

	RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

RESOLUCIÓN No. 594

11 de marzo de 2025

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

La Dirección Territorial Norte de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena – CAM, en uso de sus atribuciones legales y estatutarias, en especial las conferidas en la Ley 99 de 1993, Decreto Ley 2811 de 1974, la Resolución No. 4041 de diciembre 21 del 2017 modificada por la Resolución No. 104 de enero 21 del 2019, la Resolución No. 466 de febrero 28 del 2020, la Resolución No. 2747 de octubre 05 del 2022 y Resolución No. 684 de 2024, expedidas por la Dirección General de la CAM; y de conformidad con el procedimiento establecido en el Decreto 1076 de 2015, y teniendo en cuenta los siguientes,


ANTECEDENTES

Mediante escrito con radicado CAM No. 2024-E 25488 del 03 de septiembre de 2024, el Municipio de Santa María con Nit No. 891.180.076-3, representado legalmente por la señora Viancy Carolina García, identificada con cedula de ciudadanía No.55.115.896 expedida en Santa María - Huila, solicitó liquidación por servicios de evaluación, dándose respuesta con radicado CAM No. 27259 2024-S del 16 de septiembre de 2024, se dio respuesta a la solicitud de la liquidación por servicios de evaluación.

Que mediante radicado CAM No. 2024-E 31758 del 28 de octubre de 2024 y VITAL No. 4900891180076324001, el municipio de Santa María, representado legalmente por la Alcaldesa municipal Viancy Carolina García, solicitó ante este despacho el permiso de ocupación de cauces, sobre la fuente hídrica Canal 1 Surgas, en el punto con coordenadas X: 817.184.764 Y: 832.753.2987 para realizar obras de contención, ubicado en al área urbana del municipio de Santa María, departamento del Huila.

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

- Radicado en el aplicativo VITAL
- Formulario único nacional de solicitud de ocupación de cauces, playas y Lechos debidamente diligenciado y firmado por el solicitante
- Soporte de pago de la liquidación de los costos de evaluación
- Fotocopia de cédula de ciudadanía del representante legal
- Registro único tributario
- Acta de posesión de alcaldesa
- Certificado de uso de suelo expedida por la secretaria de planeación municipal
- Descripción del proyecto a ejecutar y de las obras o actividades que requieren la ocupación del cauce, cálculos y memorias de la obra que ocupara el cauce (hidráulicas, hidrológicos y estructurales), en medio físico y medio magnético, planos indicando la ubicación y detalle de las obras a ejecutar, de acuerdo al artículo 2.2.3.2.19.8 del Decreto 1076 de 2015, plano de localización de la fuente hídrica en el área de influencia.

	RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

Que mediante radicado 32922 2024-S del 07 de noviembre de 2024, esta autoridad ambiental requirió información, la cual fue respondida con radicado CAM No. 2024-E 33922 del 18 de noviembre de 2024.

Como corolario de lo anterior, la Dirección Territorial Norte de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena - CAM, da inicio al trámite mediante auto No. 146 del 20 de noviembre de 2024, notificado electrónicamente a través del radicado CAM No. 2024-S 37208 del 05 de diciembre de 2024.

Que mediante radicado CAM No. 2024-E 36455 del 11 de diciembre de 2024, el MUNICIPIO DE SANTA MARIA, presenta el soporte de pago por concepto de seguimiento, dando así cumplimiento a lo resuelto en el auto de inicio.

Mediante radicado 38375 2024-S del 12 de diciembre de 2024, se remitió aviso a la Alcaldía de Santa María para la correspondiente publicación.

Con certificado de publicación web expedido el 14 de diciembre del 2024, el Outsourcing del área TIC de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena – CAM, certifica que se realiza la respectiva publicación web del auto de inicio del permiso de ocupación de cauce, entre los días 29 de noviembre del 2024 y 13 de diciembre del 2024, con expediente POC-00182-24 y de auto de inicio 0146 del 2024.

De acuerdo al aviso de publicación de la CAM, no se presentó ninguna oposición a la presente solicitud.

Que mediante memorando interno No. 2658 del 20 de diciembre de 2024 se remitió la documentación correspondiente al estudio hidrológico, hidráulico y de riesgos, a la oficina de la Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental para su respectiva evaluación.

Mediante radicado CAM No. 2024-E 38059 del 27 de diciembre del 2024, se informa que entre los días 12 de diciembre de 2024 y 24 de diciembre de 2024 quedo debidamente fijado y desfijado en la alcaldía del municipio de Santa María (Huila), el aviso.

El día 30 de diciembre del 2024 se realiza la visita técnica de evaluación al presente permiso de ocupación de cauce.

En respuesta al memorando interno No. 2658 de 2024, la Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental emite un concepto técnico de evaluación de la documentación solicitada. Este concepto se allega a la Dirección Norte mediante memorando del día 05 de febrero de 2025.

Que mediante radicado 2947 2025-S del 06 de febrero de 2025, se requirió información conforme la evaluación realizada por la Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental, dándose respuesta mediante radicado CAM No. 2025-E 5311 del 28 de febrero de 2025.

	RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

En virtud de lo anterior, se remite mediante memorando interno No. 473 del 04 de marzo de 2025 la documentación complementaria correspondiente a los estudios hidrológico, hidráulico y de riesgos a la oficina de la Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental para su respectiva evaluación.

En respuesta al memorando interno No. 473 de 2025, la Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental emite un concepto técnico de evaluación de la documentación solicitada, de fecha 05 de marzo de 2025.

CONSIDERACIONES TECNICAS

Que a fin de adoptar la determinación procedente frente a la petición elevada y una vez verificada la información allegada por el interesado, se emitió concepto técnico No. 5256 de fecha 30 de diciembre de 2024 complementado el 07 de marzo de 2025, en el que se expone:

"(...)

2. ACTIVIDADES REALIZADAS Y ASPECTOS TÉCNICOS EVALUADOS

• REVISIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN

Se realiza revisión de la documentación, conforme la lista de requisitos mínimos para la solicitud de permiso de ocupación de playas, cauces y lechos, F-CAM-249. Versión 6. diciembre 4 de 2024:

DOCUMENTOS QUE DEBE ANEXAR	OBSERVACIONES
<i>Formulario Único Nacional de Solicitud de Ocupación de Cauces, Playas y Lechos, debidamente diligenciado y firmado por cada uno del(os) solicitante(s); adjuntando el soporte de pago de la liquidación de los costos de evaluación y el No. del radicado del aplicativo VITAL de la solicitud del permiso.</i>	<i>El municipio de Santa María presenta Formulario Único Nacional de Solicitud de Ocupación de Cauces, diligenciado y firmado.</i>
<i>Anexa el soporte de pago por servicio de evaluación junto con el No. del radicado del aplicativo VITAL (costos de evaluación).</i>	<i>El municipio de Santa María presenta soporte de pago por servicios de evaluación, comprobante de transacción No. 57186293 de Davivienda.</i>
<i>Fotocopia de cédula de ciudadanía de cada uno del(os) solicitantes(s).</i>	<i>El municipio de Santa María presenta Registro Vital No. 4900891180076324001 del 08/10/2024</i>
<i>Documentos que acrediten personería jurídica del(os) solicitante(s):</i>	
<i>Persona Jurídica - Sociedades: Certificado de existencia y representación legal con fecha de expedición no superior de tres (3) meses. (RUT y/o Certificado de Cámara de Comercio)</i>	<i>El municipio de Santa María presenta RUT, acta de posesión del 30/12/2023.</i>
<i>Fotocopia de cédula de ciudadanía del(os) representante(s) legal(es).</i>	<i>El municipio de Santa María presenta copia de la cedula de la representante legal, señora Viancy Carolina García, identificada con cedula de ciudadanía No. 55.115.896 expedida en Santa María - Huila</i>
<i>Juntas de Acción Comunal: Certificado de existencia y representación legal con fecha de expedición no superior de tres (3) meses. (RUT y/o Certificado de Cámara de Comercio)</i>	<i>NA</i>



RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO

Código: F-CAM-110

Versión: 9

Fecha: 05 Jul 18

Personería jurídica y/o Certificación e inscripción de dignatarios (expedida por la Gobernación)	NA
Fotocopia de cédula de ciudadanía del(os) representante(s) legal(es).	NA
Poder debidamente otorgado cuando se actúe por medio de apoderado.	NA
Documentos que acrediten la calidad del solicitante frente al predio	
En caso de actuar como propietario: Certificado de libertad y tradición (fecha de expedición no superior a 3 meses)	NA
En caso de actuar como tenedor: Copia del documento que lo acredite como tal (contrato de arrendamiento, comodato) y autorización del propietario o poseedor para adelantar el trámite respectivo.	NA
En caso de actuar como Poseedor: Manifestación escrita y firmada de tal calidad, acompañada de dos declaraciones extrajuicio.	NA
Permisos de Servidumbre (cuando se trate de proyectos lineales - líneas eléctricas, oleoductos, Vías)	El municipio de Santa María presenta acta de audiencia pública proceso verbal abreviado del 08/03/2023, de acuerdo al cual se permite el ingreso para el desarrollo del proyecto, de la Inspección de Policía de Santa María.
Poder debidamente otorgado, cuando actúe como apoderado	NA
Documentos técnicos	
Descripción del proyecto a ejecutar y de las obras o actividades que requieren la ocupación del cauce (etapa de inicio, ejecución y abandono). En medio físico y magnético.	El municipio de Santa María presenta mediante los radicados No. 2024-E 31758 del 28 de octubre de 2024, 2024-E 33922 del 18 de noviembre de 2024 y 2025-E 5311 del 28 de febrero de 2025 la documentación técnica en medio físico y magnético.
<p>Planos indicando:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ubicación de la obra sobre la cuenca hidrográfica y la fuente hídrica a intervenir 2. Topobatimetría a detalle del tramo y llanura de inundación del cauce a intervenir 3. Detalle hidráulico con dimensiones de la obra y su implantación con vista en planta, transversal y longitudinal 4. Detalle hidráulico del cauce y socavación (láminas de agua y profundidades de socavación en el sitio de la obra) 5. Detalle estructural de la obra <p>Los planos aquí indicados deben presentarse conforme a lo establecido en el artículo 2.2.3.2.19.8 del Decreto 1076 de 2015, además firmados por el profesional idóneo (Artículo 2.2.3.2.19.15, Decreto 1076 de 2015), en digital (*pdf y *dwg o proyectos GIS en formato editable *mxd con su respectiva geodatabase) y en físico.</p>	El municipio de Santa María presenta mediante los radicados No. 2024-E 31758 del 28 de octubre de 2024, 2024-E 33922 del 18 de noviembre de 2024 y 2025-E 5311 del 28 de febrero de 2025 la documentación técnica en medio físico y magnético.




RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO

Código: F-CAM-110

Versión: 9

Fecha: 05 Jul 18

<p>Estudio hidrológico, hidráulico y de socavación (cuando aplique, ver Nota1). <i>Nota1:</i> Las obras hidráulicas de las vías y demás infraestructura de transporte deben dar cumplimiento a los lineamientos la Guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia (MADS, 2018), con respecto a que la velocidad no debe superar el 10% y la lámina de agua no debe superar 30 cm, con respecto a las condiciones actuales. Los estudios aquí indicados deben presentarse con sus respectivos anexos y memorias de cálculo (ver Nota2) <i>Nota1:</i> No se requiere estudio de socavación cuando sean obras de tipo fusible tales como gaviones, bolsacretos, etc. <i>Nota2:</i> Para una correcta evaluación, el desarrollo de los componentes hidrológico e hidráulico deben soportarse documentalmente con sus respectivas memorias de cálculo y obras a construir de una manera clara, consecuente y anexar los archivos digitales correspondientes, en formato editable, tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Registro histórico de estaciones hidrometeorológicas (.csv.txt*.xls) • Área de drenaje al punto de cierre objeto de estudio, debidamente georreferenciada (plano de la cuenca). (.shp .kml* o *.dwg) • Hojas electrónicas de cálculo (*.xls o *.xlsx) • Modelos hidrológico e hidráulico • Otros soportes digitales editables que permita la evaluación integral. 	<p>El municipio de Santa María presenta mediante los radicados No. 2024-E 31758 del 28 de octubre de 2024, 2024-E 33922 del 18 de noviembre de 2024 y 2025-E 5311 del 28 de febrero de 2025 la documentación técnica en medio físico y magnético.</p>
<p>Informe de Topobatimetría, con sus respectivos anexos que incluya el levantamiento (*.dwg) con la superficie sin explotar (Civil 3D)</p>	<p>El municipio de Santa María presenta mediante los radicados No. 2024-E 31758 del 28 de octubre de 2024, 2024-E 33922 del 18 de noviembre de 2024 y 2025-E 5311 del 28 de febrero de 2025 la documentación técnica en medio físico y magnético.</p>
<p>Informe de diseño estructural, con sus respectivos anexos y memoria de cálculo.</p>	<p>El municipio de Santa María presenta mediante los radicados No. 2024-E 31758 del 28 de octubre de 2024, 2024-E 33922 del 18 de noviembre de 2024 y 2025-E 5311 del 28 de febrero de 2025 la documentación técnica en medio físico y magnético.</p>
<p>Tarjeta profesional y memorial de responsabilidad del o los profesionales que acreditan los estudios presentados.</p>	<p>El municipio de Santa María presenta mediante los radicados No. 2024-E 31758 del 28 de octubre de 2024, 2024-E 33922 del 18 de noviembre de 2024 y 2025-E 5311 del 28 de febrero de 2025, certificados COPNIA y memoriales de responsabilidad de los profesionales.</p>
<p>Certificado de vigencia de la tarjeta profesional no mayor a tres meses de expedido, por el Concejo Profesional de Ingeniería (COPNIA)</p>	<p>El municipio de Santa María presenta mediante los radicados No. 2024-E 31758 del 28 de octubre de 2024, 2024-E 33922 del 18 de</p>

	RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

	noviembre de 2024 y 2025-E 5311 del 28 de febrero de 2025, certificados COPNIA de los profesionales, de acuerdo a los cuales las matriculas se encuentran vigentes.
Otros Documentos	
Certificado de uso de suelo expedido por la oficina de Planeación municipal correspondiente, vigencia del año en curso, del proyecto y la zona donde se ubicará la obra objeto de ocupación.	El municipio de Santa María presenta certificado del 24 de septiembre de 2024, emitido por el Secretario de Planeación, Obras Públicas e Infraestructura de Santa María.

• **OBSERVACIÓN SOBRE EL TERRENO Y UBICACIÓN**

El día 30 de Diciembre del 2024, tal como se había programado, se realizó el desplazamiento hasta el punto objeto de ocupación, guiado por el Ingeniero Oscar Andrés González profesional de apoyo contratista, ubicado en las coordenadas X: 817.184.764 Y: 832.753.2987 del casco urbano en el municipio de Santa María Huila, con el propósito de evaluar la solicitud de permiso de ocupación de cauce para el proyecto denominado "CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIONES Y AVENIDAS TORRENCIALES EN EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SANTA MARÍA DEPARTAMENTO DEL HUILA" sobre la fuente hídrica Canal 1 Surgas.

Durante la visita se realiza inspección de ocular de la zona, observando la fuente hídrica que se encuentra ligada al trámite de ocupación de cauce y del mismo modo se observa dónde estará ubicada la infraestructura mencionada en la solicitud del permiso:

- En el punto de coordenadas mencionado, se observa que pasa un cuerpo hídrico denominado según la base de datos de la Corporación como Fuente hídrica Canal 1 Surgas, donde se evidencia a la hora de la visita poca afluencia de caudal.



Imagen 1. Zona en donde se construirá el paso especial tipo cercha

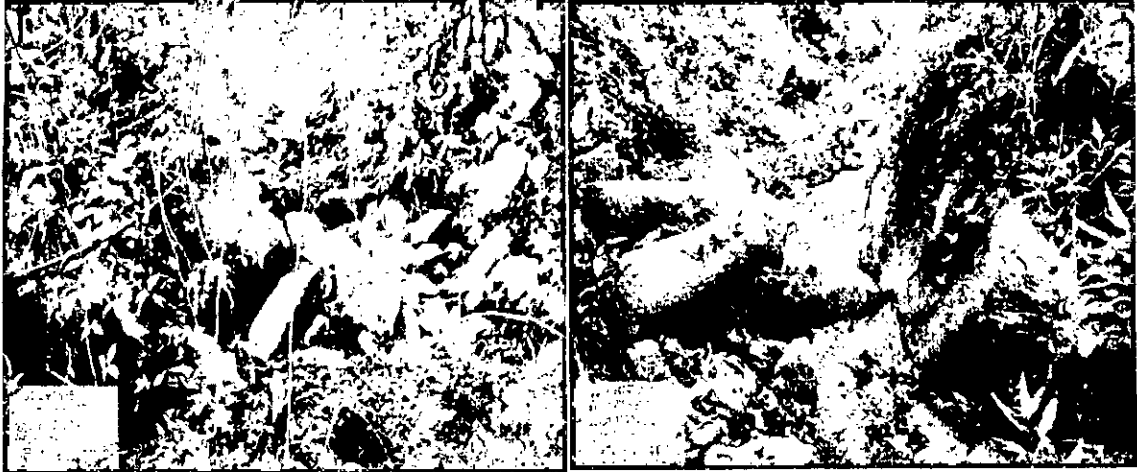


Imagen 2 y 3. Fuente Hídrica Canal 1 Surgas.

- *Es de mencionar que durante la visita se observó que existe ya construida una alcantarilla sobre la Carrera 9, que se proyecta reemplazar por un Box Culvert que tendrá una dimensión mayor que permita el paso de más flujo ante una situación torrencial. Dicho Box Culvert será parte del canal que se tiene proyectado sobre la Fuente Hídrica Canal 1 Surgas.*



Imagen 4 y 5. Ubicación de Box Culvert.

El sitio de ocupación, en donde se construirá según la información allegada por el solicitante y afirmada durante la visita "CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIONES Y AVENIDAS TORRENCIALES EN EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SANTA MARÍA DEPARTAMENTO DEL HUILA", estará ubicado sobre la fuente hídrica Canal 1 Surgas, del casco urbano en jurisdicción del Municipio de Santa María (H), donde se tomó el registro fotográfico y coordenadas. ubicándolo de la siguiente manera:

Punto	FUENTE HIDRICA	Vereda	COORDENADAS	
			ESTE	NORTE
INICIAL	Canal 1 Surgas	Casco Urbano	817180	832744
FINAL	Canal 1 Surgas	Casco Urbano	817251	832682
Box Culvert	Canal 1 Surgas	Casco Urbano	817251	832682
Disipador	Canal 1 Surgas	Casco Urbano	817255	832689

TABLA No. 1 Coordenadas planas tomadas en campo sobre el punto de intervención

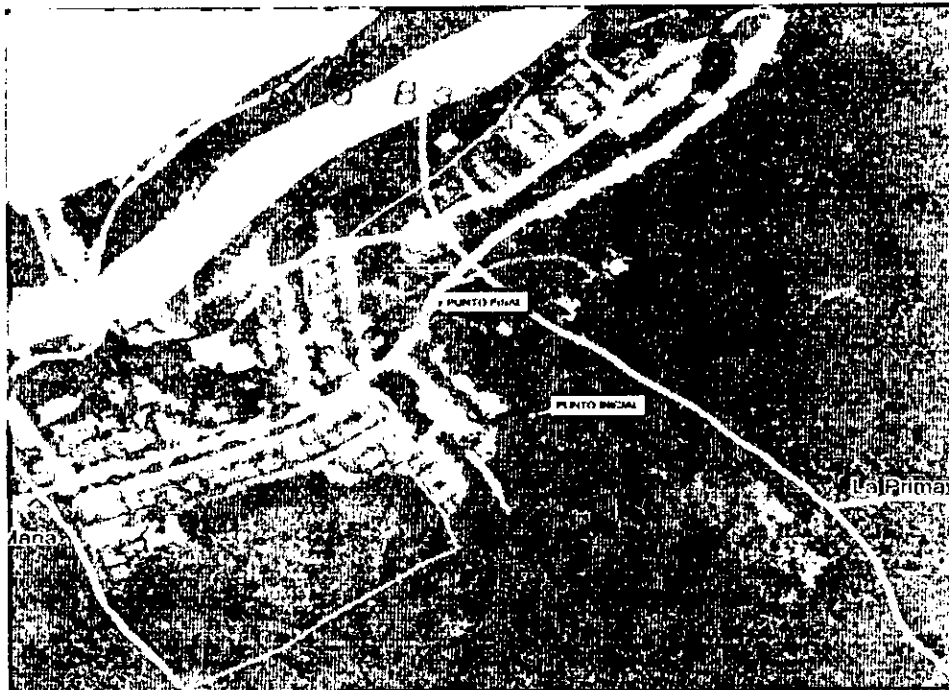



Imagen 7. Ubicación geográfica del punto a intervenir – coordenadas tomadas en campo – Fuente: Google Earth

Según la información suministrada por la persona jurídica MUNICIPIO DE SANTA MARIA HUILA a través de su representante legal la señora VIANCY CAROLINA GARCIA, el proyecto "CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIONES Y AVENIDAS TORRENCIALES EN EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SANTA MARÍA DEPARTAMENTO DEL HUILA, EN LAS COORDENADAS X: 817.184.764 Y: 832.753.2987"; está proyectado a realizarse de la siguiente manera, teniendo en cuenta las especificaciones técnicas y estudios realizados a la fuente hídrica allegados por el solicitante del permiso:

3. LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO

	RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

La zona requerida para tramitar el permiso de ocupación de cauce está definida en el casco urbano del municipio de Santa María – Huila. Como se observa a continuación, el área de estudio a nivel de cuenca está definida dentro de la misma Municipio.

Las obras a establecer consisten en la construcción de canalización y Box Couvert sobre la quebrada Canal 1 Surgas, en el punto con coordenadas X: 817.184.764 Y: 832.753.2987 para realizar obras de contención.

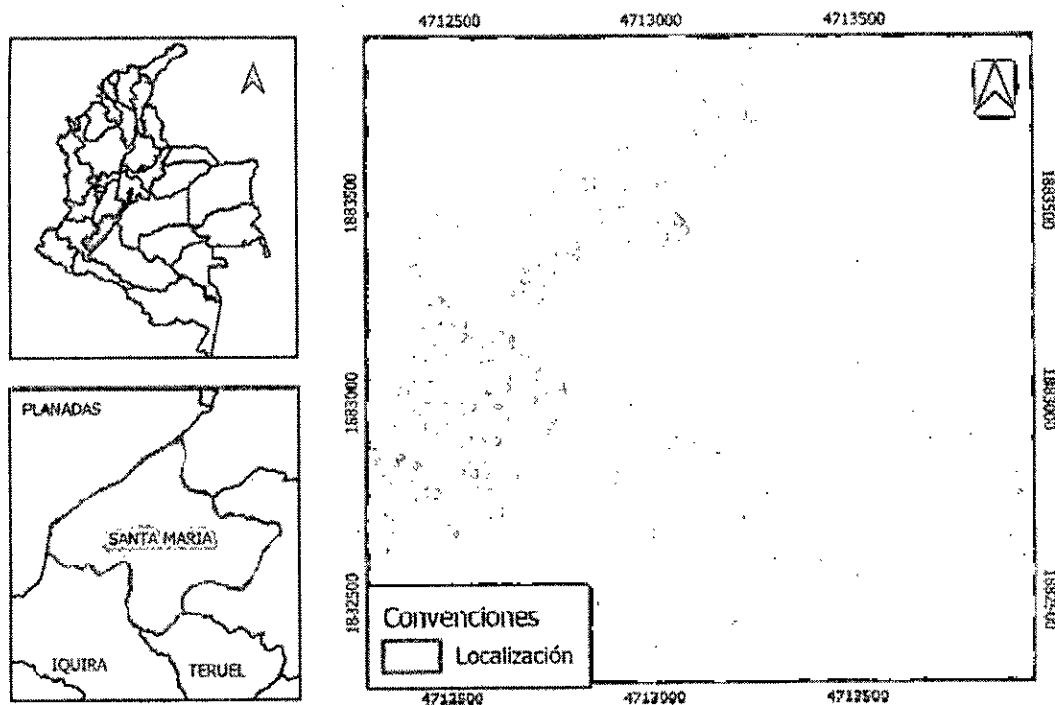


Imagen 8. Localización del área de estudio.

4. DESCRIPCION DE LAS OBRAS PROYECTADAS

- Excavación, limpieza y corte de material

Movimiento de tierras en volúmenes grandes por medios mecánicos, necesarios para la ejecución de las actividades de construcción de muros y canal. Incluye el corte, carga y retiro de sobrantes. Los sobrantes se depositarán únicamente en los botaderos autorizados por la entidad competente del Municipio. La excavación y perfilado del terreno para implantación del canal se realizará manejando un talud de corte de 60° en ambos costados del cauce.

Entre las abscisas K0+ 000– K0+100 se propone la construcción de un canal de sección cuadrada en concreto de 210 Kg/cm² de 2.0 m de base x 1.5 m de altura el cual cumplirá la función de direccionar y transportar las aguas lluvias y servidas. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se puede observar el detalle de la sección.

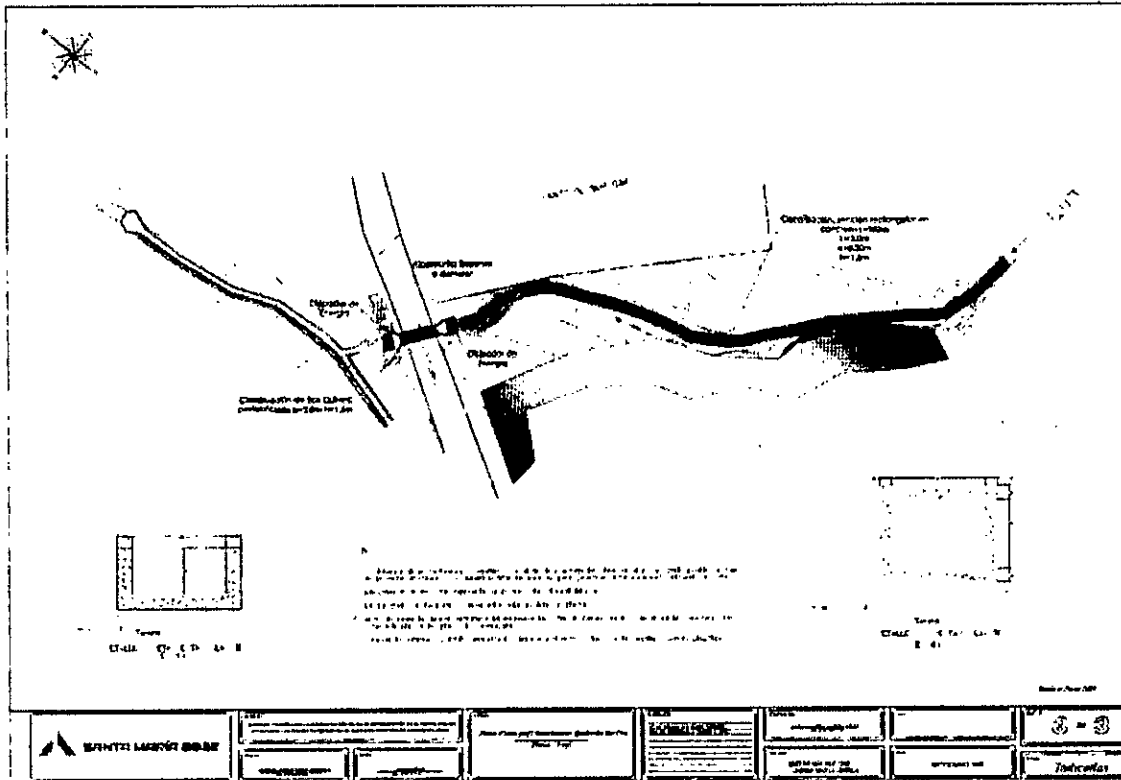
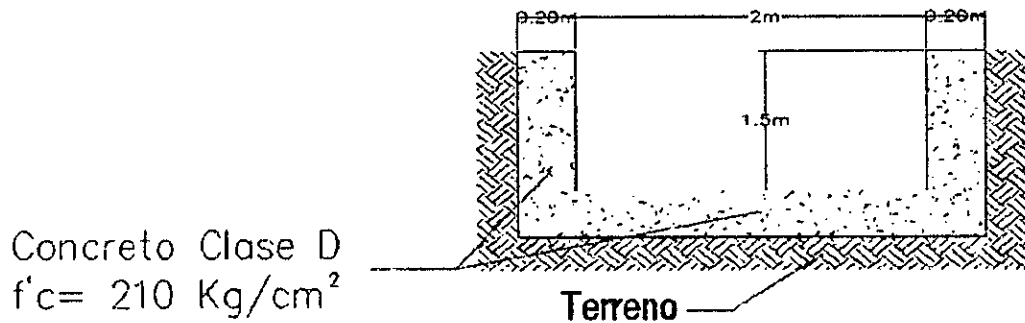


Imagen 9. Plano detallado de la obra proyectada.

- Canal rectangular 2.0 x 1.5

Se llevará a cabo la adecuación hidráulica en la intersección de la quebrada con la carrera 9, entre las abscisas K0+100 y K0+106.89. Actualmente, en este punto se encuentra una alcantarilla de 32 pulgadas de diámetro, que resulta insuficiente para contener el caudal de la quebrada durante lluvias intensas en la zona. Por ello, se propone la construcción de un de sección rectangular, con una base de 2.0 m y una altura de 1.5 m.



Concreto Clase D
 $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

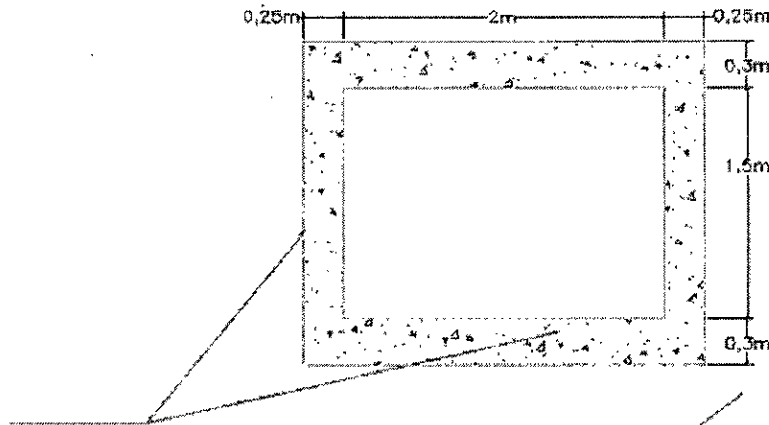
Terreno

DETALLE CUNETA RECTANGULAR TIPO 1
 Escala 1:15

Imagen 10. Detalle Cuneta Surgas

- Box Culvert

El diseño de la presente obra se proyecta por la necesidad de dar continuidad a la vía interna del sector por el cruce con la quebrada, y a su vez hace parte de las obras de canalización de la misma. Con base en los análisis hidráulicos para un periodo de retorno de 100 años, se requiere que el box culvert, posea una sección hidráulica de 2.50m de ancho, por 1.50m de altura libres.



Concreto Clase D
 $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

Terreno
DETALLE BOX RECTANGULAR TIPO 1


Imagen 11. Detalle Box Culvert Surgas

- **Disipador Escalonado**

La estructura en cuestión se trata de un canal de sección rectangular abierto, cuyos muros laterales tienen la función de contener el terreno adyacente, y una losa de fondo, a través de la cual se transiten los esfuerzos generados al suelo de fundación, además de ser la superficie de escorrentía para el flujo del canal.

Para el diseño de estos elementos y por tratarse de estructuras de tipo ambiental, se especifica que el diseño está enmarcado por las prescripciones del título C.23 de la NSR-10. Por condiciones de baja permeabilidad en el material de construcción, ya que la función de las obras es la conducción de agua de escorrentía, el concreto deberá cumplir con una resistencia mínima a la compresión de 28MPa.

Con base en los análisis hidráulicos para un periodo de retorno de 100 años, se requiere que el canal rectangular abierto, posea una sección hidráulica de 2.00m de ancho, por 1.00m de altura libres.

	RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

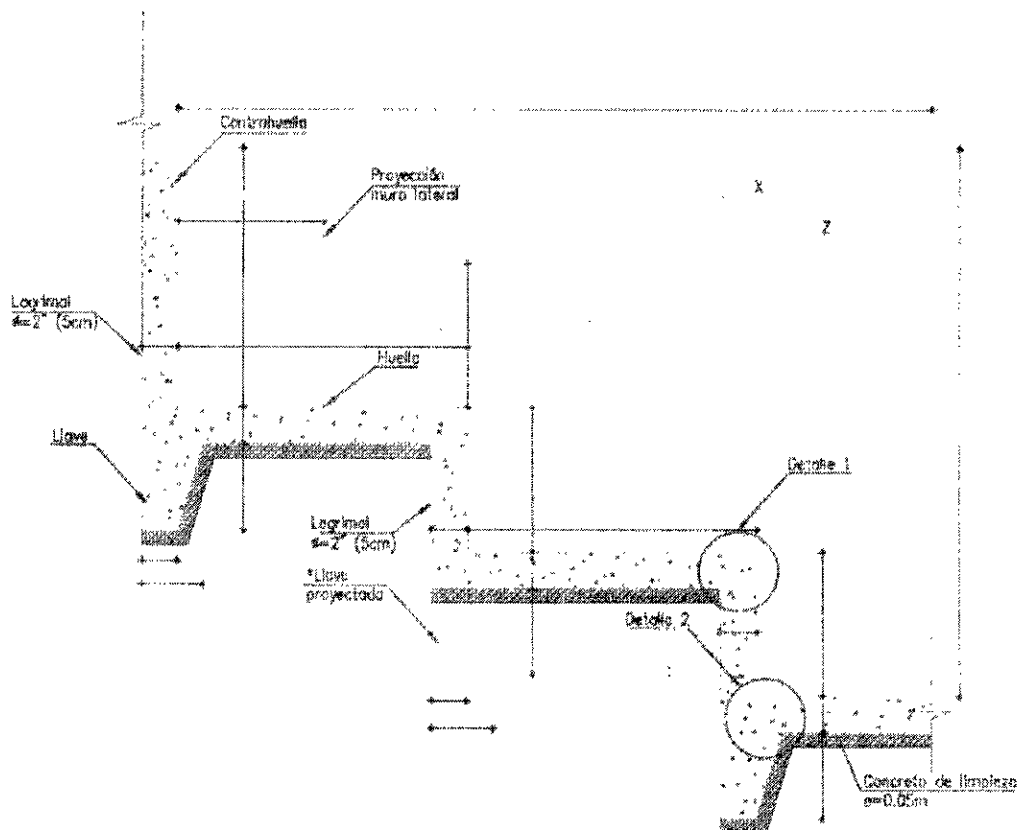


Imagen 12. Detalle Disipador Escalonado Surgas

4.1. DESCRIPCION DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

La estructura en cuestión se trata de un canal de sección rectangular abierto, cuyos muros laterales tienen la función de contener el terreno adyacente, y una losa de fondo, a través de la cual se transitan los esfuerzos generados al suelo de fundación, además de ser la superficie de escorrentía para el flujo del canal.

Para el diseño de estos elementos y por tratarse de estructuras de tipo ambiental, se especifica que el diseño está enmarcado por las prescripciones del título C.23 de la NSR-10. Por condiciones de baja permeabilidad en el material de construcción, ya que la función de las obras es la conducción de agua de escorrentía, el concreto deberá cumplir con una resistencia mínima a la compresión de 28MPa.

Con base en los análisis hidráulicos para un periodo de retorno de 100 años, se requiere que el canal rectangular abierto, posea una sección hidráulica de 2.00m de ancho, por 1.50m de altura libres. El presente diseño para este tipo de estructuras, se considera que se encuentra gobernado principalmente por efectos de retracción por temperatura, por lo tanto, se proyecta un refuerzo mínimo según el numeral C.23.C.7.12 de la NSR-10.

Sin embargo, se lleva a cabo un análisis estructural más detallado a través de un modelo simple. En dicho modelo se considera, que el canal rectangular abierto, se comporta como una única unidad estructural en sentido transversal, por lo tanto, estará sometida a efectos por empuje lateral del

	RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

terreno circundante, y por la sobrecarga lateral impuesta por efecto de las estructuras y edificaciones adyacentes a esta. Cabe resaltar, que la presente solución de canalización se debe proyectar para los sectores constreñidos del cauce.

Las actividades por realizar son las siguientes:

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

Las actividades para ejecutar deben realizarse en período de aguas bajas y en el menor tiempo posible. El ensamblaje de los elementos tipo, se podrán armar de manera parcial o total en el sitio de trabajo y/o taller.

4.2. MATERIALES, MAQUINAS Y HERRAMIENTAS


Para la ejecución del proyecto se contó con el siguiente equipo y su respectivo operador:

- Concreto y acero de acuerdo con especificaciones
- Retroexcavadora.
- Volqueta
- Equipo de topografía.
- Herramienta y equipo menor.
- Mezcladoras de concreto
- Elementos de protección personal (SST)
- Elementos para el plan de manejo ambiental y social

5. RESULTADOS DE LA MODELACIÓN HIDRÁULICA EN CONDICIONES EXISTENTES (CE)

Los estudios hidráulicos tienen como fin determinar si se presenta encharcamientos o procesos de inundación en la zona de proyecto para un periodo de retorno de 100 años en condición actual y bajo la reconfiguración propuesta para controlar el caudal de diseño el sitio de interés. La información base para los estudios hidráulicos se recopiló en campo y a partir de información secundaria, y se refiere al levantamiento topográfico del predio en estudio y la cobertura del suelo, evaluada a partir de imágenes satelitales.

La modelación hidráulica parte de diferentes aproximaciones al flujo de agua en la naturaleza a partir de ecuaciones físicas que lo modelan desde diferentes aproximaciones (unifásico, bifásico, unidimensional, bidimensional, tridimensional, permanente, no permanente), cuya solución permite estimar parámetros tales como profundidad, velocidad y energía.

	RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

La primera decisión que se toma cuando se pretende desarrollar un modelo hidráulico de inundaciones es el tipo de modelo a utilizar. Existen diferentes tipos de modelos según la complejidad espacial de las ecuaciones que soluciona el mismo: unidimensionales, bidimensionales y tridimensionales (1D, 2D, 3D). Para el presente estudio, al tratarse de un estudio de inundación, se seleccionó un modelo de tipo bidimensional, mediante el uso del software HEC-RAS 2D V6.5 desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos, cuyo uso se ha extendido a nivel mundial y además de que es de acceso libre (U.S Army Corps of Engineers, 2021).

EL MODELO HEC-RAS

Modelo Bidimensional (2D)

En modelos con áreas planas y cauces poco definidos, como es el caso de las quebradas, los modelos bidimensionales (2D) presentan la mayor utilidad, además que en estudios de inundabilidad permiten conocer con mayor fiabilidad zonas de inundación al implementar un dominio e interacción permanente de cauce con zonas inundables y no depende de la definición de las secciones transversales. Es por esto por lo que el marco de modelación seleccionado para evaluar la amenaza y riesgo por encharcamiento en el sector de estudio es un modelo en dos dimensiones.

El modelo bidimensional HEC-RAS V6.5 seleccionado para el estudio tres tipos de ecuaciones simplificada de las ecuaciones de Navier-Stokes, como son la Onda de difusión, ecuaciones de Aguas Someras (SWE) o SWE-EM, las cuales asumen flujo incompresible y de densidad uniforme, así como, el movimiento turbulento se aproxima utilizando la viscosidad de Eddy. Por otra parte, se asume también que la escala vertical del flujo es mucho más pequeña que la escala horizontal del mismo y como consecuencia, la velocidad vertical es pequeña y se puede asumir presión hidrostática. En este punto es importante resaltar que el modelo hidráulico seleccionado resuelve las ecuaciones utilizando una técnica de volúmenes finitos.

A continuación, se presentan las ecuaciones de Aguas Someras utilizadas en el modelo HEC-RAS V6.5:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial h U_x}{\partial x} + \frac{\partial h U_y}{\partial y} = M_s$$

$$\frac{\partial h U_x}{\partial t} + \frac{\partial h U_x^2}{\partial x} + \frac{\partial h U_x U_y}{\partial y} = -gh \frac{\partial Z_s}{\partial x} + \frac{\tau_{sx}}{\rho} - \frac{\tau_{bx}}{\rho} - \frac{g h^2}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial x} + 2 \Omega \sin \lambda U_y + \frac{\partial h \tau_{xy}^e}{\partial x} + \frac{\partial h \tau_{yx}^e}{\partial y} + M_x$$

$$\frac{\partial h U_y}{\partial t} + \frac{\partial h U_x U_y}{\partial x} + \frac{\partial h U_y^2}{\partial y} = -gh \frac{\partial Z_s}{\partial y} + \frac{\tau_{sy}}{\rho} - \frac{\tau_{by}}{\rho} - \frac{g h^2}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial y} - 2 \Omega \sin \lambda U_x + \frac{\partial h \tau_{xy}^e}{\partial x} + \frac{\partial h \tau_{yx}^e}{\partial y} + M_y$$

En donde:

h ; Profundidad.

U_x, U_y ; Velocidades horizontales promediadas en profundidad.

g ; Aceleración de la gravedad.

Z_s ; Elevación de la lámina libre.

τ_s ; Fricción en la superficie libre debida al rozamiento producido por el viento.


τ_b ; Fricción debido al rozamiento del fondo.

ρ ; Densidad del agua.

Ω ; Velocidad angular de rotación de la tierra.

λ ; Latitud del punto considerado.

$\tau_{xx}^e, \tau_{xy}^e, \tau_{yy}^e$; Tensiones tangenciales efectivas horizontales.

	RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

M_s , M_x , M_y ; Términos de fuente/sumidero de masa y de momento, mediante los cuales se realiza la modelización de precipitación, infiltración y sumideros.

Flujo No Permanente y Flujo No Uniforme

- *Flujo No Permanente*

La clasificación del flujo en permanente o no permanente obedece a la utilización del tiempo como variable. El flujo es permanente si los parámetros de flujo, tales como la velocidad y profundidad de lámina de agua entre otros, no cambian con respecto al tiempo: es decir, en una sección del canal en todos los tiempos los parámetros de flujo permanecen constantes.

Si los parámetros cambian con respecto al tiempo el flujo se denomina no permanente, es decir que para cada intervalo de tiempo se tienen condiciones distintas de profundidad, velocidad, caudal y otros parámetros de flujo para un mismo punto. El esquema seleccionado para la modelación es el flujo no permanente, pues para evaluar el fenómeno de encharcamiento es necesario tener en cuenta la variación de los parámetros mencionados a través del tiempo.

- *Flujo No Uniforme*

El flujo no uniforme es conformado por los flujos rápidamente variado y gradualmente variado, los cuales contemplan todas las perturbaciones de flujo en un cuerpo de agua y representan dichas condiciones por medio de perfiles de flujo. Para la modelación a realizar se utilizará este tipo de flujo, pues este es el único que se encuentra disponible en el software de modelación HEC-RAS V6.5.

- *RAS Mapper*

RAS Mapper es una herramienta implementada en HEC-RAS 2D, con la intención de mostrar los resultados de la modelización hidráulica y realizar algunas tareas previas a la ejecución del modelo numérico. Asimismo, las tareas básicas, que se desarrollan en RAS Mapper son:

- Definición del sistema de referencia espacial de trabajo

Para montar, ejecutar y presentar los resultados del modelo es necesario que este se encuentre georreferenciado. Para poder georreferenciar el modelo, el programa trabaja los archivos de extensión .prj (ESRI projection file), vinculados con la base datos que contiene el software ArcGIS u otros programas GIS.

- Generación del modelo digital de terreno (MDT)

A partir de una superficie generada en un software externo a HEC-RAS se genera el modelo digital de elevaciones en el cual se basan los cálculos de la modelación hidráulica para la determinación de parámetros tales como velocidad de flujo, dirección de flujo, profundidad de lámina de agua, entre otros. Los formatos reconocidos por el programa son: Floating Grid Point (*.flt), GeoTIFF (*.tif), ESRI grid files, entre otros. Cualquiera de los formatos elegidos serán convertirlos en formato GeoTIFF (*.tif), el cual será comprimido para permitir un menor espacio de almacenamiento y mayor rapidez en la velocidad de cómputo al momento de generar mapas de inundación.

- Visualización de los Resultados

Una vez ejecutados los cálculos de modelación hidráulica, en la herramienta RAS Mapper se generan los archivos de tipo ráster con los resultados de los parámetros de profundidad de lámina de agua, elevación de la lámina de agua, velocidad de flujo, infiltración total y precipitación de exceso,

	RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

entre otros. Cualquiera de los resultados puede ser exportado en formato TIFF (*.tif), el cual puede ser visualizado y analizado en herramientas de sistemas de información geográfica como lo es el software QGIS.

Parámetros de Modelación y Controles Hidráulicos

Para poder realizar un cálculo con HEC-RAS 2D, se deben realizar los siguientes pasos:

- Crear o importar un modelo de terreno.
- Construir una malla de cálculo.
- Asignar una serie de parámetros de entrada (rugosidad del fondo, parámetros de infiltración)
- Asignar condiciones de contorno e iniciales.
- Asignar opciones generales de cálculo (tiempo de cálculo, parámetros del esquema numérico, etc).
- Lanzar el cálculo.

Modelo Digital de Elevaciones MDT

El modelo digital de elevaciones de la zona de estudio se elaboró basado en el levantamiento topográfico del predio presentado en el numeral **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y el Anexo 2. El MDT generado para la quebrada El Balso se puede observar en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y para la quebrada Sur Gas en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

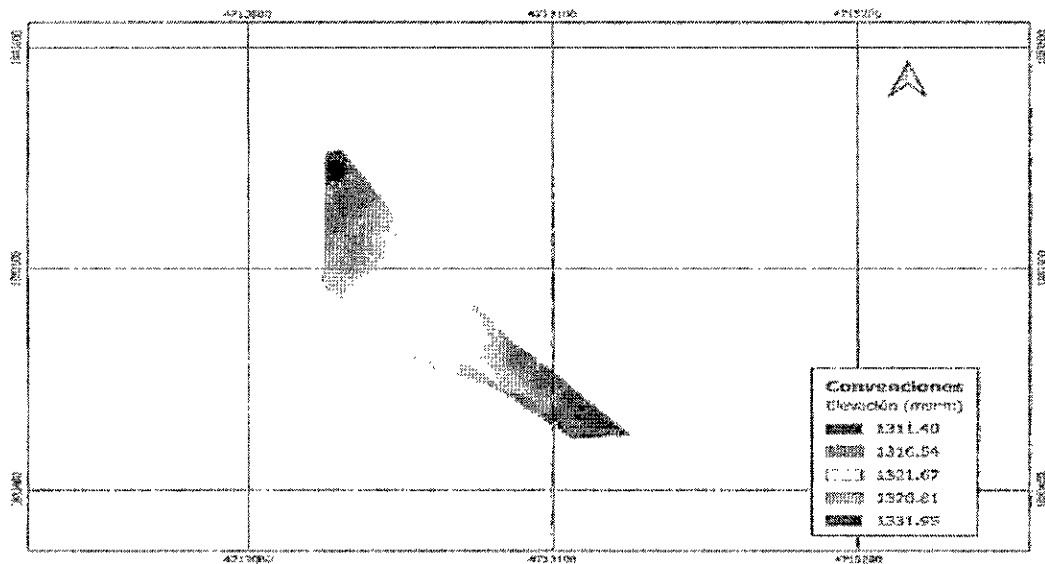



Imagen 13. Modelo Digital de Elevaciones Quebrada Surgas

	RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

Malla de Cálculo

La generación de la malla de cálculo se ha realizado para cada una de las modelaciones de las quebradas a partir de la información del modelo digital de elevaciones, mediante una malla no estructurada, formada por polígonos de tres a ocho lados de diferentes tamaños que se ajusten de mejor manera a la realidad del terreno, para la malla no estructura de la quebrada El Balso se estableció en la zona del cauce un tamaño de malla de 0.5 m y para las bancas y el resto del dominio un tamaño máximo de 2.00 m. por otro lado para la quebrada Sur Gas se tiene un tamaño de malla de 0.50 para la zona de cauce y 1.00 m máximo para el resto del dominio. Si bien es cierto, que este tipo de mallas generan un tiempo de cálculo más ineficiente que las mallas estructuradas, los resultados finales son más cercanos a la realidad, por lo tanto, se considera adecuado realizar este tipo de mallado para el presente proyecto (es posible que dentro del mallado existan sectores estructurados). En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presenta la malla resultante para la quebrada El Balso y en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** la malla de la quebrada Sur Gas. Esto se presenta en los escenarios de modelación.

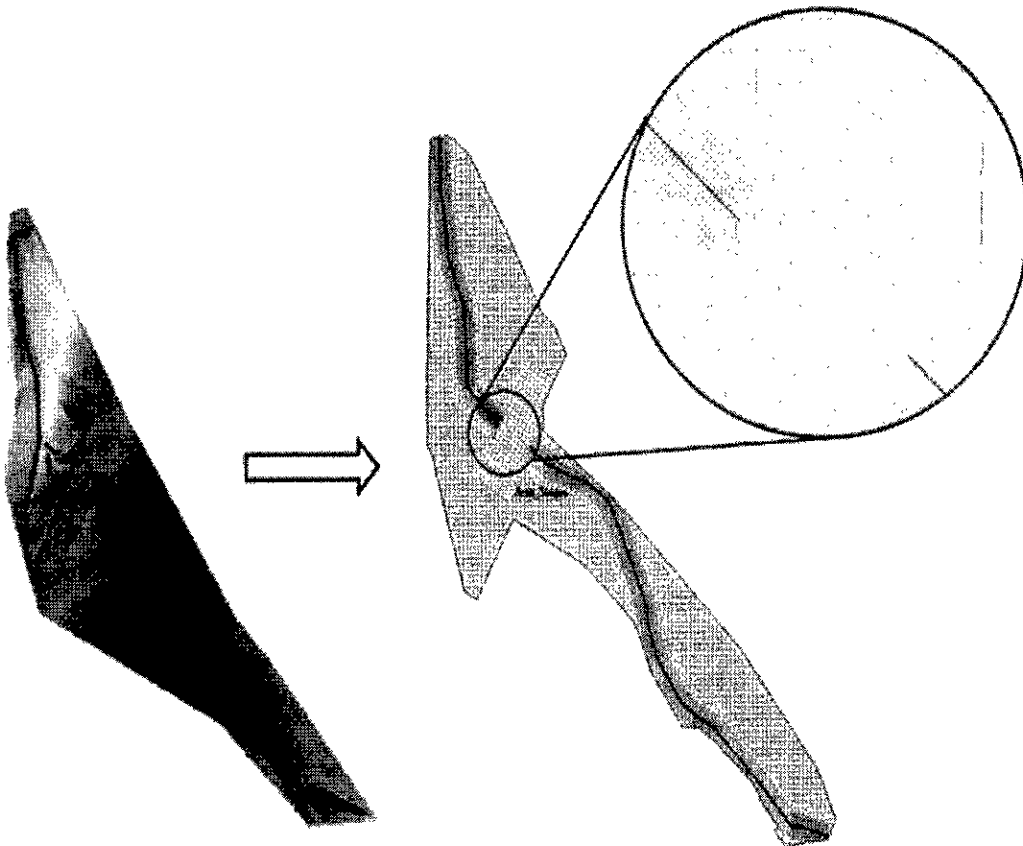


Imagen 14. Malla No Estructurada de Modelación Quebrada Surgas

Estructuras de cruce
- Quebrada Sur Gas

	RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

Para la quebrada Sur Gas, se identifica una estructura de cruce sobre carrera 8, esta alcantarilla tiene un diámetro de 32" en la cota 1319.87 de aproximadamente 7.60 metros hasta su punto de descole.

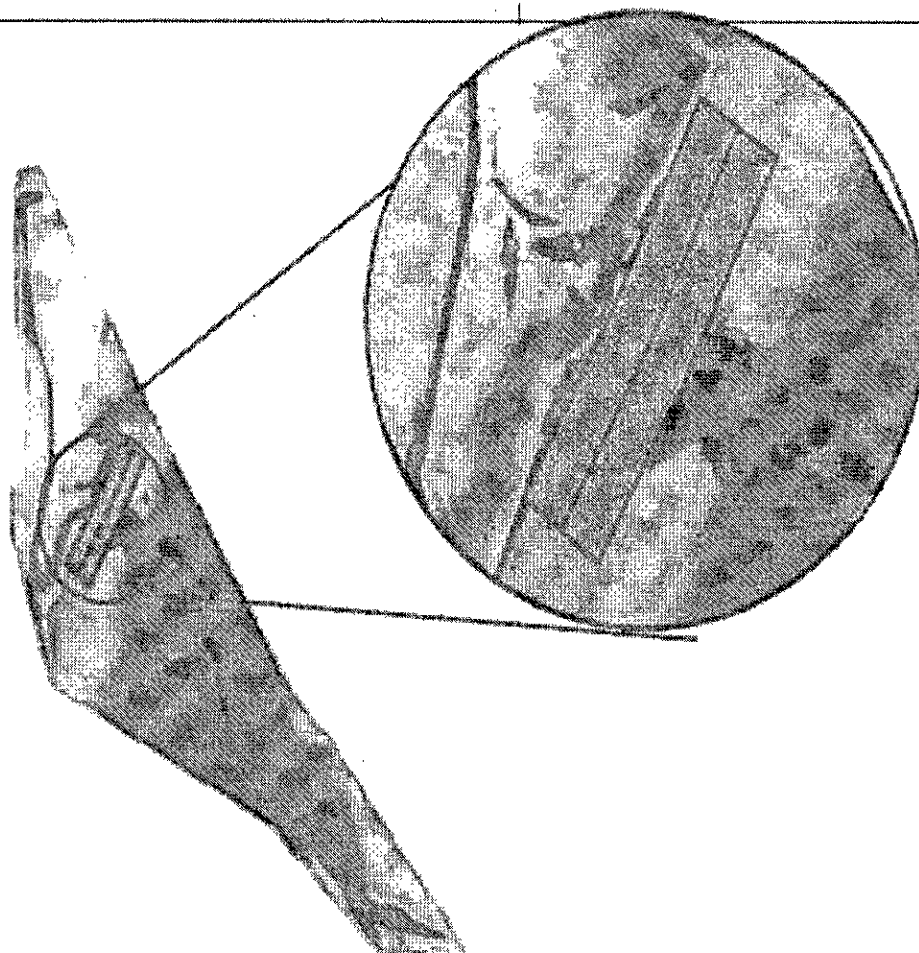


Imagen 15. Ubicación Box Culvert Quebrada Surgas

Parámetros de Rugosidad

Como se mencionó anteriormente es necesario conocer la rugosidad de la superficie, para lo cual se utilizará el coeficiente de rugosidad de Manning (n) que en este caso se determinó de acuerdo con lo estipulado en (Chow V. , 1994), (McCuen & et al, 1996) y las coberturas de la zona de estudio.

Las coberturas del suelo se obtuvieron a partir de la ortofoto de la zona de proyecto, y en este caso se estableció un valor de coeficiente de rugosidad de Manning para las dos quebradas de 0.050 para las banacas del río (Cobertura Vegetal), 0.065 para los cauces de las quebradas debido a que tiene una gran cantidad de gravas y bolos de tamaño importante, 0.015 para las estructuras en concreto y 0.023 vías.

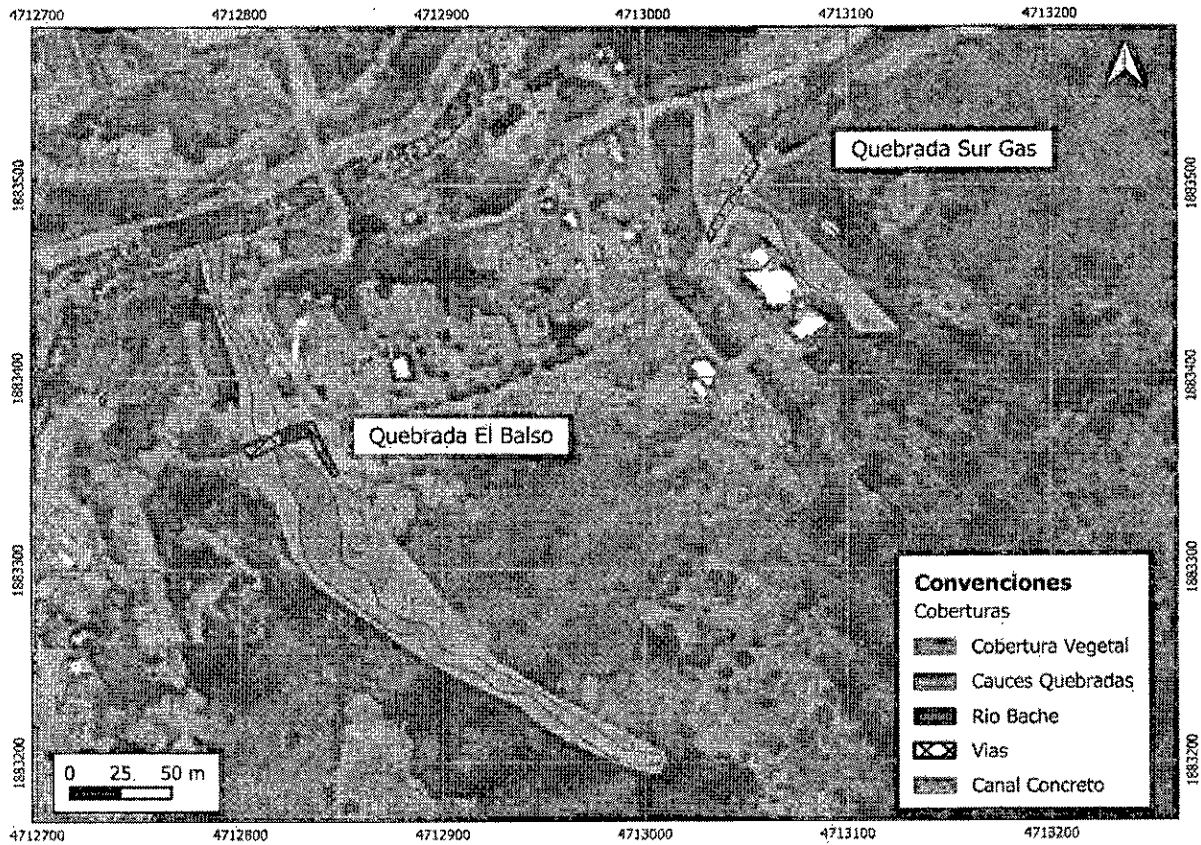


Imagen 16. Cobertura de Suelos y Manning Quebrada Surgas

Condición Inicial

Para el sector de estudio se establece como condición inicial un valor de la altura de la lámina de agua al inicio de la modelación de 0 m, es decir que en el instante inicial no habrá agua sobre la superficie analizada.

Condiciones de Contorno

Para poder realizar la corrida del módulo hidrodinámico, es necesario ingresar las condiciones de frontera al modelo hidráulico, teniendo en cuenta que para determinar si se presenta encharcamiento en la zona de proyecto se evaluarán los caudales de diseño (Periodo de Retorno igual a 100 años). Para esto se definieron las condiciones de entrada de caudal sobre la quebrada El Balso y Sur Gas, para posteriormente imponer los caudales calculados.

Además, como condición de frontera de salida del modelo, se estableció en el perímetro norte de la malla una condición de flujo normal con una pendiente igual a 0.10714 m/m para la quebrada El Balso.

Para el modelo de la quebrada Sur Gas se empleó la curva de capacidad del box culvert ubicado aguas abajo del levantamiento. Esta estructura tiene dimensiones de 1.90 m X 1.50 m con una pendiente del 1.00%. Para determinar la capacidad de esta estructura, se empleó el Software

computacional HY8 (Ver Anexo 4) y se presenta en la *¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.*

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	Culvert 1 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)
0.63	1.19	1.19	0.00
0.75	1.57	1.57	0.00
0.86	1.95	1.95	0.00
0.96	2.33	2.33	0.00
1.05	2.71	2.71	0.00
1.14	3.09	3.09	0.00
1.25	3.59	3.59	0.00
1.31	3.86	3.86	0.00
1.39	4.24	4.24	0.00
1.47	4.62	4.62	0.00
1.55	5.00	5.00	0.00

Imagen 17. Curva de Capacidad de la Estructura Aguas Debajo de la quebrada Sur Gas
 Los sitios donde se proponen las condiciones fronteras de salida se escogieron debido a que son los puntos del contorno más bajo y por donde tiene posibilidad de descolar el agua.

- Intervalo de tiempo para la simulación

El intervalo de simulación es uno de los parámetros más importantes para garantizar la estabilidad de modelo. Existen relaciones como el número de Courant y el de Peclet que buscan que el flujo en la simulación sea lo más semejante al flujo real y por lo tanto no se presente resultados inesperados o incoherentes (inestabilidades).

En general, estas relaciones están en función del tiempo de modelación y del tamaño del elemento, en este caso el tamaño de la celda. Por lo anterior, una vez seleccionado el tamaño de la celda en la creación de la malla, se debe seleccionar un paso de tiempo que se ajuste Δx seleccionado.

- Número de Courant

El número de Courant relaciona la velocidad de modelación y la velocidad de flujo expresado como la celeridad de la onda. La condición de Courant es por lo tanto un cociente entre las velocidades, y su valor es estable depende del tipo de ecuación a emplear. El Modelo Computacional HEC-RAS permite emplear la ecuación de la Onda difusión, SWE o SWE-EM.

$$\begin{aligned} \text{Onda de Difusión: } C &= \frac{V\Delta T}{\Delta X} \leq 2.0 \text{ (Con } C = 5.00) \text{ o } \Delta T \leq \frac{2\Delta X}{V} \text{ (Con } C = 1.00) \\ \text{SWE ELM: } C &= \frac{v\Delta T}{\Delta X} \leq 1.0 \text{ (Con } C = 3.00) \text{ o } \Delta T \leq \frac{2\Delta X}{v} \text{ (Con } C = 1.00) \\ \text{SWE EM: } C &= \frac{V\Delta T}{\Delta X} \leq 1.0 \text{ (Con } C = 1.00) \text{ o } \Delta T \leq \frac{2\Delta X}{V} \text{ (Con } C = 1.00) \end{aligned}$$

Donde,

C= Número de Courant

V= velocidad de propagación o celeridad de la onda (m/s)

ΔX (m) = tamaño del elemento en el espacio o tamaño promedio de la celda en la malla

ΔT (s) = Tiempo de modelación, tamaño del paso de tiempo

De acuerdo con la documentación de modelo HEC-RAS 2D, cuando se realizan corridas del modelo bajo las ecuaciones de la onda difusiva, es posible manejar números de Courant hasta de 3 obteniendo resultados estables. Mientras que cuando se realizan corridas con las ecuaciones de

	RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

Saint-Venant completas se obtienen resultados más precisos, pero más inestables, haciendo más estricta la consecución de un número de Courant menor o igual a 1.

Para la modelación del presente estudio se seleccionó el esquema de ecuaciones de la onda difusiva, siendo así más permisivos con la condición de Courant; y seleccionando la opción de que el programa calculara el número de Courant más apropiado, poniendo como límite superior 0.9 y límite inferior 0.3. Al Hacer esto, se garantiza que se emplea el intervalo de tiempo para la modelación, obteniendo una corrida muy estable.

Tiempo de Modelación

Para el modelo se establece como tiempo máximo total de modelación 2 horas, tiempo en el cual se alcanza el caudal pico para ver la condición más crítica y así ver los resultados del evento más extremo de acuerdo con los estudios hidrológicos presentados en este informe.

Con base en la información previamente descrita, se lanzan los cálculos para la modelación hidráulica y se obtienen los resultados correspondientes. A continuación, se presentan los resultados obtenidos para la lámina de agua y velocidad para los escenarios de planteados, mientras que en el Anexo 3, se presenta la modelación hidráulica en el lenguaje propio del programa.

Lámina de Agua

En la Ilustración 21 se observa que, para las condiciones establecidas en la modelación, las profundidades de la lámina de agua varían entre 0.01 y 2.14 m. Al analizar el cauce se encuentra que la quebrada Sur Gas sufre un desbordamiento aguas abajo a la altura de la alcantarilla (32"), que afecta la vía (Carrera 8) con profundidades de lámina de agua entre 0.01 m a 0.53 m sobre la vía, después del cruce de la vía la quebrada sobre desbordamientos sobre la margen izquierda, en este punto la quebrada no tiene suficiente capacidad hidráulica para transportar el flujo hasta la condición de frontera la cual es la estructura de la vía de cruce de la quebrada Sur Gas.

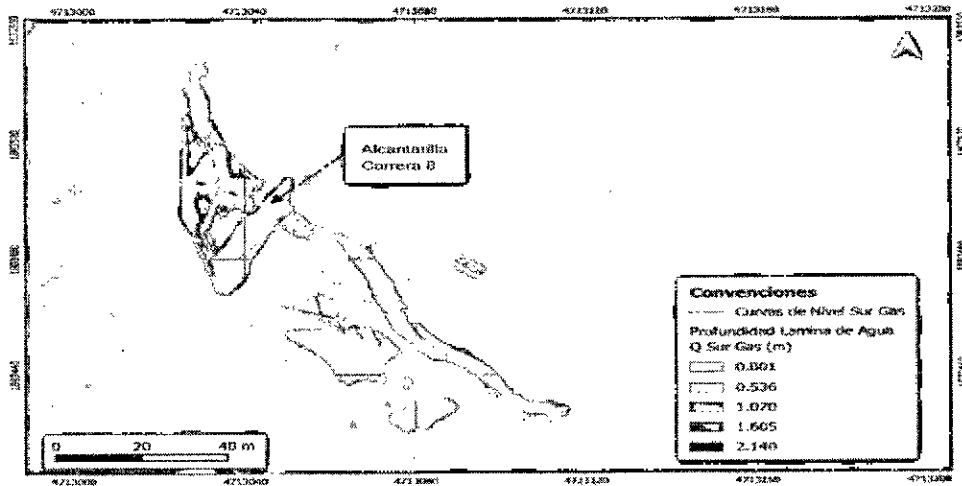


Imagen 18. Resultados Hidráulicos de Profundidad Lámina de Agua quebrada Sur Gas

Velocidad

Se observa en la zona de proyecto velocidades de flujo de 0.001 a 8.30 m/s. Las mayores velocidades se presentan cercanas a la estructura de cruce de la carrera 9 con velocidades entre 6.00 m/s a 8.30 m/s, esto influye en el desbordamiento aguas arriba. En general para la quebrada

Sur Gas se tienen velocidades entre 1.00 m/s y 2.076 m/s. por otro lado, para la velocidad a la entrada y descole de la alcantarilla esta entre 2.00 m/s y 4.00 m/s.

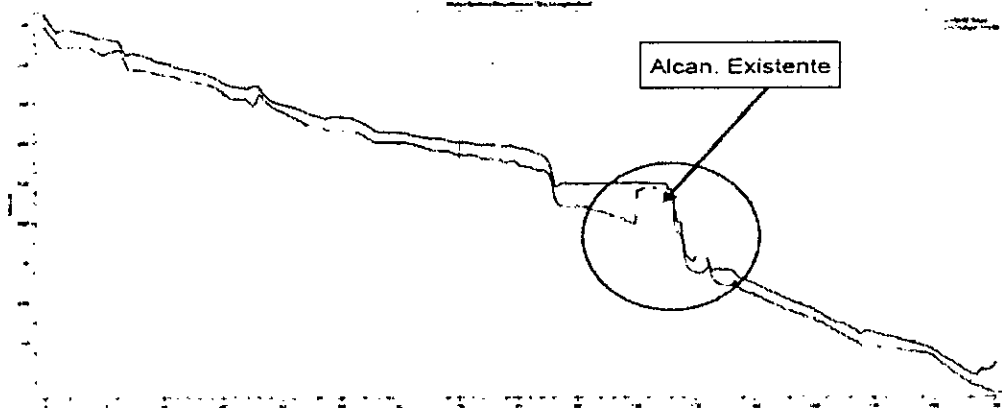


Imagen 19. Perfil Longitudinal Quebrada Sur Gas

Se aclara que las altas velocidades que se observa a la salida de la alcantarilla existente se dan por una caída hidráulica de 2.80 m aproximadamente (Ver Ilustración 23), que genera que se acelere el flujo y se puedan presentar velocidades como las que se observan en el modelo hidráulico.

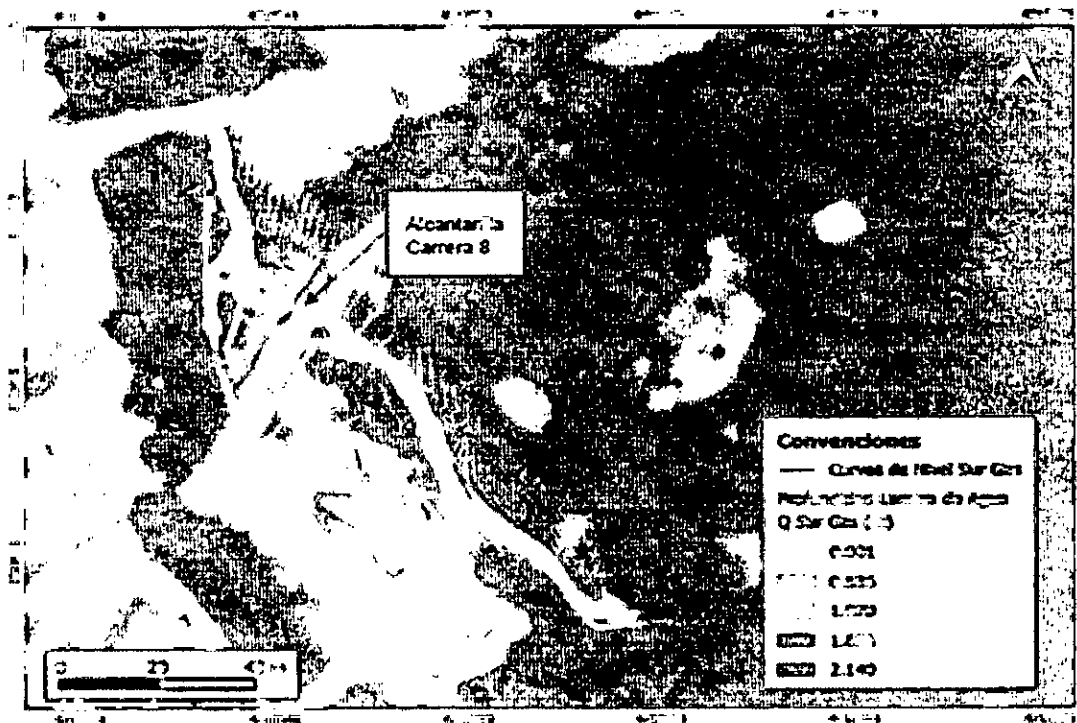


Imagen 20. Resultados Hidráulicos de Velocidad de Flujo Quebrada Sur Gas

	RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

**COMPARACIÓN DE LOS ESTUDIOS (Consultoría y Construcción - German Trujillo, 2021)
ANÁLISIS Y COMPARACIÓN**

La recopilación de información se basó en el estudio hidrológico e hidráulico de la construcción de obras de mitigación del riesgo por inundaciones y avenidas torrenciales en el área urbana del municipio de Santa María departamento del Huila, cuyos estudios fueron realizados por la (Consultoría y Construcción - German Trujillo, 2021).

De acuerdo a lo anterior el consultor (Consultoría y Construcción - German Trujillo, 2021) en el capítulo 4 análisis hidrológico, se recopila la información climática sobre la zona de estudio para esto se recoge información de las estaciones climática ordinaria Santa María (21125010) y pluviométrica Hacienda Paraguay (21120010), el parámetro de precipitación se basó en la información de las dos estaciones, el consultor propuso en informe completar los datos pluviométricos de la estación Santa María con la estación Hacienda Paraguay, al no contar con datos antes del año 2002, se aclara que las estación Santa María tiene datos desde el año 2002 hasta 2021, por lo que, para este análisis los datos desde 1995 hasta 2001 se completaron con la estación más cercana como lo es Hacienda Paraguay. A continuación, se presenta los valores de precipitación para la estación Santa María con datos completados en la

Tabla e ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia., se muestra el

REGISTROS	ENE.	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	VALOR ANUAL
ESTACIÓN SANTA MARIA													
<i>Medios</i>	132.65	159.20	226.40	220.03	181.93	90.22	58.51	46.93	83.29	211.32	237.62	162.93	1811
<i>Máximos</i>	296.9	731.7	400.2	431.6	357	204.4	250.6	148.1	305.3	352.2	536.8	413.2	4428
<i>Mínimos</i>	43.8	28.2	75.9	74.8	45.7	14.2	2.5	2.6	14.6	100.5	71.8	7.3	481.9

comportamiento de las precipitaciones mensuales y anuales.

Tabla 2. Distribución máxima mensual de precipitación total de la estación Climatológica seleccionada en el área de influencia del estudio.

VALORES TOTALES DE PRECIPITACIÓN

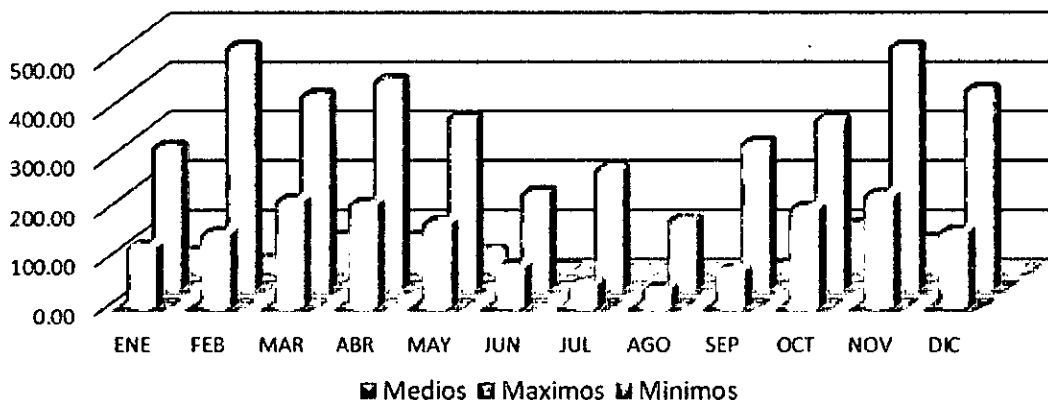


Imagen 21. Valores de precipitación total mensual de la Estación seleccionada. quebrada Sur Gas
 Por otro lado, el consultor presenta valores de temperatura y humedad relativa de la zona del proyecto, tomando los valores mensuales multianuales de la estación climática ordinaria Santa María, en donde los rangos de temperatura promedio son de 22 °C y de humedad relativa del 83.24%.

ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Para el análisis hidrológico en estudio de la (Consultoría y Construcción - German Trujillo, 2021), se presenta una caracterización morfométrica del área de drenaje sobre las quebradas El Balso y Sur Gas, en este caso no se presentan planos que permitan ver el trazado de las hoyas hidrográficas para cada caso, sin embargo, se presentan características calculadas como el área, perímetro, forma, etc. A continuación, en la **¡Error!** No se encuentra el origen de la referencia. se presenta las principales características morfométricas para la quebrada El Balso y en la Tabla para la quebrada Sur Gas.

Tabla 3. Características morfométricas de la cuenca "Sur Gas"

CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS	VALOR
Área (A)	0.08 km ²
Perímetro (P)	1.24 Km.
Longitud axial (La)	0.56 Km.
Ancho máximo	0.18 Km.
Ancho mínimo	0.11 Km.
Ancho medio	0.14 Km.
Altura máxima	1450 msnm.
Altura mínima	1300 msnm.

	RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

Factor de forma (Ff)	0.24
Coefficiente de compacidad (Kc)	1.26
Índice de alargamiento (Ia)	3.11
Relación de elongación	0.56
Relación de circularidad	0.63
Pendiente media (Em)	27%

Fuente: (Consultoría y Construcción - German Trujillo, 2021)

- Tiempo de Concentración

El consultor (Consultoría y Construcción - German Trujillo, 2021) utilizó diferentes metodologías de autores para el cálculo del mismo, el tiempo de concentración para las cuencas de las quebradas El Balso y Sur Gas fue de 10 minutos. Los resultados para diferentes metodologías se presentan en las siguientes tablas.

Tabla 1. Tiempo de concentración – Cuenca Q. El Balso

Nombre Cauce	(Tc) Ecuación Kirpich	(Tc) Ecuación Témez	(Tc) Ecuación Giandotti	(Tc) Ecuación Ventura - Heras	(Tc) Min. Asumido
Sur Gas	4.23	6.20	11.92	6.29	10

Fuente: (Consultoría y Construcción - German Trujillo, 2021)

- Curvas intensidad – duración – frecuencia

La elaboración de las curvas intensidad duración frecuencia el consultor (Consultoría y Construcción - German Trujillo, 2021) presentó dos diferentes metodologías tales como D. F. Campos A., 1978 y Curvas Sintéticas Regionalizadas para Colombia.

Las cuantías de la lluvia de diseño para frecuencias de 5, 10, 25, 50, 100 y 500 años en su evolución en minutos, se muestra en la siguiente tabla, de acuerdo a la primera metodología planteada por el consultor para la estación Santa María. Se aclara que el consultor toma datos de 1990 hasta el 2017 para el análisis, de acuerdo a la metodología utilizada la media de la precipitación máxima en 24 horas es 78.30 mm.

Tabla 5. Intensidad de la lluvia (mm /hr) – Tiempo de duración – Periodo de retorno

Intensidad - Tiempo de duración - Período de retorno							
Tabla de intensidad - Tiempo de duración - Período de retorno							
Frecuencia	Duración en minutos						
	años	5	10	15	20	25	30
2		128.42	83.77	65.24	54.64	47.62	42.56
5		143.74	93.76	73.03	61.16	53.30	47.64
10		156.53	102.10	79.52	66.60	58.04	51.87



RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO

Código: F-CAM-110

Versión: 9

Fecha: 05 Jul 18

Intensidad - Tiempo de duración - Período de retorno						
Tabla de intensidad - Tiempo de duración - Período de retorno						
Frecuencia	Duración en minutos					
25	175.20	114.28	89.01	74.55	64.97	58.06
50	190.79	124.45	96.93	81.18	70.75	63.23
100	207.77	135.53	105.56	88.40	77.04	68.85
500	253.24	165.19	128.66	107.75	93.91	83.93
1000	275.78	179.89	140.11	117.34	102.26	91.39
Frecuencia						
años	35	40	45	50	55	60
2	38.70	35.64	33.15	31.06	29.29	27.76
5	43.32	39.89	37.10	34.77	32.78	31.07
10	47.17	43.44	40.40	37.86	35.70	33.84
25	52.80	48.63	45.22	42.38	39.96	37.87
50	57.50	52.95	49.25	46.15	43.52	41.24
100	62.61	57.67	53.63	50.26	47.39	44.91
500	76.32	70.29	65.37	61.26	57.76	54.74
1000	83.11	76.54	71.18	66.71	62.90	59.62
Frecuencia						
años	90	120	140	160	180	200
2	21.62	18.11	16.47	15.17	14.10	13.22
5	24.20	20.27	18.43	16.98	15.79	14.79
10	26.35	22.07	20.07	18.49	17.19	16.11
25	29.50	24.71	22.47	20.69	19.24	18.03
50	32.12	26.90	24.46	22.53	20.95	19.64
100	34.98	29.30	26.64	24.54	22.82	21.38
500	42.64	35.71	32.47	29.91	27.81	26.06
1000	46.43	38.89	35.36	32.57	30.29	28.38
Frecuencia						
años	300	400	500	1000	1500	2000
2	10.29	8.62	7.51	4.90	3.82	3.20
5	11.52	9.65	8.41	5.49	4.27	3.58
10	12.55	10.51	9.16	5.97	4.65	3.90
25	14.04	11.76	10.25	6.69	5.21	4.36
50	15.29	12.81	11.16	7.28	5.67	4.75
100	16.66	13.95	12.16	7.93	6.18	5.17
500	20.30	17.00	14.82	9.67	7.53	6.30
1000	22.11	18.51	16.14	10.53	8.20	6.87

Fuente: (Consultoria y Construcción - German Trujillo, 2021)



RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO

Código: F-CAM-110


Versión: 9

Fecha: 05 Jul 18

Tabla 2. Curva Intensidad Duración Frecuencia (Valores en mm/hr)

T = AÑOS	DURACIÓN EN MINUTOS																		
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	100	120	140	160	180	200	300
2.33	210.53	133.24	101.96	84.33	72.78	64.53	58.28	53.37	49.38	46.06	43.25	40.84	29.15	25.65	23.34	21.36	19.78	18.45	14.12
5	241.55	152.87	116.98	96.75	83.50	74.03	66.87	61.23	56.65	52.85	49.62	46.85	33.44	29.65	26.78	24.52	22.69	21.17	16.20
10	273.65	173.19	132.52	109.61	94.60	83.87	75.76	69.37	64.18	59.87	56.22	53.08	37.89	33.59	30.34	27.78	25.71	23.98	18.35
25	322.72	204.24	156.29	129.26	111.56	98.91	89.34	81.81	75.69	70.60	66.30	62.60	44.68	39.62	35.78	32.77	30.32	28.28	21.64
50	365.60	231.38	177.05	146.44	126.38	112.05	101.21	92.68	85.74	79.98	75.11	70.92	50.62	44.88	40.54	37.12	34.34	32.04	24.51
100	414.16	262.13	200.56	165.89	143.18	126.94	114.66	104.99	97.14	90.61	85.09	80.34	57.35	50.85	45.93	42.05	38.91	36.29	27.77
500	553.36	350.21	287.98	221.64	191.29	169.60	153.19	140.27	129.78	121.06	113.68	107.34	76.62	67.93	61.36	56.16	51.98	48.49	37.10

Fuente: (Consultoría y Construcción - German Trujillo, 2021)

	RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

- Precipitación Máxima en 24 horas

El consultor en el estudio (Consultoría y Construcción - German Trujillo, 2021), menciona que la precipitación máxima en 24 horas fue necesaria para determinar los caudales de escorrentía necesarios para determinar los niveles de agua máximos extraordinarios a través del modelamiento hidráulico realizado con el programa Hec-Ras. Los valores se presentan en la Tabla.

Tabla 7. Valores de precipitación máxima en 24 horas de la estación Climatológica seleccionada en el área de influencia del estudio.

REGISTROS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	VALOR ANUAL
ESTACIÓN SANTA MARIA													
Medios	37.88	39.74	48.95	52.19	46.58	31.95	20.62	18.18	28.95	45.54	46.98	37.24	455
Máximos	93.00	124.50	100.80	93.40	107.00	70.30	67.50	54.40	57.50	77.10	99.20	93.00	1037.7
Mínimos	10.70	5.60	24.00	17.30	12.50	7.70	1.50	2.10	5.20	26.00	20.70	6.20	139.5

Fuente: (Consultoría y Construcción - German Trujillo, 2021)

- Numero de curva

De acuerdo al consultor (Consultoría y Construcción - German Trujillo, 2021) "Los datos de precipitación usados son los de la estación pluviométrica Santa María, al ser esta la de influencia sobre las cuencas de las quebradas estudiadas, y cuenta con una serie de datos diarios de 26 años (1995-2020). Según estos registros la precipitación máxima en 24 horas ha sido de 100.8 mm, y la precipitación de los 5 días anteriores es de 73.4 mm. De este modo, según la tabla 20, las condiciones antecedentes de humedad para las cuencas son saturadas (AMC III)" De acuerdo a lo anterior y la tabla tomada del manual de drenaje del INVIAS, el consultor estima que el valor del número de curva CN = 76 para las dos quebradas.

- Cálculo de caudales máximos

El método empleado por el consultor (Consultoría y Construcción - German Trujillo, 2021) fue el racional ampliamente utilizados para hoyas menores como es el caso de las cuencas de las quebradas El Balso y Sur Gas, el consultor emplea los parámetros ya mencionados anteriormente. A continuación, en la **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presentan los caudales máximos para la quebrada El Balso y en la Tabla para la quebrada Sur Gas.

Tabla 8. Valores de caudales Máximos por el método racional - Q. Sur Gas

Fuente	Periodo de retorno	Área de Cuenca	Longitud del Cauce	So	Tc	I	CN	Pd	Po	Coef. de escorrentía "c"	Q
		(Km ²)	(m)	(%)	horas	(mm/h)		(mm)	(mm)		
GSJ	2	0.08	560	26.80	0.16	133.24	76	75.56	16.04	0.417	1.23



RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO

Código: F-CAM-110

Versión: 9

Fecha: 05 Jul 18

5	0.08	560	26.80	0.16	152.87	76	93.77	16.04	0.493	1.67
10	0.08	560	26.80	0.16	173.19	76	105.83	16.04	0.535	2.43
25	0.08	560	26.80	0.16	204.24	76	121.06	16.04	0.581	2.64
50	0.08	560	26.80	0.16	231.38	76	132.36	16.04	0.611	3.15
100	0.08	560	26.80	0.16	262.13	76	143.58	16.04	0.638	3.72
500	0.08	560	26.80	0.16	350.21	76	169.51	16.04	0.690	5.38

Fuente: (Consultoria y Construcción - German Trujillo, 2021)

ANÁLISIS HIDRÁULICO

El consultor (Consultoria y Construcción - German Trujillo, 2021), con el fin de evaluar el comportamiento hidráulico de los tramos de los cauces objeto del presente estudio, se utilizó el programa de computador HEC-RAS, del Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos, que permite estimar el perfil hidráulico de una corriente natural a flujo libre, bajo condiciones de flujo gradualmente variado. Para este análisis se necesitan algunas variables de entrada tales como:

- Secciones Transversales, eje longitudinal y bancos del cauce: El levantamiento topográfico se llevó a cabo a lo largo de los cauces en una longitud de 265 m para la quebrada El Balso y 160m para la quebrada Sur Gas.
- Caudales de diseño a partir del modelo hidrológico (suministrado). (Ver capítulo 0)
- Coeficiente de rugosidad (n de Manning): Canal principal 0.050 y bancas 0.040 para las dos quebradas, estructuras revestidas en concreto 0.015.
- Perfil longitudinal, Condiciones de frontera y dimensionamiento de hoyas proyectadas

A continuación, se presentan la esquematización del modelo presentado por el consultor (Consultoria y Construcción - German Trujillo, 2021), donde se puede observar el abscisado para el modelo en 1D de las dos quebradas, en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** para la quebrada El Balso y en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** para Sur Gas.

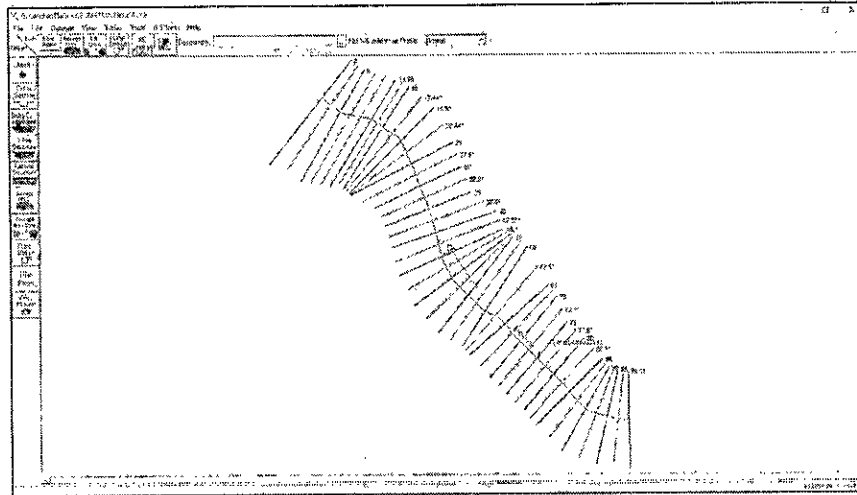


Imagen 22. Esquema en planta de las secciones transversales al cauce "Q. Sur Gas"

De acuerdo al consultor "para el análisis de los tirantes de caudal se hace necesario involucrar un modelo hidráulico que permita simular las condiciones esperadas en los diferentes periodos de retorno. El estudio ha considerado evaluar los periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100 y 500 años." (Consultoría y Construcción - German Trujillo, 2021). A continuación, en las siguientes ilustraciones se presenta el resultado de la modelación para cada una de las quebradas para un periodo de retorno de 100 años

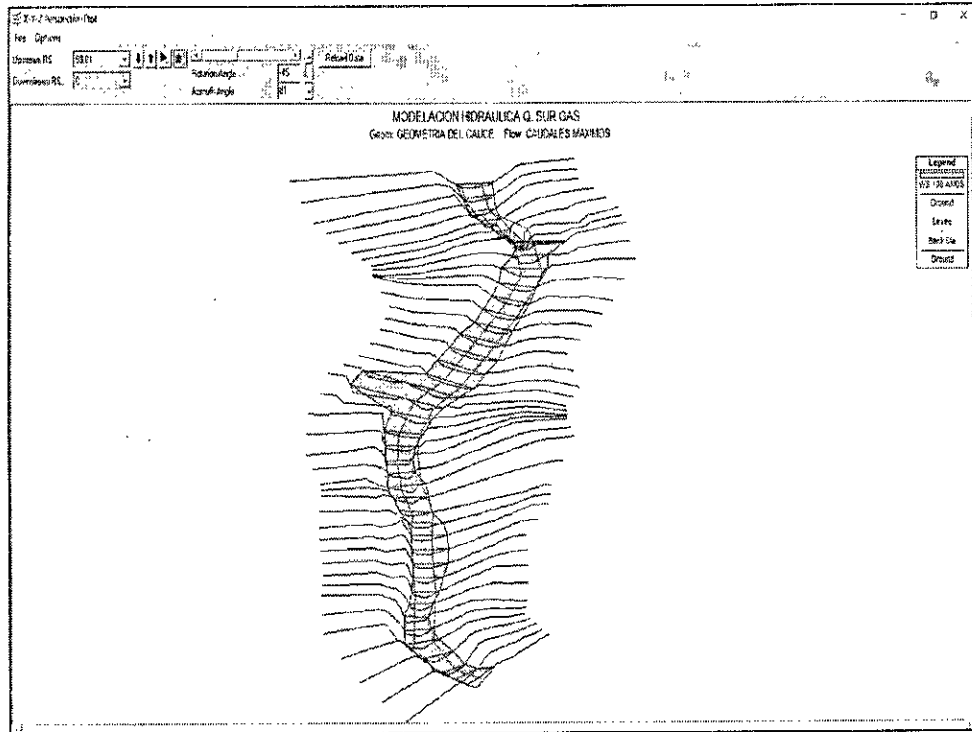


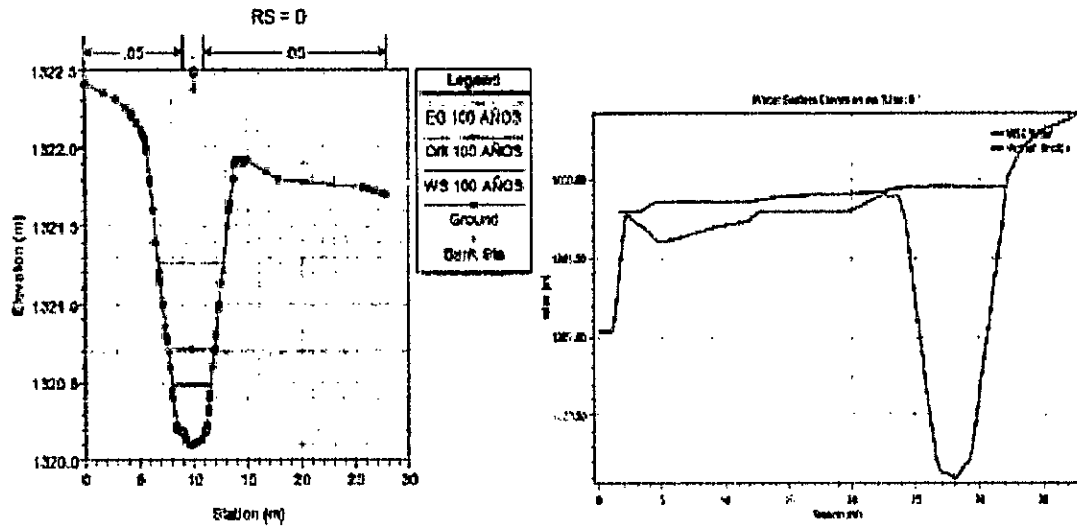
Ilustración 13. Nivel máximo de la creciente en periodo de retorno de 100 años – Q. Sur Gas

Fuente: (Consultoría y Construcción - German Trujillo, 2021)

De acuerdo con los resultados obtenidos por esta consultoría, se hace la comparación con los resultados del estudio (Consultoría y Construcción - German Trujillo, 2021), se aclara que los modelos se diferencian por los resultados de los caudales máximos y su modelación en 2D Y 1D. A continuación, se comparan 3 secciones transversales ubicadas en el mismo sitio con el objetivo de ver la altura de la lámina de agua para un periodo de retronó de 100 años.

– K0+000: De acuerdo a los resultados de la modelación en la Ilustración 32 se puede observar que la diferencia de alturas respecto a la profundidad de la lámina de agua en esta sección es de aproximadamente 1.46 m, presentándose desbordamiento al encole de la estructura de la carrera 8.

Imagen 24. K0+000 - Izquierda: Resultados Modelo 1D (Consultoria y Construcción - German



Trujillo, 2021) – Derecha: Resultados Modelo 2D GIRMAVA

K0+040: De acuerdo a los resultados de la modelación en la Ilustración 33 se puede observar que la diferencia de alturas respecto a la profundidad de la lámina de agua en esta sección es de aproximadamente 0.50m.

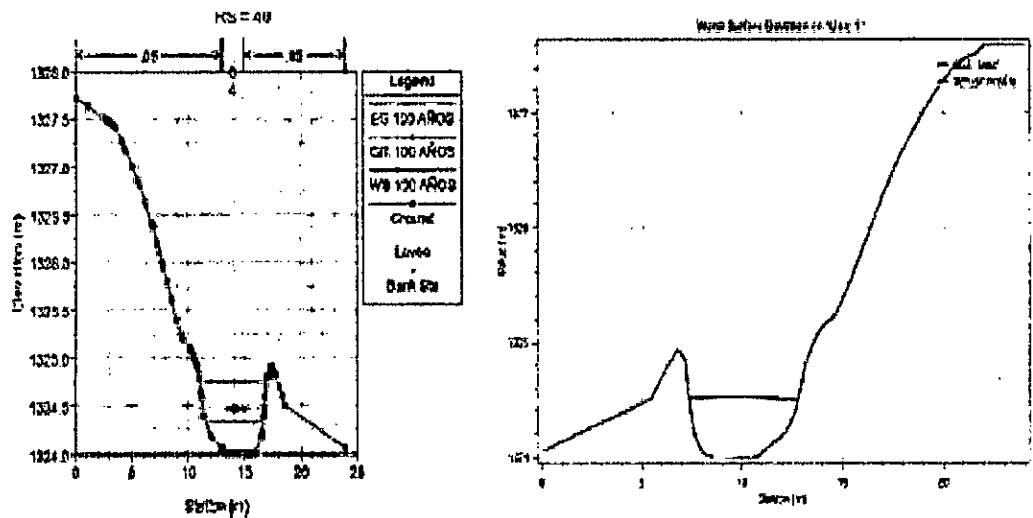


Imagen 25. K0+040 - Izquierda: Resultados Modelo 1D (Consultoria y Construcción - German Trujillo, 2021) – Derecha: Resultados Modelo 2D GIRMAVA

– K0+075: De acuerdo a los resultados de la modelación en la Ilustración 34 se puede observar que la diferencia de alturas respecto a la profundidad de la lámina de agua en esta sección es de aproximadamente 0.10 m.

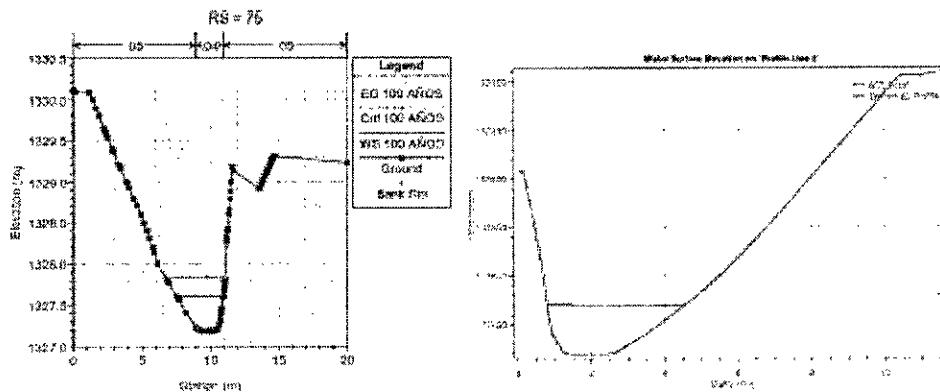


Imagen 26. K0+075 - Izquierda: Resultados Modelo 1D (Consultoría y Construcción - German Trujillo, 2021) – Derecha: Resultados Modelo 2D GIRMAVA

Por ultimo se presenta una sección aguas abajo de la estructura de cruce de la vía (carrera 8), se aclara que en los estudios de la consultoría y construcción German Trujillo, el estudio llega hasta la carrera 8, sin embargo, en este informe la topografía fue actualizada hasta la carrera novena, en este punto es donde más se presenta los desbordamientos de la quebrada Sur Gas, a continuación, se presenta una sección transversal después de la estructura de cruce actual de la carrera 8. En esta sección se ve los desbordamientos que sufre la quebrada.

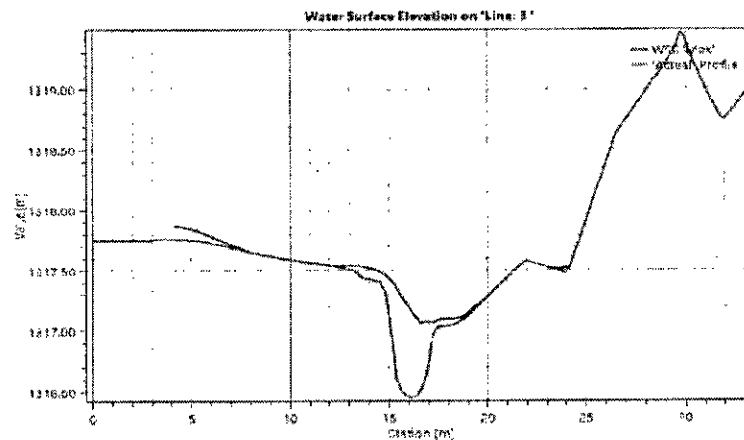


Imagen 27. sección transversal después de la estructura de cruce actual de la carrera 8

DIMENSIONAMIENTO DE LA SOLUCIÓN

Teniendo en cuenta los problemas de inundación que se están presentando en ambas quebradas, se considera necesario la reconfiguración de las mismas para mejorar su capacidad hidráulica e intentar controlar los caudales de diseño.

Descripción reconformación propuesta quebrada sur gas

Para la quebrada Sur Gas, se propone que la reconformación se haga desde el inicio del levantamiento con el que contamos, pasando por el cruce sobre la Carrera 8, Abscisa K0+096.92, hasta la unión con el canal existente en la Abscisa K0+111.41, con una longitud total de 111.41 m. Se propone que la estructura de cruce de la Carrera 8 se amplie para mejorar su capacidad hidráulica, ampliándola a un box culvert de 2.00m X 1.50 m. Para esta quebrada se propone una sección transversal rectangular de 2.00 m de base por 1.50 m de altura, con una pendiente longitudinal de 0.20 % (0.002 m/m). El diseño se presenta en el Plano 4.

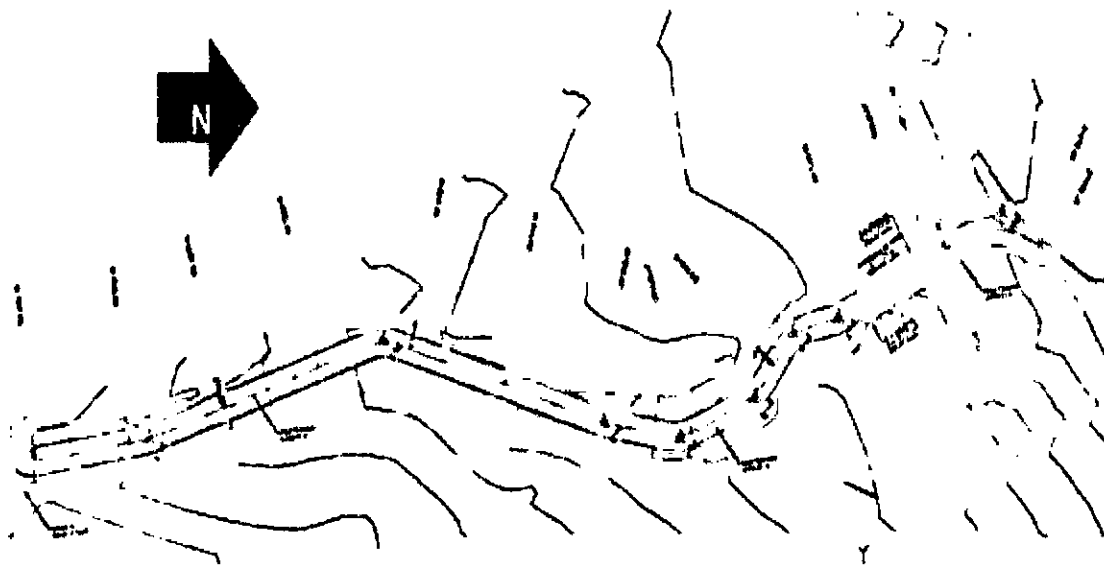


Imagen 28. Reconformación Propuesta

Dimensionamiento de los Canales (Reconformación)

La hidráulica de los canales se llevó a cabo a partir de la fórmula de flujo uniforme la cual corresponde a la ecuación de Manning que va de acuerdo con la siguiente expresión:

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

En donde:

- Q: Caudal aferente (m³/s)
- n: Coeficiente de rugosidad (adimensional)
- A: Área mojada de la sección (m²)
- R: Radio hidráulico (m)
- S: Pendiente del fondo de canal (m/m)

Como ya se mencionó anteriormente, para la quebrada el Balso se propone una sección transversal rectangular de 3.50 m de base por 1.50 m de altura, con una pendiente longitudinal de 0.20 % (0.002 m/m). Mientras que para la quebrada Sur Gas se propone una sección transversal rectangular de 2.00 m de base por 1.50 m de altura, con una pendiente longitudinal de 0.20 % (0.002 m/m). En la

Tabla se presentan los cálculos hidráulicos realizados para dichos canales.


	RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

Tabla 9. Características Hidráulicas Canales

Quebrada	Abscisa s	Q (m³/s)	n	b (m)	z	So (m/m)	So (%)	yn (m)	yc (m)	Área normal (m²)	Vn (m/s)	Área crítica (m²)	Vc (m/s)	No: Froude	Estado de flujo	Altura Propuesta	Hc (m)	Hn (m)	Borde Libre
Q. Balso	K0+143-K0+386	7.197	0.015	3.50	0.0	0.0020	0.2000	0.95	0.76	3.33	2.16	2.64	2.72	0.71	Subcrítico	2.00	1.32	1.31	0.55
Q. Sur Gas	K0+096-K0+110	3.590	0.015	2.00	0.0	0.0020	0.2000	0.97	0.69	1.93	1.86	1.38	2.60	0.60	Subcrítico	1.50	1.21	1.23	0.53

	RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

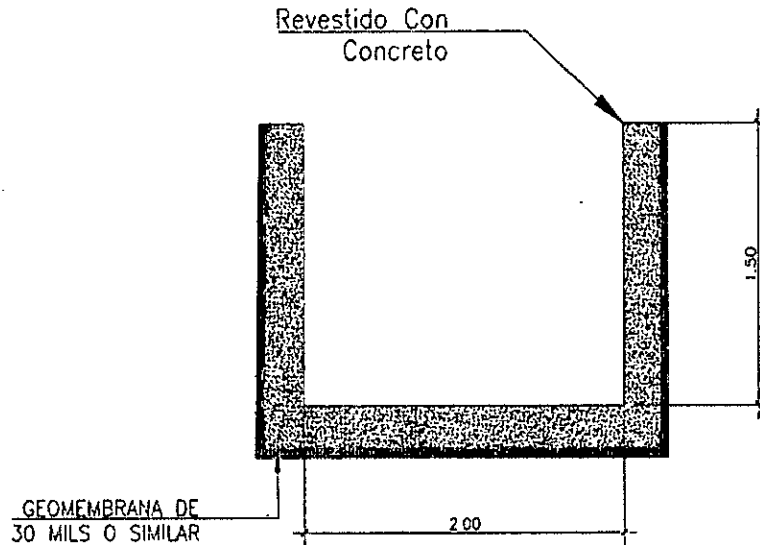


Imagen 2. Sección Transversal Quebrada Sur Gas

Hidráulica de las estructuras escalonadas (número de caída)

En el caso de la quebrada el Balso, se proponen escalones que se presentan a lo largo del perfil para adecuarse al terreno natural.

Esta verificación hidráulica se hace para corroborar que la altura de lámina de agua generada aguas abajo de la caída (Y2) no sobrepasa la altura de canal propuesta. Posteriormente, en la modelación hidráulica se verificará las alturas de lámina de agua aguas abajo de la caída hidráulica.

La hidráulica de las estructuras escalonadas se llevó a cabo a partir de las fórmulas experimentales de Moore, Bakhmeteff y Feodoroff, de acuerdo con (CHOW, 1959), donde se define la geometría de flujo mediante la ecuación del número de caída, y así se determina la capacidad hidráulica. Se llevó a cabo a partir de la siguiente expresión:

$$D = \frac{q^2}{g * h^3}$$

En donde:


- D: Numero de caída (adimensional)
- q: Caudal unitario (m³/s*m)
- g: Aceleración de la gravedad (m/s²)
- h: Altura de caída (m)

A partir de esta ecuación se define la longitud de caída y la altura de la lámina al final del escalón por medio de las siguientes expresiones:

$$\frac{L_d}{h} = 4.30 * D^{.027}$$

En donde:

- L_d: Longitud de caída (m)
- h: Altura de caída (m)
- D: Numero de caída (adimensional)

	RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

$$\frac{y_2}{h} = 1.66 * D^{0.27}$$

En donde:

Y_2 : Profundidad secuente a Y_1 (m), en donde este último valor corresponde a la lámina de agua que se forma inmediatamente en la caída del agua.

h : Altura de caída (m)

D : Numero de caída (adimensional)

Los resultados de los cálculos se muestran en la Tabla 103. Como se observa La altura de lámina de agua secuente, Y_2 , es menor que la altura propuesta, razón por la se concluye que el flujo está contenido dentro de la estructura propuesta.

Tabla 103. Cálculo de lámina de agua después del escalón.

Quebrada	Ancho o Base (m)	Contrahuella (m)	Caudal Transportado (m^3/s)	Caudal Unitario ($m^3/s*m$)	Numero de caída (adimensional)	L_d (m)	Huella Mínima (m)	Y_2 (m)
Q. Balso	3.50	1.00	7.197	2.056	0.43100	3.426	3.500	1.323
Q. Sur Gas	2.00	0.50	3.590	1.795	2.62688	2.791	2.800	1.077

Hidráulica de las estructuras escalonadas (Flujo Rasante)

Tanto para la quebrada Sur Gas como para el Balso, se propone estructuras escalonadas con una inclinación menor al 55° , pero mayores al 10° , por lo que se propone este tipo de estructuras de disipación de energía a la salida de las estructuras de cruce de las vías, donde actualmente se presentan caídas hidráulicas.

Para el dimensionamiento de la estructura de caída se utilizó la metodología empleada por Ohtsu I., Yasuda Y., Takahashi M., en "Flow Characteristics of Skimming Flows in Stepped Channels", Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, September 2004.

En relación con el diseño de estructuras de caída escalonadas con flujo rasante, para controlar las velocidades en los canales con altas pendientes, se emplean estructuras escalonadas que producen una gran pérdida de energía, disminuyendo así la velocidad del flujo y modificando su régimen de supercrítico a subcrítico.

El flujo sobre estas escaleras puede darse en tres diferentes condiciones:

1. **Flujo Rasante ("skimming flow"):** Para esta condición el agua fluye sobre las esquinas externas de las escaleras como una nata sobre un pseudo-fondo, produciéndose una recirculación del agua en la parte interna del escalón. La reducción de energía se da entonces por recirculación de agua en el escalón y por impacto en el escalón aguas abajo.
2. **Flujo escalón a escalón ("nappe flow"):** En este caso el flujo de cada escalón sigue una trayectoria tipo jet con un lente de aire bajo la napa, golpeando la huella del escalón aguas abajo y generando un resalto hidráulico. La pérdida de energía se produce entonces por la dispersión del chorro en el aire, por la mezcla del agua en el impacto y por el desarrollo total o parcial del resalto hidráulico. La metodología para el análisis de este flujo es presentada por Chanson (1994) y Ven Te Chow en su libro de canales abiertos (Método del Número de Caída).

3. *Flujo de transición: Condición intermedia entre las dos anteriores en que la napa sobre el lente aire pueden o no formarse y se produce una recirculación parcial del agua en cada escalón.*

Para las características topográficas de la zona, con una muy alta pendiente, se requiere una estructura de caída escalonada con flujo rasante, las cuales han sido analizadas para pendientes entre 5.7° y 55°, pues la formación total o parcial del resalto hidráulico para un flujo escalón a escalón implica pendientes suaves del terreno.

El diseño consiste entonces en determinar la velocidad, v_w , y la profundidad del flujo, d_w , en la estructura, la energía al final de la estructura, E_{res} , y el incremento de la profundidad del flujo por efecto del aire ($\gamma_{0,a}$) para determinar la altura de muros de la estructura, H_w .

Las metodologías de diseño para estructuras de caída escalonadas con flujo rasante son variadas y todas de carácter experimental, habiendo seleccionado en este diseño la aconsejada por la referencia bibliográfica mencionada anteriormente, que recoge las últimas experiencias de numerosos investigadores del tema.

Dados un ancho de canal, B , una caída total, H_{dam} , un ángulo del canal θ , y un caudal de diseño Q_w , la profundidad crítica se calcula como $dc = [(Q_w/B)^2/g]^{1/3}$, valor con el que la altura total relativa de caída es H_{dam}/dc .

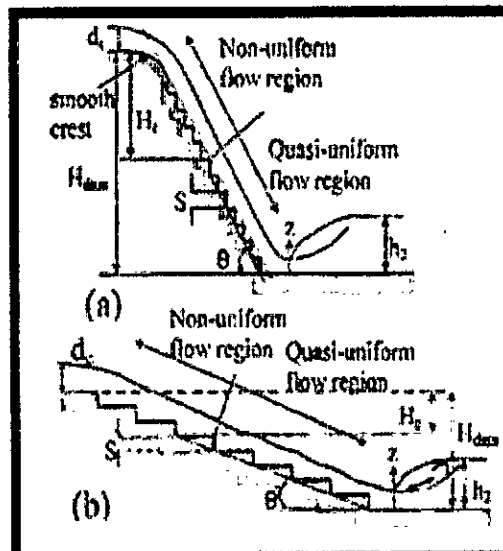


Imagen 30 (Ohtsu, Yasuda, & Takahashi, 2004)

Posteriormente se selecciona la caída en cada escalón, S , de manera que se forme una condición de flujo tipo rasante. Para ello debe cumplirse la siguiente condición:

$$0.1 \leq S/dc \leq (S/dc)_c \quad (1)$$

$$(S/dc)_c = \frac{7}{6} (\tan \theta)^{1/6} \quad (2)$$

En las anteriores ecuaciones θ se encuentra en grados, y se aplica para valores entre 5.7° y 55°. Los autores recomiendan valores de $S/dc > 0.25$ para incrementar las pérdidas de energía en la estructura.

De acuerdo a la experimentación realizada por Ohtsu, las condiciones de flujo cambian en función del ángulo θ y de la altura relativa del escalón S/dc , por lo que el flujo rasante puede clasificarse

	RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

como tipo A cuando $\theta > 19^\circ$ o cuando $S/dc < (S/dc)_B$, o como tipo B en otro caso. La expresión para tal clasificación es:

$$\left(\frac{S}{dc}\right)_B = 13(\tan \theta)^2 - 2.73 \tan \theta + 0.373 \quad \text{para } 5.7^\circ \leq \theta \leq 19^\circ \quad (3)$$

Para el flujo Tipo A, la lámina de agua es paralela al pseudo-fondo formado por las esquinas exteriores de los escalones, mientras que para el flujo tipo B la lámina de agua fluye parcialmente paralela a la huella del escalón.

El flujo rasante es altamente turbulento, generándose la entrada de grandes cantidades de aire a lo largo del canal desde un punto de "inceptión" hasta un cierto punto en el cual el flujo llega a ser cuasi-uniforme, sección a partir de la cual no se producen variaciones en la profundidad, concentración de aire y velocidad para un caudal dado.

La altura necesaria del canal para que se alcance el flujo cuasi-uniforme, H_e , está dada por la siguiente expresión:

$$\frac{H_e}{dc} = (-1.2 * 10^{-5} \theta^3 + 1.6 * 10^{-3} \theta^2 - 7.13 * 10^{-2} \theta + 1.3)^{-1} * [5.7 + 6.7 e^{(-6.5 * S/dc)}] \quad (4)$$

Si el flujo alcanza la condición cuasi-uniforme, la altura representativa del flujo, dw , y la velocidad promedio v_w ($v_w = (Q_w/B)/dw = q_w/dw$), pueden ser predichas a partir de las siguientes ecuaciones:

$$\frac{dw}{dc} = \left(\frac{f}{8 \text{seno} \theta}\right)^{1/3} \quad (5)$$

En que el factor de fricción f del flujo es:

$$f = f_{max} - A * \left(0.5 - \frac{S}{dc}\right)^2 \quad \text{para } 0.1 \leq S/dc \leq 0.5$$

$$f = f_{max} \quad \text{para } 0.5 \leq S/dc \leq (S/dc)_s \quad (6)$$

Siendo para $5.7^\circ \leq \theta \leq 19^\circ$:

$$A = -1.7 * 10^{-3} * \theta^2 + 6.4 * 10^{-2} * \theta - 1.5 * 10^{-1} \quad (7)$$

$$f_{max} = -4.2 * 10^{-4} * \theta^2 + 1.6 * 10^{-2} * \theta + 3.2 * 10^{-2} \quad (8)$$

y para $19^\circ < \theta \leq 55^\circ$:

$$A = 0.452 \quad (9)$$

$$f_{max} = 2.32 * 10^{-5} * \theta^2 - 2.75 * 10^{-3} \theta + 2.31 * 10^{-1} \quad (10)$$

Para el flujo cuasi-uniforme, la energía residual, E_{res} , en el extremo inferior de la estructura se determina con la primera parte de las siguientes expresiones:

Para flujo tipo A:

$$\left(\frac{E_{res}}{dc}\right)_u = \frac{dw}{dc} \cos \theta + \frac{1}{2} \left(\frac{dc}{dw}\right)^2 = \left(\frac{f}{8 \text{seno} \theta}\right)^{1/3} \cos \theta + \frac{1}{2} \left(\frac{f}{8 \text{seno} \theta}\right)^{-2/3} \quad (11)$$

Para flujo tipo B:

$$\left(\frac{E_{res}}{dc}\right)_u = \frac{dw}{dc} + \frac{1}{2} \left(\frac{dc}{dw}\right)^2 = \left(\frac{f}{8 \text{seno} \theta}\right)^{1/3} + \frac{1}{2} \left(\frac{f}{8 \text{seno} \theta}\right)^{-2/3} \quad (12)$$

Finalmente, para el flujo cuasi-uniforme la altura de los muros del canal, H_w está dada por:

$$H_w = 1.4 * y_{0.9} \quad (13)$$

Siendo $y_{0.9}$ la profundidad del flujo para una concentración de aire de 0.9. Este valor de $y_{0.9}$ se calcula como:

$$y_{0.9} = \frac{dw}{1 - C_{mean}} \quad (14)$$



RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO

Código: F-CAM-110

Versión: 9

Fecha: 05 Jul 18

$$C_{mean} = D - 0.30 \exp \left\{ -5 \left(\frac{S}{dc} \right)^2 - 4 \frac{S}{dc} \right\} \quad (15)$$

$$D = 0.300 \quad \text{para } 5.7^\circ \leq \theta \leq 19^\circ$$

$$D = -2.0 * 10^{-4} \theta^2 + 2.14 * 10^{-2} \theta - 3.57 * 10^{-2} \quad \text{para } 19^\circ \leq \theta \leq 55^\circ \quad (16)$$

La variable C_{mean} es la concentración media de aire.

En las estructuras en que no se alcanza a desarrollar el flujo cuasi-uniforme, la energía residual, E_{res} se calcula como:

$$\frac{E_{res}}{dc} = 1.5 + \left[\left(\frac{E_{res}}{dc} \right)_u - 1.5 \right] \left[1 - \left(1 - \frac{H_{dam}}{H_e} \right)^{-\frac{\theta}{25} + 4} \right] \quad (17)$$

La anterior ecuación es válida para $5.0 \leq H_{dam}/dc \leq H_e/dc$.

El parámetro $(E_{res}/dc)_u$ se calcula con la segunda parte de las ecuaciones (11) y (12).

Se calcula entonces para este flujo no uniforme la altura representativa del flujo, dw , y la velocidad promedio, v_w , por tanteos a partir de la ecuación:

$$E_{res} = dw \cos \theta + \frac{v_w^2}{2g} \quad \text{para flujo tipo A} \quad (18)$$

$$E_{res} = dw + \frac{v_w^2}{2g} \quad \text{para flujo tipo B}$$

Al igual que para el flujo cuasi-uniforme, para el flujo no uniforme, se calcula aplicando las ecuaciones (13) a (16).

Con las variables de funcionamiento hidráulica de la estructura de escalones, se revisan que las velocidades en el canal sean inferiores a las máximas permitidas en función del revestimiento seleccionado, que la altura de muros no sea desbordada por el flujo y la geometría y condiciones del canal de salida al final de la estructura.

A partir de la metodología expuesta y la geometría de las escalonadas se realizó el diseño de la escalonada para la zanja con pendiente más crítica, por otro lado, se tendrá el caudal mayor que posea el área aferente a esta zanja.



RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO

Código: F-CAM-110

Versión: 9

Fecha: 05 Jul 18

Tabla 115. Diseño de Estructuras Escalonadas Obras Hidráulicas.

Obra	Caudal (m³/s)	Ancho (m)	Altura Total (m)	Angulo Escalón (°)	Altura Escalón (m)	Huella Escalón (m)	Sección	Profundidad Crítica (m)	Velocidad Crítica (m/s)	S/dc	S/dc S	H/dc	Hc (m)	d/dc	Altura Lámina Agua (m)	Tipo Flujo	T_{max}	T_c	D	Concentración Aire (Cmean)	$y_{0.9}$	Altura Teórica de Muros (m)	Altura Total Muros (m)
Q. Balso	7.20	3.50	1.50	45.00	1.00	1.50	Rectangular	0.76	2.72	1.32	1.17	24.91	18.82	0.30	0.23	Flujo Tipo A	0.15	0.15	0.52	0.52	0.69	0.97	1.50
Q. Sur Gas	3.59	2.00	1.50	45.00	0.50	0.50	Rectangular	0.69	2.60	0.72	1.17	25.17	17.36	0.30	0.21	Flujo Tipo A	0.15	0.15	0.52	0.52	0.59	0.82	1.50

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

Obras de Cruce

De acuerdo con las condiciones actuales, tanto la quebrada El Balso como Sur Gas, presentan cada una estructura de cruce de Vías, y sabiendo los resultados hidráulicos obtenidos de la modelación hidráulica, para las dos quebradas, se observó que la estructura para la quebrada El Balso tiene la capacidad necesaria, mientras que para la quebrada Surgas el cruce no tiene la capacidad hidráulica para transportar los caudales de diseño, por esta razón se propone el reemplazo de la misma. Para tal objetivo se realizará la verificación hidráulica de estas estructuras. El criterio de cálculo para el diseño y verificación hidráulica de estas estructuras partió de la determinación si los caudales eran muy grandes o no para la estructura, por lo que se basó en la siguiente metodología:

Para aquellos caudales que se establecían como pequeños para la estructura existente, el análisis se basa en que para diferentes descargas se origina flujo crítico a la entrada de cada uno de éstas. Por lo tanto, el control de flujo crítico se establece a la entrada de la alcantarilla, con un perfil de flujo gradualmente variado tendiendo a la profundidad normal hacia aguas abajo.

Para garantizar que en las alcantarillas se presente el tipo de flujo descrito, se deben cumplir con las siguientes condiciones:

$$\frac{H}{d_o} = 1.2$$

$$T_w < d_o$$

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

$$S_o > S_c$$

Dónde:

- S_o = pendiente de la alcantarilla.
- S_c = pendiente crítica
- T_w = lámina aguas abajo de la alcantarilla
- d_o = diámetro de la alcantarilla.
- H = lámina aguas arriba de la alcantarilla
- Y_c = profundidad crítica

De esta manera para comprobar la primera condición y utilizando las relaciones hidráulicas de acuerdo con (Chow, Hidráulica de Canales Abiertos, 1994), teóricamente se halla la siguiente ecuación:

$$H = Y_c + \frac{\alpha V_c^2}{2g} + K_e \frac{\alpha V_c^2}{2g}$$

En donde:

- H : Profundidad de la lámina de agua antes de entrar a la estructura, en m.
- Y_c : Profundidad crítica del agua para el caudal de diseño Q , en m. El caudal Q se expresa en m^3/s .
- V_c : Velocidad promedio del agua a la profundidad crítica, en m/s.
- K_e : Coeficiente de pérdida de energía a la entrada de la estructura. Se definió igual a 0.5 para una entrada abrupta.
- α : Coeficiente de Coriolis. Se ha supuesto este coeficiente igual a la unidad.
- g : Aceleración de la gravedad, igual a 9.81 m/s^2 .

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

Para propósitos de verificación de las estructuras propuestas, se ha mantenido el concepto de cumplir con la relación $H/h = 1.20$, en donde h es la altura de la estructura, que asegura flujo libre a través de toda esta, desde aguas arriba hacia aguas abajo. El requerimiento hidráulico establece que H/h debe ser menor a 1.20.

La verificación hidráulica de estas estructuras se realizó con caudales con un periodo de retorno de 100 años. De esta manera, se logra verificar y definir de una manera satisfactoria las características geométricas de las estructuras de drenaje.

Como ya se mencionó anteriormente, para la quebrada El Balso se propone mantener la obra existente que es un cajón (Box Culvert) de 3.50 m X 1.50 m. Para La quebrada Sur Gas se propone la construcción de una alcantarillad de cajón (Box Culvert) de 2.00m X 1.50 m con una pendiente longitudinal del 5.00 %. El cálculo de este ejercicio se presenta en la Tabla 16.

Tabla 16. Dimensionamiento estructura de cruce.

Hoya	Obras	Q (m ³ /s)	n	b (m)	h (m)	So (mm)	yn (m)	yc (m)	Área nomal (m ²)	Vn (m/s)	Área crítica (m ²)	Vc (m/s)	Fronda No.	He (m)	Hh (m)	Estado de flujo	Cumple	Tipo de Obras
Q Sur Gas	Cruce Vial	3.59	0.015	2.00	1.50	0.050	0.31	0.69	0.63	5.73	1.38	2.60	3.27	1.21	2.83	Supercrítico	SI	Box Culvert

**RESULTADO DE LA MODELACIÓN HIDRÁULICA QUEBRADA SUR GAS
RECONFORMADA**

Lámina de Agua

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se observa que, para las condiciones establecidas en la modelación, las profundidades de la lámina de agua varían entre 0.01 y 2.14 m. Al analizar el cauce se encuentra que la quebrada Sur Gas, sin presentarse desbordamiento de aguas, que anteriormente estaban afectando la vía (Carrera 8). Después del cruce de la vía sobre la quebrada se observa que los desbordamientos que se estaban presentando están controlados, y se tiene un adecuado manejo de aguas en el sitio de interés, mejorando sustancialmente la condición hidráulica del sector.

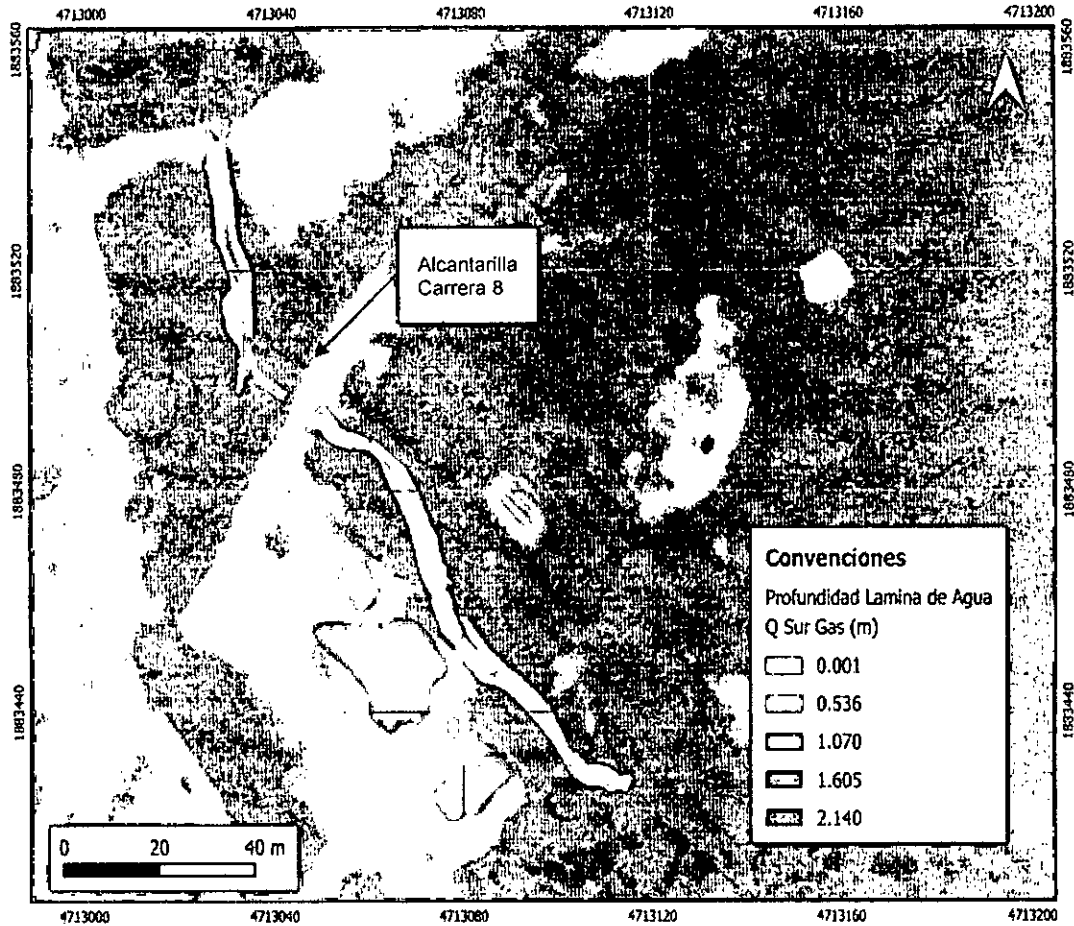


Imagen 31. Resultados Hidráulicos de Profundidad Lámina de Agua Diseño - Quebrada Sur Gas

- Velocidad

*En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se observa en la zona de proyecto velocidades de flujo de 0.001 a 6.52 m/s. Las mayores velocidades se presentan cercanas a la estructura de cruce de la carrera 9 con velocidades y aguas debajo de esta, donde se diseñó la estructura escalonada. En esta estructurase observan velocidades máximas de 6.00 m/s adecuadas para este tipo de estructuras.*

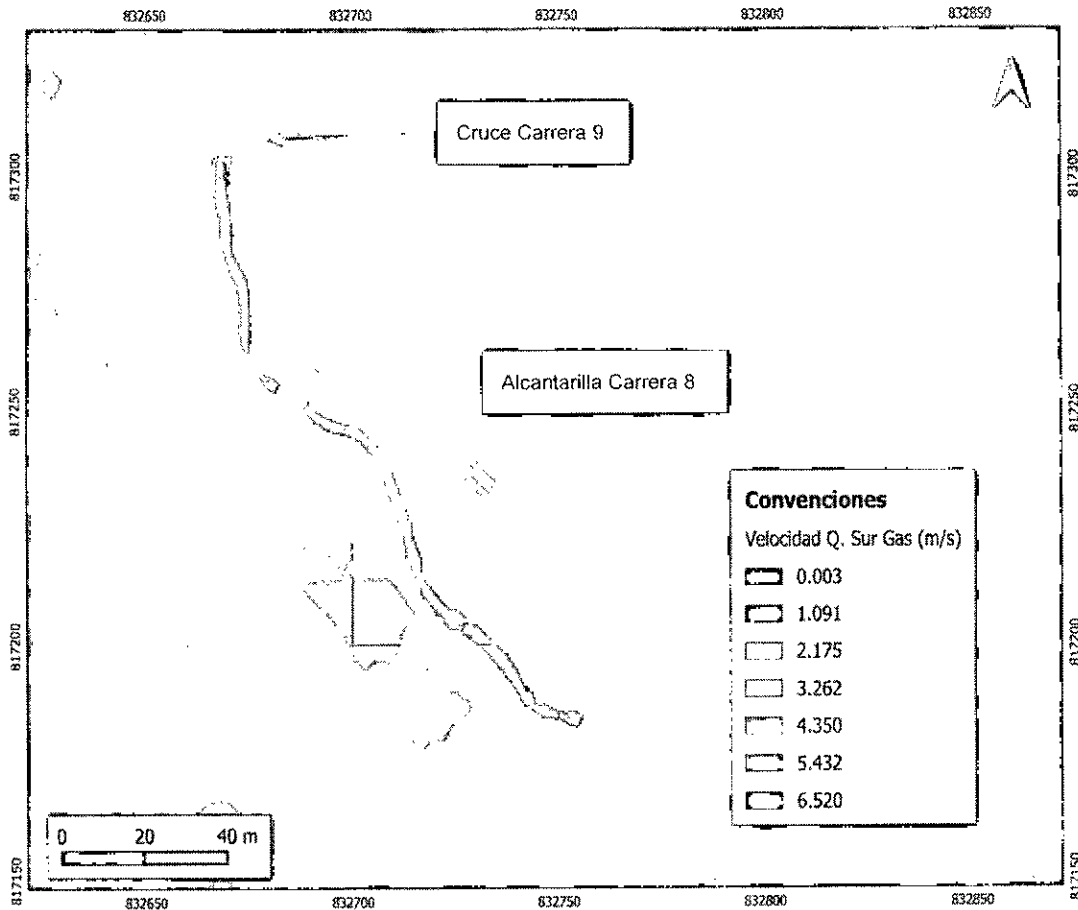


Imagen 32. Resultados Hidráulicos de Velocidad de Flujo Diseño

Es importante tener en cuenta, que este tipo de modelos hidráulicos de 2D presenta limitaciones a la hora de entender el funcionamiento de las estructuras escalonadas, y en especial el flujo rasante, toda vez que es un flujo más complejo de análisis y que puede generar inestabilidades en el proceso de cálculo en estos modelos. No obstante, en el numeral 0 se presenta la metodología y verificación hidráulica para este tipo de estructuras.

Si bien es importante conocer las limitaciones que estos modelos presentan, NO desvirtúa el empleo de estos para la comprensión general del comportamiento hidráulico tanto de las estructuras escalonada como de la quebrada.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se observa el perfil longitudinal de la quebrada. En esta se observa el perfil propuesto para el tramo reconformado, donde se observa la estructura de disipación de energía y las láminas de aguas que se presentan en este. Con esta estructura (Escalonada) se controla las velocidades del flujo y la altura de lámina de agua que se desarrolla dentro del canal propuesto previniendo afectaciones en la misma.

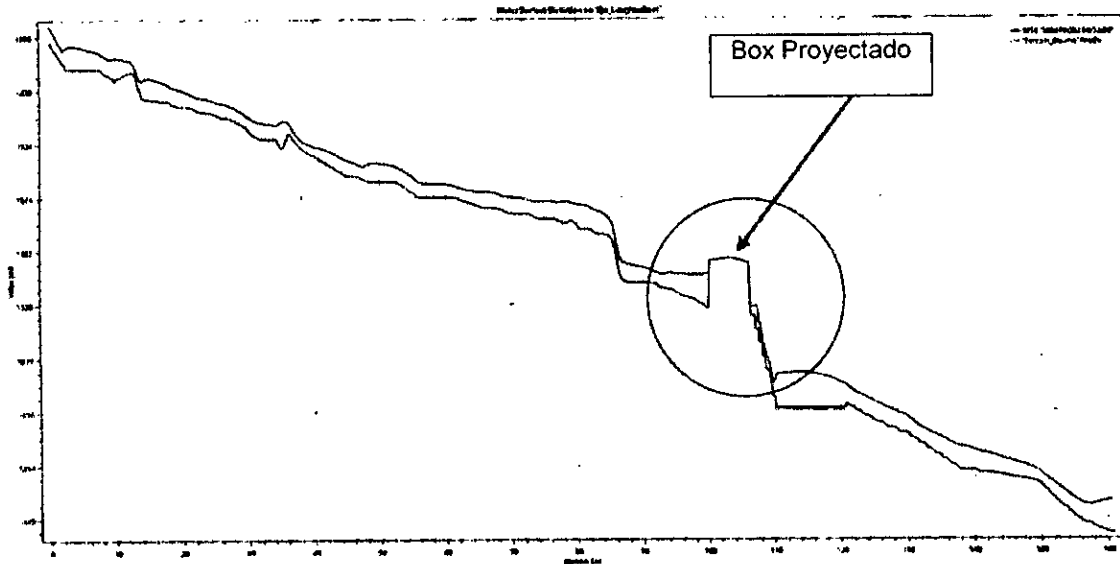


Imagen 33. Perfil Longitudinal Diseñado - Quebrada el Sur Gas

5.1. ANALISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN CONDICIONES EXISTENTES.

- Para la quebrada Sur Gas, se propone que la reconformación desde el inicio de la tipografía, pasando por la estructura de cruce sobre la Carrera 8, Abscisa K0+096.92, hasta la unión con el canal existente en la Abscisa K0+111.41, con una longitud total de 111.41 m. Se propone que la estructura de cruce de la Carrera 8 se amplie para mejorar su capacidad hidráulica, ampliándola a un box culvert de 2.00m X 1.50 m. Para esta quebrada se propone una sección transversal rectangular de 2.00 m de base por 1.50 m de altura, con una pendiente longitudinal de 0.20 % (0.002 m/m).
- En las condiciones establecidas en la modelación de diseño para la quebrada Surgas se encuentra que las profundidades de la lámina de agua varían entre 0.01 y 2.14 m. Al analizar el cauce se encuentra que la quebrada Sur Gas, sin presentarse desbordamiento de aguas, que anteriormente estaban afectando la vía (Carrera 8). Después del cruce de la vía sobre la quebrada se observa que los desbordamientos que se estaban presentando están controlados, y se tiene un adecuado manejo de aguas en el sitio de interés, mejorando sustancialmente la condición hidráulica del sector.
- De acuerdo con los resultados de la modelación hidráulica para la condición actual para la quebrada Sur Gas las profundidades de la lámina de agua varían entre 0.01 y 2.14 m. Al analizar el cauce se encuentra que la quebrada Sur Gas sufre un desbordamiento aguas abajo a la altura de la alcantarilla (32"), que afecta la vía (Carrera 8) con profundidades de



RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO

Código: F-CAM-110

Versión: 9

Fecha: 5 Jul 18

lámina de agua entre 0.01 m a 0.53 m sobre la vía, después del cruce de la vía la quebrada sobre desbordamientos sobre la margen izquierda, en este punto la quebrada no tiene suficiente capacidad hidráulica para transportar el flujo hasta la condición de frontera la cual es la estructura de la vía de cruce de la quebrada Sur Gas. .

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez realizado el estudio hidrológico e hidráulico, se tienen las siguientes conclusiones de importancia.

Con base en la información proporcionada por el IGAC existente para la zona de proyecto se trazaron las cuencas hidrográficas de las quebradas El Balso y Sur Gas hasta el punto de. Las principales características de las cuencas se presentan en la siguiente tabla.

Hoya No.	Área Cuenca (km ²)	Longitud del Cauce (km)	Altura Mayor	Altura Menor	H (m)	Pendiente del Cauce S (m/m)
			(msnm)	(msnm)		
1-Quebrada El Balso	0.15	0.88	1518	1315	203	0.2303
2-Quebrada Sur Gas	0.08	0.58	1504	1314	190	0.3291

Los estudios de caudales consisten en las hoyas sin datos y el cálculo de los caudales máximos instantáneos para corrientes de agua con cuencas menores a 2.5 km² se ha definido a través del método Racional. El método o fórmula Racional se utiliza ampliamente para áreas de drenaje de hoyas hidrográficas, como ya ha sido mencionado anteriormente, hasta aproximadamente 2.5 km². Los caudales hallados para cada una de las quebradas para diferentes periodos de retorno se presentan en la siguiente tabla.

Nombre	Área (km ²)	Longitud de Cauce (km)	Caudal (m ³ /s)					
			T= 2 Años	T= 5 Años	T= 10 Años	T= 25 Años	T= 50 Años	T= 100 Años
Quebrada El Balso	0.151	0.88	2.430	3.272	3.990	5.005	6.074	7.197
Quebrada Sur Gas	0.077	0.58	1.191	1.613	1.973	2.482	3.023	3.590

Se llevaron a cabo levantamientos topográficos del sector de estudio, los cuales fueron utilizados como base para las modelaciones hidráulicas que se adelantaron en este informe. Los levantamientos topográficos entregados a esta Consultoría se presentan en el Anexo 2, junto con la superficie generada para la modelación.

Los estudios hidráulicos tienen como fin determinar si se presenta encharcamientos o procesos de inundación en la zona de proyecto para un evento extremo donde se presente del caudal pico de cada una de las quebradas tomando como referencia los estudios hidrológicos. La información base para los estudios hidráulicos se recopiló en campo y a partir de información secundaria, y se refiere al levantamiento topográfico del predio en estudio y las coberturas del suelo, evaluada a partir de imágenes satelitales.

Las coberturas del suelo se obtuvieron a partir de la ortofoto de la zona de proyecto, y en este caso se estableció un valor de coeficiente de rugosidad de Manning para las dos quebradas de 0.050 para las bancas del río (Cobertura Vegetal), 0.065 para los cauces de las quebradas debido a que



RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO

Código: F-CAM-110

Versión: 9

Fecha: 5 Jul 18

tiene una gran cantidad de gravas y bolos de tamaño importante y 0.014 para las estructuras en concreto y vías.

Para el modelo se estableció como tiempo total máximo de modelación 2 horas, tiempo en el cual se alcanza el caudal pico para ver la condición más crítica y así ver los resultados del evento extremo. Con base en la información previamente descrita, se lanzan los cálculos para la modelación hidráulica y se obtienen los resultados correspondientes.

De acuerdo con los resultados de la modelación hidráulica para la condición actual para la quebrada Sur Gas las profundidades de la lámina de agua varían entre 0.01 y 2.14 m. Al analizar el cauce se encuentra que la quebrada Sur Gas sufre un desbordamiento aguas abajo a la altura de la alcantarilla (32"), que afecta la vía (Carrera 8) con profundidades de lámina de agua entre 0.01 m a 0.53 m sobre la vía, después del cruce de la vía la quebrada sobre desbordamientos sobre la margen izquierda. en este punto la quebrada no tiene suficiente capacidad hidráulica para transportar el flujo hasta la condición de frontera la cual es la estructura de la vía de cruce de la quebrada Sur Gas.

Las velocidades de flujo para la quebrada Sur Gas varían entre 0.001 a 8.30 m/s. Las mayores velocidades se presentan cercanas a la estructura de cruce de la carrera 9 con velocidades entre 6.00 m/s a 8.30 m/s, esto influye en el desbordamiento aguas arriba. En general para la quebrada Sur Gas se tienen velocidades entre 1.00 m/s y 2.076 m/s, por otro lado, para la velocidad a la entrada y descole de la alcantarilla esta entre 2.00 m/s y 4.00 m/s.

De acuerdo a la comparación del modelo respecto a la profundidad de lámina de agua se tiene que, en las secciones transversales trazadas en el mismo punto, se tienen diferencias de alturas entre 0.10 m a 2.00 m, la mayor diferencia de altura se presenta sobre el cauce de la quebrada El Balso a la altura de la estructura de cruce sobre la carrera 8.

Teniendo en cuenta los problemas de inundación que se están presentando en ambas quebradas, se considera necesario la reconfiguración de las mismas para mejorar su capacidad hidráulica e intentar controlar los caudales de diseño.

Para la quebrada Sur Gas, se propone que la reconfiguración desde el inicio de la tipografía, pasando por la estructura de cruce sobre la Carrera 8, Abscisa K0+096.92, hasta la unión con el canal existente en la Abscisa K0+111.41, con una longitud total de 111.41 m. Se propone que la estructura de cruce de la Carrera 8 se amplie para mejorar su capacidad hidráulica, ampliándola a un box culvert de 2.00m X 1.50 m. Para esta quebrada se propone una sección transversal rectangular de 2.00 m de base por 1.50 m de altura, con una pendiente longitudinal de 0.20 % (0.002 m/m).

el ejercicio se realizó la verificación solicitada dentro de la resolución para la quebrada Sur Gas. Para esta quebrada es importante tener en cuenta para que esta entrega sus aguas a un canal existente recubierto en concreto, lo que es una condición presente pero no una condición natural, razón por la cual se realizará la verificación solamente aguas arriba de la reconfiguración propuesta, la cual corresponde a la sección K0-005 del abscisado del levantamiento topográfico.

Del análisis realizado para la quebrada Sur Gas en la sección transversal aguas arriba del inicio de la intervención, se observa que las alturas de lámina de agua para la condición actual es 1329.598 msnm, mientras que para la condición futura la altura de lámina de agua es igual a 1329.609 msnm, un aumento de 1 cm. En relación con la velocidad máxima para esta sección en la condición actual es igual a 2.790 m/s, mientras que para la condición futura la velocidad de flujo es igual a 2.700 m/s, una disminución de velocidad igual a 0.09 m/s, lo que corresponde a un 3.2 %. De acuerdo

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

con lo anterior, para la quebrada Sur Gas se concluye que se está respetando la resolución 957 de 2018.

Se aclara que para la quebrada Sur Gas el alcance del presente informe no alcanza a llegar la modelación al río Baché queda alrededor de 75 m antes de la entrega y entrega sus aguas a un canal en concreto existente, que posteriormente entregará sus aguas al río.

Revisión CAM - memorando interno No. 515 de 2025

De acuerdo al apoyo suministrado por la oficina Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental de la CAM, mediante memorando interno No. 515 de 2025, se emite concepto técnico con fecha del 05 de marzo de 2025, conforme al cual se establece lo siguiente:

“Mediante memorando No. 473 de 2025, la directora territorial Norte, CAROLINA TRUJILLO CASANOVA, solicitó a la Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental (SRCA) apoyo en la evaluación de los requerimientos realizados al MUNICIPIO DE SANTA MARIA, identificado con NIT 891 180.076-3, dentro del trámite de Permiso de Ocupación de Cauce (POC) para la construcción de obras de contención en las fuentes hídricas El Balso y Canal 1 Sur Gas

Se revisó la información allegada en los expedientes POC-00181-24, que consta de 309 folios, incluyendo un CD en el folio 21, y POC-00182-24, que contiene 288 folios, incluyendo un CD en el folio 82 Adicionalmente, se recibió una memoria USB que contiene la respuesta a las observaciones, junto con los estudios hidráulicos en formato PDF, anexos con Información climática del IDEAM, topografía, modelaciones hidráulicas en HEC-RAS, archivos de respaldo y demás documentación técnica asociada.

De acuerdo con la normatividad ambiental vigente Decreto 1076 de 2015, Decreto 2245 de 2017 y Resolución 957 de 2018-, relativa a la ocupación del cauce para infraestructura vial, es necesario que todas las estructuras hidráulicas se diseñen para permitir el paso de caudales máximos asociados a un periodo de retorno de 100 años. En estas condiciones alteradas, se debe garantizar que la elevación de la lámina de agua no supere los 30 centímetros, y que la velocidad del flujo no incremente en más del 10% en comparación con las condiciones originales sin alteración.

En este contexto, y de acuerdo con las orientaciones técnicas de los componentes hidrológico e hidráulico brindadas al MUNICIPIO DE SANTA MARÍA en relación con el trámite del Permiso de Ocupación de Cauce, se presentan las consideraciones para las obras, ubicadas en el área urbana del municipio de Santa María, departamento del Huila

La revisión del componente hidrológico comprendió el análisis de la información allegada haciendo énfasis en la verificación de la climatología, características morfométricas, curvas Intensidad-Duración-Frecuencia - IDF y las metodologías empleadas para la estimación de los caudales máximos para diferentes periodos de retorno sobre los drenajes naturales en cada uno de los sitios donde se proyecta la construcción de las obras, cuyas magnitudes se presentan en la Tabla 1

Periodo de retorno (Años)	Caudal (m ³ /s) - Quebrada El Balso	Caudal (m ³ /s) - Quebrada Sur Gas
2	2.43	1.19
5	3.27	1.61
10	3.99	1.97
25	5.01	2.48
50	6.07	3.02
100	7.20	3.59

Tabla 1. Caudales máximos para diferentes periodos de retorno

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

Las intervenciones objeto del trámite de ocupación de cauce comprenden la construcción y adecuación de estructuras hidráulicas en las quebradas El Balso y Sur Gas, con el fin de garantizar la conducción de caudales y optimizar la capacidad hidráulica de los drenajes naturales en su interacción con la infraestructura vial A continuación, se describen las características de cada intervención

En la quebrada Sur Gas, la obra inicia con un canal rectangular de 2.00 m de base y 1.50 m de altura que se extiende a lo largo de 106,89 m. En la intersección vial (carrera 9), se construirá un Box Culvert de 2.50 m x 1.50 m, sustituyendo la alcantarilla existente de 32 pulgadas. Posteriormente, se incluye un dissipador escalonado con huella de 0,5 m contrahuella de 0,5 m y altura total de 1.50 m

La evaluación hidráulica se realizó de manera integral para el tramo intervenido en cada una de las quebradas, considerando la interacción y continuidad de las estructuras proyectadas El análisis comprende dos escenarios, condiciones actuales e implantación de la estructura propuesta. Los resultados verifican que las intervenciones proyectadas cuentan con la capacidad hidráulica para garantizar el paso de caudales máximos asociados a un periodo de retomo de 100 años, cumpliendo con los requisitos normativos aplicables

Quebrada Sur Gas

La estructura proyectada entrega su flujo a un canal de concreto existente que posteriormente desemboca en el río Baché. En este caso, el análisis hidráulico se enfocó en la verificación de las condiciones hasta este punto Los criterios de elevación de la lámina de agua (30 cm) y de incremento de velocidad del flujo (10%) no son aplicables en este tramo ya que estos parámetros están definidos para el cauce intervenido y no para la Infraestructura receptora existente. Los resultados verificados de las modelaciones en cada escenario para la quebrada Sur Gas se presentan en la Tabla 3:

Escenario	Sección	Velocidad (m/s)	Altura lamina agua (m)
Actual	Aguas arriba	2.79	0.01
	Aguas abajo	8.54	N/A (descarga a canal existente)
Implantación	Aguas arriba	2.70	0.00
	Aguas abajo	6.82	N/A (descarga a canal existente)

Tabla 3. Velocidades y altura de lámina de agua – Quebrada Sur Gas

Conforme a lo anterior, se verifica el cumplimiento de los criterios establecidos en LA GUÍA TÉCNICA DE CRITERIOS PARA EL ACOTAMIENTO DE LAS RONDAS HÍDRICAS EN COLOMBIA (MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE-MADS, 2018), los cuales establecen que la velocidad del flujo no debe incrementarse en más del 10% respecto a las condiciones sin alteración (2.8 m/s en la quebrada El Balso y 3.07 m/s en la quebrada Sur Gas), ni debe haber una sobreelevación en los niveles mayor a 30 cm (0.36 m y 0.31 m, respectivamente).

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

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

CONCEPTO:

Se verifica que los componentes hidrológico e hidráulico de la intervención cumplen con los requerimientos técnicos establecidos en la Guía Técnica de Criterios para el Acotamiento de las Rondas Hídricas en Colombia (MADS, 2018), garantizando que las modificaciones en la morfología del sistema lótico asociadas a la implementación de los canales, box culvert y dissipador en las quebradas El Balso y Sur Gas se ajusten a las condiciones de diseño establecidas para un periodo de retorno de 100 años.


7. LICENCIA DE INTERVENCION Y OCUPACION DE ESPACIO PUBLICO

Según el certificado de uso de suelo presentado por el solicitante menciona lo siguiente:

"Que de acuerdo a la Ley 388 de 1997 "Planes de ordenamiento territorial", y establecido en el "Plano No: R-05: "ZONIFICACIÓN PARA USO DEL SUELO" del esquema de ordenamiento territorial aprobado mediante el Acuerdo Municipal No. 031 del 30 de noviembre de 2007, el CANAL 1 SURGAS se encuentra entre el Barrio Acrópolis, El Diamante y Luis Guillermo Sarmiento la cual desemboca en el Rio Bache del municipio de Santa María, - Departamento de Huila, el uso de suelo es:

- **ÁREAS NO APTAS PARA DESARROLLO URBANO (ANAPDU):** Se consideran áreas no aptas para el desarrollo urbano todas las áreas que corresponden al suelo de protección de los recursos naturales, las áreas afectadas por alto riesgo y las áreas que por su pendiente limita el desarrollo urbano. Sus tipos de uso son los siguientes:"

USO PRINCIPAL	USO COMPLEMENTARIO	USO RESTRINGIDO	USO PROHIBIDO
Protección y conservación	Ninguno	Construcciones complementarias que contribuyan al uso principal	Todos los demás usos.

	ALCALDIA MUNICIPAL DE SANTA MARÍA MUNICIPIO DE SANTA MARÍA	Ubicación: Santa María, Oaxaca Fecha: 20 de Julio de 2018 Versión: 01 Página: 1 de 2
	DIRECCIÓN DE PLANEACIÓN, OBRAS PÚBLICAS E INFRAESTRUCTURA	
	SECRETARÍA DE PLANEACIÓN, OBRAS PÚBLICAS E INFRAESTRUCTURA	
	DEPARTAMENTO DE PLANEACIÓN, OBRAS PÚBLICAS E INFRAESTRUCTURA	
	SECRETARÍA DE PLANEACIÓN, OBRAS PÚBLICAS E INFRAESTRUCTURA	

EL SUSCRITO SECRETARIO DE PLANEACIÓN, OBRAS PÚBLICAS E INFRAESTRUCTURA DE SANTA MARÍA -NUILA

HACE CONSTAR:

Que de acuerdo a la Ley 386 de 1977 "Leyes de ordenamiento territorial", y establecido en el "Pleno No. 8.05: ZONIFICACIÓN PARA USO DEL SUELO" del esquema de ordenamiento territorial aprobado mediante el Acuerdo Municipal No. 031 del 30 de noviembre de 2007, el **CANAL 1 SURGAS** se encuentra entre el Barrio Acrópolis, El Diamante y Luis Guillermo Sacramento la cual describe en el folio Sacho del municipio de Santa María, - Departamento de Nuila, el uso de suelo es:

- ÁREAS NO APTAS PARA DESARROLLO URBANO (ANAFDU): Se consideran áreas no aptas para el desarrollo urbano todas las áreas que corresponden al suelo de protección de los recursos naturales, las áreas afectadas por alto riesgo y las áreas que por su pendiente limitan el desarrollo urbano. Sus tipos de uso son los siguientes:

USO PRINCIPAL	USO COMPLEMENTARIO	USO RESTRINGIDO	USO PROHIBIDO
• Protección y conservación.	• Ninguno	• Construcciones complementarias que contribuyan al uso principal	• Todos los demás usos.

Se expide a los veinticuatro (24) días del mes de septiembre del 2018 a solicitud del interesado.



WINSTON PERNEY LOPEZ QUINTERO
Secretario de Planeación, Obras Públicas e Infraestructura.

ALCALDE MUNICIPAL DE SANTA MARÍA MUNICIPIO DE SANTA MARÍA	SECRETARÍA DE PLANEACIÓN, OBRAS PÚBLICAS E INFRAESTRUCTURA	DIRECCIÓN DE PLANEACIÓN, OBRAS PÚBLICAS E INFRAESTRUCTURA
--	--	---

8. CONCEPTO TÉCNICO

Teniendo en cuenta la solicitud con todos los documentos técnicos allegados, y de conformidad a la visita de evaluación realizada en campo, así como la evaluación de la documentación realizada por parte de la Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental de la CAM, se tiene que las obras objeto de la presente solicitud no generarían impactos ambientales adversos, por lo cual se considera técnica y ambientalmente viable otorgar el Permiso de Ocupación de Cauce Permanente sobre la fuente hídrica Quebrada Canal 1 Surgas que discurre por el municipio de Santa María; para la ejecución de las siguientes obras:

- Un canal rectangular que empieza en la abscisa K0+000 hasta la abscisa K0+100, con una longitud total de 100 m, con un canal rectangular de 2.0 m de base y 1.50 m de altura.

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

- Un Box Culvert empieza en la abscisa K0+100 hasta la abscisa K0+106,89, con unas dimensiones de 2.50 m x 1.50 m sobre la carrera 9.
- Un dissipador escalonado con huella de 0,5 m, contrahuella de 0,5 m y altura total de 1.50 m

Las cuales se localiza en las siguientes coordenadas:

Punto	FUENTE HIDRICA	Vereda	COORDENADAS	
			ESTE	NORTE
INICIAL	Canal 1 Surgas	Casco Urbano	817180	832744
FINAL	Canal 1 Surgas	Casco Urbano	817251	832682
Box Culvert	Canal 1 Surgas	Casco Urbano	817251	832682
Dissipador	Canal 1 Surgas	Casco Urbano	817255	832689

TABLA No. 16. Coordenadas planas tomadas en campo sobre el punto de intervención.

Las obras antes descritas hacen parte del proyecto denominado "CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIONES Y AVENIDAS TORRENCIALES EN EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SANTA MARÍA DEPARTAMENTO DEL HUILA".

Se considera que los componentes hidrológico e hidráulico de la intervención cumplen con los requerimientos técnicos establecidos en la Guía Técnica de Criterios para el Acotamiento de las Rondas Hídricas en Colombia (MADS, 2018), garantizando que las modificaciones en la morfología del sistema lótico asociadas a la implementación de los canales, box culvert y dissipador en las quebradas El Balso y Sur Gas se ajusten a las condiciones de diseño establecidas para un periodo de retorno de 100 años.

Se verifica el cumplimiento de los criterios establecidos en LA GUÍA TÉCNICA DE CRITERIOS PARA EL ACOTAMIENTO DE LAS RONDAS HÍDRICAS EN COLOMBIA (MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE-MADS, 2018), los cuales establecen que la velocidad del flujo no debe incrementarse en más del 10% respecto a las condiciones sin alteración (2.8 m/s en la quebrada El Balso y 3.07 m/s en la quebrada Sur Gas), ni debe haber una sobreelevación en los niveles mayor a 30 cm (0.36 m y 0.31 m, respectivamente).

Dichas obras de ocupación deben construirse acorde y de conformidad a las especificaciones técnicas, estudios y anexos técnicos suministrados por el solicitante a través del expediente POC-00182-24, realizados y presentados por la persona jurídica MUNICIPIO DE SANTA MARÍA con Nit No. 891.180.076-3, representado legalmente por la señora Viancy Carolina García, identificada con cedula de ciudadanía No. 55.115.896 expedida en Santa María - Huila.


Por su parte la Corporación dentro del trámite de ocupación de cauce no evalúa la parte estructural, presupuestal, económica, de estabilidad, proceso constructivo, o de calidad de los materiales utilizados, entre otros, del proyecto en mención. Así como también cualquier responsabilidad relacionada con la implantación, ejecución y estabilidad de las obras será responsabilidad exclusiva del solicitante del presente permiso de ocupación, es decir la persona jurídica MUNICIPIO DE

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

SANTA MARIA con Nit No. 891.180.076-3, representado legalmente por la señora Viancy Carolina García, identificada con cedula de ciudadanía No.55.115.896 expedida en Santa María - Huila.

OBLIGACIONES MINIMAS:

- *Del mismo modo para la ejecución del proyecto en mención con el fin de garantizar la seguridad en el perímetro se recomienda la implementación de avisos provisionales de información y precaución, así como también de cerramientos temporales. lo anterior con el fin de minimizar el riesgo de accidentes.*
- *Proteger las dos márgenes del cauce y áreas intervenidas para la ocupación, dando cumplimiento a lo siguiente:*
 - a) *Retirar del cauce todos los objetos extraños tras finalizar las obras.*
 - b) *Depositar los materiales sobrantes o de construcción en los sitios autorizados.*
 - c) *Disponer los residuos sólidos y líquidos en los sitios autorizados.*
 - d) *No lavar equipos o vehículos dentro de los cuerpos de agua.*
- *Evitar los procesos de erosión, socavación, arrastre y aporte de sedimentos a las corrientes, que sean debidos a las obras de ocupación, dando cumplimiento a lo siguiente:*
 - a) *Realizar las obras necesarias para la estabilización estabilidad de taludes, protección a la erosión, control de socavación y para controlar el arrastre y aporte de manejo de sedimentos a los cuerpos de agua a intervenir.*
 - b) *Hacer seguimiento detallado a las obras y realizar las reparaciones correspondientes en caso de deterioro.*
- *El plazo de ejecución de obras de la presente autorización de permiso de ocupación de cauce es por el término de doce (12) meses contados a partir de la notificación de la resolución por medio de la cual se otorga el permiso.*
- *Finalizada la ejecución de obras y obteniendo una ocupación permanente sobre la fuente hídrica, la CAM realizará seguimiento doce (12) meses después, por su parte evaluará los impactos ambientales que generen las obras con ocasión al presente permiso de ocupación, más no evaluará la estabilidad de las mismas, la cual es responsabilidad del peticionario o beneficiario del permiso.*
- *El permiso de ocupación de cauce no implica el establecimiento de servidumbre en interés privado sobre los predios donde se ubiquen las obras, la constitución de servidumbre que sea necesaria la gestionará el beneficiario ante la autoridad competente.*
- *El beneficiario está obligado a prevenir, controlar, mitigar y compensar los impactos ambientales negativos adversos que puedan surgir por el proyecto.*
- *Los materiales pétreos para la construcción deberán provenir de fuentes autorizadas y que cuenten con los respectivos permisos de la autoridad ambiental.*
- *Los escombros que resulten de la construcción se les deben dar una adecuada disposición en un sitio técnicamente adecuado, no pueden ser arrojados a fuentes hídricas o drenajes.*
- *El material resultante de los trabajos de excavaciones y dragados no podrá ser comercializado, se recomienda disponerlo en un sitio técnicamente adecuado.*
- *El incumplimiento de las obligaciones señaladas en la presente Resolución dará lugar a imposición de las sanciones señaladas en el Artículo 40 de la Ley 1333 de 2019 o la norma que le adicione, modifique o sustituya, previo proceso sancionatorio ambiental adelantado por la entidad ambiental.*
- *Así mismo, el presente permiso no autoriza el aprovechamiento forestal, por tanto, si se requiere intervenir alguna especie forestal del lugar, deberá realizar el respectivo trámite de Permiso de*

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

Aprovechamiento Forestal.

- *Como medida de compensación ambiental, el beneficiario del permiso deberá realizar una reforestación activa de 330 metros cuadrados, para lo cual deberá establecerse en áreas que pertenezcan a la zona hidrográfica de la Quebrada Canal 1 Surgas en el municipio de Santa María, cumpliendo además con los siguientes requerimientos:*
 - a) *Establecer como mínimo 330 individuos forestales teniendo en cuenta el área aproximada de ocupación de cauce y área de influencia.*
 - b) *La Reforestación debe ser con especies forestales protectoras - productoras, buscando generar hábitats y sitios de alimentación para fauna.*
 - c) *El establecimiento de individuos forestales debe contar con unas alturas mínimas no inferiores a 50 cm que conserven buen estado físico y sanitario.*
 - d) *Garantizar y planificar seguimientos por los primeros tres años.*
 - e) *En caso de que seleccionen predios privados presentar actas firmadas por los propietarios para garantizar la conservación del área.*
- *Para la plantación se deberá cumplir con los siguientes requisitos:*
 - a) *El individuo forestal debe estar en buen estado fitosanitario.*
 - b) *El ahoyado debe ser de 0.30 X 0.30 de ancho por 0.30 de profundidad, aplica: fertilizantes de origen orgánico, que garanticen la supervivencia de las especies, con condiciones fitosanitarias óptimas y de vigor.*
 - c) *Aplicar hidrorretenedor para garantizar la humedad requerida para el desarrollo de la planta.*
 - d) *Garantizar el control fitosanitario (control de plagas y enfermedades).*
 - e) *Tener en cuenta el sistema de riego a utilizar.*
 - f) *El porcentaje de mortalidad que será manejado no deberá ser superior al 10%, en caso contrario deberá realizarse el replante o resiembra.*

El termino establecido para el cumplimiento de la medida compensatoria relacionada con la actividad de restauración activa tres (3) años y/o hasta que los individuos alcancen una altura mínima de 1.5 m de altura, contados a partir de la ejecutoria del presente acto administrativo, las cuales deberán ser ejecutadas de la siguiente manera:

- *Dos (2) meses contados a partir de la ejecutoria del presente acto administrativo, para la presentación del correspondiente plan de establecimiento forestal, el cual deberá ser aprobado por esta Corporación.*
- *En el primer año para realizar el establecimiento y resiembra correspondiente.*
- *En el segundo y tercer año deberá realizar los respectivos mantenimientos, presentando un informe semestral sobre el cumplimiento de la medida compensatoria.*

4. RECOMENDACIONES

- *Se recomienda dar traslado del presente concepto junto con el expediente POC-00182-24 al área jurídica de la Dirección Territorial Norte para su respectivo trámite.*
- *Se programará la visita de seguimiento en el año siguiente después de quedar ejecutoriada la Resolución."*

FUNDAMENTO NORMATIVO

Que la Constitución Política de Colombia, en su artículo 79 consagra el derecho a gozar de un ambiente sano y dispone que es deber del Estado proteger la diversidad e integridad

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

del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.

Que el artículo 80 ibídem señala que corresponde al Estado planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Indica además el artículo referido 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 95 ibídem, preceptúa en su numeral 8º, como un deber del ciudadano, proteger los recursos culturales y naturales del país y velar por la conservación de un ambiente sano.

Que el Decreto - Ley 2811 de 1974 por el cual se adoptó el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, establece en su Artículo 1º que el ambiente es patrimonio común, y que el Estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo, por ser de utilidad pública e interés social.

Que el Decreto-Ley 2811 de 1974 "Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente", establece en su Artículo 51 lo siguiente:

"El derecho de usar los recursos naturales renovables puede ser adquirido por ministerio de la ley, permiso, concesión y asociación;"


Que, de igual forma la precitada norma establece en su Artículo 52, que:

"Los particulares pueden solicitar el otorgamiento del uso de cualquier recurso natural renovable de dominio público, salvo las excepciones legales o cuando estuviere reservado para un fin especial u otorgado a otra persona, o si el recurso se hubiere otorgado sin permiso de estudios, o cuando, por decisión fundada en conceptos técnicos, se hubiere declarado que el recurso no puede ser objeto de nuevos aprovechamientos"

Que así mismo, el Artículo 55 del ya citado Decreto-Ley dispone que: *"La duración del permiso será fijada de acuerdo con la naturaleza del recurso, de su disponibilidad de la necesidad de restricciones o limitaciones para su conservación y de la cuantía y clase de las inversiones, sin exceder de diez años. Los permisos por lapsos menores de diez años serán prorrogables siempre que no sobrepasen en total, el referido máximo"*

Que en igual sentido el artículo 102 del aludido Decreto-Ley, dispone que: *"Quien pretenda construir obras que ocupen el cauce de una corriente o depósito de agua, deberá solicitar autorización"*.

Que el artículo 132 del mismo Decreto-Ley ha previsto que sin permiso no se podrán alterar los cauces, y adicionalmente que se negará el permiso cuando la obra implique peligro para la colectividad, o para los recursos naturales, la seguridad interior ó exterior o la soberanía Nacional.

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

Que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible –MADS, con el objetivo de compilar y relacionar las normas de carácter reglamentario que rigen en el sector y contar con un instrumento jurídico único para el mismo, expidió el Decreto 1076 de 2015, “*Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible*”. Que en su Parte 2 Título 3 Capítulo 2, Sección 12 desarrolla lo concerniente a la Ocupación de Playas, Cauces y Lechos con el fin de lograr un desarrollo sostenible.

Que el artículo 2.2.3.2.12.1, del Decreto 1076 del 26 de mayo de 20151 señala, lo siguiente: “*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 competente*”.

Que, de conformidad con el Artículo 31 de la Ley 99 de 1993, la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena es competente para otorgar el presente permiso de ocupación de cauce.


CONSIDERACIONES FINALES

Que mediante radicado CAM No. 2024-E 31758 del 28 de octubre de 2024 y VITAL No. 4900891180076324001, la persona jurídica MUNICIPIO DE SANTA MARIA con Nit No. 891.180.076-3, representado legalmente por la señora Viancy Carolina García, identificada con cedula de ciudadanía No.55.115.896 expedida en Santa María - Huila, solicitó ante este Despacho Permiso de Ocupación de Cauce, sobre la fuente hídrica Canal 1 Surgas, en el punto con coordenadas X: 817.184.764 Y: 832.753.2987 para realizar obras de contención, en el área urbana del municipio de Santa María, departamento del Huila. Solicitud que se presentó, bajo los parámetros previstos en el Decreto 1076 de 2015, “*Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible*”, en especial su artículo 2.2.3.2.12.1., que señala “*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 Competente*”.

Revisada la documentación aportada por el solicitante y de acuerdo con lo conceptuado por el profesional encargado, y a la evaluación de la documentación realizada por parte de la Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental de la CAM, se tiene que las obras objeto de la presente solicitud no generarían impactos ambientales adversos, por lo cual se considera técnica y ambientalmente viable otorgar el presente permiso de ocupación de cauce permanente sobre la fuente hídrica Canal 1 Surgas, que discurre por el municipio de Santa María (H); para la ejecución de las siguientes obras:

1. Un canal rectangular que empieza en la abscisa K0+000 hasta la abscisa K0+100, con una longitud total de 100 m, con un canal rectangular de 2.0 m de base y 1.50 m de altura.
2. Un Box Culvert empieza en la abscisa K0+100 hasta la abscisa K0+106,89, con unas dimensiones de 2.50 m x 1.50 m sobre la carrera 9.
3. Un dissipador escalonado con huella de 0,5 m, contrahuella de 0,5 m y altura total de 1.50 m

Las cuales se localizan en las siguientes puntos, fuente y coordenadas:

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

Punto	FUENTE HIDRICA	Vereda	COORDENADAS	
			ESTE	NORTE
INICIAL	Canal 1 Surgas	Casco Urbano	817180	832744
FINAL	Canal 1 Surgas	Casco Urbano	817251	832682
Box Culvert	Canal 1 Surgas	Casco Urbano	817251	832682
Disipador	Canal 1 Surgas	Casco Urbano	817255	832689

TABLA No. 16. Coordenadas planas tomadas en campo sobre el punto de intervención.


Las obras antes descritas hacen parte del proyecto denominado "CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIONES Y AVENIDAS TORRENCIALES EN EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SANTA MARÍA DEPARTAMENTO DEL HUILA".

Se considera que los componentes hidrológico e hidráulico de la intervención cumplen con los requerimientos técnicos establecidos en la Guía Técnica de Criterios para el Acotamiento de las Rondas Hídricas en Colombia (MADS, 2018), garantizando que las modificaciones en la morfología del sistema lótico asociadas a la implementación de los canales, box culvert y disipador en las quebradas El Balso y Sur Gas se ajusten a las condiciones de diseño establecidas para un periodo de retorno de 100 años.

Acorde a lo conceptuado, se verifica el cumplimiento de los criterios establecidos en LA GUÍA TÉCNICA DE CRITERIOS PARA EL ACOTAMIENTO DE LAS RONDAS HÍDRICAS EN COLOMBIA (MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE-MADS, 2018), los cuales establecen que la velocidad del flujo no debe incrementarse en más del 10% respecto a las condiciones sin alteración (2.8 m/s en la quebrada El Balso y 3.07 m/s en la quebrada Sur Gas), ni debe haber una sobreelevación en los niveles mayor a 30 cm (0.36 m y 0.31 m, respectivamente).

Que, las obras de ocupación deben construirse acorde y de conformidad a las especificaciones técnicas, estudios y anexos técnicos suministrados por el solicitante a través del expediente POC-00182-24, realizados y presentados por la persona jurídica MUNICIPIO DE SANTA MARIA con Nit No. 891.180.076-3, representado legalmente por la señora Viancy Carolina García, identificada con cedula de ciudadanía No. 55.115.896 expedida en Santa María - Huila.

Que, la Corporación dentro del trámite de ocupación de cauce no evalúa la parte estructural, presupuestal, económica, de estabilidad, proceso constructivo, o de calidad de los materiales utilizados, entre otros, del proyecto en mención. Así como también cualquier responsabilidad relacionada con la implantación, ejecución y estabilidad de las obras será responsabilidad exclusiva del solicitante del presente permiso de ocupación, es decir la persona jurídica MUNICIPIO DE SANTA MARIA con Nit No. 891.180.076-3, representado

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

legalmente por la señora Viancy Carolina García, identificada con cedula de ciudadanía No. 55.115.896 expedida en Santa María - Huila.

En consecuencia, el plazo de ejecución de la obra objeto del permiso de ocupación de cauce que se otorga, se concederá por el término de doce (12) meses contados a partir de la ejecutoria del presente acto administrativo.

Que de conformidad con el Artículo 31 de la Ley 99 de 1993, la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena es competente para otorgar el presente permiso de ocupación de cauce solicitado, y que una vez revisada la documentación y lo conceptuado por el profesional encargado, es viable autorizarlo en las condiciones descritas anteriormente, advirtiendo que el presente permiso conlleva al cumplimiento de unas obligaciones a cargo del beneficiario, las cuales se especifican en la parte resolutive del presente Acto Administrativo, cuyo incumplimiento acarrea el inicio de proceso sancionatorio ambiental, al tenor de la Ley 1333 de 2009 modificada por la Ley 2387 de 2024.


En consecuencia, esta Dirección Territorial Norte en virtud de las facultades otorgadas por la Dirección General según Resolución 4041 de 2017, modificada por la resolución No. 104 de enero 21 del 2019, la Resolución No. 466 de febrero 28 del 2020, la Resolución No. 2747 de octubre 05 del 2022 y la Resolución No. 864 del 16 de abril de 2024 proferidas por el Director General de la CAM y de conformidad con el procedimiento establecido en el Decreto 1076 de 2015, específicamente establecido en el artículo 2.2.3.2.12.1 y acogiendo el concepto técnico emitido por el funcionario comisionado.

RESUELVE

ARTÍCULO PRIMERO: OTORGAR PERMISO DE OCUPACIÓN DE CAUCE PERMANENTE al MUNICIPIO DE SANTA MARIA identificado con Nit. 891.180.076-3 representado legalmente por la señora Viancy Carolina García identificada con cédula de ciudadanía No. 55.115.896 de Santa María – Huila, o quien haga sus veces, sobre la fuente Canal 1 Surgas que discurre por el municipio de Santa María (H); para la ejecución de obras del proyecto denominado *“CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIONES Y AVENIDAS TORRENCIALES EN EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SANTA MARÍA DEPARTAMENTO DEL HUILA”*. A saber:

1. Un canal rectangular que empieza en la abscisa K0+000 hasta la abscisa K0+100, con una longitud total de 100 m, con un canal rectangular de 2.0 m de base y 1.50 m de altura.
2. Un Box Culvert empieza en la abscisa K0+100 hasta la abscisa K0+106,89, con unas dimensiones de 2.50 m x 1.50 m sobre la carrera 9.
3. Un dissipador escalonado con huella de 0,5 m, contrahuella de 0,5 m y altura total de 1.50 m

Las cuales se localizan en las siguientes puntos, fuente y coordenadas:

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

Punto	FUENTE HIDRICA	Vereda	COORDENADAS	
			ESTE	NORTE
INICIAL	Canal 1 Surgas	Casco Urbano	817180	832744
FINAL	Canal 1 Surgas	Casco Urbano	817251	832682
Box Culvert	Canal 1 Surgas	Casco Urbano	817251	832682
Disipador	Canal 1 Surgas	Casco Urbano	817255	832689

TABLA No. 16. Coordenadas planas tomadas en campo sobre el punto de intervención.

PARÁGRAFO: El presente Permiso de Ocupación de Cauce Permanente se otorga con fundamento en las consideraciones enunciadas en el presente acto administrativo y en el concepto técnico No. 5256 del 30 de diciembre de 2024 – complementado el 07 de marzo de 2025 conforme a memorando No. 515 2025.

ARTÍCULO SEGUNDO: Las obras de ocupación deben construirse acorde y de conformidad con las especificaciones técnicas, estudios y anexos técnicos suministrados por el solicitante a través del expediente POC-00182-24.


PARÁGRAFO: La Corporación advierte que, dentro del trámite de ocupación de cauce, no evalúa la parte estructural, presupuestal, económica, de estabilidad, proceso constructivo, o de calidad de los materiales utilizados, entre otros, del proyecto objeto del presente permiso.

Igualmente se advierte que, los criterios técnicos relacionados con el diseño y el funcionamiento de la obra serán de responsabilidad exclusiva de los diseñadores, constructores, operadores e interventores, y no será responsabilidad de esta Autoridad Ambiental; así mismo, cualquier responsabilidad que se derive respecto a la implantación, ejecución y estabilidad de las obras objeto del presente permiso de ocupación, estarán en cabeza exclusiva del titular del permiso.

ARTÍCULO TERCERO: OTORGAR UN PLAZO DE DOCE (12) MESES para la construcción de las obras descritas en el artículo primero del presente permiso; término que será contado a partir de la ejecutoria del presente Acto Administrativo.

ARTÍCULO CUARTO: OBLIGACIONES. El titular del presente permiso deberá:

1. Con el fin de garantizar la seguridad en el perímetro, se recomienda la implementación de avisos provisionales de información y precaución, así como también de cerramientos temporales, lo anterior con el fin de minimizar el riesgo de accidentes.

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


2. Proteger las dos márgenes de los cauces y áreas intervenidas para la ocupación dando cumplimiento a lo siguiente:
 - a. Retirar del cauce todos los objetos extraños tras finalizar las obras.
 - b. Depositar los materiales sobrantes o de construcción en los sitios autorizados.
 - c. Disponer los residuos sólidos y líquidos en los sitios autorizados.
 - d. No lavar equipos o vehículos dentro de los cuerpos de agua.

3. Evitar los procesos de erosión, socavación, arrastre y aporte de sedimentos a las corrientes, que sean debidos a las obras de ocupación, dando cumplimiento a lo siguiente:
 - a) Realizar las obras necesarias para la estabilización de taludes, protección a la erosión, control de socavación y para controlar el arrastre y aporte de manejo de sedimentos a los cuerpos de agua a intervenir.
 - b) Hacer seguimiento detallado a las obras y realizar las reparaciones correspondientes en caso de deterioro.

ARTÍCULO QUINTO: MEDIDA DE COMPENSACIÓN AMBIENTAL: El beneficiario del permiso deberá realizar una reforestación activa, para esto deberá presentar a la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM, un plan de establecimiento forestal para su aprobación, teniendo en cuenta lo siguiente:

1. Un Plan de reforestación activa de 330 metros cuadrados, para lo cual deberá establecerse en áreas que pertenezcan a la zona hidrográfica de la Quebrada Canal 1 Surgas en el municipio de Santa María (H), cumpliendo además con los siguientes requerimientos:
 - a) Establecer como mínimo 330 individuos forestales teniendo en cuenta el área aproximada de ocupación de cauce y área de influencia.
 - b) La Reforestación debe ser con especies forestales protectoras - productoras, buscando generar hábitats y sitios de alimentación para fauna.
 - c) El establecimiento de individuos forestales debe contar con unas alturas mínimas no inferiores a 50 cm que conserven buen estado físico y sanitario.
 - d) Garantizar y planificar seguimientos por los primeros tres años.
 - e) En caso de que seleccionen predios privados presentar actas firmadas por los propietarios para garantizar la conservación del área.

2. Así mismo, para la plantación se deberá cumplir con los siguientes requisitos:
 - a) El individuo forestal debe estar en buen estado fitosanitario.
 - b) El ahoyado debe ser de 0.30 X 0.30 de ancho por 0.30 de profundidad, aplica: fertilizantes de origen orgánico, que garanticen la supervivencia de las especies, con condiciones fitosanitarias optimas y de vigor.
 - c) Aplicar hidrorretenedor para garantizar la humedad requerida para el desarrollo de la planta.
 - d) Garantizar el control fitosanitario (control de plagas y enfermedades).

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

- e) Tener en cuenta el sistema de riego a utilizar.
- f) El porcentaje de mortalidad que será manejado no deberá ser superior al 10%, en caso contrario deberá realizarse el replante o resiembra.

PARÁGRAFO: El termino establecido para el cumplimiento de la medida compensatoria relacionada con la actividad de restauración activa tres (3) años y/o hasta que los individuos alcancen una altura mínima de 1.5 m de altura, contados a partir de la ejecutoria del presente acto administrativo, las cuales deberán ser ejecutadas de la siguiente manera:

- Dos (2) meses contados a partir de la ejecutoria del presente acto administrativo, para la presentación del correspondiente plan de establecimiento forestal, el cual deberá ser aprobado por esta Corporación.
- En el primer año para realizar el establecimiento y resiembra correspondiente.
- En el segundo y tercer año deberá realizar los respectivos mantenimientos, presentando un informe semestral sobre el cumplimiento de la medida compensatoria.

ARTÍCULO SEXTO: La Dirección Territorial Norte realizará visita de seguimiento a los doce (12) meses siguientes de ejecutoriado el presente acto administrativo, evaluando los impactos ambientales que generen las obras con ocasión al presente permiso de ocupación, más no evaluará la estabilidad de las mismas, la cual es responsabilidad del peticionario o beneficiario del permiso de ocupación.


ARTÍCULO SÉPTIMO: Los materiales pétreos que utilice el beneficiario de este permiso para la construcción de la obra, deberán provenir de fuentes autorizadas y que cuenten con los respectivos permisos de la autoridad ambiental.

ARTÍCULO OCTAVO: Los escombros que resulten de la construcción objeto del presente permiso, se les deberá dar una adecuada disposición en un sitio técnicamente adecuado y no podrán ser arrojados a fuentes hídricas o drenajes.

ARTÍCULO NOVENO: El material resultante de los trabajos de excavaciones y dragados no podrá ser comercializado, se recomienda disponerlo en un sitio técnicamente adecuado.

ARTÍCULO DÉCIMO: Con el fin de garantizar la seguridad en el perímetro durante la ejecución de la obra, se recomienda la implementación de avisos provisionales de información y precaución, así como también de cerramientos temporales, lo anterior con el fin de minimizar el riesgo de accidentes.

ARTÍCULO DÉCIMO PRIMERO: El presente permiso de ocupación de cauce no implicará el establecimiento de servidumbre en interés privado sobre los predios donde se ubiquen las obras, la constitución de servidumbre que sea necesaria la gestionará el beneficiario ante la autoridad competente.

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

ARTÍCULO DÉCIMO SEGUNDO: El beneficiario del presente permiso está obligado a prevenir, controlar, mitigar y compensar los impactos ambientales negativos adversos que puedan surgir por el proyecto.

ARTÍCULO DÉCIMO TERCERO: Se advierte al beneficiario que el presente permiso no autoriza el vertimiento de aguas residuales. El usuario que requiera hacer vertimientos puntuales deberá dar cumplimiento con lo establecido en el Decreto 1076 de 2015, la Resolución No. 0631 del 17 de marzo de 2015, la Resolución No. 1207 de 2014, la Resolución No. 1256 del 23 de noviembre de 2021, en cuanto a los residuos líquidos; para lo cual deberán tramitar con la Autoridad Ambiental Competente el respectivo permiso de vertimiento y/o reúso de aguas tratadas, según corresponda.

ARTÍCULO DÉCIMO CUARTO: Se advierte al beneficiario que el presente permiso no autoriza el aprovechamiento forestal, por lo tanto y en caso de requerirlo deberá dar cumplimiento a lo establecido en el Decreto 1076 de 2015 y demás normas concordante.

ARTÍCULO DÉCIMO QUINTO: Se advierte al beneficiario del presente permiso que el incumplimiento de las obligaciones señaladas en la presente Resolución dará lugar a imposición de las sanciones señaladas en el Artículo 40 de la Ley 1333 de 2019 modificada por la Ley 2387 de 2024, previo proceso sancionatorio ambiental adelantado por la entidad ambiental

ARTÍCULO DÉCIMO SEXTO: Notificar la presente resolución al MUNICIPIO DE SANTA MARIA identificado con Nit. 891.180.076-3 representado legalmente por la señora Viancy Carolina García identificada con cédula de ciudadanía No. 55.115.896 de Santa María – Huila, o quien haga sus veces, con dirección contactenos@santamaria-huila.gov.co – viancycarolinagarcia@gmail.com, en los términos del artículo 67 y siguientes de la Ley 1437 de 2011, Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo.

ARTÍCULO DÉCIMO SÉPTIMO: Contra el presente acto administrativo procede el recurso de reposición en los términos del artículo 76 y siguientes de la Ley 1437 de 2011.

ARTÍCULO DÉCIMO OCTAVO: La presente resolución requiere de publicación en la página web de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM.

NOTIFIQUESE, PUBLIQUESE Y CUMPLASE

CAROLINA
 TRUJILLO
 CASANOVA


 Digitally signed by CAROLINA TRUJILLO CASANOVA
 DN: cn=CAROLINA TRUJILLO CASANOVA,
 serialNumber=24832237, email=trujilloc@cam.gov.co,
 o=Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena,
 c=CO
 Date: 2025.07.11 15:53:44 -0500

CAROLINA TRUJILLO CASANOVA
 Directora Territorial Norte