

RESOLUCIÓN No. EPA-RES-00555-2024 DE JUEVES, 25 DE JULIO DE 2024

“Por medio de la cual se niega 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 concordancia con la Ley 768 de 2002 y los Acuerdos 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 EXT-AMC-22-0068179 de 07 de julio de 2022, la sociedad Urbanizadora Marval S.A.S. con NIT 830.012.053-3, representada legalmente por el señor Rafael Augusto Marín Valencia, identificado con cédula ciudadanía No. 13.832.694, presentó ante el Establecimiento Público Ambiental- EPA Cartagena, solicitud de evaluación de permiso de ocupación de cauce para la construcción de obras civiles hidráulicas, como lo son: un canal conformado por dos (2) secciones; una principal tapada (como box culvert), y otra secundaria destapada (recubrimiento descubierto). La longitud total del canal proyectado es de 535 metros y se desarrollaría en un lote ubicado en la Transversal 54 # 91-95 en el barrio La Carolina en Cartagena de Indias.

Que a través de la Ventanilla Integral de Trámites Ambientales- VITAL, le fue asignado el número de seguimiento VITAL 4900083001205322002.

Que mediante Oficio EPA-OFI-005217-2022 de 19 de julio de 2022, el EPA Cartagena requirió a la sociedad Urbanizadora Marval S.A.S. para que aportara algunos documentos, con la finalidad de avanzar con el trámite del permiso de ocupación de cauce.

Que mediante documentos con códigos de registro EXT-AMC-22-0074030 de 26 de julio de 2022 y EXT-AMC-22-0075105 de 27 de julio de 2022, la sociedad Urbanizadora Marval S.A.S. anexó en el expediente VITAL la siguiente información:

- Formulario de Solicitud de Ocupación de Cauce – VITAL, diligenciado.
- Certificado de tradición y libertad FMI 060-332361.
- Plano Box Culvert Ciudad Jardín.
- Certificado de Existencia y Representación Legal – Urbanizadora Marval S.A.S.
- Pago de la evaluación del trámite, consignación en el Banco GNB Sudameris N° 5334875 de 10 de febrero de 2022 por valor de \$ 1.923.575 de pesos.
- Planos Ciudad Jardín.
- PMA Ocupación de Cauces Ciudad Jardín, octubre 2021.
- Planos.
- Poder.
- Cédula de ciudadanía del apoderado José Luis Páez.
- Documento denominado: Descripción del Proyecto.
- Diseño Hidráulico Derivación Tubo 48 PLG 12-2020.

Que mediante Auto No. EPA-AUTO-0952-2022 de 27 de julio de 2022 se dio inicio al trámite administrativo de evaluación del permiso de ocupación de cauce solicitado por la sociedad Urbanizadora Marval S.A.S.

Que con fundamento en los documentos aportados y la visita técnica realizada el 20 de abril de 2023 al lugar de ejecución del proyecto, la Subdirección Técnica y de Desarrollo Sostenible emitió el Concepto Técnico No. 133 de 06 de marzo de 2024, en el cual se estableció lo siguiente:

“3. DESARROLLO VISITA DE INSPECCIÓN

El día 20 de abril de 2023, los funcionarios del EPA- Cartagena Natalí Madariaga y José Javier Oliveros Acosta realizan la visita a la Urbanización Marín Valencia S.A. para evaluación del trámite de ocupación de Cauce donde fueron atendidos por Samuel Paternina Díaz, Técnico Ambiental de la Urbanización Marín Valencia S.A. identificado con C.C. 1.051.450.921.

En la visita se solicitó certificado cámara de comercio y certificado de tradición de la Urbanización el cual fue entregado de forma diligente.

3.1 Actividades generales observadas

3.1.1 Canal de Aguas Lluvias

La Urbanización Marín Valencia S.A. cuenta con un canal de aguas lluvias destapado, donde se observa una diferenciación de la flora

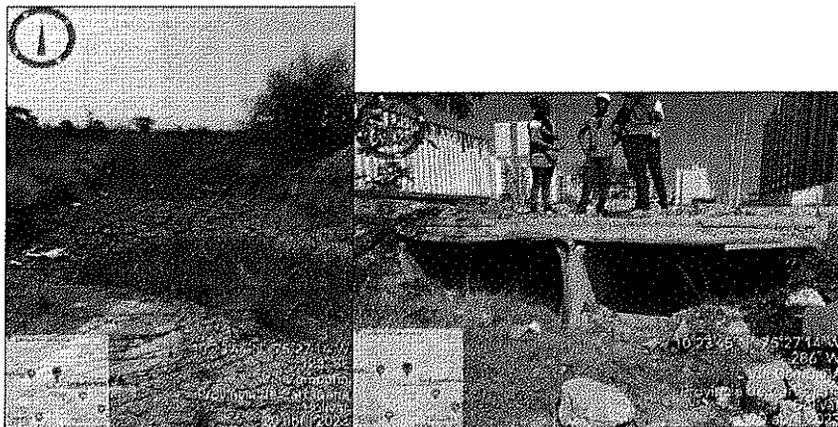


Figura 3 Canal

3.1.2 Tramo de intervención

Se encuentra el tramo de intervención donde existe un bajo inundable en donde se contrae posteriormente hacia un tramo del canal revestido en concreto y llega al cuerpo de agua ubicado en Parque Heredia. No se observa obstrucción ni inicio de obra.

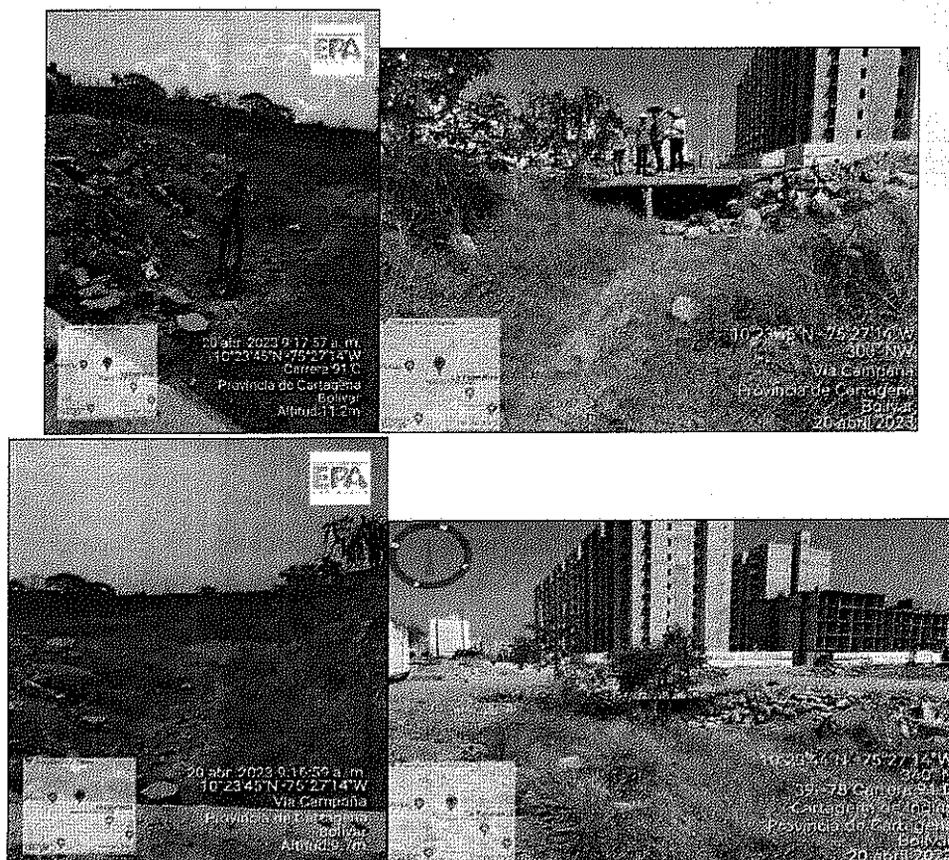


Figura 4 Punto

3.2 Aspectos ambientales

3.2.1 Aspectos abióticos

- **Suelo:** No se evidenció ningún aspecto.
- **Hidrología:** Seco
- **Atmósfera:** No se evidenció ningún aspecto.

3.2.2 Aspectos bióticos

- **Flora:** Cambio de vegetación dentro del canal
- **Fauna:** No se evidenció ningún aspecto.

4. ESTUDIOS PRESENTADOS

4.1 CARACTERÍSTICAS TOPOGRÁFICAS

Para el desarrollo del estudio se contó principalmente con dos tipos de información topográfica a saber: i) Curvas de nivel a partir de información satelital disponible y secundaria y, ii) Levantamiento topográfico del tramo del canal en estudio y sus zonas aledañas.

La primera (información topográfica satelital) se empleó en la determinación de las áreas de aporte y sus características fisiográficas requeridas para la evaluación hidrológica. Esta información corresponde a los datos del Modelo Digital de Terreno (MDT) disponible a una resolución de 38 m (1 arco de segundo) de grilla. Esta información se obtuvo de las bases de datos disponibles del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) de licencia libre.

Figura 2. Modelo Digital de Terreno – SRTM 30 m y Curvas de Nivel



Fuente: SRTM Worldwide Elevation Data (1 arc-second resolution), 2020

Es importante recalcar que la delimitación de las cuencas y áreas de aporte para el diseño de estructuras de drenajes, en la mayoría de los proyectos corresponde a extensiones que superan por mucho la zona de influencia del mismo, por lo que apoyarse con este tipo de información secundaria (MDT a partir de información satelital), no solo viabiliza la ejecución del mismo, en términos de los costos de la información topográfica, sino que ofrece una resolución aceptable para este tipo de análisis.

Por otro lado, la información topográfica levantada directamente en el tramo del canal y sus zonas aledañas (ver Figura 3), se empleó directamente en el análisis hidráulico del tramo del canal en estudio para las condiciones actuales de configuración geométrica, niveles y pendientes, así como en la localización, dimensionamiento, trazado, cotas y pendientes del canal proyectado. Teniendo en cuenta el área de influencia directa del proyecto, se realizó un levantamiento planimétrico y altimétrico del tramo del canal y las áreas aledañas, de acuerdo con la información topográfica suministrada, desde el cruce con la carrera 58ª con calle 8C y el inicio del canal Bellavista que se encuentra canalizado, como se mencionó anteriormente.

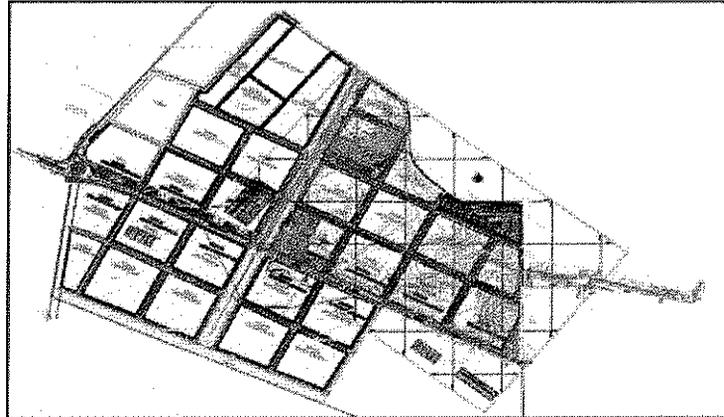
De acuerdo con la información suministrada, este levantamiento se georreferenció en coordenadas planas de proyección MAGNA SIRGAS y como datum, SIRGAS 2000 Bogotá.

Cuadro 1. Parámetros de Proyección

Attribute	Value
SCALE FACTOR	1
CENTRAL MERIDIAN	-74.0809166667
ORIGIN LATITUDE	4.5990472222
FALSE EASTING (m)	1000000
FALSE NORTHING (m)	1000000
ROTATION ANGLE (ABOUT ORIGIN)	0

Fuente: Autores, 2020

Figura 3. Levantamiento topográfico en la zona del proyecto



Fuente: Autores, 2020

A partir de toda esta información topográfica se elaboraron y editaron los MDT requeridos para el análisis hidrológico e hidráulico.

4.2 ESTACIONES METEOROLÓGICAS

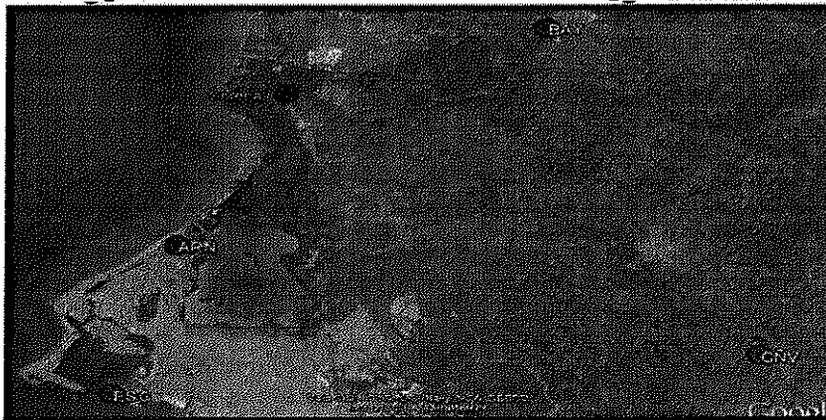
Teniendo en cuenta la información del IDEAM, se realizó el análisis de las variables climatológicas de la zona con registros de información entre 1980 y 2016. Las estaciones evaluadas y su localización se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 2. Descripción de Estaciones Meteorológicas IDEAM

Código	Cat	Nombre	Municipio	Departa	Elev	Longitud	Latitud
14015020	SP	Apto Rafael Núñez	Cartagena	Bolívar	2	75°30'57,7"W	10°26'50,1"N
14010030	PM	Bayunca	Cartagena	Bolívar	75	75°24'11"W	10°32'0"N
14015030	CP	Esc Naval CIOH	Cartagena	Bolívar	1	75°32'9"W	10°23'23"N
14010050	PM	Cañaveral	Turbaco	Bolívar	75	75°20'15"W	10°24'18"N

Fuente: Los Autores, 2020

Figura 4. Localización Estaciones Meteorológicas IDEAM



Fuente: Tomado y Modificado de Google Earth, 2020

Es importante anotar que sólo las estaciones del Aeropuerto Rafael Núñez y la del CIOH son principales, por lo que registran datos de diferentes variables, mientras que la de Bayunca y Cañaveral sólo son Pluviométricas. En este sentido, el análisis de las variables climatológicas, se realizarán con base en los datos de la estación Aeropuerto Rafael Núñez, por ser la más cercana a la zona de estudio y poseer registros más completos y de diferentes variables climatológicas. Por tal motivo la definición de los hietogramas de diseño y los análisis de precipitación en la zona, se realizaron con base en la información pluviométrica de la estación de Aeropuerto Rafael Núñez considerando que la distribución de la precipitación debe estar mejor definida con los datos de dicha estación.

4.3 ASPECTOS CLIMÁTICOS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO

4.3.1 Clima

El área de estudio de acuerdo con su situación geográfica en el centro del litoral Caribe colombiano, se encuentra influenciada por cuatro fenómenos meteorológicos principales, a saber: La Zona de Convergencia Intertropical, los vientos Alisios, el paso de las Ondas del Este y frentes fríos tributarios del hemisferio norte.

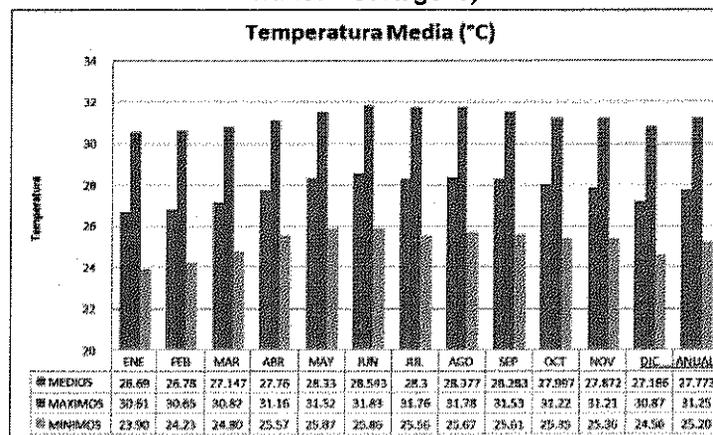
La Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) es el principal factor gobernador del clima de esta región, siendo un cinturón semicontinuo de bajas presiones localizado entre las regiones subtropicales de los hemisferios Norte y Sur que presenta desplazamientos en dirección Norte - Sur y, dependiendo de su ubicación relativa con respecto a la costa colombiana, modifica el régimen de vientos y lluvias asociado con ella.

Las características climáticas de la zona corresponden a los de tipo tropical. En la zona no existen precipitaciones de relieve debido a que se encuentra formado por lomas que no sobrepasan los 50 metros sobre el nivel del mar, lo cual es favorable para la condensación de la humedad proveniente del océano durante los meses de verano.

4.3.2 Temperatura

De acuerdo con los valores medios mensuales multianuales de temperatura registrados en la estación Aeropuerto Rafael Núñez (IDEAM) (Figura 5), para el área de estudio se estima que la temperatura promedio es 27.8°C, aumentando su valor de abril a julio y disminuyendo entre noviembre y enero, siendo el mes de junio el de mayor temperatura.

Figura 5. Valores medios, máximos y mínimos de Temperatura (Estación Aeropuerto Rafael Núñez - Cartagena)

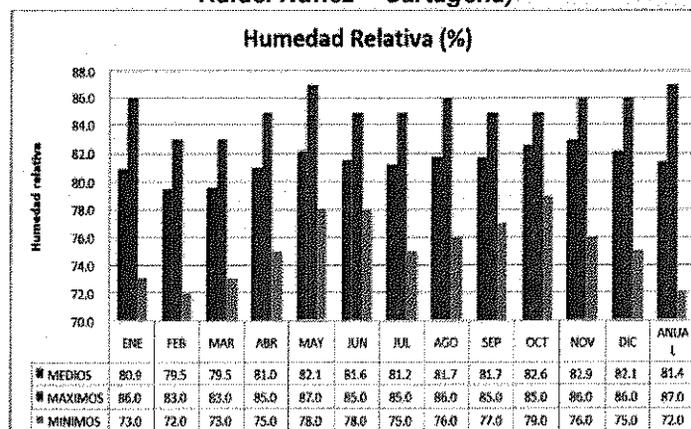


Fuente: Autores - Datos IDEAM

4.3.3 Humedad relativa

Los valores promedios mensuales multianuales para la humedad relativa se mantienen en el rango del 72% al 87%, siendo los meses de mayo, agosto y noviembre los que presentan los valores más altos, correspondientes principalmente con el desarrollo de la época de lluvias (Figura 6).

Figura 6. Valores medios, máximos y mínimos de Humedad Relativa (Estación Aeropuerto Rafael Núñez - Cartagena)



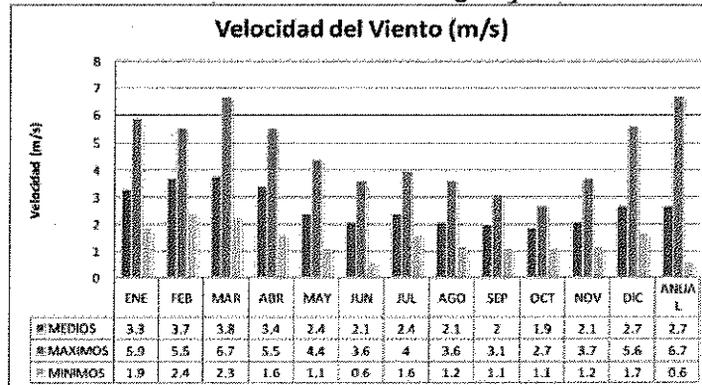
Fuente: Autores - Datos IDEAM

4.3.4 Velocidad del Viento

De acuerdo con los datos de la estación del IDEAM, los meses de mayor intensidad fueron enero, marzo y diciembre, con valores promedios mensuales de 3.3, 3.8 y 2.7 m/s respectivamente, mientras que los de menor intensidad se presentaron hacia la segunda mitad del año.

El valor promedio multianual para la velocidad del viento es de aproximadamente 2.7 m/s. Este comportamiento corresponde con las condiciones climáticas de la zona, la cual se encuentra influenciada por la irregularidad de los vientos Alisios, y en general por los fenómenos de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT). En la Figura 7 se muestran los valores medios, máximos y mínimos de la velocidad de viento para la zona de estudio.

Figura 7. Valores medios, máximos y mínimos de Velocidad del Viento (Estación Aeropuerto Rafael Núñez – Cartagena)

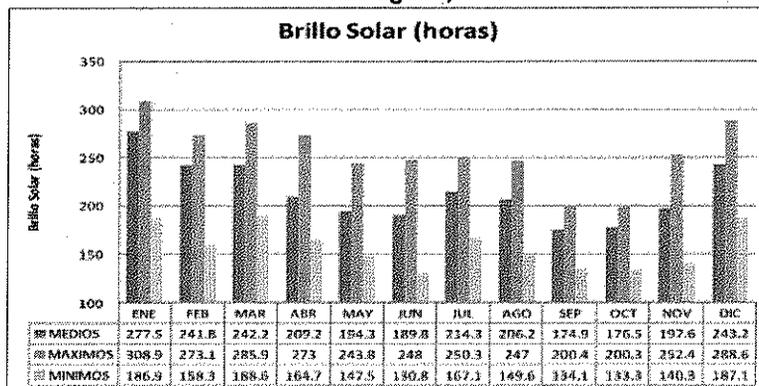


Fuente: Autores - Datos IDEAM

4.3.5 Brillo Solar

Los valores promedios mensuales multianuales de la insolación se muestran en la siguiente figura. Los meses de diciembre a marzo presentan los mayores valores mensuales multianuales de brillo solar alcanzando las 277.5 hr y 308.9 hr de media y máxima respectivamente, en el mes de enero.

Figura 8. Valores medios, máximos y mínimos de Brillo Solar (Aeropuerto Rafael Núñez – Cartagena)

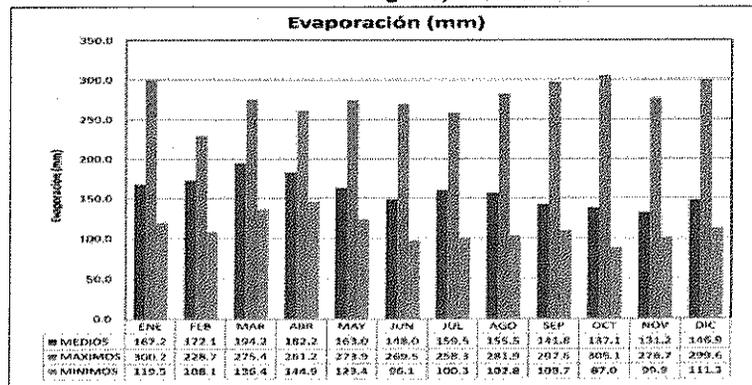


Fuente: Autores - Datos IDEAM

4.3.6 Evaporación

En la siguiente figura se muestran los valores de evaporación medidos en la estación Apto. Rafael Núñez. El valor anual de evaporación alcanza los 1.807 mm. Marzo es el que presenta mayor evaporación media (194.2 mm) y Noviembre el de menor valor (131.2 mm), mensual multianual.

Figura 9. Valores medios, máximos y mínimos de Evaporación (Aeropuerto Rafael Núñez – Cartagena)

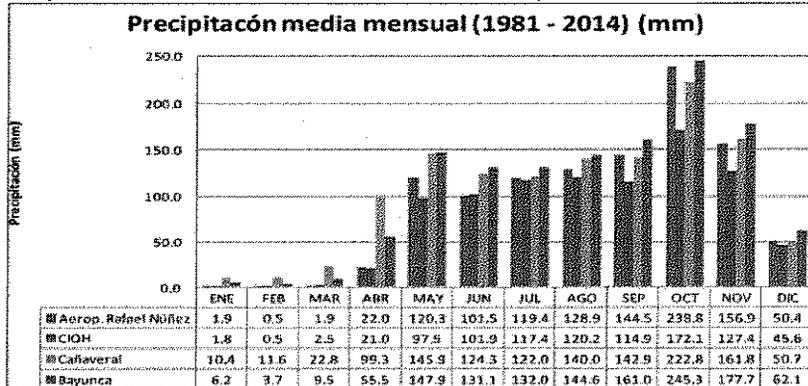


Fuente: Autores - Datos IDEAM

4.3.7 Precipitación

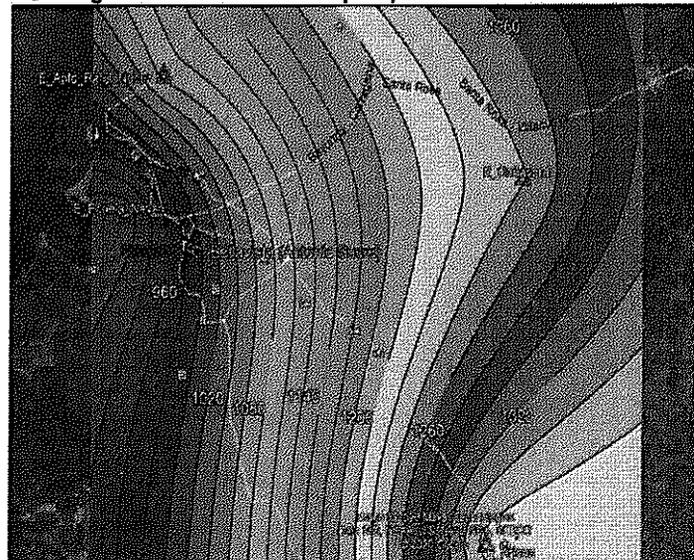
De acuerdo con los registros de las estaciones cercanas, la precipitación promedio multianual es de 1.150 mm, con los periodos más húmedos de Abril a Junio y de Septiembre hasta mediados de Diciembre, a los cuales se les intercalan dos periodos menos húmedos comprendidos entre Enero y Marzo y entre Julio y Agosto. Hacia la zona de Bayunca, las precipitaciones medias mensuales son un poco más altas que las registradas en las estaciones del Aeropuerto Rafael Núñez y Cañaveral, éstas últimas con un comportamiento muy similar. La precipitación promedio de la estación del **Aeropuerto Rafael Núñez es de 1.087 mm** mientras que la de **Cañaveral es de 1.239 mm**, lo que indica que, hacia el noreste de la zona de estudio, los regímenes de lluvia tienden a ser más fuertes (Figura 10).

Figura 10. Precipitación media de las estaciones de Aeropuerto, CIOH, Cañaveral Y Bayunca



Fuente: Autores - Datos IDEAM

Figura 11. Distribución de la precipitación media en la zona



Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2020

4.4 EVALUACIÓN HIDROLÓGICA

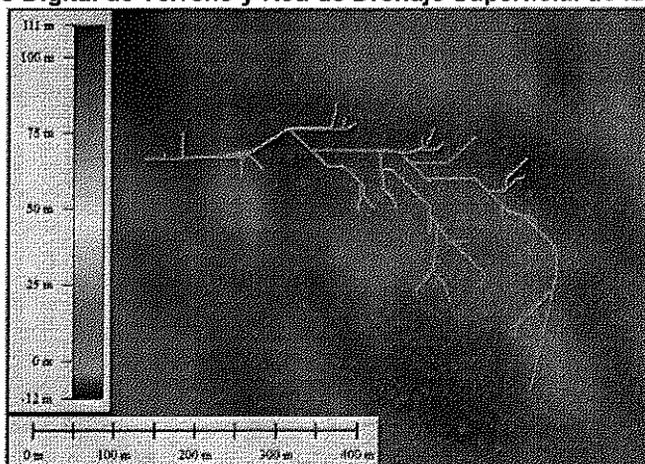
Para la evaluación hidrológica de la zona y la determinación de los parámetros morfométricos de las microcuencas definidas, especialmente para el área de drenaje, se emplearon los planos del levantamiento topográfico suministrado por el contratante y la información satelital disponible para la zona externa. Las cuencas de aporte se delimitaron teniendo en cuenta el urbanismo proyectado.

En este sentido, para la determinación de los caudales de la microcuenca que drenan a la zona de estudio, se empleó tanto el método Racional por considerarlo aplicable de acuerdo con la extensión total del área de drenaje, así como el método de Hidrogramas Unitarios obtenidos a partir de simulaciones con el programa HEC- HMS para estimar los hidrogramas de crecida. En este sentido se estimaron los caudales máximos, picos y los hidrogramas de caudal principalmente **para periodos de retorno de 25, 50, 100 años**, dado que el análisis está enfocado al diseño hidráulico del canal tapado.

4.4.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS CUENCAS DE APORTE

Las subcuencas identificadas en la zona específica de estudio se muestran en la siguiente figura, las cuales se delimitaron de acuerdo con la información topográfica suministrada y la información de bases de datos como la SRTM y ASTER. A partir de esta información se obtuvieron los MDT de la zona de aporte de la cuenca en general y para la zona específica, y sobre estos, se definió la red de drenaje principal, para luego realizar la delimitación de las subcuencas, como se muestra a continuación.

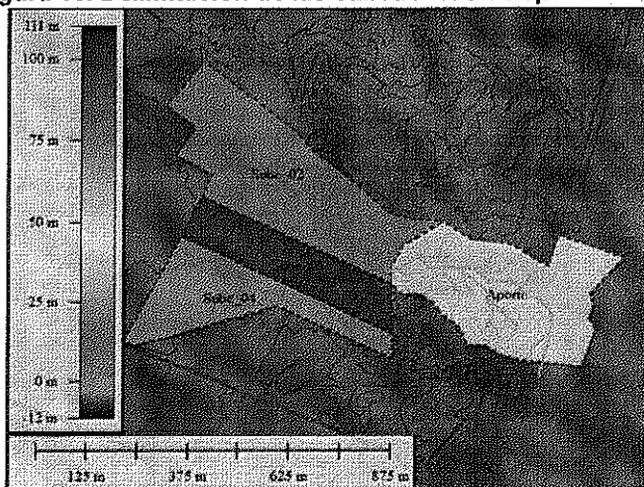
Figura 12. Modelo Digital de Terreno y Red de Drenaje Superficial de la cuenca de aporte



Fuente: Los Autores, 2020

A partir de la definición de la red de drenaje, se definieron las áreas de aporte de escorrentía superficial para cada subcuenca, de acuerdo con la configuración topográfica y los puntos de control, canales y estructuras existentes, estableciendo las divisorias de aguas superficiales sobre el modelo digital de terreno, como se muestra a continuación.

Figura 13. Delimitación de las subcuencas de aporte



Fuente: Google Earth, modificado por autores 2020

Con base en lo anterior, se determinaron parámetros morfométricos más importantes como: El Área de Drenaje (A), Cota Máxima (Hmax), Cota Mínima (Hmin), Longitud Cauce Principal (L) y Pendiente Media (Smed); éstos fueron determinadas con ayuda del software AUTOCAD, de acuerdo con la información de campo disponible siguiendo la metodología propuesta por Monsalve (1998), como se muestra a continuación.

Cuadro 3. Características fisiográficas de las subcuencas

Elemento	TIPO DE CUENCA	ÁREA DRENAJE (A)			LONGITUD CAUCE PRINCIPAL (L _c) (m)	PENDIENTE CAUCE PRINCIPAL (S _c) (m/m)	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (CE) (adm)
		(m ²)	(ha)	(km ²)			
Aporte Externo	Mixta	132290	13.23	0.1323	758.6	0.0099	0.70
Subc. 02	Mixta	146610	14.66	0.1466	470	0.0100	0.70
Subc. 03	Mixta	65660	6.57	0.0657	520	0.0100	0.70
Subc. 04	Mixta	29580	2.96	0.0296	540	0.0100	0.70
Subc. 05	Mixta	48520	4.85	0.0485	478	0.0100	0.70

Fuente: Los Autores, 2020

4.4.2 ESTIMACIÓN DE LA ESCORRENTÍA SUPERFICIAL EN LA ZONA

De acuerdo con la información topográfica y la distribución de los cursos de agua en la zona de estudio, se identificaron las diferentes subcuencas, de tal manera que se pudiera determinar sus características morfométricas, así como la estimación de la escorrentía superficial generada por la precipitación. Para la estimación de la escorrentía se evaluaron dos métodos, el Racional y el del Hidrograma Unitario SCS, de tal manera que se tuviesen valores de caudales máximos, y del tránsito de los hidrogramas de caudal para evaluar la respuesta hidráulica de las diferentes estructuras hidráulicas existentes y proyectadas, de tal manera que se pueda definir el dimensionamiento adecuado del tramo del canal en estudio.

4.4.2.1 Caudales instantáneos máximos - Método Racional

4.4.2.1.1 Modelo Conceptual

La idea detrás del método racional es que si una lluvia con intensidad i empieza en forma instantánea y continúa en forma indefinida, la tasa de escorrentía continuará hasta que se llegue al tiempo de concentración t_c , en el cual toda la cuenca está contribuyendo al flujo en la salida. El producto de la intensidad de lluvia i y el área de la cuenca A es el caudal de entrada al sistema, iA , y la relación entre este caudal y el caudal pico Q (que ocurre en el tiempo t_c) se conoce como el coeficiente de escorrentía C ($0 \leq C \leq 1$). Éste se expresa en la fórmula racional:

$$Q = K * CIA$$

Donde:

Q : Es el caudal máximo recolectado (m^3/s)

K : Constante de consistencia de unidades ($0.00278 \text{ ha} * m^3 * hr * mm^{-1} * s^{-1}$) C : Es el coeficiente de escorrentía (adm)

i : Es la Intensidad de diseño (mm/h) A : Es el área de drenaje (ha)

La duración utilizada para la determinación de la intensidad de precipitación de diseño i en la ecuación anterior es el tiempo de concentración de la cuenca.

En áreas urbanas, el área de drenaje usualmente está compuesta de subáreas o subcuencas de diferentes características superficiales. Como resultado, se requiere un análisis compuesto que tenga en cuenta las diferentes características superficiales. Las suposiciones asociadas con el método racional son:

- La tasa de escorrentía pico calculada en el punto de salida de la cuenca es una función de la tasa de lluvia promedio durante el tiempo de concentración, es decir, el caudal pico no resulta de una lluvia más intensa, de menor duración, durante la cual solamente una porción de la cuenca contribuye a la escorrentía a la salida de ésta.
- El tiempo de concentración empleado es el tiempo para que la escorrentía se establezca y fluya desde la parte más remota del área de drenaje hacia el punto de entrada de la estructura que se esté diseñando.
- La intensidad de la lluvia es constante durante toda la tormenta.

En zonas de drenaje cuyas cuencas son pequeñas (Inferiores a 80 has^1) se recomienda la utilización del Método Racional para determinar los caudales instantáneos máximos que descarga la cuenca, debido a que esta fórmula es sencilla en su aplicación, relativamente precisa para áreas pequeñas y tiempos de concentración no mayores de 6 horas, dado que los caudales calculados tienen, intrínsecamente, un factor de seguridad mayor que el considerado por otros métodos.

A pesar de su simplicidad de uso es necesario tener presente sus restricciones y aplicar correctamente la metodología. En cuencas con importantes contrastes geomorfológicos y de suelos, vegetación o impermeabilidad, es posible obtener caudales menores para la totalidad de la cuenca que para fracciones de esta.

Alguna de las limitaciones del método racional, destacadas por algunos autores son:

- Proporciona solamente un caudal pico, no el hidrograma de creciente para el diseño.
- Supone que la lluvia es uniforme en el tiempo (intensidad constante) lo cual es sólo cierto cuando la duración de la lluvia es muy corta.
- Supone que la lluvia es uniforme en toda el área de la cuenca en estudio, lo cual es parcialmente válido si la extensión de ésta es muy pequeña.
- Asume que la escorrentía es directamente proporcional a la precipitación. En la realidad, esto no es cierto, pues la escorrentía depende también de muchos otros factores, tales como precipitaciones antecedentes, condiciones de humedad antecedente del suelo, etc.

- e) *Ignora los efectos de almacenamiento o retención temporal del agua escurrida en la superficie, cauces, conductos y otros elementos (naturales y artificiales).*
- f) *Asume que el período de retorno de la precipitación y el de la escorrentía son los mismos, lo que sería cierto en áreas impermeables, en donde las condiciones de humedad antecedente del suelo no influyen de forma significativa en la escorrentía superficial.*

4.4.2.1.2 Área de Drenaje

Se determinó a partir del levantamiento topográfico suministrado y los MDT obtenidos de bases de datos libres (SRTM y ASTER), donde se definieron las divisorias de agua (Ver Figura 13) para la delimitación física de cada una de las subcuencas. Estas áreas están consignadas en el Cuadro 3.

4.4.2.1.3 Período de Retorno

Los períodos de retorno definidos para el análisis hidráulico se definieron con base en los criterios de diseño establecidos en la normatividad vigente (Resolución 0330 de 2017) y las especificaciones consultadas en estudios y literaturas de referencia. En el Cuadro 4 se muestran los períodos de retorno recomendados.

Cuadro 4. Períodos de Retorno de diseño (RAS 2017)

Características del área de drenaje	Período de retorno (años)
Tramos iniciales en zonas residenciales con áreas tributarias menores de 2 hectáreas	3
Tramos iniciales en zonas comerciales o industriales, con áreas tributarias menores de 2 hectáreas	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias entre 2 y 10 hectáreas	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias mayores de 10 hectáreas	10
Canales abiertos que drenan áreas menores a 1000 hectáreas	50
Canales abiertos en zonas planas y que drenan áreas mayores a 1000 hectáreas	100
Canales abiertos en zonas montañosas (alta velocidad) o a media ladera, que drenan áreas mayores a 1000 hectáreas	100

Fuente: Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, Resolución 0330 de 2017.

En este estudio se estimaron los caudales pico para períodos de retorno de **3, 5, 10, 25, 50, 100 y 200 años** de tal forma que se evaluarán eventos para diferentes escenarios.

Es importante anotar que el canal en estudio tiene un área aferente de **13.23 Ha** por lo cual, para los diseños se deben utilizar los caudales y niveles que resulten de un período de retorno de 50 años, atendiendo lo estipulado en la Resolución 0330 de 2017.

4.4.2.1.4 Intensidad de Diseño

Como la precipitación no ocurre simultáneamente en toda la cuenca ni tiene la misma duración, el método Racional, supone para su aplicación que la duración de la lluvia es la misma en toda la cuenca y es igual al tiempo de concentración de esta, en ese caso toda la cuenca está drenando y se presenta la mayor cantidad de flujo de escorrentía. Es por esto por lo que para la determinación de las intensidades de diseño se emplearon Curvas IDF actualizadas con registros pluviométricos de la estación del Aeropuerto Rafael Núñez, para el rango de **1980 a 2019** (40 años), con el fin de incluir los efectos de cambio climático y variabilidad en la zona.

Teniendo en cuenta lo que establece la Resolución 0330 de 2017, en su artículo 135, en el que se indica: "Intensidad de lluvia. Se deben seleccionar las curvas IDF de cada localidad o región en particular y verificar su validez. Si no existen o no contemplan datos del último quinquenio, se deben obtener a partir de información pluviométrica de la zona, incluyendo los datos más recientes, para derivar las curvas de frecuencia correspondientes mediante análisis puntuales de frecuencia de eventos extremos máximos...en el análisis se deben incluir los cambios en las intensidades producidas por fenómenos de variabilidad y cambio climático sucedidos en Colombia...", para la determinación de las intensidades de diseño se construyeron Curvas de Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF), aplicando el método simplificado con base en la Metodología de Díaz Granados (Manual de Drenaje de INVIAS, 2009), a partir de coeficientes de regionalización de la Precipitación Máxima en 24 horas (PM24H).

Se empleó esta metodología por no contar con la disponibilidad de registros pluviográficos de precipitación que permitieran actualizar las Curvas IDF del IDEAM con datos del último quinquenio como mínimo. La ecuación tiene la siguiente expresión:

$$I(\text{mm/h}) = \frac{a * T^b * M^d}{(t_c / 60)^c}$$

Donde:

I : Es la Intensidad de la lluvia (mm/h) T : Es el periodo de retorno en años.

T_c : Es el tiempo de concentración en minutos

a, b, c y d : Son parámetros que dependen de la Región

M : Es Precipitación Máxima en 24 h a nivel multianual, para cada periodo de retorno Para la Región Caribe, los valores de estos parámetros son:

$$\begin{aligned} a &= 24.85 \\ b &= 0.22 \\ c &= 0.50 \\ d &= 0.10 \end{aligned}$$

4.4.2.1.5 Caudales Instantáneos Máximos

Con base en el análisis de la red de drenaje y las subcuencas definidas anteriormente y sus características físicas, se estimaron los tiempos de concentración para cada subcuenca, las intensidades de diseño, y los caudales máximos de escorrentía para los diferentes periodos de retornos establecidos en el análisis. En los siguientes cuadros se muestran los cálculos correspondientes.

Es importante anotar que estos caudales se estimaron como criterio de referencia para comparar con los caudales que se estimarán por el método de hidrogramas unitarios, aunque la revisión hidráulica se realizará con los hidrogramas de caudal obtenidos con éste último, dado que el método racional sobrestima los caudales pico y no tiene en cuenta el tránsito del hidrograma de caudal en el canal, adicionalmente se requiere evaluar espacialmente el efecto de los cambios de dirección (curvas) en el tramo de estudio.

Cuadro 10. Cálculo tiempos de Concentración

ELEMENTO	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN							
	KIRBY	FAA	SCS (Veloc. De Concentr.)	Kirpich	Bransby-Williams	Cuerpo de Ingenieros de USA	Promedio	Adoptado
Nombre	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)
Aporte Externo	31.95	36.29	28.26	19.01	33.82	35.08	30.73	30.73
Subc_02	25.48	28.46	17.41	13.09	20.69	24.33	21.58	21.58
Subc_03	26.71	29.93	19.26	14.15	24.81	26.27	23.52	23.52
Subc_04	27.19	30.50	20.00	14.57	27.90	27.03	24.53	24.53
Subc_05	25.68	28.70	17.70	13.26	23.50	24.64	22.25	22.25

Fuente: Los Autores, 2020

Con base en estos tiempos de concentración y las Curvas IDF definidas anteriormente, se calcularon las intensidades de diseño necesarias para la aplicación del método racional.

Cuadro 11. Cálculo de intensidades de Diseño

CUENCA	INTENSIDAD DE DISEÑO (I)								FACT. DE REDUCC. (R)
	1.33	3	5	10	25	50	100	200	
Nombre	(mm/h)								(mm)
Aporte Externo	87.3	72.3	82.2	97.3	121.2	142.8	168.0	197.5	1.00
Subc_02	80.3	86.3	98.1	116.2	144.6	170.4	200.5	235.7	1.00
Subc_03	76.9	82.7	93.9	111.3	138.5	163.2	192.0	225.7	1.00
Subc_04	75.3	80.9	92.0	108.9	135.6	159.8	188.0	221.0	1.00
Subc_05	79.1	85.0	96.6	114.4	142.4	167.8	197.4	232.1	1.00

Fuente: Los Autores, 2020

Aplicando la ecuación para el método racional se obtienen los siguientes resultados en la estimación de los caudales pico esperados, en cada una de las subcuencas evaluadas.

Cuadro 12. Estimación de Caudales de Escorrentía – condiciones Futuras

CUENCA	CAUDAL DE ESCORRENTÍA (Q)								Caudal Diseño
	1.33	3	5	10	25	50	100	200	
Nombre	(m ³ /s)								50
Aporte Externo	1.73	1.86	2.11	2.50	3.43	4.41	5.40	6.60	4.41
Subc_02	2.29	2.46	2.80	3.31	4.54	5.83	7.14	8.73	5.83
Subc_03	0.98	1.06	1.20	1.42	1.95	2.50	3.06	3.75	2.50
Subc_04	0.43	0.47	0.53	0.63	0.86	1.10	1.35	1.65	1.10
Subc_05	0.75	0.80	0.91	1.08	1.48	1.90	2.33	2.85	1.90

Fuente: Los Autores, 2020

De acuerdo con lo anterior, el caudal pico de diseño para el canal tapado es de 4.41 m³/s para las condiciones de cobertura futuras.

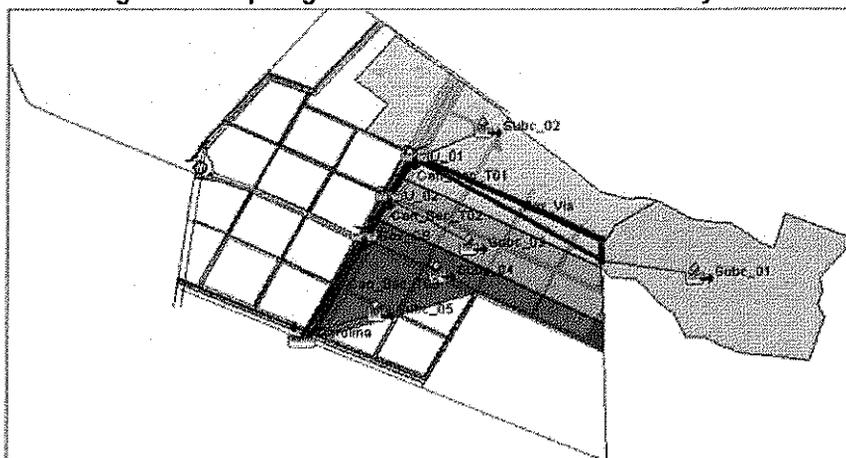
4.4.2.1.6 Modelación Hidrológica HEC-HMS

La estimación de los hidrogramas de caudal se realizó con ayuda de la herramienta HEC-HMS, el cual es un programa computacional diseñado para simular los procesos de lluvia-escorrentía para diferentes tipos de cuencas dendríticas. Con los resultados de estas simulaciones para los diferentes periodos de retorno se obtendrán los diferentes hidrogramas de caudal requeridos para la modelación hidráulica con flujo no permanente.

4.4.2.1.6.1 Topología del Modelo de Cuenca

La topología de la cuenca se definió teniendo en cuenta la distribución de las subcuencas, así como la red de drenaje principal en la zona, los datos de área, longitud, tiempo de concentración, números de curva y demás características necesarias para la simulación hidrológica. En la Figura 16 se muestra la topología definida para las simulaciones.

Figura 16. Topología del Modelo de Cuenca del Proyecto



Fuente: Los Autores, 2020

Para las subcuencas se empleó como método de pérdidas el **Número de Curva del SCS**, como método de transformación el **Hidrograma Unitario SCS**, con base en las características del suelo y los tiempos de concentración estimados, tanto para condiciones actuales como futuras. En el siguiente cuadro se muestra el resumen de los parámetros definidos para las simulaciones.

Cuadro 15. Datos de entrada para las subcuencas

Elemento	ÁREA DRENAJE (A)	NÚMERO DE CURVA (CN)	PORCENTAJE IMPERMEABIL. (%IMP)	Lag 60%tc
Identificación	(km ²)	(adm)	(%)	(min)
Aporte Externo	0.1323	80	40	18.44
Subc_02	0.1466	80	40	12.95
Subc_03	0.0657	80	40	14.11
Subc_04	0.0296	80	40	14.72
Subc_05	0.0485	80	40	13.35

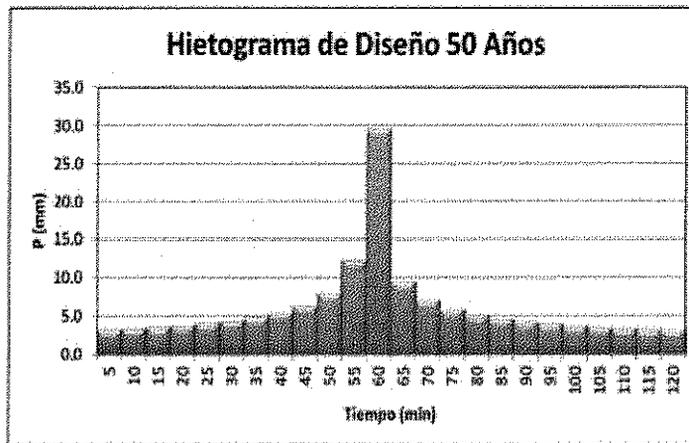
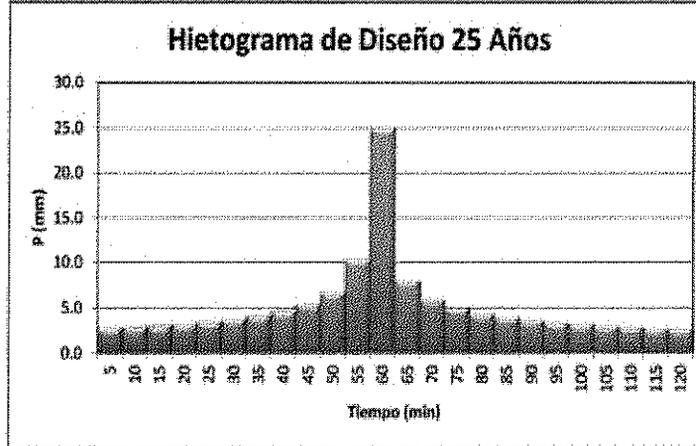
Fuente: Los Autores, 2020

Es importante aclarar que el porcentaje de impermeabilidad se definió a partir de la relación de áreas duras y el área total de cada una de las subcuencas para las condiciones actuales y la proyección en condiciones futuras, comparable con las estimaciones de los coeficientes de escorrentía ponderados que se presentaron anteriormente. Los valores de CN definidos se adoptaron para el Grupo Hidrológico C, para todas las subcuencas considerando condiciones intermedias de permeabilidad y moderado potencia de escurrimiento. De igual forma, el Lag Time para estas simulaciones se definió como el **60% del tiempo de concentración** para las subcuencas.

4.4.2.1.6.2 Hietogramas - Tormentas de Diseño

Para definir las tormentas de diseño se empleó el **Método de Bloques Alternos** en la construcción de los Hietogramas de Lluvias para los periodos de retorno especificados (25 y 50 años), empleando las Curvas IDF Sintéticas desarrolladas previamente, en la estimación de las intensidades de diseño y con ellas poder elaborar los hietogramas con una duración del aguacero igual a dos (2) horas, el cual se considera como aguacero típico en Cartagena.

Figura 17. Tormentas de Diseño para Tr 25, 50 y 100 años



Fuente: Los Autores, 2020

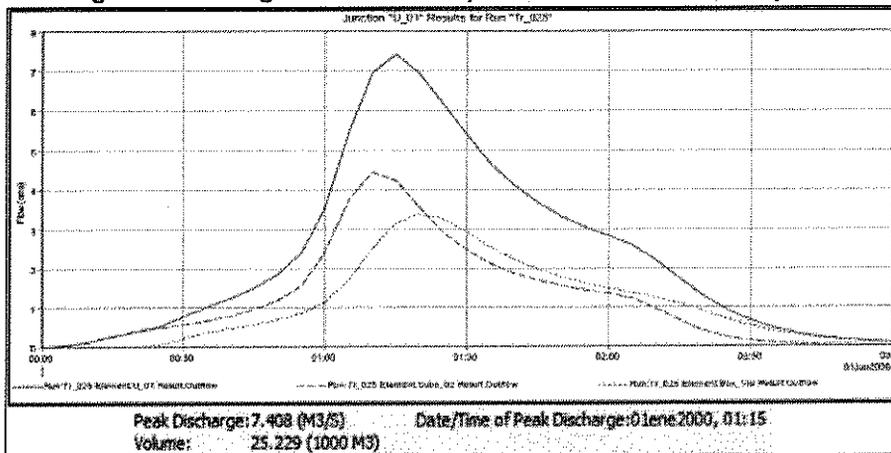
Correspondiente a cada período de retorno se especificaron dos (2) modelos meteorológicos correspondientes a los dos (2) períodos de retorno establecidos para las simulaciones. Con base en estos datos y de acuerdo con el comportamiento hidrológico de las subcuencas, la especificación de control se definió en tres (3) horas, de tal manera que logren desarrollarse completamente los hidrogramas de caudal en cada uno de los elementos del Modelo de Cuenca.

4.4.2.1.7 Hidrogramas de Caudal resultantes

Teniendo en cuenta todo lo anterior, se presentarán a continuación los hidrogramas de caudal obtenidos con la modelación en HEC-HMS para el canal tapado y a la salida de la cuenca.

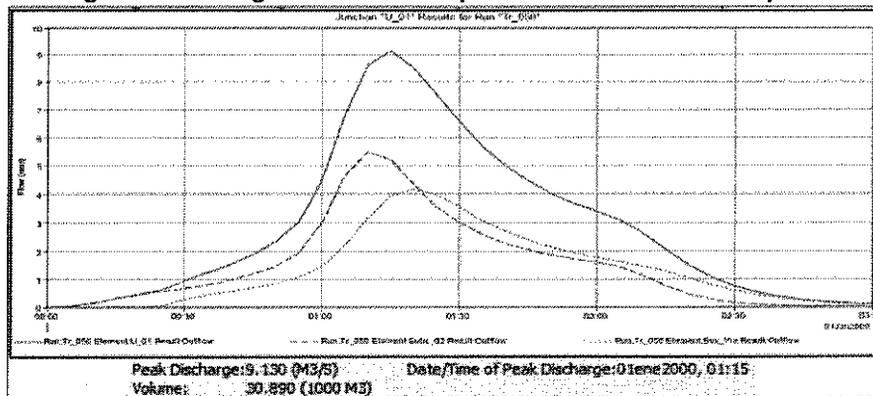
4.4.2.1.7.1 Hidrogramas de Caudal para subcuenca de aporte, canal tapado y Subc_02

Figura 18. Hidrograma de Caudal para Tr 25 años – Canal Aporte



Fuente: Los Autores, 2020

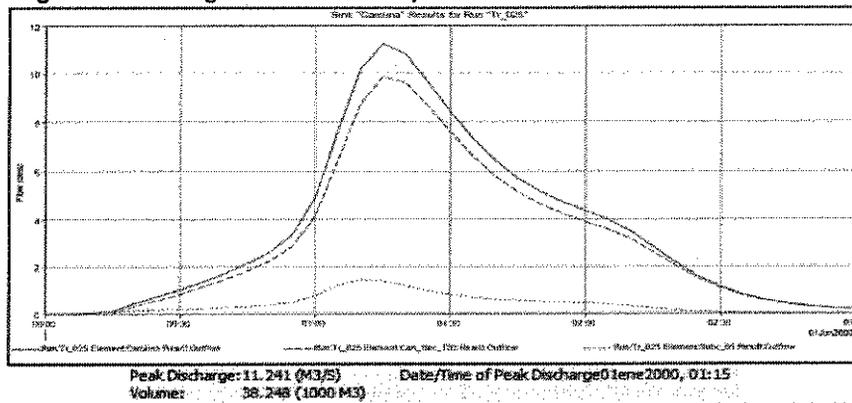
Figura 19. Hidrograma de Caudal para Tr 50 años – Canal Aporte



Fuente: Los Autores, 2020

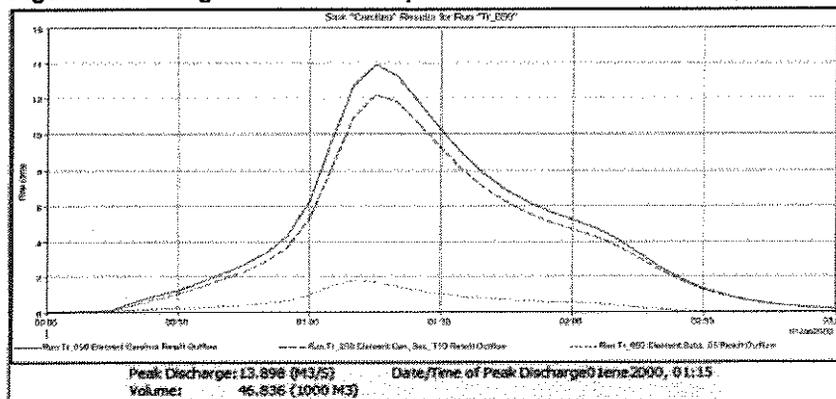
4.4.2.1.7.2 Hidrogramas de Caudal para la descarga en el canal La Carolina

Figura 20. Hidrograma de Caudal para Tr 25 años – Salida de la Cuenca



Fuente: Los Autores, 2020

Figura 21. Hidrograma de Caudal para Tr 50 años – Salida de la Cuenca



Fuente: Los Autores, 2020

Como puede observarse, el caudal pico para el canal tapado es de **4.44 y 5.41 m³/s**, para períodos de retorno de **25 y 50 años**, respectivamente. Para la salida de la cuenca se obtienen caudales pico de **11.94 y 13.90 m³/s**, para períodos de retorno de **25 y 50 años** respectivamente.

4.5 EVALUACIÓN HIDRÁULICA PARA DIMENSIONAMIENTO DEL CANAL TAPADO PARA EVACUAR LA ESCORRENTÍA DEL COLECTOR DE 48 PLG

La evaluación hidráulica para el diseño del canal tapado para evacuar la escorrentía superficial que descarga el colector de 48 plg, se realizó teniendo en cuenta la información topográfica suministrada, los niveles del urbanismo proyectado así como el análisis hidrológico precedente. Teniendo en cuenta que se cuenta con información topográfica de las zonas aledañas al canal, y el trazado de este presenta cambios bruscos de dirección, esta evaluación se enfocó hacia un análisis de flujo unidimensional (1D) y de régimen no permanente, con la herramienta computacional HEC-RAS, a partir de la configuración de tres aspectos básicos como son: definición de la geometría del proyecto a partir de la elaboración de Modelos Digitales de Terreno en la zona del canal, definición de las condiciones de borde o frontera y la configuración de los parámetros para las simulaciones con flujo 1D.

De igual forma, el análisis de las condiciones de flujo en el canal se realizó para las condiciones topográficas existentes y para la alternativa de intervención que permitan un control y manejo de la escorrentía superficial, de acuerdo con las proyecciones urbanísticas y las condiciones de flujo.

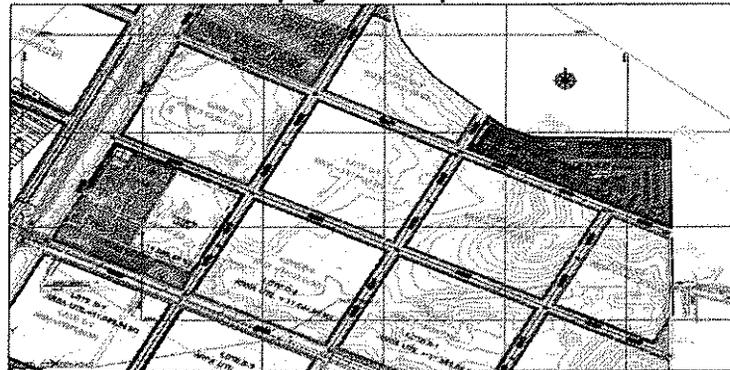
4.5.1 ANÁLISIS HIDRÁULICO - CONDICIONES FUTURAS

Para el desarrollo de este análisis se definió la geometría y condiciones de borde (externas e internas) a partir de la información topográfica actual y de los hidrogramas de caudal obtenidos en el análisis hidrológico precedente.

4.5.1.1 Geometría y Condiciones de Borde

Para la configuración de la geometría se elaboraron los MDT con la información topográfica de niveles suministrada para las condiciones actuales.

Figura 22. Información Topográfica específica de la zona del canal



Fuente: Los Autores, 2020

Con esta información se elaboró el MDT que se muestran a continuación, así como las secciones transversales y los perfiles longitudinales del canal en estudio. El canal tapado se definió teniendo

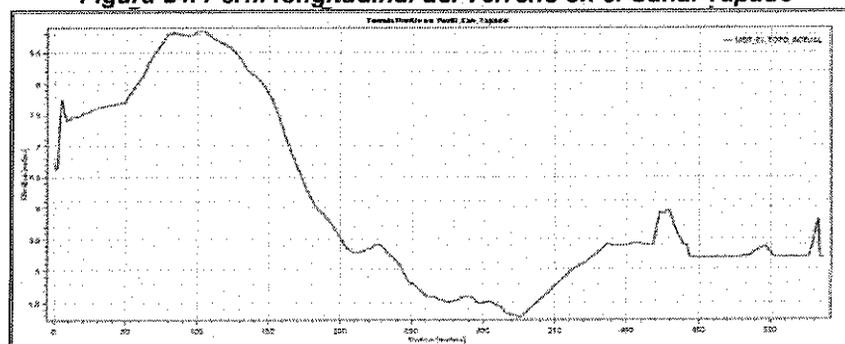
en cuenta los niveles del urbanismo proyectado y el nivel de descarga en el canal secundario. Para estas condiciones, el canal tapado se definió con una sección rectangular, revestimiento en concreto ($n=0.02$), ancho de fondo de 4.0 m y una pendiente longitudinal de 0.3%. La altura libre para el canal tapado se definió en 1.0 m.

Figura 23. Modelo Digital de Terreno y Trazado Canal Tapado y Canal Secundario



Fuente: Los Autores, 2020

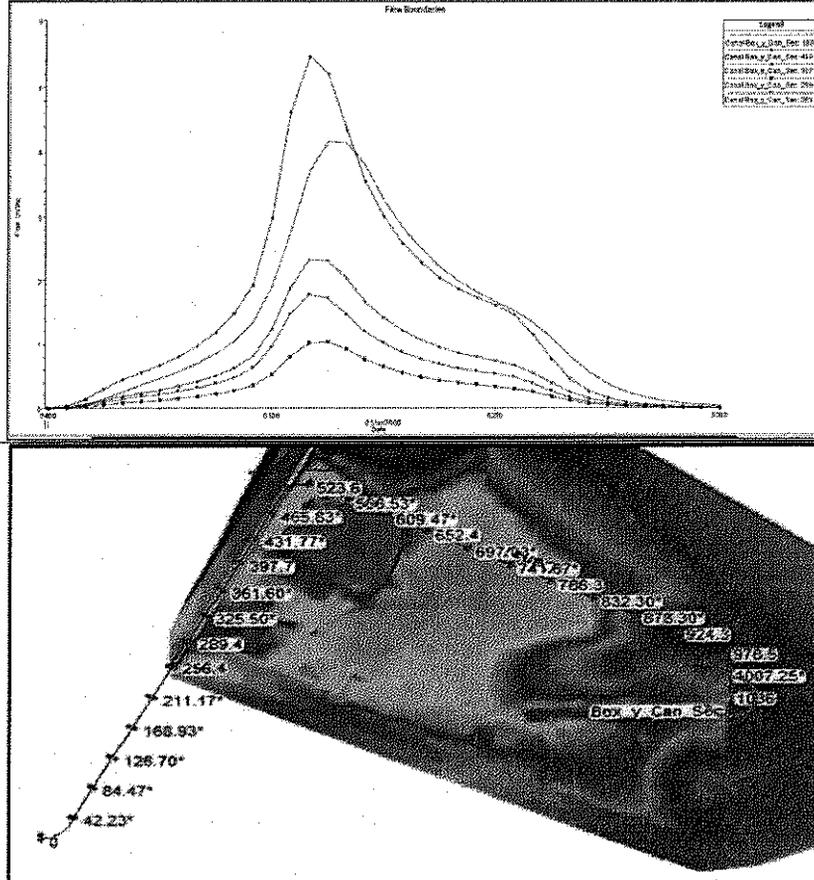
Figura 24. Perfil longitudinal del Terreno en el Canal Tapado



Fuente: Los Autores, 2020

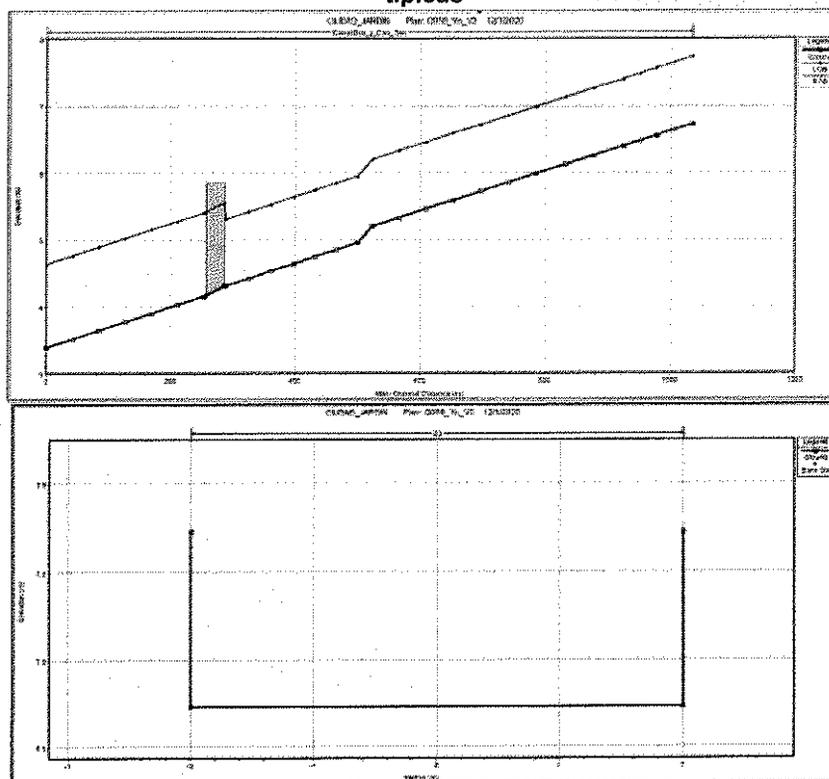
De igual forma, los datos para el análisis con flujo no permanente (hidrogramas de caudal), se definieron de acuerdo con la evaluación hidrológica precedente. La condición de borde en la salida se definió con la pendiente media del canal La Carolina (0.002 m/m). El coeficiente de rugosidad de Manning se definió en $n = 0.02$ (para concreto) y secciones transversales cada 30 m.

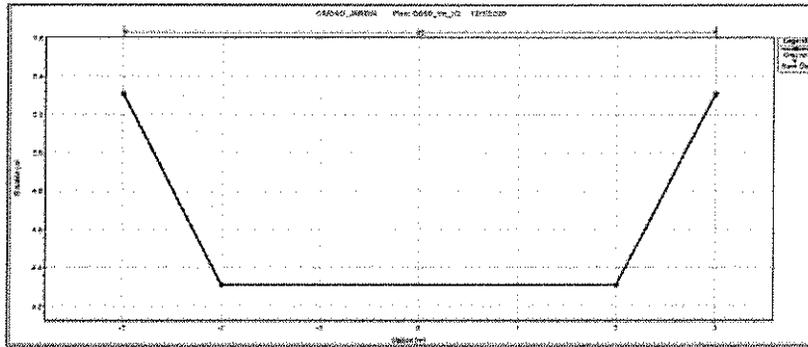
Figura 25. Condiciones de Borde (Externas e Internas) para Tr 50 años



Fuente: Los Autores, 2020

Figura 26. Perfil Canal Tapado Proyectado, Canal Secundario, y secciones transversales típicas

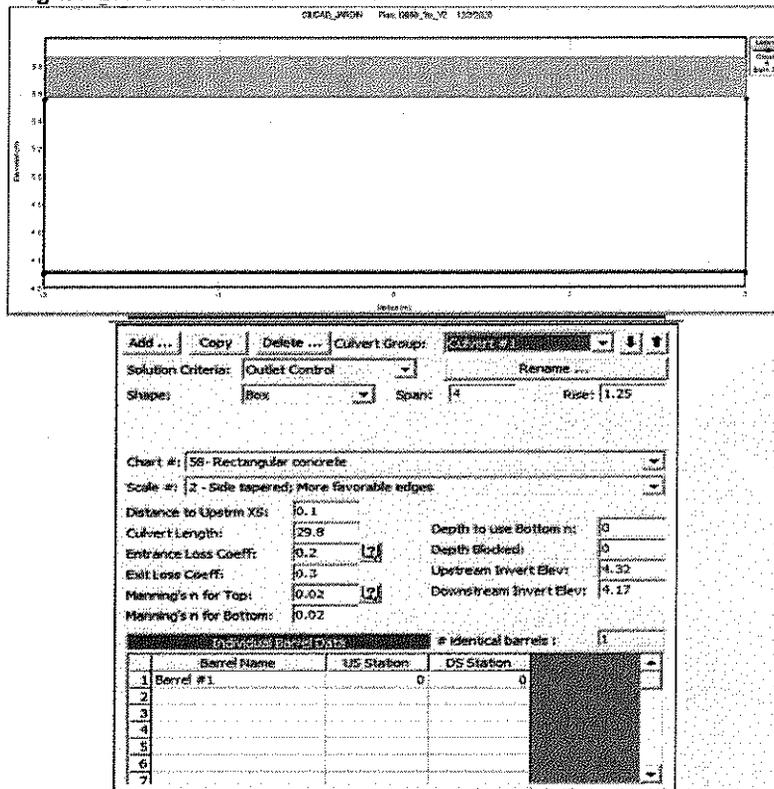




Fuente: Los Autores, 2020

En el canal secundario se proyectó un box-culvert de 30 m de longitud, de 4.0 m de ancho y 1.25 m de altura, cuyas características se muestran a continuación.

Figura 27. Características del Box-culvert en el canal secundario

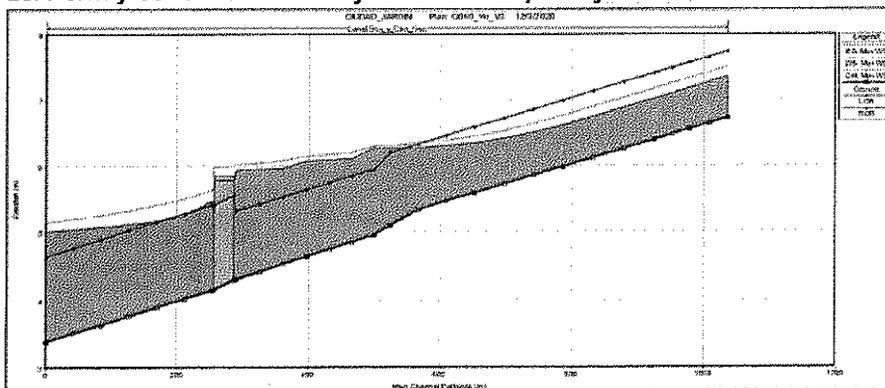


Fuente: Los Autores, 2020

4.5.1.2 Resultados modelación hidráulica

A continuación, se muestran los resultados de las simulaciones con HEC-RAS, para flujo unidimensional (1D) no permanente, evaluando el comportamiento del flujo (niveles de inundación, profundidad y velocidad) para las condiciones actuales, para el período de retorno de 50 años.

Figura 28. Perfil y condiciones de flujo en Canal Tapado y Canal Secundario – Tr 50 años



Reach	River Sta	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Max Ch Depth (m)	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Shear Total (N/m ²)	Froude # Chl
Box y Can Sec	0	13.58	3.39	5.02	1.63	5.15	1.59	9.71	0.43
Box y Can Sec	253.4	12.10	4.15	5.47	1.32	5.64	1.81	13.32	0.55
Box y Can Sec	256.4	11.97	4.16	5.29	1.13	5.65	2.64	30.41	0.79
Box y Can Sec	271.4	Inl Struct							
Box y Can Sec	286.4	12.11	4.30	5.79	1.49	6.00	2.03	17.08	0.53
Box y Can Sec	289.4	11.13	4.31	5.94	1.63	6.02	1.27	6.14	0.33
Box y Can Sec	397.7	8.93	4.64	6.08	1.44	6.15	1.17	5.34	0.33
Box y Can Sec	499.9	4.05	4.95	6.28	1.33	6.30	0.58	1.35	0.17
Box y Can Sec	523.6	4.02	5.10	6.27	1.17	6.31	0.85	3.20	0.25
Box y Can Sec	652.4	4.10	5.99	6.35	0.76	6.45	1.34	8.60	0.49
Box y Can Sec	786.3	4.15	5.99	6.62	0.63	6.76	1.64	13.44	0.66
Box y Can Sec	924.3	4.15	6.40	7.02	0.62	7.17	1.66	13.90	0.67
Box y Can Sec	978.5	4.16	6.56	7.19	0.63	7.33	1.66	13.83	0.67
Box y Can Sec	1036	4.16	6.73	7.36	0.63	7.50	1.66	13.86	0.67

Fuente: Los Autores, 2020

Como se puede observar, la profundidad del flujo en el Canal Tapado está entre **0.63m y 0.76m**, sin embargo, en el canal secundario la profundidad varía entre **1.17 m y 1.63 m**, generándose un efecto de remanso por la incidencia del box-culvert en el canal secundario para un período de retorno de 50 años (Posibilidad de Rebose para eventos de 50 años). De igual forma, se puede apreciar que las velocidades del flujo y los esfuerzos de corte están dentro de los rangos de diseño. El régimen de flujo es subcrítico tanto en el canal tapado, como en el canal secundario velocidades del flujo y los esfuerzos de corte están dentro de los rangos de diseño. El régimen de flujo es subcrítico tanto en el canal tapado, como en el canal secundario.

4.5.1.2.1 Análisis de sobrelevación

Aunque el régimen de flujo es subcrítico y los radios de las curvas son apropiados para esta condición, se analizó el efecto de sobrelevación (Δy) en las curvas para estas condiciones del canal, conociendo el ancho de fondo (B), la velocidad media en la curva (V), el radio de la curva en el eje (rc) y un coeficiente de pérdidas (C) (C=0.5 para flujo subcrítico y C=1.0 para flujo supercrítico). Esta sobrelevación se determina como:

$$\Delta y = C \frac{V^2 * B}{g * r_c}$$

Los valores de cada una de las variables de la ecuación anterior se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 18. Cálculo de sobrelevación en cada curva

Curva	B (m)	v (m/s)	A (m ²)	V (m/s)	Rc (m)	Froude	C	Δy (m)
1	4.0	0.6	2.52	1.7	15.0	0.7	0.5	0.037

Fuente: Los Autores, 2020

Como puede apreciarse, la sobrelevación está alrededor de **3.7 cm**. Para estas condiciones, no se presentan cambios significativos en la línea de energía por efecto de atenuación de la curva.

4.5.1.2.2 Cuadro resumen de diseño hidráulico

De acuerdo con los resultados anteriores, los parámetros del diseño hidráulico se presentan a continuación.

Cuadro 19. Cuadro resumen diseño hidráulico canal Tapado

Parámetro	Valor	Unidad	Parámetro	Valor	Unidad
Tipo de Sección	Rectangular		Caudal pico	4.16	m ³ /s
Revestimiento	Concreto		Velocidad media	1.7	m/s
Rugosidad (n)	0.02		Profundidad	0.63 a 0.76	m
Ancho de Fondo	4.0	m	Froude (Qmax)	0.67	
Altura Total	1.0	m	Fuerza Tractiva	>13	Pa
Pendiente	0.30	%	Gradiente L.E:	0.15	%
Radio de Curva	15.0	m	Sobrelevación	3.7	cm
Longitud	528.7	m	Borde Libre	0.25	m

Fuente: Los Autores, 2020

5. EVALUACIÓN DE LA INFORMACIÓN

- La delimitación de las cuencas y áreas de aporte para el diseño de las estructuras, se apoyaron en la información secundaria (MDT a partir de información satelital) a escala o tamaño de pixel de 30m. Adicionalmente fue levantada una topografía en el área del proyecto con un mayor detalle, sin embargo no se menciona la escala de levantamiento de la información que para zonas urbanas debe ser como mínimo 1:500.000.

Aunque se concuerda que es válido utilizar este tipo de información cuando las áreas de drenajes superan por mucho el área de influencia del proyecto, también se recalca que se puede encontrar información a un detalle mayor como son los modelos de elevación digital ALOS PALSAR disponibles en el Sistema de Información y Datos del Sistema de Observación de la Tierra de la NASA (EOSDIS), el cual proporciona DEM a escala 1:25.000 o tamaño de pixel de 12.5m.

Adicionalmente no se evidencio un acople de las dos topografías para mejorar el detalle en la delimitación de las cuencas en especial las del área del proyecto. Asimismo no se evidencio el aporte de los modelos de terreno y las cuencas en formato editable (.shp, .tiff, .grid) para la verificación de la delimitación.

- El sistema de coordenadas sobre el que se referenció la información levantada fue MAGNA SIRGAS y como datum, SIRGAS 2000 Bogotá.

Sin embargo y según lo establece el IGAC, la información espacial debe tener como referencia el sistema de coordenadas MAGNA – SIRGAS (de acuerdo con lo referido en la Resolución 068 del 28 de enero de 2005) (IGAC, 2005) y también se deberá tener en cuenta la Resolución 370 de 2021 "Por medio de la cual se establece el sistema de proyección cartográfica oficial para Colombia", la cual establece en su artículo 1 como objeto lo siguiente:

"Artículo 1.- Objeto. Establecer la proyección cartográfica "Transverse Mercator" como sistema oficial de coordenadas planas para Colombia, con un único origen denominado "Origen Nacional", referido al Marco Geocéntrico Nacional de Referencia, también denominado MAGNASIRGAS, así:

Parámetro	Valor
Proyección	Transversa de Mercator
Elipsoide	GRS80
Origen: Latitud	4° N
Origen: Longitud	73° W
Falso Este	5.000.000
Falso Norte	2.000.000
Unidades	Metros
Factor de escala	0.9992

La denominación del sistema de proyección cartográfica oficial para Colombia es MAGNASIRGAS / Origen-Nacional y se encuentra codificado por el European Petroleum Survey Group como EPSG:9377."

- El coeficiente de escorrentía debe ser asignado teniendo en cuenta tipo de coberturas, pendiente y tipos de suelo. Hace un poco de ruido que todas las cuencas tengan el mismo CE (0.7), incluso la del aporte externo donde predominan coberturas naturales en comparación con las cuencas del área de influencia del proyecto donde hay presencia zonas urbanizadas.

Lo mismo sucede con la asignación del CN en la aplicación del modelo hidrológico en el software Hec-Hms donde se asocia un valor de 80 a todas las cuencas.

- No se evidencia la aplicación del fenómeno de tránsito de avenidas en la simulación del modelo hidrológico en el Hec-Hms. Este fenómeno es crucial en la modelación hidrológica porque permite predecir cómo se desplazan y atenúan los caudales a lo largo de un cauce o red de drenaje durante eventos de crecida.
- Se evidencia que el análisis de la información de precipitación para la determinación de intensidades y hietogramas para la distribución temporal de precipitaciones máximas es bastante consistente y cuenta con la cantidad de datos recomendados por el IDEAM y la Organización Meteorológica Mundial OMM. Sin embargo y aunque es válida la utilización de la metodología de bloques alternos para definir los hietogramas o tormentas de diseño, en diversos estudios realizados en la ciudad se ha logrado evidenciar que los picos de las tormentas se presentan al inicio del evento y no a mitad de este como indica el método utilizado.

- Las obras civiles de ocupación de cauces están constituidas esencialmente por: un canal conformado por dos secciones; una principal tapada y otro secundario destapado. La longitud total del canal es de 535 metros de longitud. Su recubrimiento será desarrollado en dos etapas; una primera etapa revestida en concreto tapado como boxculvert y otra descubierta. El tramo de canal tapado tendrá una longitud aproximada de 177.0 m (primera etapa) y se definió con una sección rectangular, revestimiento en concreto ($n=0.02$), ancho de fondo de 4.0 m y una pendiente longitudinal de 0.3%. La altura libre para el canal tapado se definió en 1.0 m. Este tramo de canal recibirá la evacuación de las escorrentías pluviales, que descarga el colector de 48 plg hacia el lote del proyecto. En el canal secundario se proyectó un box-culvert de 30 m de longitud, de 4.0 m de ancho y 1.25 m de altura.
- Se menciona que el canal tapado se definió teniendo en cuenta los niveles del urbanismo proyectado y el nivel de descarga en el canal secundario. Sin embargo, no se evidencian los niveles de urbanismo proyectados.
- Los resultados de la modelación hidráulica indican que la profundidad del flujo en el Canal Tapado está entre 0.63 m y 0.76 m, sin embargo, en el canal secundario la profundidad varía entre 1.17 m y 1.63 m, generándose un efecto de remanso por la incidencia del boxculvert en el canal secundario para un período de retorno de 50 años, lo cual evidencia la posibilidad de reboses para eventos con este periodo de retorno.

6. CONCEPTO TÉCNICO AMBIENTAL

Teniendo en cuenta los antecedentes, las visitas de inspección en **LA URBANIZACIÓN MARÍN VALENCIA S.A.** en la dirección Transversal 54 # 91-95 La Carolina - Ciudad Jardín, en las coordenadas geográficas 10°23'45"N - 75°27'14" W, los cuales cuentan con matrícula inmobiliaria número 01-0515190281 y licencia de construcción 0604 del 21 de enero de 2021, se conceptúa:

- 6.1. Al revisar la información aportada se evidencia de manera general que las metodologías e información utilizada es consistente y ampliamente validada científicamente en la aplicación de modelos hidrológicos e hidráulicos. Sin embargo, se evidenciaron una serie de detalles que generan ruido y posiblemente pueden influir en los resultados de los caudales estimados para la modelación hidráulica y diseño de estructuras hidráulicas. En el ítem 5: Evaluación de la información se detallan las observaciones encontradas y adicionalmente se destaca que no fueron aportados los archivos editables de los modelos hidrológico e hidráulico para una evaluación más precisa de los resultados presentados.
- 6.2. Se observa en la evaluación de la respuesta hidráulica de las estructuras proyectadas con respecto a los caudales de 50 años de periodo de retorno, que la estructura proyectada (Boxculvert) en el canal secundario genera un efecto de remanso que produce profundidades que van entre 1.17 m y 1.63 m, evidenciando la posibilidad de desbordamiento y posibles inundaciones en las zonas aledañas, esto plantea desafíos potenciales en términos de gestión de recursos hídricos y planificación urbana, especialmente en la zona donde se tiene conocimiento de eventos de inundación frecuentes cuando hay precipitaciones fuertes.
- 6.3. No Conceder el Permiso Ambiental de Ocupación de Cauce para la ejecución de las obras civiles de acuerdo con lo planteado en la sección 3.1.2 del documento: **DISEÑO HIDRÁULICO CIUDAD JARDÍN DERIVACIÓN TUBO 48 PLG 12-2020**".

Que a través de los artículos 8º y 58 de la Constitución Política se establece que es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación. En concordancia con la anterior disposición normativa, el inciso 2º del artículo 3º *idem*, señala que el Estado deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.

Que el artículo 102 del Decreto 2811 de 1974, establece que quien pretenda construir obras que ocupen el cauce de una corriente o depósito de agua deberá solicitar autorización. Que el Decreto 1076 de 2015 en su artículo 2.2.3.2.12.1, establece que:

"La construcción de obras que ocupen el cauce de una corriente o depósito de agua requiere autorización, que se otorgará en las condiciones que establezca la Autoridad Ambiental competente. Igualmente se requerirá permiso cuando se trate de la ocupación permanente o transitoria de playas".

Que el Decreto 1076 de 2015 en su artículo 2.2.3.2.16.3, prevé que la construcción de obras para almacenar, conservar y conducir aguas lluvias se podrá adelantar siempre y cuando no se causen perjuicios a terceros.

Que el Decreto 1076 de 2015 en su artículo 2.2.3.2.19.2, 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 Corporación, 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".

Que en cumplimiento de la normativa expuesta, la Subdirección Técnica y de Desarrollo Sostenible de esta entidad evaluó los documentos aportados por la sociedad Urbanizadora Marval S.A.S., como consta en el Concepto Técnico No. 133 de 06 de marzo de 2024.

Que con base en el estudio realizado, la Subdirección Técnica y de Desarrollo Sostenible del EPA Cartagena, a través del Concepto Técnico No. 133 de 2024, definió que no resulta viable otorgar el permiso de ocupación de cauce solicitado por la sociedad Urbanizadora Marval S.A.S., para el desarrollo de la obra de construcción de obras civiles hidráulicas, como lo son: un canal conformado por dos (2) secciones; una principal tapada (como box culvert), y otra secundaria destapada (recubrimiento descubierto).

Que en virtud de la normativa expuesta y del pronunciamiento emitido por la Subdirección Técnica y de Desarrollo Sostenible de esta Autoridad Ambiental, se negará el permiso de ocupación de cauce solicitado por la sociedad Urbanizadora Marval S.A.S.

En mérito de lo expuesto, se

RESUELVE

ARTÍCULO PRIMERO: NEGAR el permiso de ocupación de cauce solicitado por la sociedad Urbanizadora Marval S.A.S. con NIT 830.012.053-3, representada legalmente por el señor Rafael Augusto Marín Valencia, identificado con cédula ciudadanía No. 13.832.694, para la construcción de obras civiles hidráulicas, como lo son: un canal conformado por dos (2) secciones; una principal tapada (como box culvert), y otra secundaria destapada (recubrimiento descubierto), que se desarrollaría en un lote ubicado en la Transversal 54 # 91-95 en el barrio La Carolina en Cartagena de Indias, de conformidad con las razones expuestas en la parte considerativa del presente acto administrativo.

ARTÍCULO SEGUNDO: ACOGER integralmente el Concepto Técnico No. 133 de 06 de marzo de 2024, emitido por la Subdirección Técnica y de Desarrollo Sostenible del EPA Cartagena.

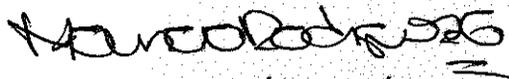
ARTÍCULO TERCERO: REMITIR el presente acto administrativo a la Subdirección Técnica y de Desarrollo Sostenible.

ARTÍCULO CUARTO: NOTIFICAR a la sociedad Urbanizadora Marval S.A.S. el contenido del presente acto administrativo, de conformidad con lo establecido en el artículo 67 de la Ley 1437 de 2011.

ARTÍCULO QUINTO: PUBLICAR el contenido del presente acto administrativo en el Boletín Oficial del Establecimiento Público Ambiental de Cartagena- EPA Cartagena.

ARTÍCULO SEXTO: 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 lo establecido en los artículos 76 y 77 de la Ley 1437 de 2011.

NOTIFÍQUESE, PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE



MAURICIO RODRÍGUEZ GÓMEZ

Director General Establecimiento Público Ambiental

Vobo. Carlos Hernando Triviño Montes
JOAJ EPA Cartagena



Proyectó: R. Osorio
Abogado Asesor Externo OAJ EPA