



RESOLUCIÓN N° 0015 DE 2022 (5 de Enero de 2022)

"POR LA CUAL SE CONCEDE AUTORIZACION DE OCUPACION DE CAUCE PARA LA CONSTRUCCION DE LAS OBRAS DE PROTECCION GEOTECNICA EN EL GASODUCTO TRONCAL LINEA 24^a y 20^a SOBRE EL RIO CAÑAS, JURISDICCION DEL MUNICIPIO DE DIBULLA – DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES"

EL DIRECTOR GENERAL DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LA GUAJIRA CORPOGUAJIRA, en uso de sus atribuciones constitucionales, legales, y reglamentarias, especialmente las conferidas por la ley 99 de 1993, Decreto 1076 de 2015 y

CONSIDERANDO

Que mediante la Resolución 1783 del 26 de agosto del 2016, la Corporación Autónoma Regional de La Guajira (CORPOGUAJIRA) otorgo permiso de Ocupación de Cauce Playas y Lechos sobre las fuentes hídricas denominadas "Río Jerez" con la finalidad de reparar la obra de protección existente en el cruce del gasoducto y cruce del Río Cañas, en jurisdicción del municipio de Dibulla - La Guajira; en este último se presenta nuevamente problemas en la obra de protección de la tubería y se requiere una intervención urgente.

Que mediante Resolución 0734 del 21 de abril del 2020, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA, otorgo permiso de ocupación de cauce sobre el Río Cañas para adelantar la obra relacionada con la Restauración Geomorfológica de un tramo del Río Cañas, en jurisdicción del corregimiento de Mingueo, zona rural del municipio de Dibulla La Guajira.

Que mediante oficio ENT-6018 de 23 de agosto de 2021, la Doctora Julieta Barboza Méndez, actuando en calidad de representante legal para efectos judiciales de la sociedad PROMIGAS S.A. E.S.P., identificada con Nit. 890105526-3, presentó solicitud de permiso de ocupación de cauce para la ejecución de las obras de protección geotécnica en el gasoducto troncal, línea 24A y 20A, sobre el río cañas, en el municipio de Dibulla, departamento de La Guajira.

Que mediante Auto N° 584 de fecha 22 de Octubre de 2021, CORPOGUAJIRA avocó conocimiento de la solicitud antes mencionada y ordenó correr traslado al Grupo de Evaluación, Control y Monitoreo Ambiental de esta Corporación, para los fines pertinentes.

Que en cumplimiento del Auto precitado, el funcionario comisionado de esta entidad, realizó visita de inspección ocular al sitio de interés, por medio de la cual se desprendió el informe técnico INT – 31 de fecha 5 de Enero de 2021, en donde se plasma lo evidenciado en los siguientes términos:

(...)

Luego de la práctica de la vista de inspección de campo y la revisión de la información presentada por parte de la empresa PROMIGAS S.A. E.S.P para la solicitud del permiso de ocupación de cauce sobre el Río Cañas en jurisdicción del corregimiento de Mingueo, zona rural del municipio de Dibulla, La Guajira, se evidencio que la intervención propuesta finalmente solo implica una parte de las obras proyectadas; por lo que se le solicito información complementaria dando alcance a las actividades a ejecutar el tramo establecido, mediante oficio de radicado SAL-4676 de diciembre del 2021.

En respuesta a dicha solicitud se allega a CORPOGUAJIRA la información solicitada mediante escrito con radicado ENT-8647 del 14 de diciembre del 2021.

2. SOLICITUD REALIZADA Y DESARROLLO DE VISITA TECNICA

2.1. SOLICITUD REALIZADA

Permiso de Ocupación de Cauce para la ejecución del proyecto cuyo objeto es la “Realizar las obras de protección geotécnica en el gasoducto troncal tubería L24A y 20A en el cruce del Río Cañas, en una longitud aproximada en cada extremo del cruce de 107 metros aproximadamente, con el fin de garantizar la protección de la tubería, para lo cual presento la siguiente información:

- Formulario Único Nacional de solicitud de Ocupación de Cauces, Playas y Lechos debidamente diligenciado.
- Soporte de pago por evaluación de trámites ambientales.
- Descripción del proyecto que incluye como anexos.
- Cámara de comercio actualizada.
- Copia de la Resolución 751 de 2017.
- Fichas de manejo aplicables a la intervención.
- Especificaciones técnicas.
- Análisis Hidrológico, Hidráulico y de Socavación.
- Memorias hidráulicas.
- Plano del tramo del río a intervenir.
- Planta y detalles de la estructura de protección.

2.2. DESARROLLO DE LA VISITA TÉCNICA EN CAMPO

El día 10 de noviembre del 2021, la Corporación Autónoma Regional de La Guajira CORPOGUAJIRA, en cumplimiento de sus funciones, a través de la Subdirección de Autoridad Ambiental, envió funcionarios del Grupo Evaluación Control y Monitoreo Ambiental ECMA, para realizar visita de inspección técnica en campo en atención al auto de trámite No 584 del 2021; en el marco de la solicitud del permiso de ocupación de cauce para adelantar la obra que tiene por objeto. **“Obras de protección geotécnica en el gasoducto troncal, línea 24A y 20A, sobre el Río Cañas, en jurisdicción del corregimiento de Mingueo, zona rural del municipio de Dibulla - La Guajira”**; el proyecto consiste básicamente en la construcción de una obra geotécnica compuesta por colchagaviones dispuestos en el fondo del cauce y alineados en el sentido del flujo. Los extremos del colchagavión, aguas arriba y aguas abajo respecto al cruce del ducto, deberán contar con un tramo de 1.0 metro de longitud enterrado a 0.6 metros de profundidad. Los colchagaviones deberán contar con un ancho de 1.0 metro, altura de 0.3 metros y longitud variable de acuerdo a la localización final de los ductos en campo. Debido a que la máxima longitud comercial de las canastas para colchagaviones, varía entre los 2.0 y los 4.0 metros se deberá garantizar la unión entre las unidades necesarias, con el fin de alcanzar la longitud requerida en campo.

La visita de inspección en campo se desarrolló en compañía de los ingenieros de PROMIGAS, Mario García (Gerencia de Sostenibilidad) y Cesar Rivera Romero (Profesional de Mantenimiento); durante el recorrido se tomaron datos de campo referentes a coordenadas geográficas del sitio, registro fotográfico e inspección ocular de las condiciones naturales del área objeto de la intervención. Con respecto a las condiciones naturales encontradas en el sitio se evidenció que existe una problemática que representa un inminente riesgo ambiental y social por el afloramiento de la tubería del gasoducto Troncal del Caribe, sobre el lado izquierdo del cauce y margen del Río Cañas en el sitio de coordenadas geográficas mostradas en la Tabla 1 y Figura 1, además del registro fotográfico.

El punto objeto de la solicitud del permiso de ocupación de cauce se encuentra ubicado sobre el Río Cañas en la margen izquierda diagonal a la bocatoma del canal La Chinita, donde actualmente existe un afloramiento de la tubería del gasoducto de la empresa PROMIGAS, debido a la pérdida del talud de la margen izquierda del río y a la socavación del lecho mismo; se observó que en un tramo entre 8 y 10 m hay exposición del revestimiento de la tubería lo que represente una gran amenaza ante la ocurrencia de cualquier ruptura de la misma. El río en el sitio de interés se encuentra con un cauce bastante amplio con gran exposición de

material aluvial tipo canto rodado de mediano tamaño y arena principalmente, desestabilización de talud por erosión progresiva en la margen izquierdo y con mayor depósito de material en la margen opuesta; el punto de interés cuenta con una estructura hidráulica de protección conformada por muros en gaviones y colchagaviones parcialmente destruidos, con una erosión bien marcada al final de la estructura donde se puede apreciar el colapso de un árbol rivero por consecuencia de la erosión del talud. Sobre la misma margen exige cuatro ejemplares juveniles de árboles, tres de los cuales son de la especie de Roble y uno de Marañoón, al parecer estos ejemplares fueron plantados con el fin de darle mayor estabilidad a esa margen del río.

Se tiene conocimiento que la empresa PROMIGAS tiene proyectado una obra general para dar solución definitiva a dicha problemática. No obstante, debido al inminente riesgo que se viene corriendo por el afloramiento de la tubería el ese punto del río, se requiere realizar una intervención con premura para la construcción de una obra hidráulica de protección tipo gaviones y colchagaviones que le brinden mayor seguridad a la estructura mientras se realiza la obra definitiva

2.2.1. Localización Del Proyecto

La obra a realizar se localiza sobre el cauce del Río Cañas en la margen izquierda entre las líneas del gasoducto PROMIGAS, en el PK 101+500 de la línea L20A (Ballena-Palomino) y en el PK 7+000 de la línea L24A (Loop Dibulla-Palomino), en jurisdicción del corregimiento de Mingueo, zona rural del municipio de Dibulla; al sitio se puede acceder, por la vía a la termoeléctrica Gecelca o por la vía paralela a la hacienda La Chinita (ver Figura 1 y Tabla 1).



Figura 1. Sitio a intervenir Río Cañas jurisdicción del corregimiento de Mingueo.

Fuente: Adaptado de Google Earth, 2021.

Tabla 1. Ubicación del tramo del cauce del Río Cañas propuesto para la intervención.

Punto referenciado	Coordenadas Datum Magna Sirgas	
	Latitud N	Longitud W
Afloramiento tubería PROMIGAS Río Cañas, Margen izquierda	11°13'12.50"	73°24'20.10"

Fuente: CORPOGUAJIRA, 2021.

2.2.2. Registro Fotográfico

En el presente registro fotográfico se muestra el estado de los sitios propuestos para la intervención en la fecha en que se practicó la visita de inspección técnica en campo. En la Figura 2 se observa la afloración de la tubería por la desestabilización de la margen izquierda, socavación del lecho y perdida de la estructura de protección y en la Figura 3 se muestra el estado actual del cauce del Río en el cual se observó erosión pronunciada y perdida del gavión protector, así como el talud margen izquierda y la cobertura vegetal rivereña.



Figura 2. Estado actual de la tubería de gas Natural aflorando sobre el lecho del Río Cañas.

Fuente: CORPOGUAJIRA, 2021.



Figura 3. Estado actual del cauce del Río Cañas.

Fuente: CORPOGUAJIRA, 2021.

2.3. GENERALIDADES DE LA CUENCA DONDE SE UBICA EL PROYECTO

La cuenca del Río Cañas está localizada en el centro del municipio de Dibulla, La Guajira. Esta cuenca tiene sus nacimientos principales a una altitud aproximada de 2.000 metros sobre el nivel del mar, su principal afluente es la quebrada Andrea y el caño Arena que al unirse con el Río Cañas en una altura de 75 y 100 metros respectivamente sobre el nivel del mar, continúan aguas abajo hasta su desembocadura directa en el Mar Caribe luego de recorrer más de 27 kilómetros de longitud en las estriaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta en su parte norte.

En la parte alta y media de la cuenca del Río Cañas habita población indígena de la etnia Kogui de las comunidades de Bonga, Duminguéka y Kuizhimake con cerca de 1.100 habitantes. En la parte baja se encuentra el corregimiento de Mingueo, con una población superior a los 4.000 habitantes, la cual encuentra la Troncal del Caribe, que de la ciudad de Santa Marta conduce a la ciudad de Riohacha, como su principal eje de desarrollo, al igual que proyectos ubicados en la zona costera en donde se encuentra TERMOGUJIRA y Puerto Brisa.

La cuenca del Río Cañas, se encuentra en el centro del espacio del municipio de Dibulla, la cuenca representa cerca del 8,5% del área municipal (1.744 km^2), con cerca de 14.719 ha. Su localización geográfica en la zona central del municipio con desembocadura directa al Mar Caribe y la presencia del poblado de Mingueo la constituyen en un área de gran importancia a nivel municipal.

Por otro lado, existen figuras de orden territorial que desde el Estado dan cuenta de diferentes formas y normas administrativas y ambientales que se encuentran traslapadas en la cuenca del Río Cañas. Del área total de la cuenca se resalta como el Resguardo Indígena Kogui Malayo Arhuaco legalmente constituido y ampliado en el año 2011, corresponde a más del 74% del área total de la cuenca, por lo que es necesario

considerarlos como aliados imprescindibles frente a los procesos de ordenamiento de dicho territorio. La autoridad ambiental de CORPOGUAJIRA, representa el 62,41% del área de la cuenca, que corresponde a la zona que se encuentra fuera del Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta hasta la desembocadura en el Mar Caribe. Dicho Parque posee un área superior a las 5.500 hectáreas de la cuenca que representa el 37,59% del área total de esta. Se destaca que el Parque está en las zonas de los nacimientos del río y en los sitios sagrados del cerro de Wásulwa, en donde está Jate Nabita, considerado por los Kogui como un espacio de gran importancia ambiental y cultural.

Se resalta que la cuenca del Río Cañas posee alta pendiente en su parte alta de la zona sur y sur este, sin embargo, la mayor parte de la cuenca desde su parte media presenta una pendiente moderada a baja recorriendo más de 20 km desde la cota 500 msnm hasta el nivel del mar.

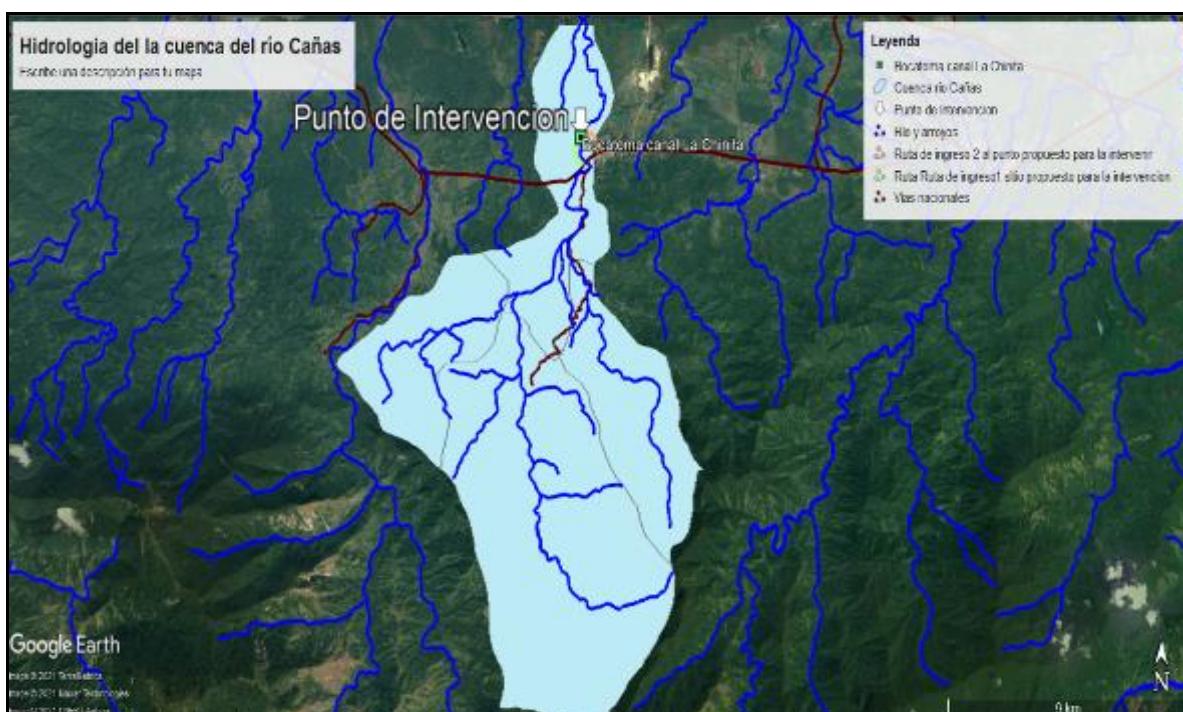


Figura 4. Cuenca o área de drenaje de la cuenca del Río Cañas.
Fuente: Adaptado de Google Earth, 2021.

3. RESUMEN DE LA INFORMACIÓN TÉCNICA ENTREGADA

3.1. PROBLEMÁTICA QUE ORIGINA LA INTERVENCIÓN

La ocurrencia de crecientes extremas conduce a los procesos de socavación general en los cauces de los ríos que, sumados a factores de índole hidráulica y geotécnica, en algunas ocasiones inadecuadamente analizados, se convierten en una de las causas más comunes de los daños que se presentan en ríos y quebradas. El proyecto es requerido dado que en la actualidad se encuentra descubierta una sección de la tubería L24A y 20A.

Teniendo en cuenta las condiciones actuales del Río Cañas y debido a los fenómenos de arrastre presentados en el tramo en que el Río Cañas se intercepta con los gasoductos de PROMIGAS, se requiere la construcción de una obra geotécnica, con el fin de brindar protección a los ductos que cruzan esta corriente natural para evitar que entre en riesgo la integridad del gasoducto Troncal.

Para la intervención PROMIGAS S.A E.S.P., cuenta con un Plan de Manejo Ambiental aprobado bajo Resolución 0751 de 2017 de la ANLA para el gasoducto.

3.2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Para realizar el análisis hidrológico e hidráulico del cauce en estudio se realizó un levantamiento batimétrico y topográfico del Río Cañas, esto con el fin de reducir el grado de incertidumbre de los modelos numéricos a realizar.

3.2.1. Levantamiento batimétrico

Se realizó un levantamiento topográfico del área de estudio y batimétrico de diez (10) secciones a detalle del Río Cañas, con secciones transversales distribuidas a lo largo del sitio de interés. Las secciones transversales abarcan una distancia que oscila entre 50.0 a 60.0 metros aproximadamente.

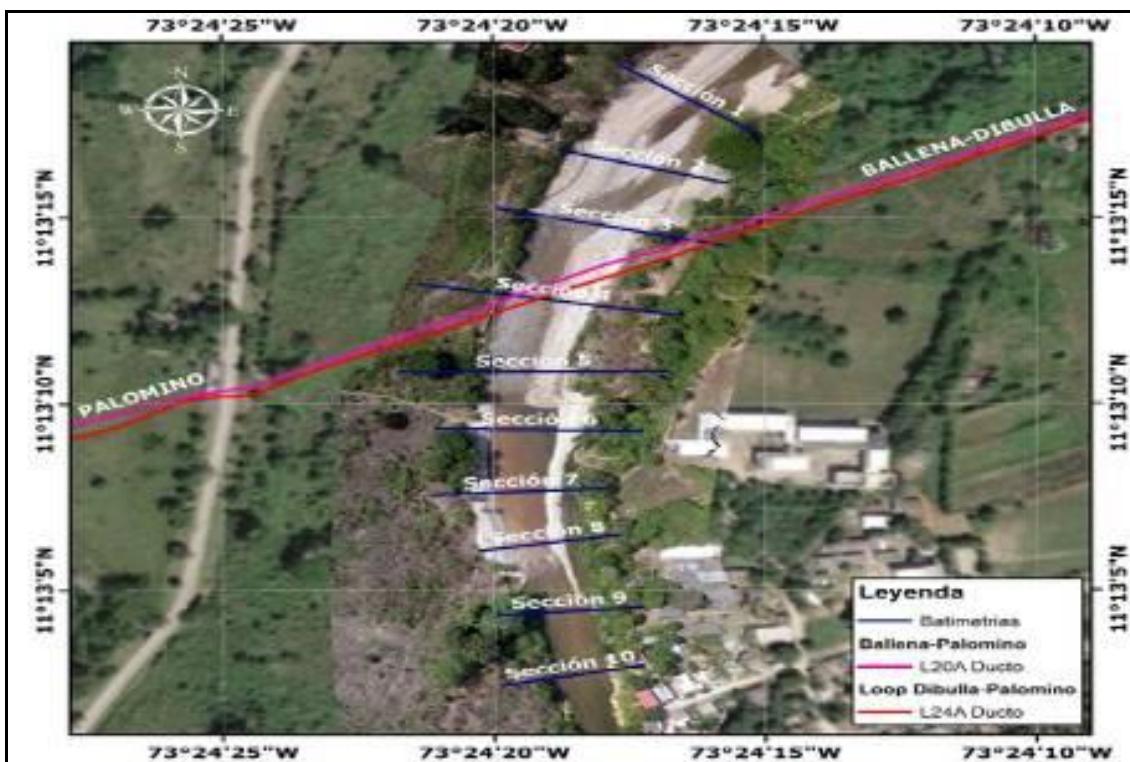


Figura 5. Secciones transversales sobre el Río Cañas.

Fuente: El Solicitante.

Como se mencionó anteriormente en total se realizaron diez secciones transversales para analizar el comportamiento hidráulico del cauce del Río Cañas, obteniendo secciones como la presentada a continuación:

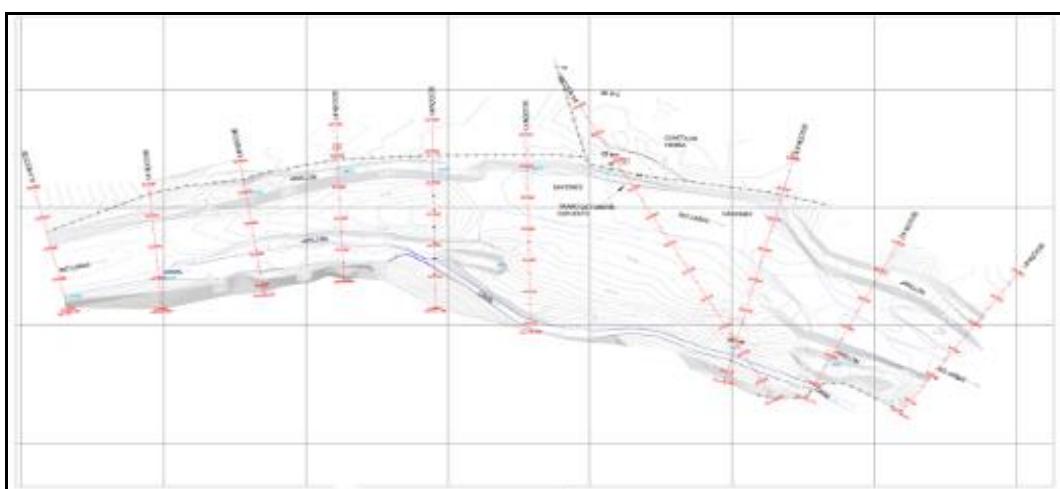


Figura 6. Planta levantamiento topográfico Río Cañas

Figura 3. Planta leval
Fuente: El Solicitante

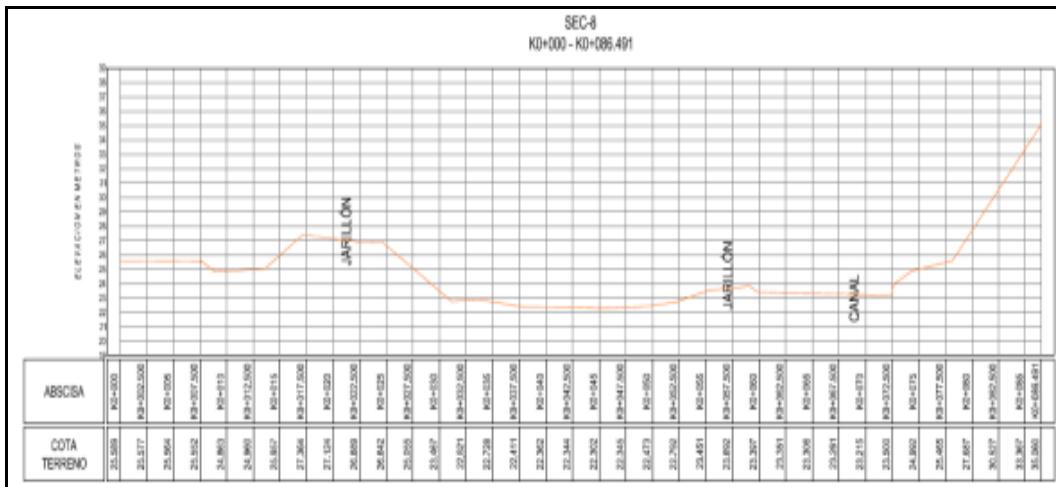


Figura 7. Perfil batimétrico típico Río Cañas.

Fuente: El Solicitante.

3.3 ANÁLISIS HIDROLÓGICO

El propósito del análisis hidrológico es determinar mediante métodos numéricos cual sería el valor de caudal máximo que pasaría por las zonas en estudio. El procedimiento general empleado para desarrollar el estudio hidrológico fue el siguiente:

- Adquisición de los datos hidrológicos de las estaciones más cercanas a la zona de estudio que disponga el IDEAM.
 - Selección de la metodología de análisis.
 - Análisis de las precipitaciones.
 - Análisis de caudales máximos.

La información hidrológica se obtuvo mediante el catálogo de estaciones del IDEAM, que de acuerdo a la Ley 1712 del 6 de marzo de 2017 la entrega de esta información se realizará de manera gratuita, es decir sin costo alguno.

Para el análisis realizado se seleccionó la estación que describiera adecuadamente el régimen de precipitación de la microcuenca del Río Cañas en el punto de cruce a analizar, adicionalmente se revisó que esta no presentará fecha de suspensión y que contará con registros históricos por más de 15 años.

Para el actual estudio fue adquirida de la estación DIBULLA con código [15030010] del IDEAM, ubicada en cercanías de la zona de influencia del proyecto. A continuación, se presenta la información de la estación implementada.

Tabla 2. Estación del IDEAM implementada en el análisis hidrológico.

ESTACIÓN	CATEGORÍA	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD
DIBULLA	PM	LA GUAJIRA	DIBULLA	11.28	-73.31	5.00

Fuente: El Solicitante

La estación proporciona una serie de datos de lluvias diarias, por lo cual fue necesario determinar la lluvia máxima anual y seguidamente realizar el análisis hidrológico. Para la estación analizada se tuvieron en cuenta una serie de datos registrados desde el año de 2006 hasta el año 2020.

La serie de datos fue analizada mediante una prueba de datos dudosos con el objetivo de descartar aquellos valores que se alejen significativamente de la tendencia de la información restante si no se tiene información adicional que verifique estos valores. Al no tener en cuenta este procedimiento se puede afectar la magnitud

de los parámetros estadísticos calculados para la información (precipitaciones) y especialmente en muestras pequeñas. Para establecer si un dato es dudoso o no se aplica una ecuación de frecuencia expresada como:

$$YH = \bar{y} + KnSy$$

$$Yy = \bar{y} - KnSy$$

Donde:

YH = Umbral superior para datos dudosos en unidades logarítmicas.

YL = Umbral inferior para datos dudosos en unidades logarítmicas.

\bar{y} = Media de los logaritmos de los caudales.

Sy = Desviación estándar de los logaritmos de los caudales.

Kn = Valor tabulado para una muestra de tamaño n .

Tabla 3. Valor de Kn para la prueba de datos dudosos.

| Tamaño de muestra n |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| K_n | K_n | K_n | K_n |
| 10 | 2.036 | 24 | 2.467 |
| 11 | 2.088 | 25 | 2.486 |
| 12 | 2.134 | 26 | 2.502 |
| 13 | 2.175 | 27 | 2.519 |
| 14 | 2.213 | 28 | 2.534 |
| 15 | 2.247 | 29 | 2.549 |
| 16 | 2.279 | 30 | 2.563 |
| 17 | 2.309 | 31 | 2.577 |
| 18 | 2.335 | 32 | 2.591 |
| 19 | 2.361 | 33 | 2.604 |
| 20 | 2.385 | 34 | 2.616 |
| 21 | 2.408 | 35 | 2.628 |
| 22 | 2.429 | 36 | 2.639 |
| 23 | 2.448 | 37 | 2.650 |
| | | | 55 |
| | | | 2.804 |

Fuente: El Solicitante.

Tabla 4. Precipitación máxima anual.

Año	Precipitación (x)	$\log_{10}(x)$	Cumple
2006	179	2.253	Ok
2007	136	2.134	Ok
2008	162	2.210	Ok
2009	83	1.919	Ok
2010	77	1.886	Ok
2011	141	2.149	Ok
2012	140	2.146	Ok
2013	170	2.230	Ok
2014	80	1.903	Ok
2015	100	2.000	Ok
2016	200	2.301	Ok
2017	152	2.182	Ok
2018	63	1.799	Ok
2019	130	2.114	Ok
2020	80	1.903	Ok

Fuente: El Solicitante.

Número de muestras: $n = 15$

Media: $\bar{y} = 2.075$

Desviación estandar: $Sy = 0.159$

Valor tabulado: $Kn = 2.247$

Umbral superior: $YH = 2.432$

Umbral inferior: $YL = 1.719$

De estos resultados se concluyó que los datos registrados por la estación Dibulla son confiables. Para estimar el caudal en un sitio determinado de una cuenca hidrográfica, es posible utilizar modelos de lluvia - escorrentía y/o modelos de regionalización de caudales.

3.3.1 Análisis estadístico de los datos hidrológicos.

Los procesos hidrológicos evolucionan en el espacio y en el tiempo en una forma que es parcialmente predecible, o determinística, y parcialmente aleatoria, proceso denominado estocástico (VEN TE CHOW, DAVID R. MAIDMENT, LARRY W. MAYS (1994)). Mediante un análisis de frecuencia, la cual es una herramienta utilizada para predecir el comportamiento futuro de eventos en un sitio de interés, a partir de la información histórica se determinó la magnitud del evento lluvia a diferentes períodos de retorno ($T_r=5$, $T_r=10$, $T_r=25$, $T_r=50$, $T_r=100$ y $T_r=500$ años). En la estadística existen decenas de funciones de distribución de probabilidad teóricas; de hecho, existen tantas como se quiera, y obviamente no es posible probarlas todas para un problema en particular.

Tabla 5. Proyección de precipitación para las diferentes distribuciones.

Distribución	Precipitación anual máxima (mm) para los períodos de retorno					
	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
Gumbel	167.766	199.365	239.291	268.910	298.310	366.249
Log Pearson III	162.472	187.022	215.499	235.122	253.520	292.990
Log-Normal	161.752	189.956	225.471	251.871	278.248	340.399
Normal	162.369	181.275	201.436	214.461	226.176	249.890

Fuente: El Solicitante.

Con el fin de seleccionar las proyecciones de precipitación para los diferentes períodos de retorno, se realizó la prueba de bondad de ajuste chi cuadrado a las distribuciones de probabilidad empleadas y de esta forma determinar aquella que tenga mayor ajuste a los datos de precipitación máxima anual. A continuación, la Tabla 6 muestra los resultados de la prueba de chi cuadrado con un nivel de significancia $\alpha=0.10$.

Tabla 6. Valores P de las diferentes distribuciones estadísticas implementadas.

Distribución	Gumbel	Log Pearson III	Log-normal	Normal
Valor P	0.142	0.128	0.137	0.203

Fuente: El Solicitante.

Como se puede observar en la Tabla 6, todas las distribuciones se ajustan a los datos de precipitación máxima anual, ya que sus valores P son mayores al nivel de significancia $\alpha=0.10$. Sin embargo, la distribución normal es la que presenta mayor ajuste, por lo tanto, se emplearan las proyecciones de precipitación obtenidas por esta distribución en los posteriores análisis. Finalmente, la Tabla 7 muestra las precipitaciones a considerar.

Tabla 7. Proyección de precipitación distribución normal a considerar.

Distribución	Precipitación anual máxima (mm) para los períodos de retorno					
	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
Normal	162.369	181.275	201.436	214.461	226.176	249.890

Fuente: El Solicitante.

3.3.2. Cálculo del caudal esperado

Para determinar el valor del caudal para cada periodo de retorno fueron aplicadas tres metodologías diferentes, Método racional, Método racional modificado y el Modelo Lluvia Escorrentía propuesto por el U.S. Soil Conservation Service (U.S.S.C.S), la cuales dependen de las propiedades geométricas de la cuenca en estudio, cobertura vegetal, precipitación de la zona, entre otras variables; entre los métodos usado se destacan los siguientes:

- **Método racional (M.R.)**

Con base a la intensidad, el coeficiente de escorrentía y el área total de la cuenca se determina el caudal de diseño para la cuenca en estudio como:

$$Q = CIA$$

Donde:

Q= Caudal de diseño.

C= Coeficiente de escorrentía (c).

I= Intensidad asociada a un periodo de retorno.

A= Área de la cuenca.

Análisis de precipitaciones

Para el análisis de precipitación en la zona de estudio se derivaron las curvas sintéticas de Intensidad-Duración-Frecuencia IDF para la estación mencionada utilizando la metodología propuesta por Vargas y Díaz-Granados (1998), como función del promedio del valor máximo anual de precipitación diaria M, el promedio del número de días con lluvia al año N, la precipitación media anual PT y la región geográfica donde se encuentra localizada la estación. La forma general de la ecuación para calcular la intensidad media I en mm/h es la siguiente:

$$I = \frac{aT^b}{t^c} M^d N^e P T^f$$

Donde T es el período de retorno en años y t es la duración de la lluvia en horas, los valores a, b, c, d, e y f son parámetros que dependen del lugar en donde se encuentre ubicada la zona de estudio, en la Tabla 8 se muestran los valores de las constantes.

Tabla 8. Parámetros para el cálculo de intensidad media.

Ecuación	a	b	c	d	e	f
1	8.51	0.21	0.50	-0.01	-0.08	0.28

Fuente: El Solicitante.

De los datos procesados de la estación del DIBULLA se tiene los valores de M, N, PT:

$$M = 126.20 \text{ mm}$$

$$N = 66 \text{ días}$$

$$PT = 1370.55 \text{ mm/año}$$

Los valores de intensidad de la lluvia en función del periodo de retorno y de la duración del evento se presentan en la Tabla 9. Las curvas sintéticas de Intensidad-Duración-Frecuencia IDF se determinan en función de estos valores.

Tabla 9. Intensidad en mm/h, estación DIBULLA.

Tr años	Intensidad en mm hr						
	5	10	15	20	30	45	60
5	212.8	150.5	122.9	106.4	86.9	70.9	61.4
10	246.2	174.1	142.1	123.1	100.5	82.1	71.1
25	298.4	211.0	172.3	149.2	121.8	99.5	86.1
50	345.2	244.1	199.3	172.6	140.9	115.1	99.6
100	399.3	282.3	230.5	199.6	163.0	133.1	115.3
500	559.8	395.9	323.2	279.9	228.6	186.6	161.6

Fuente: El Solicitante.

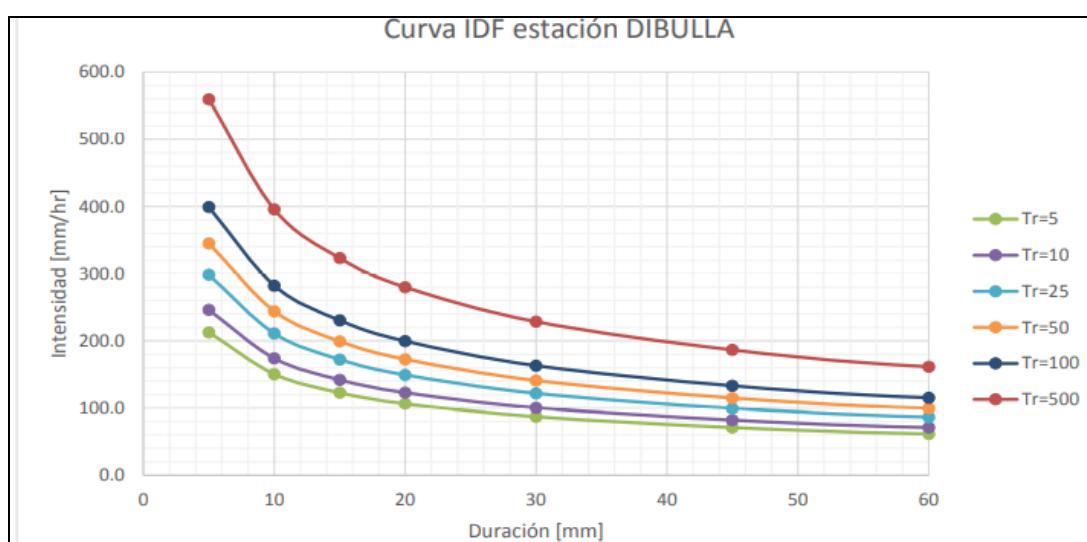


Figura 8. Curva IDF Intensidad (mm/h) vs Duración (min).

Fuente: El Solicitante.

Tiempo de concentración

La duración de la lluvia de diseño fue tomada como el tiempo de concentración, el cual estima el tiempo que tarda una gota de agua lluvia en llegar desde la zona más apartada de la cuenca hasta el punto de cierre. Varios autores han propuesto un valor para el tiempo de concentración de una cuenca tales como Kirpich, Ven T. Chow, Giandotti, Temez, entre otros, para este caso se tomó como el tiempo de concentración el valor más próximo al promedio de los tiempos calculados con cada una de las metodologías propuestas por los autores mencionados.

$$Tc = 0.000325 * \frac{L^{0.77}}{J^{0.385}} \rightarrow \text{Kirpich}$$

$$Tc = 0.274 * \frac{L^{0.64}}{J^{0.32}} \rightarrow \text{Ven T. Chow}$$

$$Tc = \frac{(4A^{0.5} + 1.5L)}{25.3(JL)^{0.5}} \rightarrow \text{Giandotti}$$

$$Tc = \frac{0.3L^{0.76}}{J^{0.19}} \rightarrow \text{Temez}$$

Dónde:

L: longitud total del cauce principal.

J: Pendiente del cauce.

Tabla 10. Tiempos de concentración para cada autor.

Kirpich	1.966	Hr
Ven T. Chow	4.581	Hr
Giandotti	2.427	Hr
Temez	5.196	Hr
PROMEDIO	3.542	Hr

Fuente: El Solicitante.

La duración de la lluvia de diseño se consideró como el tiempo de concentración más cercano al promedio de los valores calculados anteriormente, para el análisis realizado se consideró un tiempo de concentración de 4.58 horas establecido mediante la ecuación propuesta por Ven T. Chow.

A continuación, se muestran los cálculos tipo obtenidos para el caudal con tiempo de retorno de 100 años, para los demás tiempos de retorno se adjunta la Tabla resumen con los datos obtenidos por los tres métodos contenidos en el presente informe (Ver Tabla 11). Considerando un periodo de retorno de 100 años se tiene una intensidad igual a:

$$I = 53.9 \text{ (mm/h)}$$

- **Método racional Modificado (M.R.M.).**

Para la conversión de la lluvia en escorrentía hemos empleado el Método Racional Modificado del Prof. D. José Ramón Témez (1991) del Centro de Estudios Hidrográficos. La metodología de Témez se basa en el método racional, aplicable a pequeñas cuencas, pero con una serie de modificaciones que amplían su rango de validez hasta los 3000 km². Este método supone que el caudal máximo es el generado por la lluvia de duración igual al tiempo de concentración de la cuenca.

$$Q = 0.278 CIAK$$

Donde:

Q = caudal pico en m³/s.

C = coeficiente de escorrentía.

I = intensidad de la tormenta de diseño en mm/h.

A = superficie de la cuenca en km²

K = coeficiente de uniformidad.

- **Método del U.S. Soil Conservation Service (U.S.S.C.S.)**

Para estimar estos caudales, se empleó el método del U.S Soil Conservation Service, el cual estima la escorrentía producida por una tormenta en una cuenca, con base en la relación que

Es el intervalo comprendido entre el comienzo y el fin del escurrimiento directo, se expresa como:

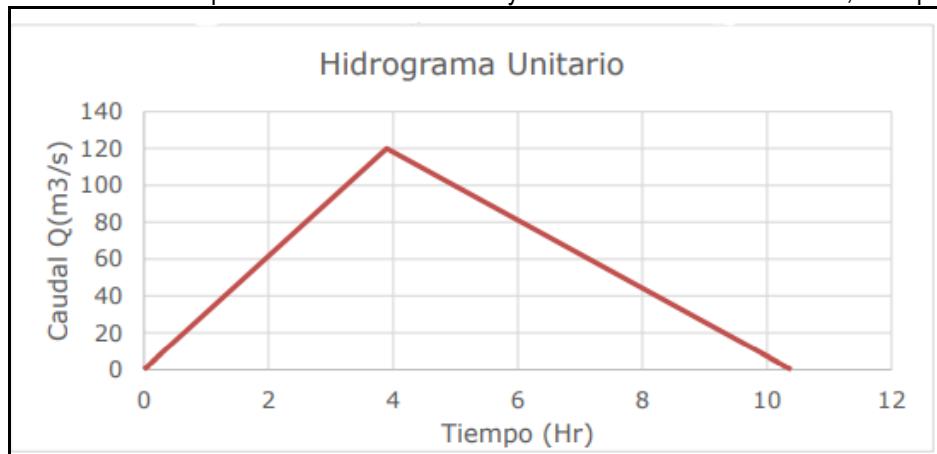


Figura 9. Hidrograma unitario triangular.

Fuente: El Solicitante.

3.4. RESULTADOS FINALES

Determinado cada uno de los caudales por los tres métodos establecidos (Racional, racional modificado y U.S.S.C.S) se compararon y con base a reseñas históricas, experiencias y criterio, se determinó cuál es el valor del caudal indicado para la modelación hidráulica, para este caso fue considerado el valor obtenido mediante el método Soil U.S.S.C.S.

Tabla 11. Caudales de diseño (en m^3/s) para diferentes períodos de retorno.

RACIONAL					
Tr=25	Tr=50	Tr=100	Tr=25	Tr=50	Tr=100
115.232	157.305	206.397			
MÉTODO RACIONAL MODIFICADO					
Tr=5	Tr=10	Tr=25	Tr=50	Tr=100	Tr=500
36.410	66.825	104.197	130.923	156.625	213.265
MÉTODO SOIL (U.S.S.C.S.)					
Tr=5	Tr=10	Tr=25	Tr=50	Tr=100	Tr=500
22.739	44.388	74.371	97.235	119.994	171.991

Fuente: El Solicitante.

3.4.1. Análisis estadístico de caudales medidos

Para el actual estudio fueron adquiridos los datos de la estación MINGUEO con código [1503703] del IDEAM, la cual registra mediciones de caudales y se encuentra ubicadas aguas arriba del cruce de las líneas con el Río Cañas. A continuación, se presenta la información de la estación implementada.

Tabla 12. Estación de referencia de caudales IDEAM.

ESTACIÓN	CATEGORÍA	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD
MINGUEO	LM	LA GUAJIRA	DIBULLA	11.21	-73.40	44.0

Fuente: El Solicitante.

La estación proporciona una serie de datos de caudales diarios, por lo cual fue necesario determinar el caudal máxima anual. Para la estación analizada se tuvieron en cuenta una serie de datos registrados desde el año de 1995 hasta el año 2020, los cuales fueron sometidos a las mismas pruebas estadísticas mostradas en los capítulos anteriores. A continuación, se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 13. Caudales máximos anuales.

Año	Caudal (x)	Log10(x)	Cumple
1995	30.80	1.489	Ok
1996	57.03	1.756	Ok
1997	35.26	1.547	Ok
1998	42.63	1.630	Ok
1999	78.70	1.896	Ok
2000	93.40	1.970	Ok
2001	49.67	1.696	Ok
2002	78.25	1.893	Ok
2003	48.00	1.681	Ok
2004	77.00	1.886	Ok
2005	69.75	1.844	Ok
2006	77.24	1.888	Ok
2007	98.50	1.993	Ok
2008	80.50	1.906	Ok
2009	77.10	1.887	Ok
2010	64.00	1.806	Ok
2011	70.30	1.847	Ok
2012	67.80	1.831	Ok
2013	17.93	1.254	Ok
2014	30.49	1.484	Ok
2015	33.29	1.522	Ok
2016	60.00	1.778	Ok
2017	60.00	1.778	Ok
2018	39.10	1.592	Ok
2019	13.75	1.138	Ok
2020	20.42	1.310	Ok

Fuente: El Solicitante.

Número de muestras: $n = 26$

Media: $\bar{y} = 1.704$

Desviación estandar: $S_y = 0.228$

Valor tabulado: $K_n = 2.502$

Umbral superior: $Y_h = 2.274$

Umbral inferior: $Y_L = 1.134$

Tabla 14. Proyección de caudales para las diferentes distribuciones

Distribución	Caudal anual máximo (m^3/s) para los períodos de retorno					
	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
Gumbel	77.537	93.789	114.324	129.557	144.678	179.621
Log Pearson III	78.953	91.389	103.839	111.193	117.220	127.557
Log Normal	78.666	99.090	126.745	148.589	171.437	229.004
Normal	76.543	86.981	98.113	105.304	111.772	124.865

Fuente: El Solicitante.

Con el fin de seleccionar las proyecciones de caudales para los diferentes períodos de retorno, se realizó la prueba de bondad de ajuste chi cuadrado a las distribuciones de probabilidad empleadas y de esta forma determinar aquella que tenga mayor ajuste a los datos de caudales máximos anuales.

A continuación, en la Tabla 15 muestra los resultados de la prueba de chi cuadrado con un nivel de significancia $\alpha=0.10$.

Tabla 15. Valores P de las diferentes distribuciones estadísticas implementadas.

Distribución	Gumbel	Log Pearson III	Log-normal	Normal
Valor P	0.325	0.257	0.165	0.579

Fuente: El Solicitante.

Como se puede observar en la Tabla 15, todas las distribuciones se ajustan a los datos de caudales máximos anuales, ya que sus valores P son mayores al nivel de significancia $\alpha=0.10$. Sin embargo, la distribución normal es la que presenta mayor ajuste.

Tabla 16. Proyección de caudales distribución normal.

Distribución	Caudal anual máximo (m ³ /s) para los períodos de retorno					
	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
Normal	76.543	86.981	98.113	105.304	111.772	124.865

Fuente: El Solicitante.

Como se puede observar, los caudales obtenidos a través del método Soil U.S.S.C.S son ligeramente mayores a los obtenidos de las proyecciones basadas en mediciones directas, sin embargo, los modelamientos hidráulicos se llevarán a cabo con base en los caudales obtenidos por el método Soil U.S.S.C.S, con el fin de ser más críticos y tener un mayor grado de seguridad.

3.4.2. Análisis hidráulico

El modelamiento hidráulico del cauce de un río tiene un grado de incertidumbre grande, debido a las condiciones estocásticas que esté presenta. El Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos desarrolló el software HEC-RAS, el cual permite realizar cálculos hidráulicos unidimensionales considerando un flujo constante o variable de un río, así como transporte de sedimentos y análisis de la temperatura del agua. Teniendo en cuenta su versatilidad y su amplia utilización a nivel mundial y su asequibilidad, se realizaron los modelos en base a este software americano.

Los fundamentos matemáticos y físicos que tiene en cuenta los modelos en HEC-RAS son variados y complejos en algunas ocasiones, para el caso del análisis de un cauce de un río se tiene en cuenta las siguientes relaciones.

En la Figura 10 se presenta un diagrama con los términos anteriormente mencionados.

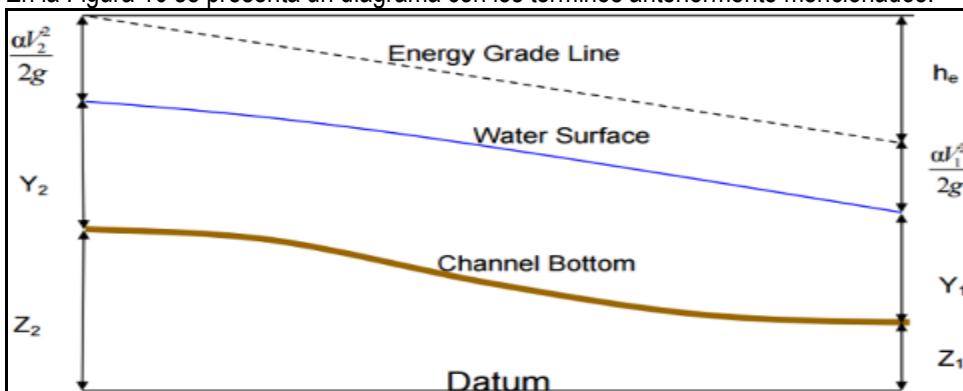


Figura 10. Representación de la ecuación de energía

Fuente: El Solicitante.

El cálculo del transporte de agua a través de una sección transversal es determinado con base a la ecuación universal del Manning, la cual establece la relación entre el gasto y las propiedades físicas del cauce. HEC-RAS subdivide el flujo en zonas de desbordamiento y zonas del cauce general determinando así la posibilidad de la crecida de un río.

El transporte de cada una de las divisiones es determinado con base a las siguientes expresiones.

$$Q = \frac{1.486}{n} A R^{2/3} S_f^{1/2}$$

Donde:

n = Coeficiente de rugosidad del canal.

A = Área mojada de la subdivisión.

R = Radio hidráulico de la subdivisión (Área mojada/Perímetro mojado).

g = Aceleración gravitacional.

h_e = Perdida de la cabeza de energía.

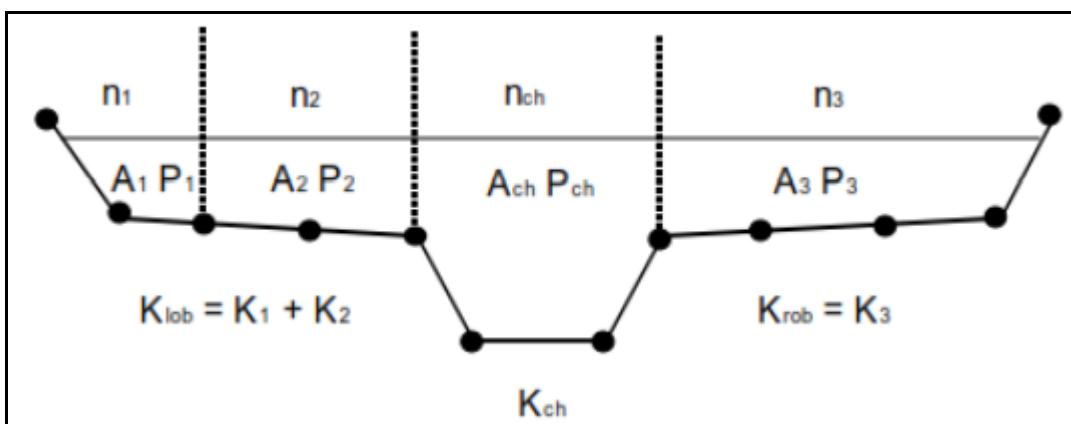


Figura 11. Método de subdivisión del cauce del Río en HECRAS
Fuente: El Solicitante.

Existen algunas limitaciones e hipótesis en el modelamiento hidráulico realizado en HECRAS tales como:

- El cauce natural se asimila a un cauce artificial, en la medida en que el modelo no simula procesos de socavación o deposición de fondo o lateral.
- Se considera un flujo unidimensional, es decir, los componentes de la velocidad en direcciones diferentes a la del flujo no se contabilizan.
- Se consideran pendientes en canales bajas es decir menores a 1:10.
- El flujo en los ríos es de tipo no permanente, la suposición de flujo permanente implícita en el modelo seleccionado no altera los resultados de niveles máximos esperados.
- La pendiente de fondo en ocasiones no es uniforme, existen rápidos y fosas, barreras y obstáculos, los cuales no son simulados por el modelo.

3.4.3. Calibración del modelo

La calibración del modelo es un proceso de verificación de su adaptabilidad o capacidad de reproducir el fenómeno natural estudiado; para realizarla se utiliza información de campo como lo son niveles, caudales y granulometría del lecho, con el fin de establecer el parámetro de rugosidad n del lecho de los cauces involucrados en cada uno de los modelos hidráulicos.

• Coeficiente de rugosidad de Manning

El valor del coeficiente de rugosidad del Río Cañas en el tramo en estudio, será estimado con base en el reconocimiento visual de campo y la utilización de tablas con valores normales del coeficiente de Manning y con base en la fórmula presentada por Ven Te Chow en Open Channel Hydraulic, la cual se muestra a continuación:

$$n = (n_b + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) * m$$

En donde:

n_b : Factor que depende del material del fondo del cauce.

n_1 : Factor que depende de la irregularidad del fondo.

n_2 : Factor que depende del cambio de las secciones transversales.

n_3 : Factor que depende de las obstrucciones o grandes bloques en el cauce.

n_4 : Factor que depende de la vegetación en el cauce.

m : Factor que depende de los meandros.

En la Tabla 17 se presentan los valores recomendados según adaptaciones propias mencionadas en Gavilán:

Tabla 17. Valores recomendados para el cálculo del coeficiente de Manning.

Factor	Descripción del factor	Valor recomendado
Material del fondo del cauce (nb)	Suelo fino	0.020
	Roca	0.025
	Arena o grava	0.024
	Grava gruesa	0.028
Irregularidad del fondo (n1)	No hay irregularidades	0.000
	Irregularidad menor	0.005
	Irregularidad moderada	0.010
	Irregularidad severa	0.020
Cambio de secciones transversales (n2)	Gradual	0.000
	Altamente ocasional	0.005
	Frecuentemente alterna	0.010
	Muy frecuentemente alterna	0.015
Obstrucciones o grandes bloques en el cauce (n3)	despreciables	0.001
	Menores	0.012
	Apreciables	0.025
	Severos	0.050
Vegetación en el cauce (n4)	Baja	0.007
	Media	0.017
	Alta	0.037
	Muy alta	0.075
Meandros (m)	Menores	1.000
	Apreciables	1.150
	Severas	1.300

Fuente: El Solicitante.

El valor del número de Manning se determinó teniendo en cuenta la inspección de campo, obteniendo los siguientes valores:

Tabla 18. Coeficiente de Manning de fondo Río Cañas.

Factor	Descripción	Valor Manning fondo
Material del fondo	Grava gruesa	0.028
Irregularidad del fondo	Irregularidad menor	0.005
Cambio de secciones	Gradual	0.000
Obstrucciones	Despreciables	0.001
Vegetación	Baja	0.007
Meandros	Menores	1.000
Coeficiente de Manning		0.041

Fuente: El Solicitante.

Tabla 19. Coeficiente de Manning lateral Río Cañas.

Factor	Descripción	Valor Manning lateral
Material del fondo	Grava gruesa	0.028
Irregularidad del fondo	Irregularidad moderada	0.010
Cambio de secciones	Gradual	0.000
Obstrucciones	Menores	0.012
Vegetación	Baja	0.007
Meandros	Menores	1.000
Coeficiente de Manning		0.057

Fuente: El Solicitante.

3.4.4. Caudales de diseño

Los modelos se realizaron teniendo en cuenta los caudales determinados mediante el análisis hidrológico presentado anteriormente, teniendo como referencia el método Soil U.S.S.C.S.

Tabla 20. Caudales de diseño en el modelamiento en HEC-RAS (m³/s).

METODO SOIL U.S.S.C.S					
Tr=5	Tr=10	Tr=25	Tr=50	Tr=100	Tr=500
22.739	44.388	74.371	97.235	119.994	171.991

Fuente: El Solicitante.

3.4.5. Evaluación hidráulica del Río Cañas

Se desarrolló el modelo hidráulico del Río Cañas, teniendo en cuenta las secciones transversales trazadas aguas abajo y aguas arriba del área de estudio, en condiciones de flujo permanente, con coeficientes de Manning definidos del análisis de cobertura vegetal y los suelos identificados en la zona, bajo un régimen de

flujo subcrítico. A continuación, se presentan los resultados obtenidos del modelo hidráulico realizado para cada una de las secciones batimétricas realizadas en campo.

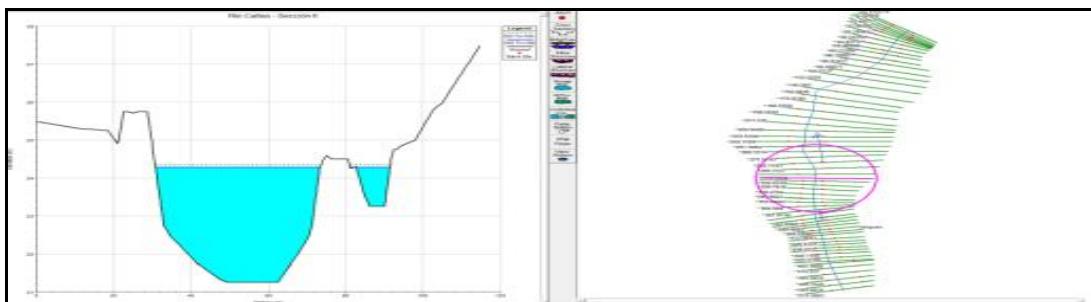


Figura 12. Altura de inundación para el periodo de retorno de 100 años.

Fuente: El Solicitante.

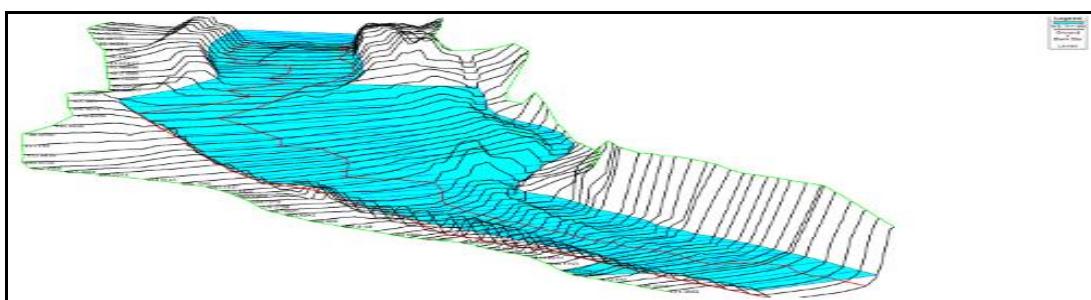


Figura 13. Vista isométrica del modelo realizado Tr=100 Años, Río Cañas.

Fuente: El Solicitante.

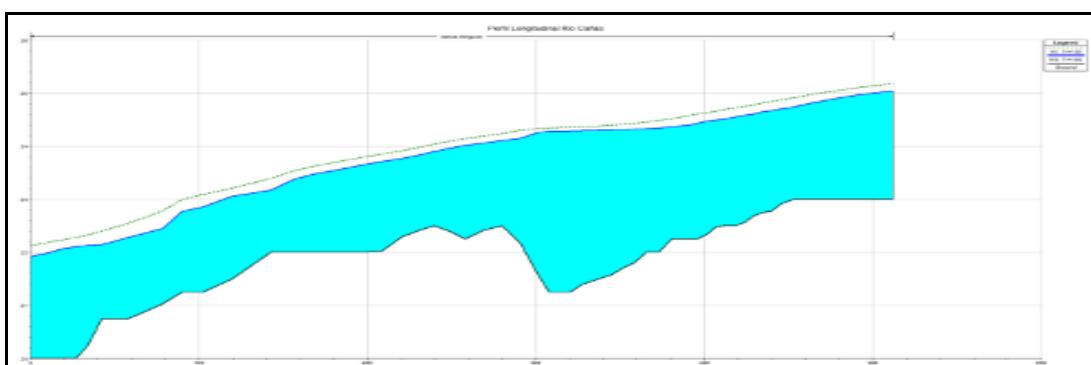


Figura 14. Perfil longitudinal del modelo hidráulico Tr=100 Años, Río Cañas.

Fuente: El Solicitante.

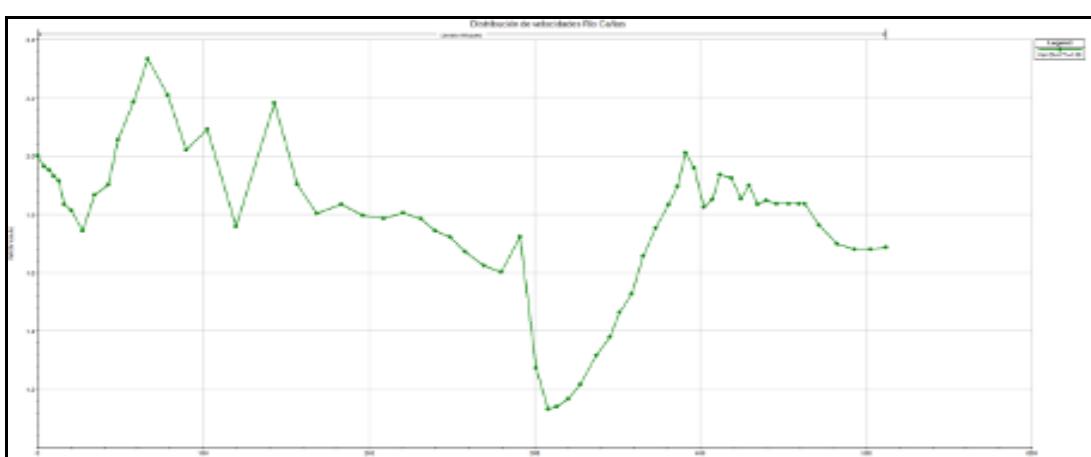


Figura 15. Distribución de velocidades Tr=100 Años, Río Cañas.

Fuente: El Solicitante.

Los resultados obtenidos del modelo hidráulico para el eje transversal número 198.50 (MODELO HEC-RAS) se muestran en la Tabla 21, esta sección se encuentra localizada sobre el cruce de las líneas.

Tabla 21. Resultados eje transversal sobre el cruce.

Resultados para un caudal de diseño Tr=100 años					
E.G. Elev (m)	23.79	Element	Left	Channel	Right
Vel Head (m)	0.14	Flow Área (m ²)	2.85	43.00	27.52
W.S. Elev (m)	23.65	Área (m ²)	2.85	43.00	27.52
E.G. Slope (m/m)	0.0056	Flow (m ³ /s)	4.18	77.25	38.58
Q Total (m ³ /s)	120.00	Top Width (m)	3.38	26.88	40.47
Top Width (m)	70.72	Avg. Vel. (m/s)	1.47	1.80	1.40
Vel Total (m/s)	1.64	Hydr. Depth (m)	0.84	1.60	0.68
Length Wtd. (m)	12.61	Conv. (m ³ /s)	55.8	1031.4	515.1

Fuente: El Solicitante.

Como se puede observar en los resultados de la modelación hidráulica realizada en HEC-RAS del Río Cañas, se determinó que, para los caudales esperados en los diferentes períodos de retorno, la profundidad de flujo, las velocidades, entre otras variables, cumplen de acuerdo a la simulación realizada, siempre y cuando se garantice el área efectiva mínima del cauce necesaria para que el flujo atraviese sin complicaciones en este sector del río.

Adicionalmente, se realizó un modelamiento hidráulico aproximado donde no se contempló la existencia del jarillón. A continuación, se presentan los resultados obtenidos.

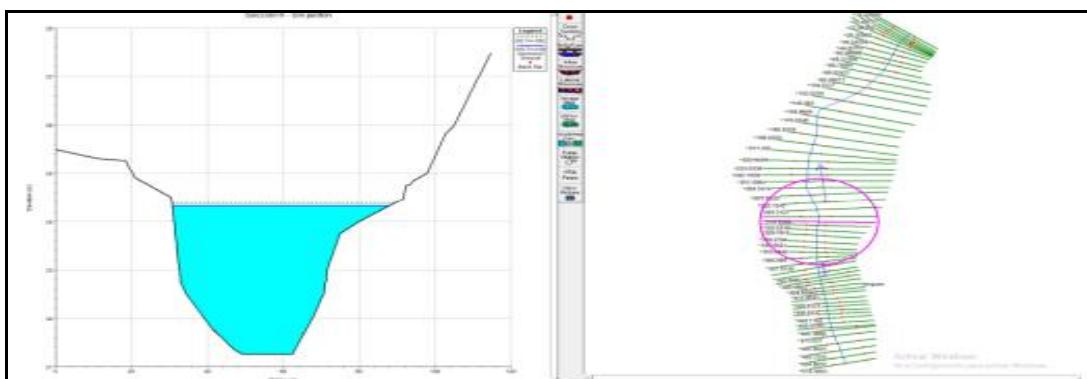


Figura 16. Altura de inundación para el periodo de retorno de 100 años del modelo hidráulico aproximado sin Jarillón.

Fuente: El Solicitante.

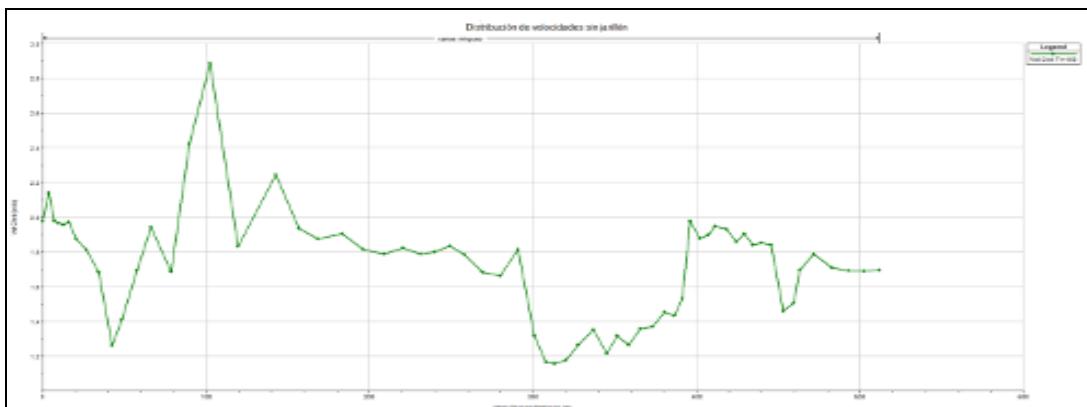


Figura 17. Distribución de velocidades Tr=100 Años, Río Cañas, del modelo hidráulico aproximado sin Jarillón.

Fuente: El Solicitante.

Tabla 22. Resultados eje transversal sobre el cruce del modelo hidráulico aproximado sin jarillón.

Resultados sección 4 para un caudal de diseño Tr=100 años					
E.G. Elev (m)	23.80	Element	Left	Channel	Right
Vel Head (m)	0.15	Flow Área (m ²)	2.89	43.33	25.72
W.S. Elev (m)	23.66	Área (m ²)	2.89	43.33	25.72
E.G. Slope (m/m)	0.0056	Flow (m ³ /s)	4.29	78.57	37.14
Q Total (m ³ /s)	120.00	Top Width (m)	3.38	26.88	36.80
Top Width (m)	67.06	Avg. Vel. (m/s)	1.48	1.81	1.44
Vel Total (m/s)	1.67	Hydr. Depth (m)	0.86	1.61	0.70
Length Wtd. (m)	12.65	Conv. (m ³ /s)	57.0	1044.6	493.8

Fuente: El Solicitante.

De acuerdo a la modelación hidráulica sin jarillón, se puede observar que en algunas secciones del tramo del Río Cañas se presentan inundaciones, por lo tanto, se justifica la construcción de este jarillón. Adicionalmente, se presentan algunas variaciones en las velocidades a lo largo del cauce debido a los cambios geométricos de las secciones.

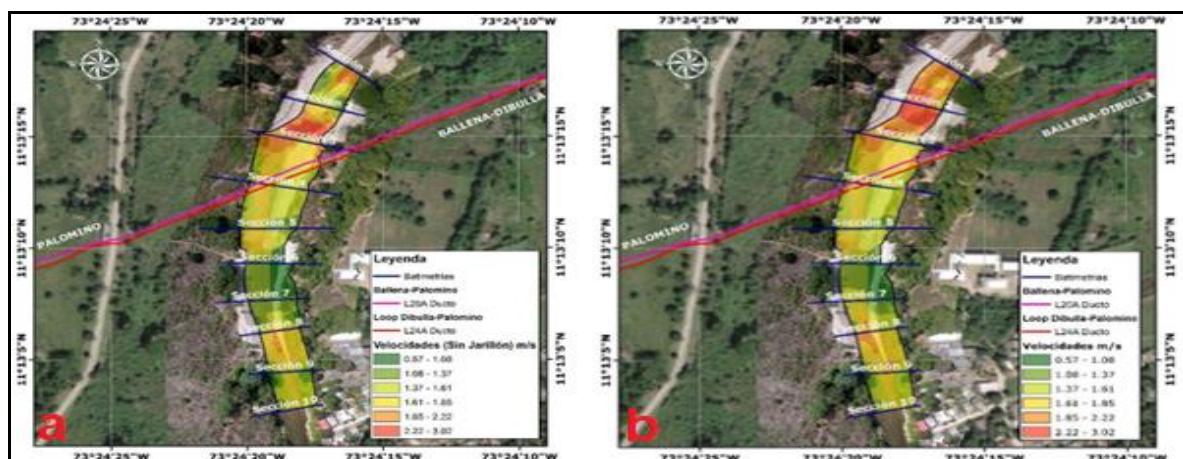


Figura 18. Mapa de velocidades Tr=100 años. a. Con Jarillón y b. Sin Jarillón

Fuente: El solicitante

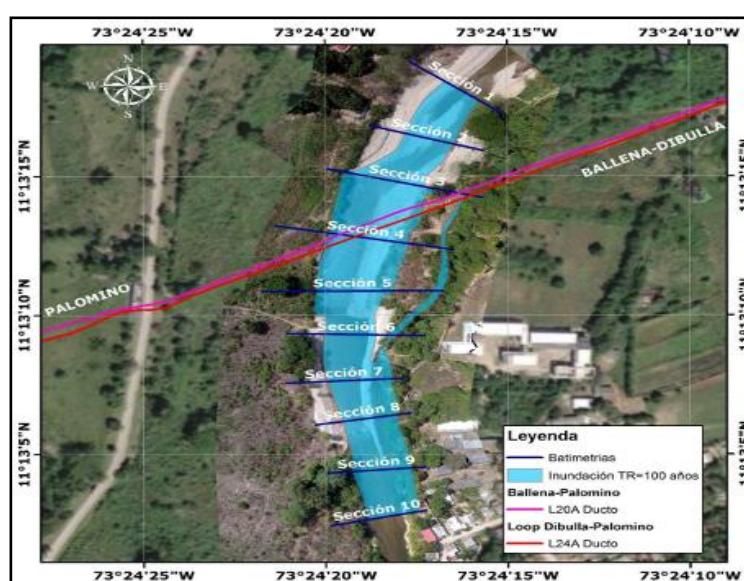


Figura 19. Planta de inundación para tiempo de retorno de 100 años.

Fuente: El Solicitante.

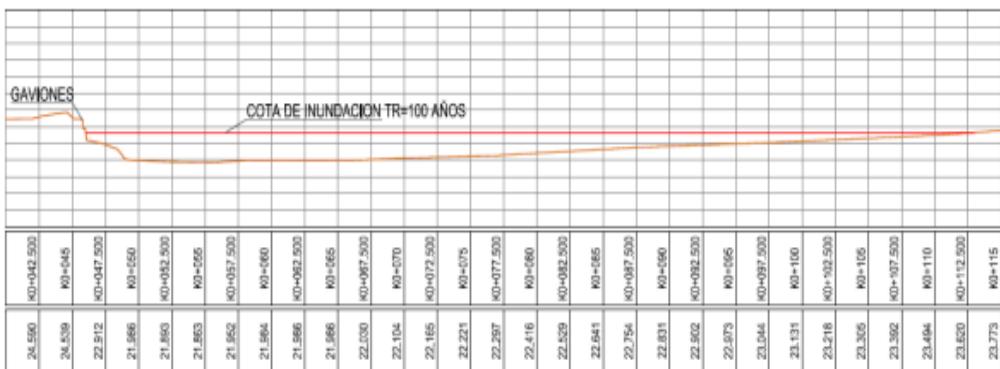


Figura 20. Sección 4, Río Cañas.

Fuente: El Solicitante.

3.4.6. Análisis de socavación

La ocurrencia de crecientes extremas conduce a los procesos de socavación general en los cauces de los ríos que, sumados a factores de índole hidráulica y geotécnica, en algunas ocasiones inadecuadamente analizados, se convierten en una de las causas más comunes de los daños que se presentan en ríos y quebradas.

Es importante tener en cuenta que un estudio de socavación no sólo debe basarse en los resultados de los análisis numéricos realizados, sino también en la experiencia, el conocimiento de las diferentes variables, las limitaciones y los rangos de aplicación de las ecuaciones a utilizar. El análisis tendrá por objeto definir las profundidades máximas de socavación general producida por el arrastre de las partículas de fondo del cauce en los distintos sectores de estudio. Para determinar la socavación general producida por el flujo del agua asociado a un periodo de retorno se requiere la siguiente información:

- Sección transversal del cauce del sitio a salvar por la estructura, indicando el nivel del agua para el caudal de diseño asociado a su periodo de retorno.
- Caudal de diseño asociado a su periodo de retorno.
- Características físicas del material del fondo inicial y de los diferentes estratos del subsuelo que puedan ser descubiertos y erosionados durante el paso de la creciente seleccionada. Los datos más importantes son la densidad y la granulometría de suelos no cohesivos y el peso volumétrico seco de los materiales cohesivos.

Existen muchos métodos para evaluar la socavación en general, siendo el más utilizado en el medio colombiano el propuesto por Lischtvan - Lebediev (1980). Asimismo, se emplean otros métodos como el de Maza Álvarez (1989), Maza Álvarez - Echavarría Alfaro (1973) y el de Blench (1969), entre otros.

Método de Lischtvan Lebediev (1980)

Es el método de mayor aplicación para determinar la socavación general en el lecho de una corriente. El criterio propuesto por Lischtvan – Lebediev (1980) se basa en la obtención de la condición de equilibrio entre la velocidad media real del flujo y la velocidad media máxima necesaria para no erosionar el material de fondo. La profundidad de socavación en cualquier punto de la sección transversal se obtiene al igualar las ecuaciones de la velocidad real y la velocidad erosiva.

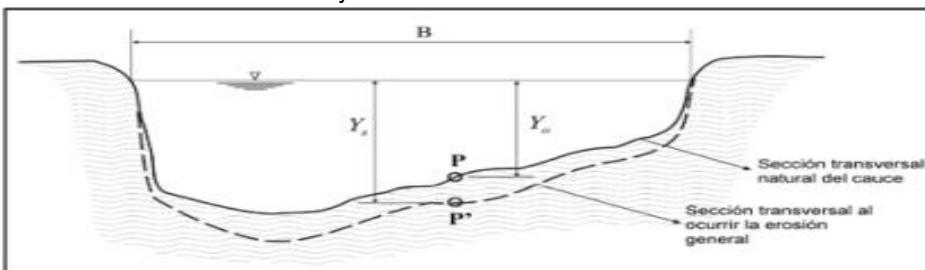


Figura 21. Socavación general-Definición de variables

Fuente: El Solicitante.

Socavación Río Cañas

Con los resultados obtenidos del modelamiento hidráulico se determinó la profundidad de socavación con base al método de Lischtván – Lebediev. Para esto se realizó toma de muestra en tres sectores del Río Cañas. Con base en los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio, el diámetro medio de las partículas presentes en el lecho de río es de 2.35 mm y se obtiene una socavación de 0.10 metros para un tiempo de retorno de 100 años.

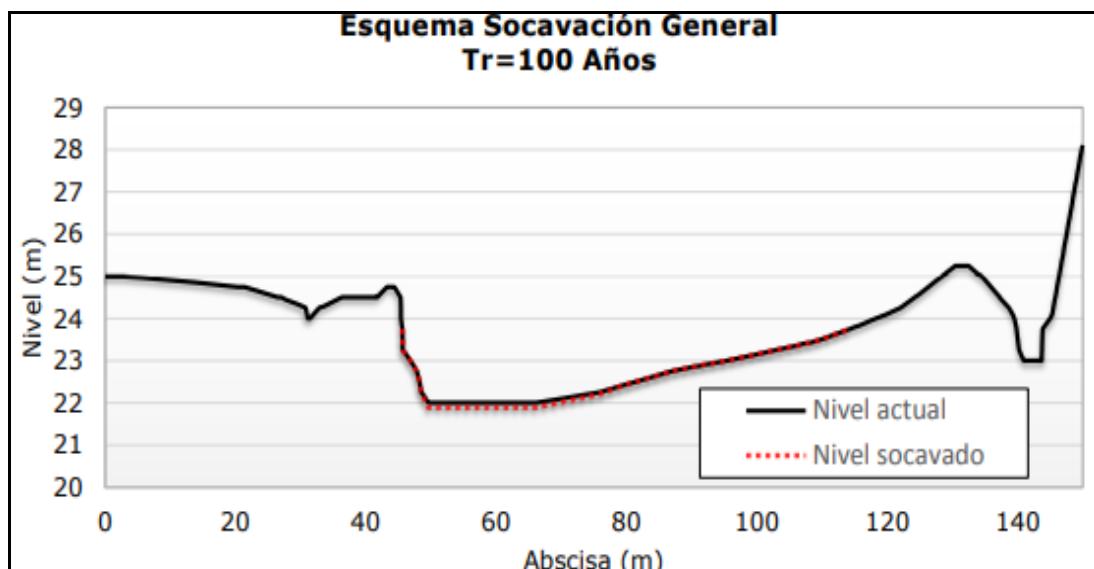


Figura 22. Esquema de socavación general del Río Cañas.

Fuente: El Solicitante.

Con base en los resultados de socavación obtenidos, los cuales son muy bajos, se puede concluir el material presente en el fondo del cauce no es sometido propiamente a un fenómeno de socavación sino de arrastre, por lo cual se hace necesario la construcción una obra geotécnica con el fin de brindar protección a las líneas que cruzan el cauce.

3.5. TIPO DE INTERVENCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS PROPUESTAS

3.5.1. Descripción de la obra

Los estudios hidráulicos fueron realizarse con el objeto de analizar la problemática general de la situación presentada en la intersección de las líneas de tubería de Gas Natural con el cauce del Río Cañas en jurisdicción del corregimiento de Mingueo, zona rural del municipio de Dibulla La Guajira. No obstante, debido al afloramiento de un tramo de dicha tubería sobre el lecho del mencionado río sobre la margen izquierda, genero la necesidad de una intervención para la construcción de obras hidráulica de protección de manera urgente en ese sentido se proyectó de manera anticipada la realización de las actividades expuestas a continuación.

El proyecto consiste básicamente en la reconstrucción de una obra geotécnica existente en la orilla del margen izquierdo del Río Cañas, mediante la instalación de nuevos gaviones y el Reforzamiento de los existentes, con la finalidad de proteger el talud existente, y la instalación de colchagaviones dispuestos en el fondo del cauce sobre la tubería descubierta.

Los extremos del colchagavión, aguas arriba y aguas abajo respecto al cruce del ducto, contarán con un tramo de 1.0 metro de longitud enterrado a 0.6 metros de profundidad. Los colchagaviones deberán contar con un ancho de 1.0 metro, altura de 0.3 metros y longitud aproximada de 15 metros. El cruce entre las líneas del gasoducto y el Río Cañas se encuentra localizado en el corregimiento de Mingueo, municipio Dibulla, La Guajira, en el PK 101+500 de la línea L20A (Ballena-Palomino) y en el PK 7+000 de la línea L24A (Loop Dibulla-Palomino).

Teniendo en cuenta las condiciones actuales del Río Cañas y debido a los fenómenos de arrastre presentados en el tramo en que el Río Cañas se intercepta con los gasoductos de PROMIGAS, se requiere realizar las reparaciones y construcción de la obra de protección geotécnica en la orilla del margen izquierdo del Río Cañas, con el fin de brindar protección a los ductos que cruzan esta corriente natural para evitar que entre en riesgo la integridad del gasoducto Troncal.

Para la intervención PROMIGAS S.A E.S.P., cuenta con un Plan de Manejo Ambiental aprobado bajo resolución 0751 de 2017 de la ANLA para el gasoducto, sin embargo, el plan de manejo ambiental no cubre los permisos de ocupación de cauce, por tanto, los trabajos requerirán del trámite ante la Corporación Autónoma Regional de La Guajira - CORPOGUAJIRA para la obtención del permiso de ocupación de cauce en el Río Cañas.

Realizar la reconstrucción de los gaviones ubicados en la orilla del margen izquierdo del Río Cañas, en una longitud aproximada de 70 metros. Adicionalmente se instalarán colchagaviones sobre un tramo de tubería expuesta, en una longitud de aproximada de 15 metros, con la finalidad de garantizar la protección de esta tubería.



Figura 23. Localización general de los trabajos

Fuente: El Solicitante.

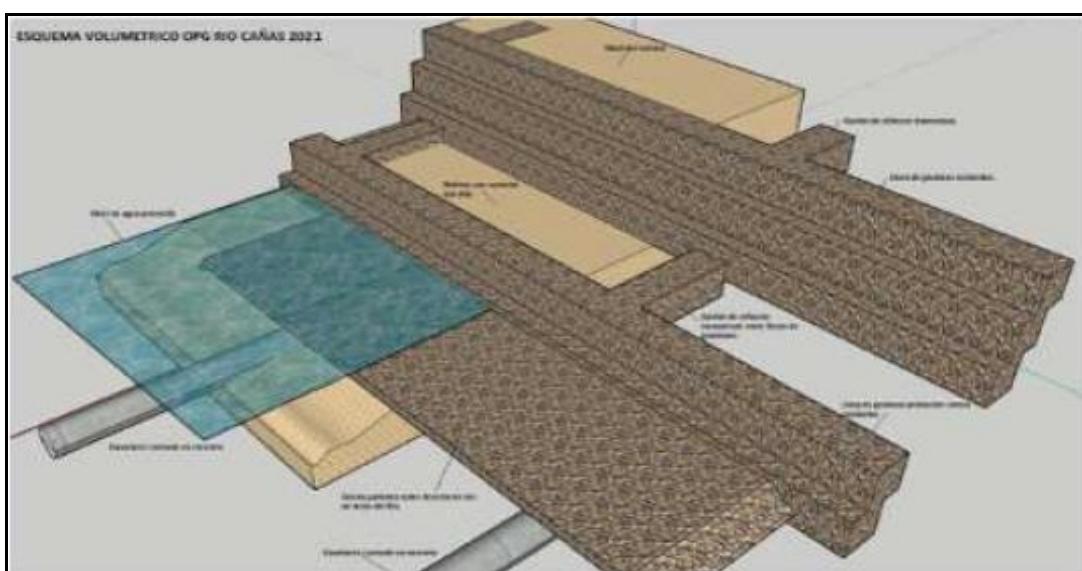


Figura 24. Esquema volumétrico OPG Río Cañas.

Fuente: El Solicitante.

3.5.2. Obras de protección geotécnicas (OPG).

La obra geotécnica está compuesta por colchagaviones dispuestos en el fondo del cauce y alineados en el sentido del flujo. Los extremos del colchagavión, aguas arriba y aguas abajo respecto al cruce del ducto,

deberán contar con un tramo de 1.0 metro de longitud enterrado a 0.6 metros de profundidad, todo esto se realizará sobre la orilla del margen izquierdo del Río Cañas con la finalidad de restablecer el talud del Río Cañas. Los colchagaviones deberán contar con un ancho de 1.0 metro, altura de 0.3 metros y longitud variable de acuerdo con la localización final de los ductos en campo. Debido a que la máxima longitud comercial de las canastas para colchagaviones, varía entre los 2.0 y los 4.0 metros se deberá garantizar la unión entre las unidades necesarias, con el fin de alcanzar la longitud requerida en campo. Se cubrirá con colchagaviones los ductos y se cruza con el Río Cañas en una longitud total aproximada de 15 metros.

De igual forma, se propone la reconstrucción de la OPG existente, con gaviones en piedra, para protección del terreno del talud ubicado en la margen izquierda (sentido del cauce) del Río Cañas Tal como se presenta en la Figura 25.

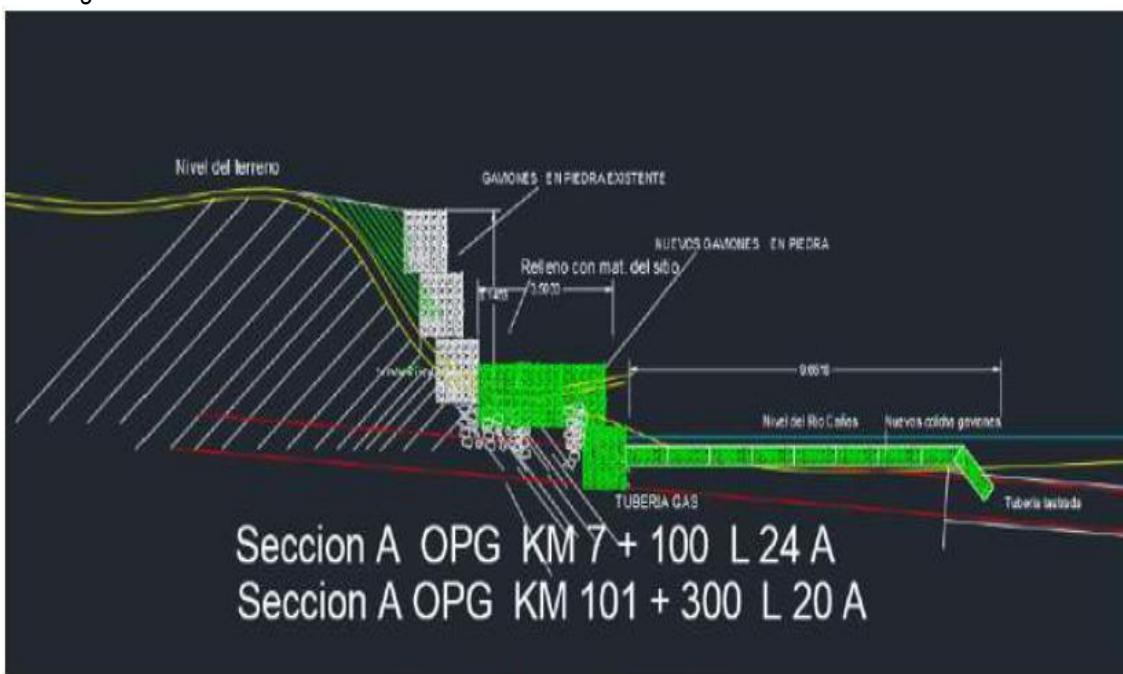


Figura 25. Sección OPG Río Cañas.

Fuente: El Solicitante.

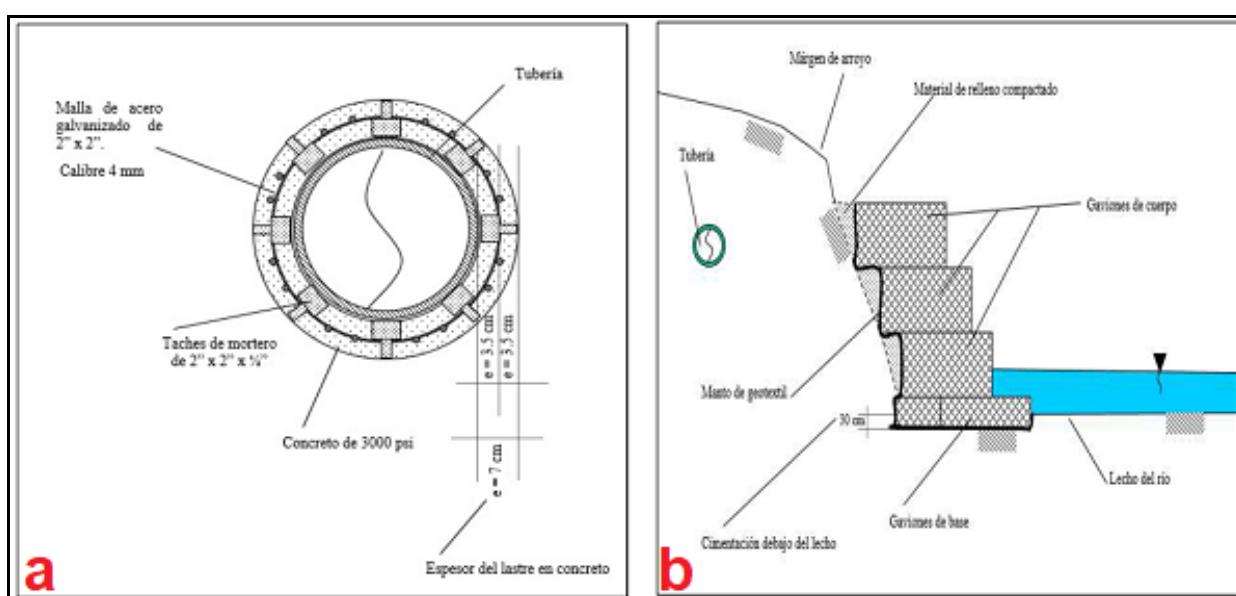


Figura 26. a. Esquema típico de un lastrado de tubería y b. Esquema diseño usual de Gaviones.

Fuente: El Solicitante.

3.5.3. Cronograma de actividad proyectado

A continuación, se presentan el cronograma de actividad proyectado para la obra propuesta, sin embargo, estas deberán ser actualizadas de acuerdo a la detección y localización de los ductos que cruzan el Río Cañas.

Tabla 23. Tiempo estipulado para la obra geotecnia.

Actividad	Duración
Traslado de equipos y adecuación de campamento	2 días
Trabajos con retroexcavadora	10 días
Construcción de gaviones en piedra	30 días
Tape con material del sitio	10 días
Colchagaviones en piedra	10 días
Excavación mecánica con nivel freático	5 días
Demolición de lastrado	1 día
Prepo de su Sp2- Sp3	1 día
Aplicación wax tape #1	1 día
Lastrado en concreto.	4 días
Desmantelamiento y adecuación de sitio	2 días
Tiempo total estimado	76 días

Fuente: El Solicitante.

3.6. MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL

Durante el proyecto de obras de protección geotécnica en el Río Cañas se implementarán las fichas de manejo ambiental aprobadas por ANLA mediante la resolución 751 de 2017 anexo 4 de la información presentada por el solicitante.

Con respecto al aprovechamiento de los recursos naturales durante la ejecución de la obra el solicitante plantea lo siguiente.

- **Permiso de aprovechamiento forestal:** El proyecto no requiere permiso de aprovechamiento forestal.
- **Permiso de vertimiento:** El proyecto no generará vertimientos de aguas domésticas o industriales. Durante la construcción de las obras se utilizarán baños portátiles y los residuos de estos serán recolectados y dispuestos en alcantarillados con permiso de vertimientos o tratados con empresas que tengan el permiso de vertimiento correspondiente.
- **Concesión de aguas:** La obra no contempla la captación de aguas superficiales o subterráneas. El agua a utilizar corresponde solo para consumo humano, esta será comprada a empresas comerciales. El agua para algunas actividades menores de obras civiles será comprada a un tercero que cuenten con permiso de concesión de aguas superficiales o subterráneas para uso industrial.
- **Generación de residuos:** Durante la ejecución del proyecto los residuos serán recolectados, almacenados temporalmente y dispuestos con empresas autorizadas. Estos residuos corresponden, residuos contaminados con hidrocarburos, material de recubrimiento y residuos ordinarios.

4. ANÁLISIS AMBIENTAL DE LA SOLICITUD PRESENTADA

El punto objeto de la solicitud del permiso de ocupación de cauce se encuentra ubicado sobre el Río Cañas en la margen izquierda diagonal a la bocatoma del canal La Chinita donde la empresa PUERTO BRISAS S.A, cuenta con un permiso de concesión de aguas superficiales Resolución 1094 de 2011 emitida por CORPOGUAJIRA, adicionalmente en la parte baja de la cuenca del Río Cañas sector que involucra el área donde se ubica la línea del gasoducto de la empresa PROMIGAS S.A E.S.P., la Autoridad De Licencias Ambientales ANLA otorgó un permiso de Ocupación de cauce a CORPOGUAJIRA mediante la resolución 0734 del 21 de abril del 2020 para el desarrollo de un proyecto denominado **Restauración Geomorfológica**

de un tramo del Río Cañas, en jurisdicción del corregimiento de Mingueo, zona rural del municipio de Dibulla La Guajira; en la actualidad el proyecto se encuentra suspendido hasta nueva orden. Es importante tener en cuenta que el desarrollo de dicho proyecto puede tener implicaciones sobre las condiciones actuales del cauce y por ende sobre las obras hidráulicas que en este se encuentren. En la actualidad se observa que en un tramo de 10 a 15 metros hay exposición sobre la superficie del cauce del río quedando expuesto el lastrado de la tubería generando un inminente riesgo y la amenaza ante la ocurrencia de cualquier ruptura de la misma.

El río en el sitio de interés se encuentra con un cauce bastante amplio con gran exposición de material aluvial tipo canto rodado de mediano tamaño y arena principalmente, desestabilización de talud por erosión progresiva en la margen izquierdo y con mayor depósito de material en la margen opuesta; el punto de interés cuenta con una estructura hidráulica de protección conformada por muros en gaviones y colchagaviones parcialmente destruidos originado por la erosión progresiva de la margen en cuestión; en la parte norte de la estructura se encuentra el colazo de un árbol rivero de la especie higuerón (*Ficus glabrata*) por consecuencia de la erosión progresiva del talud; además se evidencia la existencia de cuatro (4) ejemplares juveniles de árboles, de los cuales tres (3) son de la especie de Roble (*Tabebuia rosea*) y uno (1) de Maraño (*Anacardium officinalis*), al parecer estos ejemplares fueron plantados con el fin de darle mayor estabilidad a esa margen del río; si bien el solicitante estableció en el documento técnico que para la realización de la obra proyectada no requiere del aprovechamiento forestal se deja constancia de la existencias de dichos árboles para que se evite la intervención de los mismos y si en su defecto se hace necesario intervenirlos debe hacerse bajo el amparo del permiso de aprovechamiento

Aplicando las medidas de manejo establecidas en la Resolución 751 de 2017 otorgada por la ANLA a PROMIGAS S.A E.S.P. y el anexo 4 de la información presentada por el solicitante, se entiende que la obra a desarrollarse en las coordenadas Datum Magna Sirgas N: 11°13'12.50" y W: 73°24'20.10" margen izquierda del Río Cañas aunado los estudios hidráulicos adelantados en la cuenca indican que el proyecto puede desarrollarse sin generar impactos negativos de relevancia al entorno natural y al cauce del río.

La cuenca del Río Cañas por ser relativamente corta genera crecidas súbitas que ocasionan inundaciones proceso erosivos y desbordamiento principalmente en la parte baja de la misma, en ese sentido las obras hidráulicas de protección de márgenes y control de erosión que se adelanten deben tener en cuenta esta dinámica e in armonía con las actividades establecidas en los proyectos de carácter general que allí se desarrolle.

5. CONCEPTO TECNICO

De conformidad con la revisión de la información técnica presentada por la empresa PROMIGAS S.A E.S.P. y con la información recolectada durante la visita técnica de inspección de campo realizada al sitio de interés, se evidenció la necesidad apremiante de realizar una intervención urgente sobre la margen izquierda del Río Cañas, para la construcción de una obra hidráulica de protección de margen, control de erosión y socavación; donde se viene presentando el afloramiento dejando al descubierto una sección de la tubería L24A y 20A específicamente en la orilla de la margen izquierdo del Río Cañas. Esta situación pone en riesgo a las comunidades asentadas dentro del área de influencia por la amenaza que se genera ante la posible ruptura de dichas tuberías.

Los estudios hidráulicos presentados por el solicitante indican la dinámica cambiante del sector de la cuenca y la necesidad de una intervención de implementar las obras de protección en el Río para garantizar la permanencia del servicio de suministro de Gas Natural, la protección del cauce y por ende de los moradores del sector

Teniendo en cuenta que la ocupación de cauce enmarcada en el desarrollo del proyecto que tiene por objeto **"Realizar la reconstrucción de los gaviones ubicados en la orilla del margen izquierdo del Río Cañas, en una longitud aproximada de 70 metros. Adicionalmente se instalarán colchagaviones sobre un tramo de tubería expuesta, en una longitud de aproximada de 15 metros, con la finalidad de garantizar la protección de esta tubería."**, se considera viable ambientalmente conceder a la PROMIGAS S.A E.S.P. identificada con el NIT 890.105.526-3, el permiso de ocupación de cauce sobre el Río Cañas jurisdicción del

corregimiento de Mingueo, Zona rural del municipio de Dibulla – La Guajira, para realizar las obras hidráulica establecidas en el objeto.

CONSIDERACIONES JURIDICAS

Que el artículo 80 de la Constitución Política determina: "Es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la nación.

Que los artículos 79 y 80 de la Constitución Política consagran el derecho colectivo a gozar de un ambiente sano y el deber del Estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente, planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales renovables a fin de garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución y prevenir los factores de deterioro ambiental.

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

Que el artículo 30 del Código Contencioso Administrativo consagran los principios orientadores de las actuaciones administrativas, estableciendo que las mismas se desarrollarán con arreglo a los principios de economía, celeridad, eficacia, imparcialidad, publicidad y contradicción.

En cuanto a la reglamentación del permiso de ocupación de cauce el Capítulo II del Decreto 2811 de 1974, dispuso lo siguiente:

"Artículo 102º.- Quien pretenda construir obras que ocupen el cauce de una corriente o depósito de agua, deberá solicitar autorización.

(...)

Artículo 105º.- Serán aplicables a la ocupación de cauces de corrientes y depósitos de agua las normas del capítulo I de este Título".

(...)

"Artículo 132º.- Sin permiso, no se podrán alterar los cauces, ni el régimen y la calidad de las aguas, ni interferir su uso legítimo.

Se negará el permiso cuando la obra implique peligro para la colectividad, o para los recursos naturales, la seguridad interior o exterior o la soberanía Nacional".

El Artículo 155 del Decreto 2811 de 1974, establece que corresponde al Gobierno Nacional, autorizar y controlar el aprovechamiento de aguas, la ocupación y explotación de los cauces.

Por otro lado, el Decreto 1076 de 2015, por el cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo sostenible, en las secciones sobre ocupación de playas, cauces y lechos:

ARTÍCULO 2.2.3.2.12.1. Ocupación. *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.*

Por lo expuesto, el Director General de la Corporación Autónoma Regional de La Guajira – CORPOGUAJIRA,



RESUELVE

ARTÍCULO PRIMERO: Conceder a la empresa PROMIGAS S.A E.S.P. identificada con el NIT 890.105.526-3, autorización de Ocupación de Cauce para la construcción de las obras de protección geotécnica en el gasoducto troncal línea 24^a y 20^a sobre el río Cañas, jurisdicción del Municipio de Dibulla - La Guajira según las razones expuestas en la parte motiva del presente acto administrativo.

PARAGRAFO PRIMERO: Que la Ocupación de Cauce que se autoriza en el presente acto administrativo es para el proyecto cuyo objeto es: "*Realizar la reconstrucción de los gaviones ubicados en la orilla del margen izquierdo del Río Cañas, en una longitud aproximada de 70 metros. Adicionalmente se instalarán colchagaviones sobre un tramo de tubería expuesta, en una longitud de aproximada de 15 metros, con la finalidad de garantizar la protección de esta tubería.*".

PARAGRAFO SEGUNDO: SITIO AUTORIZADO PARA LA OCUPACIÓN DE CAUCE

El sitio autorizado para la ocupación de cauce de encuentra en las coordenadas Datum Magna Sirgas; N: 11°13'12.50" y W: 73°24'20.10", sobre la margen izquierda del Río Cañas en jurisdicción del corregimiento de Mingueo, zona rural del municipio de Dibulla, La Guajira

PARAGRAFO TERCERO: MÉTODOS DE OCUPACIÓN DE CAUCE

Reconstrucción de los gaviones ubicados en la orilla del margen izquierdo del Río Cañas, en una longitud aproximada de 70 metros. Adicionalmente se instalarán colchagaviones sobre un tramo de tubería expuesta, en una longitud de aproximada de 15 metros.

ARTICULO SEGUNDO: TERMINO POR EL CUAL SE OTORGA LA OCUPACIÓN DE CAUCE

La duración de las obras proyectada según cronograma de actividad presentado es de 76 días (ver Tabla 23); no obstante, el permiso de ocupación cauce tendrá un término de seis (6) meses contados a partir de la ejecutoria del acto administrativo que otorgue el permiso, tiempo en el cual el solicitante debe adelantar las actividades de emplazamiento y ejecución de las obras proyectadas. Luego de la terminación de las obras la ocupación será permanente durante la vida útil de la obra mientras mantenga las condiciones y características consignadas en este informe. Sin embargo, si como producto de la obra se genera una alteración en el cauce o el daño de la misma se requiere la renovación o solicitud de un nuevo permiso para realizar intervenciones adicionales.

PARAGRAFO: Para la realización de la obra autorizada se debe tener en cuenta las implicaciones que esta pueda ocasionar al proyecto que se viene adelantando por CORPOGUAJIRA para la *Restauración Geomorfológica de un tramo del Río Cañas, en jurisdicción del corregimiento de Mingueo, zona rural del municipio de Dibulla La Guajira*; si bien es cierto que a la fecha se encuentra suspendido se puede retomar y todas aquellas obras que se encuentren en desarrollo en el área en común deben adelantarse en armonía para que no hayan afectaciones entre sí.

ARTÍCULO TERCERO: OBLIGACIONES: La empresa PROMIGAS S.A E.S.P para el desarrollo de las actividades establecidas en el presente permiso de ocupación de cauce debe dar estricto cumplimiento a las medidas de manejo establecidas en el Plan de Manejo Ambiental aprobado por La ANLA en la Resolución 0751 de 2017 y las siguientes obligaciones ambientales establecidas por CORPOGUAJIRA en el marco del presente permiso:

- Las obras autorizadas deberán ajustarse a los cálculos y diseños presentados para la tramitación del presente permiso, y la modificación de la misma deberá ser informada a CORPOGUAJIRA para su respectiva evaluación, en caso que sea necesario.
- Se debe acatar las medidas de manejo ambiental necesarias para prevenir, mitigar y corregir los impactos asociados al proyecto y debe presentar al finalizar las obras un informe ambiental que consolide y detalle la aplicación de las medidas ambientales planteadas además de las obligaciones adicionales establecidas en el permiso.
- Los materiales de construcción y las áreas de trabajo deben estar debidamente señalizados.

- Para el manejo de escombros (si los hubiere), en lo posible no superarán las 24 horas de almacenamiento en la obra; sin embargo, los sitios dispuestos para su almacenamiento temporal deberán ser demarcados, adicionalmente el material deberá ser cubierto para evitar su arrastre. Los terceros contratados para el manejo y disposición final deberán estar debidamente autorizados.
- Los residuos sólidos convencionales y peligrosos deberán manejarse conforme a lo establecido en la normatividad ambiental vigente. Deberán ser separados en la fuente y correctamente almacenados en sitios adecuados para ello. Su entrega y disposición final deberá realizarse por terceros autorizados quienes emitirán las respectivas actas de recolección y disposición final, las cuales conservará el solicitante del permiso.
- No se podrá realizar ningún tipo de aprovechamiento de recursos naturales adicionales a la ocupación de cauce, enmarcando entre esto: la captación de aguas, aprovechamientos forestales y/o vertimientos que no se encuentren previamente autorizados por CORPOGUAJIRA a través de un permiso ambiental.
- Se deberá tener un programa para la señalización de obras y sitios temporales.
- Se deberá realizar un manejo adecuado y responsable de la fauna ictiológica y terrestre que pueda llegar a verse afectada significativamente por el desarrollo de las actividades proyectadas.
- El responsable del permiso debe indicarle al contratista que adelantará los trabajos del de ocupación de cauce en el Río Cañas la necesidad de ubicar en diferentes sitios de las obras, canecas para la recolección de los residuos sólidos de carácter orgánico e inorgánico que allí se generen y disponerlo a través de gestores autorizados para tal fin.
- No se deben arrojar residuos líquidos de carácter especial al cuerpo de agua ni al ambiente. Los mismos deben ser recolectados y entregados a empresas especializadas en este tipo de residuos.
- La empresa debe contar con un plan de contingencia ante las eventuales emergencias que como producto de la implementación de la obra podrían generarse.
- Los lodos que se retiren de la excavación, deben ser previamente deshidratados y reincorporados al suelo aledaño de las obras como material de abono para revegetalización sin que se genere una transformación paisajística negativa.
- De requerirse alguna poda a través de permiso otorgado por CORPOGUAJIRA, no se deben realizar quema de las podas o retiro de materiales, en su defecto deben ser repicadas y disponerlo a cielo abierto como material de abono.
- Debe implementar un sistema de protección de recurso hidrobiológico en el cauce del Río Cañas mediante la instalación de mallas de ojo menor o igual a 5mm a 100 metros aguas arriba y a 100 metros aguas abajo, para evitar el varamiento o daño por colisión de peces y crustáceos; igualmente debe realizar monitoreo de este recurso.
- Se debe evitar que, por la intervención del cauce, se genere daño a las captaciones de aguas existentes.
- Se debe evitar adelantar trabajos en temporadas de grandes precipitaciones ya que las crecidas repentinas del Río podrían causar daños materiales y ambientales durante la ejecución del proyecto.

ARTÍCULO CUARTO: Cualquier otra obra no autorizada en el presente acto administrativo que afecte algún recurso natural, debe la empresa PROMIGAS S.A E.S.P tramitar el permiso, concesión o autorización correspondiente ante la autoridad ambiental competente.



ARTÍCULO QUINTO: La CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LA GUAJIRA CORPOGUAJIRA, supervisará y/o verificará en cualquier momento el cumplimiento de lo dispuesto en el Acto Administrativo que ampare el presente concepto, cualquier contravención de las mismas, podrá ser causal para que se apliquen las sanciones a que hubiere lugar.

ARTICULO SEXTO: La empresa PROMIGAS S.A E.S.P será responsable civilmente ante la Nación y/o terceros, por la contaminación de los recursos naturales renovables y por la contaminación y/o daños que puedan ocasionar sus actividades.

ARTÍCULO SEPTIMO: Cualquier modificación en las condiciones de la autorización de Ocupación de Cauce que se otorga mediante el presente acto administrativo, deberá ser tramitada previamente ante esta Autoridad para su evaluación y aprobación.

ARTICULO OCTAVO: La CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LA GUAJIRA CORPOGUAJIRA se reserva el derecho de realizar visita a las instalaciones de la obra cuando lo considere pertinente y verificar si está cumpliendo con lo señalado en el presente acto administrativo.

ARTICULO NOVENO: Por la Subdirección de Autoridad Ambiental de esta Corporación notificar el contenido de la presente Resolución al Representante Legal de la empresa PROMIGAS S.A E.S.P, o a su apoderado debidamente constituido.

ARTICULO DECIMO: Por la Subdirección de Autoridad Ambiental notificar el contenido de la presente Resolución a la Procuraduría Agraria y Ambiental de La Guajira.

ARTICULO DECIMO

PRIMERO: Por la Subdirección de Autoridad Ambiental de esta Corporación, remitir copia del presente acto administrativo al Grupo de Seguimiento Ambiental de la entidad para lo de su competencia.

ARTICULO DECIMO

SEGUNDO: Por la Subdirección de Autoridad Ambiental de esta Corporación, remitir copia del presente acto administrativo a la Oficina Asesora de Planeación de la entidad para lo de su competencia con relación al Sistema de Información Geográfica.

ARTICULO DECIMO

TERCERO: Publíquese la presente Resolución en la Gaceta Oficial o Página WEB de la Corporación, para lo cual se corre traslado a la Secretaría General de la entidad.

ARTICULO DECIMO

CUARTO: Contra la presente Resolución procede el recurso de reposición en la forma y términos establecidos en la Ley 1437 de 2011.

ARTICULO DECIMO

QUINTO: La presente Resolución rige a partir de la fecha de su ejecutoria.

NOTIFÍQUESE, PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE

Dado en Riohacha, La Guajira, a los 5 días del mes de Enero de 2021.

SAMUEL SANTANDER LANAO ROBLES
Director General

Proyectó: F. Mejía
Revisó y aprobó: J. Palomino