

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

RESOLUCIÓN No. EPA-RES-00517-2026 DE MARTES, 04 DE AGOSTO DE 2026

“Por medio de la cual se otorga un permiso de ocupación de cauce y se dictan otras disposiciones”

EL DIRECTOR GENERAL DEL ESTABLECIMIENTO PÚBLICO AMBIENTAL, EPA CARTAGENA

En ejercicio de las funciones asignadas por la Ley 99 de 1993, en armonía con la Ley 768 de 2002 y los Acuerdos Nos. 029 de 2002 y 003 de 2003, emanados del Concejo Distrital de Cartagena y el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible 1076 de 2015 y,

CONSIDERANDO:

Que mediante oficio radicado con código de registro EXT-AMC-25-0059232 del 14 de mayo de 2025, el señor José Hernan Arias Arango, identificado con cédula de ciudadanía No. 19.254.913, actuando en su calidad de Representante Legal de la sociedad Amarilo S.A.S. con NIT 800.185.295-1, presentó ante el Establecimiento Público Ambiental –EPA Cartagena–, solicitud de evaluación de Permiso de Ocupación de Cauce para la construcción de obras civiles de "(...) *un cabezal para la descarga de aguas lluvias de la Supermanzana 19 del proyecto Emiliani al canal Matute*", en Cartagena de Indias.

Que a través de la Ventanilla Integral de Trámites Ambientales –VITAL–, le fue asignado el número de seguimiento 4900080018529525001.

Que en el expediente VITAL, el peticionario anexó la siguiente documentación:

- Formato Único Nacional de Solicitud de Permiso de Ocupación de Cauce.
- Oficio de solicitud permiso de ocupación de cauce para construir cabezal para descargar las aguas lluvias de la Manzana 19 al Canal Matute – Proyecto Emiliani.
- Certificados de Existencia y Representación Legal de las sociedades Amarilo S.A.S. y Fiduciaria Bogotá S.A., expedidos por la Cámara de Comercio de Bogotá.
- Certificado de tradición y libertad del inmueble identificado con Folio de Matrícula Inmobiliaria No. 060-302673 de la Oficina de Registro de Instrumentos Públicos de Cartagena.
- Certificado expedido por la Superintendencia Financiera de Colombia sobre la sociedad Fiduciaria Bogotá S.A.
- Autorización otorgada a Amarilo S.A.S. por parte de Fiduciaria Bogotá S.A., en su calidad de vocera del patrimonio autónomo denominado Fideicomiso Lotes Cartagena – FIDUBOGOTA.
- Copia de la cédula de ciudadanía de los representantes legales de Amarilo S.A.S. y de Fiduciaria Bogotá S.A.
- Insumos técnicos para la presentación del permiso del asunto.
- Liquidación No. 7233.
- Constancia de pago de la Liquidación No. 7233.

Que mediante Auto No. EPA-AUTO-000964-2024 del 15 de julio de 2025 se dio inicio al trámite administrativo de evaluación de permiso de ocupación de cauce solicitado por la sociedad Amarilo S.A.S., con la correspondiente autorización otorgada por parte de Fiduciaria Bogotá S.A. con NIT 800.142.383-7, en su calidad de vocera del patrimonio autónomo denominado Fideicomiso Lotes Cartagena – FIDUBOGOTA con NIT 830.055.897-7.

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

Que con fundamento en los documentos y la visita técnica realizada el 13 de agosto de 2025, al lugar de ejecución del proyecto, la Subdirección Técnica y de Desarrollo Sostenible emitió el Concepto Técnico No. EPA-CT-0000065-2025 del 11 de febrero de 2026, en el cual se estableció lo siguiente:

"1. ANTECEDENTES

Que mediante oficio radicado con código de registro EXT-AMC-25-0059232 de 14 de mayo de 2025, el señor José Hernan Arias Arango, identificado con cédula de ciudadanía No. 19.254.913, actuando en su calidad de Representante Legal de la sociedad Amarilo S.A.S. con NIT 800.185.295-1, presentó ante el Establecimiento Público Ambiental- EPA Cartagena, solicitud de evaluación de Permiso de Ocupación de Cauce para la construcción de obras civiles de "(...) Construcción de un cabezal para la descarga de aguas lluvias de la Supermanzana 19 del proyecto Emiliani al canal Matute", en Cartagena de Indias.

Que mediante EPA-AUTO-000964-2025 de fecha 15 de julio de 2025, la Oficina Asesora Jurídica da inicio al trámite administrativo de evaluación para otorgamiento de permiso de ocupación de cauce y se dictan otras disposiciones" y resuelve:

(...)

ARTÍCULO PRIMERO: INICIAR trámite administrativo de evaluación de solicitud de Permiso de Ocupación de Cauce presentado por la sociedad Amarilo S.A.S. con NIT 800.185.295-1, para la construcción de obras civiles de "(...) Construcción de un cabezal para la descarga de aguas lluvias de la Supermanzana 19 del proyecto Emiliani al canal Matute", en Cartagena de Indias.

ARTÍCULO SEGUNDO: REMITIR a la Subdirección Técnica y de Desarrollo Sostenible la documentación aportada para su revisión, análisis, evaluación y conceptualización sobre la viabilidad de otorgar o no permiso de ocupación de cauce, conforme con la información técnica presentada por el solicitante Amarilo S.A.S., y remitir el concepto técnico correspondiente a la Oficina Asesora Jurídica para los fines pertinentes.

ARTÍCULO TERCERO: COMUNICAR el contenido del presente acto administrativo a través de medios electrónicos a la sociedad Amarilo S.A.S., a los correos electrónicos danna.fernandez@amarilo.com y juanc.sierra@amarilo.com.

ARTÍCULO CUARTO: PUBLICAR el presente acto administrativo en el Boletín Oficial del EPA Cartagena.

ARTÍCULO QUINTO: Contra el presente auto no procede recurso por la vía gubernativa, por tratarse de un acto de trámite, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 75 del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo – CPACA.

(...)

Que mediante el presente Concepto Técnico se analiza y evalúa el componente técnico de la información presentada por el solicitante, con el fin de conceptualizar sobre la viabilidad de otorgar o no el permiso de ocupación de Cauce.

2. DESARROLLO DE LA VISITA

El día 13 de agosto de 2025, funcionarios de la Subdirección Técnica y de Desarrollo Sostenible del Establecimiento Público Ambiental – EPA Cartagena realizaron una visita técnica de verificación al área del proyecto, durante la cual se identificaron los puntos de inicio y final del box culvert proyectado, el trazado del canal trapezoidal y su respectiva conexión con el arroyo Matute, así como el área de ocupación de cauce asociada a la estructura escalonada de descarga. Asimismo, se constató que el box culvert existente bajo la Diagonal 32 se encuentra actualmente en operación y que las zonas previstas para intervención corresponden a lo descrito en el informe descriptivo presentado por la empresa Amarilo S.A.S. Finalmente, se verificó que, a la fecha de la visita, no se evidenciaba el inicio de obras, las cuales permanecen a la espera de la aprobación del respectivo permiso ambiental para su ejecución.

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

Box Culvert existente:

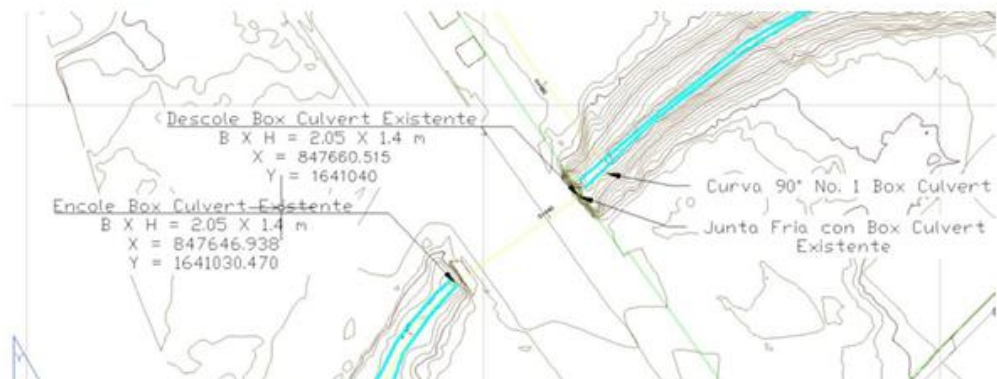
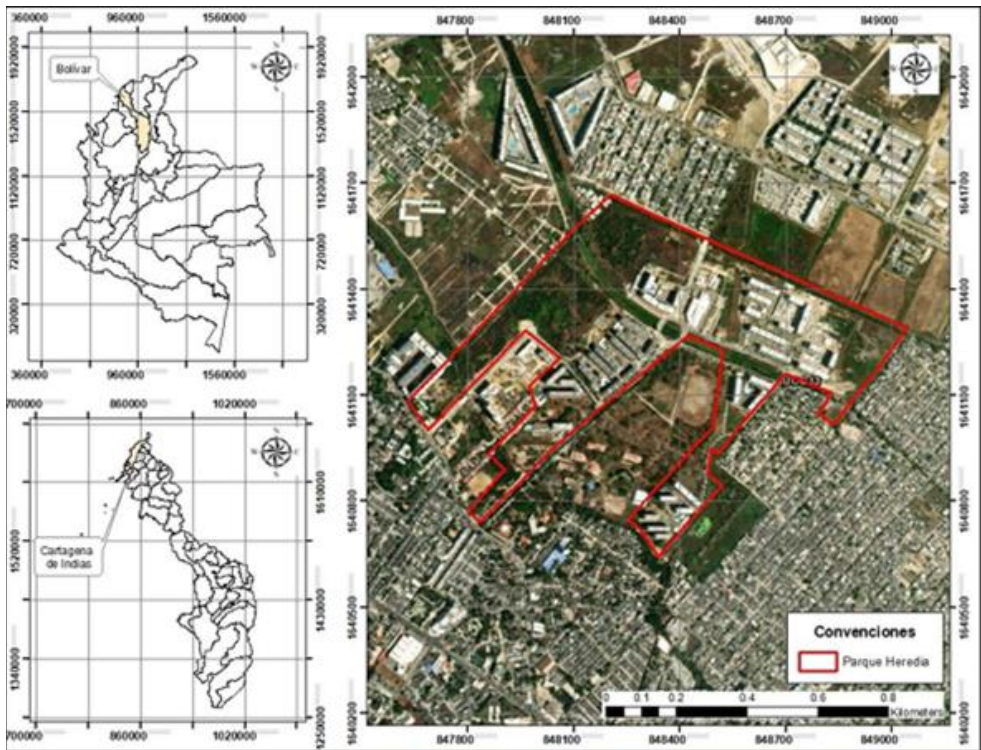


Figura 5. Ubicación Box Culvert existente.

Box Culvert Existente cruce diagonal 32		
	Norte	Este
Inicio	1641030.47	847646.938
Fin	1641040	847660.515

2.1. LOCALIZACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

El área de estudio se localiza en el predio donde se desarrollará el proyecto Parque de Heredia, ubicado en la ciudad de Cartagena de Indias, departamento de Bolívar, específicamente en el sector central conocido como el Triángulo de Cartagena. El predio cuenta con una superficie aproximada de 1,0 ha y se encuentra inmerso en un entorno urbano en proceso de consolidación, caracterizado por la presencia de infraestructura vial y desarrollos urbanísticos en sus áreas colindantes. La localización geográfica del área de estudio se define mediante las siguientes coordenadas: Latitud Norte 10°23'22" y Longitud Oeste 75°28'5".



Desde el punto de vista hidrológico, el área de estudio se encuentra dentro de la zona de influencia de la hoya hidrográfica del arroyo Matute, cuerpo de agua receptor de las escorrentías superficiales

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

naturales y antrópicas generadas en el sector. La localización del área de estudio y su relación con la red de drenaje existente, así como con las obras hidráulicas proyectadas, se presenta en la cartografía anexa, donde se identifican los límites del predio y las áreas asociadas a la ocupación de cauce objeto de evaluación.



2.2. ASPECTOS AMBIENTALES

2.2.1. ASPECTOS ABIÓTICOS

- Suelo: No se evidenció ningún aspecto.
- Hidrología: Ocupación permanente del canal.
- Atmósfera: No se evidenció ningún aspecto.

2.2.2. ASPECTOS BIÓTICOS

- Flora: No se evidenció ningún aspecto, sin embargo, se pudo evidenciar vegetación al interior del lote.
- Fauna: No se evidenció ningún aspecto

3. ESTUDIOS PRESENTADOS

3.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD

El proyecto objeto de la presente solicitud consiste en la construcción de un sistema de obras hidráulicas destinadas al manejo, conducción y descarga controlada de las escoyentías superficiales, con el propósito de optimizar el funcionamiento del drenaje pluvial y reducir el riesgo de afectaciones hidráulicas en el área de influencia del proyecto. Las obras están orientadas a mejorar la capacidad de conducción de caudales y a garantizar una descarga segura y controlada hacia el cuerpo de agua receptor.

El sistema proyectado comprende la construcción de un box culvert, un canal trapezoidal de conducción y una estructura escalonada de descarga, las cuales operan de manera integrada. El box culvert permitirá la conducción subterránea de los caudales generados, el canal trapezoidal facilitará el transporte del flujo a cielo abierto y la estructura escalonada cumplirá la función de disipar la energía hidráulica antes de la descarga final, contribuyendo a la estabilidad del sistema y a la protección del cauce receptor. Las características técnicas, geométricas y funcionales de las obras proyectadas han sido definidas a partir del estudio hidrológico e hidráulico elaborado para el proyecto, así como de los planos y soportes técnicos anexos, los cuales constituyen el fundamento técnico para la evaluación y el trámite del permiso ambiental solicitado.

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

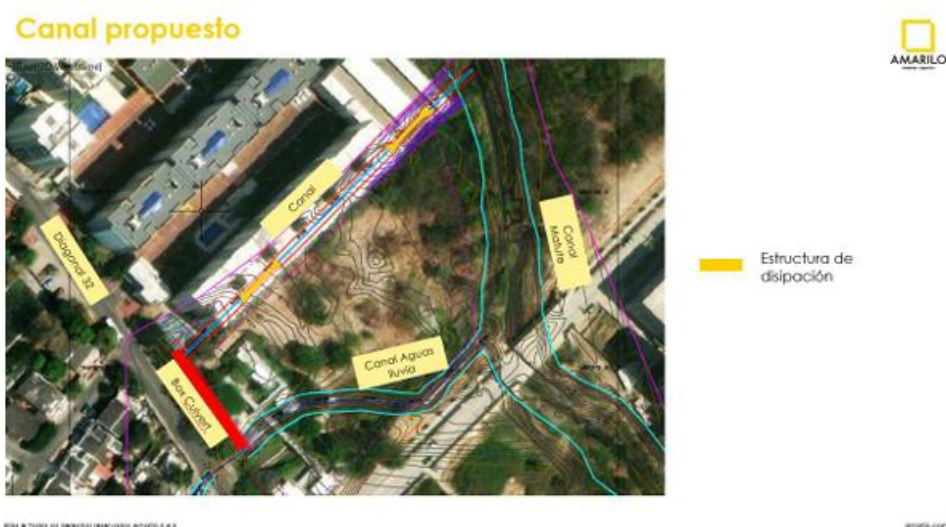
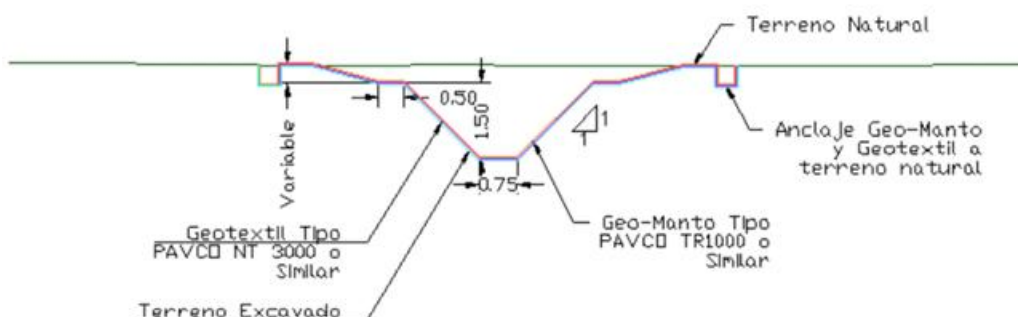


Figura 4. Esquema ubicación Box Culvert y canal

3.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Sistema estructural y de conducción hidráulica: El proyecto contempla la construcción de un box culvert con sección rectangular de 2,05 m de base por 1,40 m de altura y una longitud aproximada de 60 m, el cual se empalma con el box existente bajo la Diagonal 32. Adicionalmente, se proyecta un canal trapezoidal con una longitud de 274,51 m, base de 0,75 m, taludes con relación 1H:1V y una pendiente longitudinal del 0,1 %. El sistema se complementa con una estructura escalonada en gaviones ubicada en el punto de entrega al cauce receptor.



Criterios hidrológico e hidráulicos de diseño: El cauce receptor corresponde al arroyo Matute, el cual presenta un área de drenaje aproximada de 16,12 km², una longitud axial de 8,09 km y una pendiente media de 7,67 %. El diseño hidráulico de las obras se realizó considerando caudales máximos instantáneos asociados a un período de retorno de 100 años, de acuerdo con los resultados del estudio hidrológico e hidráulico del proyecto.

Elementos de estabilidad y control de erosión: En la zona de descarga se proyecta la implementación de estructuras escalonadas en gaviones, así como el uso de geotextiles y elementos de contención en tierra reforzada, con el fin de controlar procesos erosivos y proteger la sección hidráulica del canal y del cauce receptor.

Aspectos ambientales asociados a la obra: Las obras proyectadas corresponden a infraestructura hidráulica destinada al manejo de aguas pluviales, orientada a mejorar las condiciones de drenaje superficial del sector. Durante la ejecución y operación de las obras deberán implementarse las medidas de manejo ambiental definidas para prevenir afectaciones sobre la calidad del agua y la vegetación asociada al cauce.

Operación y mantenimiento: La operación, conservación y mantenimiento periódico de las estructuras hidráulicas y del cauce intervenido estarán a cargo de la empresa solicitante, quien

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

deberá garantizar la limpieza, la preservación de la sección hidráulica útil y el adecuado funcionamiento del sistema a lo largo del tiempo.

3.3. ESTUDIO HIDROLOGICO

El estudio hidrológico e hidráulico se centrará en determinar el caudal máximo de agua que puede transportar el canal a intervenir, en el punto de interés, con el fin que el diseño de la obra de ocupación de cauce garantice el flujo libre del caudal máximo agua y no genere inundaciones hacia aguas arriba.

3.3.1. METODOLOGIA

El estudio hidrológico se desarrolló con el objetivo de estimar los caudales máximos asociados a eventos de lluvia extremos, que sirven de base para el dimensionamiento hidráulico de las obras proyectadas. La metodología aplicada se fundamentó en el análisis de información hidroclimatológica, la caracterización física de la cuenca aportante y la aplicación de métodos hidrológicos reconocidos para la estimación de escorrentía superficial.

Inicialmente, se realizó la delimitación de la cuenca y subcuencas de aporte al proyecto, a partir de información cartográfica, modelos digitales de elevación y reconocimiento del drenaje superficial existente. Posteriormente, se recopiló y analizó información de precipitaciones proveniente de estaciones meteorológicas representativas del área de influencia, con el fin de definir las lluvias de diseño para diferentes periodos de retorno. Con base en la caracterización morfométrica de la cuenca (área, pendiente, longitud del cauce principal y tiempo de concentración), se seleccionó el método hidrológico más apropiado para la estimación de caudales máximos, considerando las condiciones de uso del suelo y el grado de urbanización del área. Para el cálculo de la escorrentía se emplearon parámetros hidrológicos acordes con las características físicas de la cuenca y los criterios establecidos en la normativa técnica vigente.

Finalmente, los caudales obtenidos fueron utilizados como insumo para el diseño hidráulico de las obras proyectadas, permitiendo evaluar su capacidad de conducción y su comportamiento ante eventos asociados a los periodos de retorno adoptados para el proyecto.

3.3.2. INFORMACIÓN CLIMATOLOGICA

El área de estudio se encuentra bajo la influencia de un régimen hidro-climatológico propio de la región Caribe colombiana, caracterizado por un clima tropical cálido y un comportamiento estacional de las precipitaciones. El régimen de lluvias presenta una temporada seca predominante entre los meses de diciembre y abril, y una temporada lluviosa entre mayo y noviembre, con mayores intensidades y frecuencias durante los meses de septiembre y octubre.

La precipitación media anual en el sector se encuentra en un rango aproximado entre 900 y 1.200 mm, con eventos de lluvia de alta intensidad y corta duración, los cuales condicionan la generación de escorrentía superficial y el comportamiento hidrológico de la cuenca aportante. Estas características hacen necesario el adecuado dimensionamiento de las obras hidráulicas para la conducción segura de los caudales generados durante eventos extremos.

Las condiciones térmicas se caracterizan por temperaturas medias anuales cercanas a los 27– 28 °C, con baja variación estacional, alta humedad relativa (generalmente superior al 75 %) y elevados niveles de evaporación, influenciados por la radiación solar y la acción de los vientos alisios predominantes del noreste.

La información hidro-climatológica descrita constituye un insumo fundamental para el desarrollo del análisis hidrológico del proyecto, en particular para la estimación de precipitaciones de diseño, la determinación de caudales máximos y la evaluación del comportamiento hidráulico de las obras proyectadas.

3.3.3. PRECIPITACIONES

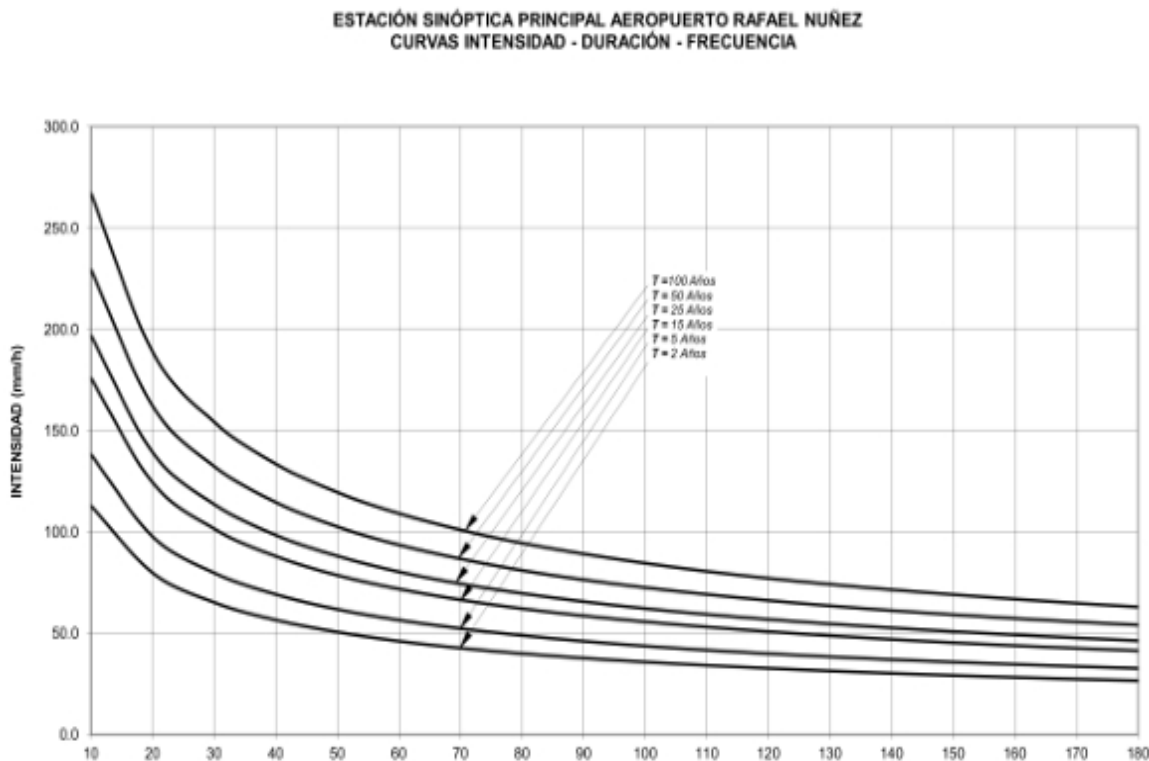
Para el desarrollo del estudio hidrológico se utilizaron precipitaciones de diseño obtenidas a partir del análisis de información pluviométrica representativa del área de influencia del proyecto, conforme

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

a los criterios establecidos en el estudio hidrológico presentado. El análisis de lluvias se fundamentó en la determinación de intensidades de precipitación asociadas a diferentes periodos de retorno, las cuales fueron empleadas como insumo para la estimación de caudales máximos.

Las precipitaciones adoptadas corresponden a eventos de lluvia extremos, definidos a partir de curvas Intensidad–Duración–Frecuencia (IDF), las cuales permiten relacionar la intensidad de la lluvia con su duración y frecuencia de ocurrencia. Dichas precipitaciones fueron seleccionadas de acuerdo con el período de retorno considerado para el diseño hidráulico de las obras proyectadas.

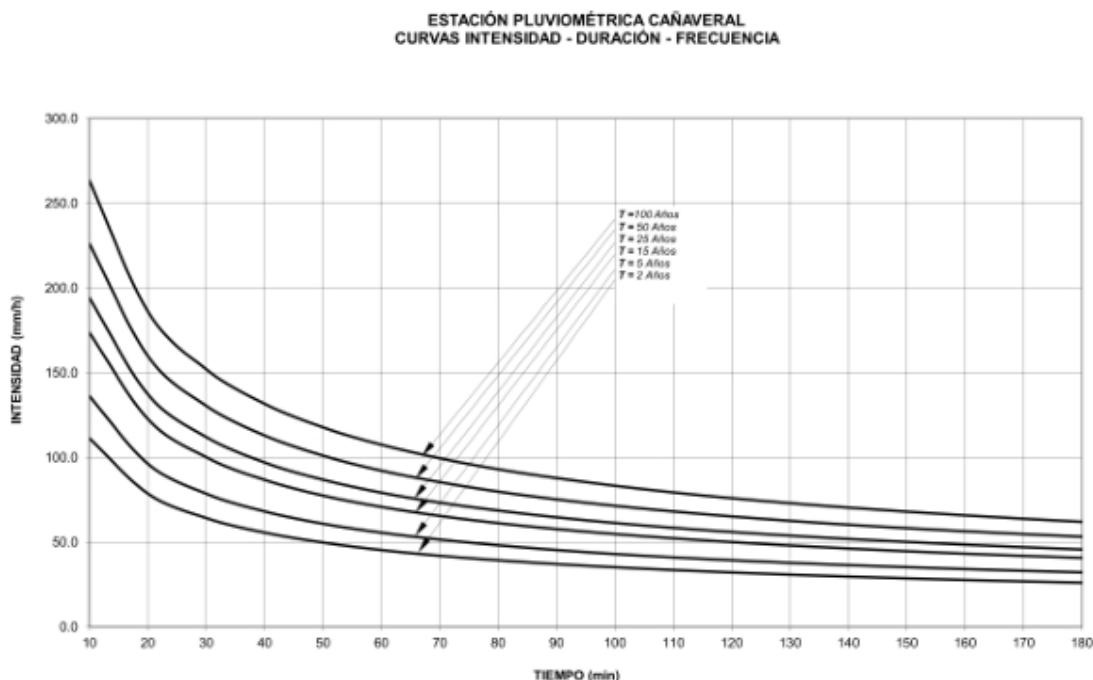
La información de precipitaciones así definida se incorporó en el modelo hidrológico para la estimación de la escorrentía superficial generada en la cuenca aportante, sirviendo como base para el dimensionamiento hidráulico del box culvert, el canal de conducción y la estructura de descarga proyectados.



Cuadro No. 7 - Curvas IDF (mm/h) Estación Aeropuerto Rafael Nuñez.

Tiempo (min)	Periodo de Retorno (Años)					
	2	5	15	25	50	100
10	113.1	138.3	176.1	197.1	229.6	267.4
20	80.0	97.8	124.5	139.4	162.3	189.1
30	65.3	79.9	101.7	113.8	132.5	154.4
40	56.5	69.2	88.1	98.5	114.8	133.7
50	50.6	61.9	78.8	88.1	102.7	119.6
60	46.2	56.5	71.9	80.5	93.7	109.2
70	42.7	52.3	66.6	74.5	86.8	101.1
80	40.0	48.9	62.3	69.7	81.2	94.5
90	37.7	46.1	58.7	65.7	76.5	89.1
100	35.8	43.7	55.7	62.3	72.6	84.5
110	34.1	41.7	53.1	59.4	69.2	80.6
120	32.6	39.9	50.8	56.9	66.3	77.2
130	31.4	38.4	48.9	54.7	63.7	74.2

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]



Cuadro No. 8 - Curvas IDF (mm/h) Estación Cañaveral.

Tiempo (min)	Período de Retorno (Años)					
	2	5	15	25	50	100
10	111.4	136.3	173.5	194.2	226.2	263.4
20	78.8	96.4	122.7	137.3	159.9	186.3
30	64.3	78.7	100.2	112.1	130.6	152.1
40	55.7	68.1	86.8	97.1	113.1	131.7
50	49.8	60.9	77.6	86.8	101.1	117.8
60	45.5	55.6	70.8	79.3	92.3	107.5
70	42.1	51.5	65.6	73.4	85.5	99.6
80	39.4	48.2	61.4	68.7	80.0	93.1
90	37.1	45.4	57.8	64.7	75.4	87.8
100	35.2	43.1	54.9	61.4	71.5	83.3
110	33.6	41.1	52.3	58.5	68.2	79.4
120	32.2	39.3	50.1	56.1	65.3	76.0
130	30.9	37.8	48.1	53.9	62.7	73.1
140	29.8	36.4	46.4	51.9	60.4	70.4
150	28.8	35.2	44.8	50.1	58.4	68.0
160	27.9	34.1	43.4	48.5	56.5	65.9
170	27.0	33.1	42.1	47.1	54.9	63.9
180	26.3	32.1	40.9	45.8	53.3	62.1

3.3.4. MORFOMETRÍA DE LAS CUENCAS AFERENTES AL PROYECTO

La caracterización morfométrica de las cuencas aferentes al proyecto se realizó con el fin de identificar sus principales características físicas y geométricas, las cuales influyen directamente en el comportamiento hidrológico y en la generación de escorrentía superficial. Este análisis constituye un insumo fundamental para la estimación de caudales de diseño y el dimensionamiento de las obras hidráulicas proyectadas.

Para tal efecto, se llevó a cabo la delimitación de la cuenca y subcuencas de aporte mediante el uso de información cartográfica, modelos digitales de elevación y la identificación del sistema de drenaje superficial existente. A partir de esta delimitación se determinaron parámetros morfométricos tales como el área de drenaje, la longitud del cauce principal, la pendiente media de la cuenca, la pendiente del cauce y la forma de la cuenca. La Imagen No. 3 presenta la delimitación de las cuencas aferentes al proyecto y la identificación del sistema de drenaje superficial, a partir de la cual se determinaron los principales parámetros morfométricos empleados en el estudio.

Los parámetros morfométricos obtenidos permiten evaluar la respuesta hidrológica de las cuencas aferentes frente a eventos de precipitación, particularmente en términos de velocidad de escorrentía, tiempo de concentración y potencial de generación de caudales máximos. Estas variables fueron

[CODIGO-QR]

[URL-DOCUMENTO]

incorporadas en el estudio hidrológico como base para la modelación de la escorrentía y la definición de los escenarios de diseño adoptados para el proyecto.



3.3.4.1. CARACTERISTICAS MORFOMETRICAS DE LA CUENCA ANALIZADA

A continuación, se presentan, en los Cuadros No. 3 y 4, las características morfométricas de las cuencas analizadas, las cuales constituyen un insumo para el análisis hidrológico del proyecto.

Cuadro No. 3 - Características Morfométricas Área de Drenaje Menor a 2.5 km ²											
Nombre	Área Cuenca (km ²)	Longitud del Cauce (km)	Pendiente Media de la Cuenca (%)	Desnivel Altitudinal (m)	Pendiente del Cauce (m/m)	Perímetro Cuenca (km)	Índice de Gravelius o Coeficiente Compacidad (kc)	Índice de Alargamiento	Longitud Axial de la Hoya (km)	Ancho Medio de la Hoya (km)	Factor de Forma (kf)
Escorrentía Antrópica	0.08	0.20	4.97	7.25	0.0286	1.25	1.23	2.36	0.44	0.19	0.42

Fuente: Elaboración Propia.

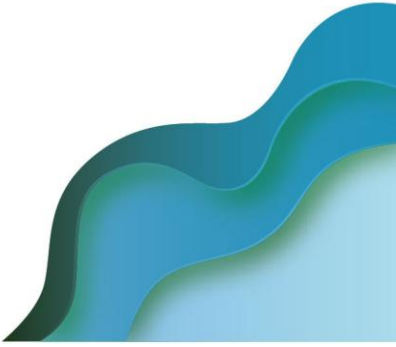
Cuadro No. 4 - Características Morfométricas Área de Drenaje Mayor a 2.5 km ²											
Nombre	Área Cuenca (km ²)	Longitud del Cauce (km)	Pendiente Media de la Cuenca (%)	Desnivel Altitudinal (m)	Pendiente del Cauce (m/m)	Perímetro Cuenca (km)	Índice de Gravelius o Coeficiente Compacidad (kc)	Índice de Alargamiento	Longitud Axial de la Hoya (km)	Ancho Medio de la Hoya (km)	Factor de Forma (kf)
Arroyo Matute	16.12	6.94	7.67	103.85	0.0083	21.08	1.47	4.06	8.09	1.99	0.25

Fuente: Elaboración Propia.

3.3.5. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Cuando se utilizan modelos lluvia escorrentía, se debe suponer que el caudal máximo ocasionado por una determinada intensidad del aguacero de diseño sobre un área de drenaje específico se genera cuando el referido aguacero se prolonga durante un período de tiempo igual al tiempo que tarda el flujo en concentrarse en el punto bajo en consideración. Técnicamente, se define este último como el tiempo de concentración (Tc), el cual es el tiempo requerido para que la escorrentía superficial llegue al punto bajo consideración desde la parte más apartada del área de drenaje.

De acuerdo con las referencias bibliográficas (1) a (6) para el tiempo de concentración, se han analizado seis (6) fórmulas:



[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

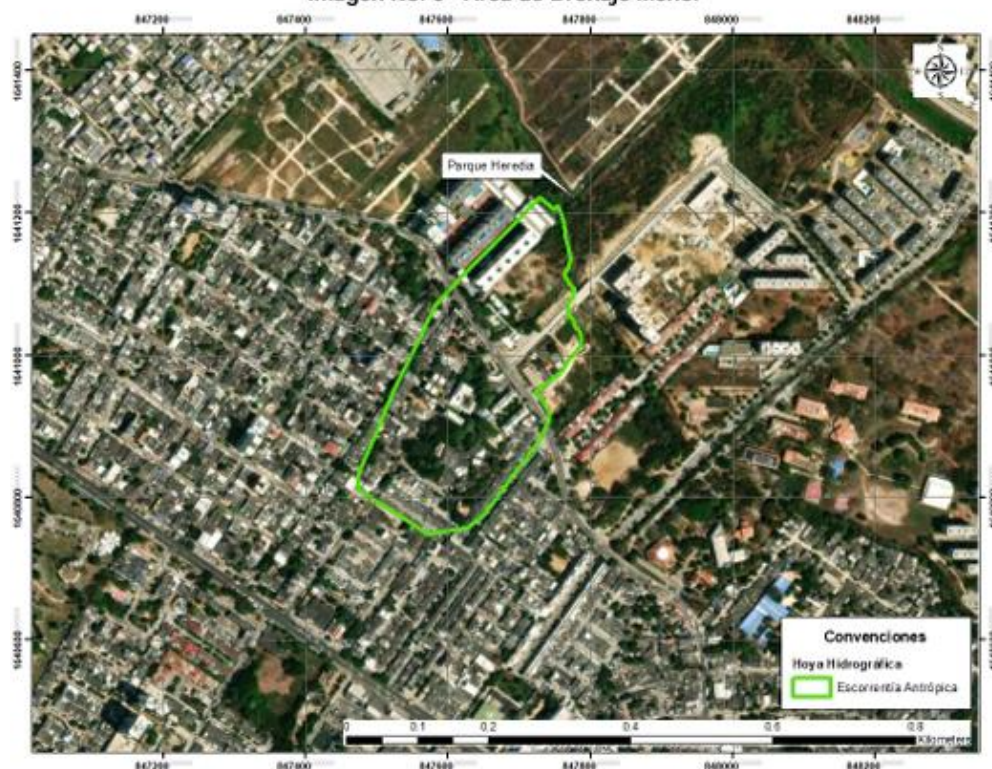
Cuadro No. 9 - Tiempos de Concentración (Minutos)

Nombre	Área Cuenca (km²)	Giandotti	Vt Chow	Cuerpo de Ingenieros	Williams	Johnstone v Cross	Hathaway	Tc Selec
Arroyo Matute	16.12	261.96	262.39	182.05	198.13	242.24	203.25	222.75
Escorrentia Antrópica	0.08	45.15	18.29	9.75	7.60	30.24	29.09	23.69

3.3.6. HIDROLOGÍA HOYAS HIDROGRÁFICAS MENORES

Como se mencionó previamente, en el análisis morfométrico se identificó una hoya hidrográfica menor, es decir, con un área de drenaje inferior o inclusive igual a 2.5 km², la cual corresponde a la escorrentía antrópica y se puede evidenciar en la Imagen No. 6 y en el Plano No. 1. El área de drenaje de esta cuenca se presentó en el Cuadro No. 3, dadas sus características se considera adecuado emplear el Método Racional. La expresión para el cálculo para los caudales máximos instantáneos obtenidos mediante la metodología seleccionada tiene la siguiente forma:

Imagen No. 6 - Área de Drenaje Menor



$$Q = 0.2778(C * i * A)$$

En donde:

Q: Caudal pico de aguas lluvias, m^3/s .

C: Coeficiente de escorrentía, valor adimensional

i: Intensidad de precipitación, mm/h.

A: Área tributaria. Km².

3.3.7. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (C)

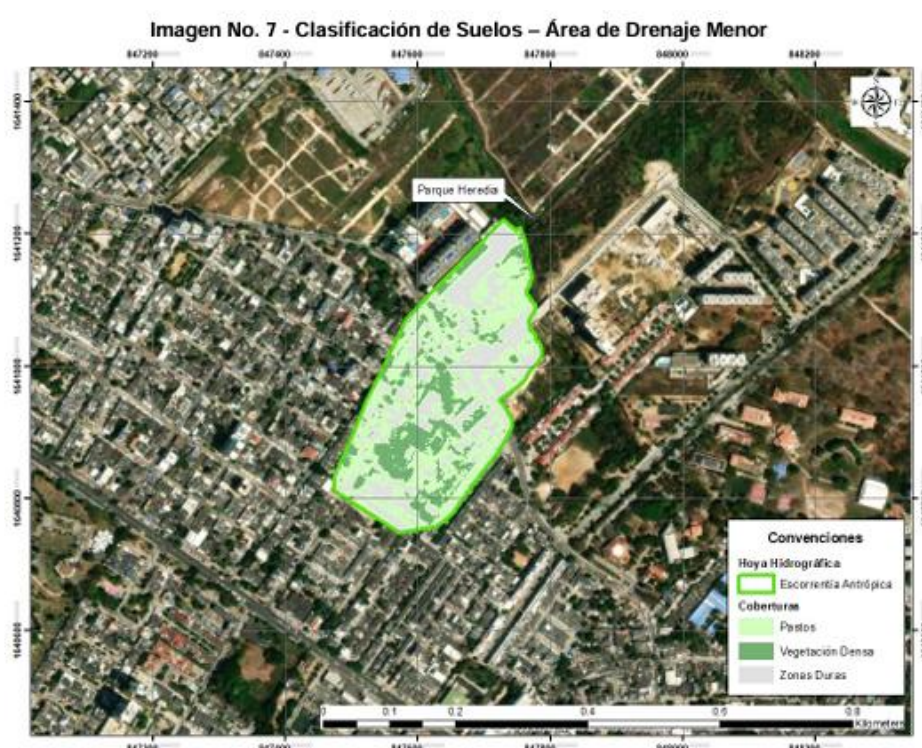
En el marco de la evaluación del estudio hidrológico presentado en el informe, se revisó el coeficiente de escorrentía empleado para la estimación de los caudales de diseño mediante el método racional considerando su incidencia directa en los resultados obtenidos y en el dimensionamiento de las obras proyectadas.

El coeficiente de escorrentía adoptado por el consultor se definió con base en las condiciones físicas y de uso del suelo de las hoyas hidrográficas menores que aportan al proyecto, las cuales presentan un entorno intervenido, con superficies parcialmente impermeabilizadas y una respuesta hidrológica rápida frente a eventos de precipitación intensa. Estas características son coherentes con la aplicación del Método Racional para cuencas de pequeña extensión.

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

Desde el punto de vista técnico, el coeficiente de escorrentía utilizado se considera consistente con las condiciones actuales del área de drenaje y adecuado para la estimación de los caudales máximos de diseño, en la medida en que se mantengan las condiciones de cobertura y uso del suelo evaluadas en el estudio. No obstante, se advierte que variaciones en los niveles de impermeabilización o en la configuración del drenaje superficial podrían modificar de manera significativa la respuesta hidrológica de las hoyas aferentes, por lo que cualquier cambio deberá ser objeto de una actualización del análisis hidrológico.

En consecuencia, el coeficiente de escorrentía empleado constituye un parámetro técnicamente válido para sustentar los caudales de diseño que soportan el dimensionamiento hidráulico de las obras objeto del permiso de ocupación de cauce, bajo las condiciones actuales del área de estudio.



Cuadro No. 10 - Valores de Coeficiente de Escorrentía – Área de Drenaje Menor

Hoya	Tipo de Superficie	C	Porcentaje de Influencia (%)	C Ponderado
Escorrentía Antrópica	Zonas de Pastos	0.4	47.9%	0.5
	Zonas de Vegetación Densa	0.3	21.1%	
	Zonas Duras	0.9	31.0%	

3.3.8. CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS MÉTODO RACIONAL

Finalmente, se calculan los valores de los caudales máximos instantáneos para las hoyas menores, con periodos de retorno variables entre 2 y 100 años, utilizando la Fórmula Racional. Los resultados se presentan en el Cuadro No. 11.

Cuadro No. 11 - Caudales Máximos Instantáneos – Método Racional (m³/s)

Hoya	Área cuenca (km²)	Tiempo de Concentración (min)	Método Hantush (mm/hr)						C	Método Rational (mm/hr)			CAUDAL (m³/s)			
			T= 2 Años	T= 5 Años	T= 15 Años	T= 25 Años	T= 50 Años	T= 100 Años		T= 2 Años	T= 5 Años	T= 15 Años	T= 25 Años	T= 50 Años	T= 100 Años	
Escorrentía Antrópica	0.08	23.69	73.5	89.9	114.4	128.1	149.1	173.7	0.5	0.8	1.0	1.3	1.4	1.7	2.0	

3.3.9. HIDROLOGÍA HOYAS HIDROGRÁFICAS MAYORES

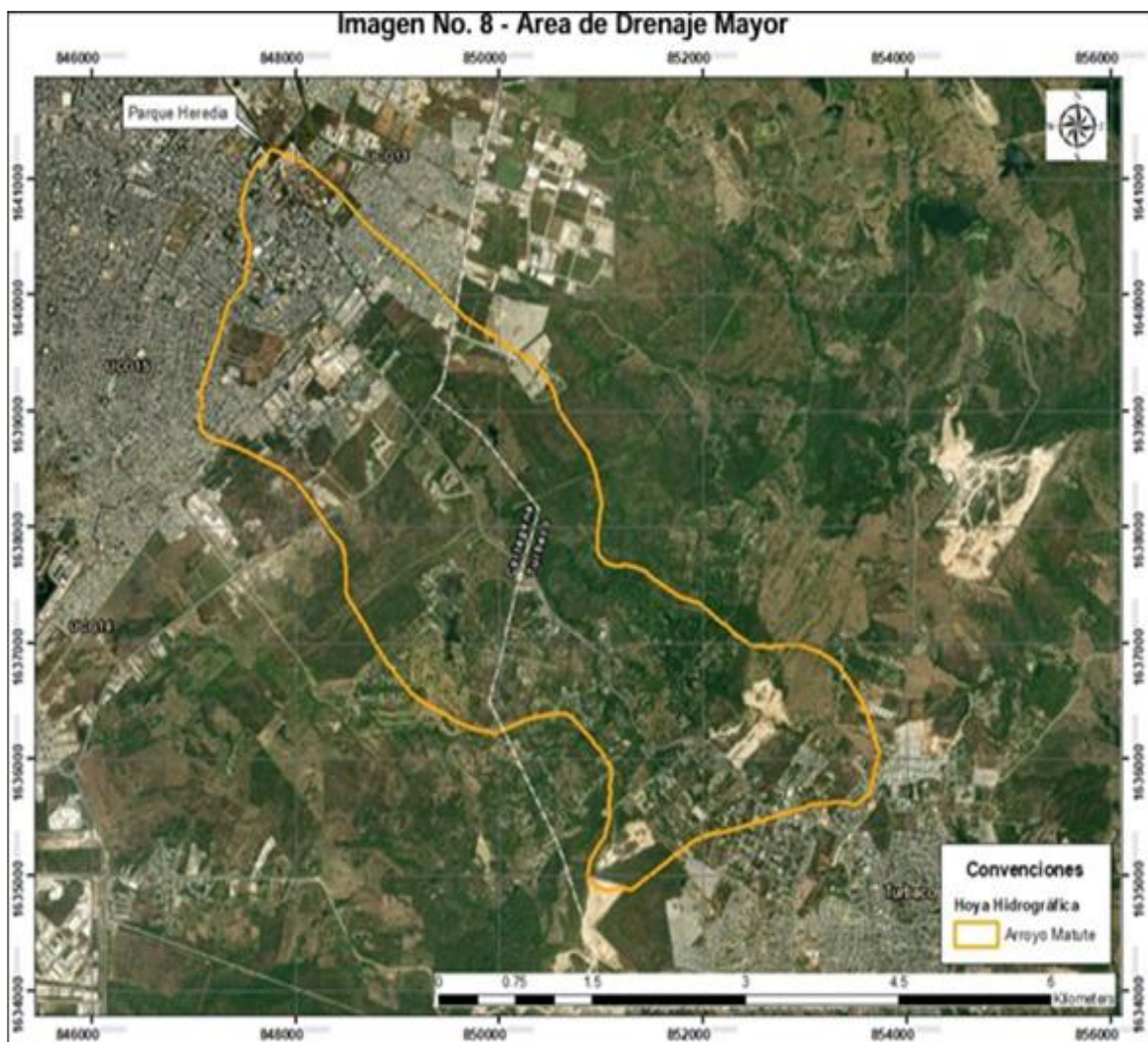
En el marco de la evaluación del estudio hidrológico presentado, se analizó el comportamiento hidrológico de las hoya hidrográficas mayores que inciden en el área del proyecto, con énfasis en

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

el cuerpo de agua receptor y en la dinámica de escorrentía asociada a áreas de drenaje de mayor extensión.

El análisis desarrollado por el consultor aborda las características generales de la cuenca de mayor escala, incorporando parámetros hidrológicos fundamentales como el área de drenaje, la longitud del cauce principal, la pendiente media y el régimen de precipitaciones. Estos elementos permiten contextualizar el comportamiento hidrológico regional y evaluar su influencia sobre el sistema hidráulico proyectado, así como la capacidad del cauce receptor para admitir los caudales derivados de las intervenciones propuestas. Desde el punto de vista técnico, la consideración de las hoyas hidrográficas mayores resulta pertinente para una evaluación integral del proyecto, en la medida en que posibilita verificar que la descarga de las obras proyectadas se realiza sobre un sistema con continuidad hidráulica y con capacidad de conducción acorde con los caudales generados, tanto aguas arriba como aguas abajo del punto de entrega.

En este sentido, el análisis hidrológico de las hoyas hidrográficas mayores, articulado con el estudio de las hoyas hidrográficas menores, constituye un soporte técnico adecuado para la evaluación del comportamiento hidrológico del área de influencia y para la verificación de la compatibilidad de las obras proyectadas con la dinámica del cauce receptor.

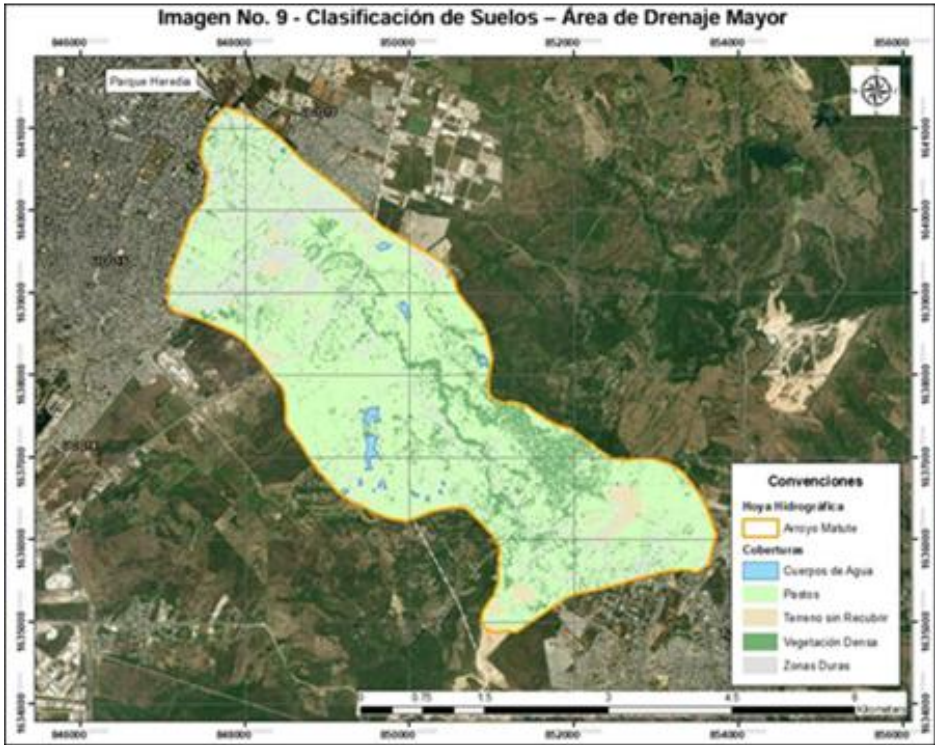


3.3.10. VALOR DE NÚMERO DE CURVA (CN)

El valor CN corresponde a un valor variable entre 1 y 100, el cual se determina de acuerdo con lo estipulado en la referencia bibliográfica (1) y ponderación matemática. El valor de CN finalmente se determinó tomando en cuenta las coberturas y su área ponderada para la zona de estudio. Su clasificación y valores se presentan en la Imagen No. 9 y el Cuadro No. 12.

[CODIGO-QR]

[URL-DOCUMENTO]



Cuadro No. 12 - Valor Número de Curva (CN) - Área de Drenaje Mayor

Hoya	Tipo de Superficie	CN	Porcentaje de Influencia (%)	CN Ponderado
Arroyo Matute	Zonas de Vegetación Densa	60	14.01%	73
	Terreno Sin Recubrir	82	2.80%	
	Pastos	69	67.96%	
	Cuerpos de Agua	99	0.71%	
	Zonas Duras	98	14.52%	

3.3.11. MODELO HIDROLÓGICO HEC-HMS

De acuerdo con el Informe, la modelación hidrológica de crecientes fue desarrollada mediante el software HEC-HMS versión 4.10, empleando el enfoque de hidrograma unitario afectado por la escorrentía directa generada por la precipitación efectiva en cada intervalo del hietograma. El hidrograma total se obtuvo mediante la suma de las ordenadas de los hidrogramas unitarios desplazados en el tiempo. El estudio indica expresamente que no se incorporó caudal base, debido a la ausencia de información para su estimación y a su baja incidencia relativa frente al caudal pico. El modelo HEC-HMS se describe como un sistema computacional diseñado para simular la escorrentía superficial en respuesta a eventos de precipitación, representando la cuenca como un sistema interconectado de componentes hidrológicas e hidráulicas. Cada componente representa procesos de transformación lluvia escorrentía dentro de subhoyas, canales o embalses, definidos mediante parámetros físicos y relaciones matemáticas que describen su comportamiento.

La estructura del modelo considera la subdivisión de la hoya hidrográfica en subhoyas y una red interconectada de canales, definida a partir de cartografía topográfica e información geográfica disponible, lo que permite establecer el número, tipo e interrelación de los elementos de tránsito.

Dentro de las componentes del modelo se incluye la escorrentía superficial del terreno, en la cual el dato de entrada corresponde al hietograma de precipitación total. La precipitación efectiva se determina descontando las pérdidas por infiltración, almacenamiento superficial, interceptión y detención, las cuales pueden estimarse mediante distintos métodos, entre ellos: pérdida inicial y tasa uniforme, tasa exponencial, método de Curva Número (CN) del SCS, Holtan y Green-Ampt. Los excesos de lluvia efectiva son posteriormente transformados en hidrogramas mediante técnicas de hidrograma unitario u onda cinemática. El modelo contempla además componentes de tránsito en canales, utilizadas para representar la propagación y transformación de la onda de creciete a lo largo de tramos definidos, con base en las características geométricas y de rugosidad del canal.

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

Entre los métodos de tránsito disponibles se mencionan Muskingum, Muskingum-Cunge, onda cinemática, pulso modificado, trabajo R-D y tránsito nivel-almacenamiento, aplicados sobre tramos independientes en dirección aguas arriba aguas abajo.

Asimismo, se describe la componente de tránsito en embalses, la cual opera recibiendo hidrogramas de entrada y efectuando su enrutamiento mediante relaciones nivel-almacenamiento y métodos de tránsito definidos por el modelo. Finalmente, el informe menciona la componente de desviación como parte de las capacidades del programa HECHMS; no obstante, señala expresamente que esta y otras componentes adicionales no fueron utilizadas en la modelación específica desarrollada para el estudio, incluyéndose únicamente con fines descriptivos de las funcionalidades del software.

3.3.12. CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS

Los caudales máximos instantáneos del arroyo Matute fueron determinados a partir de los hidrogramas de creciente generados mediante la modelación hidrológica. Para tal efecto, se extrajeron los valores pico de cada hidrograma simulado, correspondientes a periodos de retorno comprendidos entre 2 y 100 años, con el propósito de representar las condiciones hidráulicas más críticas que pueden presentarse en la corriente.

El análisis se desarrolló para el área de drenaje mayor asociada al arroyo Matute, considerando un área de cuenca de 16,12 km², un factor de lluvia espacial de 0,85, un tiempo de concentración seleccionado de 222,75 minutos y un número de curva (CN) de 73.

Como resultado de la modelación, se obtuvieron los siguientes caudales máximos instantáneos de diseño: para un periodo de retorno de 2 años, 13,36 m³/s; para 5 años, 20,66 m³/s; para 15 años, 33,05 m³/s; para 25 años, 40,45 m³/s; para 50 años, 52,49 m³/s; y para 100 años, 67,15 m³/s. Estos valores corresponden a los picos de los hidrogramas simulados y constituyen la base hidrológica empleada para la evaluación de capacidad y la verificación hidráulica de las estructuras proyectadas sobre el cauce.

Cuadro No. 21 - Caudales Máximos Instantáneos Área de Drenaje Mayor										
Hoya	Área Cuenca (km²)	Factor de Lluvia Espacial	Tiempo de Concentración Seleccionado (min)	CN	Caudal (m³/s)					
					T= 2 Años	T= 5 Años	T= 15 Años	T= 25 Años	T= 50 Años	T= 100 Años
Arroyo Matute	16.12	0.85	222.75	73	13.36	20.66	33.05	40.45	52.49	67.15

3.4. ESTUDIO HIDRAULICO EN CONDICION NATURAL

De acuerdo con el estudio hidráulico en condición natural del arroyo Matute fue desarrollado mediante modelación hidráulica unidimensional de flujo gradualmente variado, con el propósito de caracterizar el comportamiento del cauce en su estado actual, sin la incorporación de las obras proyectadas, y establecer así el escenario base de referencia para la evaluación de la intervención solicitada.

$$Z_1 + Y_1 + \left(\frac{V_1^2}{2g}\right) = Z_2 + Y_2 + \left(\frac{V_2^2}{2g}\right) + h$$

- En donde:
- Z: Nivel del fondo del canal aguas arriba (1) y abajo (2) del tramo, denominado este término cabeza de posición, en m.
 - Y: Lámina de agua aguas arriba (1) y abajo (2) del tramo, denominado este término cabeza de presión, en m.
 - V²/2g: Cabeza de velocidad aguas arriba (1) y abajo del tramo (2), denominado este término cabeza de velocidad, en m.
 - h: Pérdidas de energía en el tramo, dividiéndose en pérdidas por fricción y localizadas, en m.

La estimación de las pérdidas de energía por fricción a lo largo de cada tramo modelado se realiza a partir de la pendiente de la línea de energía, calculada entre secciones consecutivas. Para flujo

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

gradualmente variado, la pérdida por fricción en un tramo de longitud se expresa como el producto de la pendiente de energía media del tramo por su longitud, conforme a la siguiente relación:

$$h_f = \left(\frac{Se_1 + Se_2}{2} \right) L$$

Donde Se1 y Se2 corresponden a las pendientes de energía en las secciones aguas arriba y aguas abajo, respectivamente. Esta formulación permite representar la disipación progresiva de energía del flujo a lo largo del canal, en coherencia con la aproximación de flujo gradualmente variado implementada en el modelo hidráulico.

La determinación de la pendiente de la línea de energía se realiza con base en la formulación de Manning, la cual relaciona la resistencia hidráulica del canal con la velocidad media del flujo y el radio hidráulico. Esta pendiente de fricción se expresa como:

$$Se = \left(\frac{n^2 V^2}{R^{\frac{4}{3}}} \right)$$

Donde:

corresponde al coeficiente de rugosidad de Manning

es la velocidad media del flujo

es el radio hidráulico de la sección

Esta relación permite cuantificar la pendiente de energía asociada a las pérdidas por fricción, parámetro necesario para el cálculo del perfil de lámina de agua en flujo gradualmente variado. A partir de esta pendiente de energía, las pérdidas por fricción en cada tramo se estiman como función de la pendiente media y la longitud del tramo analizado.

La modelación se construyó a partir de la geometría hidráulica obtenida mediante levantamiento topográfico y batimétrico del tramo de estudio, incorporando secciones transversales representativas, perfil longitudinal del cauce y la configuración morfológica observada en campo.

Esta información fue integrada al modelo junto con la asignación de coeficientes de rugosidad del lecho y de las márgenes, definidos de acuerdo con las coberturas, materiales y condiciones físicas presentes en el canal.

Como condición de entrada hidráulica se emplearon los caudales máximos instantáneos obtenidos en la modelación hidrológica para distintos periodos de retorno, lo que permitió simular el comportamiento de la lámina de agua ante eventos de creciente de diferente magnitud. A partir de estas simulaciones se generaron perfiles longitudinales de la superficie del agua, líneas de energía, distribución de tirantes hidráulicos y campos de velocidad a lo largo del tramo analizado.

Los resultados evidencian que la respuesta hidráulica del cauce presenta variaciones espaciales asociadas a cambios de geometría, pendiente y sección efectiva de flujo, lo que se traduce en diferencias en los niveles de lámina de agua y en la magnitud de las velocidades. En particular, el modelo permite identificar sectores donde se concentran mayores profundidades hidráulicas y mayores velocidades medias, los cuales corresponden a zonas de mayor exigencia hidráulica y, por tanto, con mayor susceptibilidad a procesos de erosión de fondo y socavación local de márgenes.

El análisis desarrollado en condición natural permite además verificar la capacidad hidráulica actual del cauce frente a los caudales de creciente evaluados, así como reconocer posibles zonas de control hidráulico y tramos sensibles a incrementos de nivel ante variaciones de caudal. Esta caracterización constituye un insumo fundamental para la evaluación técnica del permiso de ocupación de cauce, ya que establece la línea base contra la cual deben compararse los escenarios con intervención, permitiendo determinar si las obras proyectadas generan sobre elevaciones de la lámina de agua, pérdidas de capacidad hidráulica o alteraciones relevantes en el régimen de flujo.

Desde el punto de vista técnico, la modelación en condición natural se considera metodológicamente adecuada como escenario de referencia, en la medida en que integra la geometría levantada en campo, los parámetros hidráulicos representativos y los caudales de diseño derivados del análisis

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

hidrológico. Sus resultados permiten sustentar la evaluación comparativa posterior y soportar la toma de decisiones respecto a la viabilidad hidráulica de las estructuras propuestas dentro del cauce.

3.4.1. RESULTADO DE LA MODELACIÓN

Los análisis hidráulicos se desarrollaron con base en los levantamientos de campo y en las secciones transversales del arroyo obtenidas mediante levantamiento topográfico y batimétrico, las cuales se presentan en el Anexo No. 7 del informe. Esta información sirvió como insumo para la construcción de la geometría del modelo hidráulico y la simulación del comportamiento del flujo a lo largo del tramo evaluado.

Los resultados de la modelación hidráulica se presentan para cada sección transversal considerada e incluyen, entre otros, los siguientes parámetros:

- Abscisa de la sección
- Caudal total circulante
- Cota mínima de fondo
- Nivel de la lámina de agua
- Lámina de agua máxima en la sección
- Nivel de profundidad crítica
- Nivel de la línea de energía
- Pendiente de la línea de energía
- Velocidad promedio del flujo
- Área hidráulica
- Ancho de la superficie libre del agua
- Número de Froude. En conjunto

estos parámetros permiten caracterizar el régimen hidráulico y las condiciones de flujo en cada punto modelado del cauce.

3.4.1.1. MODELACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS

El informe resalta de manera particular la abscisa K0+160, correspondiente al arroyo Matute, por cuanto en dicha sección se localizará el punto de descarga de la escorrentía antrópica hacia el cauce, razón por la cual su comportamiento hidráulico reviste especial importancia dentro del análisis.

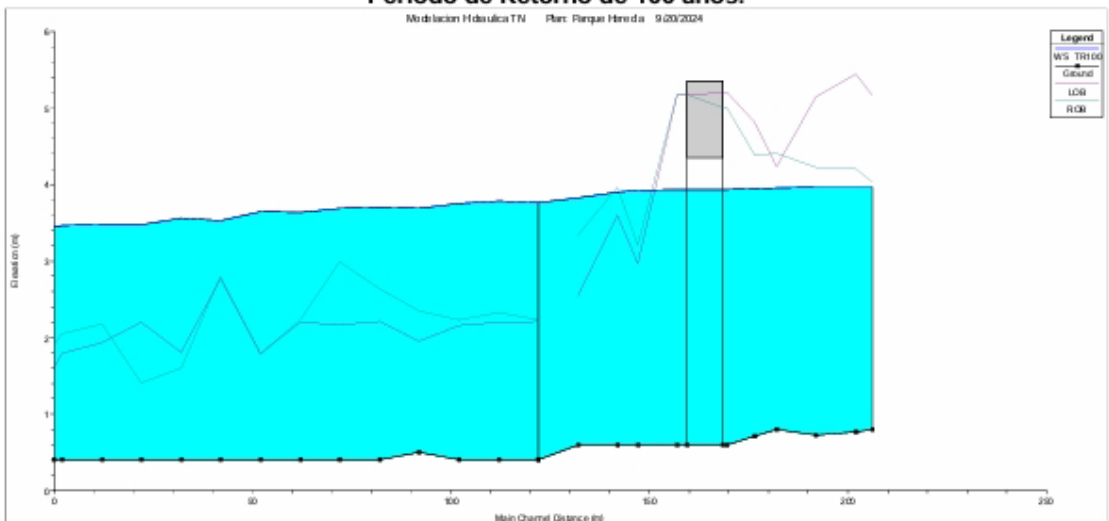
Cuadro No. 37 - Arroyo Matute - Hidráulica de Flujo Caudal Máximo Instantáneo Periodo de Retorno de 100 años.

ABSCISA	CAUDAL TOTAL (m³/s)	COTA MÍNIMA CANAL (msnm)	NIVEL LÁMINA DE AGUA (msnm)	LÁMINA AGUA MÁXIMA (m)	NIVEL PROFUNDIDAD CRÍTICA (msnm)	NIVEL LÍNEA ENERGÍA (msnm)	PENDIENTE LÍNEA DE ENERGÍA (m/m)	VELOCIDAD PROMEDIO (m/s)	ÁREA HIDRÁULICA (m²)	ANCHO SUPERFICIAL (m)	Nº FROUDE
212.06 K0+006	65.18	0.80	3.97	3.17	1.78	3.99	0.000345	0.69	94.55	35.57	0.14
210 K0+010	65.18	0.77	3.97	3.20	1.86	3.99	0.000380	0.71	92.40	36.23	0.14
200 K0+020	65.18	0.72	3.96	3.24	1.82	3.99	0.000346	0.68	96.18	37.14	0.13
190 K0+030	65.18	0.80	3.95	3.15	1.89	3.98	0.000417	0.74	88.23	33.88	0.15
180 K0+036	65.18	0.71	3.95	3.24	1.87	3.98	0.000508	0.81	80.45	29.79	0.16
170 K0+043	65.18	0.60	3.93	3.33	1.62	3.98	0.000411	0.89	72.97	28.15	0.16
165	Puente										
160 K0+055	65.18	0.60	3.93	3.33	1.74	3.97	0.000464	0.89	73.54	28.16	0.16
150 K0+065	65.18	0.60	3.92	3.32	1.85	3.96	0.000535	0.88	75.53	29.33	0.17
140 K0+070	65.18	0.60	3.90	3.30	2.12	3.96	0.000906	1.04	63.02	26.88	0.21
130 K0+080	65.18	0.60	3.82	3.22	2.45	3.94	0.001932	1.52	43.28	18.56	0.31
120 K0+090	67.15	0.40	3.77	3.37	2.38	3.92	0.002213	1.78	43.80	21.87	0.34
110 K0+100	67.15	0.41	3.78	3.37	2.44	3.88	0.001587	1.47	59.41	42.59	0.29
100 K0+110	67.15	0.40	3.76	3.36	2.31	3.86	0.001686	1.56	60.28	52.42	0.29
90 K0+120	67.15	0.50	3.68	3.18	2.69	3.84	0.002949	1.92	52.94	55.55	0.38
80 K0+130	67.15	0.40	3.70	3.30	2.46	3.80	0.001780	1.54	67.93	75.82	0.29
70 K0+140	67.15	0.40	3.69	3.29	2.53	3.77	0.001793	1.50	75.34	86.78	0.29

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

64.97 KO+150	67.15	0.41	3.63	3.22	2.70	3.75	0.002598	1.72	55.90	57.39	0.36
55.03 KO+160	67.15	0.41	3.65	3.24	2.45	3.72	0.001401	1.40	71.12	44.98	0.27
42.61 KO+170	67.15	0.40	3.53	3.13	2.48	3.69	0.003085	1.78	41.31	35.23	0.39
35.6 KO+180	67.15	0.40	3.55	3.15	2.48	3.65	0.001763	1.58	64.31	43.38	0.30
30 KO+190	67.15	0.40	3.48	3.08	2.62	3.62	0.003117	1.97	49.16	31.23	0.39
20 KO+200	67.15	0.40	3.48	3.08	2.31	3.58	0.001893	1.51	52.48	28.94	0.31
10 KO+210	67.15	0.40	3.47	3.07	2.09	3.56	0.001557	1.48	54.80	28.25	0.28
5.88 KO+212	67.15	0.40	3.45	3.05	2.27	3.56	0.001893	1.65	52.25	27.32	0.31

Figura No. 15 - Perfil Arroyo Matute en la Zona de Estudio - Caudal Máximo Instantáneo
Periodo de Retorno de 100 años.



Teniendo en cuenta los resultados presentados en el Cuadro No. 37 y la Figura No. 15, la modelación hidráulica del arroyo Matute para el caudal máximo instantáneo asociado al periodo de retorno de 100 años evidencia un comportamiento de flujo gradualmente variado a lo largo del tramo evaluado, con variaciones espaciales en la profundidad, la velocidad y la energía específica del flujo.

Para este escenario de creciente, el caudal modelado se sitúa en un rango de 65,18 a 67,15 m³/s a lo largo del tramo, mostrando consistencia con el caudal máximo instantáneo obtenido en la modelación hidrológica y adoptado como condición de entrada. Los resultados indican láminas de agua del orden de 3,05 a 3,37 m en la mayor parte de las secciones, con profundidades hidráulicas que oscilan entre 1,62 m y 2,7 m, incrementándose de manera puntual en sectores donde el modelo identifica condiciones de control hidráulico.

El perfil longitudinal de la lámina de agua presentado en la Figura No. 15 muestra una superficie hidráulica relativamente continua, con ajustes locales asociados a variaciones de la sección transversal y a la presencia de una estructura de control en el tramo medio. En este sector se observa un aumento de la profundidad y una modificación del gradiente de energía, acompañado de una redistribución de las velocidades, comportamiento consistente con un efecto de remanso local.

Las velocidades promedio del flujo varían entre 0,68 m/s y 1,97 m/s a lo largo del tramo modelado, registrándose los valores más altos en secciones con menor área hidráulica efectiva y mayores pendientes de la línea de energía. Estos sectores concentran también mayores esfuerzos cortantes, lo que implica un incremento en el potencial de erosión y socavación local.

El área hidráulica calculada presenta variaciones significativas entre secciones, con valores entre 30 m² y más de 90 m², lo cual refleja cambios geométricos del cauce. De igual forma, el ancho superficial del flujo muestra variabilidad espacial, con valores cercanos entre 18,56 m y 86,78 m en algunos tramos se presentan ampliaciones esto influye directamente en la distribución de tirantes y velocidades.

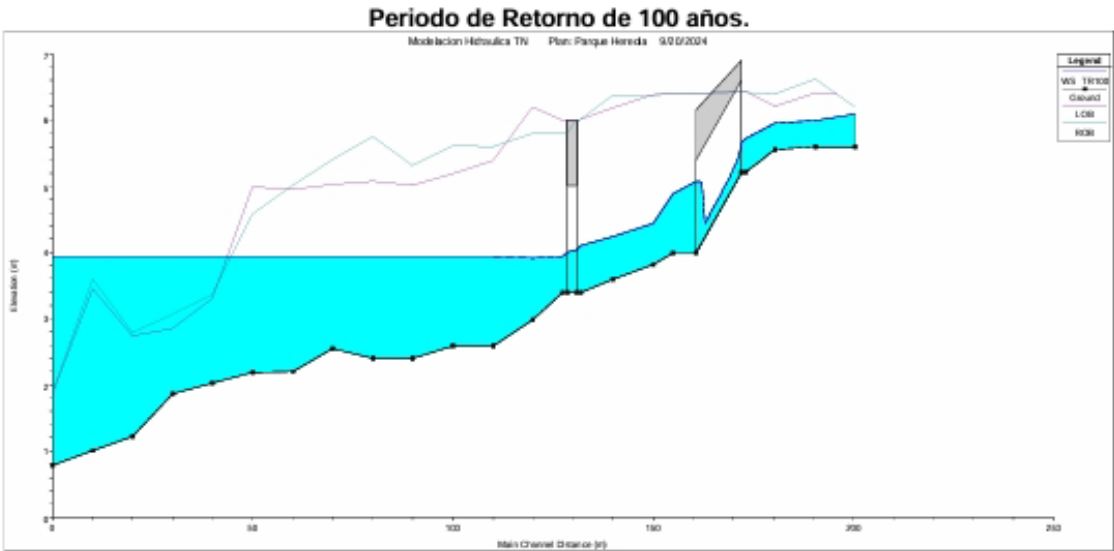
[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

Cuadro No. 38 - Escorrentía Antrópica - Hidráulica de Flujo Caudal Máximo Instantáneo

Periodo de Retorno de 100 años.											
ABSCISA	CAUDAL TOTAL (m³/s)	COTA MINIMA CANAL (msnm)	NIVEL LÁMINA DE AGUA (msnm)	LÁMINA AGUA MÁXIMA (m)	NIVEL PROFUNDIDAD CRÍTICA (msnm)	NIVEL LINEA ENERGÍA (msnm)	PENDIENTE LINEA DE ENERGÍA (m/m)	VELOCIDAD PROMEDIO (m/s)	ÁREA HIDRÁULICA (m²)	ANCHO SUPERFICIAL (m)	N° FROUDE
200 K0+000	1.97	5.60	6.10	0.50	5.92	6.11	0.001354	0.57	4.05	15.87	0.34
190 K0+010	1.97	5.60	5.99	0.39	5.95	6.08	0.007692	1.28	1.54	5.86	0.79
180 K0+020	1.97	5.56	5.95	0.39	5.86	6.01	0.004524	1.09	1.80	5.73	0.62
170 K0+027	1.97	5.21	5.72	0.51	5.72	5.95	0.010254	2.12	0.93	4.83	1.00
165	Box Culvert										
160 K0+045	1.97	3.99	4.89	0.90	4.89	5.12	0.011654	2.12	0.93	4.97	1.00
150 K0+050	1.97	3.82	4.43	0.61	4.43	4.63	0.012663	1.94	1.01	2.68	1.01
140 K0+060	1.97	3.59	4.24	0.65	4.24	4.43	0.012786	1.94	1.02	2.66	1.00
130 K0+068	1.97	3.39	4.10	0.71	4.03	4.24	0.008553	1.70	1.16	2.72	0.83
125	Puente										
120 K0+073	1.97	3.39	3.94	0.55	3.94	4.12	0.012388	1.88	1.05	2.98	1.01
110 K0+080	1.97	2.99	3.92	0.93	3.56	3.97	0.002087	1.01	1.95	3.31	0.42
100 K0+090	1.97	2.58	3.94	1.36	3.19	3.95	0.000391	0.54	3.64	4.58	0.19

ABSCISA	CAUDAL TOTAL (m³/s)	COTA MINIMA CANAL (msnm)	NIVEL LÁMINA DE AGUA (msnm)	LÁMINA AGUA MÁXIMA (m)	NIVEL PROFUNDIDAD CRÍTICA (msnm)	NIVEL LINEA ENERGÍA (msnm)	PENDIENTE LINEA DE ENERGÍA (m/m)	VELOCIDAD PROMEDIO (m/s)	ÁREA HIDRÁULICA (m²)	ANCHO SUPERFICIAL (m)	N° FROUDE
90 K0+100	1.97	2.59	3.94	1.35	3.10	3.95	0.000240	0.45	4.40	5.17	0.16
80 K0+110	1.97	2.40	3.94	1.54	2.85	3.94	0.000083	0.31	6.43	5.97	0.09
72.65 K0+120	1.97	2.40	3.94	1.54	2.97	3.94	0.000113	0.34	5.84	6.09	0.11
68.14 K0+130	1.97	2.55	3.94	1.39	2.86	3.94	0.000033	0.19	10.15	10.34	0.06
60 K0+140	1.97	2.20	3.94	1.74	2.61	3.94	0.000012	0.14	14.40	11.31	0.04
50 K0+150	1.97	2.19	3.94	1.75	2.73	3.94	0.000034	0.19	10.18	10.63	0.06
45.09 K0+160	1.97	2.03	3.94	1.91	2.41	3.94	0.000005	0.10	22.15	22.87	0.03
27.39 K0+170	1.97	1.87	3.94	2.07	2.28	3.94	0.000004	0.10	24.12	23.16	0.02
20 K0+180	1.97	1.22	3.94	2.72	1.84	3.94	0.000002	0.08	31.35	25.29	0.02
10 K0+190	1.97	1.01	3.94	2.93	1.61	3.94	0.000008	0.13	15.61	11.89	0.03
0.05 K0+200	1.97	0.78	3.94	3.16	1.43	3.94	0.000007	0.16	16.95	11.30	0.03

Figura No. 16 - Perfil Escorrentía Antrópica en la Zona de Estudio - Caudal Máximo Instantáneo



De acuerdo con el Cuadro No. 38 y la Figura No. 16, se presentan los resultados de la modelación hidráulica asociados a la escorrentía antrópica para el escenario de caudal máximo instantáneo correspondiente al periodo de retorno de 100 años. El análisis se desarrolló sobre las secciones transversales modeladas en el tramo de estudio, incorporando el aporte puntual de descarga hacia el arroyo Matute.

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

Los resultados indican que el caudal total asociado a la escorrentía antrópica modelada corresponde a 1,97 m³/s en todas las secciones transversales evaluadas, lo que evidencia que el escenario fue simulado como un aporte puntual constante dentro del modelo hidráulico. Para cada sección transversal se reportan la cota mínima de fondo, el nivel de la lámina de agua, la profundidad hidráulica, el nivel de energía, la pendiente de la línea de energía, la velocidad media, el área hidráulica, el ancho superficial y el número de Froude, parámetros que permiten caracterizar de manera integral la respuesta hidráulica local frente a ese aporte.

El perfil longitudinal presentado en la Figura No. 16 muestra la variación espacial de la lámina de agua y de la línea de energía a lo largo del tramo modelado, con ajustes locales asociados a cambios geométricos del cauce y a la presencia de estructuras existentes, tales como box culvert y puente, que actúan como controles hidráulicos puntuales. En estos sectores se observan modificaciones en el gradiente de energía y en la distribución de profundidades. Las velocidades medias calculadas presentan variabilidad espacial, con valores menores en secciones de mayor área hidráulica y aumentos puntuales en tramos con secciones más restringidas. Los números de Froude reportados son predominantemente menores que la unidad, lo que indica un régimen de flujo subcrítico en la mayor parte del tramo modelado bajo este escenario de aporte antrópico.

3.5. ESTUDIOS HIDRÁULICO CON CONDICIÓN MODIFICADA

En este capítulo se presentan los análisis hidráulicos para el dimensionamiento del canal de desviación, correspondiente a la escorrentía antrópica, con el fin de que este se adecue al planteamiento urbanístico presentado por Amarillo S.A.S en el Anexo No. 1. Se definirá el alineamiento del canal y así mismo, se dimensionará la sección del canal y se verificará mediante modelación hidráulica.

3.5.1. CAUDAL DE DISEÑO

El diseño del canal proyectado en el predio donde se desarrollará el proyecto Parque de Heredia se fundamenta en la adopción de un periodo de retorno de 100 años como criterio de diseño hidráulico, con el propósito de mitigar la amenaza y el riesgo de inundación asociados a la conducción de la escorrentía generada y asegurar la concordancia con lineamientos técnicos vigentes. Como soporte de este criterio, el estudio cita la norma NS-085 de la Empresa de Acueducto de Bogotá (EAB), aplicable a la adecuación de ríos y quebradas. Bajo este enfoque, el informe establece un caudal de diseño de 2,00 m³/s para el canal proyectado, conforme a lo presentado en el Cuadro No. 11.

El documento señala, además, que la obra de drenaje existente en el punto de ingreso de la escorrentía antrópica al predio funciona como elemento de control hidráulico; por tanto, se indica la necesidad de verificar su capacidad con base en las normas aplicables, a fin de garantizar condiciones adecuadas de funcionamiento y la protección del desarrollo propuesto.

Si bien la referencia bibliográfica citada (14) en el numeral 2.4.3 establece que las obras de cruce para drenaje vial en corrientes menores suelen diseñarse para periodos de retorno entre 10 y 25 años, el estudio adopta un periodo de retorno de 100 años, en coherencia con el criterio de diseño definido para el canal proyectado.

3.5.2. VERIFICACIÓN HIDRÁULICA OBRAS DE CRUCE

La verificación de la obra de tipo Box Culvert existente a la entrada de la escorrentía antrópica al predio en estudio, sigue el lineamiento de garantizar un control de flujo crítico en la entrada de la alcantarilla y flujo libre gradualmente variado hacia aguas abajo, con dimensiones de 2.05 x 1.40 m. Para garantizar que en las alcantarillas se presente el tipo de flujo descrito, se deben cumplir con las siguientes condiciones:

$$\frac{H}{D} < 1.2$$

$$Tw < D$$

$$\frac{T_w}{Y_c} < 1$$

$$So > Sc$$

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

Donde:

- So: Pendiente de la alcantarilla, valor adimensional.
- Sc: Pendiente crítica de la alcantarilla, valor adimensional.
- Tw: Lámina de agua, aguas abajo de la alcantarilla, m.
- D: Diámetro de la alcantarilla, m.
- H: Lámina de agua inmediatamente aguas arriba de la alcantarilla, m.
- Yc: Profundidad de la lámina crítica en la alcantarilla, m.

Con base en la información presentada, la verificación hidráulica de las obras de cruce constituye un elemento técnico determinante para evaluar la viabilidad de la intervención propuesta, en la medida en que estas estructuras funcionan como puntos de control del régimen de flujo y condicionan la capacidad efectiva de transporte de caudales en el sistema de drenaje.

La evaluación desarrollada considera la geometría, cotas de entrada y salida, condiciones de control y parámetros hidráulicos de las estructuras de cruce existentes y proyectadas, contrastándolas con los caudales de diseño adoptados en la modelación hidrológica. Este enfoque es técnicamente pertinente, ya que permite identificar posibles restricciones de capacidad, efectos de remanso, sobre elevaciones de la lámina de agua y cambios en el gradiente de energía que podrían generar impactos hidráulicos aguas arriba.

La verificación de capacidad hidráulica de las obras de cruce es un requisito fundamental en escenarios donde existe incorporación de descargas puntuales de escorrentía antrópica hacia un cauce natural, dado que una estructura subdimensionada o con control hidráulico dominante puede inducir pérdidas de eficiencia hidráulica, incremento de niveles y mayor susceptibilidad a desbordamientos locales.

Cuadro No. 46 - Verificación Hidráulica Obas de Cruce

BOX CULVERT		CAUDAL DISEÑO (m³/s)	CONTROL OBRA	CONDICIONES ENTRADA			CONDICIONES SALIDA							1.2 H (m)	VERIFICACIÓN
BASE (m)	ALTURA (m)			Ke	VELOCIDAD CRÍTICA (m/s)	LÁMINA ENTRADA (m)	Ho (m)	LONGITUD OBRA (m)	Hf (m)	He (m)	Hs (m)	L*So (m)	LÁMINA ENTRADA (m)		
2.05	1.40	2.00	ENTRADA	0.5	2.12	0.80	N.A	68.64	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	1.68	OK

Teniendo en cuenta los valores Cuadro No. 46, la verificación hidráulica de la obra de cruce tipo box culvert fue desarrollada para un caudal de diseño de 2,00 m³/s, adoptado para el canal proyectado. La estructura, con sección aproximada de 2,05 m de base y 1,40 m de altura, fue evaluada bajo condición de control de entrada, lo que indica que su capacidad de descarga está gobernada por las condiciones hidráulicas en la boca de ingreso.

Los resultados de la modelación muestran una lámina de agua de entrada cercana a 1,68 m y una velocidad crítica del orden de 2,1 m/s, incorporando las pérdidas asociadas a la longitud de la obra y al coeficiente de entrada considerado. La verificación reportada como satisfactoria (OK) indica que, bajo las condiciones analizadas, la estructura presenta capacidad hidráulica suficiente para conducir el caudal de diseño sin generar sobrecargas hidráulicas, condicionada a mantener adecuada capacidad de ingreso y ausencia de obstrucciones. Además, la verificación hidráulica de la obra se complementó con la modelación hidráulica de las misma mediante el uso del software HEC-RAS, cuyas características y resultados del modelo se presentarán más adelante. En el Cuadro No. 47 se presentan las características de la obra de drenaje, las cuales se deberán mantener para garantizar un adecuado manejo hidráulico. La modelación hidráulica se presenta en el Anexo No. 9.

Cuadro No. 47 - Características Box Culvert Existente

COORDENADAS ENCOLE		COORDENADAS DESCOLE		OBRA TIPO	MATERIAL	DIMENSIÓN		LONGITUD (m)	COTA BATEA DE ENTRADA (msnm)	COTA BATEA DE SALIDA (msnm)	PENDIENTE (m/m)
NORTE	ESTE	NORTE	ESTE			BASE (m)	ALTURA (m)				
1641030.472	847646.940	1641082.131	847637.155	BOX CULVERT	CONCRETO	2.05	1.40	68.64	4.56	3.70	0.01

3.5.3. PREDIMENSIONAMIENTO DEL CANAL

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

Para el dimensionamiento del canal se ha tenido en cuenta el caudal máximo instantáneo definido para un periodo de retorno de 100 años, de acuerdo con lo establecido en la normativa vigente. Se ha utilizado la fórmula de Manning para determinación de flujo uniforme, mediante la siguiente expresión:

$$Q = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} A$$

En donde:

- Q: Caudal máximo instantáneo de diseño (m³/s)
- n: Coeficiente de rugosidad del canal (adimensional)
- R: Radio hidráulico (m)
- S: Pendiente longitudinal del canal (m/m)
- A: Área hidráulica (m²)

Para el dimensionamiento del canal de la escorrentía antrópica, se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Flujo subcrítico a lo largo de la mayoría del canal para evitar grandes velocidades en grandes tramos de canal.
- Canal excavado con sección trapezoidal y taludes laterales 1H:1V.
- Se definirá la pendiente del canal evitando números de Froude ubicados entre el intervalo de 0.90 a 1.10, impidiendo así la inestabilidad del flujo crítico.
- Realizarlo lo más superficial posible, para no tener problemas al empatar con el arroyo Matute y evitar grandes excavaciones, además de mantenerse dentro de los límites estipulados en el urbanismo presentado en el Anexo No. 1.
- Teniendo en cuenta que habrá un tramo de canal excavado, se define como velocidad máxima permisible en el canal un valor de 1.5 m/s de acuerdo con la referencia bibliográfica (13).

Con base en lo mencionado anteriormente se ha dimensionado el canal, teniendo un coeficiente de rugosidad de Manning de 0.028. Los resultados presentan en el Cuadro No. 48, en donde se observa que las dimensiones adoptadas para cumplir con las condiciones establecidas son: sección trapezoidal, base igual a 0.75 m, taludes laterales 1.0H:1.0V, altura del canal de 1.50 m, pendiente longitudinal de 0.1%, debido a la pendiente del canal, la cual es inferior a la pendiente promedio del terreno, se deberá plantear generar escalones en el fondo del canal en algunos sectores dependiente del alineamiento definido, ancho en la boca del canal igual a 3.75 m; sin embargo, el ancho real de excavación dependerá del terreno natural, del alineamiento y la cota de fondo del canal.

Cuadro No. 48 - Características Hidráulicas Canal de Escorrentía Antrópica

CAUDAL (m³/s)	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING n	BASE CANAL (m)	TALUD (Z:1) (m)	PENDIENTE (m/m)	LÁMINA AGUA NORMAL (m)	LÁMINA AGUA CRÍTICA (m)	VELOCIDAD NORMAL (m/s)	VELOCIDAD CRÍTICA (m/s)	No. FROUDE	ESTADO FLUJO
2.00	0.028	0.75	1.00	0.10	1.26	0.67	0.79	2.11	0.29	Subcrítico

3.5.4. ALINEAMIENTO DEL CANAL

El alineamiento del canal proyectado, que transporta la escorrentía antrópica, se ha definido con base en los diseños urbanísticos planteados para el predio, presentados en el Anexo No. 1. Allí, se plantea un alineamiento de la desviación de la escorrentía antrópica, el cual consiste en continuar el Box Culvert de dimensiones 2.05 x 1.40 metros debajo del andén proyectado en el urbanismo, con dirección de flujo noroccidental, para después descolar en el canal proyectado, para finalmente conducir las aguas al arroyo Matute. En la Imagen No. 20 se observa el alineamiento de la continuación del Box Culvert y el canal proyectado.

[CODIGO-QR]

[URL-DOCUMENTO]



Figura 12. Perfil ampliación box y construcción de cabezal de descarga

Box Culvert Propuesto:

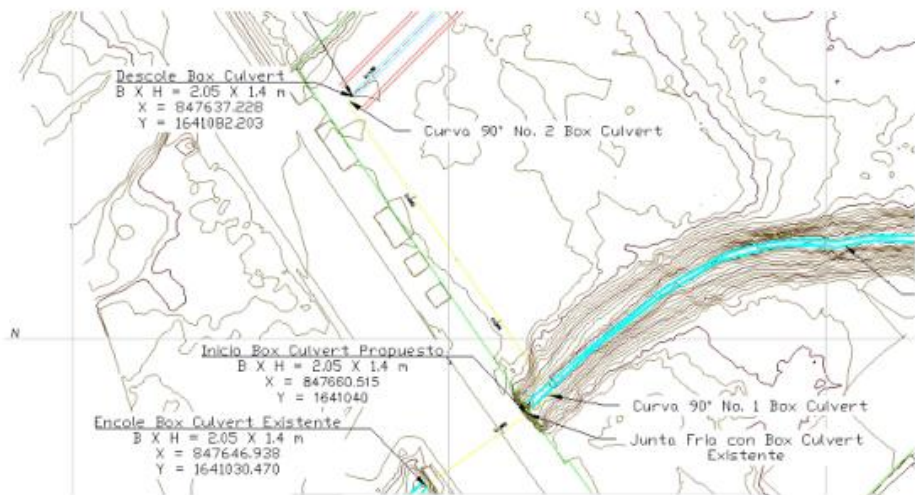
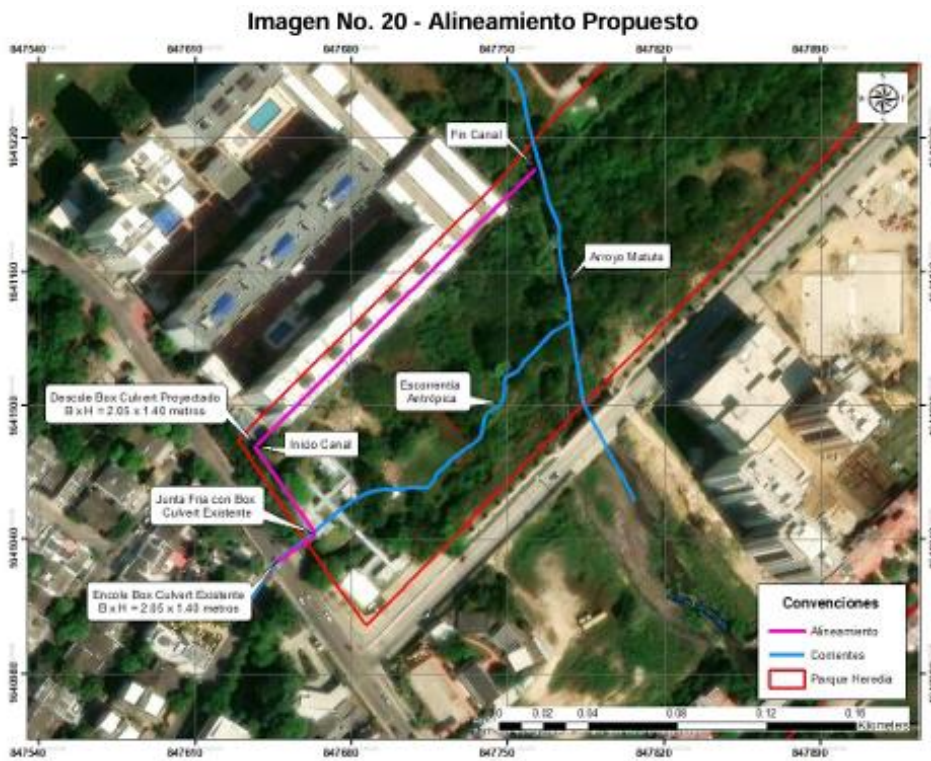


Figura 6. Ubicación Box propuesto

Box Culvert Propuesto		
Inicio	1641040	847660.515
Fin	1641082.203	847637.228



[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

3.5.5. DISIPACIÓN DE ENERGÍA EN EL CANAL PROYECTADO

El diseño del canal proyectado incorpora medidas de disipación de energía orientadas a controlar las velocidades de flujo generadas bajo el caudal de diseño y a reducir el potencial erosivo asociado a la conducción de la escorrentía. Desde el punto de vista hidráulico, la inclusión de este componente se considera técnicamente pertinente, dado que la conducción de caudales de diseño con periodos de retorno altos puede generar incrementos de energía específica y esfuerzos cortantes capaces de comprometer la estabilidad del lecho, los revestimientos y los taludes del canal.

El planteamiento de mecanismos de disipación distribuidos a lo largo del perfil hidráulico mediante cambios de pendiente, transiciones y dispositivos de control resulta consistente con buenas prácticas de diseño, en la medida en que evita la concentración de pérdidas de energía en un único punto y reduce el riesgo de socavación localizada en zonas de descarga o empalme con el cauce receptor.

En particular, la incorporación de estructuras escalonadas de flujo rasante constituye una solución hidráulicamente adecuada para la reducción progresiva de energía, ya que permite fraccionar la pérdida de carga en caídas sucesivas controladas, favoreciendo la disminución de velocidades y la estabilización del régimen de flujo. No obstante, desde el punto de vista evaluativo, la suficiencia de estas estructuras debe estar respaldada por la correspondiente verificación hidráulica de tirantes, velocidades y régimen de flujo para el caudal de diseño adoptado, así como por la compatibilidad entre las cotas de salida y las condiciones hidráulicas del cauce receptor.

Los parámetros de diseño hidráulico adoptados para la estructura escalonada tipo II se presentan en el Cuadro No. 50, en el cual se incluyen el caudal de diseño, geometría de la estructura, ángulo de escalón, profundidad y velocidad crítica, tipo de flujo y altura de muros, variables que soportan la verificación hidráulica de la solución de disipación propuesta.

Canal de descarga

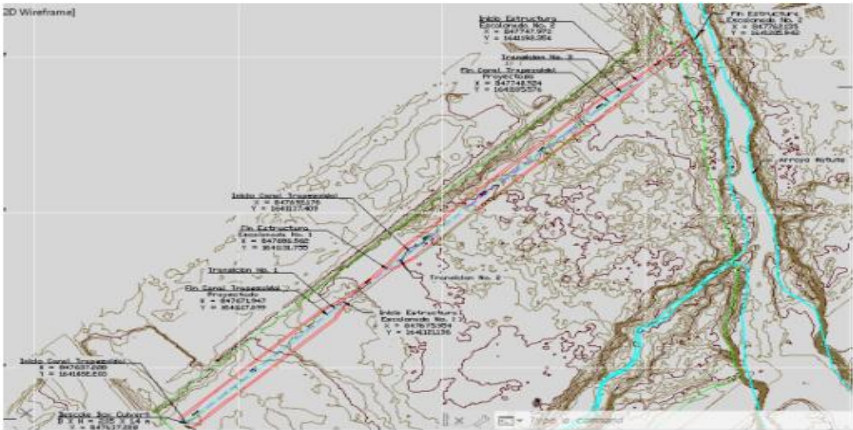


Figura 7. Ubicación canal de descarga propuesto

Canal de descarga propuesto		
Inicio	1641082.203	847637.228
Fin	1641192.354	847747.972

Cuadro No. 50 - Diseño Hidráulico Estructura Escalonada Tipo II	
TIPO DE ESTRUCTURA	ESCALONADA TIPO II
CAUDAL DISEÑO (m³/s)	2.00
ANCHO ESTRUCTURA (m)	1.00
ALTURA ESCALÓN (m)	0.50
HUELLA O DESCANSO ESCALÓN (m)	4.86
ÁNGULO ESCALÓN (°)	5.87
ALTURA TOTAL CAÍDA (m)	2.24
FORMA ESTRUCTURA	Rectangular
PROFUNDIDAD CRÍTICA (m)	0.74
VELOCIDAD CRÍTICA (m/s)	2.70
S/d _c	0.67
(S/d _c) _s	0.80
He/d _c	6.19
He (m)	4.59
d _w /d _c	0.51
ALTURA LÁMINA AGUA d _w (m)	0.38
TIPO DE FLUJO	Flujo Tipo B
f _{max}	0.11
f	0.11
D	0.30
CONCENTRACIÓN AIRE (C _{mean})	0.51
Y _{0.9}	0.71
ALTURA TEÓRICA MUROS H _w (m)	0.71
ALTURA TOTAL MUROS (m)	0.90

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

En consecuencia, la efectividad de las medidas de disipación propuestas debe analizarse de manera integrada con la modelación hidráulica del sistema completo, verificando que no se generen efectos adversos aguas abajo, incrementos no previstos en niveles de lámina de agua o procesos de erosión local, y que las soluciones planteadas mantengan condiciones de funcionamiento estable bajo los escenarios de creciente evaluados.

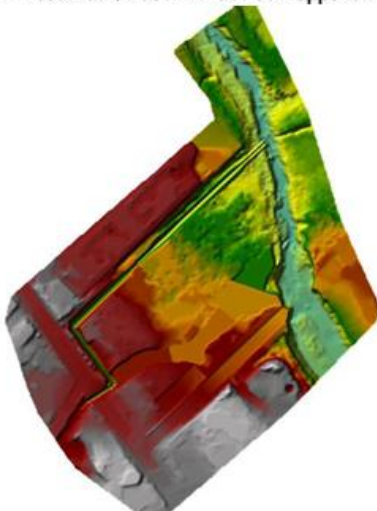
3.6. MODELO HIDRÁULICO

El modelo fue construido a partir de una representación geométrica detallada del tramo de estudio, integrando información topográfica y batimétrica levantada en campo, con el propósito de reproducir de manera consistente la morfología del cauce y de su planicie inmediata. Este procedimiento constituye la base técnica para la simulación de flujo gradualmente variado y para la estimación de niveles de lámina de agua, velocidades y líneas de energía bajo los caudales de diseño adoptados.

El proceso de modelación incluyó la definición de secciones transversales representativas, el perfil longitudinal del cauce y la caracterización de elementos geométricos relevantes, tales como cambios de pendiente, variaciones de sección y presencia de estructuras hidráulicas. Estos insumos fueron incorporados a la plataforma de modelación para estructurar el esquema de cálculo y el tránsito de caudales en el tramo evaluado. Como parte fundamental de la estructuración geométrica del modelo, el estudio desarrolló un Modelo Digital de Terreno (MDT) a partir de la información topográfica disponible. El MDT permite representar de forma continua la superficie del terreno y del cauce, y sirve de soporte para la extracción de perfiles, la interpolación de cotas y la correcta ubicación espacial de las secciones hidráulicas. Desde el punto de vista técnico, su utilización mejora la coherencia geométrica del modelo y reduce la incertidumbre asociada a la discretización de la sección hidráulica.

La construcción del modelo hidráulico con base en levantamientos de campo y en un MDT explícito se considera metodológicamente adecuada para este tipo de estudios, en la medida en que garantiza la trazabilidad geométrica entre la condición real del cauce y su representación numérica. No obstante, la confiabilidad de los resultados depende directamente de la resolución del MDT, de la densidad de secciones incorporadas y de la correcta representación de las estructuras y controles hidráulicos existentes.

Figura No. 22 - Visualización del MDT en Ras Mapper en Hec-Ras 2D



Se utilizó un tamaño de celda para el MDT de 1.0 m X 1.0 m, refinadas de 0.2 m X 0.2 m para el canal de desvío de la escorrentía antrópica y 0.5 m X 0.5 m para el arroyo Matute.

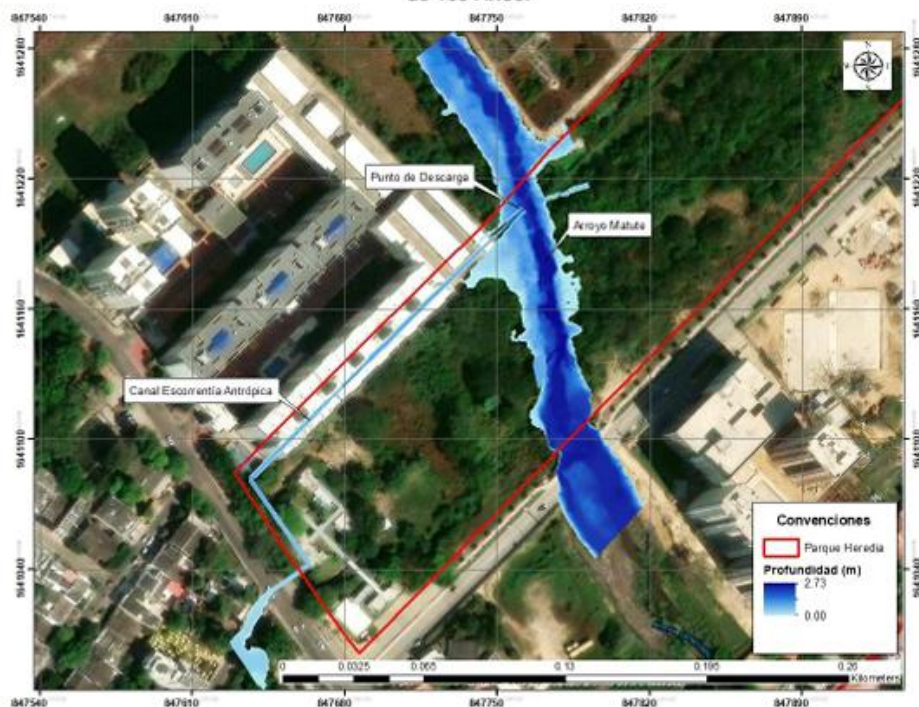
3.6.1. RESULTADOS MODELACIÓN HIDRÁULICA

3.6.1.1. CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS

Una vez terminada la modelación hidráulica, se valida la mancha de inundación resultante. El resultado de la modelación se presenta en el Anexo No. 9, y la mancha de inundación en la Imagen No. 24 para caudales máximos instantáneos.

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

Imagen No. 24 - Mancha de inundación Caudales Máximos Instantáneos – Periodo de Retorno de 100 Años.



De acuerdo con los resultados anteriores en el sitio de proyecto en la zona del arroyo Matute, la lámina de agua varía entre 0.00 m y 2.73 m.

3.6.1.2. CAUDALES MEDIOS

Una vez terminada la modelación hidráulica, se valida la mancha de inundación resultante. El resultado de la modelación se presenta en el Anexo No. 9, y la mancha de inundación en la Imagen No. 25 para caudales medios.

Imagen No. 25 - Mancha de inundación Caudales Medios – Periodo de Retorno de 100 Años.



De acuerdo con los resultados anteriores en el sitio de proyecto en la zona del arroyo Matute, la lámina de agua varía entre 0.00 m y 0.58 m.

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

3.6.1.3. CAUDALES MÍNIMOS INSTANTÁNEOS

Una vez terminada la modelación hidráulica, se valida la mancha de inundación resultante. El resultado de la modelación se presenta en el Anexo No. 9, y la mancha de inundación en la Imagen No. 26 para caudales mínimos instantáneos.

De acuerdo con los resultados que se encuentran a continuación en el sitio de proyecto en la zona del arroyo Matute, la lámina de agua varía entre 0.00 m y 0.33 m.



3.6.2. NIVELES LÁMINA DE AGUA ABSCISA EN ESTUDIO

Con base en la modelación hidráulica desarrollada para la condición natural del cauce, se determinaron los niveles de lámina de agua a lo largo de la abscisa del tramo en estudio, a partir de la simulación del flujo gradualmente variado para los caudales máximos instantáneos considerados en los diferentes periodos de retorno evaluados.

El análisis longitudinal por abscisas permite caracterizar la variación espacial de la superficie del agua en función de la geometría hidráulica del canal, las condiciones de sección transversal, la pendiente del cauce y la distribución de pérdidas de energía. Estos resultados constituyen un insumo fundamental para verificar la capacidad hidráulica del tramo y para identificar sectores con posibles incrementos locales de nivel, asociados a variaciones de área hidráulica, cambios de pendiente o controles de flujo.

Los niveles de lámina de agua calculados por el modelo se presentan de manera detallada en función de la abscisa hidráulica del tramo, incluyendo la relación entre cota de fondo, cota de lámina de agua y profundidad hidráulica resultante. Esta información permite evaluar la respuesta del cauce ante eventos de creciente de diseño y establecer la línea base de comportamiento hidráulico longitudinal.

Los resultados detallados de niveles de lámina de agua por abscisa para los escenarios modelados se presentan en el Cuadro No. 52 y el Cuadro No. 53, donde se reportan los valores obtenidos en cada sección analizada, los cuales sirven de soporte para la interpretación del perfil hidráulico y la verificación de condiciones de flujo en el tramo de estudio.

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

Cuadro No. 52 - Niveles Laminas de Agua Abscisas en Estudio				
PERIODO DE RETORNO (AÑOS)	CAUDAL	NIVEL LÁMINA DE AGUA (msnm)		DIFERENCIA
		Condición Natural	Condición Modificada	
TR100	Máximo instantáneo	3.65	2.96	-0.69
	Medio Diario	0.79	0.93	0.14
	Mínimo instantáneo	0.53	0.70	0.17

Como se evidencia en el Cuadro No. 52, los niveles de lámina de agua para el caso de los caudales máximos instantáneos disminuyeron 0.69 cm, para el caso de los caudales medios diarios aumentaron 0.14 cm y, por último, para el caso de los caudales mínimos instantáneos aumentaron 0.17 cm

En el Cuadro No. 53 se presentan las velocidades en la abscisa en estudio, para los caudales máximos instantáneos, medios diarios y mínimos instantáneos.

Cuadro No. 53 - Velocidades Abscisas en Estudio				
PERIODO DE RETORNO (AÑOS)	CAUDAL	VELOCIDADES (m/s)		DIFERENCIA
		Condición Natural	Condición Modificada	
TR100	Máximo instantáneo	1.40	1.99	0.59
	Medio Diario	0.45	0.30	-0.15
	Mínimo instantáneo	0.22	0.13	-0.09

Como se evidencia en el Cuadro No. 53, las velocidades para el caso de los caudales máximos instantáneos aumentaron 0.59 m/s, para el caso de los caudales medios diarios disminuyeron 0.15 m/s y, por último, para el caso de los caudales mínimos instantáneos disminuyeron 0.09 m/s.

Los resultados de las modelaciones hidráulicas (Anexo No. 9) indican que, en general, se mantienen las premisas de diseño en términos del número de Froude, presentándose condiciones de flujo crítico únicamente en las estructuras de caída. Para el caudal de diseño, las velocidades de flujo en algunos tramos del canal excavado superan los 1,5 m/s, especialmente en zonas de transición y en estructuras escalonadas. Asimismo, se identifica potencial de erosión en sectores con cambios bruscos de dirección, particularmente en giros de 90°. En consideración a las condiciones del terreno y al uso previsto del predio, se recomienda la protección de transiciones y curvas del canal mediante un manto permanente de refuerzo tipo TRM o similar, instalado sobre geotextil no tejido, con el fin de prevenir procesos erosivos y evitar el lavado de finos. Este tipo de recubrimiento permite el establecimiento de cobertura vegetal y presenta capacidad hidráulica suficiente para soportar altas velocidades de flujo; su coeficiente de rugosidad de Manning fue incorporado en la modelación.

En cuanto a las estructuras de caída y disipación de energía, se especifica el uso de gaviones de doble torsión con recubrimiento anticorrosivo o equivalente técnico, en dimensiones modulares, adecuados para resistir las velocidades y esfuerzos cortantes previstos. Los detalles constructivos y especificaciones técnicas de estas obras se presentan en los planos y anexos correspondientes del estudio.

Estructura escalonada



Figura 8. Ubicación estructura escalonada

Estructura escalonada		
Inicio	1641192.354	847747.972
Fin	1641205.942	847762.135

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

4. ANÁLISIS TÉCNICO

De conformidad con lo establecido en el artículo 2.2.3.2.12.1 del Decreto 1076 de 2015, la construcción de obras hidráulicas que impliquen la ocupación del cauce de una corriente o depósito de agua requiere la obtención previa del Permiso de Ocupación de Cauce. Con base en la información técnica aportada por el solicitante, se establece lo siguiente:

El análisis integral de la información documental, los estudios técnicos y la visita de campo permite concluir que:

- El diseño propuesto es técnicamente viable, al estar soportado en estudios hidrológicos e hidráulicos que consideran periodos de retorno hasta de 100 años, asegurando la capacidad de conducción de las obras.
- La estructura escalonada de descarga constituye un elemento de control hidráulico esencial, al permitir la disipación de energía y prevenir erosión en la zona de entrega al arroyo Matute.
- La integración del nuevo box culvert con el existente garantiza la continuidad del drenaje, evitando represamientos o contrapendientes que podrían generar afectaciones en la infraestructura vial y en las viviendas del sector.
- El canal trapezoidal proyectado con secciones estables y taludes controlados contribuye a la regulación del flujo y a la estabilidad del terreno intervenido.
- El caudal máximo proyectado para el punto de descarga al canal matute es 1,97 m³/s para un periodo de retorno de 100 años
- La intervención propuesta representa un beneficio ambiental y social, al mejorar la seguridad hidráulica del área de influencia, prevenir inundaciones y proteger la infraestructura urbana.
- Teniendo en cuenta los resultados del análisis hidrológico e hidráulico, se hace necesaria la construcción de una estructura que opere como aliviadero, con el fin de reducir las velocidades de entrega del vertimiento. Por lo tanto, se considera viable otorgar el permiso de ocupación de cauces.

5. CONCEPTO TÉCNICO

Teniendo en cuenta los antecedentes, las visitas de inspección y la documentación aportada, se concluye que el permiso de ocupación de cauce solicitado por Amarilo S.A.S.

Se considera viable conceder el permiso de ocupación de cauce para la construcción del box culvert, el canal trapezoidal y la estructura escalonada de descarga hacia el arroyo Matute, dado que cumple con las especificaciones técnicas y ambientales requeridas, es coherente con la normatividad vigente y se ajusta a los lineamientos de diseño y manejo hidráulico de la zona.

No obstante, el otorgamiento del permiso estará sujeto a las siguientes consideraciones:

- Notificar al EPA Cartagena el inicio de las actividades constructivas con mínimo cinco (5) días hábiles de antelación.
- Cumplir estrictamente con las recomendaciones de los estudios y diseño estructural aprobado.
- Las obras de ocupación deberán construirse de conformidad con las especificaciones técnicas, estudios y anexos técnicos presentados por el solicitante dentro del expediente OCA-00002-25
- Las obras deben contar con la capacidad hidráulica suficiente para garantizar el flujo normal de la corriente y deben diseñarse considerando los eventos hidrológicos extremos, así como la dinámica hídrica de corrientes permanentes e intermitentes.
- No se permitirá el almacenamiento temporal ni permanente de residuos de construcción y demolición (RCD) provenientes de las actividades constructivas en zonas verdes, áreas arborizadas, reservas forestales, áreas de recreación y parques, así como en ríos, quebradas, playas, canales, caños, páramos, humedales, manglares y zonas ribereñas. En caso de que, como consecuencia de las actividades constructivas, se depositen RCD o materiales de excavación en el canal pluvial, estos deberán ser retirados de manera inmediata y trasladados a un sitio de almacenamiento temporal ubicado dentro del predio del proyecto.

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

- Cualquier modificación a los diseños autorizados deberá ser informada previamente al EPA Cartagena. En caso contrario, la Entidad podrá iniciar el respectivo proceso sancionatorio conforme a la normativa ambiental vigente.
- Los criterios de diseño estructural, hidráulico e hidrológico empleados son de responsabilidad exclusiva de los profesionales encargados de la elaboración de los respectivos estudios; en consecuencia, se presume la aplicación de buenas prácticas de ingeniería y el cumplimiento de la normatividad ambiental, así como de los lineamientos y reglamentos técnicos aplicables.
- Implementar las medidas de manejo ambiental y de seguridad industrial descritas en el informe técnico y exigidas por la normativa ambiental.
- Garantizar el mantenimiento periódico de las estructuras y del cauce receptor, de manera que se preserve la capacidad hidráulica y se eviten impactos negativos.
- Permitir a los funcionarios del EPA Cartagena realizar las visitas de seguimiento y control a la autorización de ocupación de cauce.
- Remitir al EPA Cartagena, una vez finalizadas las obras, un (1) informe técnico de las actividades ejecutadas, el cual deberá incluir como mínimo la información consolidada de las intervenciones realizadas y de las estructuras construidas e instaladas; la descripción de la implementación de las medidas de prevención, mitigación y control de los impactos ambientales sobre el recurso hídrico, la atmósfera, la fauna, la flora y el suelo, anexando las respectivas evidencias, tales como certificados de disposición, registros fotográficos y demás soportes pertinentes; el registro fotográfico de las condiciones antes, durante y después de las obras autorizadas; y los planos récord de las obras ejecutadas, en formatos PDF y/o DWG.

(...)

EPA		ACTA DE VISITAS PARA ATENCIÓN DE QUEJAS Y SOLICITUDES AMBIENTALES		Fecha: 25/11/2020 Versión: 1.0 CÓDIGO: F-CVS-002
Acta No. 532-2025				
DEPENDENCIA: ARS ☐ FFRP ☐ VERTIENTOS ☒ CONTROL Y SEGUIMIENTO ☐				
DATOS DEL EXPEDIENTE (No diligenciar Radicados de SIGOB /Vital o Acto Administrativo si la Visita es de Control y Seguimiento)				
Radicado SIGOB: N/A	Acto Administrativo No.:		Tipo de Solicitud: Visita permiso de ocupación de cauce	
Radicado VITAL: OCA-00002-25	Fecha: 25/11/2020			
DATOS DE LA VISITA TÉCNICA DE INSPECCIÓN				
FECHA Y HORA: Día: 13 Mes: Agosto Año: 2025 Hora: 3:00pm				
Dirección: Dg 32 # 80-706 Parque Heredia				
Nombre / Razón Social: Construcciones Dbycon SAS			NIT / CEDULA: 860527800	
Teléfono:		Correo Electrónico: analistaambiental.ph@obycon.com	Georreferenciación: 10°23'22" N 75°28'15" W	
Matrícula Inmobiliaria / Referencia Catastral:		Licencia de Construcción:		
DATOS DE QUIEN ATIENDE LA DILIGENCIA				
NOMBRE: Emilia Teresa Jalkh Díaz		Tipo y No. de Documento: c.c. 1096216659		
CALIDAD: Administrador: ☐ Propietario: ☐ Representante Legal: ☐ Otros: ☒ Ingeniero				
Dirección para Correspondencia: Dg 32 # 80-706 Parque Heredia				
Teléfono:		Correo Electrónico: analistaambiental.ph@obycon.com		
DESCRIPCIÓN DE LOS HECHOS E IMPACTOS AMBIENTALES				
El día 13 de agosto de 2025 se realizó visita técnica al área del proyecto parque heredia con el fin de verificar las condiciones para la construcción del box culvert, canal trapezoidal y estructura escalonada de descarga hacia el arroyo motute. Se identificaron los puntos de inicio y fin de la obra, el trazado del canal y el área de ocupación de cauce. Se confirmó la existencia del box culvert actual y que la zonas por intervenir corresponden a lo descrito en el informe técnico presentado. A la fecha de la visita no se han iniciado las obras, estando estas a la espera de la aprobación del permiso ambiental.				

CS Escaneado con CamScanner

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

OBSERVACIONES GENERALES EVIDENCIADAS DURANTE LA VISITA

1. ELEMENTOS Y/O ACTIVIDADES, ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES GENERALES OBSERVADOS:

Visita de reconocimiento para evaluación de Permiso de ocupación de cauce

2. ASPECTOS ABIÓTICOS:

2.1. Suelo: No destaca

2.2. Hidrología: Diseño de obra de drenaje para caudal con TR de 100 años

2.3. Atmósfera: No destaca

3. ASPECTOS BIÓTICOS:

3.1. Componente Florístico: No destaca

3.2. Componente Faunístico: No destaca

4. SALUBRIDAD PÚBLICA Y PAISAJISMO: No destaca

(Diligencie solo si se trata de una Visita de Inspección por Ruido)

HORA DE MUESTREO	DISTANCIA DE LA FUENTE EMISORA	UBICACIÓN	Tiempo de Medición
GRADO DE AFECTACIÓN: GRAVE	LEVE	MODERADO	
FUENTE(S) GENERADORA(S):			

CONCLUSIONES Y/O COMPROMISOS DE LA VISITA

Se confirma que las áreas intervenidas corresponden a las señaladas en el informe descriptivo

- Deberá reportar el inicio de las actividades constructivas con mínimo 5 días hábiles de antelación
- Cumplir con las recomendaciones del estudio de suelo y diseño estructural
- La obra deberá mejorar la capacidad de drenaje y disminuir riesgos de inundación en el área de influencia

FUNCIONARIO(S) QUE PRACTICARON LA VISITA

Nombre: Caleb Pastrana Hernandez
Tipo y Número de Identificación: C.C. 1143409850
Firma: Caleb Pastrana
Firma:

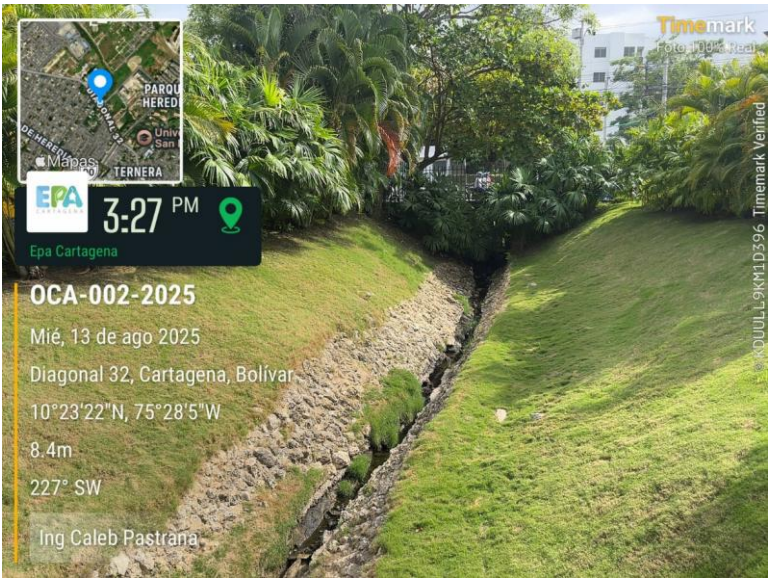
Nombre: Euvia Teresa Jalka Diaz
Tipo y Número de Identificación: 109676659
Firma: Euvia
Firma:

CONSTANCIA DE QUIEN ATENDIÓ LA VISITA

Nombre: Euvia Teresa Jalka Diaz
Tipo y Número de Identificación: 109676659
Firma: Euvia
Firma:

Escaneado con CamScanner

Dirección: Manga, 4ta Av. cll 28 #27-05 Edf. Seaport - Centro Empresarial
Teléfonos: 6644119 6644296 - 6644374 - 6644462 Página Web: <http://epacartagena.gov.co> Correo: contactenos@epacartagena.gov.co

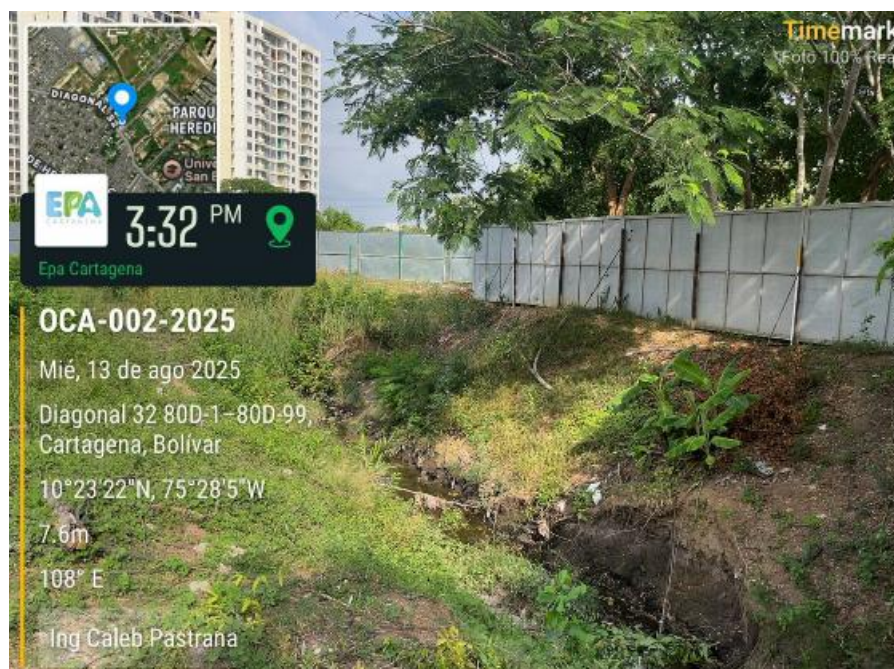


(...)

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]



(...)



Que la Constitución Política establece el deber del Estado y de los particulares de proteger las riquezas naturales de la Nación (artículos 8 y 58) y, en particular, impone al Estado la obligación de planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, e imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados (artículo 80).

Que el artículo 102 del Decreto-Ley 2811 de 1974 dispone que quien pretenda construir obras que ocupen el cauce de una corriente o depósito de agua debe solicitar la correspondiente autorización; y el artículo 132 *ibidem* establece que, sin permiso, no se podrán alterar los cauces ni el régimen y la calidad de las aguas, ni intervenir su uso legítimo.

Que el artículo 2.2.3.2.12.1 del Decreto 1076 de 2015 prevé que la construcción de obras que ocupen el cauce de una corriente o depósito de agua requiere autorización de la autoridad ambiental competente, así como la ocupación permanente o transitoria de playas.

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

Que el artículo 2.2.3.2.16.3 del Decreto 1076 de 2015 establece que la construcción de obras destinadas a almacenar, conservar y conducir aguas lluvias podrá adelantarse siempre que no se generen perjuicios a terceros.

Que el artículo 2.2.3.2.19.2 del Decreto 1076 de 2015 dispone que los beneficiarios de una concesión o permiso para el uso de aguas o el aprovechamiento de cauces están obligados a presentar a la autoridad ambiental, para su estudio, aprobación y registro, los planos de las obras necesarias para la captación, control, conducción, almacenamiento o distribución del caudal, o el aprovechamiento del cauce y que la autorización correspondiente debe imponer al beneficiario la obligación de permitir la supervisión que realice dicha autoridad para verificar el cumplimiento de sus obligaciones.

Que el artículo 2.2.3.2.19.5 del Decreto 1076 de 2015 establece que las obras, trabajos o instalaciones a que se refiere dicha sección requieren dos aprobaciones: (i) la aprobación de planos —incluidos los diseños finales de ingeniería, memorias técnicas y descriptivas, especificaciones técnicas y plan de operación—, la cual debe solicitarse y obtenerse antes de iniciar la construcción; y (ii) la aprobación de las obras una vez terminada su construcción y antes de comenzar su uso, sin cuya aprobación este no podrá ser iniciado.

Que, en virtud del artículo 2.2.3.2.19.6 del Decreto 1076 de 2015, los proyectos de obras hidráulicas, sean estos públicos o privados, que requieran utilizar las aguas, sus cauces o lechos, deben presentar los estudios, planos y presupuestos de las obras y trabajos necesarios para la conservación o recuperación de dichas aguas y de sus lechos o cauces, acompañados de la memoria técnica, planos y presupuesto respectivos.

Que el EPA Cartagena, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 31, numerales 2, 9 y 12 de la Ley 99 de 1993, en concordancia con el artículo 13 de la Ley 768 de 2002, actúa como máxima autoridad ambiental dentro de su jurisdicción para el área objeto de la presente solicitud. En tal condición, es la entidad competente para ejercer las funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental sobre los usos del agua, del suelo, del aire y de los demás recursos naturales renovables, así como para velar por la preservación y protección del medio ambiente, de acuerdo con las normas superiores y las directrices impartidas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Que corresponde al EPA Cartagena, dentro de su jurisdicción, otorgar las concesiones, permisos, autorizaciones y licencias ambientales exigidos por la ley para el uso, aprovechamiento o movilización de los recursos naturales renovables, o para el desarrollo de actividades que afecten o puedan afectar el medio ambiente, en virtud de lo establecido en el numeral 9 del artículo 31 de la Ley 99 de 1993.

Que la sociedad Amarilo S.A.S. con NIT 800.185.295-1, con la correspondiente autorización otorgada por parte de Fiduciaria Bogotá S.A. con NIT 800.142.383-7, en su calidad de vocera del patrimonio autónomo denominado Fideicomiso Lotes Cartagena – FIDUBOGOTA con NIT 830.055.897-7, elevó ante el EPA Cartagena una solicitud de evaluación para el otorgamiento de permiso de ocupación de cauce. En atención a dicha solicitud, la Subdirección Técnica y de Desarrollo Sostenible realizó una visita técnica el 13 de agosto de 2025 al área de ejecución del proyecto, como resultado de la cual se elaboró el Concepto Técnico No. EPA-CT-0000065-2026 del 11 de febrero de 2026.

Que en virtud del pronunciamiento de la Subdirección Técnica y de Desarrollo Sostenible mediante Concepto Técnico No. EPA-CT-0000065-2026 del 11 de febrero de 2026 y, en consonancia con la norma aplicable, se considera viable otorgar permiso de ocupación de cauce a la sociedad Amarilo S.A.S. con NIT 800.185.295-1, con la correspondiente autorización otorgada por parte de Fiduciaria Bogotá S.A. con NIT 800.142.383-7, en su calidad de vocera del patrimonio autónomo denominado Fideicomiso Lotes Cartagena –

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

FIDUBOGOTA con NIT 830.055.897-7, "(...) para la construcción del box culvert, el canal trapezoidal y la estructura escalonada de descarga hacia el arroyo Matute, dado que cumple con las especificaciones técnicas y ambientales requeridas, es coherente con la normatividad vigente y se ajusta a los lineamientos de diseño y manejo hidráulico de la zona", para la descarga de aguas lluvias de la Supermanzana 19 al Canal Matute – Proyecto Emiliani, en Cartagena de Indias, con las medidas condicionantes y de control previamente señaladas.

Que en tal sentido y, en atención a lo previsto en el literal a) del artículo 2.2.3.2.19.5 del Decreto 1076 de 2015, se aprueban los planos, diseños y memorias de cálculo de las obras hidráulicas mencionadas, las que deberán ser construidas de acuerdo con lo consignado en la documentación allegada y en la evaluación técnica realizada.

Que se advierte que cualquier incumplimiento de las normas relacionadas con la protección ambiental o el manejo de los recursos naturales renovables podrá dar lugar a la imposición de las sanciones previstas en la Ley 1333 de 2009, modificada por la Ley 2387 de 2024.

Que el artículo 96 de la Ley 633 de 2000 y la Resolución No. Resolución No. 1280 de 2010 del entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, facultan a las autoridades ambientales para cobrar el costo de los servicios de evaluación y seguimiento que se realicen respecto de licencias ambientales, permisos, concesiones y autorizaciones.

Que en mérito de lo expuesto se,

RESUELVE

ARTÍCULO PRIMERO: OTORGAR Permiso de Ocupación de Cauce a la sociedad Amarilo S.A.S. con NIT 800.185.295-1, representada legalmente por el señor José Hernan Arias Arango, identificado con cédula de ciudadanía No. 19.254.913, o quien haga sus veces, con la correspondiente autorización otorgada por parte de Fiduciaria Bogotá S.A. con NIT 800.142.383-7, representada legalmente por el señor Andrés Noguera Ricaurte, identificado con cédula de ciudadanía No. 80.503.834, o quien haga sus veces, en su calidad de vocera del patrimonio autónomo denominado Fideicomiso Lotes Cartagena – FIDUBOGOTA con NIT 830.055.897-7, para la obra que se indica en el parágrafo primero del presente artículo, que se realizará para la descarga de aguas lluvias de la Supermanzana 19 al Canal Matute – Proyecto Emiliani, en la ciudad de Cartagena de Indias, de conformidad con lo expuesto en la parte considerativa del presente acto administrativo.

PARÁGRAFO PRIMERO. De conformidad con lo señalado en el Concepto Técnico No. EPA-CT-0000065-2026 del 11 de febrero de 2026, emitido por la Subdirección Técnica y de Desarrollo Sostenible del EPA Cartagena, el permiso se otorga exclusivamente para las obras descritas a continuación y ubicadas en las coordenadas indicadas en dicho concepto, el cual fue transcrito en la parte considerativa del presente acto administrativo:

"Se considera viable conceder el permiso de ocupación de cauce para la construcción del box culvert, el canal trapezoidal y la estructura escalonada de descarga hacia el arroyo Matute, dado que cumple con las especificaciones técnicas y ambientales requeridas, es coherente con la normatividad vigente y se ajusta a los lineamientos de diseño y manejo hidráulico de la zona".

PARÁGRAFO SEGUNDO: Las obras deberán realizarse de conformidad con los estudios y diseños definitivos allegados al EPA Cartagena y lo concluido en el Concepto Técnico No. EPA-CT-0000065-2026 del 11 de febrero de 2026, emitido por la Subdirección Técnica y de Desarrollo Sostenible del EPA Cartagena.

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

ARTÍCULO SEGUNDO: APROBAR los planos y diseños hidrológicos e hidráulicos presentados por la sociedad Amarilo S.A.S. con NIT 800.185.295-1, con la correspondiente autorización otorgada por parte de Fiduciaria Bogotá S.A. con NIT 800.142.383-7, en su calidad de vocera del patrimonio autónomo denominado Fideicomiso Lotes Cartagena – FIDUBOGOTA con NIT 830.055.897-7, de conformidad con lo dispuesto en el literal a) del artículo 2.2.3.2.19.5 del Decreto 1076 de 2015 y lo concluido en el Concepto Técnico No. EPA-CT-0000065-2026 del 11 de febrero de 2026, emitido por la Subdirección Técnica y de Desarrollo Sostenible del EPA Cartagena.

ARTÍCULO TERCERO: El permiso de ocupación de cauce se otorga de manera permanente y se encuentra condicionado al cumplimiento de las siguientes obligaciones establecidas en el Concepto Técnico No. EPA-CT-0000065-2026 del 11 de febrero de 2026:

- 3.1 Notificar al EPA Cartagena el inicio de las actividades constructivas con mínimo cinco (5) días hábiles de antelación.
- 3.2 Cumplir estrictamente con las recomendaciones de los estudios y diseño estructural aprobado.
- 3.3 Las obras de ocupación deberán construirse de conformidad con las especificaciones técnicas, estudios y anexos técnicos presentados por el solicitante dentro del expediente OCA-00002-25
- 3.4 Las obras deben contar con la capacidad hidráulica suficiente para garantizar el flujo normal de la corriente y deben diseñarse considerando los eventos hidrológicos extremos, así como la dinámica hídrica de corrientes permanentes e intermitentes.
- 3.5 No se permitirá el almacenamiento temporal ni permanente de residuos de construcción y demolición (RCD) provenientes de las actividades constructivas en zonas verdes, áreas arborizadas, reservas forestales, áreas de recreación y parques, así como en ríos, quebradas, playas, canales, caños, páramos, humedales, manglares y zonas ribereñas. En caso de que, como consecuencia de las actividades constructivas, se depositen RCD o materiales de excavación en el canal pluvial, estos deberán ser retirados de manera inmediata y trasladados a un sitio de almacenamiento temporal ubicado dentro del predio del proyecto.
- 3.6 Cualquier modificación a los diseños autorizados deberá ser informada previamente al EPA Cartagena. En caso contrario, la Entidad podrá iniciar el respectivo procedimiento administrativo sancionatorio ambiental, conforme con la normativa vigente.
- 3.7 Los criterios de diseño estructural, hidráulico e hidrológico empleados son de responsabilidad exclusiva de los profesionales encargados de la elaboración de los respectivos estudios; en consecuencia, se presume la aplicación de buenas prácticas de ingeniería y el cumplimiento de la normativa ambiental, así como de los lineamientos y reglamentos técnicos aplicables.
- 3.8 Implementar las medidas de manejo ambiental y de seguridad industrial descritas en el concepto técnico y exigidas por la normativa ambiental.
- 3.9 Garantizar el mantenimiento periódico de las estructuras y del cauce receptor, de manera que se preserve la capacidad hidráulica y se eviten impactos negativos.
- 3.10 Permitir a los funcionarios del EPA Cartagena realizar las visitas de seguimiento y control a la autorización de ocupación de cauce.
- 3.11 Remitir al EPA Cartagena, una vez finalizadas las obras, un (1) informe técnico de las actividades ejecutadas, el cual deberá incluir como mínimo la información consolidada de las intervenciones realizadas y de las estructuras construidas e instaladas; la descripción de la implementación de las medidas de prevención, mitigación y control de los impactos ambientales sobre el recurso hídrico, la atmósfera, la fauna, la flora y el suelo, anexando las respectivas evidencias, tales como certificados de disposición, registros fotográficos y demás soportes pertinentes; el registro fotográfico de las condiciones antes, durante y después de las obras autorizadas; y los planos récord de las obras ejecutadas, en formatos PDF y/o DWG.

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

PARÁGRAFO PRIMERO. La sociedad Amarilo S.A.S. con NIT 800.185.295-1, asume la responsabilidad de los daños a terceros durante la operación de las obras y los daños derivados de una respuesta inesperada de las estructuras construidas, que genere deterioro a predios vecinos.

PARÁGRAFO SEGUNDO: ADVERTIR a la sociedad Amarilo S.A.S. con NIT 800.185.295-1, que la estabilidad, durabilidad y funcionalidad de la obra son de su exclusiva responsabilidad.

PARÁGRAFO TERCERO: Este permiso podrá ser revocado por las causales previstas en el artículo 62 del Decreto 2811 de 1974, así como por aquellas contempladas en el Decreto 1076 de 2015, en caso de evidenciarse alteraciones en el régimen hidráulico, afectaciones a terceros o el incumplimiento de las obligaciones impuestas, entre otras situaciones.

ARTÍCULO CUARTO: La sociedad Amarilo S.A.S. con NIT 800.185.295-1 deberá informar al EPA Cartagena sobre la culminación de la ejecución de las obras, con el propósito de emitir el pronunciamiento sobre su aprobación, de conformidad con lo establecido en el literal b) del artículo 2.2.3.2.19.5 del Decreto 1076 de 2015.

ARTÍCULO QUINTO: ACOGER integralmente el Concepto Técnico No. EPA-CT-0000065-2026 del 11 de febrero de 2026, emitido por la Subdirección Técnica y de Desarrollo Sostenible del EPA Cartagena, el cual deberá ser cumplido en su totalidad por la sociedad Amarilo S.A.S. con NIT 800.185.295-1.

ARTÍCULO SEXTO: El EPA Cartagena a través del control y seguimiento ambiental verificará los impactos reales del proyecto, los comparará con las prevenciones tomadas y alertará ante la necesidad de intervenir en el caso que los impactos sobrepasen ciertos límites. Además, verificará en cualquier momento el cumplimiento de las obligaciones impuestas en el presente acto administrativo.

ARTÍCULO SÉPTIMO: El EPA Cartagena podrá intervenir para corregir, complementar o sustituir algunas medidas de prevención, mitigación, corrección o compensación, dado el caso en que las registradas en el documento presentado, en el cual se establecen las medidas ambientales a aplicar durante la ejecución del proyecto, no resulten ser efectivas o se presenten condiciones no esperadas e imprevistas, que afecten negativamente el área de intervención y/o su zona de influencia.

ARTÍCULO OCTAVO: REMITIR el presente acto administrativo a la Subdirección Técnica y de Desarrollo Sostenible para control y seguimiento.

ARTÍCULO NOVENO. El beneficiario del presente permiso deberá cancelar al EPA Cartagena el valor correspondiente a cada visita técnica de seguimiento ambiental, conforme con lo establecido en la Resolución No. EPA-RES-00705-2025 del 15 de octubre de 2025 del EPA Cartagena, o en la norma que la modifique, actualice o sustituya. Dichas visitas se realizarán con el fin de verificar las condiciones del proyecto y el cumplimiento de las recomendaciones impartidas durante la vigencia del permiso de ocupación de cauces, playas y lechos.

PARÁGRAFO: El EPA Cartagena se reserva el derecho a visitar el lugar de la obra cuando lo considere necesario y pertinente.

ARTÍCULO DÉCIMO: En caso de incumplimiento de alguno de los requisitos que se ordenan en los numerales anteriores del presente acto administrativo y del Concepto Técnico No. EPA-CT-0000065-2026 del 11 de febrero de 2026, este Establecimiento en

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

ejercicio de las atribuciones previstas en la Ley 1333 de 2009, modificada por la Ley 2387 de 2024, iniciará las actuaciones administrativas que sean conducentes y pertinentes en defensa del medio ambiente sano, hasta cuando se allane a cumplir con lo requerido y procederá a imponer las sanciones que sean del caso.

ARTÍCULO DÉCIMO PRIMERO: ADVERTIR a la sociedad Amarilo S.A.S. con NIT 800.185.295-1, que sí durante el desarrollo de la obra se requiere hacer uso o aprovechamiento y/o afectación a los recursos naturales renovables y del ambiente, deberá solicitar el otorgamiento del instrumento de manejo ambiental correspondiente.

ARTÍCULO DÉCIMO SEGUNDO: NOTIFICAR a la sociedad Amarilo S.A.S. con NIT 800.185.295-1 y a la sociedad Fiduciaria Bogotá S.A. con NIT 800.142.383-7, en su calidad de vocera del patrimonio autónomo denominado Fideicomiso Lotes Cartagena – FIDUBOGOTA con NIT 830.055.897-7, o a sus apoderados debidamente constituidos, el contenido del presente acto administrativo, de conformidad con lo establecido en el artículo 67 de la Ley 1437 de 2011.

ARTÍCULO DÉCIMO TERCERO: PUBLICAR el contenido del presente acto administrativo en el Boletín Oficial del EPA Cartagena.

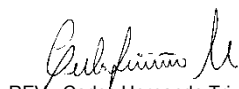
ARTÍCULO DÉCIMO CUARTO: Contra el presente acto administrativo procede el recurso de reposición, que podrá interponerse dentro de los diez (10) días siguientes a su notificación, de conformidad con los artículos 76 y 77 de la Ley 1437 de 2011.

Dada en Cartagena de Indias D. T y C., martes, 04 de agosto de 2026

NOTIFÍQUESE, PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE


MAURICIO RODRIGUEZ GÓMEZ

Director General Establecimiento Público Ambiental


REV. Carlos Hernando Triviño Montes
JOAJ EPA Cartagena