, minimizar y controlar los impactos ambientales generados por las obras.
- El beneficiario del presente permiso de ocupación de cauce, playas y lechos, deberá realizar una disposición final adecuada de los Residuos de Construcción y Demolición RCD, disponiéndolos en sitio autorizado para tal fin, en cumplimiento de las disposiciones normativas de la Resolución No. 0472 del 28 de febrero de 2017 Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición –RCD y se dictan otras disposiciones.
- Los permisos, concesiones y/o autorizaciones ambientales que se requieran para la construcción de las obras de ocupación de cauce, deberán solicitarse con anterioridad y obtenerlos antes de iniciar las mismas.
- La Corporación dentro del trámite de ocupación de cauce no evalúa el componente estructural, presupuestal, estabilidad, proceso constructivo, materiales utilizados entre otros para la construcción de pasos especiales tipo cercha en el tramo Piñal 2, en el Municipio de Gigante, por consiguiente, esta responsabilidad recae en los diseñadores, constructor y ejecutor del proyecto.
- La ejecución de las obras deberá ajustarse a los procesos constructivos definidos en los diseños y a las recomendaciones técnicas señaladas en los estudios que sirvieron

	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

de base para el presente trámite. En consecuencia, será responsabilidad del contratista y del ejecutor del proyecto garantizar que cada fase constructiva se desarrolle conforme a dichos lineamientos, asegurando la correcta implementación de las medidas previstas y el cumplimiento de la normatividad aplicable.

- Se deberá mantener libre la sección hidráulica del cauce mediante labores periódicas de limpieza y retiro de sedimentos u otros materiales arrastrados, a fin de evitar estrangulamientos que puedan incrementar los niveles o velocidades del flujo y generar riesgos de inundación. Se le deberá hacer seguimiento anual, con el fin de verificar su adecuada capacidad de conducción.

(...)"

FUNDAMENTOS JURÍDICOS

Que el artículo 8 de la Constitución Política establece que *"Es Obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación"*.


Que el artículo 79 de la Carta Política indica que: *"Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La Ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines"*.

Que el artículo 80 ibídem, establece que: *"El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución"*.

Que la protección al medio ambiente corresponde a uno de los más importantes cometidos estatales, es deber del Estado garantizar a las generaciones futuras la conservación del Ambiente y la preservación de los recursos naturales.

Que el artículo 209 Ibídem, en cuanto a la función administrativa, establece que se halla al servicio de los intereses generales y se desarrolla con fundamento en los principios de igualdad, moralidad, eficacia, economía, celeridad, imparcialidad, publicidad, y añade que las autoridades administrativas deben coordinar sus actuaciones para el adecuado cumplimiento de los fines del Estado.

Que el artículo 102 del Decreto Ley 2811 de 1974, establece que *"... quien pretenda construir obras que ocupen el cauce de una corriente o depósito de agua, deberá solicitar autorización"*.

	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

Que el Decreto 1076 de 2015, en su artículo 2.2.3.2.12.1, dispone que “... *La construcción de obras que ocupen el cauce de una corriente o depósito de agua requiere autorización, que se otorgará en las condiciones que establezca la Autoridad Ambiental competente. Igualmente se requerirá permiso cuando se trate de la ocupación permanente o transitoria de playas...*”

Que según el artículo 31 Numeral 2, de la Ley 99 de 1993, corresponde a las Corporaciones Autónomas Regionales ejercer la función de máxima autoridad ambiental en el área de su jurisdicción de acuerdo con las normas de carácter superior y conforme a los criterios y directrices trazadas por el Ministerio del Medio Ambiente.

CONSIDERACIONES DEL DESPACHO

Que, de conformidad con lo establecido en la normativa ambiental vigente y una vez analizados los documentos allegados por el solicitante, así como el contenido del Informe de Visita y Concepto Técnico No. 007 de fecha 29 de enero de 2026, emitido por el profesional competente de esta Corporación, el Despacho procede a evaluar la viabilidad del otorgamiento del permiso de ocupación de cauce, playas y lechos solicitado.

Que el citado concepto técnico evaluó los componentes hidrológico e hidráulico asociados a la intervención propuesta, determinando que los mismos cumplen con los requerimientos técnicos establecidos en la Guía Técnica de Criterios para el Acotamiento de las Rondas Hídricas en Colombia (MADS, 2018), particularmente en lo relacionado con las modificaciones que se generarían en la morfología del sistema lótico para un periodo de retorno de cien (100) años, garantizando condiciones de estabilidad y funcionamiento hidráulico del drenaje natural intervenido.

Que, conforme a la valoración técnica efectuada, las actividades proyectadas corresponden a la implementación de un paso especial tipo cercha en el tramo Piñal 2, en jurisdicción del municipio de Gigante – Huila, intervención que contempla la construcción de dos zapatas y dos columnas, sobre las cuales reposará la estructura metálica (cercha) para realizar el paso del tubo de polietileno del gas natural, Para la construcción de este paso se instalará una (1) zapata a ambos lados de la quebrada, con diseño de 10 metros lineales sobre el drenaje natural.

Que el análisis hidrológico e hidráulico permitió establecer que la obra proyectada no representa una alteración crítica del régimen natural de la fuente hídrica, ni genera riesgos adicionales de inundación o afectaciones sustanciales sobre la dinámica fluvial, al encontrarse diseñada bajo parámetros técnicos compatibles con las condiciones geomorfológicas e hidráulicas del sector, y considerando un periodo de retorno de 100 años, lo cual se ajusta a los lineamientos técnicos exigidos por esta Autoridad Ambiental.

	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

Que, en ese sentido, la intervención propuesta se localiza sobre el drenaje natural denominado quebrada La Chiquita, afluente quebrada el Pescado, tributario de la quebrada Rio loro, la cual desemboca en el rio Magdalena margen derecha (embalse el quimbo), vereda bajo Silvania del Municipio de Gigante, localizada en el sitio de coordenadas planas con origen Bogotá Magna Sirgas X: 838520 Y: 744042, Vereda Bajo Silvania del Municipio de Gigante, Departamento del Huila, lo que permite identificar de manera precisa el área de ocupación del cauce y delimitar el alcance espacial del permiso solicitado.

Que, de acuerdo con lo concluido en el Informe de Visita y Concepto Técnico No. 007 del 29 de enero de 2026, y teniendo en cuenta que los diseños presentados cumplen con los criterios técnicos exigidos para este tipo de intervenciones, el Despacho considera que la obra proyectada es técnicamente viable, en la medida en que su ejecución se encuentra sustentada en estudios que garantizan la estabilidad hidráulica del cauce y la adecuada implementación de la estructura sin generar afectaciones significativas a los recursos naturales asociados.


Que, en virtud de lo anterior, se estima procedente otorgar el Permiso de Ocupación de Cauce, Playas y Lechos a favor de la persona jurídica **ALCANOS DE COLOMBIA S.A. E.S.P.**, identificada con NIT No. 891.101.577-4, a través de su representante legal o quien haga sus veces, para la construcción de un Paso especial en estructura metálica cercha de 10 metros lineales. contará con la construcción de dos zapatas y dos columnas, sobre las cuales reposará la estructura metálica (cercha) para realizar el paso del tubo de polietileno del gas natural, Para la construcción de este paso se instalará una (1) zapata a ambos lados de la quebrada, destinado al paso de tubería de gas natural en el sector antes descrito.

Que, en consecuencia, y atendiendo a que la intervención proyectada se enmarca dentro de los parámetros técnicos y ambientales evaluados, y que no se evidencian incompatibilidades con la conservación del recurso hídrico ni con la dinámica natural del cauce, el Despacho considera jurídicamente procedente autorizar la ocupación solicitada, sujeta al cumplimiento de las condiciones, obligaciones y medidas de manejo ambiental que se establecerán en el presente acto administrativo.

Que, en mérito de lo expuesto, la Dirección Territorial Centro de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena – CAM,

RESUELVE

ARTÍCULO PRIMERO. – OTORGAR el PERMISO DE OCUPACIÓN DE CAUCE, a favor de la persona jurídica **ALCANOS DE COLOMBIA S.A. E.S.P.**, identificada con NIT No. 891.101.577-4, a través de su representante legal o quien haga sus veces, para llevar a

	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

cabo la construcción de una obra de infraestructura destinada al paso de tubería de gas natural, mediante la implementación de un paso especial en estructura metálica tipo cercha, en el tramo denominado “Piñal 2”, la cual ostenta las siguientes especificaciones técnicas y constructivas:

Tabla No. 1. Especificaciones técnicas de la obra autorizada.

Ítem	Descripción técnica
Tipo de obra	Construcción de paso especial en estructura metálica tipo cercha.
Finalidad de la obra	Soporte para el paso de tubería de polietileno destinada a la conducción de gas natural.
Carácter de la intervención	Obra puntual asociada a la instalación de infraestructura de servicios públicos.
Longitud de la estructura	10 metros lineales.
Sistema estructural principal	Cercha metálica elevada sobre elementos de cimentación.
Elementos de cimentación	Construcción de una (1) zapatas en concreto, ubicadas a cada lado de la fuente hídrica.
Elementos de soporte vertical	Dos (2) columnas estructurales en concreto.
Disposición constructiva	Una (1) zapata y una (1) columna en cada margen del drenaje natural.
Infraestructura asociada	Línea de conducción de gas natural en tubería de polietileno.
Fuente hídrica intervenida	Quebrada La chiquita.
Sistema hídrico asociado	afluente quebrado el Pescado, tributario de la quebrada Rio loro, la cual desemboca en el rio Magdalena margen derecha (embalse el quimbo)
Tramo del proyecto	Sector Piñal 2.
Localización	Vereda Bajo Silvania, municipio de Gigante – Huila.
Sistema de coordenadas	Bogotá – Magna Sirgas
Coordenadas planas	X: 838520 Y: 744042
Condición de ejecución	La estructura deberá instalarse conforme a los diseños presentados y evaluados, garantizando la estabilidad hidráulica del cauce y sin generar modificaciones adicionales no autorizadas en la morfología del drenaje natural.

PARÁGRAFO PRIMERO. Las presentes especificaciones técnicas corresponden a las evaluadas y aprobadas por la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena – CAM, y deberán ejecutarse estrictamente conforme a los diseños presentados, sin exceder las dimensiones, localización ni alcances aquí establecidos.

PARÁGRAFO SEGUNDO. Este permiso se otorga con fundamento en las consideraciones enunciadas en la parte motiva del presente acto administrativo y en el Informe de Visita y Concepto Técnico No. 007 de fecha 29 de enero de 2026, el cual hace parte íntegra del mismo y cuyas disposiciones estipuladas son de obligatorio cumplimiento.

	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

ARTÍCULO SEGUNDO. – La obra objeto del presente permiso se localizará el drenaje natural quebrada La Chiquita, afluente quebrado el Pescado, tributario de la quebrada Rio loro, la cual desemboca en el rio Magdalena margen derecha (embalse el quimbo), vereda bajo silvania del Municipio de Gigante, localizada en el sitio de coordenadas planas con origen Bogotá Magna Sirgas X: 838520 Y: 744042, Vereda Bajo Silvania del Municipio de Gigante, Departamento del Huila.

PARÁGRAFO PRIMERO. La obra autorizada deberá ejecutarse exclusivamente en las coordenadas y localización señaladas en el artículo primero del presente acto administrativo, las cuales se encuentran dentro del cauce natural de la fuente hídrica intervenida, debiendo el titular del permiso adoptar todas las medidas necesarias para prevenir, mitigar y minimizar los impactos ambientales que se puedan generar con ocasión de la intervención autorizada.

PARÁGRAFO SEGUNDO. Las afectaciones, impactos o intervenciones que se generen con ocasión de la ejecución de la obra autorizada deberán adelantarse estrictamente bajo el cumplimiento de las condiciones, prohibiciones y requisitos previstos en la normatividad ambiental vigente, así como de las obligaciones, medidas y disposiciones establecidas en el presente acto administrativo, sin perjuicio de las demás autorizaciones o permisos a que haya lugar.

ARTÍCULO TERCERO. – El presente permiso se otorga por el término de Seis (06) meses, contados a partir de la ejecutoria del presente acto administrativo.

ARTÍCULO CUARTO. – Como medida de compensación por el uso, aprovechamiento y/o afectación del sitio intervenido por la ocupación de cauce considerando los impactos que se causarán a los recursos físicos y biológicos, la persona jurídica **ALCANOS DE COLOMBIA S.A. E.S.P.**, identificada con NIT No. 891.101.577-4, a través de su representante legal o quien haga sus veces, realizará la entrega, a esta Corporación, de las siguientes cantidades y especificaciones de abono orgánico, mismos que se han de utilizar para la conformación de la Estación de Vivero en el Parque Temático Sendero de Interpretación Ambiental SENDICAM DTC, ubicado en la Dirección Territorial Centro de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena – CAM, en el municipio de Garzón – Huila:

- a) Veintiséis (26) bultos de CUARENTA (40) kilos cada uno, con su respectivo registro expedido por parte del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).

PARÁGRAFO PRIMERO. El término establecido para el cumplimiento de la medida compensatoria relacionada en el presente artículo, será de **TRES (03) MESES**, contados a partir de la ejecutoria del presente acto administrativo.

	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

PARÁGRAFO SEGUNDO. En caso de requerir prórroga para dar cumplimiento a la medida compensatoria descrita, la persona jurídica **ALCANOS DE COLOMBIA S.A. E.S.P.**, identificada con NIT No. 891.101.577-4, a través de su representante legal o quien haga sus veces, en su calidad de titular del presente permiso, deberá solicitarla con mínimo **VEINTE (20) DÍAS** de antelación al vencimiento del término dispuesto, informando al Despacho de forma escrita a través de los canales autorizados por esta Corporación.

ARTÍCULO QUINTO. – El Despacho realizará una (01) visita de seguimiento durante la vigencia del permiso en cuestión, en donde se evaluará el cumplimiento de las obligaciones aquí estipuladas, así como la necesidad de efectuar una nueva visita.


ARTICULO SEXTO. – La persona jurídica **ALCANOS DE COLOMBIA S.A. E.S.P.**, identificada con NIT No. 891.101.577-4, a través de su representante legal o quien haga sus veces, en su calidad de titular del presente permiso, deberá realizar una disposición final adecuada de los Residuos de Construcción y Demolición RCD, disponiéndolos en sitio autorizado para tal fin, en cumplimiento de las disposiciones normativas de la Resolución No. 0472 del 28 de febrero de 2017 Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición –RCD y se dictan otras disposiciones.

ARTÍCULO SÉPTIMO. – La persona jurídica **ALCANOS DE COLOMBIA S.A. E.S.P.**, identificada con NIT No. 891.101.577-4, a través de su representante legal o quien haga sus veces, en su calidad de titular del presente permiso, deberá dar obligatorio cumplimiento a los siguientes aspectos:

1. Deberá realizar una disposición y conformación adecuada de los materiales de excavación y dejar el sitio intervenido en las mismas condiciones naturales anteriores, con el fin de garantizar la conservación de la dinámica natural, la geoforma y el patrón de drenaje del drenaje natural.
2. Durante la ejecución de la obra deberá prevenir el aporte de sedimentos, grasas y aceites evitando el deterioro de la calidad de recurso hídrico. Prohibir el lavado de equipos y maquinaria en la fuente hídrica y reutilizar al máximo los materiales de obra como formaletas, maderas, etc, que sean susceptibles de utilizar. Una vez finalice las obras de construcción, las zonas intervenidas deben entregarse restauradas, libre de basuras, escombros, materiales o cualquier tipo de desechos que se encuentre sobre los taludes o cauce de la fuente hídrica intervenida.
3. Los materiales de construcción que demande la obra para su construcción, deberán provenir de zonas amparadas por un título minero y licencia ambiental expedidas por las autoridades competentes.

	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

4. En el momento de presentarse alguna afectación de tipo ambiental o a terceros por la construcción de las obras sobre el drenaje natural, será obligación del beneficiario del permiso de ocupación de cauce, redimir los impases ocurridos, indicando claramente que los incumplimientos de las acciones aquí dispuestas son de obligatorio cumplimiento.
5. Se deberá tener especial cuidado con las líneas de acueducto y gas que puedan encontrarse en el desarrollo de las obras, a fin de evitar daños sobre las mismas y afectaciones a la comunidad.
6. De ser necesario la tala de elementos forestales se deberán tramitar los respectivos permisos de aprovechamiento, previo al inicio de las obras.
7. Deberá implementar señales informativas sobre el cruce de fauna silvestre en la vía, cercano al sitio intervenido, con el propósito de alertar a los conductores sobre la presencia potencial de fauna silvestre en cercanías de la vía, para prevenir el atropellamiento de especímenes de fauna silvestre.
8. En el momento de presentarse alguna afectación de tipo ambiental o a terceros por la construcción de la obra autorizada, será obligación la persona jurídica **ALCANOS DE COLOMBIA S.A. E.S.P.**, identificada con NIT No. 891.101.577-4, a través de su representante legal o quien haga sus veces, como titular y beneficiario del permiso presente permiso, de redimir los impases ocurridos, indicando claramente que las disposiciones aquí establecidas son de obligatorio cumplimiento.
9. Deberá organizar los trabajos de tal forma que los procedimientos aplicados sean compatibles con las condiciones establecidas en la normatividad ambiental vigente y así evitar, minimizar y controlar los impactos ambientales generados por las obras.
10. Los permisos, concesiones y/o autorizaciones ambientales que se requieran para la construcción de las obras de ocupación de cauce, deberán solicitarse con anterioridad y obtenerlos antes de iniciar las mismas.
11. La Corporación dentro del trámite de ocupación de cauce no evalúa el componente estructural, presupuestal, estabilidad, proceso constructivo, materiales utilizados para la construcción de la obra autorizada, por consiguiente, esta responsabilidad recae en los diseñadores, constructor y ejecutor del proyecto.
12. Deberá mantener libre la sección hidráulica del cauce mediante labores periódicas de limpieza y retiro de sedimentos u otros materiales arrastrados, a fin de evitar

	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

estrangulamientos que puedan incrementar los niveles o velocidades del flujo y generar riesgos de inundación. Se le deberá hacer seguimiento anual, con el fin de verificar su adecuada capacidad de conducción.

ARTÍCULO OCTAVO. – Las indemnizaciones a que haya lugar por ejercicio de la servidumbre, así como las controversias que se susciten entre los interesados se registrarán por las disposiciones del Código civil y de Procedimiento Civil.

ARTÍCULO NOVENO. – La Corporación se reserva la facultad de revisar, modificar o revocar en cualquier momento el presente permiso cuando encontrare mérito para ello.

ARTÍCULO DÉCIMO. – El incumplimiento de las obligaciones señaladas en la presente Resolución dará lugar a la imposición de las sanciones señaladas en el Artículo 40 de la Ley 1333 de 2009, previo proceso sancionatorio adelantado por esta autoridad ambiental.

ARTÍCULO DÉCIMO PRIMERO. – Se advierte a la persona jurídica **ALCANOS DE COLOMBIA S.A. E.S.P.**, identificada con NIT No. 891.101.577-4, a través de su representante legal o quien haga sus veces, que de realizar actividades que estén sujetas a permisos ambientales por parte de esta Corporación diferentes a las otorgadas dentro del presente, deberán tramitarlos y obtenerlos previo a la ejecución de los mismos, so pena de incurrir en contravención a la normatividad ambiental vigente al momento de su puesta en funcionamiento.

ARTÍCULO DÉCIMO SEGUNDO. – Notificar en los términos del Artículo 67 y siguientes de la Ley 1437 de 2011, el contenido de la presente Resolución a la persona jurídica **ALCANOS DE COLOMBIA S.A. E.S.P.**, identificada con NIT No. 891.101.577-4, a través de su representante legal o quien haga sus veces, a la dirección autorizada, indicándole que contra ésta procede el recurso de reposición dentro de los diez (10) días hábiles siguientes a su notificación.

ARTÍCULO DÉCIMO TERCERO. – La presente resolución rige a partir de su ejecutoria y requiere de su publicación en la página web de esta Corporación.

NOTIFÍQUESE, PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE

LESLYE YUBEY MUÑOZ POLANCO
Directora Territorial Centro



Proyectó. Miguel Gerardo Núñez M. – Apoyo Jurídico.
Expediente: POC-00107-25