CONSORCIO CLARIN 2025

DRAGADO DE MANTENIMIENTO Y OBRAS DE MANTENIMIENTO HIDRÁULICO DEL CAÑO CLARÍN NUEVO

CONTRATO No LP004 DE 2025

OBRAS DEL NORTE S.A.S.
Nit: 901.486.053-4



CONTRATO DE INTERVENTORIA No CM 002 DE 2025

CONSORCIO CLARÍN 2025
Nit: 901.998.450-2

INTERVENTORÍA ADMINISTRATIVA, TÉCNICA, JURÍDICA, FINANCIERA Y AMBIENTAL AL MANTENIMIENTO DEL CAÑO CLARÍN NUEVO COMO APORTE A LA RECUPERACIÓN DEL VIA PARQUE ISLA SALAMANCA EN EL DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA.

INFORME MENSUAL DE INTERVENTORIA No. 3

CORTE: **05 DE ENERO 2026 - 03 DE FEBRERO 2026**

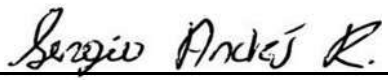
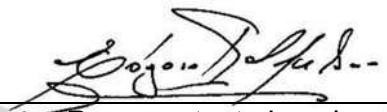
CORPAMAG

ENTIDAD CONTRATANTE

Carrera 2A # 26-15 Of- 301 / 301 756 4587
consorcioclarin2025@gmail.com / Santa Marta, Colombia

CONSORCIO
CLARIN
2025

CUADRO DE RESPONSABILIDADES

RESPONSABLE POR:	NÚMERO DE REVISIÓN		
	0	1	2
Elaboración	Ing. Sergio Andrés Rodríguez		
			
	Director de Interventoria		
Revisión	Ing. Edgardo Galofre Sánchez		
			
	Representante Legal		

LISTA DE DISTRIBUCIÓN

DEPENDENCIA	No. COPIAS	FECHA DE ENVÍO	OBSERVACIONES
CORPAMAG	1		

CUADRO DE MODIFICACIONES

ÍNDICE DE REVISIÓN	FECHA MODIFICACIÓN	OBSERVACIONES

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCION. 1
2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA 3
3 OBJETIVOS. 3
3.1 OBJETIVO GENERAL. 3
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS. 3
4 GENERALIDADES DEL SECTOR. 4
4.1 LOCALIZACIÓN GENERAL DE LA CGSM. 4
4.2 LOCALIZACIÓN GENERAL DEL SECTOR A INTERVENIR. 5
4.3 CLIMA 5
4.4 SELECCIÓN DE LOS SITIOS A DRAGAR. 6
5 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LAS OBRAS. 6
5.1 CANAL 7
5.1.1 Geometría de la sección. 7
5.1.2 Longitud. 7
5.1.3 Ancho de solera. 7
5.1.4 Cota solera 7
5.1.5 Taludes. 7
5.1.6 Pendiente del Canal 8
5.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS. 8
6 COMPONENTES DEL PROYECTO. 10
6.1 LOCALIZACIÓN, TRAZADO Y REPLANTÉO TOPOGRÁFICO (KM). 10
6.2 DRAGADO HIDRÁULICO MEDIANTE USO DE DRAGA CORTADORA DE SUCCCIÓN (M3). 11
6.3 MANTENIMIENTO DE ZONA ALEDAÑA A LOS BOX CULVERTS PARA PERMITIR EL INTERCAMBIO DE AGUA: INCLUYE RETIRO DE LOS SEDIMENTOS, RAÍCES Y TRONCOS, MALEZA Y TODO MATERIAL QUE RESTRINJA EL FLUJO DE AGUA (UND). 11
6.4 LIMPIEZA MANUAL DE VEJETACIÓN (M2). 11
6.5 SALVAMENTO DE FAUNA ACUÁTICA Y TERRESTRE (UND). 12
6.6 DISEÑO DE BARRERA PARA EL CONTROL DE TARULLA Y SOBRENADANTES EN LA EMBOCADURA DEL CAÑO (GLB). 12
7 INFORMACIÓN DEL CONTRATO DE OBRA. 12
7.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL CONTRATO DE OBRA. 12

7.2 CANTIDADES DE OBRAS CONTRACTUALES INICIALES. 13
7.3 CANTIDADES DE OBRA BALANCE 01. 14
7.4 CONTROL LEGAL DEL CONTRATO DE OBRA. 15
8 SEGUIMIENTO A LAS ACTIVIDADES EJECUTADAS DURANTE EL PERIODO. ... 15
8.1 ACTIVIDADES EJECUTADAS DURANTE EL PERIODO. 15
8.2 INFORME DE AVANCE 16
8.2.1 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES Y EJECUCIÓN. 16
8.2.2 AVANCE DE OBRAS PROGRAMADAS, EJECUTADAS Y ACUMULADAS DEL CONTRATO 16
8.3 CONTROL DEL PERSONAL DEL CONTRATISTA DE OBRA. 19
8.4 INFORMACIÓN FINANCIERA DEL CONTRATO DE OBRA. 20
8.4.1 PAGOS REALIZADOS. 20
8.5 ESTADOS DEL TIEMPO 20
8.6 INFORME DE INVERSIÓN Y BUEN MANEJO DEL ANTICIPO Y/O PAGO ANTICIPADO DEL CONTRATISTA 20
8.7 REVISIÓN Y VERIFICACIÓN DE PAGO DE APORTES A LA SEGURIDAD SOCIAL Y PARAFISCALES DEL CONTRATISTA DE OBRA POR PARTE DEL INTERVENTOR. 20
9 ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS. 20
9.1 INFORME GESTIÓN AMBIENTAL. 20
10 INFORMACIÓN DEL CONTRATO DE INTERVENTORÍA 21
10.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL CONTRATO DE INTERVENTORÍA (INCLUYE SEGUIMIENTO A LAS GARANTÍAS CONTRACTUALES). 21
10.2 ESTADO DE CONTRATO Y PÓLIZAS. 22
10.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES EJECUTADAS POR PARTE DEL INTERVENTOR DURANTE EL PERIODO. 23
10.3.1 Seguimiento A Las Actividades Diseño de barrera para el control de tarullas y sobrenadantes en la embocadura del caño. 23
10.4 CONTROL DIARIO DEL EQUIPO DE INTERVENTORÍA. 24
10.5 CONTROL DIARIO DEL PERSONAL DE INTERVENTORÍA. 24
10.6 INFORMACIÓN FINANCIERA DEL CONTRATO DE INTERVENTORÍA. 25
10.7 ACTAS DE COMITÉ TÉCNICO SEMANAL DE SEGUIMIENTO AL PROGRAMA DE OBRA. 25
10.8 PAGOS REALIZADOS. 26
11 REGISTRO FOTOGRÁFICO. 26

12 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Especificaciones equipos de dragado hidráulico y apoyo..... 8
Tabla 2. Información del contrato de obra..... 13
Tabla 3.Cantidades de obras contractual inicialmente. 13
Tabla 4. Cantidades de obras contractual balaceada..... 14
Tabla 5. Relación de pólizas contratista de obra..... 15
Tabla 7. Relación de cantidades ejecutadas por el contratista..... 17
Tabla 8. Resumen de porcentaje de ejecución VS programado contratista. 18
Tabla 10. Personal empleado durante periodo..... 19
Tabla 11.Información del contrato de interventoría. 21
Tabla 12. Relación de pólizas interventoría de obra..... 22
Tabla 13. Relación de personal de interventoría. 24
Tabla 14.Resumen de porcentaje de ejecución VS programada interventoría. 25
Tabla 16. Relación actas de comité técnico y seguimiento de obra. 25
Tabla 17.Registro fotográfico. 26

ÍNDICE DE ILUSTRACION

Ilustración 1. Localización del proyecto..... 4
Ilustración 2. Localización detallada del proyecto. 5
Ilustración 3. Sitios a dragar..... 6
Ilustración 4. Sección de Dragado. 7
Ilustración 5. Draga hidráulica de corte y succión – Ellicot 670. 9
Ilustración 6. Draga hidráulica de corte y succión – Water master. 9
Ilustración 7. Convoy típico – Equipo de remoción mecánica y apoyo a dragas..... 10
Ilustración 8. Cronograma de obra aprobado y entrega final..... 16
Ilustración 9. Línea Base de seguimiento de ejecución vs programación..... 18

1 INTRODUCCION.

La Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM) es un sistema lagunar Estuarino lentico, cuyas principales fuentes de agua dulce provienen y la constituyen el río Magdalena (el más grande de Colombia) desde el oeste y varios ríos de la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) desde el este. La CGSM, es considerada como la más importante de todas las Ciénagas del Departamento y uno de los seis humedales de importancia mundial del País, por su extensión, su situación geográfica y por la riqueza ictiológica que contiene, cuyo valor económico es inestimable. Cuenta con un área de 4,280.00 km², de los cuales 730 km2 son espejos de agua.

Los sedimentos cuaternarios del delta son parte de acumulación continuada de clásticos post-oro-génico derivados de los levantamientos tectónicos adyacentes y depositados en la cuenca del río bajo Magdalena desde el Eoceno. La laguna está rodeada por mangles que progresivamente hacia el interior pasan a ser pantanos de agua dulce, las aguas fluviales que entran en la ciénaga a través de estos pantanos llevan poca carga en suspensión y ninguna de arrastre. Así mismo el promedio de sedimentación es bajo, sedimentos arenosos están reducidos a los sitios vecinos a canales activos, especialmente cerca de la costa norte.

Las condiciones meteorológicas que se presenta durante las diferentes épocas del año hacen que cuerpos de agua, cauces, ríos, etc., tornen a diferentes niveles de agua, y cuando estos sobrepasan los límites, traen consigo mismo inundaciones a las comunidades aledañas, es por eso la realización del estudio hidrológico donde se analicen los caudales ayudara a la prevención de desastres con respecto al aumento del nivel del agua.

Este estudio se desarrolla con el fin de restaurar el ecosistema, fortalecer el sector pesquero, disminuir la sedimentación, la cual, permitirá disminuir la inundación de la zona y recuperar la cobertura vegetal del bosque del manglar, del sector en estudio. El continuo aumento de las condiciones ambientales adversas generadas por el cambio climático, unida a las acciones antropogénicas de desestabilización de los ecosistemas, han ocasionado que las corrientes marinas, el oleaje, los fuertes vientos y la carencia de agua dulce den pie a la pérdida de gran parte del bosque manglar existente en el área del Parque Isla de Salamanca. Esta situación ha originado un aumento de la salinidad de los suelos, poniendo en riesgo los ecosistemas existentes y con ello el desarrollo socioeconómico de la región, ya la mayoría de las actividades giran en torno a estos cuerpos de agua. Desde hace varios años, la Corporación también ha venido contando con el apoyo del Instituto Nacional de Vías – Invías para el mantenimiento de los caños Clarín Nuevo y Clarín Viejo, actividad que permite la recuperación de la zona del Vía Parque Isla Salamanca. Como muestra de lo anterior se puede tomar como ejemplo el último proyecto llevado a cabo en el año 2021, en el que se le realizó mantenimiento al caño Clarín Nuevo.

Buscando seguir trabajando en la recuperación de tan importante ecosistema y conocedores del interés del Instituto Nacional de Vías – INVIAS sobre el particular, la Corporación en cumplimiento de su misión institucional se permite presentar el

proyecto denominado **"DRAGADO DE MANTENIMIENTO Y OBRAS DE MANTENIMIENTO HIDRÁULICO DEL CAÑO CLARÍN NUEVO",** como un aporte a las intervenciones realizadas en vigencia anteriores en los caños Clarín Nuevo y Viejo, en el marco de los diferentes convenios que se han suscrito con el INVIAS.

El presente documento corresponde al Informe **MENSUAL DE INTERVENTORÍA N° 3**, que abarca el periodo comprendido entre el 05 de enero y el 03 de febrero de 2026. En él se presenta la descripción detallada del seguimiento efectuado por el **CONSORCIO CLARÍN 2025** durante dicho periodo, incluyendo lo relacionado con la revisión y aprobación del ítem "*Diseño De Barrera Para El Control De Tarulla Y Sobrenadantes En La Embocadura Del Caño (Glb)"* en el marco del proyecto.

CONSORCIO
CLARIN
2025

2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El ecosistema Parque Isla Salamanca constantemente está expuesto la reducción de la cobertura vegetal, así como, a un estado de deterioro de la biodiversidad ambiental producto de actividades antrópicas; dentro de la más conocida se encuentra principalmente la construcción de la vía Barranquilla - Ciénaga, que si bien, ha traído desarrollo a nuestra región, pues permite una comunicación rápida y segura entre Barranquilla y Santa Marta, y con el resto del país, el costo ecológico que ha causado es incalculable, de los cuales el más conspicuo fue la pérdida de aproximadamente 285,7 km2 (28.570 ha) de manglar entre 1956 y 1995, que corresponden al 55,8% de la cobertura de bosque que existía originalmente (51.150 ha); como resultado del incremento de la salinidad de los suelos y cuerpos de agua internos. Los efectos sobre estos recursos naturales también se han visto influenciados por el acelerado crecimiento de la población humana que ha hecho uso indiscriminado de los mismos, sin medidas eficaces de regulación y vigilancia.

Las obras de dragado que se ha venido ejecutando en los caños Clarín Nuevo y Clarín Viejo con los recursos aportados por el INVIAS, ha generado escenarios de recuperación del ecosistema en el sector ecoturístico de la Vía Parque Isla de Salamanca – VIPIS, debido a la disminución de la hipersalinidad de las aguas y suelos, gracias al aporte de un caudal adicional de agua dulce proveniente del río Magdalena, situación que puede visualizarse con claridad en el último informe técnico de monitoreo del INVEMAR, correspondiente al año 2017.

3 OBJETIVOS.

3.1 OBJETIVO GENERAL.

Realizar el mantenimiento del Caño Clarín Nuevo como parte de las acciones de recuperación integral del Vía Parque Isla Salamanca, en el departamento del Magdalena, con el fin de mejorar las condiciones ambientales, favorecer la restauración del ecosistema y garantizar la sostenibilidad de los recursos naturales de la zona.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Disminuir los aportes de sedimentos del caño Clarín Nuevo entre la zona del sector en estudio.
- Realizar el seguimiento de las condiciones ambientales del caño Clarín Nuevo.
- Preservar la fauna habitante de la zona de ejecución del proyecto.

4 GENERALIDADES DEL SECTOR.

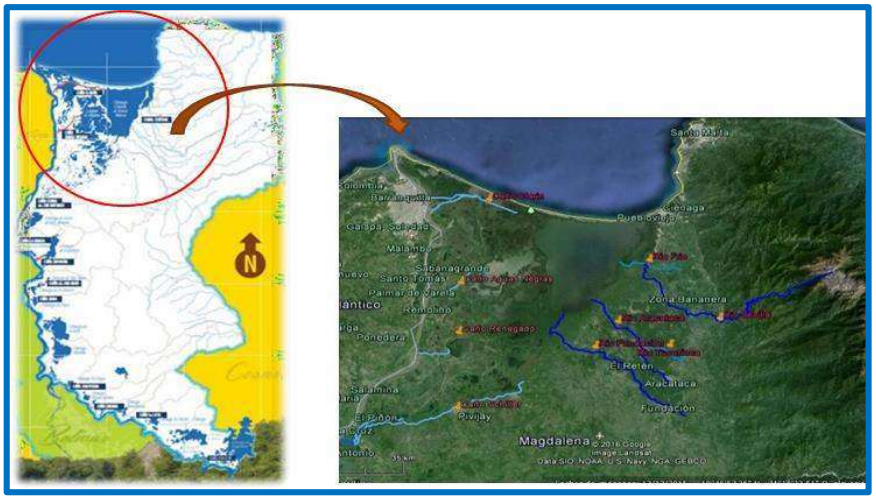
4.1 LOCALIZACIÓN GENERAL DE LA CGSM.

La ecorregión del Sistema Deltaico Estuarino de la Ciénaga Grande de Santa Marta SDE- CGSM, está conformada por la planicie oriental de inundación del delta del río Magdalena, el complejo de ciénagas de Pajarales, el cuerpo de agua de la Ciénaga Grande y la Isla de Salamanca; localizada entre los 10°43´ y los 11°00´ latitud Norte y, los 74°16´y 74°38´ longitud Oeste (Imagen No.1), incluyendo un área aproximada de 3.812 km2, de los cuales 757 km2 corresponden a cuerpos de agua, Además de la importancia ecológica de la ecorregión, declarada en 1998 como sitio Ramsar de importancia mundial, que alberga dos áreas protegidas núcleo de la Reserva de Biósfera (UNESCO): El Vía Parque Isla de Salamanca (VIPIS) y el Santuario de Flora y Fauna CGSM (SFFCGSM).

El límite occidental del complejo lo determinan las vertientes provenientes de la Sierra Nevada de Santa Marta y la Zona Bananera, que aportan un flujo importante para la recuperación del ecosistema. La interacción entre la CGSM y el mar corresponde al límite Norte del área del proyecto en donde interactúan los cuerpos de aguas fluviales y marítimas.

Geográficamente la ecorregión abarca 13 municipios: Sitio Nuevo, Pueblo Viejo, Remolino, El Retén, Salamina, Zona Bananera, Pivijay, Ciénaga, Aracataca, El Piñón, Fundación, Concordia y Cerro de San Antonio; adicionalmente en el complejo de Pajarales se encuentran las comunidades palafíticas de Buenavista y Nueva Venecia. La demografía se concentra en el casco urbano y el área rural de Ciénaga (100.908 habitantes), la Zona Bananera (56.404 habitantes), Pivijay (38.307 habitantes), Aracataca (34.929 habitantes), Sitio Nuevo (26.777 habitantes) y Pueblo Viejo (24.865 habitantes); municipios en donde las actividades económicas se enfocan en la pesca artesanal, agroindustria, ganadería y la economía informal.

Ilustración 1. *Localización del proyecto.*



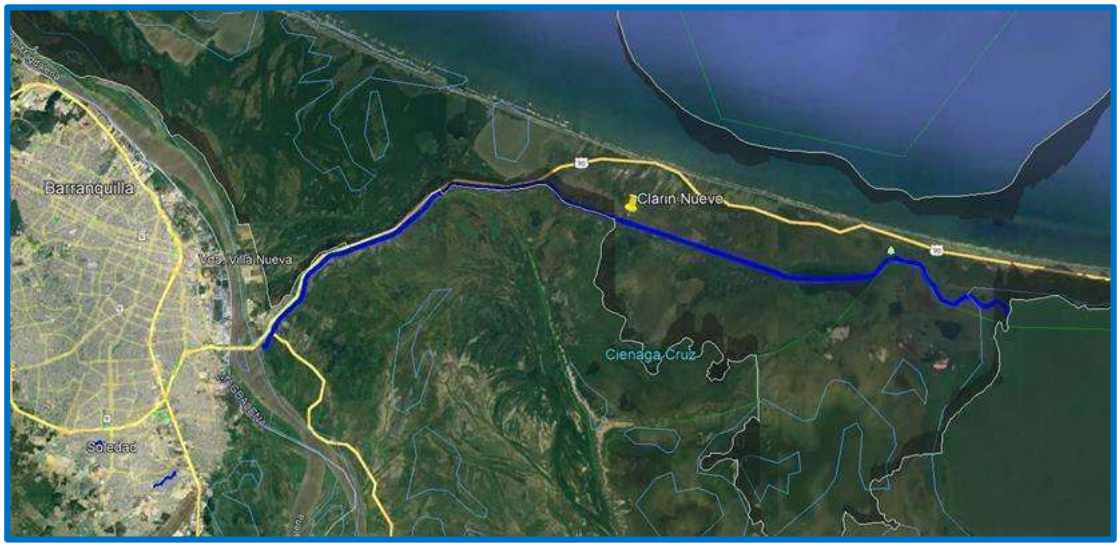
Fuente: Documento Estudios Previos.

4.2 LOCALIZACIÓN GENERAL DEL SECTOR A INTERVENIR.

El Municipio de Sitio Nuevo se localiza en la parte Noroccidental del departamento del Magdalena, entre los 10° 47' Longitud norte y los 74° 52' de Longitud oeste de Greenwich. Comprende una extensión de 967 Km2 que equivale al 4% del área departamental y al 0.08% del total nacional, su altura sobre el nivel del mar es de 5 m, dista 126 Km. con la ciudad de Santa Marta (Capital del Departamento) y a 24.5 Km del distrito de Barranquilla. El territorio municipal limita al norte con el Mar Caribe, por el sur con el Municipio de Remolino, al Oriente con Pueblo Viejo y Occidente con el Río Magdalena1.

Las obras a ejecutarse mediante el presente proyecto se realizarán en el caño Clarín Nuevo – Ciénaga Grande de Santa Marta.

Ilustración 2. *Localización detallada del proyecto.*



Fuente: Documento Estudios Previos.

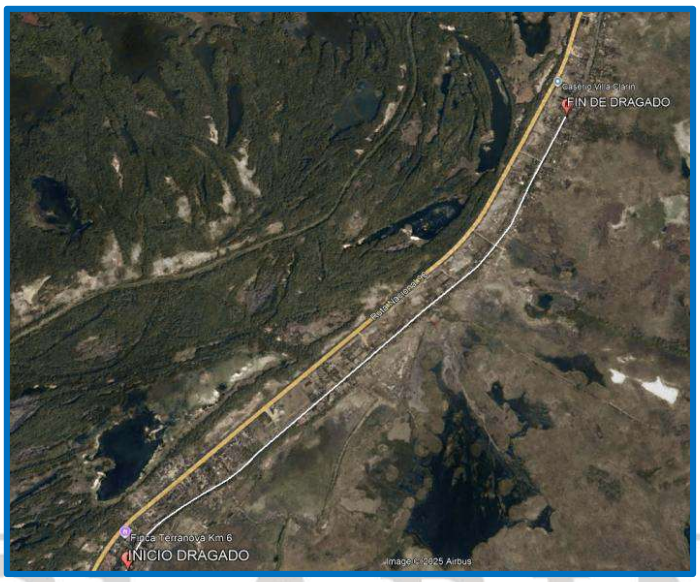
4.3 CLIMA

El clima de la zona es semiárido-tropical, con 6-7 meses secos al año y un déficit hídrico de 1.031 mm. año-1, debido a que la evapotranspiración (1.431 mmaño-1) es mayor que la precipitación (400 mm. año-1) (PROCIENAGA 1995, Twilley et al., 1999). Se presentan dos épocas climáticas principales, un período seco de diciembre a abril y uno lluvioso de septiembre a noviembre bajo condiciones normales, es decir, sin la influencia del fenómeno ENOS; el cual representa el 70 % de la precipitación total anual. Los cambios en el nivel del agua son causados principalmente por la entrada de agua dulce proveniente de los ríos Magdalena, Fundación, Aracataca y Sevilla, y por precipitación local. La amplitud de la marea es reducida (20-30 cm) y tiene efecto principalmente en la Isla Salamanca (Garay et al., 2004).

4.4 SELECCIÓN DE LOS SITIOS A DRAGAR.

Dando continuidad a los trabajos de dragados realizados en años anteriores, se continuará el dragado desde la abscisa k4+210 al k6 + 950 (de acuerdo a la Topo-batimetría actualizada).

Ilustración 3. *Sitios a dragar*



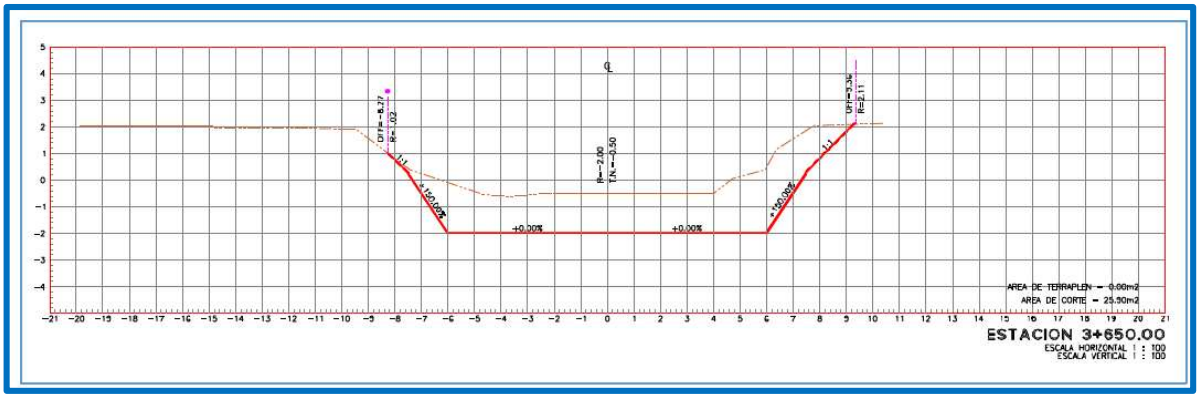
Fuente: Documento Estudios Previos.

El volumen de dragado ha sido estimado en 94.626 m3 considerando la necesidad de retirar sedimentos en los meses que quedan del año. La profundidad del dragado que alcanzará deberá ser máximo; la cota -2,0 m.s.n.m .

5 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LAS OBRAS.

Para el caso particular caño Clarín Nuevo, según la sección implementa durante la recuperación de este, se requiere un caudal entre 2 y 20 m3/seg para poder mantener el equilibrio de los ecosistemas presentes en los sectores.

Ilustración 4. *Sección de Dragado.*



Fuente: Autor.

5.1 CANAL

5.1.1 Geometría de la sección.

Por facilidad constructiva y estabilidad, se requiere de una sección del tipo trapezoidal en ancho, profundidad e inclinación de los taludes, optima que garantice el flujo continuo de las aguas al sistema para la recuperación del ecosistema parque isla salamanca.

5.1.2 Longitud.

Para permitir la continuidad del flujo de las aguas desde el rio Magdalena hasta el Parque de Isla de Salamanca y disminuir la salinidad para mejorar las condiciones físico ambientales para la proliferación del manglar, en la propuesta de intervención se plantea el mantenimiento mediante dragado hidráulico del caño Clarín Nuevo en una longitud de 3 Km, sin embargo, para este diseño se consideró una cota de fondo de -2.0 m.s.n.m., ya que actualmente se encuentra muy sedimentado y no permite el ingreso adecuado del caudal.

5.1.3 Ancho de solera

El canal que reestablecerá la continuidad del flujo al sistema del Parque Isla Salamanca en los sectores antes mencionado, tendrá un ancho mínimo de diez (10) metros de acuerdo con el esquema que se presenta a continuación.

5.1.4 Cota solera

De acuerdo con las modelaciones establecidas para el sistema se estable una cota de fondo de solera para garantizar el suministro de agua por parte del rio magdalena para niveles mínimos de -2.0 msnm.

5.1.5 Taludes

Teniendo en cuenta el Angulo de fricción interna que presenta el suelo de 22°, se requiere de un talud en proporciones 1 metro en vertical y 2.5 metros en horizontal.

5.1.6 Pendiente del Canal

Por las características de la velocidad del agua para que las partículas no se sedimenten en el canal y estas sean transportadas a la línea de costa para el acarreo litoral, se define una pendiente de 0.07 por ciento.

5.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS.

Para la ejecución de los trabajos, el Contratista dispone como mínimo equipos relacionados en las tablas 1, a continuación, de acuerdo con el equipo mínimo requerido en el Contrato.

Tabla 1. *Especificaciones equipos de dragado hidráulico y apoyo.*

No	Tipo	Nombre	Características y Especificaciones
1	Draga de corte y succión	Victory	Marca: ellicot serie 670 Producción teórica: 450m3/h Potencia: 715 HP (C-18) Calado vacío: 0,89 m Puntal: 1,22 m Puntal útil: 0,21 m Eslora: 23,62 m Manga: 6,0 m Diámetro succión: 14” Diámetro descarga: 14” Longitud tubería: 600 m
2	Draga de corte y succión	Ciudad de Barranquilla 1 & 2	Marca: Water Master Producción teórica: 100m3/h Potencia: 250 HP (C-7) Calado vacío: 0,60 m Puntal: 1,22 m Puntal útil: 0,21 m Eslora: 12,62 m Manga: 3,2 m Diámetro succión: 8” Diámetro descarga: 8” Longitud tubería: 600 m
3	Excavadora	Hitachi 200	Potencia: 135 HP (110 Kw)
4	Bote	Pandregi I	Capacidad: 138 Ton
5	Lancha	MaryMar II	Motor: 20 HP
6	Lancha	Coco Verde	Motor: 90 HP

Fuente: Informe del contratista de obra – ODN SAS.

Ilustración 5. *Draga hidráulica de corte y succión – Ellicot 670.*



Fuente: Informe del contratista de obra – ODN SAS.

Ilustración 6. *Draga hidráulica de corte y succión – Water master.*



Fuente: Informe del contratista de obra – ODN SAS.

Ilustración 7. *Convoy típico – Equipo de remoción mecánica y apoyo a dragas.*



Fuente: Informe del contratista de obra – ODN SAS.

CONSORCIO CLARIN 2025

6 COMPONENTES DEL PROYECTO.

Las actividades por ejecutar del proyecto se discriminan a continuación:

6.1 LOCALIZACIÓN, TRAZADO Y REPLANTÉO TOPOGRÁFICO (KM).

La Localización, Trazado y Replanteo de las obras consiste en todas las actividades de precisión la que permiten la localización planimétrica y altimétrica de las obras objeto del contrato, con el fin de establecer los puntos y ejes dados como referencia necesarios para la correcta ejecución de los diseños, así como la nivelación y control topográfico permanente de las obras por ejecutar, siguiendo las referencias del proyecto suministrado, de tal manera que ocupen la posición indicada con relación a las obras existentes y los accidentes topográficos.

Para efectos del replanteo, se debe tomar como referencia inicial las coordenadas y cotas de las áreas que se encuentren determinadas con anterioridad. A partir de esta ubicación, las obras se replantearán de acuerdo al diseño definitivo del proyecto.

En estos trabajos de replanteo se incluyen las secciones batimétricas que debe levantar el CONTRATISTA a todo lo largo del cuerpo de agua, espaciadas de acuerdo a las secciones indicadas en los planos del proyecto y que servirán para efectos de medida y pago del ítem. Además, se incluyen los trabajos que tendrá que ejecutar en tierra para el control del abscisado y el posicionamiento de los equipos.

La localización y acotamiento del proyecto se apoyará en los sistemas planimétricos y altimétricos indicados en los planos del proyecto que serán suministrados al ejecutor del proyecto.

6.2 DRAGADO HIDRÁULICO MEDIANTE USO DE DRAGA CORTADORA DE SUCCCIÓN (M3).

La actividad consiste en la remoción de materiales del fondo del cauce, utilizando para ello el sistema de dragado de succión el cual corta el sedimento depositado en el fondo y los dispone en las zonas definidas por el CONTRATISTA. En estas zonas se deberá fabricar una piscina de sedimentos que permita dicha disposición. El dragado hidráulico, se realizará una vez sean localizadas y conformadas las zonas de disposición previa aprobación de la INTERVENTORÍA. La actividad incluye el seguimiento y control topo batimétrico permanente, por lo cual el CONTRATISTA se compromete a contar con una comisión topográfica durante el desarrollo de esta actividad, la cual realizará el control y seguimiento a la actividad, con el fin de que se cumplan las cotas establecidas en los diseños.

El Dragado Hidráulico de sedimentos, contempla el suministro de todos los recursos necesarios, tales como mano de obra, transporte y maquinaria, para la ejecución de la extracción de materiales y explanación del mismo.

6.3 MANTENIMIENTO DE ZONA ALEDAÑA A LOS BOX CULVERTS PARA PERMITIR EL INTERCAMBIO DE AGUA: INCLUYE RETIRO DE LOS SEDIMENTOS, RAÍCES Y TRONCOS, MALEZA Y TODO MATERIAL QUE RESTRINJA EL FLUJO DE AGUA (UND).

La actividad consiste en la limpieza y adecuación de las áreas inmediatas a los box culverts, con el fin de garantizar el libre intercambio de agua entre los cuerpos hídricos conectados. El mantenimiento se orienta a remover los elementos que obstruyen el flujo y que generan represamientos, disminuyendo la capacidad hidráulica de la estructura.

6.4 LIMPIEZA MANUAL DE VEJETACIÓN (M2).

Esta actividad comprende la ejecución de toda clase de limpieza manual, retiro de vegetación y residuos sólidos ordinarios del cuerpo de agua indicado en los planos o requeridas durante el proceso constructivo.

Las limpiezas y retiros hechas para conveniencia del CONTRATISTA y las ejecutadas sin autorización escrita de la INTERVENTORIA o SUPERVISION, así como las actividades que sea necesario realizar para reponer las condiciones antes existentes, serán por cuenta y riesgo del CONTRATISTA.

El CONTRATANTE, no reconocerán ningún exceso sobre las cantidades especificadas. La disposición lateral del material vegetal se extenderá en las márgenes de los cuerpos de agua, a una distancia mínima de 3 metros del margen superior del talud.

Para el cálculo del análisis de precio unitario de este ítem, se tuvo en cuenta un espesor promedio de retiro de material de vegetación o residuos sólidos ordinarios de 0.50m y la disposición de materiales removidos se extenderá sobre las márgenes adyacentes al cuerpo de agua. Por lo anterior el contratista debe procurar extraer por metro cuadrado m2 la cantidad de residuos establecidos. No se reconocerá ningún sobre costo por las dificultades de acceso de equipos, materiales y herramientas al sitio de las obras.

6.5 SALVAMENTO DE FAUNA ACUÁTICA Y TERRESTRE (UND).

Esta actividad consiste en el ahuyentamiento y salvamento de la fauna que se encuentre amenazada durante la ejecución de las obras. Las actividades del dragado que se desarrollan sobre ecosistemas estratégicos (Manglares, eneales), pueden tener etapas como el descapote, remoción de la capa vegetal, remoción del suelo y procesos del dragado que pueden influir negativamente en la supervivencia de las especies. El trabajo de la maquinaria pesada afecta los sitios donde se esconden o anidan las especies y corren el peligro de ser sepultadas entre el sedimento, aprisionadas o aplastadas por la maquinaria o ser capturadas por personas. Todos estos factores son presiones negativas sobre las especies, por lo que se debe mitigar el impacto a las que son sometidas, durante la ejecución de las obras de dragado.

Se debe establecer una señalización en diferentes puntos del área de ejecución en las que se encuentren comunidades, donde se comunique que las actividades de cacería y comercio ilegal de especies se encuentran prohibidas y que son penalizadas por la ley colombiana. Debe también incluir los logos de las autoridades y las leyes relacionadas con las actividades ilícitas que castigan la cacería ilegal y el tráfico de especies silvestres. La señalización debe estar concertada con la oficina de comunicaciones de CORPAMAG.

Para implementar el Salvamento de Fauna Acuática y Terrestre en el Marco de la Ejecución del Proyecto, se debe seguir la guía del Protocolo de Ahuyentamiento y Rescate de Fauna Silvestre que maneja la Corporación Autónoma del Magdalena.

6.6 DISEÑO DE BARRERA PARA EL CONTROL DE TARULLA Y SOBRENADANTES EN LA EMBOCADURA DEL CAÑO (GLB).

El items consiste en el diseño de una estructura de control hidráulico destinada a la retención y manejo de tarulla (Eichhornia crassipes) y demás sobrenadantes presentes en la embocadura del caño. La barrera se diseña como un sistema flotante y anclado, capaz de adaptarse a las variaciones de nivel y caudal, garantizando la continuidad del flujo de agua y evitando la obstrucción de la sección hidráulica.

7 INFORMACIÓN DEL CONTRATO DE OBRA.

7.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL CONTRATO DE OBRA.

A continuación, se relacionan los datos del contrato de obra en la siguiente tabla:

Tabla 2. *Información del contrato de obra.*

CONTRATO No	LP 004 DE 2025
TIPO DE CONTRATO	Contrato de Obra
OBJETO	"MANTENIMIENTO DEL CAÑO CLARÍN NUEVO COMO APORTE A LA RECUPERACIÓN DEL VÍA PARQUE ISLA SALAMANCA EN EL DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA".
CONTRATANTE	Corporación Autónoma Regional del Magdalena – CORPAMAG, Nit.: 901.486.053-4
CONTRATISTA	Obras del Norte SAS, Nit.: 901.486.053-4.
NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL DEL CONTRATISTA	JOSÉ HERNÁNDEZ MIER, Cedula de ciudadanía 1.042.424.437 de Barranquilla; Atl.
INTERVENTORÍA	CONSORCIO CLARÍN 2025, Nit.: 901998450-2.
NOMBRE REPRESENTANTE LEGAL DE INTERVENTORÍA	Edgardo Orlando Galofre Sánchez, Cedula de Ciudadanía 19.114.209 de Bogotá D.C; Cund.
VALOR INICIAL	DOS MIL CUATROCIENTOS NOVENTA Y CINCO MILLONES TRESCIENTOS CINCUENTA Y SIETE MIL QUINIENTOS CUARENTA Y NUEVE PESOS CON TREINTA Y DOS CENTAVOS ($ 2.495.357.549,32)
PLAZO	El plazo de ejecución del contrato es de TRES (3) MESES, contados a partir de la fecha de suscripción del acta de inicio, previo cumplimiento de los requisitos de perfeccionamiento y ejecución
FECHA DE INICIO	Cuatro (04) de noviembre de 2025
FECHA DE TERMINACIÓN INICIAL	Tres (03) de febrero de 2026

Fuente: Autor.

7.2 CANTIDADES DE OBRAS CONTRACTUALES INICIALES.

A continuación, se relacionan las cantidades de obra del contrato inicialmente en la siguiente tabla:

Tabla 3.*Cantidades de obras contractual inicialmente.*

ITEM	UNIDAD	CANTIDADES
Localización, Trazado y Replanteo Topográfico	KM	3,7
Dragado Hidráulico Mediante Uso de Draga Cortadora de Succión	M3	94.626,00
Mantenimiento de zona aledaña a los box culverts para permitir el intercambio de agua: incluye retiro de los sedimentos, raíces y troncos, maleza y todo material que restrinja el flujo de agua.	UND	5,00

Limpieza Manual de Vegetación	M2	50.000,00
Salvamento de Fauna Acuática y Terrestre	MES	3,00
Diseño de Barrera para el Control de Taruya y sobrenadantes en la Embocadura del Caño	GLB	1,00

Fuente. Autor.

7.3 CANTIDADES DE OBRA BALANCE 01.

Con base en la visita de reconocimiento registrada en el acta de reunión del 13 de diciembre de 2025, en la cual participaron el contratista de obra, la Interventoría y la Fundación FUNDAMAG, se realizó un recorrido por los puntos correspondientes al ítem *"Mantenimiento de zona aledaña al box culverts para permitir el intercambio de agua, que incluye el retiro de sedimentos, raíces, troncos, maleza y todo material que restrinja el flujo hidráulico".* Durante la inspección se evidenció que la ejecución de esta actividad era necesaria únicamente en tres (3) de las cinco (5) unidades inicialmente previstas, de acuerdo con las condiciones reales del sitio.

Así mismo, considerando que el plan de ejecución del contratista permitió la finalización de las actividades en un plazo menor al inicialmente programado, se determinó la necesidad de ajustar el ítem **"Salvamento de Fauna Acuática y Terrestre"**, reduciendo su duración de tres (3) meses a un (1,5) mes, sin afectar el cumplimiento de las medidas ambientales establecidas. En consecuencia, el contratista presentó la solicitud de mayores y menores cantidades de obra en equilibrio.

Una vez realizado el análisis técnico correspondiente, la Interventoría aprobó las modificaciones propuestas, al considerar que estas generan un beneficio directo para el proyecto, optimizando la capacidad hidráulica del canal en una mayor extensión y contribuyendo de manera significativa a la mitigación del riesgo de inundaciones en el área de influencia. A continuación, se presentan las cantidades de obra ajustadas del contrato, las cuales se relacionan en la tabla siguiente:

Tabla 4. *Cantidades de obras contractual balaceada.*

ITEM	UNIDAD	CANTIDADES INICIALES	BALANCE (+/-)	CANTIDADES FINAL
Localización, Trazado y Replanteo Topográfico	KM	3,7	0,00	3,70
Dragado Hidráulico Mediante Uso de Draga Cortadora de Succión	M3	94.626,00	+ 1.469,04	96.095,04
Mantenimiento de zona aledaña a los box culverts para permitir el intercambio de agua: incluye retiro de los sedimentos, raíces y troncos, maleza y todo material que restrinja el flujo de agua.	UND	5,00	-2,00	3,00
Limpieza Manual de Vegetación	M2	50.000,00	+4.626,69	54.626,69
Salvamento de Fauna Acuática y Terrestre	MES	3,00	-1,5	1,5
Diseño de Barrera para el Control de Taruya y sobrenadantes en la Embocadura del Caño	GLB	1,00	0,00	0,00

Fuente. Autor.

7.4 CONTROL LEGAL DEL CONTRATO DE OBRA.

A continuación, se presenta lo relacionado con el seguimiento a las garantías contractuales realizadas al Contrato de Obra.

Tabla 5. *Relación de pólizas contratista de obra.*

GARANTIA DE CUMPLIMIENTO			
Póliza de Cumplimiento	600-47-994000077651		
Expedida por	Aseguradora Solidaria de Colombia		
Fecha de expedición	10/11/2025		
AMPARO	**VIGENCIA**		**VALOR ASEGURADO**
	Fecha Inicial	**Fecha Final**	
Cumplimiento de Contrato	4/11/2025	4/08/2026	$249.535.754,90
Pago de Salarios y Prestaciones Sociales	4/11/2025	4/02/2029	$124.767.877,45
Calidad del Servicio	10/01/2026	10/02/2028	$249.535.754,90
GARANTIA DE RESPONSABILIDAD CIVIL EXTRACONTRACTUAL			
Póliza de responsabilidad Civil Extracontractual	600-74-994000012358		
Expedida por	Aseguradora Solidaria de Colombia		
Fecha de expedición	10/11/2025		
AMPARO	**VALOR ASEGURADO**		
Predios, labores y operaciones	$ 427.050.000,00		
Contratista y subcontratista	$ 427.050.000,00		
RCE Patronal	$ 427.050.000,00		
Vehiculos propios y no propios	$ 427.050.000,00		
Responsabilidad Civil Cruzada	$ 427.050.000,00		

Fuente. Autor.

8 SEGUIMIENTO A LAS ACTIVIDADES EJECUTADAS DURANTE EL PERIODO.

8.1 ACTIVIDADES EJECUTADAS DURANTE EL PERIODO.

Durante el periodo del 05 de enero de 2026 al 03 de febrero del 2026 la interventoría realizó seguimiento a las siguientes actividades:

- **DISEÑO DE BARRERA PARA EL CONTROL DE TARULLAS Y SOBRENADANTES EN LA EMBOCADURA DEL CAÑO.**

  Se llevó a cabo la aprobación del diseño correspondiente a la barrera flotante, una vez realizada la revisión técnica integral de los estudios presentados por el

contratista. La Interventoría verificó que el diseño cumple con los criterios técnicos, normativos y de seguridad aplicables, así como con las condiciones hidráulicas del sitio, evidenciando su idoneidad para mitigar el avance de la vegetación flotante sin afectar el régimen de flujo del caño. En este sentido, se constató que la geometría propuesta, el sistema de anclaje y los materiales especificados garantizan la estabilidad y funcionalidad de la estructura bajo los escenarios de operación previstos, por lo cual el diseño fue aprobado, condicionado al estricto cumplimiento de las recomendaciones técnicas y al Plan de Mantenimiento establecidos en el estudio.

8.2 INFORME DE AVANCE.

Cumpliendo con lo establecido en el contrato, a continuación, se presenta la relación de documentos incluidos en los anexos, los cuales se describen las principales actividades realizadas por el contratista **CONSORCIO CLARÍN 2025** en relación con el avance de obra programadas, ejecutadas y acumuladas del contrato, los informes semanales de interventoría las copias de las actas de comité técnico semanal de seguimiento al programa de obra y control de equipos, personal y estado del tiempo.

8.2.1 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES Y EJECUCIÓN.

Se anexa el cronograma, relacionando las fechas de terminación de las actividades como la finalización del contrato.

Ilustración 8. *Cronograma de obra aprobado y entrega final.*

ODN OBRAS DEL NORTE

CRONOGRAMA DE OBRA - CAÑO CLARIN NUEVO 2025 (FINAL)

CONSORCIO CLARIN 2025

MANTENIMIENTO DEL CAÑO CLARIN NUEVO COMO APORTE A LA RECUPERACION DEL PARQUE ISLA SALAMANCA EN EL DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA"

PROGRAMA DE OBRA PROPUESTO

	ACTIVIDAD	DIAS	FECHA INICIO	FECHA FINAL
0	Socializacion Contrato	1	5/11/2025	5/11/2025
1	Localización Trazado y Replanteo Topográfico.	6	5/11/2025	11/11/2025
1	Dragado Hidráulico Mediante el uso de Draga Cortadora de Succión. Incluye: Seguimiento, Control Topobatimétrico y Disposición de material con tubería.	46	15/11/2025	31/12/2025
0	Movilizacion de equipos y tuberias	2	12/11/2025	14/11/2025
2	Mantenimiento de zona aledaña a los box culverts para permitir el intercambio de agua	29	25/11/2025	24/12/2025
3	Limpieza Manual de Vegetación.	36	18/11/2025	24/12/2025
1	Salvamento Fauna Acuatica y Terrestre	47	14/11/2025	31/12/2025
2	Diseño de barrera para el control de tarullas y sobrenadantes en la embocadura del caño.	36	18/11/2025	24/12/2025
0	ENTREGA FINAL	1	31/12/2025	31/12/2025



8.2.2 AVANCE DE OBRAS PROGRAMADAS, EJECUTADAS Y ACUMULADAS DEL CONTRATO.

Se adjunta la siguiente tabla donde se evidencia el avance de obra ejecutada por actividad con respecto al balance 01 de cantidades del 26 de diciembre del 2025.

Tabla 6. *Relación de cantidades ejecutadas por el contratista.*

ÍTEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD (BALANCE 01)	VALOR UNITARIO + AIU	VALOR TOTAL CON AIU	PERIODO No.3 (BALANCE 01)	
I. PRELIMINARES						**CANT EJECUTADA**	**VALOR PARCIAL**
1.1	Localización Trazado y Replanteo Topográfico.	Km	3,70	$ 3.648.637,59	$ 13.499.959,08	0,00	$ 0,00
II. MANTENIMIENTO HIDRÁULICO							
2.1	Dragado Hidráulico Mediante el uso de Draga Cortadora de Succión y Disposición de material tuberi	m3	96.095,04	$ 21.770,44	$ 2.092.031.140,87	0.00	$ 0,00
2.2	Mantenimiento de zona aledaña a los box culverts para permitir el intercambio de agua: incluye retiro de los sedimentos, raíces y troncos, maleza y todo material que restrinja el flujo de agua.	Und	3,00	$ 11.752.107,75	$ 35.256.323,25	0,00	$ 0,00
2.3	Limpieza Manual de Vegetación.	m2	54.626,69	$ 5.080,14	$ 277.511.204,25	0,00	$ 0,00
III. ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS							
3.1	Salvamento de Fauna Acuática y Terrestre	Mes	1,50	$ 21.321.147,89	$ 31.981.721,84	0,00	$ 0,00
3.2	Diseño de barrera para el control de tarullas y sobrenadantes	Glb	1,00	$ 45.077.200,00	$ 45.077.200,00	0,00	$ 45.077.200,00

	en la emboc. del caño						

Fuente. Autor

A continuación, se presenta un resumen del estado financiero a la fecha de corte 03 de febrero del 2026, sobre la ejecución del contrato.

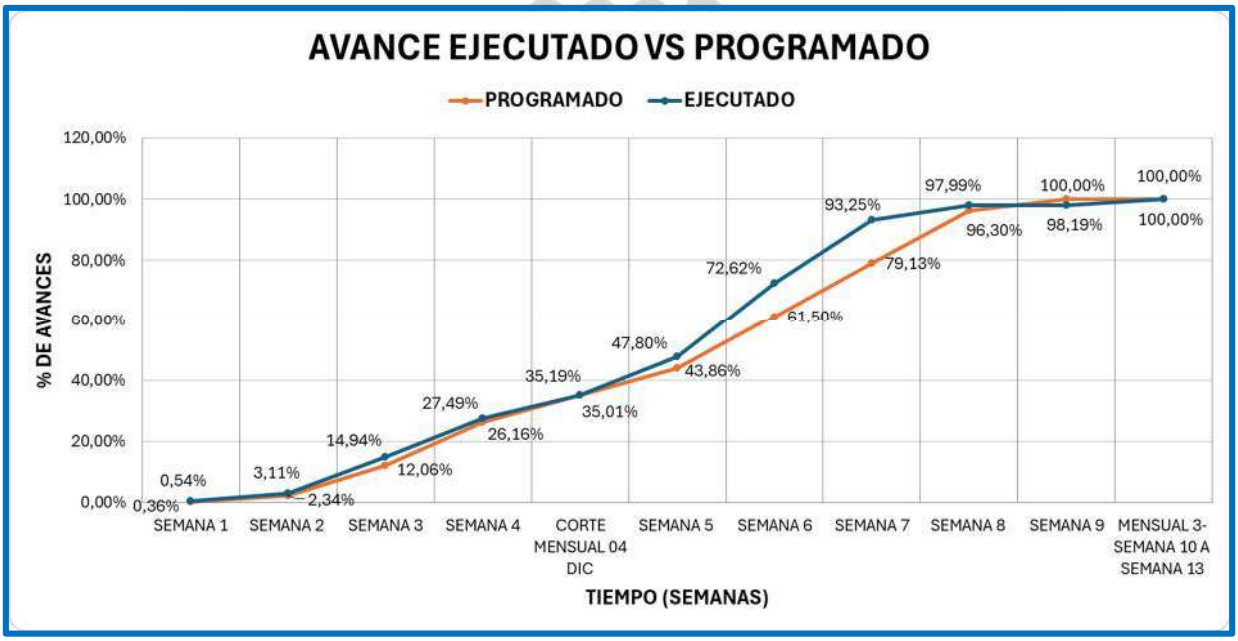
Tabla 7. *Resumen de porcentaje de ejecución VS programado contratista.*

VALOR DEL CONTRATO	$ 2.495.357.549,32	PORCENTAJE (%)
VALOR PROGRAMADO	$ 2.495.357.549	100.00%
VALOR EJECUTADO	**$ 2.495.357.549**	**100.00%**

Fuente. Autor.

Dentro de las actividades desarrolladas en el periodo comprendido para este informe mensual No.3 del 05 de enero del 2026 al 03 de febrero de 2026, del contrato de obra No. LP 004 DE 2025, se cuenta con un porcentaje de avance físico de obra ejecutado acumulado del 100.00% que corresponden a $ 2.495.357.549 por lo cual, se tiene que el contratista finaliza las actividades correspondientes de ejecución.

Ilustración 9. *Línea Base de seguimiento de ejecución vs programación.*



Fuente. Autor

NOTA: El valor programado representado es consecuente con la programación inicialmente presentada por el contratista, en la cual la fecha prevista de terminación de actividades correspondía al 01 de enero de 2026. No obstante, el plazo contractual de ejecución del proyecto se encontraba establecido hasta el 03 de febrero de 2026.

En este sentido, el cronograma aprobado contemplaba una ejecución estimada de dos (2) meses dentro de un plazo contractual total de tres (3) meses, lo cual obedecía a una planeación conservadora de los tiempos por parte del contratista. Durante el segundo mes de ejecución se alcanzó aproximadamente el 98,19% de avance de las actividades programadas; sin embargo, quedó pendiente únicamente la aprobación del diseño de la barrera de sedimentos, la cual fue emitida mediante concepto técnico el 15 de enero de 2026.

En consecuencia, la ejecución total del contrato se consolidó en un plazo menor del establecido inicialmente, manteniéndose en todo momento dentro del plazo contractual vigente, sin requerir modificaciones al cronograma aprobado ni generar retrasos, reprocesos o perjuicios de ninguna índole. Lo anterior permite evidenciar que, pese a la diferencia entre la programación inicial y el plazo contractual disponible, el contratista cumplió integralmente con los tiempos pactados, garantizando la correcta finalización de las actividades dentro del marco contractual.

8.3 CONTROL DEL PERSONAL DEL CONTRATISTA DE OBRA.

Durante el periodo se utilizó el siguiente personal.

Tabla 8. *Personal empleado durante periodo.*

CARGO	DEDICACIÓN	CANTIDAD
Gerente de proyecto	30%	1
Director de obra	50%	1
Ingeniero Residente	100%	1
Especialista hidráulico	30%	1
Ingeniero Topográfico	100%	1
Especialista ambiental	50%	1
Profesional SST	50%	1
Profesional en Trabajo social	50%	1

Fuente. Contratista de Obra.

8.4 INFORMACIÓN FINANCIERA DEL CONTRATO DE OBRA.

8.4.1 PAGOS REALIZADOS.

A la fecha del presente informe, se certifica que no se han realizado pago alguno.

8.5 ESTADOS DEL TIEMPO

En el periodo comprendido entre el 05 de enero de 2026 y el 03 de febrero de 2026 se tuvo clima parcial o mayormente nublado en la zona de trabajo y lluvias, sin embargo, se presentaron lluvias moderadas, esta información se validó con, reporte de la estación y con la plataforma "The Weather Chanel". Las condiciones climatológicas corresponden a las típicas de la región para la época.

8.6 INFORME DE INVERSIÓN Y BUEN MANEJO DEL ANTICIPO Y/O PAGO ANTICIPADO DEL CONTRATISTA

El contrato de obra No. LP 004 DE 2025 no tiene anticipo.

8.7 REVISIÓN Y VERIFICACIÓN DE PAGO DE APORTES A LA SEGURIDAD SOCIAL Y PARAFISCALES DEL CONTRATISTA DE OBRA POR PARTE DEL INTERVENTOR.

Durante el periodo que corresponde de 05 enero de 2025 al 03 de febrero del 2026 el contratista ha presentado el pago de aportes a la seguridad social y parafiscales correspondientes.

9 ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS.

Los componentes objeto de seguimiento por parte de esta interventoría comprenden, entre otros, aquellos relacionados con la **gestión social**, **gestión ambiental**, **seguridad y salud en el trabajo**, **manejo de comunicaciones**, **atención a la comunidad**, así como las actividades necesarias para el **cierre técnico, social y administrativo del proyecto.**

9.1 INFORME GESTIÓN AMBIENTAL.

En cumplimiento de las obligaciones ambientales contractuales y de las Medidas de Manejo Ambiental aprobadas para el proyecto, la Interventoría realizó el seguimiento, verificación y control a la ejecución de las actividades relacionadas con el manejo integral de residuos sólidos, manejo y almacenamiento de sustancias químicas, gestión de residuos líquidos peligrosos, manejo de descapote y cobertura vegetal, así como a las acciones orientadas a la protección de la fauna y de los ecosistemas sensibles del área de intervención.

Durante el periodo evaluado, la Interventoría evidenció que dichas actividades se desarrollaron conforme a los lineamientos ambientales aplicables, verificando su correcta implementación en campo, el cumplimiento de los procedimientos establecidos y la adopción de medidas preventivas y de control orientadas a mitigar los impactos derivados de la ejecución de las obras. Lo anterior permitió constatar el

cumplimiento de la normativa ambiental vigente y de los compromisos adquiridos en el marco del contrato.

Así mismo, en ejercicio de las labores de control y seguimiento ambiental, se realizó la toma de muestras el día 26 de enero de 2026 en las siguientes abscisas:

ABSCISAS	LATITUD	LONGITUD
K4+150	1706134.98 N	929123.41 E
K5+900	1706729.70 N	930746.13 E
K7+600	1707514.96 N	932225.30 E

10 INFORMACIÓN DEL CONTRATO DE INTERVENTORÍA.

10.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL CONTRATO DE INTERVENTORÍA (INCLUYE SEGUIMIENTO A LAS GARANTÍAS CONTRACTUALES).

A continuación, se relaciona la información del contrato de interventoría en la siguiente tabla:

Tabla 9.*Información del contrato de interventoría.*

CONTRATO N°	CM 002 DE 2025
TIPO DE CONTRATO	Contrato de Interventoría
OBJETO	"Interventoría Administrativa, Técnica, Jurídica, Financiera y Ambiental al Mantenimiento del Caño Clarín Nuevo Como Aporte a la Recuperación del Via Parque Isla Salamanca en el Departamento del Magdalena"
CONTRATANTE	Corporación Autónoma Regional del Magdalena - CORPAMAG
CONTRATISTA	CONSORCIO CLARÍN 2025, Nit.: 901998450-2.
SUPERVISOR DE LA INTERVENTORÍA	FREDDY RAFAEL BENAVIDES RAMOS
NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL DEL CONTRATISTA	Edgardo Orlando Galofre Sánchez, Cedula de ciudadanía 19.114.209 de Bogotá
VALOR INICIAL	CIENTO SESENTA Y NUEVE MILLONES SEISCIENTOS NOVENTA Y DOS MIL OCHOCIENTOS DIEZ PESOS ($169.692.810).
PLAZO INICIAL	El plazo de ejecución del contrato es de TRES (3) MESES, contados a partir de la fecha de suscripción del acta de inicio, previo cumplimiento de los requisitos de perfeccionamiento y ejecución

FECHA DE ADJUDICACIÓN DEL CONTRATO	Ocho (08) de octubre de 2025
FECHA DE INICIO	Cuatro (04) de noviembre de 2025
FECHA DE TERMINACIÓN INICIAL	Cuatro (04) de febrero de 2026

Fuente. Autor

10.2 ESTADO DE CONTRATO Y PÓLIZAS.

Estado póliza del contrato de Interventoría No. CM 002 DE 2025.

Tabla 10. *Relación de pólizas interventoría de obra.*

GARANTIA DE CUMPLIMIENTO			
Póliza de Cumplimiento	46-44-101013990		
Expedida por	SEGUROS DEL ESTADO S.A.		
Fecha de expedición	10/11/2025		
AMPARO	**VIGENCIA**		**VALOR ASEGURADO**
	Fecha Inicial	**Fecha Final**	
Cumplimiento de Contrato	4/11/2025	4/08/2026	$16.969.281,00
Pago de Salarios y Prestaciones Sociales	4/11/2025	4/02/2029	$8.484.640,50
Calidad del Servicio	04/02/2026	04/02/2028	$16.969.281,00
GARANTIA DE RESPONSABILIDAD CIVIL EXTRACONTRACTUAL			
Póliza de responsabilidad Civil Extracontractual	46-44-101007189		
Expedida por	SEGUROS DEL ESTADO S.A.		
Fecha de expedición	10/11/2025		
AMPARO	**VIGENCIA**		**VALOR ASEGURADO**
	Fecha Inicial	**Fecha Final**	
Predios, labores y operaciones	4/11/2025	4/02/2026	$284.700.000
Daño emergente y lucro cesante	4/11/2025	4/02/2026	$284.700.000
Perjuicios extrapatrimoniales	4/11/2025	4/02/2026	$284.700.000

NOTA: Se actualizarán las pólizas de los contratos de obra e Interventoría conforme el acta de recibo final a satisfacción con fecha del 03 de febrero del 2026.

10.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES EJECUTADAS POR PARTE DEL INTERVENTOR DURANTE EL PERIODO.

Durante el periodo del 05 enero de 2026 al 03 de febrero del 2026 la interventoría realizó las siguientes actividades:

- Asistencia a las visitas y comités técnicos solicitados por CORPAMAG E INVIAS.
- Control general de las actividades desarrolladas en el presente periodo.
- Se realiza seguimiento, revisión y aprobación correspondiente al: ITEM 3.2 **"DISEÑO DE BARRERA PARA EL CONTROL DE TARULLAS Y SOBRENADANTES EN LA EMBOCADURA DEL CAÑO".**
- La interventoría realizo acompañamiento a la toma de muestras correspondiente al monitoreo de calidad del agua superficial posterior a la finalización de las actividades de dragado, conforme a lo establecido en las Medidas de Manejo Ambiental.
- Solicitud y seguimiento a compromisos pactados entre los actores involucrados atendiendo al cumplimiento del objetivo contractual, compromisos que han sido adquiridos en los diferentes comités técnicos realizados en el periodo y cumplidos por nuestra parte.

10.3.1 Seguimiento A Las Actividades Diseño de barrera para el control de tarullas y sobrenadantes en la embocadura del caño.

Se anexa al presente informe, concepto técnico de aprobación correspondiente al ITEM : **"DISEÑO DE BARRERA PARA EL CONTROL DE TARULLAS Y SOBRE NADANTES EN LA EMBOCADURA DEL CAÑO CLARÍN NUEVO"** ; en el concepto, se establece la viabilidad técnica de la implementación de una barrera flotante en el Caño Clarín Nuevo, enfocándose específicamente en los criterios hidráulicos, hidrológicos y estructurales, sin incluir consideraciones de tipo biológico sobre la especie vegetal intervenida, de conformidad con el alcance contractual de la interventoría

Desde el punto de vista hidrológico e hidráulico, el estudio adopta criterios técnicos reconocidos ante la ausencia de normativa nacional específica para este tipo de estructuras, utilizando los lineamientos del RAS para estructuras temporales y de control ambiental. La modelación desarrollada mediante el software HEC-RAS, con información de la estación hidrometeorológica TEBSA/B/QUILLA, establece un escenario de diseño para un periodo de retorno de 100 años, determinando velocidades de flujo del orden de 0,25 m/s, las cuales no representan condiciones críticas para la estabilidad de la barrera flotante

En cuanto al análisis estructural, se verifica que el diseño de los sistemas de anclaje y sujeción cumple con los requerimientos establecidos en la NSR-10 y la CCP-14 de INVIAS, considerando adecuadamente la fuerza de empuje estático generada por la acumulación de biomasa (Taruya) como carga dominante. El uso de concreto con resistencia fc′ = 210 kg/cm² (3000 PSI) y la disposición geométrica tipo catenaria garantizan una distribución eficiente de esfuerzos y estabilidad bajo las condiciones de operación previstas

Desde el punto técnico, la instalación de la barrera se enmarca dentro de lo dispuesto en el Decreto 1076 de 2015, relacionado con la ocupación de cauces, y se concluye que el diseño es técnicamente viable y apto para su ejecución, siempre que se implementen las recomendaciones constructivas, de drenaje y control en obra indicadas por la interventoría

Finalmente, la trazabilidad del concepto técnico deja constancia de que la validez del diseño está condicionada al estricto cumplimiento del Plan de Mantenimiento, dado que el incremento no controlado de biomasa retenida podría generar sobrecargas estáticas que superen los factores de seguridad inicialmente considerados. En este sentido, la interventoría establece recomendaciones claras en materia de operación, señalización, manejo de residuos y protocolos ante eventos hidrológicos extremos, las cuales deberán ser atendidas durante la ejecución y operación de la barrera flotante.

10.4 CONTROL DIARIO DEL EQUIPO DE INTERVENTORÍA.

La interventoría durante el periodo contó con los siguientes equipos disponibles para el contrato:

- Estación total.
- Sistema de posicionamiento global satelital – GPS.
- Nivel de Precisión. Nivel automático.
- Trípodes.
- Mira (1), jalones, cinta métrica.
- Computador portátil.
- Cámara fotográfica.
- Vehículo 4x4 Tipo Pick Up Modelo 2015.

10.5 CONTROL DIARIO DEL PERSONAL DE INTERVENTORÍA.

Tabla 11. *Relación de personal de interventoría.*

NOMBRE	CARGO	DEDICACIÓN (%)
PERSONAL PROFESIONAL		
SERGIO ANDRES RODRIGUEZ QUINTERO	Director de Interventoría	50
LUIS ALFONSO CAGUA OSPINO	Especialista en Hidráulica	50
IVANA LEYES MORA	Especialista Ambiental	50
TARZO AMAYA VALDEBLANQUEZ	Residente de Interventoría	100
FLORENTINO SIERRA AROCA	Topógrafo	100
CHRISTIAN BAYUELO ROBLES	SISO	100

PERSONAL AUXILIAR	% DEDICACIÓN
Cadenero - Auxiliar de topografía	100
Conductor	100

Fuente. Autor

10.6 INFORMACIÓN FINANCIERA DEL CONTRATO DE INTERVENTORÍA.

El contrato de interventoría presenta un avance financiero proporcional al avance de obra con corte de 03 de febrero del 2026, el cual se representa en la siguiente tabla:

Tabla 12.*Resumen de porcentaje de ejecución VS programada interventoría.*

VALOR CONTRATO DE INTERVENTORÍA	$ 169.692.810
VALOR CONTRATO DE OBRA	$ 2.386.316.905,32
PORCENTAJE DE AVANCE ACUMULADO DE CONTRATO DE OBRA CORTE: 06/01/2026	100.00%
VALOR AVANCE DE INTERVENTORÍA 06/01/2026	**$ 169.692.810**

Fuente. Autor

10.7 ACTAS DE COMITÉ TÉCNICO SEMANAL DE SEGUIMIENTO AL PROGRAMA DE OBRA.

A continuación, se presentas las actas de comité y seguimiento de obra que se realizaron entre el periodo comprendido entre el 05 de enero de 2026 al 03 de febrero del 2026.

Tabla 13. *Relación actas de comité técnico y seguimiento de obra.*

ACTA DE COMITÉ TÉCNICO Y SEGUIMIENTO DE OBRA	FECHA
1 - Acta de comité técnico No.10	07 de enero 2026
1 - Acta de comité técnico No.11	15 de enero 2026

Fuente. Autor

Ver los anexos.

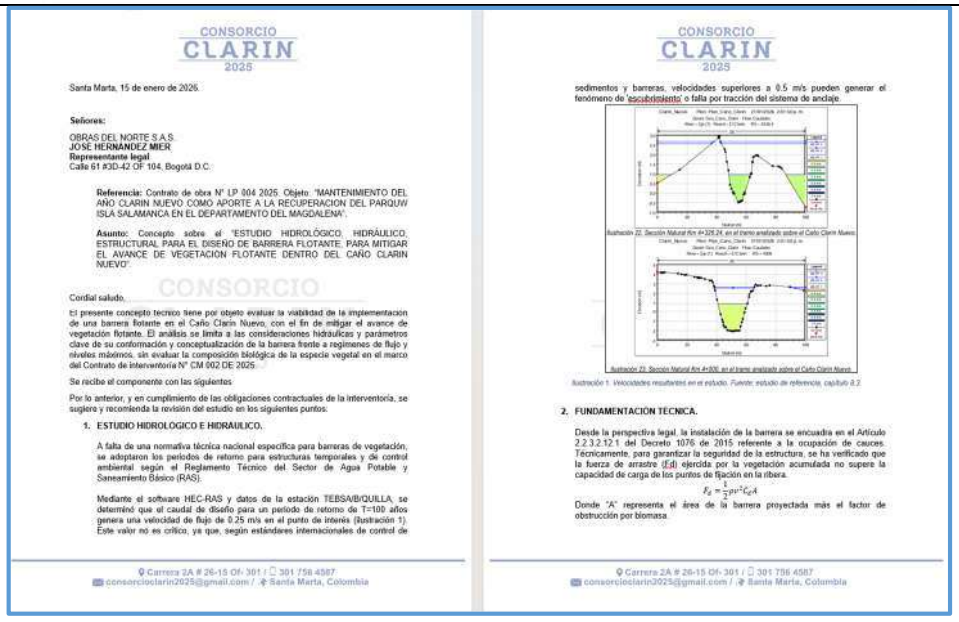
10.8 PAGOS REALIZADOS.

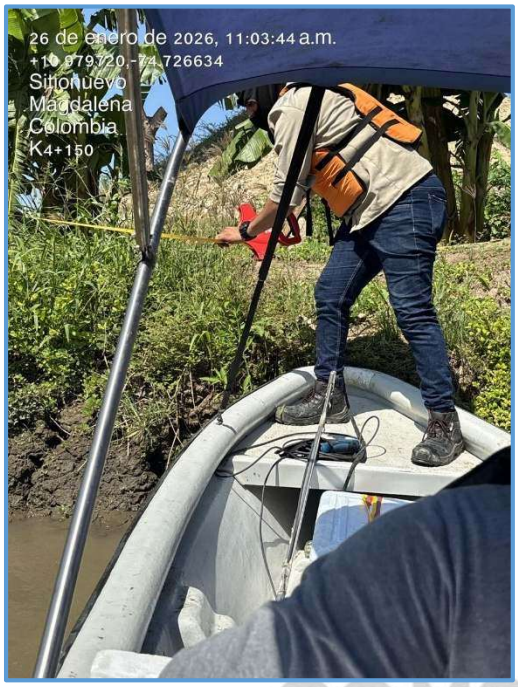
A la fecha del presente informe, se certifica que no se han realizado pagos a la interventoría.

11 REGISTRO FOTOGRÁFICO.

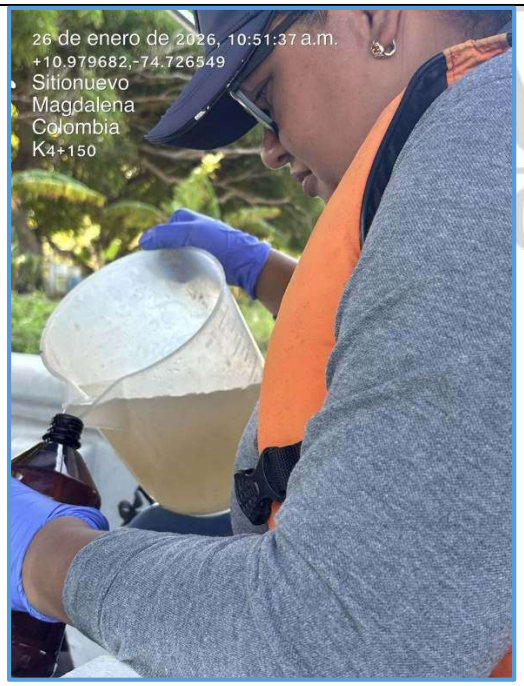
Se realiza seguimiento permanente a las actividades planificadas y ejecutadas durante el periodo, por tal razón, mantiene un registro fotográfico del desarrollo de estas. Por lo anterior, se anexan algunas de las imágenes obtenidas para este periodo.

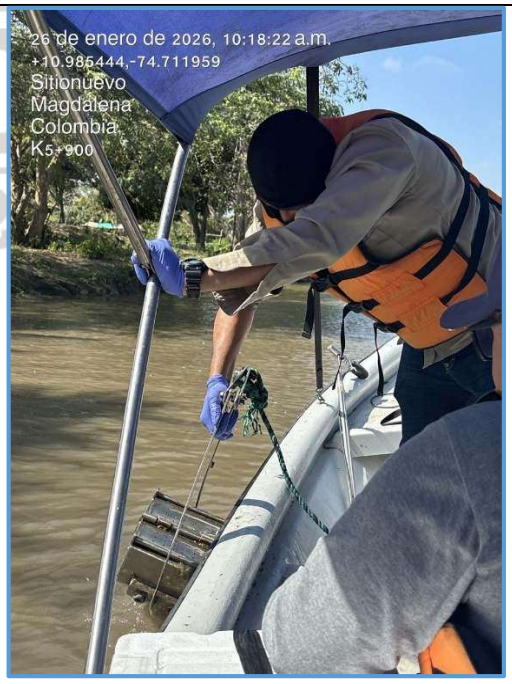
Tabla 14.*Registro fotográfico.*

REGISTRO FOTOGRAFICO – CONCEPTO APROBACION DISEÑO BARRERA

COMPONENTE AMBIENTAL – TOMA DE MUESTRAS MONITOREO Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL









Fuente. Autor.

12 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

El Informe mensual de interventoría N°3 registra un avance consolidado del 100%, equivalente a $2.495.357.549 para el contrato de obra y $ 169.692.810 para la interventoría, correspondiente al periodo comprendido entre el 06 de enero y el 03 de febrero del 2026. El 1,81% de avance ejecutado reportado en el presente periodo, corresponde al valor del ítem "Diseño de barrera para el control de tarullas y sobrenadantes en la embocadura del Caño Clarín Nuevo", cuyo valor se reportó de acuerdo al concepto de aprobación de la interventoría.

Teniendo en cuenta el producto del **"DISEÑO DE BARRERA PARA EL CONTROL DE TARULLAS Y SOBRE NADANTES EN LA EMBOCADURA DEL CAÑO CLARÍN NUEVO"** se establecen recomendaciones en el documento "CONCEPTO DISEÑO BARRERA "anexo al presente informe.

De acuerdo a la toma de muestras de resultados para el monitoreo y seguimiento Hidroclimatológico y ambiental se realizó la toma de muestras posterior a la finalización de las actividades de dragado, conforme a lo establecido en las Medidas de Manejo Ambiental.

Se realizó acompañamiento técnico, jurídico, financiero, administrativo mediante comités técnicos en compañía de la supervisión CORPAMAG e INVIAS en donde se informaron observaciones, ajustes y recomendaciones a los documentos que hacen parte integral de los contratos de obra e Interventoría.

Se continuarán las reuniones virtuales para tratar los temas relacionados a los al proceso de liquidación de contratos, observaciones a los documentos, comités de obra con la participación del supervisor del proyecto de CORPAMAG, contratista e interventoría entre otros.

Finalmente, es de resaltar que el informe mensual 3 que establece la finalización de la actividad correspondiente a **"DISEÑO DE BARRERA PARA EL CONTROL DE TARULLAS Y SOBRE NADANTES EN LA EMBOCADURA DEL CAÑO CLARÍN NUEVO"** como la toma de muestras referente al monitoreo y seguimiento Hidroclimatológico y ambiental.

Cordialmente,

EDGARDO ORLANDO GALOFRE SÁNCHEZ
REPRESENTANTE LEGAL

ANEXO – ACTAS DE COMITES

CONSORCIO
CLARIN
2025

CORPAMAG	INVIAS INSTITUTO NACIONAL DE VIAS	FORMATO ACTA DE REUNIÓN	ODN OBRAS DEL NORTE CONTRATISTA	CONSORCIO CLARIN 2025 INTERVENTORÍA

CIUDAD Y FECHA:	Barranquilla, Enero 07 del 2026
LUGAR:	Virtual

ASISTENTES E INVITADOS

NOMBRES Y APELLIDOS	CARGO	ENTIDAD
Luis Fernando Ariza	Asesor INVÍAS	INVÍAS
José Hernández	Contratista	ODN S.A.S
Sergio Rodríguez	Director Interventoría	Consorcio Clarín 2025
Jose Octavio Roa	Gestor de proyecto INVÍAS	INVIAS
Freddy Benavides	Supervisor Interventoría	CORPAMAG
Tarzo Amaya V	Ing. Residente Interventoría	Consorcio Clarín 2025

TEMATICA

CONTRATO DE OBRA N° LP 004 DE 2025 *MANTENIMIENTO DEL CAÑO CLARÍN NUEVO COMO APORTE A LA RECUPERACIÓN DEL VIA PARQUE ISLA SALAMANCA EN EL DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA*

CONTRATO DE INTERVENTORIA N° CM 002 de 2025 *INTERVENTORÍA ADMINISTRATIVA, TÉCNICA, JURÍDICA, FINANCIERA Y AMBIENTAL AL MANTENIMIENTO DEL CAÑO CLARÍN NUEVO COMO APORTE A LA RECUPERACIÓN DEL VIA PARQUE ISLA SALAMANCA EN EL DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA*

DESARROLLO

Objetivo de la Reunión:

- Se realiza la presentación de los asistentes por las partes involucradas correspondientes a Contratista de obra, Interventoría, CORPAMAG e INVIAS.

- **Inicio del Comité y Presentación de Asistentes** El comité N 10 de Seguimiento y Control del proyecto Clarín dio inicio, a pesar de una breve demora inicial con el enlace. Por parte de la interventoría Consorcio Clarín 2025 estuvieron presentes Cristian Bayuelo (profesional SST), Tarzo Amaya residente de Interventoria, y en coordinación; Brian Maestre; mientras que Luis Fernando Arriza y José Roa Vallarino asistieron por parte de INVIAS. Freddy Benavides, supervisor del contrato de interventoría, se presentó por parte de CORPAMAG.

- **Finalización y Cumplimiento del Cronograma de Ejecución** La interventoría informó que la ejecución de las actividades correspondientes a los ítems contractuales se finalizó, y que el cronograma de

ejecución, cuya fecha de finalización estaba estipulada para el día 31, se cumplió a satisfacción. La fecha final de las actividades fue el día 30, lo cual fue confirmado y aceptado por Luis F Ariza. El proyecto se enfoca en el mantenimiento del caño Clarín Nuevo como aporte a la recuperación del parque Isla Salamanca.

- **Balance de Actividades y Ajustes Contractuales** Se realizó un balance de actividades con ajustes debido a condiciones de campo, incluyendo el traslado de volúmenes de trabajo entre ítems. El balance resultó en la disminución de 90 a 45 días del ítem de salvamento y fauna, proporcional a las actividades de dragado hidráulico. El volumen de trabajo para el mantenimiento de dos Box coulvert (de cinco unidades contratadas, solo se intervinieron tres debido a que dos se encontraron en óptimo funcionamiento y sin restricciones de flujo) se trasladó para la limpieza manual para mantener la congruencia y el cierre financiero del contrato.

- **Ejecución Final de Dragado y Limpieza Manual** El volumen ejecutado final del dragado fue de 96,0095 m^3. La limpieza manual de vegetación se realizó hasta el Abscisado 14+850, con un acumulado total de 54,626 m^2. La interventoría presentó registros fotográficos que evidencian la limpieza de vegetación y el estado actual posterior a la limpieza de los *box Culvert* número 1, 2 y 3, que fueron los que presentaban limitantes en su flujo.

- **Cierre de Componente Social y Documentación** La socialización de la terminación de actividades de ejecución con las comunidades se llevó a cabo el día 30 de diciembre. La interventoría informó que la aceptación del diseño de barrera de sedimentos se realizó el día 6 de enero y se solicitó al contratista la entrega del informe final para los trámites de liquidación y cierre documental correspondiente.

- **Pendientes Ambientales y Monitoreo** José Hernández RL del consorcio Clarín Nuevo confirmó que las tomas de muestras finales para el monitoreo y seguimiento hidroclimatológico y ambiental están programadas para el 10 de enero. El pago del anticipo a la empresa encargada de los ensayos, se realizó el día anterior al comité. Este monitoreo se realiza después de la finalización de las obras para garantizar que el caño esté libre de equipos.

- **Avance Financiero y Cobros** La interventoría señaló que está a la espera de los ajustes finales del contratista de obra para proceder con el cobro, indicando que el contratista no ha realizado cobros de ninguna acta. El contratista informó que se emitirán dos facturas esta semana. La Interventoría se comprometió a remitir las actas de comité pendientes de firma y a corregir la omisión del ingeniero José Octavio en el acta del 24 de diciembre del 2025.

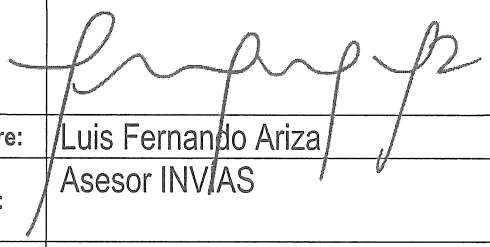
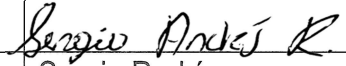
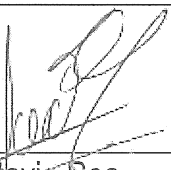
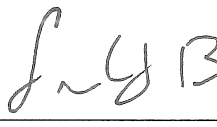
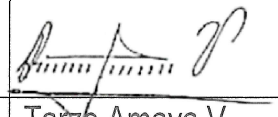
- **Devolución de Rendimientos Financieros y Saldos no Ejecutados** Luis F Ariza enfatizó la importancia de que CORPAMAG gestione el traslado de los rendimientos financieros y saldos no ejecutados, cortados al 31 de diciembre, a la cuenta estipulada por el INVIAS. Freddy Benavides de CORPAMAG indicó que la Tesorería ya cuenta con la información para realizar estas devoluciones. Luis F Ariza solicitó establecer

fechas concretas para materializar los pagos y el cierre contractual, con Interventores de Proyectos S.A.S. esperando que el contratista entregue los documentos finales a más tardar el viernes, mientras que Clarín Nuevo proyecta facturar esta semana corriente.

- **Cierre de Informes y Batimetrías** Jose Roa Vallarino consultó sobre la fecha de cierre de los informes de interventoría, a lo cual Interventores de Proyectos S.A.S. respondió que, con toda la información y anexos, el cierre se daría a más tardar el miércoles siguiente. Interventores de Proyectos S.A.S. confirmó tener su propio levantamiento de información batimétrica, la cual se usará para validar los resultados del contratista de obra en los informes mensuales y de cierre.

Planeación de Próximos Proyectos y Liquidación Luis F Ariza, al concluir la presentación del proyecto de Clarín Nuevo, enfatizó la necesidad de no perder impulso y acelerar el proceso de liquidación en el menor tiempo posible.

Se cierra el orden del día y acta No.10 , con la participación de todos los funcionarios relacionados.

Firmas			
Firma:		**Firma:**	
Nombre:	Luis Fernando Ariza	**Nombre:**	Sergio Rodríguez
Cargo:	Asesor INVIAS	**Cargo:**	Director Interventoría Consorcio Clarín 2025
Firma:		**Firma:**	
Nombre:	José Hernández	**Nombre:**	José Octavio Roa
Cargo:	Contratista ODN S.A.S	**Cargo:**	Gestor de proyecto INVÍAS
Firma:		**Firma:**	
Nombre:	Freddy Benavides	**Nombre:**	Tarzo Amaya V.
Cargo:	Supervisor Interventoria	**Cargo:**	Residente de Interventoria.

CORPAMAG	INVIAS INSTITUTO NACIONAL DE VIAS	**FORMATO ACTA DE REUNIÓN**	ODN OBRAS DEL NORTE CONTRATISTA	CONSORCIO CLARIN 2025 INTERVENTORÍA

CIUDAD Y FECHA:	Barranquilla, enero 15 del 2026
LUGAR:	Virtual

ASISTENTES E INVITADOS

NOMBRES Y APELLIDOS	CARGO	ENTIDAD
Luis Fernando Ariza	Asesor INVÍAS	INVÍAS
José Hernández	Contratista	ODN S.A.S
Sergio Rodríguez	Director Interventoría	Consorcio Clarín 2025
Jose Octavio Roa	Gestor de proyecto INVÍAS	INVIAS
Any Xilena Diaz	Subdirectora técnica	CORPAMAG
Freddy Benavides	Supervisor Interventoría	CORPAMAG

TEMATICA

CONTRATO DE OBRA N° LP 004 DE 2025 *MANTENIMIENTO DEL CAÑO CLARÍN NUEVO COMO APORTE A LA RECUPERACIÓN DEL VIA PARQUE ISLA SALAMANCA EN EL DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA*

CONTRATO DE INTERVENTORIA N° CM 002 de 2025 *INTERVENTORÍA ADMINISTRATIVA, TÉCNICA, JURÍDICA, FINANCIERA Y AMBIENTAL AL MANTENIMIENTO DEL CAÑO CLARÍN NUEVO COMO APORTE A LA RECUPERACIÓN DEL VIA PARQUE ISLA SALAMANCA EN EL DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA*

DESARROLLO

Objetivo de la Reunión:

- Se realiza la presentación de los asistentes por las partes involucradas correspondientes a Contratista de obra, Interventoría, CORPAMAG e INVIAS.

- **Presentación de Asistentes y Contextualización de la Reunión** La reunión comenzó con la presentación de los asistentes, incluyendo a Jose Roa Vallarino de la subdirección marítima, Fluvial y Férrea del Instituto Nacional de INVIAS, Lina Torres y José Hernández Mier del contratista, y Any Xilena Díaz Zambrano, subdirectora técnica de la corporación. CONSORCIO CLARIN 2025 (Consorcio Clarín 2025) contextualizó la reunión, mencionando una presentación anterior sobre las terminaciones de las actividades y la intención de actualizar a la ingeniera Any Xilena Díaz Zambrano sobre lo ejecutado.
- **Por parte de supervisión del contrato de Interventoria** se indicó que el tema principal a tratar eran los informes, confirmando que la corporación había recibido el informe número uno con observaciones, y que esperaban la subsanación para proceder con el trámite en SECOP 2.

- **Estado de los Informes de Obra y Muestras de Laboratorio** Freddy Benavides especificó que el informe No 1 cubría del 4 de noviembre al 4 de diciembre del año pasado, y el informe dos iría del 4 de diciembre hasta la terminación, que se extendió debido a una reprogramación del laboratorio para las muestras finales de monitoreo. **José Hernández Mier** del contratista de obra explicó que la reprogramación de las muestras de laboratorio se había trasladado para la próxima semana. Con respecto a la subsanación del informe 1, se comprometió a que las observaciones, que describió como "de forma" y no estructurales, estarían subsanadas para el día siguiente.
- **Recomendaciones sobre la Entrega del Informe No 2**: por parte del ing **LUIS F ARIZA** recomendó que el informe dos se entregara con corte al 31 de diciembre, independientemente de la toma de muestras pendientes, ya que la entrega de resultados del laboratorio podría tomar más de 30 días. **LUIS F ARIZA** reiteró la recomendación de entregar el informe con sus soportes, dejando pendiente la muestra final de laboratorio y sus resultados.
  De parte de la ing Any Xilena Díaz Zambrano acordó que al finalizar la presentación de la interventoría se harían las anotaciones y se dejarían claros los compromisos.
- **Presentación del Avance de la Interventoría** CONSORCIO CLARIN 2025 procedió con una presentación sobre el mantenimiento del caño Clarín Nuevo, incluyendo la programación, la cual indicaba que el plan de ejecución fue aprobado con fecha de finalización el 31 de diciembre. La presentación incluyó un resumen del volumen contractual y el balance 01, donde se ajustaron las cantidades de limpieza de 'box coulverts' de cinco a tres debido a que dos estaban en condiciones óptimas. La actividad de salvamento de fauna también se ajustó, finalizando en 45 días, la mitad del tiempo estipulado, lo que llevó a un balance de fauna para volúmenes de Dragado, resultando en 96,095 metros cúbicos.
- **Discusión sobre el Avance Financiero** LUIS F ARIZA preguntó por el tema financiero, a lo que Any Xilena Díaz Zambrano e CONSORCIO CLARIN 2025 confirmaron que el trámite de pago no se había realizado porque el insumo principal, los informes subsanados, aún no se habían entregado.
- **Diseño de la Barrera de Sedimentos:** Any Xilena Díaz Zambrano consultó sobre el diseño de la barrera de sedimentos, ya que la presentación reportaba una ejecución del 100%. Sergio Andrés R. director de interventoría, aclaró que recibieron el diseño y se estableció una "aprobación parcial" a la espera de ajustes mínimos de forma del informe de entrega final. El interventor instó a José Hernández Mier a la entrega inmediata de esa información.
- **Compromisos y Fechas de Entrega para los Informes** Se establecieron compromisos de entrega para los informes: el contratista se comprometió a entregar el informe uno subsanado al día siguiente, y la interventoría solicitó dos días hábiles (el miércoles) para su revisión y entrega a la corporación. Sobre el informe dos, Jose Hernández Mier se comprometió a entregarlo el miércoles 21 de enero. El director De interventoría acordó actualizar cualquier novedad referente a estos compromisos.
- **Programación para la Entrega y Recibo Final de las Obras** Jose Roa Vallarino preguntó a la corporación sobre la programación para la entrega y recibo final de las obras, buscando una fecha para que el Invías también pudiera programarse. El Ingeniero Freddy Benavides explicó que el contratista ya había realizado una entrega a la comunidad, y que la corporación estaba lista para hacer el acompañamiento en una visita con el Invías, ya que a partir de ese día se reabrían los trámites para comisiones. Jose Hernández Mier indicó que, con 3 a 4 días de anticipación de la fecha, podrían coordinar la logística. Jose Roa Vallarino solicitó que se compartiera el acta de la reunión con la comunidad.
- **Cierre de Actas Anteriores y Transición de la Reunión** CONSORCIO CLARÍN 2025 solicitó que se firmaran las actas pendientes, de la 5 a la 10, compartiendo un enlace para su revisión. LUIS F ARIZA

confirmó la recepción de la información y procedería a su verificación. LUIS F ARIZA informó que la interventoría podía finalizar su participación, ya que tenía temas pendientes que tratar únicamente con la corporación.

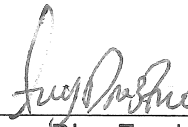
Proyección de Futuros Proyectos LUIS F ARIZA resaltó la necesidad de avanzar rápidamente con la liquidación del convenio actual, ya que el Invías esperaba la presentación de la corporación para obtener recursos para la ejecución en 2026. Jose Roa Vallarino hizo hincapié en la importancia de compartir los insumos y el requerimiento de necesidades tan pronto como fuera posible para estructurar el próximo convenio, esperando que las actividades pudieran iniciar a mitad de año y ejecutarse exitosamente en 2026.

COMPROMISOS:

-remisión de informe mensual No 1 en concordancia con los ajustes realizados por supervisión e Interventoria.
-remisión de informe mensual No 2 - FECHA LIMITE: 21 DE ENERO 2025
-compartir el acta de reunión de terminación con la comunidad.
-revisión y firma para las actas de comité del No 5 al No 10. (CORPAMAG, INVIAS E INTERVENTORIA)
-Consorcio clarín 2025 remitirá la información correspondiente del diseño de la barrera de sedimentos inmediatamente se tengan los ajustes de forma del contratista.

Se cierra el orden del día y acta No.11, con la participación de todos los funcionarios relacionados.

Firmas			
Firma:		Firma:	
Nombre:	Luis Fernando Ariza	Nombre:	Sergio Rodríguez
Cargo:	Asesor INVÍAS	Cargo:	Director Interventoría Consorcio Clarín 2025
Firma:		Firma:	
Nombre:	José Hernández	Nombre:	José Octavio Roa
Cargo:	Contratista ODN S.A.S	Cargo:	Gestor de proyecto - INVIAS

Firma:		Firma:	
Nombre:	Any Xilena Diaz Zambrano	Nombre:	Freddy Benavides
Cargo:	Subdirectora Técnica CORPAMAG	Cargo:	Supervisor Interventoria CORPAMAG

CONSORCIO
CLARIN
2025

CONCEPTO APROBACIÓN INTERVENTORIA - DISEÑO DE BARRERA PARA EL CONTROL DE TARULLAS Y SOBRENADANTES EN LA EMBOCADURA DEL CAÑO

CONSORCIO CLARIN 2025

Carrera 2A # 26-15 Of- 301 / 301 756 4587
consorcioclarin2025@gmail.com / Santa Marta, Colombia

CONSORCIO
CLARIN
2025

Santa Marta, 15 de enero de 2026.

Señores:

OBRAS DEL NORTE S.A.S.
JOSÉ HERNÁNDEZ MIER
Representante legal
Calle 61 #3D-42 OF 104, Bogotá D.C.

Referencia: Contrato de obra N° LP 004 2025. Objeto: "MANTENIMIENTO DEL AÑO CLARIN NUEVO COMO APORTE A LA RECUPERACION DEL PARQUW ISLA SALAMANCA EN EL DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA".

Asunto: Concepto sobre el "ESTUDIO HIDROLÓGICO, HIDRÁULICO, ESTRUCTURAL PARA EL DISEÑO DE BARRERA FLOTANTE, PARA MITIGAR EL AVANCE DE VEGETACIÓN FLOTANTE DENTRO DEL CAÑO CLARIN NUEVO".

CONSORCIO CLARIN 2025

Cordial saludo,

El presente concepto técnico tiene por objeto evaluar la viabilidad de la implementación de una barrera flotante en el Caño Clarín Nuevo, con el fin de mitigar el avance de vegetación flotante. El análisis se limita a las consideraciones hidráulicas y parámetros clave de su conformación y conceptualización de la barrera frente a regímenes de flujo y niveles máximos, sin evaluar la composición biológica de la especie vegetal en el marco del Contrato de interventoría N° CM 002 DE 2025.

Se recibe el componente con las siguientes

Por lo anterior, y en cumplimiento de las obligaciones contractuales de la interventoría, se sugiere y recomienda la revisión del estudio en los siguientes puntos:

1. **ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO.**

   A falta de una normativa técnica nacional específica para barreras de vegetación, se adoptaron los periodos de retorno para estructuras temporales y de control ambiental según el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS).

   Mediante el software HEC-RAS y datos de la estación TEBSA/B/QUILLA, se determinó que el caudal de diseño para un periodo de retorno de T=100 años genera una velocidad de flujo de 0.25 m/s en el punto de interés (ilustración 1). Este valor no es crítico, ya que, según estándares internacionales de control de

sedimentos y barreras, velocidades superiores a 0.5 m/s pueden generar el fenómeno de 'escubrimiento' o falla por tracción del sistema de anclaje.

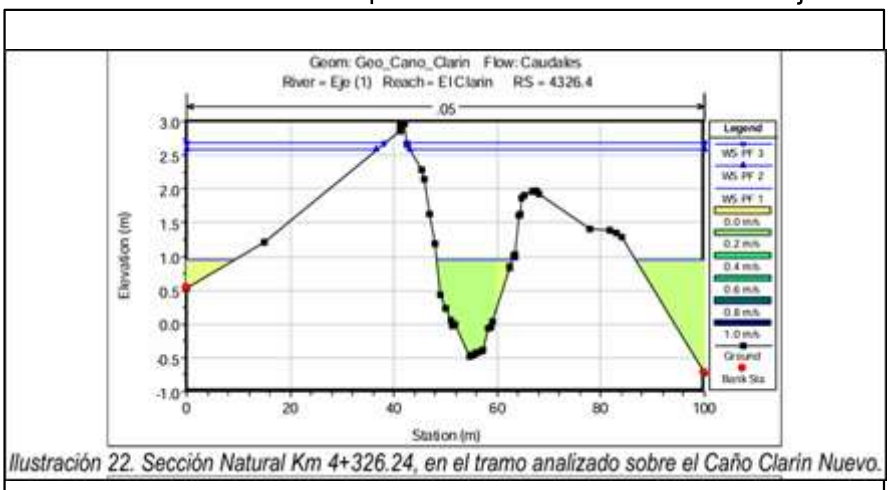


Ilustración 22. Sección Natural Km 4+326.24, en el tramo analizado sobre el Caño Clarin Nuevo.

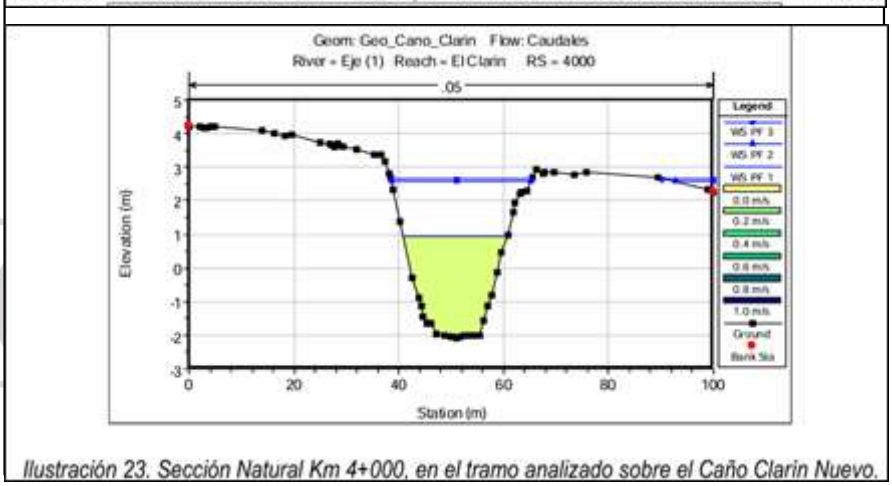


Ilustración 23. Sección Natural Km 4+000, en el tramo analizado sobre el Caño Clarin Nuevo.

Ilustración 1. Velocidades resultantes en el estudio. Fuente: estudio de referencia, capítulo 8.3.

2. FUNDAMENTACIÓN TÉCNICA.

Desde la perspectiva legal, la instalación de la barrera se encuadra en el Artículo 2.2.3.2.12.1 del Decreto 1076 de 2015 referente a la ocupación de cauces. Técnicamente, para garantizar la seguridad de la estructura, se ha verificado que la fuerza de arrastre (Fd) ejercida por la vegetación acumulada no supere la capacidad de carga de los puntos de fijación en la ribera.

$$F_d = \frac{1}{2}\rho v^2 C_d A$$

Donde “A” representa el área de la barrera proyectada más el factor de obstrucción por biomasa.

SISTEMA DE AMARRE DE LAS BARRERAS - ANCLAJES

La fijación de los extemos de la barrera en las márgenes de la corriente y de los tensores de la misma se puede lograr mediante amarre a troncos de árboles, pilotes hincados previamente, estacones metálicos prefabricados e hincados como parte de las labores de adecuación del punto de control o estacas enterradas, dependiento de la fuerza de tensión transmitida por el arrastre de la corriente.

En el extremo aguas arriba de la barrera y de los tensores se instalará un HAND-WINCH para ajustar la tensión de la barrera y del tensor.

Ilustración 2. Recomendación sugerida por diseño. Fuente: Planos de diseño consultor.

De acuerdo con el estudio técnico de referencia, el cálculo para la tensión de los elementos de la barrera no deriva de la presión dinámica del flujo (dado que v=0.25 m/s es una velocidad baja), sino de la Fuerza de Empuje Estático generada por la acumulación de biomasa (Taruya). Las consideraciones principales asociadas son:

- El análisis está completo y consistente con la normativa NSR-10 y CCP-14.
- Se aplican factores de seguridad adecuados para condiciones estáticas.
- La consideración del nivel freático y la recomendación de subdrenaje reflejan criterio preventivo.

3. CONCLUSIONES

a. **Conformidad hidráulica:**
La modelación hidráulica y la estimación hidrológica son consistentemente validas. La barrera propuesta soporta las condiciones hidrodinámicas del sitio bajo escenarios de estiaje, crecientes medias y eventos extremos para una recurrencia de 100 años.

b. **Cumplimiento:**
La geometría de instalación se ciñe al complimiento de funcionalidad de la barrera, establecidas en el intervalo 1.25 – 1.50 el ancho del río, como se muestra en la ilustración 4, permitiendo el desarrollo de la catenaria que optimice la distribución de esfuerzos y mejore el rango de operación de mantenimiento.

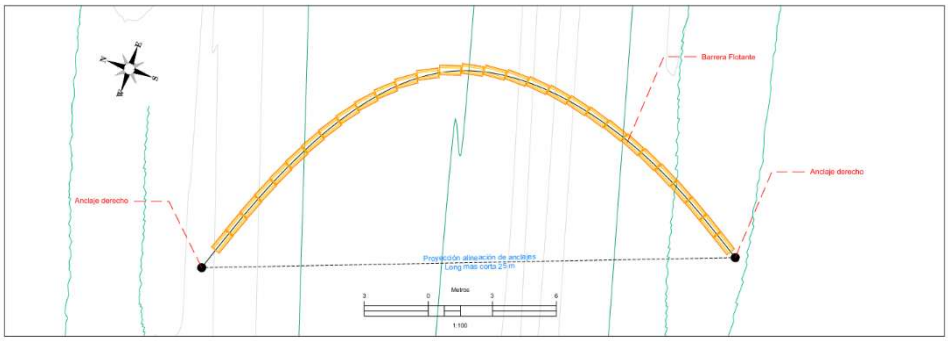


Ilustración 3. Geometría catenaria de la barrera. Fuente: Estudio referencia.

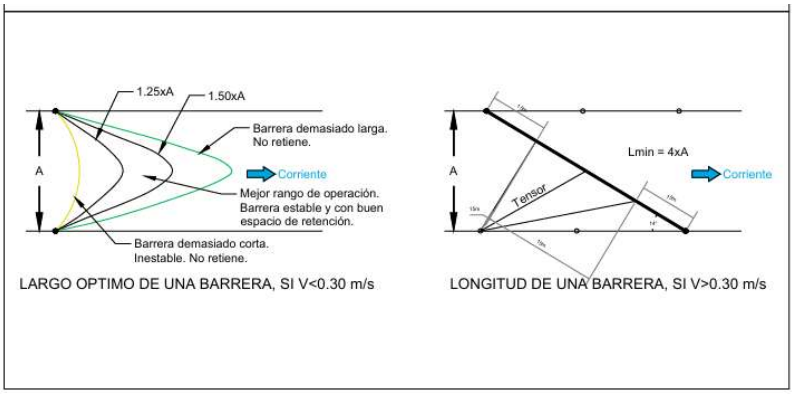


Ilustración 4. Esquema de criterio de diseño y funcionamiento. Fuente: Estudio referencia.

Por otro lado, el diseño presentado para los anclajes de la barrera flotante se alinea satisfactoriamente con los marcos regulatorios vigentes en Colombia, específicamente la NSR-10 (Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente) y la CCP-14 de INVIAS. El uso de un concreto con resistencia a la compresión de fc′=210 kg/cm2 (aprox. 3000 PSI) es adecuado para este tipo de estructuras gravitacionales en ambientes hidráulicos.

Se concluye que el análisis estructural de los anclajes cumple con los requisitos técnicos y normativos aplicables, garantizando la estabilidad de la barrera flotante bajo las condiciones hidráulicas y geotécnicas descritas. El diseño es apto para ejecución, condicionado a la implementación de las recomendaciones de drenaje y control constructivo en sitio.

c. **Condicionante:**
Es imperativo señalar que la validez de este concepto técnico está condicionada al estricto cumplimiento del Plan de Mantenimiento. Dado que la carga dominante es el peso de la biomasa acumulada, cualquier incremento en el área de retención por encima de los 100 m² definidos — debido a la falta de retiro periódico de las plantas— alterará el coeficiente de arrastre (Cd) y el área frontal de impacto.

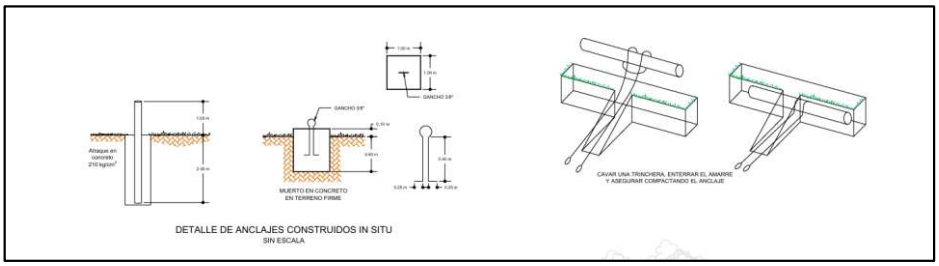


Ilustración 5. Sistema de anclaje y sujeción sugerido por diseño.

En consecuencia, el exceso de biomasa compactada por el flujo podría superar los factores de seguridad de los anclajes aquí dimensionados, configurando un riesgo de falla por sobrecarga estática fuera del control del diseño original.
Para los muertos en concreto, es crucial garantizar la instalación de material seleccionado bien compactado para la cimentación de estos elementos, ya que así se logra una correcta capacidad admisible y fricción en la base para su funcionamiento.

d. **Recomendaciones:**
Se recomienda la instalación de boyas de señalización y balizamiento reflectivo en los extremos y el centro de la barrera, siguiendo los lineamientos de la Dirección General Marítima (DIMAR) o el Ministerio de Transporte, con el fin de alertar a embarcaciones sobre la presencia del obstáculo, especialmente en condiciones de baja visibilidad o periodos de estiaje donde el canal de navegación se estrecha.

Ante pronósticos de crecientes con periodos de retorno superiores a los analizados o alertas tempranas del IDEAM, se recomienda establecer un protocolo de desanclaje parcial o apertura de la barrera para evitar que la presión del flujo y los escombros (troncos o basura) comprometan la integridad de la estructura o causen accidentes aguas abajo.

La barrera, aunque diseñada para macrófitas (Taruya), actuará como trampa para residuos sólidos urbanos. Se recomienda su retiro inmediato, ya que estos elementos pueden tener aristas cortantes que comprometan el material del flotador, afectando la composición y funcionalidad básica.

LUIS ALFONSO CAGUA OSPINO
Ing. civil – Esp. Hidráulica Interventoria
Mat. Profesional: 13282381588 BLV

SERGIO ANDRES RODRIGUES QUINTERO
Mat. Profesional: 08202-428611 ATL
DIRECTOR INTERVENTORIA

CONSORCIO
CLARIN
2025

CONSOLIDADO DISEÑO DE BARRERA PARA EL CONTROL DE TARULLAS Y SOBRENADANTES EN LA EMBOCADURA DEL CAÑO

CONSORCIO
CLARIN
2025

Carrera 2A # 26-15 Of- 301 / 301 756 4587
consorcioclarin2025@gmail.com / Santa Marta, Colombia

CONSORCIO
CLARIN
2025

ANEXO INFORMES – DISEÑO DE BARRERA PARA EL CONTROL DE TARULLAS Y SOBRENADANTES EN LA EMBOCADURA DEL CAÑO

Carrera 2A # 26-15 Of- 301 / 301 756 4587
consorcioclarin2025@gmail.com / Santa Marta, Colombia

CARLOS DAVID LINERO CUETO
Ingeniero Civil
Mat. Prof. No. 08202106418ATL
CONSTRUCCIONES – DISEÑOS – INTERVENTORÍAS
ASESORÍAS – CONSULTORÍAS

ESTUDIOS DE SUELOS PARA EL PROYECTO "DISEÑO DE BARRERA FLOTANTE, PARA MITIGAR EL AVANCE DE VEGETACIÓN FLOTANTE DENTRO DEL CAÑO CLARIN NUEVO"

Localización: Caño Clarín Nuevo, Corregimiento de Palermo,
Municipio de Sitionuevo – Departamento del Magdalena

Realizado por el ingeniero civil
CARLOS DAVID LINERO CUETO
C.C. 7.143.229 de Santa Marta
Mat. Prof. No. 08202106418ATL

SANTA MARTA (MAGDALENA)
Diciembre de 2025

CARLOS DAVID LINERO CUETO
Ingeniero Civil
Mat. Prof. No. 08202106418ATL
CONSTRUCCIONES – DISEÑOS – INTERVENTORÍAS
ASESORÍAS – CONSULTORÍAS

Santa Marta, 19 de diciembre de 2025

Señores
ODN – OBRAS DEL NORTE
NIT. 901.486.053-4
Ciudad

Ref.: Estudio de Suelos para el proyecto “Diseño de barrera flotante, para mitigar el avance de vegetación flotante dentro del caño Clarin nuevo”

Cordial saludo,

Me permito presentarle el informe del estudio de suelos realizado para el proyecto ““Diseño de barrera flotante, para mitigar el avance de vegetación flotante dentro del caño Clarin nuevo”

Quedamos a su disposición para atender cualquier inquietud que surja con respecto al presente estudio.

Atentamente,



Ing. CARLOS DAVID LINERO CUETO
Magister en Ingeniería Civil
C. C. No 7.143.229 de Santa Marta
Mat. Prof. No. 08202106418ATL

Contenido

1. DESCRIPCION 4
1.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 4
1.2 CARACTERISTICAS DEL PROYECTO 5
2. OBJETIVOS 6
2.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS 6
3. GEOLOGÍA 7
3.1 GEOLOGÍA REGIONAL 7
3.2 GEOLOGÍA LOCAL 8
3.2.1 Región del Río Magdalena 8
3.2.2 Geología de la Zona de Estudio 9
4. INVESTIGACIÓN DEL SUB – SUELO 15
4.1 METODOLOGÍA 15
4.2 EXPLORACION DE CAMPO 15
4.2.1 Registro Fotográfico de los Sondeos Realizados 17
5.3 ENSAYOS DE LABORATORIO 18
5. DESCRIPCION DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO 19
5.1 ESTRATIGRAFÍA 19
5.2 NIVEL FREÁTICO 19
5.3 SISMICIDAD DEL ENTORNO Y PARAMETROS DE DISEÑO SISMICO 19
5.4 POTENCIAL DE EXPANSIÓN 23
6. INTERPRETACIÓN GEOTÉCNICA 25
6.1 CALCULO DE ANGULO DE FRICCIÓN Y CAPACIDAD PORTANTE 25
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 29
8. LIMITACIONES 31
ANEXOS 32
REGISTRO DE ENSAYO SPT 33
RESULTADOS ENSAYOS DE LABORATORIO 35
CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE 45

1. DESCRIPCION

Para trabajar en la recuperación de tan importante ecosistema de la zona en estudio, el proyecto denominado "DISEÑO DE BARRERA FLOTANTE, PARA MITIGAR EL AVANCE DE VEGETACIÓN FLOTANTE DENTRO DEL CAÑO CLARIN NUEVO", se presenta como un aporte a las intervenciones realizadas en el caño Clarín Nuevo, con la construcción de una barrera en la entrada del caño que evite el ingreso de vegetación flotante desde el río Magdalena.

El presente estudio comprende las exploraciones de campo, toma de muestras alteradas de material y ensayos de laboratorios a las respectivas muestras tomadas, con el fin de obtener todas las características físicas y mecánicas que nos permitan describir el material de suelo que constituye las orillas del caño Clarín nuevo.

1.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se encuentra ubicado entre en las coordenadas geográficas 10°57'3.50"N - 74°44'50.80"O (Ref.).



Imagen 1. Localización del proyecto en el Caño Clarín Nuevo

1.2 CARACTERISTICAS DEL PROYECTO

De acuerdo con la información entregada por ODN – OBRAS DEL NORTE, el proyecto consiste en la construcción de una barrera transversal al eje del caño Clarín Nuevo, que permita disminuir el ingreso de material vegetal flotante proveniente del río Magdalena.

2. OBJETIVOS

El objetivo del presente estudio es determinar todas las características físicas y mecánicas del material que constituye el sub - suelo de la zona, así como su perfil estratigráfico, necesarios para el desarrollo del presente proyecto.

2.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Los objetivos específicos del presente estudio son los siguientes:

- Obtener los resultados de campo provenientes del ensayo normal de penetración “SPT”.
- Obtener la muestras alteradas e inalteradas del material del sub – suelo mediante el toma muestras de pared delgada partido “Split Spoon”, roscado a la parte inferior de las barras de perforación.
- Obtener los parámetros mecánicos del material del sub – suelo mediante cálculos en base a los datos obtenidos del ensayo normal de penetración “SPT”
- Obtener la clasificación y los índices del material del sub - suelo
- Obtener información sobre las condiciones estratigráficas del sitio.

3. GEOLOGÍA

3.1 GEOLOGÍA REGIONAL

El Departamento del Magdalena está situado al norte del país sobre la margen oriental del río del mismo nombre, en la región de la llanura del Caribe; se localiza entre los 8º58' y 11º57' de latitud norte y los 73º33' y 74º57' de longitud oeste de Greenwich. La superficie es de 23.188 km2, lo que corresponde aproximadamente al 2,0% del territorio nacional.

Este departamento limita por el norte con el mar Caribe; por el oriente con los departamentos de La Guajira y Cesar, y por el sur y occidente con el río Magdalena, que lo separa de los departamentos de Bolívar y Atlántico.

El municipio de Santa Marta Magdalena lugar donde se localiza la zona de estudio se encuentra en el extremo nororiente del departamento del Magdalena.

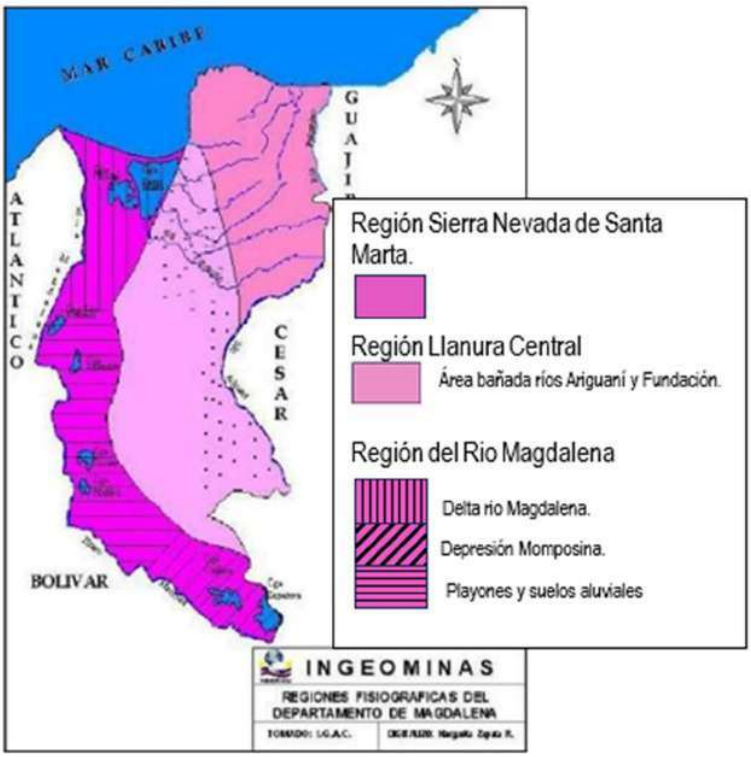


Imagen 2. Regiones fisiográficas del Departamento del Magdalena

3.2 GEOLOGÍA LOCAL

En el territorio magdalenense se identifican tres grandes regiones fisiográficas bien definidas como son la Sierra Nevada de Santa Marta, las Llanuras Centrales y el Valle Inferior del Magdalena, la zona de estudio se encuentra ubicada en la región del Río Magdalena, esta se describe a continuación.

3.2.1 Región del Río Magdalena

Topográficamente, la Región del Río Magdalena es suave, bastante plana, con presencia de pequeñas colinas que no sobrepasan los 100 msnm. La región está bañada por el río Magdalena en una longitud de más de 200 km y se caracteriza por sus numerosas ciénagas y pantanos. Se puede subdividir en tres zonas: la primera zona comprende el sector oriental del Delta del Río Magdalena; la segunda corresponde al lecho mayor y a terrazas aluviales del río Magdalena, y la tercera es la zona de la Depresión Momposina.
A su vez el corregimiento de Palermo en el Municipio de Sitionuevo se encuentra dentro de la zona del Delta del Rio Magdalena.

3.2.1.1. Zona Delta del Río Magdalena

Se trata de una gran llanura de inundación y acumulación de sedimentos, está compuesta de numerosos caños, arroyos, ciénagas y pantanos de diferentes dimensiones que son alimentados por los desbordamientos del Río Magdalena. En el Departamento del Magdalena comprende el sector oriental del río Magdalena que se extiende entre el límite con el Departamento de Atlántico y la Ciénaga Grande de Santa Marta y desde el litoral del mar Caribe, donde se encuentra la isla Salamanca, hasta el caño Ciego. A esta zona corresponden la Ciénaga Grande de Santa Marta y la Isla de Salamanca.

En la ciénaga Grande de Santa Marta han ocurrido procesos de cambio, causados por el arrastre de sedimentos marinos desde Santa Marta a través de la corriente marina costanera y por la continua sedimentación del río Magdalena, lo cual originó un banco de arena, situado entre la desembocadura del Río Magdalena y el mar Caribe, que

posteriormente se transformó en una llanura de depósitos aluviales, denominada Isla de Salamanca.

La Isla de Salamanca es más angosta en el extremo oriental que en el occidental; hacia el sur se amplía y une el Río Magdalena con la Ciénaga Grande de Santa Marta, por medio de numerosos canales. La mayor parte de la Isla de Salamanca se encontraba cubierta de manglares, pero al construirse la vía que comunica a Ciénaga con Barranquilla, se interrumpió el intercambio de agua dulce y salada que existía a través de los canales naturales, y paulatinamente fueron desapareciendo los manglares. Este desastre ecológico se pudo evitar o minimizar, por lo menos, mediante un estudio previo sobre el impacto ambiental y el manejo adecuado del ecosistema.

3.2.2 Geología de la Zona de Estudio

La zona de estudio (municipio de Sitionuevo) se encuentra localizada en el llamado Valle Inferior del Río Magdalena y forma parte del terreno geológico San Jorge – Plato.

En el área afloran rocas ígneas de probable edad Jurásica Superior - Cretáceo y posiblemente corresponden a las estribaciones más 'septentrionales de la Cordillera Central. Se presenta además una secuencia de sedimentos del Pleistoceno de ambiente fluvio - lacustre y sedimentos del Reciente de ambiente fluvial y laguna.

Con base en el Plan de Manejo del Sitio Ramsar y Reserva de la Biosfera Sistema Delta Estuarino del Río Magdalena, Ciénaga Grande de Santa Marta Anas discors PROCESOS PRINCIPALES - Deposición de materiales miogeosinclinales sobre la plataforma continental y acumulación de sedimentos eugeosinclinales en una amplia fosa que bordea la plataforma (área débil de la plataforma). - Intensa orogenia dando lugar al levantamiento de la Cordillera Central ancestral (Orogenia taconica) (Wiedemann, 1973). - Durante el Jurásico y triásico ocurre perturbación tectónica de gran magnitud que genera magmatismo, afectando la zona oriental del complejo estuárico y la zona meridional del actual macizo de Santa Marta.

En el cretáceo tardío el mar miogeosinclinal alcanza su máxima extensión dejando «in situ» una plataforma que suprayace a una corteza continental, cuyo borde occidental pasa por los bordes sur y sureste de la ecoregión del complejo estuárico. Ocurre la orogenia andina (Wiedemann, 1973). - Del Cretáceo tardío al Paleoceno la ecorregión presenta un panorama paleogeográfico de ambiente marino, extendido hasta el actual límite sur-suroriental de la misma, en donde tuvo lugar una sedimentación pelágica. El actual macizo de Santa Marta está acoplado a la Cordillera Central, siguiendo la dirección del actual brazo de Mompós (río Magdalena actual). - Del mesozóico al cenozóico Orogenia con plegamiento y metamorfismo local de las rocas sedimentarias y la intrusión de pequeñas rocas ultramáficas y serpentinitas de tipo alpino.

A manera de resumen, se entrega una breve descripción del ambiente formacional del área referente a la parte septentrional del margen litoral caribe de la Costa Atlántica Colombiana. El límite del ambiente terrestre es básicamente el mismo que en el período anterior, pero ocurren los primeros levantamientos del cinturón fragmentado de San Jacinto en la zona de interacción de la corteza oceánica del Caribe Suroccidental y la corteza continental del Norte de Suramérica. Allí se forma una cadena volcánica submarina. - En el Eoceno Medio Los esfuerzos compresionales laterales alcanzan un clímax y ocurre una orogenia (fase orogénica pre-Andina) en el borde externo de la plataforma. - En el Eoceno Tardío al Oligoceno el mar realiza una invasión progresiva del continente, desde el norte y el occidente, con depósitos de facies de carbonatos y algunas inclusiones de calizas arrecifales. - En el Mioceno se inicia el plegamiento Proto-Andino y se completa el esbozo tridente de los actuales Andes Colombianos. En la ecorregión de estudio continúa la deposición de sedimentos (condiciones meríticas) y emergen los núcleos de San Jacinto y Luruaco, al occidente. - Del Mioceno Tardío al Plioceno ocurre una separación relativa del macizo de Santa Marta y la cordillera central, a lo largo de la falla de San Jorge. Se forma la geofractura de Plato.

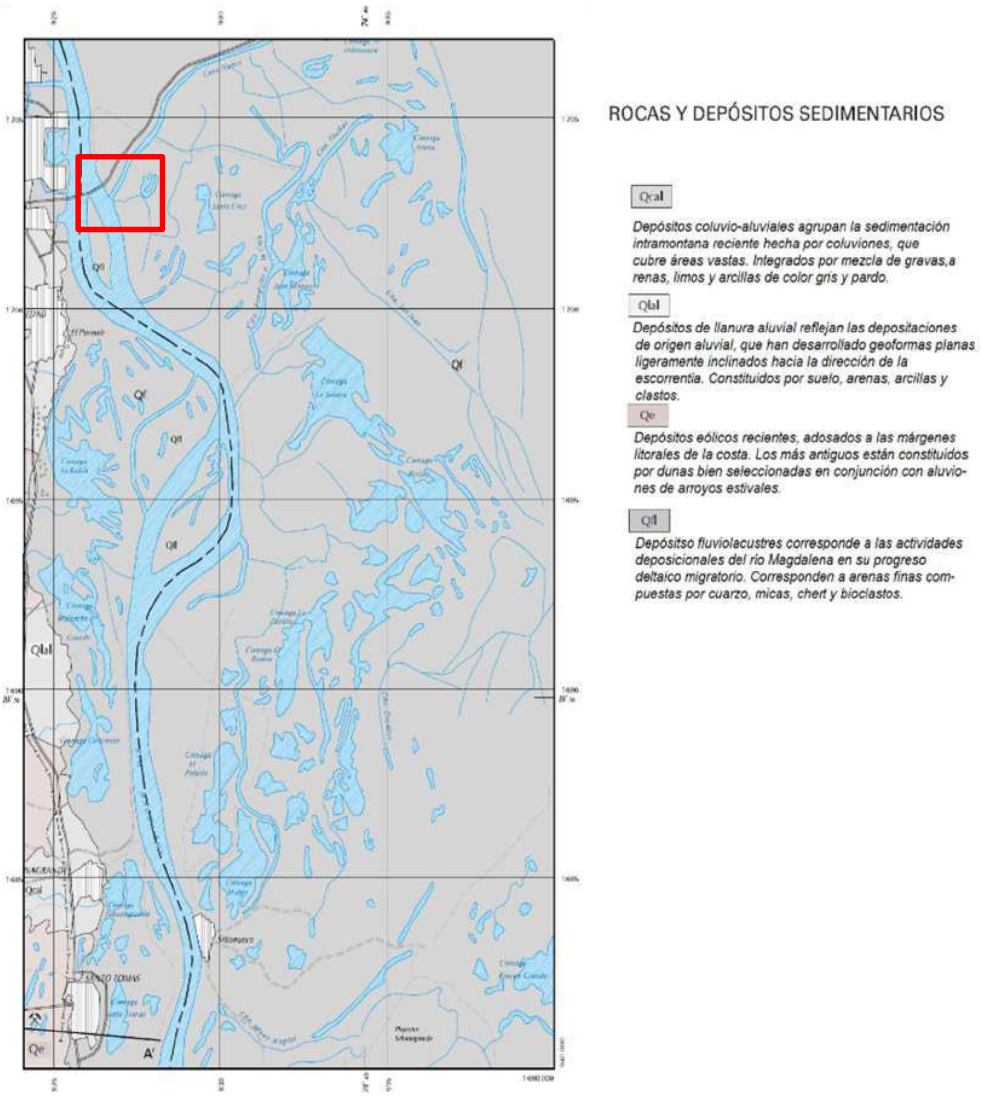


Imagen 3. Plano geológico general de la Zona en estudio (adaptado del INGEOMINAS 2006)

3.2.2.1 Geomorfología

El enfoque de la evaluación geográfica y geomorfológica, con el fin de orientar el alcance y la logística de las obras civiles, como también el esbozo de un plan para contrarrestar las

amenazas, van en conjunción con el conocimiento e la dinámica del tramo en estudio del río Magdalena y su proyección inmediata.

El área del proyecto del tramo de vía entre Sitionuevo y Palermo se presenta como una zona geológica compleja y altamente estratificada en su expresión estructural. El origen de este comportamiento radica en el impacto de la expresión geomorfogénica con una fuerte acumulación sedimentaria del río Magdalena, en su tramo final en busca de su desembocadura al Mar Caribe. Este condicionamiento se expresa localmente en una expresión de depositaciones, geoformas y estrato-acumulaciones muy recientes, de edad Holocénica, extremadamente complejas y con una depositación consecuente de estructuras sedimentarias incongruentes. Es indispensable reconocer la influencia variada del cambio del régimen de caudales del Magdalena a lo largo de su devenir.

La planicie aluvial donde se desarrolla la geomorfología es plana, lobulada en abanicos extensos que corresponden a las rastras de cursos recientes del río, con frecuentes elementos abasinados. Existen acumulaciones de aguas relictas de amortiguación llamadas comúnmente ciénagas, que muestras elevaciones de cauces mayores e inusuales en su transcurrir.
En la orilla oriental del río, los caños y canales hacen conexión con el sistema cenagoso de la Gran Ciénaga Grande De La Magdalena. El patrón natural de drenaje está controlado por este receptáculo natural y de otro lado, por las crecidas del río. La influencia antrópica ejerce un desigual control sobre estas tendencias hídricas que, en muchas ocasiones, pueden estar en contradicción con el mismo devenir geomorfológico del sistema. Es de notar que estos canales representan hoy día los cauces de comunicación de parte del cauce del río que es retenido parcialmente en estas ciénagas y lagunas aledañas.

Se ha podido detectar algunas acumulaciones muy someras de depósitos eólicos en la orilla occidental de arenas limosas mayormente compuestas de cuarzo y feldespatos. La formación de estas dunas está correlacionadas con el arrastre que han ejercidos los alisios estivales en el Pleistoceno, en la conformación de estas franjas eólicas que tienden a conformar una sucesión de dunas longitudinales. Dado a que estas estructuran aún se encuentran en franco movimiento, muchas de ellas han sido evacuadas por el hombre.

3.2.2.2 Estratigrafía

La geología de la zona de estudio se caracteriza por depósitos que se describen a continuación:

3.2.2.2.1 Depósitos fluviolacustres y de llanura de inundación (Qfacl)

Los depósitos fluviolacustres y de llanura de inundación corresponden a depósitos formados en la zona de transición o intermedia entre la ciénaga Grande de Santa Marta y la llanura de inundación. Estos depósitos contrastan bien fotogeológicamente, constituyen un área húmeda, con vegetación y con influencia de inundaciones en épocas de invierno. Los cauces de los ríos en esta área todavía pueden ser delimitados, además, hay desarrollo de pantanos y zonas anegadas de carácter intermitente. Consisten principalmente de limos y arcillas (Hernández, 1996).

3.2.2.2.2 Depósitos de llanuras aluviales (Qlla)

Los depósitos de llanuras aluviales son depósitos formados principalmente por arcillas y limos, que forman una planicie bastante uniforme. En estas áreas se desarrollan los cultivos de banano y de palma africana. Se observan sedimentos limoarcillosos de tonos claros. En algunos sectores, como el área cercana a la costa, son ligeramente carbonatados, sin embargo, esta característica se pierde hacia el interior (Hernández, 1996).

3.2.2.2.3 Depósitos fluviolacustres (Qfl)

Los depósitos fluviolacustres se encuentran localizados en la región noroccidental del Departamento del Magdalena, donde ocupan una gran extensión. Son depósitos típicos de pantanos y ciénagas, los que están estrechamente asociados a los cambios hidrológicos que presenta el río Magdalena. Estos depósitos están conformados por sedimentos finos limo arcillosos y escasos fragmentos tamaño grava, son de color gris a gris oscuro por presencia de materia orgánica. Morfológicamente se caracteriza por su abundante vegetación, principalmente manglares y especies de pantano. Son aprovechables para piscicultura, agricultura y ganadería.

3.2.2.2.4 Depósitos aluviales (Qal)

Los depósitos aluviales son formados por los principales ríos y quebradas existentes en el territorio del Departamento del Magdalena; están esencialmente constituidos por gravas y

fragmentos de rocas ígneas y metamórficas, provenientes en su mayoría de las unidades del basamento cristalino de la Sierra Nevada de Santa Marta. Estos depósitos son claramente diferenciables fotogeológicamente y se encuentran ubicados a lo largo y ancho de los ríos Magdalena, Ariguaní y Fundación y de las quebradas Chimicuica, Corozal y Mundo; también se encuentran otros depósitos aluviales que aparecen en forma de terrazas.

4. INVESTIGACIÓN DEL SUB – SUELO

4.1 METODOLOGÍA

La metodología que se llevó a cabo para la realización de los sondeos por percusión es la normalizada como ASTM D 1586, conocida como Ensayo de Penetración Estándar (STANDARD PENETRATION TEST, SPT).

Para los tramos de perforación por percusión y lavado se utilizó un equipo adicionado con una pesa de 620 N y con caída libre de 0.76 m. La densidad "in situ" de los suelos se determinó mediante ensayos normales de penetración con intervalos no mayores de 1m. El ensayo consiste en contar el número de golpes necesarios para hacer penetrar un elemento normalizado (penetrómetro) una distancia de 0.3 m. en el sub - suelo.

Los resultados obtenidos con la prueba S.P.T. sirven para correlacionar características del sub - suelo, tales como: peso unitario, densidad relativa, consistencia, ángulo de fricción interna y resistencia a la compresión inconfinada entre otros; sin embargo, estas correlaciones deben estar acompañadas de un criterio adecuado basado en la experiencia del Ingeniero Geotécnico.

4.2 EXPLORACION DE CAMPO

La etapa de exploración de campo dentro del área enmarcada por las coordenadas geográficas ya mencionadas consistió en un recorrido con el fin de analizar la zona en estudio y la realización de dos sondeos de cuatro (4) metros de profundidad cada uno, con equipo de perforación y localizados así:

SONDEO	COORDENAS GEOGRAFICAS
No. 1	10°57'03.80"N 74°44'51.00"O
No. 2	10°57'03.20"N 74°44'50.60"O



Imagen 4. Localización de Sondeos Realizados

4.2.1 Registro Fotográfico de los Sondeos Realizados

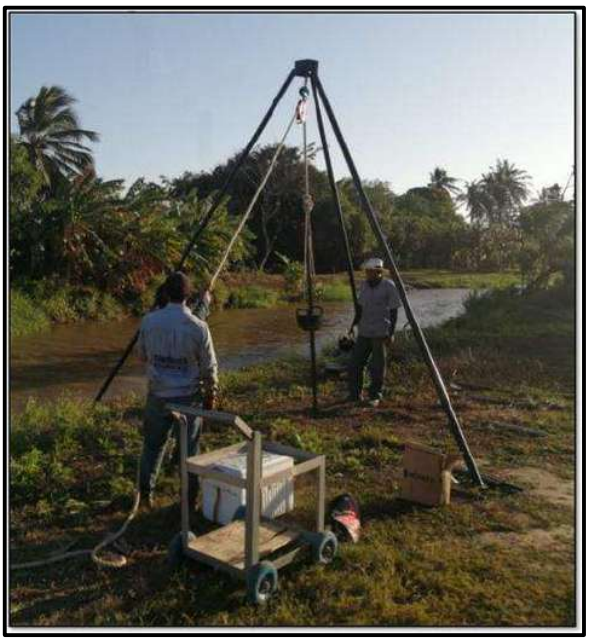


Imagen 5. Fotografía Sondeo 1



Imagen 6. Fotografía Sondeo 2

5.3 ENSAYOS DE LABORATORIO

En las perforaciones ejecutadas, se tomaron muestras de naturaleza alterada, las cuales se consideran representativas del perfil natural del sub - suelo.

Las muestras tomadas se llevaron a laboratorio para realizar los ensayos de humedad natural, límites de consistencia, granulometría, peso unitario y gravedad específica de acuerdo a las necesidades del estudio y a las características del sub - suelo.

En los apiques ejecutados, se tomaron muestras de naturaleza alterada y se realizaron los ensayos de límite de consistencia y granulometría con lavado sobre tamiz No. 200 con el objeto de clasificar los suelos de acuerdo con los sistemas de clasificación unificado (USCS) Y (ASSHTO).

Las pruebas de laboratorio fueron realizadas de acuerdo con los procedimientos descritos en las normas ASTM pertinentes, los resultados de los ensayos realizados sobres las muestras de los sondeos se muestran en los anexos.

5. DESCRIPCION DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO

5.1 ESTRATIGRAFÍA

De acuerdo con los resultados obtenidos en los sondeos podemos describir que el sub – suelo está constituido por un solo estrato que va desde la cota de superficie del terreno hasta la profundidad máxima explorada (4 metros), sin variar la humedad y tamaño de partículas de acuerdo con la ubicación del sondeo; entonces:

En el Sondeo 1: Se observa

- Arena pobremente gradada color gris: con un peso unitario suelto de 1,064 ton/m^3, un porcentaje de finos entre el 0,37 y 1,16%, un índice de plasticidad promedio de 3%, humedad mínima de 37,4% y máxima de 46,2%.

En el Sondeo 2: Se observa

- Arena pobremente gradada color gris: con un peso unitario suelto de 1,125 ton/m^3, un porcentaje de finos entre el 0,44 y 1,03%, un índice de plasticidad promedio de 9% en los dos primeros metros, los últimos dos metros no presentan plasticidad, humedad mínima de 36,3% y máxima de 44,9%.

5.2 NIVEL FREÁTICO

Durante las perforaciones ejecutadas se encontró la presencia de nivel freático a mínimo 50 centímetros en los sondeos ejecutados.

5.3 SISMICIDAD DEL ENTORNO Y PARAMETROS DE DISEÑO SISMICO

De acuerdo con la norma de diseño sismo resistente (NSR – 10) y teniendo en cuenta que la zona de proyecto se encuentra ubicada en el municipio de Santa Marta, podemos

determinar los parámetros de suma importancia para el diseño de una estructura sismo resistente con base en el apéndice A-4 que se muestran a continuación.

APÉNDICE A-4
VALORES DE A_a, A_v, A_e Y A_d Y DEFINICIÓN DE LA ZONA DE AMENAZA SÍSMICA DE LOS MUNICIPIOS COLOMBIANOS

Departamento del Magdalena

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Santa Marta	47001	0.15	0.10	Intermedia	0.10	0.04
Algarrobo	47030	0.10	0.10	Baja	0.05	0.02
Aracataca	47053	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Ariguaní	47058	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Cerro San Antonio	47161	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Chivolo	47170	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Ciénaga	47189	0.10	0.10	Baja	0.06	0.02
Concordia	47205	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
El Banco	47245	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
El Piñon	47258	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
El Reten	47268	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Fundación	47288	0.10	0.10	Baja	0.05	0.02
Guamal	47318	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Nueva Granada	47460	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Pedraza	47541	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Pijino del Carmen	47545	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Pivijay	47551	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Plato	47555	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Puebloviejo	47570	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Remolino	47605	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Sabanas de San Ángel	47660	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Salamina	47675	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
San Sebastián de Buenavista	47692	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
San Zenón	47703	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Santa Ana	47707	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Santa Bárbara de Pinto	47720	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Sitionuevo	47745	0.10	0.10	Baja	0.05	0.02
Tenerife	47798	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Zapayán	47960	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Zona Bananera	47980	0.10	0.10	Baja	0.08	0.02

De la tabla anterior obtenemos:

Aceleración pico efectiva ($\boldsymbol{A_a = 0,10}$), Velocidad pico efectiva ($\boldsymbol{A_V = 0,10}$).

Para determinar el tipo de perfil del suelo (Ver tablas A.2.4-1 A.2.4-2) utilizamos el número medio de golpes ($\boldsymbol{N_i = 4}$) obtenidos en el ensayo SPT con la respectiva corrección por energía y la velocidad de la Onda de Corte del suelo V_S, que se calculó mediante la fórmula

propuesta por IMAI et al en 1982; la cual relaciona la velocidad de corte con el número de golpes N_i del ensayo SPT.

$$V_S = 76 * N_i^{0,33}$$

$$V_S = 76 * 4^{0,33}$$

$$\boldsymbol{V_S = 120,1\ ^{m}/_{s}}$$

Tabla A.2.4-1
Clasificación de los perfiles de suelo

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{v}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s > $\bar{v}_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	760 m/s> $\bar{v}_s \geq 360$ m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$, o $\bar{s}_u \geq 100$ kPa (≈1 kgf/cm²)
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s > $\bar{v}_s \geq 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	50 > $\bar{N} \geq 15$, o 100 kPa (≈1 kgf/cm²) > $\bar{s}_u \geq 50$ kPa (≈0.5 kgf/cm²)
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	180 m/s > $\bar{v}_s$
	perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	IP > 20 w ≥ 40% 50 kPa (≈0.50 kgf/cm²) > $\bar{s}_u$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F_1 — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F_2 — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F_3 — Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con Índice de Plasticidad IP > 75) F_4 — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 36 m)	

Tabla A.2.4-2
Criterios para clasificar suelos dentro de los perfiles de suelo tipos C, D o E

Tipo de perfil	$\bar{v}_s$	$\bar{N}$ o $\bar{N}_{ch}$	$\bar{s}_u$
C	entre 360 y 760 m/s	mayor que 50	mayor que 100 kPa (≈ 1 kgf/cm²)
D	entre 180 y 360 m/s	entre 15 y 50	entre 100 y 50 kPa (0.5 a 1 kgf/cm²)
E	menor de 180 m/s	menor de 15	menor de 50 kPa (≈0.5 kgf/cm²)

Podemos decir entonces que el suelo del terreno es del perfil **Tipo E.**

Con todos los parámetros anteriormente determinados y con base en la NSR 10 (Ver Figuras A.2.4-1, A.2.4-2 y Tablas A.2.5-1) se tiene que $\boldsymbol{F_a = 2,5}$, $\boldsymbol{F_V = 3,5}$. De igual forma tenemos que coeficiente de importancia $\boldsymbol{I = 1,0}$.

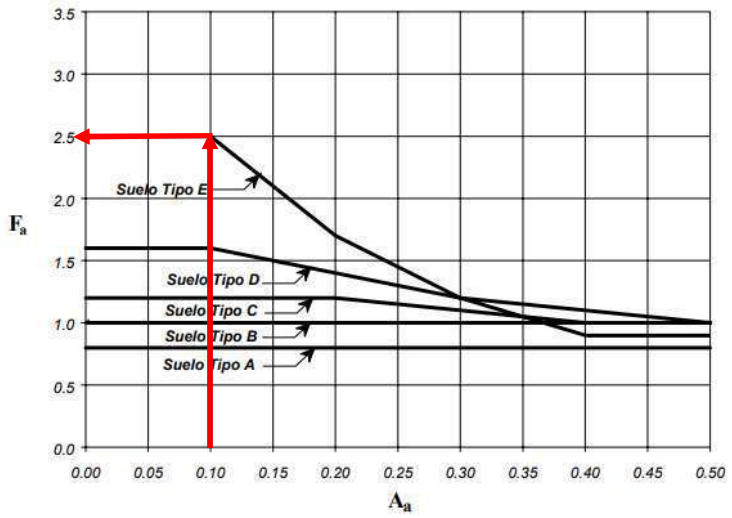


Figura A.2.4-1 - Coeficiente de amplificación F_a del suelo para la zona de períodos cortos del espectro

Como el valor de $A_a = 0{,}15$ se determinó $\boldsymbol{F_a}$ de acuerdo con la Figura A.2.4-1 (NSR-10).

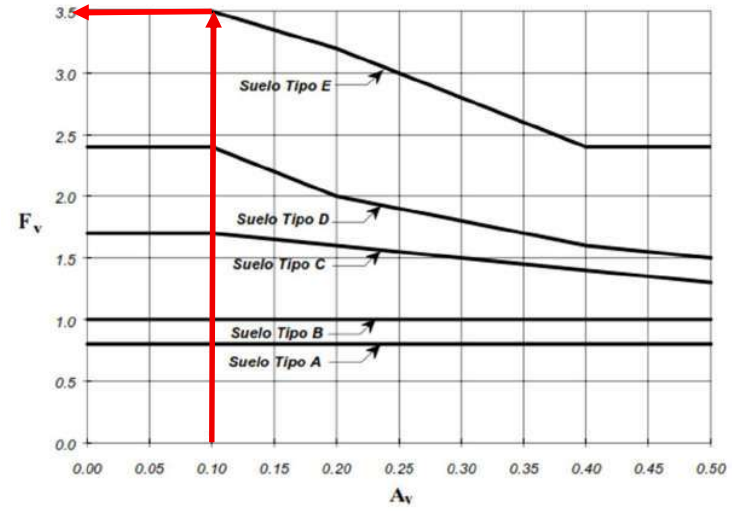


Figura A.2.4-2 — Coeficiente de amplificación F_v del suelo para la zona de períodos intermedios del espectro

Tabla A.2.5-1
Valores del coeficiente de importancia, I

Grupo de Uso	Coeficiente de Importancia, I
IV	1.50
III	1.25
II	1.10
I	1.00

Así mismo a continuación se incluye el cálculo del periodo fundamental del suelo (T_s) teniendo en cuenta la fórmula establecida en el libro Geotechnical Earthquake Engineering de Steven L. Kramer.

Donde;

$$T_s = 4 * \frac{H}{V_S} \ (seg)$$

H = Espesor del Suelo. De acuerdo con las perforaciones ejecutadas el espesor del suelo es de 6 metros (Profundidad máxima alcanzada).

$$T_s = 4 * \frac{4m}{120{,}1 \ {}^{m}/_{S}} \qquad \rightarrow \qquad T_s = 0{,}133 \ seg$$

Es así como para una velocidad de onda de corte $V_S = 120{,}1 \ {}^{m}/_{S}$ y para un espesor de suelo de 6 metros se tiene un periodo fundamental del suelo $\boldsymbol{T_s = 0{,}133 \ seg}$.

5.4 POTENCIAL DE EXPANSIÓN

Los parámetros utilizados en la evaluación de la expansividad son el límite líquido, humedad natural, densidad seca, Límite de contracción y el índice de plasticidad.

La expansión se presenta principalmente en suelos arcillosos que, dada su composición química, pueden causar reacciones físico-químicas al contacto con moléculas de agua. Estas reacciones se ven reflejadas de manera macroscópica, con incrementos ante el exceso de agua o disminuciones de volumen de materiales con la perdida de agua.

De acuerdo con los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio para la caracterización de los materiales, no tenemos materiales cohesivos por lo cual al realizar el procedimiento se determinó que posee un potencial de expansión BAJO de acuerdo con la NSR-10 Tabla H.9.1-1

Tabla H.9.1-1
Clasificación de suelos expansivos

Potencial de expansión	Expansión (%) medida en consolidómetro bajo presión vertical de 0.07 kgf/cm^2	Límite líquido LL, en (%)	Límite de contracción en (%)	Índice de plasticidad, IP, en (%)	Porcentaje de partículas menores de una micra (μ)	Expansión libre EL en (%), medida en probeta
Muy alto	> 30	> 63	< 10	> 32	> 37	> 100
Alto	20 – 30	50 – 63	6 – 12	23 – 45	18 – 37	> 100
Medio	10 –20	39 – 50	8 – 18	12 –34	12 – 27	50 100
Bajo	< 10	< 39	> 13	< 20	< 17	< 50

Las condiciones propias del terreno de buen drenaje superficial de escorrentías determinan la no existencia de gradientes hidráulicos o cabezas de presión que ocasione este fenómeno, por lo que no se sugiere ningún tratamiento especial.

6. INTERPRETACIÓN GEOTÉCNICA

De acuerdo con las características físicas y mecánicas de los materiales del subsuelo encontrados y a su perfil estratigráfico podemos decir lo siguiente:

- En la exploración se observó que desde la superficie se encuentra un material arenoso fino.
- Se encontró nivel freático partir de 50 cm, por su cercanía a la orilla del caño, por lo que se deberá tener en cuenta esta condición al momento de definir el método constructivo.
- Como capacidad portante se utiliza la más crítica, la cual fue obtenida en el Sondeo 1 a dos (2,0) metros de profundidad se evaluaron capacidades de carga admisible 5,61 Ton/m^2. Las capacidades de carga admisible a diferentes profundidades se muestran en los anexos.
- El material Arenoso es susceptible de deslizamiento en excavaciones mayores a 0,5 m, por su condición de saturación y no plasticidad.

6.1 CALCULO DE ANGULO DE FRICCIÓN Y CAPACIDAD PORTANTE

De acuerdo con la formulación propuesta en la literatura geotécnica, a continuación, se presentan las ecuaciones para determinar el Angulo de fricción a partir de los resultados de los ensayos los ensayos de laboratorio y del SPT, adicionalmente las ecuaciones de capacidad portante para cimentación superficial por Terzaghi, tomando los valores más críticos a la profundidad de cimentación propuesta de 2,0 m:

N = 1 golpes /pie N60 = 0,75x1 = 0,75 golpes /pie

Donde:

N es Numero de golpes necesarios para penetrar 30 cm (12 pulg) del ensayo SPT

N60 es Valor de N para una energía del 60%

CN = 1- K*log Rs (Seed-Idriss) En general se recomienda CN ≤ 1,8

Donde:

Rs = esfuerzo efectivo en Kg/cm2: Rs = (1,462*1+1,552*1)/10 = 0,101 Kg/cm2

K=1.41 para Rs < 1; K=0.92 para Rs ≥ 1 (Marcuson)

CN = 1 – (1,41*log(0,101)) = 2,4 por lo tanto, se toma CN = 1,8

Ncor = CN * N60 * n1 * n2 * n3 * n4

Donde:

Ncor = Numero de golpes Corregidos

n1 = Factor de corrección por energía del martillo

n2 = Factor de corrección por longitud de la varilla

n3 = Factor de corrección por resistencia interna del toma muestras

n4 = Factor de corrección por diámetro de la perforación

Los valores de n1 , n2 , n3 y n4 se pueden asumir iguales a 1

Entonces Ncor = CN * N60 = 1,8 * 0,75 = 1,35 por lo tanto Ncor = 1 golpes/pie

El Ncor (número de golpes corregido) se toma para el cálculo del ángulo de fricción la siguiente ecuación:

ϕ = 15 + (15*Ncor)^0,5

ϕ = 15 + (15*1,35) ^0,5 = 19,5° Por lo tanto el ángulo de fricción promedio para el estrato es de 20°

Utilizando Ecuación general de capacidad de carga de Terzaghi para calculo por metro cuadro de cimentación tenemos:

$$qu = 1{,}3cNcFcsFcdFci + qNqFqsFqdFqi + 0{,}4\gamma BN\gamma FysFydFyi$$

Donde:

Y	Es el peso unitario del material del suelos a la profundidad determinada		
q	Es el esfuerzo efectivo a la profundidad determinada		
Nc	Es el numero de golpes del ensayo SPT (la suma de los golpes de los ultimos 30 cm)		
KN	Es un numero para corregir el numero de golpes. Se toma como KN=1,41 para esfuerzos efectivos menor a 10 ton/m2 y KN=0,92 para esfuerzos efectivos mayores a 10 ton/m2		
CN	Numero para corregir el numero de golpes y se calcula mediante la formula, pero nunca debe ser mayor a 1,80		
β	Es el angulo de inclinacion de la carga, es decir el angulo que forma la carga con el eje vertical		
Df	Profundidad de desplante	Nc, Nq y Nγ	Factores para la ecuacion y se obtienen de una tabla de acuerdo al angulo de friccion
B y L	Dimensiones de la cimentacion	Fcs, Fqs y Fγs	Factores de forma y se obtienen mediante formula ya tabulada o no
q ult	Capacidad portante calculada	Fcd, Fqd y Fγd	Factores de profundidad y se obtienen mediante formula ya tabulada o no
q ad	Capacidad portante admisible	Fci, Fqi y Fγi	Factores de inclinacion y se obtienen mediante formula ya tabulada o no
C	Factor de cohesion		

$$Nc = \cot\phi(Nq - 1) \qquad Fcs = 1+\frac{N_q}{N_c}\cdot\frac{B}{L}$$

$$Nq = tan^2\left(45+\frac{\phi}{2}\right)\cdot e^{\pi tan\phi} \qquad Fqs = 1+\frac{B}{L}\cdot tan\phi$$

$$N\gamma = 2\cdot(Nq+1)\cdot tan\phi \qquad F_{\gamma S} = 1\text{-}0{,}4\cdot\frac{B}{L}$$

$$Fcd = 1+0{,}4\cdot K$$

$$Fqd = 1+2\cdot tan\phi\cdot(1-sen\phi)^2\cdot K$$

$$F_{\gamma d} = 1, \text{ para cualquier valor de } \phi$$

Donde:

$$K = \frac{D_f}{B}, \text{ para } \frac{D_f}{B} \leq 1$$

$$K = tan^{-1}\left(\frac{D_f}{B}\right), \text{ para } \frac{D_f}{B} > 1 \text{ ; el valor de } tan^{-1}\left(\frac{D_f}{B}\right) \text{ en radianes}$$

$$qu = 1{,}3cNcFcsFcdFci + qNqFqsFqdFqi + 0{,}4\gamma BN\gamma FysFydFyi$$

Reemplazando los valores tenemos:

$$qu = 16{,}82 \text{ ton } /m^2$$

Para determinar la carga admisible tomamos un factor de seguridad de 3

$$qadm = qu/Fs = 16{,}82 / 3 = 5{,}61 \text{ Ton}/m^2$$

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Para diseños utilizar los valores de masa unitaria seca igual a 1,064 Ton/m^3, masa unitaria húmeda de 1,552 Ton/m3, un ángulo de fricción 20°, y un perfil de Suelos Tipo E.

- Para la zona se evaluaron a dos (2,0) metros de profundidad capacidades de carga admisible de 5,61 Ton/m^2. (para diferentes profundidades ver anexo capacidad portante)

- Se recomienda retirar todo el material vegetal y luego rellenar con material de relleno seleccionado compactado, en capas no mayores a 15 cm hasta alcanzar la cota de cimentación. La superficie excavada para la cimentación debe estar limpia de toda materia orgánica, como raíces de árboles y maleza, así como de materiales no constituyentes del suelo natural, como escombros y basura.

- Constructivamente se pueden presentar algunos inconvenientes en las excavaciones que se realicen para el proyecto, relacionados profundidades mayores a 0,5 m debido a que el material arenoso es susceptible de deslizamiento.

- No se prevén otras complicaciones constructivas diferentes a los requerimientos comunes para obras de esta magnitud, siendo suficiente el uso de métodos convencionales.

- Si se requiere el diseño de muros de contención, se calculará la fricción suelo – muro (δ) como δ = ¾Ø, donde "Ø" es el ángulo de fricción interna del material, que para este caso en particular se tomara como Ø = 20°.

- El material granular utilizado para rellenos laterales debe ser capaz de desarrollar fricción y no debe contener materiales orgánicos ni residuos no deseados.

- El material seleccionado para rellenos deberá cumplir con las siguientes especificaciones (o con otras especificaciones de afirmado vigentes): Limite liquido < 25%, índice de plasticidad < 6%, porcentaje material que pasa el tamiz de 76.2 mm: 100%, porcentaje material que pasa el tamiz de 4.75 mm: entre

30% y 70%, porcentaje material que pasa el tamiz de 0.074 mm: entre 0% y 15%.

- Los rellenos deberán compactarse para alcanzar densidades superiores al 95% de la densidad máxima del proctor modificado.

- Los parámetros del suelo determinados en este estudio se resumen en la siguiente tabla:

Sondeo	PROFUNDIDAD (m)	Cota	Y (Ton/m3)	Yd (Ton/m3)	ϕ	Resistencia al corte, C (Ton/m2)	q ult (Ton/m2)	q adm (Ton/m2)
1	2,00	-2,00	1,552	1,064	20	0,00	16,82	5,61

8. LIMITACIONES

Las conclusiones y recomendaciones consignadas en este documento se basaron en los resultados de las investigaciones de campo y laboratorio que se describieron en los capítulos respectivos; los alcances y las conclusiones consignadas se ajustan sólo a las características del proyecto planteado.

Es importante tener en cuenta la posible variabilidad del perfil estratigráfico en otros sectores de la zona, lo que genera por ende otras propiedades geomecánicas de los materiales. Lo anterior no indica cambios en los diseños, ya que el trabajo de campo, los resultados de laboratorio y el análisis de éstos, permitieron concluir teniendo en cuenta condiciones desfavorables. De todas formas, se deberá tener presente que, si durante la etapa de construcción se encuentran en la zona condiciones del subsuelo muy diferentes a las descritas como típicas en este informe, o se generan variaciones sustanciales del proyecto que afecten de una u otra manera las recomendaciones emitidas, se deberá informar oportunamente para complementar las conclusiones y recomendaciones consignadas en el presente informe.



Ing. CARLOS DAVID LINERO CUETO
Magister en Ingeniería Civil
C. C. No 7.143.229 de Santa Marta
Mat. Prof. No. 08202106418ATL

ANEXOS

CARLOS DAVID LINERO CUETO
Ingeniero Civil
Mat. Prof. No. 08202106418ATL
CONSTRUCCIONES – DISEÑOS – INTERVENTORÍAS
ASESORÍAS – CONSULTORÍAS

REGISTRO DE ENSAYO SPT

HOJA 1

REGISTRO DE EXPLORACION DE CAMPO

DISEÑO DE BARRERA FLOTANTE, PARA MITIGAR EL AVANCE DE VEGETACIÓN FLOTANTE DENTRO DEL CAÑO CLARIN NUEVO

Proyecto

LOCALIZACIÓN:	Caño Clarín Nuevo, Sitio Nuevo - Magdalena	SONDEO No.	1
SOLICITANTE:	ODN – OBRAS DEL NORTE		
PERFORISTA:	Gustavo Simanca	FECHA:	16-dic-25
N.F (m):	0,5		

INFORMACION DE LA PERFORACION

PROF (m)	SIMBOLO	DESCRIPCIÒN	TIPO TOMA MUESTRA	LP	LL	PROFUNDIDAD (m) DE	PROFUNDIDAD (m) A	ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR 15 cm	15 cm	15 cm	N_{SPT}	%w	γd_{min}	γd_{max}
0 – 0,5		Arena pobremente gradada color gris	S.S.	7	20	0	0,5	2	0	1	1	37,4	1,064	1,227
0,5 – 1				7	20	0,5	1	2	1	1	2	45,9	1,064	1,227
1 – 1,5				30	33	1	1,5	2	1	1	2	45,9	1,064	1,227
1,5 – 2				30	33	1,5	2	0	0	1	1	45,9	1,064	1,227
2 – 2,5				27	31	2	2,5	0	0	1	1	46,2	1,064	1,227
2,5 – 3				27	31	2,5	3	1	2	2	4	46,2	1,064	1,227
3 – 3,5				25	28	3	3,5	3	2	3	5	46,2	1,064	1,227
3,5 – 4				25	28	3,5	4	3	2	3	5	46,2	1,064	1,227

N / % ▲ SPT ■ %w ○ LP ✕ LL (0 5 10 15 20 25 30 35 40 45)

FIN DEL SONDEO

CARLOS DAVID LINERO CUETO
Ingeniero Civil
Mat. Prof. No. 08202106418ATL
CONSTRUCCIONES – DISEÑOS – INTERVENTORÍAS
ASESORÍAS – CONSULTORÍAS

HOJA 1

REGISTRO DE EXPLORACION DE CAMPO

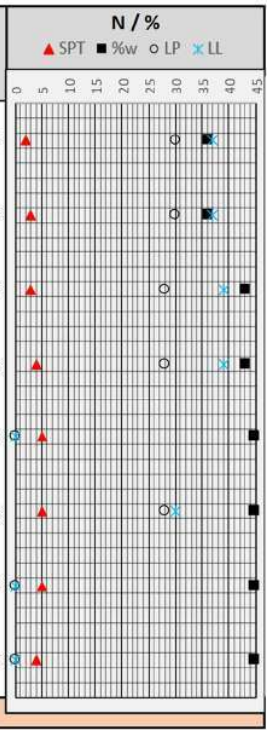
DISEÑO DE BARRERA FLOTANTE, PARA MITIGAR EL AVANCE DE VEGETACIÓN FLOTANTE DENTRO DEL CAÑO CLARIN NUEVO

Proyecto

LOCALIZACIÓN: Caño Clarín Nuevo, Sitio Nuevo - Magdalena
SOLICITANTE: ODN – OBRAS DEL NORTE
PERFORISTA: Gustavo Simanca
N.F (m): 1
SONDEO No. 2
FECHA: 16-dic-25

INFORMACION DE LA PERFORACION

PROF (m)	SIMBOLO	DESCRIPCIÒN	TIPO TOMA MUESTRA	LP	LL	PROFUNDIDAD (m) DE	PROFUNDIDAD (m) A	ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR 15 cm	15 cm	15 cm	N_{SPT}	%w	γd_{min}	γd_{max}
0		Arena pobremente gradada color gris	S.S.	30	37	0	0,5	2	1	1	2	36,3	1,125	1,496
0,5				30	37	0,5	1	1	1	2	3	36,3	1,125	1,496
1				28	39	1	1,5	1	1	2	3	43,1	1,125	1,496
1,5				28	39	1,5	2	1	2	2	4	43,1	1,125	1,496
2						2	2,5	2	2	3	5	44,8	1,125	1,496
2,5						2,5	3	2	3	2	5	44,8	1,125	1,496
3						3	3,5	2	3	2	5	44,9	1,125	1,496
3,5						3,5	4	2	2	2	4	44,9	1,125	1,496
4														



FIN DEL SONDEO

RESULTADOS ENSAYOS DE LABORATORIO

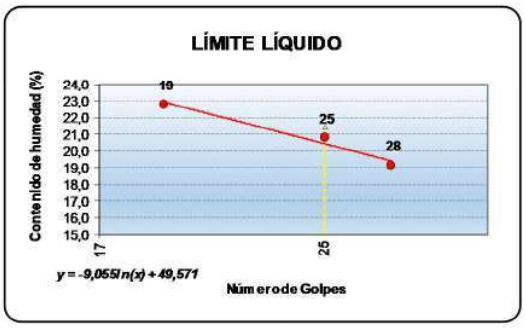
CLASIFICACIÓN, GRANULOMETRIA Y LÍMITES

PROYECTO:	DISEÑO DE BARRERA FLOTANTE, PARA MITIGAR EL AVANCE DE VEGETACIÓN FLOTANTE DENTRO DEL CAÑO CLARIN NUEVO
LOCALIZACION:	Caño Clarín Nuevo, Palermo - Sitio Nuevo Magdalena
DESCRIPCIÓN:	ARENA POBREMENTE GRADADA COLOR GRIS

APIQUE N°	S 1 M 1
PROFUNDIDAD:	0,00 A 1,00 M
F DE CAMPO:	Diciembre 16 de 2025
ENSAYO:	Diciembre 17 de 2025

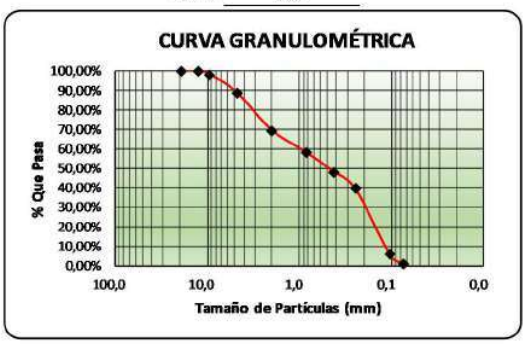
LIMITE LIQUIDO			
N_o de Golpes	19	25	28
Recipiente N_o	A3	B3	C3
P1	21,50	22,80	17,60
P2	20,20	21,20	16,70
P3	14,50	13,50	12,00
% Humedad	22,81	20,78	19,15

LIMITE PLASTICO			
Recipiente N_o	X3	Y3	
P1	23,00	22,10	
P2	22,60	21,70	
P3	16,40	16,30	
% Humedad	6,45	7,41	



Recipiente No.	1
P_1 =	119,2
P_2 =	1272,7
P_3 =	959
%W =	37,4%
P_{grad} =	839,8

P_1 (gramos)		839,8	P_2 (gramos)		830,1
Tamiz		Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa
Pulg	mm				
3"	75,0	-	-	0,00%	100,00%
2"	50,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
1,1/2"	37,5	-	0,00%	0,00%	100,00%
1"	25,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
3/4"	19,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
1/2"	12,5	-	0,00%	0,00%	100,00%
3/8"	9,5	12,9	1,54%	1,54%	98,46%
No.4	4,75	81,3	9,68%	11,22%	88,78%
10	2,0	160,6	19,12%	30,34%	69,66%
20	0,85	95,6	11,38%	41,72%	58,28%
40	0,425	82,6	9,84%	51,56%	48,44%
60	0,25	72,5	8,63%	60,19%	39,81%
140	0,106	283,9	33,81%	94,00%	6,00%
200	0,075	40,7	4,85%	98,84%	1,16%
FONDO		9,70	1,16%	100,00%	



Límite Líquido	20	**A.A.S.H.T.O.**	A - 2 - 6 (0)	**Humedad Natural**	37,4%
Límite Plástico	7	**U.S.C.S.**	SP	**Tamaño Máximo**	1/2"
Índice Plastico	13	**Cu**	4,99	**Tamaño Máximo Nominal**	3/8"
Índice de Grupo	0	**Cc**	0,44		

OBSERVACIONES:

Ing. Jefe de Laboratorio

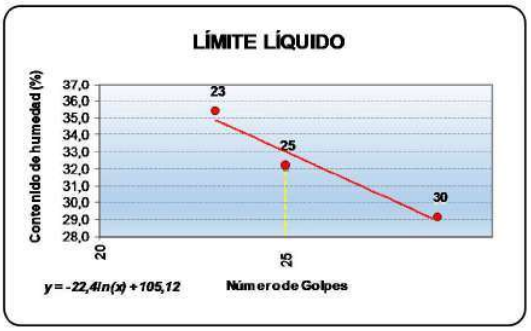
CLASIFICACIÓN, GRANULOMETRIA Y LÍMITES

PROYECTO:	DISEÑO DE BARRERA FLOTANTE, PARA MITIGAR EL AVANCE DE VEGETACIÓN FLOTANTE DENTRO DEL CAÑO CLARIN NUEVO
LOCALIZACION:	Caño Clarín Nuevo, Palermo - Sitio Nuevo Magdalena
DESCRIPCIÓN:	ARENA POBREMENTE GRADADA COLOR GRIS

APIQUE N°	S 1 M 2
PROFUNDIDAD:	1,00 A 2,00 M
F DE CAMPO:	Diciembre 16 de 2025
ENSAYO:	Diciembre 17 de 2025

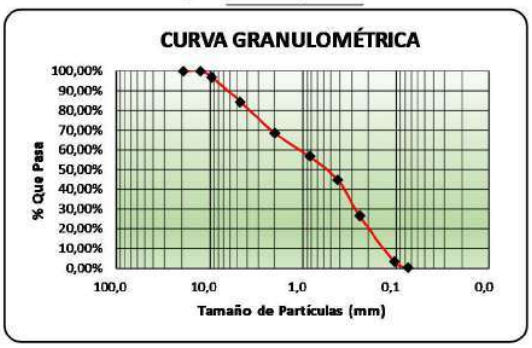
LIMITE LIQUIDO			
N_o de Golpes	23	25	30
Recipiente N_o	A1	B1	C1
P1	21,90	23,70	18,20
P2	20,20	21,80	17,50
P3	15,40	15,90	15,10
% Humedad	35,42	32,20	29,17

LIMITE PLASTICO			
Recipiente N_o	X1	Y1	
P1	21,90	25,50	
P2	20,40	22,95	
P3	15,40	14,20	
% Humedad	30,00	29,14	



Recipiente No.	2
P_1 =	119,8
P_2 =	1471,3
P_3 =	1046,1
%W =	45,9%
P_{grad} =	926,3

P_1 (gramos)		926,3	P_2 (gramos)		921,7
Tamiz		Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa
Pulg	mm				
3"	75,0	-	-	0,00%	100,00%
2"	50,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
1,1/2"	37,5	-	0,00%	0,00%	100,00%
1"	25,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
3/4"	19,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
1/2"	12,5	-	0,00%	0,00%	100,00%
3/8"	9,5	27,5	2,97%	2,97%	97,03%
No.4	4,75	113,1	12,21%	15,18%	84,82%
10	2,0	150,6	16,26%	31,44%	68,56%
20	0,85	110,1	11,89%	43,32%	56,68%
40	0,425	108,8	11,75%	55,07%	44,93%
60	0,25	166,1	17,93%	73,00%	27,00%
140	0,106	216,9	23,42%	96,42%	3,58%
200	0,075	28,6	3,09%	99,50%	0,50%
FONDO		4,60	0,50%	100,00%	



Límite Líquido	33	A.A.S.H.T.O.	A - 1- b (0)	Humedad Natural	45,9%
Límite Plástico	30	U.S.C.S.	SP	Tamaño Máximo	1/2"
Índice Plastico	3	Cu	4,26	Tamaño Máximo Nominal	3/8"
Índice de Grupo	0	Cc	0,73		

OBSERVACIONES:

Ing. Jefe de Laboratorio

CARLOS DAVID LINERO CUETO
Ingeniero Civil
Mat. Prof. No. 08202106418ATL
CONSTRUCCIONES – DISEÑOS – INTERVENTORÍAS
ASESORÍAS – CONSULTORÍAS

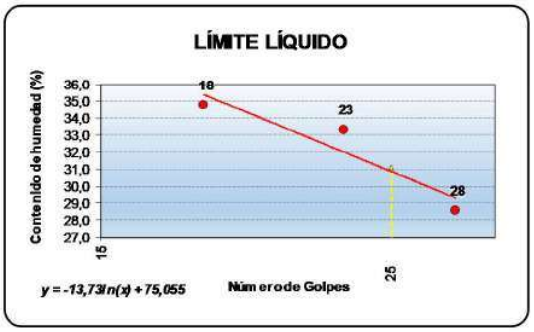
CLASIFICACIÓN, GRANULOMETRIA Y LÍMITES

DISEÑO DE BARRERA FLOTANTE, PARA MITIGAR EL AVANCE DE VEGETACIÓN

PROYECTO:	FLOTANTE DENTRO DEL CAÑO CLARIN NUEVO	**APIQUE N°**	S 1 M 3
LOCALIZACION:	Caño Clarin Nuevo, Palermo - Sitio Nuevo Magdalena	**PROFUNDIDAD:**	2,00 A 3,00 M
DESCRIPCIÓN:	ARENA POBREMENTE GRADADA COLOR GRIS	**F DE CAMPO:**	Diciembre 16 de 2025
		ENSAYO:	Diciembre 17 de 2025

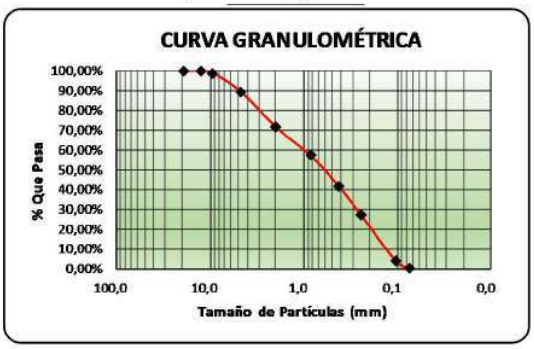
LIMITE LIQUIDO			
N_0 de Golpes	18	23	28
Recipiente N	A1	B1	C1
P1	22,00	22,40	18,20
P2	20,40	20,90	17,40
P3	15,80	16,40	14,60
% Humedad	34,78	33,33	28,57

LIMITE PLASTICO			
Recipiente N	X3	Y3	
P1	22,10	27,60	
P2	20,70	24,80	
P3	15,50	14,50	
% Humedad	26,92	27,18	



Recipiente No.	3
P_1 =	119,2
P_2 =	1412,1
P_3 =	1003,4
%W =	46,2%
P_{grad} =	884,2

P_1 (gramos)		884,2	P_2 (gramos)		880,9
Tamiz		Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa
Pulg	mm				
3"	75,0	-	-	0,00%	100,00%
2"	50,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
1,1/2"	37,5	-	0,00%	0,00%	100,00%
1"	25,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
3/4"	19,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
1/2"	12,5	-	0,00%	0,00%	100,00%
3/8"	9,5	7,1	0,80%	0,80%	99,20%
No.4	4,75	83,8	9,48%	10,28%	89,72%
10	2,0	157,5	17,81%	28,09%	71,91%
20	0,85	128,7	14,56%	42,65%	57,35%
40	0,425	137,2	15,52%	58,17%	41,83%
60	0,25	126,2	14,27%	72,44%	27,56%
140	0,106	205,9	23,29%	95,72%	4,28%
200	0,075	34,5	3,90%	99,63%	0,37%
FONDO		3,30	0,37%	100,00%	



Límite Liquido	31	**A.A.S.H.T.O.**	A - 1 - b (0)	**Humedad Natural**	46,2%
Límite Plástico	27	**U.S.C.S.**	SP	**Tamaño Máximo**	1/2"
Índice Plastico	4	**Cu**	5,18	**Tamaño Máximo Nominal**	3/8"
Índice de Grupo	0	**Cc**	0,61		

OBSERVACIONES:

Ing. Jefe de Laboratorio

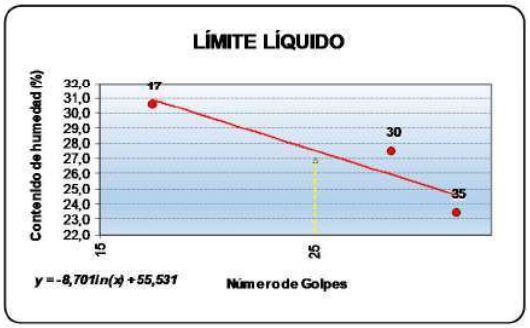
CLASIFICACIÓN, GRANULOMETRIA Y LÍMITES

PROYECTO:	DISEÑO DE BARRERA FLOTANTE, PARA MITIGAR EL AVANCE DE VEGETACIÓN FLOTANTE DENTRO DEL CAÑO CLARIN NUEVO
LOCALIZACION:	Caño Clarín Nuevo, Palermo - Sitio Nuevo Magdalena
DESCRIPCIÓN:	ARENA POBREMENTE GRADADA COLOR GRIS

APIQUE N°	S 1 M 4
PROFUNDIDAD:	3,00 A 4,00 M
F DE CAMPO:	Diciembre 16 de 2025
ENSAYO:	Diciembre 17 de 2025

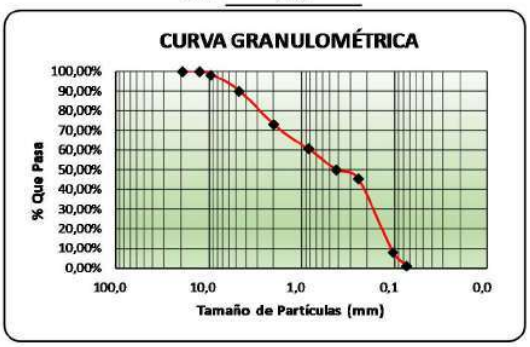
LIMITE LIQUIDO			
N_o de Golpes	17	30	35
Recipiente N_o	A1	B1	C1
P1	20,10	21,70	21,00
P2	19,00	20,30	20,70
P3	15,40	15,20	16,00
% Humedad	30,56	27,45	23,40

LIMITE PLASTICO			
Recipiente N_o	X1	Y1	
P1	21,90	25,50	
P2	20,60	23,40	
P3	15,40	15,20	
% Humedad	25,00	25,61	



Recipiente No.	4
P_1 =	119,9
P_2 =	1497,8
P_3 =	1062,3
%W =	46,2%
P_{grad} =	942,4

P_1 (gramos)		942,4	P_2 (gramos)		929,2
Tamiz		Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa
Pulg	mm				
3"	75,0	-	-	0,00%	100,00%
2"	50,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
1,1/2"	37,5	-	0,00%	0,00%	100,00%
1"	25,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
3/4"	19,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
1/2"	12,5	-	0,00%	0,00%	100,00%
3/8"	9,5	13,7	1,45%	1,45%	98,55%
No.4	4,75	77,9	8,27%	9,72%	90,28%
10	2,0	161,0	17,08%	26,80%	73,20%
20	0,85	117,6	12,48%	39,28%	60,72%
40	0,425	102,2	10,84%	50,13%	49,87%
60	0,25	40,7	4,32%	54,45%	45,55%
140	0,106	350,7	37,21%	91,66%	8,34%
200	0,075	65,4	6,94%	98,60%	1,40%
FONDO		13,20	1,40%	100,00%	



Limite Liquido	28	A.A.S.H.T.O.	A - 2 - 4 (0)	Humedad Natural	46,2%
Limite Plástico	25	U.S.C.S.	SP	Tamaño Máximo	1/2"
Índice Plastico	2	Cu	4,88	Tamaño Máximo Nominal	3/8"
Índice de Grupo	0	Cc	0,43		

OBSERVACIONES:

Ing. Jefe de Laboratorio

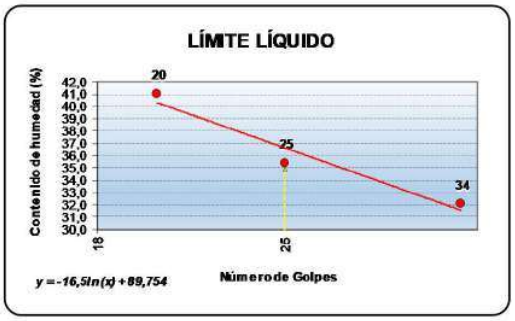
CLASIFICACIÓN, GRANULOMETRIA Y LÍMITES

PROYECTO:	DISEÑO DE BARRERA FLOTANTE, PARA MITIGAR EL AVANCE DE VEGETACIÓN FLOTANTE DENTRO DEL CAÑO CLARIN NUEVO
LOCALIZACION:	Caño Clarín Nuevo, Palermo - Sitio Nuevo Magdalena
DESCRIPCIÓN:	ARENA POBREMENTE GRADADA COLOR GRIS

APIQUE N°	S 2 M 1
PROFUNDIDAD:	0,00 A 1,00 M
F DE CAMPO:	Diciembre 16 de 2025
ENSAYO:	Diciembre 17 de 2025

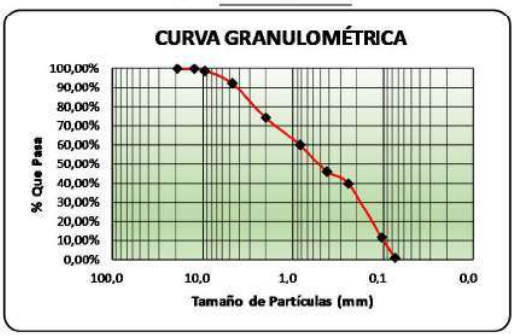
LIMITE LIQUIDO			
N_0 de Golpes	20	25	34
Recipiente N_0	A2	B2	C2
P1	20,10	22,00	23,10
P2	18,50	20,30	21,40
P3	14,60	15,50	16,10
% Humedad	41,03	35,42	32,08

LIMITE PLASTICO			
Recipiente N_0	X2	Y2	
P1	21,90	22,00	
P2	20,30	20,50	
P3	14,80	15,50	
% Humedad	29,09	30,00	



Recipiente No.	5
P_1 =	119,7
P_2 =	1260,3
P_3 =	956,6
%W =	36,3%
P_{grad} =	836,9

P_1 (gramos)		836,9	P_2 (gramos)		829,0
Tamiz		Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa
Pulg	mm				
3"	75,0	-	-	0,00%	100,00%
2"	50,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
1,1/2"	37,5	-	0,00%	0,00%	100,00%
1"	25,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
3/4"	19,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
1/2"	12,5	-	0,00%	0,00%	100,00%
3/8"	9,5	7,1	0,85%	0,85%	99,15%
No.4	4,75	54,8	6,55%	7,40%	92,60%
10	2,0	153,8	18,38%	25,77%	74,23%
20	0,85	118,2	14,12%	39,90%	60,10%
40	0,425	115,9	13,85%	53,75%	46,25%
60	0,25	50,5	6,03%	59,78%	40,22%
140	0,106	238,3	28,47%	88,25%	11,75%
200	0,075	90,4	10,80%	99,06%	0,94%
FONDO		7,90	0,94%	100,00%	



Límite Líquido	37	A.A.S.H.T.O.	A - 2 - 4 (0)	Humedad Natural	36,3%
Límite Plástico	30	U.S.C.S.	SP	Tamaño Máximo	1/2"
Índice Plastico	7	Cu	6,57	Tamaño Máximo Nominal	3/8"
Índice de Grupo	0	Cc	0,44		

OBSERVACIONES:

Ing. Jefe de Laboratorio

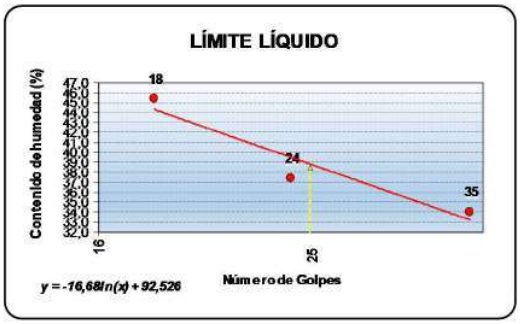
CLASIFICACIÓN, GRANULOMETRIA Y LÍMITES

PROYECTO:	DISEÑO DE BARRERA FLOTANTE, PARA MITIGAR EL AVANCE DE VEGETACIÓN FLOTANTE DENTRO DEL CAÑO CLARIN NUEVO
LOCALIZACION:	Caño Clarín Nuevo, Palermo - Sitio Nuevo Magdalena
DESCRIPCIÓN:	ARENA POBREMENTE GRADADA COLOR GRIS

APIQUE N°	S 2 M 2
PROFUNDIDAD:	1,00 A 2,00 M
F DE CAMPO:	Diciembre 16 de 2025
ENSAYO:	Diciembre 17 de 2025

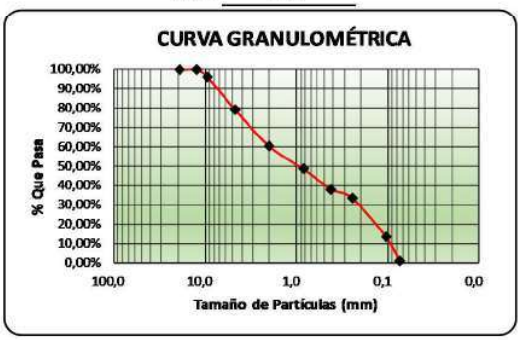
LIMITE LIQUIDO			
N_0 de Golpes	18	24	35
Recipiente N	A3	B3	C3
P1	19,80	22,50	21,40
P2	18,80	20,70	19,90
P3	16,60	15,90	15,50
% Humedad	45,45	37,50	34,09

LIMITE PLASTICO			
Recipiente N	X3	Y3	
P1	20,80	21,00	
P2	19,40	20,00	
P3	14,50	16,40	
% Humedad	28,57	27,78	



Recipiente No.	6
P_1 =	120,4
P_2 =	1415,2
P_3 =	1025,1
%W =	43,1%
P_{grad} =	904,7

P_1 (gramos)		904,7	P_2 (gramos)		895,4
Tamiz		Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa
Pulg	mm				
3"	75,0	-	-	0,00%	100,00%
2"	50,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
1,1/2"	37,5	-	0,00%	0,00%	100,00%
1"	25,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
3/4"	19,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
1/2"	12,5	-	0,00%	0,00%	100,00%
3/8"	9,5	34,0	3,76%	3,76%	96,24%
No.4	4,75	151,7	16,77%	20,53%	79,47%
10	2,0	172,4	19,06%	39,58%	60,42%
20	0,85	105,4	11,65%	51,23%	48,77%
40	0,425	95,1	10,51%	61,74%	38,26%
60	0,25	41,0	4,53%	66,28%	33,72%
140	0,106	183,1	20,24%	86,51%	13,49%
200	0,075	112,7	12,46%	98,97%	1,03%
FONDO		9,30	1,03%	100,00%	



Límite Liquido	39	A.A.S.H.T.O.	A - 2 - 6 (0)	Humedad Natural	43,1%
Límite Plástico	28	U.S.C.S.	SP	Tamaño Máximo	1/2"
Índice Plastico	11	Cu	8,73	Tamaño Máximo Nominal	3/8"
Índice de Grupo	0	Cc	0,34		

OBSERVACIONES:

Ing. Jefe de Laboratorio

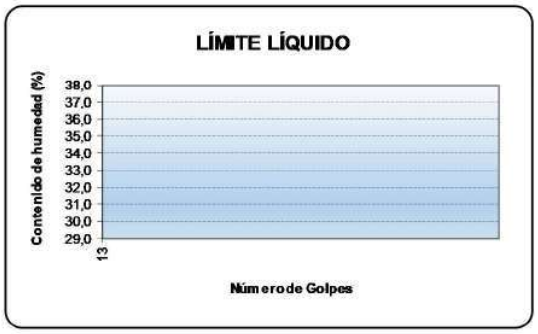
CLASIFICACIÓN, GRANULOMETRIA Y LÍMITES

PROYECTO:	DISEÑO DE BARRERA FLOTANTE, PARA MITIGAR EL AVANCE DE VEGETACIÓN FLOTANTE DENTRO DEL CAÑO CLARIN NUEVO
LOCALIZACION:	Caño Clarín Nuevo, Palermo - Sitio Nuevo Magdalena
DESCRIPCIÓN:	ARENA POBREMENTE GRADADA COLOR GRIS

APIQUE N°	S 3 M 3
PROFUNDIDAD:	2,00 A 3,00 M
F DE CAMPO:	Diciembre 16 de 2025
ENSAYO:	Diciembre 17 de 2025

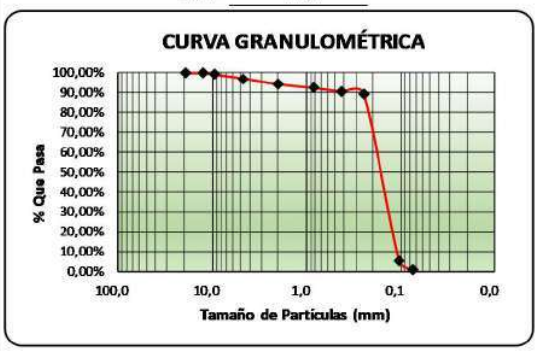
LIMITE LIQUIDO			
N_g de Golpes			
Recipiente N_o			
P1			
P2			
P3			
% Humedad			

LIMITE PLASTICO			
Recipiente N_o			
P1			
P2			
P3			
% Humedad			



Recipiente No.	7
P_1 =	119,9
P_2 =	1818
P_3 =	1292,3
%W =	44,8%
P_{grad} =	1172,4

P_1 (gramos)		1172,4	P_2 (gramos)		1161,1
Tamiz		Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa
Pulg	mm				
3"	75,0	-	-	0,00%	100,00%
2"	50,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
1,1/2"	37,5	-	0,00%	0,00%	100,00%
1"	25,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
3/4"	19,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
1/2"	12,5	-	0,00%	0,00%	100,00%
3/8"	9,5	8,6	0,73%	0,73%	99,27%
No.4	4,75	22,6	1,93%	2,66%	97,34%
10	2,0	33,8	2,88%	5,54%	94,46%
20	0,85	21,9	1,87%	7,41%	92,59%
40	0,425	21,4	1,83%	9,24%	90,76%
60	0,25	12,3	1,05%	10,29%	89,71%
140	0,106	983,5	83,89%	94,17%	5,83%
200	0,075	57,0	4,86%	99,04%	0,96%
FONDO		11,30	0,96%	100,00%	



Límite Líquido	N-L	**A.A.S.H.T.O.**	A - 3 (0)	**Humedad Natural**	44,8%
Límite Plástico	N-P	**U.S.C.S.**	SP	**Tamaño Máximo**	1/2"
Índice Plastico	N-P	**Cu**	1,56	**Tamaño Máximo Nominal**	3/8"
Índice de Grupo	0	**Cc**	0,92		

OBSERVACIONES:

Ing. Jefe de Laboratorio

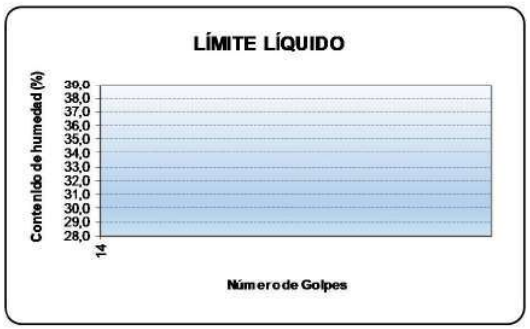
CLASIFICACIÓN, GRANULOMETRIA Y LÍMITES

PROYECTO:	DISEÑO DE BARRERA FLOTANTE, PARA MITIGAR EL AVANCE DE VEGETACIÓN FLOTANTE DENTRO DEL CAÑO CLARIN NUEVO
LOCALIZACION:	Caño Clarín Nuevo, Palermo - Sitio Nuevo Magdalena
DESCRIPCIÓN:	ARENA POBREMENTE GRADADA COLOR GRIS

APIQUE N°	S 2 M 4
PROFUNDIDAD:	3,00 A 4,00 M
F DE CAMPO:	Diciembre 16 de 2025
ENSAYO:	Diciembre 17 de 2025

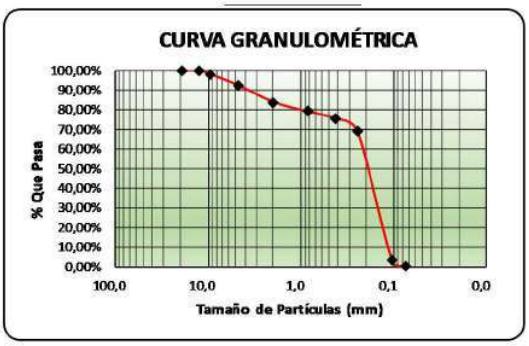
LIMITE LIQUIDO			
N_g de Golpes			
Recipiente N_g			
P1			
P2			
P3			
% Humedad			

LIMITE PLASTICO			
Recipiente N_g			
P1			
P2			
P3			
% Humedad			



Recipiente No.	8
P_1 =	120,9
P_2 =	2140
P_3 =	1514,8
%W =	44,9%
P_{grad} =	1393,9

P_1 (gramos)		1393,9	P_2 (gramos)		1387,7
Tamiz		Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa
Pulg	mm				
3"	75,0	-	-	0,00%	100,00%
2"	50,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
1,1/2"	37,5	-	0,00%	0,00%	100,00%
1"	25,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
3/4"	19,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
1/2"	12,5	-	0,00%	0,00%	100,00%
3/8"	9,5	25,6	1,84%	1,84%	98,16%
No.4	4,75	79,8	5,72%	7,56%	92,44%
10	2,0	116,2	8,34%	15,90%	84,10%
20	0,85	67,7	4,86%	20,75%	79,25%
40	0,425	51,1	3,67%	24,42%	75,58%
60	0,25	86,1	6,18%	30,60%	69,40%
140	0,106	918,1	65,87%	96,46%	3,54%
200	0,075	43,1	3,09%	99,56%	0,44%
FONDO		6,20	0,44%	100,00%	



Límite Líquido	N-L	A.A.S.H.T.O.	A - 3 (0)	Humedad Natural	44,9%
Límite Plástico	N-P	U.S.C.S.	SP	Tamaño Máximo	1/2"
Índice Plastico	N-P	Cu	1,68	Tamaño Máximo Nominal	3/8"
Índice de Grupo	0	Cc	0,89		

OBSERVACIONES:

Ing. Jefe de Laboratorio

PESO UNITARIO - AGREGADO FINO

1. OBRA: DISEÑO DE BARRERA FLOTANTE, PARA MITIGAR EL AVANCE DE VEGETACIÓN **FECHA:** 17-dic-25

2. OBJETIVO DEL ENSAYO: Determinar el peso unitario en condición suelta y compactada de la muestra de suelo

3. NORMAS DE REFERENCIA PARA EL PROCEDIMIENTO DE LOS ENSAYOS: INV E 136-13

4. DESCRIPCIÓN MUESTRA: ARENA POBREMENTE GRADADA COLOR GRIS

5. No. SONDEO: 1

A.- Peso Molde:	2.130 Gramos
B.- Peso molde + Suelo suelto	2.453 Gramos
C.- Peso molde + Suelo compacto	2.503 Gramos
V.- Volumen molde	304 cm3

Peso unitario Suelto	(B-A)/V	**1,064 gr/cm3**
Peso unitario Compacto	(C-A)/V	**1,227 gr/cm3**

OBSERVACIONES:

Vo. Bo. Ingeniero

PESO UNITARIO - AGREGADO FINO

1. OBRA: DISEÑO DE BARRERA FLOTANTE, PARA MITIGAR EL AVANCE DE VEGETACIÓN FLOTANTE DENTRO DEL CAÑO CLARIN NUEVO **FECHA:** 17-dic-25

2. OBJETIVO DEL ENSAYO: Determinar el peso unitario en condición suelta y compactada de la muestra de suelo

3. NORMAS DE REFERENCIA PARA EL PROCEDIMIENTO DE LOS ENSAYOS: INV E 136-13

4. DESCRIPCIÓN MUESTRA: ARENA POBREMENTE GRADADA COLOR GRIS

5. No. SONDEO: 2

A.- Peso Molde:		2.130 Gramos
B.- Peso molde + Suelo suelto		2.472 Gramos
C.- Peso molde + Suelo compacto		2.585 Gramos
V.- Volumen molde		304 cm3
Peso unitario Suelto	(B-A)/V	**1,125 gr/cm3**
Peso unitario Compacto	(C-A)/V	**1,496 gr/cm3**

OBSERVACIONES: _____

Vo. Bo. Ingeniero

CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO SONDEO 1 (CAÑO CLARIN NUEVO)

PROFUNDIDAD (m)	Y (Ton/m3)	q (Ton/m2)	Nc	N60	KN	CN	CN (tomado)	(N1)60	ϕ	β	Df (m)	B (m)	L (m)	q ult (Ton/m2)	qad (Ton/m2)
0,50	1,462	0,73	1	1	1,41	2,60	1,80	1	20	0	0,50	1,00	1,00	9,69	3,23
1,00	1,462	0,46	2	2	1,41	2,88	1,80	3	21	0	1,00	1,00	1,00	8,70	2,90
1,50	1,552	0,74	2	2	1,41	2,60	1,80	3	21	0	1,50	1,00	1,00	13,59	4,53
2,00	1,552	1,01	1	1	1,41	2,40	1,80	1	20	0	2,00	1,00	1,00	16,82	5,61
2,50	1,556	1,29	1	1	1,41	2,25	1,80	1	20	0	2,50	1,00	1,00	22,51	7,50
3,00	1,556	1,57	4	3	1,41	2,13	1,80	5	24	0	3,00	1,00	1,00	46,68	15,56
3,50	1,528	1,83	5	4	1,41	2,04	1,80	7	25	0	3,50	1,00	1,00	64,89	21,63
4,00	1,528	2,10	5	4	1,41	1,96	1,80	7	25	0	4,00	1,00	1,00	78,61	26,20

Df	ϕ	C	Nc	Nq	NY	Fcs	Fcd	Fci	Fqs	Fqd	Fqi	FYs	FYd	Fyi
0,50	20	0,0	14,83	6,40	5,39	1,43	1,20	1,00	1,35	1,16	1,00	0,60	1,00	1,00
1,00	21	0,0	15,81	7,07	6,20	1,45	1,40	1,00	1,39	1,32	1,00	0,60	1,00	1,00
1,50	21	0,0	15,81	7,07	6,20	1,45	1,60	1,00	1,39	1,47	1,00	0,60	1,00	1,00
2,00	20	0,0	14,83	6,40	5,39	1,43	1,80	1,00	1,35	1,63	1,00	0,60	1,00	1,00
2,50	20	0,0	14,83	6,40	5,39	1,43	2,00	1,00	1,35	1,79	1,00	0,60	1,00	1,00
3,00	24	0,0	19,32	9,60	9,44	1,50	2,20	1,00	1,45	1,94	1,00	0,60	1,00	1,00
3,50	25	0,0	20,72	10,66	10,88	1,51	2,40	1,00	1,47	2,09	1,00	0,60	1,00	1,00
4,00	25	0,0	20,72	10,66	10,88	1,51	2,60	1,00	1,47	2,24	1,00	0,60	1,00	1,00

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO SONDEO 2 (CAÑO CLARIN NUEVO)

PROFUNDIDAD (m)	Y (Ton/m3)	q (Ton/m2)	Nc	N60	KN	CN	CN (tomado)	(N1)60	ϕ	β	Df (m)	B (m)	L (m)	q ult (Ton/m2)	qad (Ton/m2)
0,50	1,533	0,77	2	2	1,41	2,57	1,80	3	21	0	0,50	1,00	1,00	11,58	3,86
1,00	1,533	1,53	3	2	1,41	2,15	1,80	4	23	0	1,00	1,00	1,00	28,58	9,53
1,50	1,610	2,34	3	2	1,41	1,89	1,80	4	23	0	1,50	1,00	1,00	46,33	15,44
2,00	1,610	3,14	4	3	1,41	1,71	1,71	5	24	0	2,00	1,00	1,00	75,33	25,11
2,50	1,478	3,38	5	4	1,41	1,66	1,66	6	25	0	2,50	1,00	1,00	98,48	32,83
3,00	1,478	3,62	5	4	1,41	1,62	1,62	6	25	0	3,00	1,00	1,00	113,75	37,92
3,50	1,457	3,85	5	4	1,41	1,58	1,58	6	24	0	3,50	1,00	1,00	116,70	38,90
4,00	1,457	4,08	4	3	1,41	1,55	1,55	5	23	0	4,00	1,00	1,00	117,80	39,27

Df	ϕ	C	Nc	Nq	NY	Fcs	Fcd	Fci	Fqs	Fqd	Fqi	FYs	FYd	Fyi
0,50	21	0,0	15,81	7,07	6,20	1,45	1,20	1,00	1,39	1,16	1,00	0,60	1,00	1,00
1,00	23	0,0	18,05	8,66	8,20	1,48	1,40	1,00	1,42	1,32	1,00	0,60	1,00	1,00
1,50	23	0,0	18,05	8,66	8,20	1,48	1,60	1,00	1,42	1,47	1,00	0,60	1,00	1,00
2,00	24	0,0	19,32	9,60	9,44	1,50	1,80	1,00	1,44	1,63	1,00	0,60	1,00	1,00
2,50	25	0,0	20,72	10,66	10,88	1,51	2,00	1,00	1,46	1,78	1,00	0,60	1,00	1,00
3,00	25	0,0	20,72	10,66	10,88	1,51	2,20	1,00	1,46	1,94	1,00	0,60	1,00	1,00
3,50	24	0,0	19,32	9,60	9,44	1,50	2,40	1,00	1,45	2,09	1,00	0,60	1,00	1,00
4,00	23	0,0	18,05	8,66	8,20	1,48	2,60	1,00	1,43	2,26	1,00	0,60	1,00	1,00

NOTAS:

Y	Es el peso unitario del material del suelos a la profundidad determinada		
q	Es el esfuerzo efectivo a la profundidad determinada		
Nc	Es el numero de golpes del ensayo SPT (la suma de los golpes de los ultimos 30 cm)		
KN	Es un numero para corregir el numero de golpes. Se toma como KN=1,41 para esfuerzos efectivos menor a 10 ton/m2 y KN=0,92 para esfuerzos efectivos mayores a 10 ton/m2		
CN	Numero para corregir el numero de golpes y se calcula mediante la formula, pero nunca debe ser mayor a 1,80		
β	Es el angulo de inclinacion de la carga, es decir el angulo que forma la carga con el eje vertical		
Df	Profundidad de desplante	Nc, Nq y Nγ	Factores para la ecuacion y se obtienen de una tabla de acuerdo al angulo de friccion
B y L	Dimensiones de la cimentacion	Fcs, Fqs y Fγs	Factores de forma y se obtienen mediante formula ya tabulada o no
q ult	Capacidad portante calculada	Fcd, Fqd y Fγd	Factores de profundidad y se obtienen mediante formula ya tabulada o no
q ad	Capacidad portante admisible	Fci, Fqi y Fγi	Factores de inclinacion y se obtienen mediante formula ya tabulada o no
C	Factor de cohesion (Ton/m2)		

CONSORCIO
CLARIN
2025

ANEXO INFORMES – DISEÑO DE BARRERA PARA EL CONTROL DE TARULLAS Y SOBRENADANTES EN LA EMBOCADURA DEL CAÑO

Carrera 2A # 26-15 Of- 301 / 301 756 4587
consorcioclarin2025@gmail.com / Santa Marta, Colombia

ODN
OBRAS DEL NORTE
NIT 901.486.053-4

Corporación Autónoma
Regional del Magdalena

ESTUDIO HIDROLÓGICO, HIDRÁULICO, ESTRUCTURAL PARA EL DISEÑO DE BARRERA FLOTANTE, PARA MITIGAR EL AVANCE DE VEGETACIÓN FLOTANTE DENTRO DEL CAÑO CLARIN NUEVO.



CORPAMAG

ESTUDIO HIDROLÓGICO, HIDRÁULICO, ESTRUCTURAL PARA EL DISEÑO DE BARRERA FLOTANTE, PARA MITIGAR EL AVANCE DE VEGETACIÓN FLOTANTE DENTRO DEL CAÑO CLARIN NUEVO.



CONSULTORÍA ESTUDIOS Y DISEÑOS:
JOSE ORTEGA MARTINEZ – ASESOR ESP. RECURSOS HIDRICOS

DICIEMBRE-2025

SANTA MARTA-MAGDALENA

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 8

2. ALCANCE DEL ESTUDIO 10

3. GENERALIDADES DE LA ZONA DE ESTUDIO 11

3.1. LOCALIZACIÓN Y GENERALIDADES 11

4. RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN 13

4.1. CLIMATOLOGIA 13

4.1.1. Pisos térmicos 14

4.1.2. Distribución temporal de lluvias 15

4.1.3. Humedad 17

4.1.4. Energía Solar 18

4.2. INFORMACIÓN HIDROCLIMATOLOGICA 19

5. CUENCA EN LOS SECTORES DE RECUPERACIÓN DEL ECOSISTEMA PARQUE ISLA DE SALAMANCA, Y A SU VEZ DE LA CIÉNAGA GRANDE DE SANTA MARTA. 20

5.1. ESTUDIO DE TOPOGRAFÍA 22

6. ANALISIS DE ORILLAS 24

7. CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA 28

7.1. MODELO CONCEPTUAL 28

7.1.1. ZONAS DE INTERCONEXIÓN 28

7.2. NIVELES 29

7.3. ANALISIS DE EVENTOS EXTREMOS 32

7.4. ANÁLISIS DE CAUDALES 35

8. ESTUDIO HIDRÁULICO. 36

8.1. PERIODOS DE RETORNO 36

8.2. MODELACIÓN HIDRÁULICA UNIDIMENSIONAL. PROGRAMA HEC RAS Y PARÁMETROS BÁSICOS 38

8.2.1. Ecuaciones 38

8.2.2. Secciones Transversales 39

8.2.3. Pendiente Hidráulica 40

8.2.4. Coeficientes de Rugosidad de Manning 40

8.3. MODELACIÓN DE CONDICIÓN NATURAL CLARIN NUEVO 44

9. ANÁLISIS SEDIMENTOLOGICO 50

10. CALCULO HIDRÁULICO DE BARRERA PARA EL CONTROL DE VEGETACIÓN FLOTANTE. 53

10.1. Estimación de la Carga de Vegetación 53

10.1.1. Densidad de biomasa (D): 53

10.1.2. Métodos Indirectos (No destructivos) 53

10.2. Parámetros Hidráulicos Base 54

10.3. Cálculo de Resistencia a la Tracción 54

10.4. Capacidad de Flotación 54

10.5. Consideraciones Específicas para el Caño Clarín Nuevo 55

10.5.1. Cálculos 55

10.5.1.1. Cálculo de la Fuerza de Empuje Estático y Dinámico 55

10.5.1.2. Diseño de Anclajes Estructurales y Normativa NSR-10 57

10.5.1.3. Diseño y Verificación del Anclaje 58

10.6. Evaluación de la orillas y anclajes 61

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 63

12. BIBLIOGRAFÍA 65

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización de la C.G.S.M. 12

Ilustración 2. Áreas aferentes del sector de estudio en el Caño Clarín Nuevo, Departamento del Magdalena. 13

Ilustración 3. El tiempo por mes en Sitio nuevo, Departamento del Magdalena. 14

Ilustración 4. La temperatura máxima (línea roja) y la temperatura mínima (línea azul) promedio diario con las bandas de los percentiles 25º a 75º, y 10º a 90º. Las líneas delgadas punteadas son las temperaturas promedio percibidas correspondientes. 15

Ilustración 5. El porcentaje de días en los que se observan diferentes tipos de precipitación, Probabilidad diaria de precipitación en Sitionuevo. 17

Ilustración 6. El porcentaje de tiempo pasado en varios niveles de comodidad de humedad, categorizado por el punto de rocío 18

Ilustración 7. Energía solar de onda corta incidente diario promedio en Sitionuevo. 19

Ilustración 8. Ubicación de la Estación limnimétrica Tebsa, Municipio de Soledad Atlántico. 20

Ilustración 9. Subcuencas Aferentes Sectores Cenagoso aledaños al Caño Clarín Nuevo, municipio de Sitionuevo-Departamento del Magdalena. 21

Ilustración 10. Delimitación de área levantada en el Caño Clarín Nuevo 23

Ilustración 11. Elementos de análisis del caño Clarín Nuevo 25

Ilustración 12. Diferencias de Orillas años 2013 y 2016. Vista del año 2025. 26

Ilustración 13. Diferencias de Orillas años 2016 y 2019. Vista del año 2025. 26

Ilustración 14. Diferencias de Orillas años 2019 y 2022. Vista del año 2025. 27

Ilustración 15. Localización general zona de conexión del caño Clarín. 28

Ilustración 16. Localización Estación TEBSA, Barranquilla-Atlántico. 30

Ilustración 17. Frecuencia de Niveles excedidos en el Río Magdalena Estación TEBSA Barranquilla. 30

Ilustración 18. Curva de Duración de Niveles Diarios Estación TEBSA Barranquilla, Atlántico. 31

Ilustración 19. Curva de régimen extremal de niveles. 34

Ilustración 20. Registro de caudales – estación caño Clarín (CORPAMAG) 36

Ilustración 21. Mapa interactivo modelo HEC-RAS. Del Caño Clarín Nuevo. 44

Ilustración 22. Sección Natural Km 4+326.24, en el tramo analizado sobre el Caño Clarín Nuevo. .. 45

Ilustración 23. Sección Natural Km 4+000, en el tramo analizado sobre el Caño Clarín Nuevo. 45

Ilustración 24. Sección Natural Km 3+500, en el tramo analizado sobre el Caño Clarín Nuevo. 45

Ilustración 25. Sección Natural Km 3+000, en el tramo analizado sobre el Caño Clarín Nuevo. 46

Ilustración 26. Sección Natural Km 2+000, en el tramo analizado sobre el Caño Clarín Nuevo. 46

Ilustración 27. Sección Natural Km 1+500, en el tramo analizado sobre el Caño Clarín Nuevo. 47

Ilustración 28. Sección Natural Km 1+000, en el tramo analizado sobre el Caño Clarín Nuevo. 47

Ilustración 29. Sección Natural Km 0+500, en el tramo analizado sobre el Caño Clarín Nuevo. 48

Ilustración 30. Sección Natural Km 0+000, en el tramo analizado sobre el Caño Clarín Nuevo. 48

Ilustración 31. Vista en 3D de la modelación del Flujo en el Tramo a Intervenir en el sector Caño Clarín Nuevo. 49

Ilustración 32. Localización Estación Automática Caño Clarín, Operador CORPAMAG..... 50

Ilustración 33. Relación Caudal líquido Vs Caudal sólido 51

Ilustración 34. Diseño de barrera flotante para retención de vegetación y sólidos, en la embocadura del caño Clarín Nuevo. 57

Ilustración 35. Análisis de Orilla y puntos muertos de anclajes, para la barrera proyectada en el Caño Clarín Nuevo, en el municipio en Sitio Nuevo-Magdalena. 61

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Estaciones Hidro-climáticas seleccionadas..... 19

Tabla 2. Código de colores. 24

Tabla 3. Variación de Niveles en el Bajo Magdalena Estación TEBSA, B/QUILLA..... 32

Tabla 4. RESULTADOS FRECUENCIA DE CAUDALES MAXIMOS - TEBSA..... 33

Tabla 5. Período de retorno Vs nivel. Para la estación TEBSA. 34

Tabla 6. Períodos de retorno recomendados por el manual de ingeniería de ríos de la UNAM, Fuente: Manual de Ingeniería de Ríos. Capítulo 15 Obras para Control de Inundaciones de la Universidad Nacional Autónoma de Méjico. UNAM. 37

Tabla 7. Coeficientes de Rugosidad de Manning para diversos tipos de cauces naturales. Fuente: Hidráulica de Canales Abiertos de Ven Te Chow. 41

Tabla 8. Caudal líquido medio mensual en el sitio de monitoreo (m^3/s)..... 51

Tabla 9. Caudal sólido medio mensual en el sitio de monitoreo (ton/día). 51

1. INTRODUCCIÓN

La Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM) es un sistema lagunar Estuarino léntico, cuyas principales fuentes de agua dulce provienen y la constituyen el río Magdalena (el más grande de Colombia) desde el oeste y varios ríos de la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) desde el este. La CGSM, es considerada como la más importante de todas las Ciénagas del Departamento y uno de los seis humedales de importancia mundial del País, por su extensión, su situación geográfica y por la riqueza ictiológica que contiene, cuyo valor económico es inestimable. Cuenta con un área de 4,280.00 km², de los cuales 730 km2 son espejos de agua[1].

Los sedimentos cuaternarios del delta son parte de acumulación continuada de clásticos post-orogénico derivados de los levantamientos tectónicos adyacentes y depositados en la cuenca del río bajo Magdalena desde el Eoceno. La laguna está rodeada por mangles que progresivamente hacia el interior pasan a ser pantanos de agua dulce, las aguas fluviales que entran en la ciénaga a traves de estos pantanos, llevan poca carga en suspensión y ninguna de arrastre. Así mismo el promedio de sedimentación es bajo, sedimentos arenosos están reducidos a los sitios vecinos a canales activos, especialmente cerca de la costa norte.

Las condiciones meteorológicas que se presenta durante las diferentes épocas del año, hacen que cuerpos de agua, cauces, ríos, etc., tornen a diferentes niveles de agua, y cuando estos sobrepasan los límites, traen consigo mismo inundaciones a las comunidades aledañas, es por eso la realización del estudio hidrológico donde se analicen los caudales ayudara a la prevención de desastres con respecto al aumento del nivel del agua.

[1] Estado del arte del proyecto: "GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA CIÉNAGA GRANDE DE SANTA MARTA – Caños Burro, Salado y Clarín Viejo", Autores: NADIA OLAYA CORONADO - HENRY MAURY ARDILA – DORIAN RODRIGUEZ GONZALEZ.

Este estudio se desarrolla con el fin de restaurar el ecosistema, fortalecer el sector pesquero, disminuir la sedimentación, la cual, permitirá disminuir la inundación de la zona y también bajar la hipersalinidad del caño Clarín nuevo y recuperar la cobertura vegetal del bosque del manglar, del sector en estudio.

El continuo aumento de las condiciones ambientales adversas generadas por el cambio climático, unida a las acciones antropogénicas de desestabilización de los ecosistemas, han ocasionado que las corrientes marinas, el oleaje, los fuertes vientos y la carencia de agua dulce den pie a la pérdida de gran parte del bosque manglar existente en el área del Parque Isla de Salamanca. Esta situación ha originado un aumento de la salinidad de los suelos, poniendo en riesgo los ecosistemas existentes y con ello el desarrollo socioeconómico de la región, ya la mayoría de las actividades giran en torno a estos cuerpos de agua.

2. ALCANCE DEL ESTUDIO

El alcance del proyecto comprende la caracterización hidrológica e hidráulica de la interacción entre el río Magdalena y los sectores pantanosos en estudio a través del Caño Clarín. Esto incluye el análisis del comportamiento promedio y extremo de los niveles del río Magdalena en la desembocadura del Caño Clarín en Sitio Nuevo, así como de los caudales promedio a través del Caño Clarín durante el ciclo hidrológico. El documento describe el alcance del proyecto para el diseño de una barrera flotante específicamente para las condiciones críticas del Caño Clarín Nuevo y el río Magdalena.

Adicionalmente se pretende diseñar una barrera flotante multifuncional para la embocadura del Caño Clarín (Sitio Nuevo) que permita interceptar vegetación flotante y macroplásticos, protegiendo la sección transversal del caño para asegurar el flujo de agua dulce necesario para la desalinización de la ciénaga y la restauración de la cobertura vegetal.

El movimiento de los sedimentos en los caños de esta zona es complejo y depende de factores como la hidrología y la geología de la cuenca que drena y la hidráulica de su cauce. Más detalladamente se puede decir que el transporte de sedimento de los ríos depende de variables como: descarga de agua, su velocidad, las características de los materiales de las paredes y del fondo del cauce, la disponibilidad de material para su transporte, la duración e intensidad de lluvia, la pendiente, el uso de suelo en la cuenca, la cobertura vegetal, el tipo de suelo y las actividades humanas.

3. GENERALIDADES DE LA ZONA DE ESTUDIO.

El siguiente estudio tiene por alcance permitir analizar de manera hídrica e hidráulica de dos sectores del Caño Clarín, en jurisdicción del municipio de Sitio Nuevo en el departamento del Magdalena, con el fin de determinar el caudal y los niveles necesarios para mantener una lámina de agua obligatoria, y así minimizar la salinidad de los campos de manglares en la zona de estudio.

3.1. LOCALIZACIÓN Y GENERALIDADES

La Ciénaga Grande de Santa Marta, limita al:

Norte: Con Caño Grande, parte suroccidental de la CGSM, sur de la CGSM, parte suroriental de la CGSM y la desembocadura del Río Sevilla en el Municipio de Pueblo Viejo.

Sur: Con parte del Municipio de Remolino y parte norte del Municipio de Pivijay.

Este: Con parte de los Municipio de Pueblo Viejo, Reten y Pivijay.

Oeste: Con el Municipio de Sitio Nuevo y Remolino.

La Ciénaga Grande de Santa Marta y todo el complejo lagunar que conforma, se originó como una bahía costera cuyas características fueron modificadas por la formación gradual de una barra o flecha (la actual Isla de Salamanca) y la acumulación progresiva de sedimentos aportados tanto por los brazos deltaicos del río Magdalena como por los ríos que descienden del sector occidental del Macizo de la Sierra Nevada de Santa Marta. Durante el Cuaternario reciente se han formado tres deltas, de

los cuales los dos primeros fueron destruidos por la erosión. Ver Ilustración 1.



Ilustración 1. Localización de la C.G.S.M.

El sistema Estuarino lagunar conocido como Ciénaga Grande de Santa Marta, está ubicado al occidente del departamento del Magdalena y localizado entre los 10°35´N y 11°01´N y entre los 74°06´W y 74°44´W. Por el oriente y el sur oriente, el complejo delta lagunar limita con el piedemonte de la Sierra Nevada de Santa Marta; por el norte, es separada del mar Caribe por la Isla de Salamanca; y por el occidente y sur occidente limita con el plano inundable del Magdalena (Ortiz, 2004).

La Ciénaga Grande de Santa Marta - CGSM, está conformada por la planicie oriental de inundación del delta del río Magdalena, el complejo de ciénagas de Pajarales, el cuerpo de agua de la Ciénaga Grande y la Isla de Salamanca. (INVEMAR, 2014a). El mosaico de espejos de agua abarca una extensión aproximada de 730 km2 con diferentes grados de sedimentación y salinidad. El suelo entre las ciénagas y su alrededor comprenden un área de 500 km2 aproximadamente colonizado por bosque de mangle, el cual se redujo gradualmente desde el norte hacia el sur del complejo de Pajarales luego de la construcción de la vía Barranquilla-Ciénaga (Figura 1; PRO-CIÉNAGA, 1995). Ver Ilustración 2.



Ilustración 2. Áreas aferentes del sector de estudio en el Caño Clarín Nuevo, Departamento del Magdalena.

4. RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN

Teniendo en cuenta que el objetivo del estudio es desarrollar el diseño hidrológico e hidráulico para obtener los niveles del rio magdalena y trasladados hacia el Caño Clarín en los sectores de estudio, por lo que se recopilo información Hidro-Climatológica de la zona en el IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Medio Ambiente) y se realizó el levantamiento topográfico de las zonas de estudio.

4.1. CLIMATOLOGIA.

El Departamento del Magdalena por razones del relieve, de la influencia del mar y del continente presenta un paisaje climático inestable, por la posición astronómica que posee, se haya situado en la zona ecuatorial y por lo tanto domina un clima intertropical.

Además del relieve, las influencias marítimas del norte y de las continentales del sur, también influyen otros factores: precipitación, humedad, presión atmosférica y los vientos contribuyen en una manera secundaria en la variación de la temperatura regional, derivando variaciones que producen una escala

termo-altimétrica que parte desde la más ardiente y alta en la costa, valles y llanuras, hasta la más baja y fría en los páramos y nevados.

Por todas estas situaciones en el Departamento se dan todos los climas: Cálido, Templado, Frío, Páramo y Nevado lo que ofrece ventajas, más los medios naturales, aunque no todas intervienen a favor de la región, durante los meses de diciembre enero y febrero las brisas moderan el calor del día permitiendo un ambiente agradable y seco formando el clima ideal. En marzo los vientos disminuyen el calor se acentúa y la humedad se vuelve más fuerte, de julio a noviembre se presentan lluvias aumentando la humedad y el calor. Ver Ilustración 3.

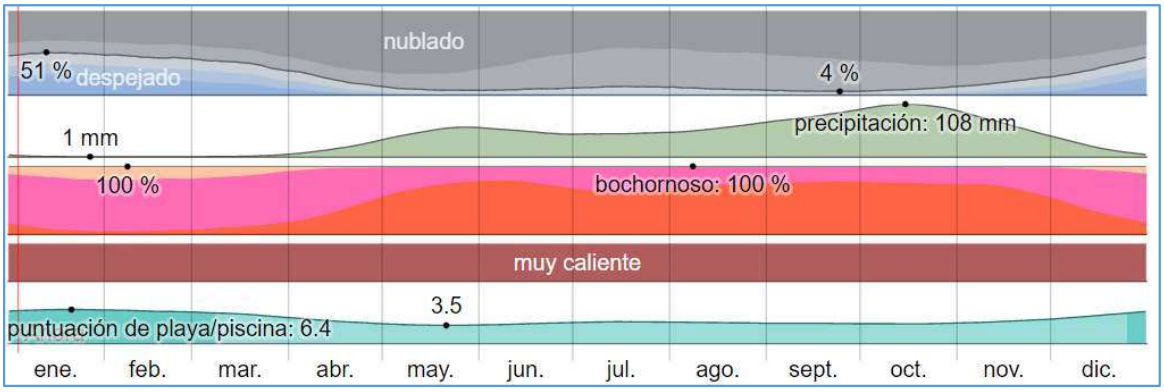


Ilustración 3. El tiempo por mes en Sitio nuevo, Departamento del Magdalena.

4.1.1. Pisos térmicos

La configuración del relieve del Departamento va desde 0 metros sobre el nivel del mar hasta los 5775 metros dividiendo el territorio en cinco pisos térmicos. Estas escalas de altitud no pueden interpretarse como una delimitante rigurosa ya que existen factores locales que influyen con mayor o menor criterio en las variaciones de la temperatura. La tierra caliente ocupa una gran extensión en el territorio departamental localizadas en las regiones del litoral, en la hoya del Río Magdalena y en el valle del Río Ariguaní donde la temperatura media es de 30ºC en los primeros doscientos metros de altura variando en la mayor parte de la zona entre los 30ºC y 28ºC para luego llegar a los 26ºC en las primeras estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta. Entre los 700 y 800 metros de altura

comienza el llamado cinturón cafetero o sea el piso térmico de transición entre la zona caliente y la templada. Ver Ilustración 4.

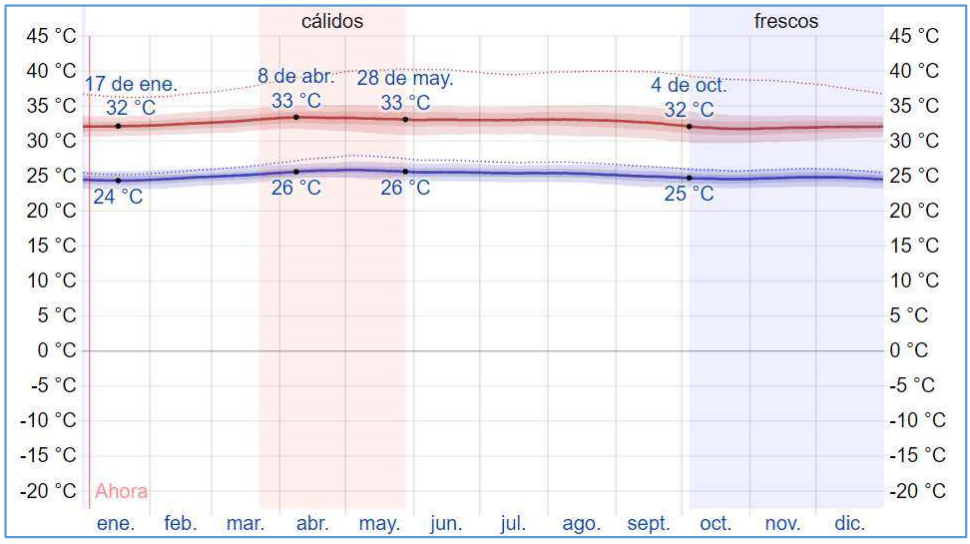


Ilustración 4. La temperatura máxima (línea roja) y la temperatura mínima (línea azul) promedio diario con las bandas de los percentiles 25º a 75º, y 10º a 90º. Las líneas delgadas punteadas son las temperaturas promedio percibidas correspondientes.

4.1.2. Distribución temporal de lluvias

El Departamento del Magdalena presenta dos temporadas de lluvias, la primera lluviosa en parte de abril y mayo, la segunda también lluviosa, entre los meses de septiembre y noviembre, una temporada de menor intensidad de lluvias entre los meses de junio y agosto y, por último, una temporada seca entre los meses de diciembre a marzo. La presencia de la Sierra Nevada en esta área del país trae como consecuencia cierta clase de fenómenos: se opone al paso de los vientos Alisios que soplan del norte y noroeste principalmente, por ello los flancos de norte y noroeste quedan en posición de barlovento presentando una mayor nubosidad y precipitación. Las nubes que dan contra el macizo ascienden por efecto del relieve y se precipitan; las que logran pasar la alta barrera se disuelven por efecto "Fohen" entre la vertiente opuesta, esto explica el porqué de la característica seca de la vertiente occidental de la Sierra y en el área de Santa Marta. En el área costera de Santa Marta la sequía se explica por la divergencia de vientos catabáticos secos y calientes. La brisa marina ayuda a suavizar la temperatura, pero extienden su influencia hasta el interior al arrastrar y acumular las nubes en la

Sierra produciendo sequedad a su paso. En la Zona Bananera, la Sierra constituye una gran barrera en la corriente aérea o atmosférica regular de los alisios del noroeste por la que modifica el clima y se presentan características seca y húmeda. En cambio, en la parte occidental del departamento, entre el municipio de Plato hasta la desembocadura del Río Magdalena, se manifiesta una menor precipitación, 500 a 1.000 mm anuales; ya que los vientos Alisios no penetran en este sector por encontrarse dentro de la "sombra seca de la Sierra Nevada".

Un día mojado es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido. La probabilidad de días mojados en Sitionuevo varía considerablemente durante el año.

La temporada más mojada dura 6,3 meses, de 10 de mayo a 20 de noviembre, con una probabilidad de más del 24 % de que cierto día será un día mojado. El mes con más días mojados en Sitionuevo es octubre, con un promedio de 13,5 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación.

La temporada más seca dura 5,7 meses, del 20 de noviembre al 10 de mayo. El mes con menos días mojados en Sitionuevo es febrero, con un promedio de 0,2 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación.

Entre los días mojados, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. El mes con más días con solo lluvia en Sitionuevo es octubre, con un promedio de 13,5 días. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 47 % el 19 de octubre. Ver Ilustración 5.



Ilustración 5. El porcentaje de días en los que se observan diferentes tipos de precipitación, Probabilidad diaria de precipitación en Sitionuevo.

4.1.3. Humedad

A diferencia de la temperatura, que generalmente varía considerablemente entre la noche y el día, el punto de rocío tiende a cambiar más lentamente, así es que, aunque la temperatura baje en la noche, en un día húmedo generalmente la noche es húmeda.

El nivel de humedad percibido en Sitionuevo, medido por el porcentaje de tiempo en el cual el nivel de comodidad de humedad es bochornoso, opresivo o insoportable, no varía considerablemente durante el año, y permanece prácticamente constante en 100 %. Ver Ilustración 6.

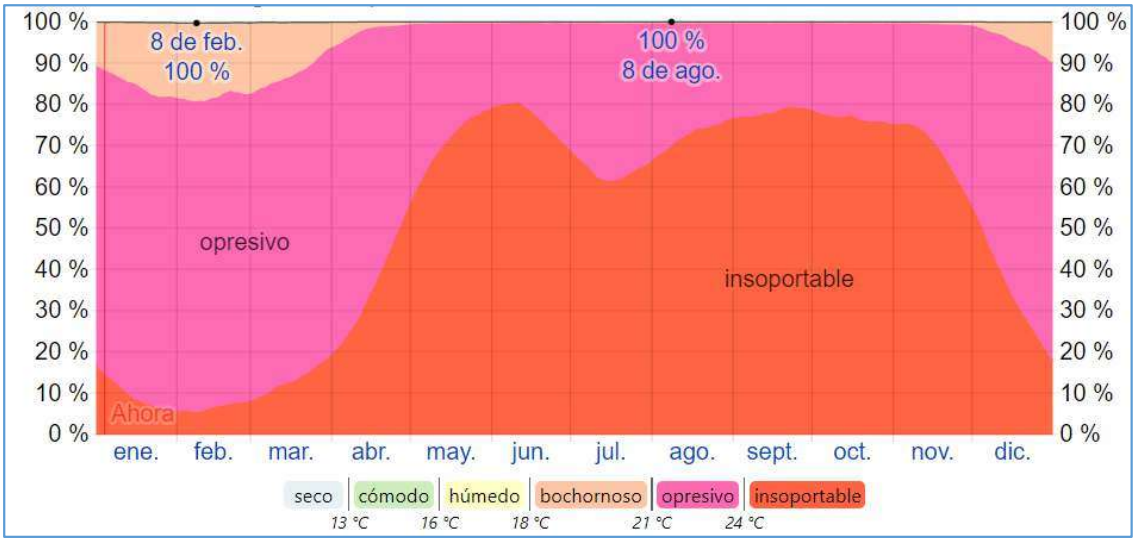


Ilustración 6. El porcentaje de tiempo pasado en varios niveles de comodidad de humedad, categorizado por el punto de rocío.

4.1.4. Energía Solar

La energía solar de onda corta incidente promedio diaria tiene variaciones estacionales considerables durante el año.

El período más resplandeciente del año dura 3,0 meses, del 11 de enero al 11 de abril, con una energía de onda corta incidente diario promedio por metro cuadrado superior a 5,7 kWh. El mes más resplandeciente del año en Sitionuevo es marzo, con un promedio de 6,2 kWh.

El periodo más obscuro del año dura 2,8 meses, del 21 de agosto al 14 de noviembre, con una energía de onda corta incidente diario promedio por metro cuadrado de menos de 3,9 kWh. El mes más oscuro del año en Sitionuevo es octubre, con un promedio de 3,4 kWh. Ver Ilustración 7.

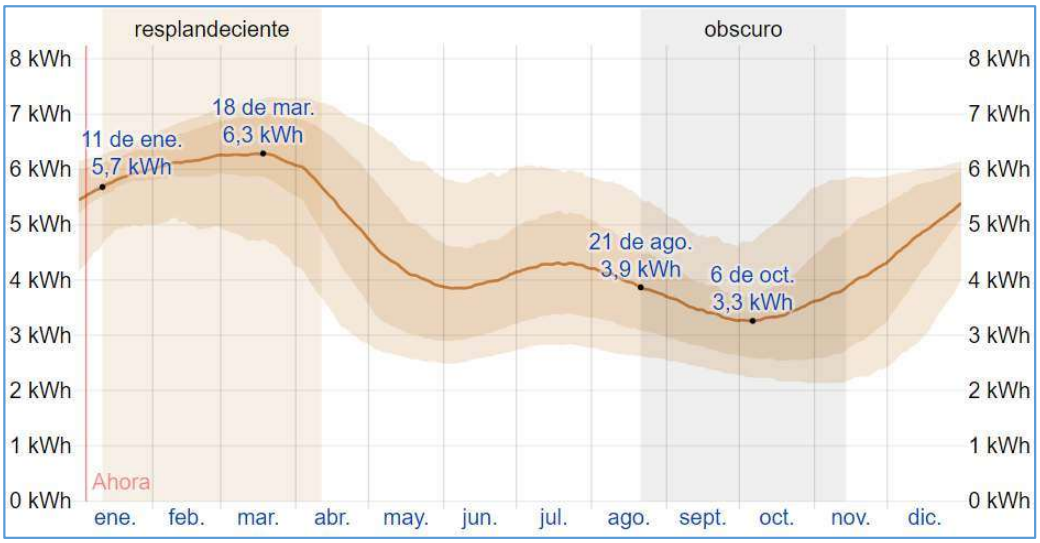


Ilustración 7. Energía solar de onda corta incidente diario promedio en Sitionuevo.

4.2. INFORMACIÓN HIDROCLIMATOLOGICA

La información Hidro-Climatológica disponible en la zona se consultó en el IDEAM encontrando que se cuenta con tres estaciones cercanas con registros disponibles, en la tabla 1 se evidencia la estación a considerar para el análisis

Tabla 1. Estaciones Hidro-climáticas seleccionadas.

Estación	Tipo de Estación	Coordenadas		Altitud (m.s.n.m)	Corriente
		Latitud	Longitud		
TEBSA BQUILLA [29047000]	Limnimétrica	10º 56' 11.89"	74º 45' 35.6"	8	Magdalena

Fuente: IDEAM

Los valores registrados por la estación limnimétrica y pluviométrica anteriormente señaladas, fueron puntualizadas sobre la zona de estudio, donde fueron recopilados los caudales para establecer la proyección hidrológica del área a intervenir.

La ubicación de las estaciones implementadas en el presente análisis hidrológico se muestra en la Ilustración 8.

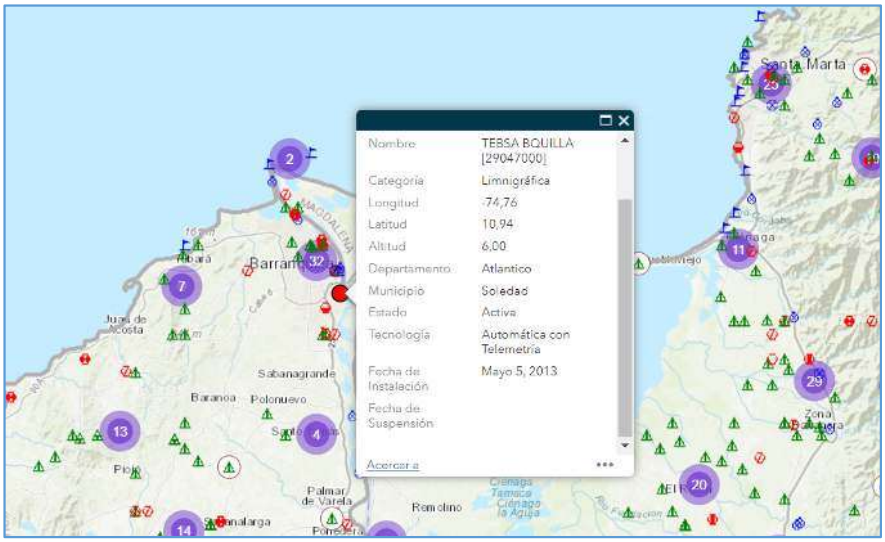


Ilustración 8. Ubicación de la Estación limnimétrica Tebsa, Municipio de Soledad Atlántico.

5. CUENCA EN LOS SECTORES DE RECUPERACIÓN DEL ECOSISTEMA PARQUE ISLA DE SALAMANCA, Y A SU VEZ DE LA CIÉNAGA GRANDE DE SANTA MARTA.

Las ciénagas son alimentadas por ríos o mares que se comunican por medio de canales o caños, donde el flujo puede ser bidireccional según las oscilaciones periódicas que se presenten en los cuerpos de agua. De la misma forma, estas conexiones pueden ser directas o indirectas, de forma temporal o permanente (Montoya & Aguirre, 2009).

A partir de las visitas realizadas y lo observado en campo en el sector del caño Clarín Nuevo, se determina que la diferencia de niveles entre el rio y los sectores cenagosos del estudio, es el factor que rige la dinámica de la interacción, la bidireccionalidad del flujo y la disipación de la velocidad en el proceso de llenado de estos y la ciénaga. Debido a la configuración geomorfológica del contacto entre el río y la ciénaga, el proceso de llenado obedece a flujo inducido por diferencia de niveles, y es por esto, que el transporte de sedimentos del río a la ciénaga se reduce a la zona en la cual existe velocidad que pueda transportarlos. Dicha zona será la zona donde exista gradiente hidráulico.

Durante este trabajo se identificaron las principales cuencas que vierten sus aguas a los sectores cenagosos del Caño Clarín Nuevo, las cuales se presentan en la Ilustración 9.



Ilustración 9. Subcuencas Aferentes Sectores Cenagoso aledaños al Caño Clarín Nuevo, municipio de Sitionuevo-Departamento del Magdalena.
Fuente: Propia.

A partir de los análisis morfométricos estudiado en la zona de estudio en el Caño Clarín Nuevo perteneciente al municipio de Sitionuevo, se pudo determinar el comportamiento, la forma y la dirección que toma un cauce, se analizaron parámetros los cuales dieron como resultado en cuanto al área y perímetro valores de 18.93 Km2 y 58.5 Km en el sector 1, donde a su vez fueron encontradas la longitud máxima del caño 5.1 Km y.

Dado lo analizado con respecto a la zona hídrica de influencia se puede decir que es alimentada por corrientes efímeras, lo cual se encuentra directamente conectado con los periodos de lluvia, bajas pendientes, clima, que a través del tiempo afectan el gasto de caudal, dónde puede aumentar o disminuir esporádicamente generando un cambio en su formación, se justifica lo anteriormente dicho ya que se logra comparar con las imágenes satelitales y las imágenes arrojadas por los programa

Global Mapper y Autocad (Anexos), lo cual no se logra ver superficialmente agua en las escorrentías que alimentan el caño.

5.1. ESTUDIO DE TOPOGRAFÍA

Teniendo en cuenta la distribución de los polígonos y amenidades naturales como lo son el caño clarín y sus canales secundarios se utilizó la metodología de levantamiento mediante poligonal abierto, la cual consiste en tomar un punto de partida debidamente referenciado y desde allí capturar la mayor cantidad de información posible de acuerdo a los alcances del equipo. Una vez se hace necesario el traslado del mismo por cuestiones de acceso y/o precisión, se procede a trasladar el equipo de estación con el fin de tener mayor proximidad a la zona siguiente. Una vez hecho este proceso se continúa con el almacenamiento de información en campo.

El caño clarín nuevo su eje principal, se tomó las secciones transversales a lo largo de su cauce desde la embocadura del rio magdalena el cual es la fuente que los alimenta hasta el último polígono de intervención (Ver Ilustración 10). Esto con el fin de que los futuros trabajos de modelación cuenten con la información mínima requerida para los análisis hídricos y diseños geométricos de canales secundarios. Se tuvo en cuenta la geometría natural completa del caño, es decir; niveles de terreno en los hombres izquierdo y derecho, profundidad de eje etc. además de estos puntos específicos también existe una variedad de niveles a lo largo de los polígonos los cuales son necesarios para entender claramente el comportamiento topográfico e hidrológico de la zona, acompañado de su análisis sedimentología previo.

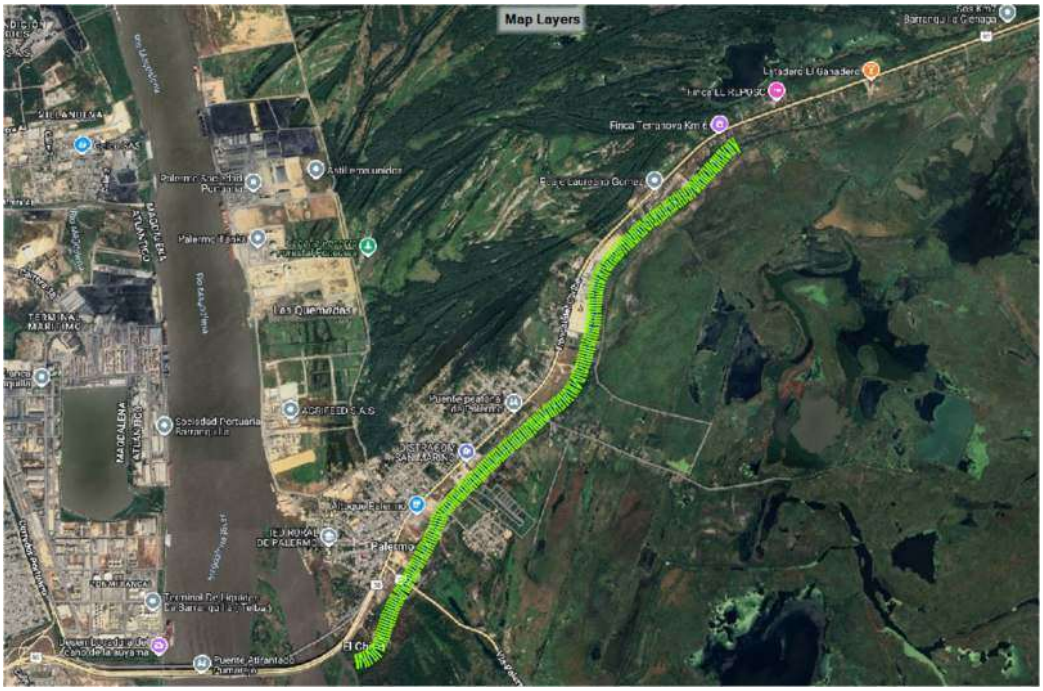


Ilustración 10. Delimitación de área levantada en el Caño Clarín Nuevo.

6. ANALISIS DE ORILLAS

La variación de las orillas de un cuerpo de agua se realiza con la finalidad de analizar la estabilidad perimetral de dicho cuerpo a través de los años. Normalmente intervienen una serie de factores a nivel de subsuelo, formación geológica y alteraciones atípicas o extraordinarias que pueden tener influencia directa en el desplazamiento de cualquier corriente.

En el área del manejo de recursos hídricos, el análisis espacial de variables hace parte del estado del arte actual, ya que facilita la interpretación de los procesos hidrológicos que se tienen en cuenta en la planeación, diseño y construcción de obras hidráulicas (PIZARRO., GUTIERREZ, 2006).

Para el presente análisis, se observarán las imágenes realizando un comparativo entre el año actual y el año en estudio, para establecer si se han presentado cambios significativos a lo largo de los años estudiados.

En la tabla 2, se muestran las convenciones que se utilizan para especificar el color de las orillas para cada año:

Tabla 2. Código de colores.

Tabla Código de colores.
Orillas 2013
Orillas 2016
Orillas 2019
Orillas 2022
Orillas 2025

Fuente: Propia

En la siguiente imagen, se muestran los tres elementos que se tienen en cuenta en el análisis de los humedales: Río Magdalena, Caño Clarín Nuevo y Ciénaga Grande



Ilustración 11. Elementos de análisis del caño Clarín Nuevo.

Fuente: Google Earth.

A continuación, se presenta de manera ilustrada el área de influencia del estudio, demostrando a su vez, todos los años analizados con sus respectivos colores y diferentes puntos donde son medidos los desplazamientos de las orillas con respecto a los años anteriormente mencionados.



Ilustración 12. Diferencias de Orillas años 2013 y 2016. Vista del año 2025.



Ilustración 13. Diferencias de Orillas años 2016 y 2019. Vista del año 2025.

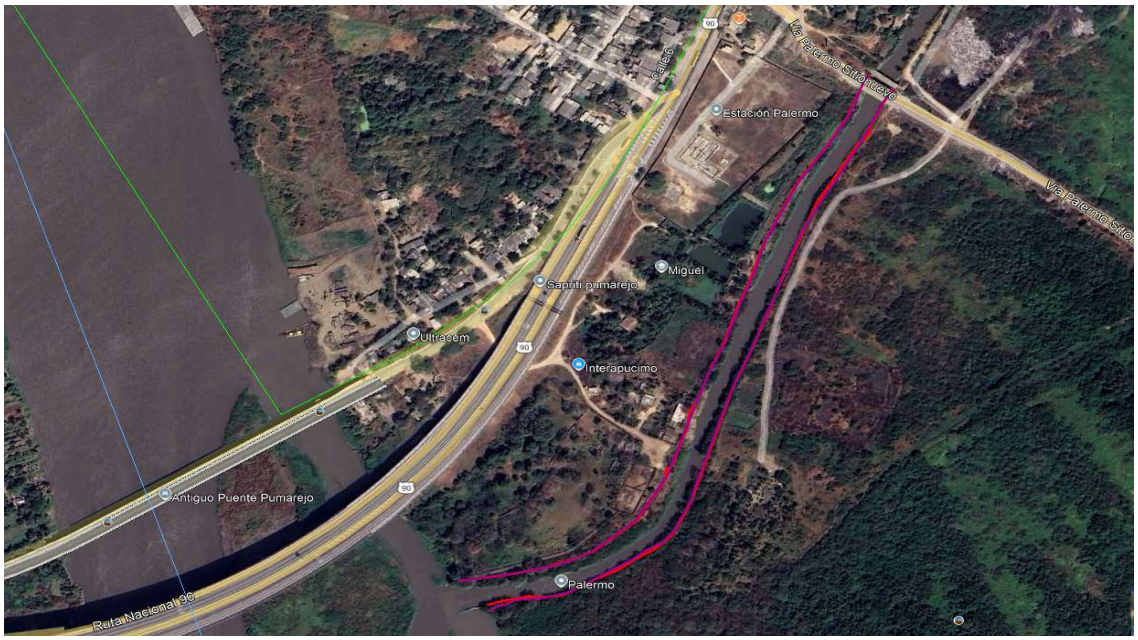


Ilustración 14. Diferencias de Orillas años 2019 y 2022. Vista del año 2025.

Luego de analizar las fotografías satelitales tomadas de Google Earth y realizado el estudio multitemporal, se observa que la ciénaga de Buenavista, se ha ido sedimentando, en conjunto con los caños adyacentes que son alimentados por el río Magdalena. Los cambios evidenciados en el caño Clarín Nuevo son producto de que, en estos periodos de tiempo, el río Magdalena ha aportado una gran cantidad de sedimentos y de material vegetal flotante (buchón de agua) que han ocasionado que se formen obstrucciones, que de cierta forma han afectado a la dinámica fluvial de este caño.

Por medio de estas imágenes satelitales se demostró el desplazamiento de las orillas del caño Clarín Nuevo en algunos sectores, teniendo en cuenta diferentes años de análisis, lo cual es causado como se mencionó anteriormente, por la cantidad de sedimentos y material flotante que ingresa el río Magdalena, al interior del caño.

A lo largo de los años analizados, se observan cambios significativos, pero se puede ver que, si bien ha habido desplazamientos de ambas orillas en diferentes tramos, no se ha presentado una gran ampliación del área hídrica, para el periodo presente, por lo cual se requiere de una limpieza de ciertos tramos que presentan gran vegetación dentro del cuerpo de agua.

7. CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA

A continuación, se describirá conceptualmente la manera cómo interactúan hidráulicamente el río y el complejo Cenagoso aledaños al Caño Clarín. Lo anterior con el fin de entender el régimen de aportes de agua del río Magdalena a los sectores, a la Ciénaga y viceversa.

Las ciénagas y los caños son el elemento básico constituyente del plano inundable, considerados como las zonas de amortiguación de los caudales del río, razón por la cual sus formas y tamaños están en función del nivel del agua en el sistema.

7.1. MODELO CONCEPTUAL

7.1.1. ZONAS DE INTERCONEXIÓN



Ilustración 15. Localización general zona de conexión del caño Clarín.

La zona de estudio presenta problemáticas ambientales relacionadas con la construcción de obras civiles que afectan la dinámica del complejo lagunar, la desecación de los cuerpos de agua, la afectación de cobertura vegetal por incendios, el cambio de uso del suelo y la perspectiva de la ampliación de la vía de la Prosperidad y la doble calzada en la carretera Ciénaga-Barranquilla. Otro de los problemas ambientales se encuentra relacionado con los procesos de sedimentación como resultado de la carga de sedimentos de los tributarios y el taponamiento de sus bocas, los cuales están

modulados por la época climática, así como por la hidrodinámica característica de la ciénaga.

En esta zona se encuentra el Caño Clarín Nuevo, el cual permite la conexión de manera permanente entre el Río Magdalena y la Ciénaga Grande de Santa Marta, permitiendo el flujo y reflujo de agua entre el Río y el complejo cenagoso, y los sectores de estudio, dependiendo de la época del año y los niveles de agua en cada uno de los cuerpos de agua. Ver ilustración 15.

Dado que el río Magdalena cuenta con estaciones Hidrometeorológicas que tienen series de caudales y niveles históricos del corriente objeto de este estudio desde 1996 a 2014, no se hace necesario realizar un modelo lluvia escorrentía. En función de lo anterior, se realizará un análisis estadístico de la información disponible, con el fin de determinar los niveles característicos del Río Magdalena en la zona de estudio.

7.2. NIVELES

Para determinar los niveles característicos en la entrada del caño Clarín Nuevo, se emplearán datos de estaciones Limnimétricas o Limnigráfica sobre el río Magdalena. Estás pertenecen a la red de estaciones Hidrometeorológicas del IDEAM (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales). Ver Ilustración 16.

Identificando en el sector información disponible de caudales sobre el Río Magdalena, se identificó la estación Tebsa.

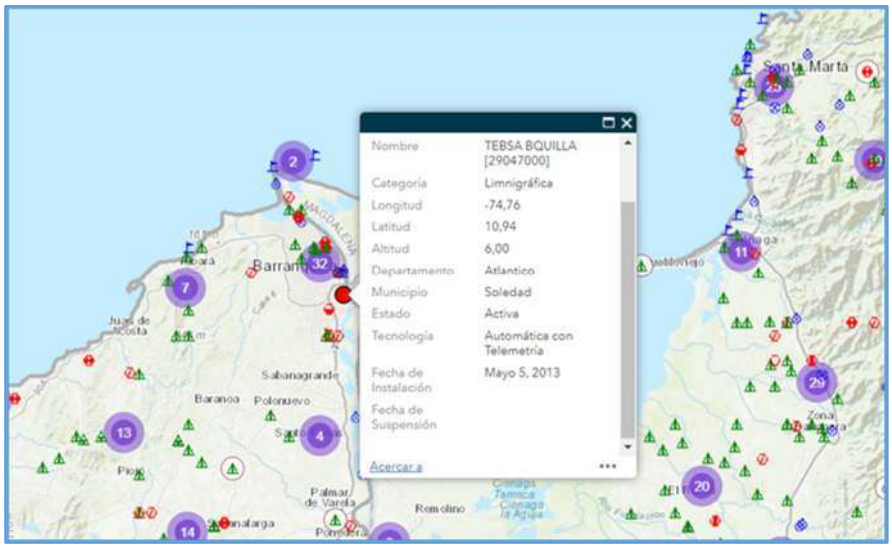


Ilustración 16. Localización Estación TEBSA, Barranquilla-Atlántico.

Se presentarán a continuación los registros históricos de niveles de la estación Tebsa (ver Ilustración 17), de las que se dispone información desde 1996 hasta la junio de 2014, (ver Anexo).

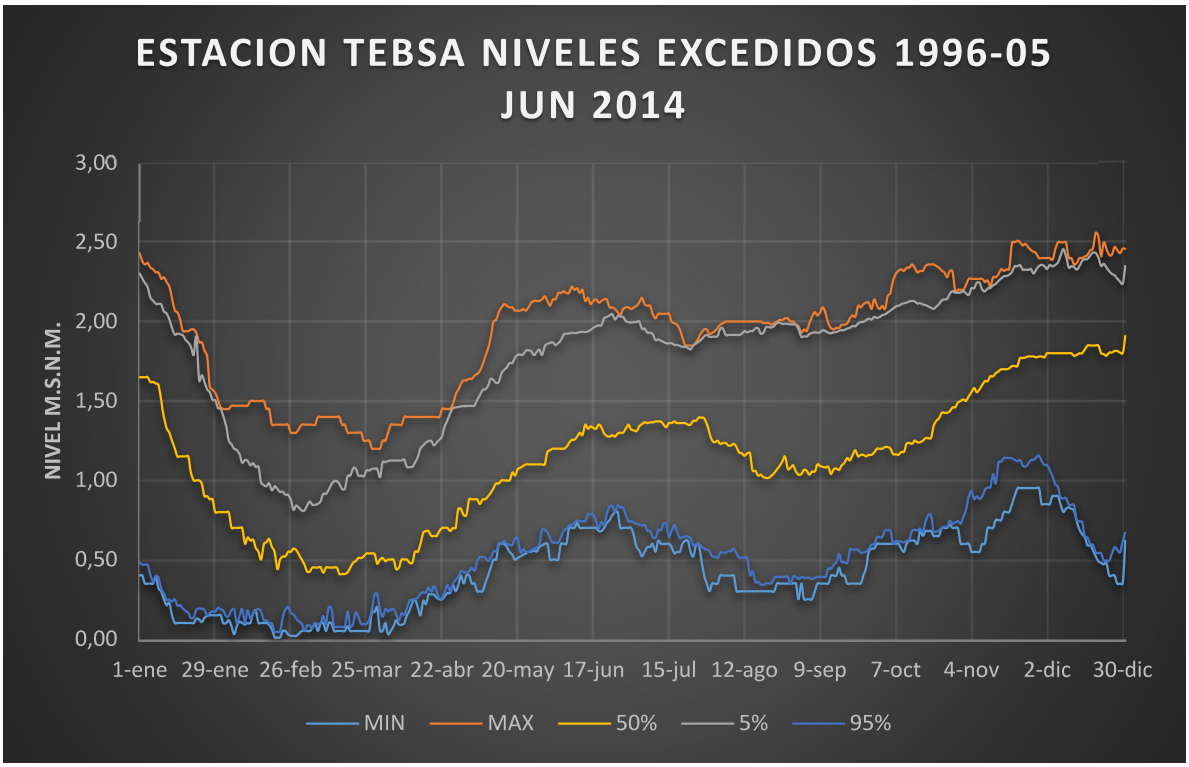


Ilustración 17. Frecuencia de Niveles excedidos en el Río Magdalena Estación TEBSA Barranquilla.

Los datos muestran como característica general, es típico en el Bajo Magdalena que, para un ciclo hidrológico anual, se presente un periodo de niveles bajos desde finales de enero hasta principios de abril, un periodo de niveles medios entre mayo y agosto y un periodo de niveles altos, entre septiembre y diciembre. En la ilustración 17, se presentan las curvas de frecuencia de niveles excedidos para la estación TEBSA Barranquilla.

Por otra parte, en la ilustración 18, se muestran la curva de duración de niveles diarios para la estación analizada. Se observa que el comportamiento de los niveles durante los años 1996 y 2014 para la estación TEBSA. Para el sector de TEBSA se presentan valores mínimos de 0.01 m.s.n.m., valores medios de 0.86 m.s.n.m. y valores máximos de 2.56 m.s.n.m.

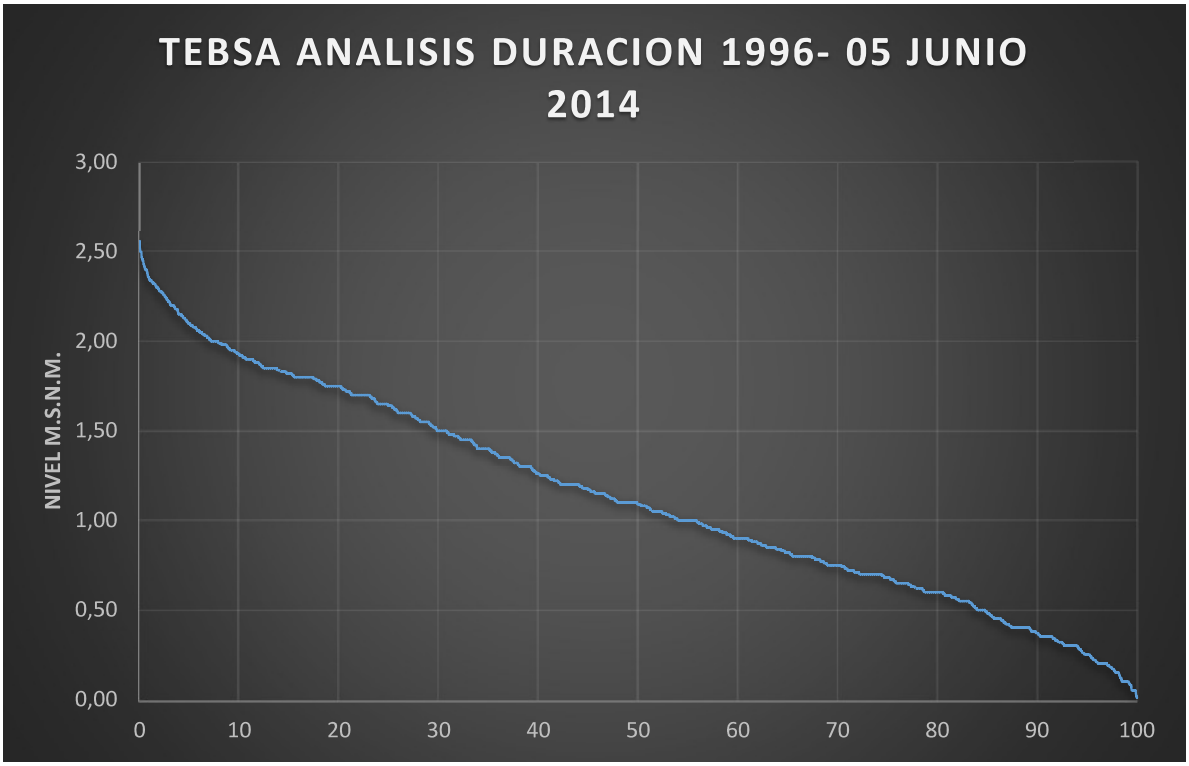


Ilustración 18. Curva de Duración de Niveles Diarios Estación TEBSA Barranquilla, Atlántico.

Con los datos anteriormente presentados (curvas de duración de niveles diarios) y los datos de curvas de calibración, se pudo determinar los niveles mínimos, medios y máximos sobre el nivel del mar para el Sector de la entrada del caño Clarín Nuevo, en el municipio de Sitionuevo Magdalena. Ver tabla 3.

Tabla 3. Variación de Niveles en el Bajo Magdalena Estación TEBSA, B/QUILLA.

Estación	Abscisa (Km)	Mínimo(m.s.n.m)	Medio(m.s.n.m)	Máximo(m.s.n.m)
TEBSA	23	0.01	0.86	2.56

Fuente: Propia.

7.3. ANALISIS DE EVENTOS EXTREMOS

El régimen extremal hace referencia a la probabilidad de ocurrencia de niveles extremos en el Río Magdalena a la altura de la estación TEBSA-B/QUILLA, de esta manera, se puede establecer los niveles pico asociados a los diferentes períodos de retorno.

Con esta información se determinó con un análisis estadístico para diferentes distribuciones de probabilidad, la curva de niveles de Eventos Extremos. Las pruebas de bondad de ajuste muestran que los datos se ajustan mejor a manera de distribución LogNormal. A partir de esta información, la curva de Calibración Nivel-Caudal para la Estación TEBSA Barranquilla (K23+000) y la curva de Remanso presentada anteriormente, se calcularon los niveles o altura de la lámina de agua sobre el nivel de Mar en el sector en estudio (Embocadura del caño Clarín Nuevo).

Las distribuciones de probabilidad que se tuvieron en cuenta para niveles máximos fueron las siguientes:

- Normal
- Gumbel
- Pearson Tipo III
- Log Pearson Tipo III
- Log Normal
- EV3

El mejor ajuste se logró con la distribución Pearson. La, presenta los niveles asociados al Caudal utilizado para los datos de la estación considerada (TEBSA/B/QUILLA).

Tabla 4. RESULTADOS FRECUENCIA DE CAUDALES MAXIMOS - TEBSA.

RESULTADOS FRECUENCIA DE CAUDALES MAXIMOS - TEBSA							
Tr años	**NORMAL**	**GUMBEL**	**PEARSON**	**LOG- PEAR**	**LOG-NOR**	**EV3**	**PROMEDIO**
2	2.0	1.9	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9
2.33	2.0	2.0	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0
2.5	2.1	2.0	2.1	2.1	2.0	2.0	2.1
5	2.3	2.4	2.4	2.6	2.3	2.3	2.4
10	2.5	2.7	2.5	3.1	2.6	2.6	2.7
25	2.8	3.1	2.7	3.7	2.9	2.9	3.0
50	2.9	3.4	2.8	4.1	3.1	3.1	3.2
55	2.9	3.5	2.8	4.2	3.1	3.1	3.3
60	2.9	3.5	2.8	4.2	3.1	3.1	3.3
65	3.0	3.5	2.8	4.3	3.1	3.2	3.3
70	3.0	3.6	2.8	4.3	3.2	3.2	3.3
75	3.0	3.6	2.8	4.4	3.2	3.2	3.4
80	3.0	3.6	2.8	4.4	3.2	3.2	3.4
85	3.0	3.7	2.9	4.5	3.2	3.2	3.4
90	3.0	3.7	2.9	4.5	3.2	3.2	3.4
95	3.0	3.7	2.9	4.5	3.3	3.3	3.4
100	3.0	3.7	2.9	4.6	3.3	3.3	3.5
500	3.3	4.4	3.0	5.6	3.7	3.6	4.0
10000	3.7	5.7	3.2	7.7	4.5	4.3	4.9
PRUEBA F	0.62	0.91	0.60	0.12	0.56	0.63	
COEF R^2	0.94	0.87	0.96	0.86	0.90	0.89	
chi 2	0.14	0.26	0.12	0.57	0.23	0.25	

Como resultado de la aplicación de esta metodología, se muestra en la ilustración 19*Ilustración 19*, los niveles máximos con períodos de retorno en la estación TEBSA/B/QUILLA.

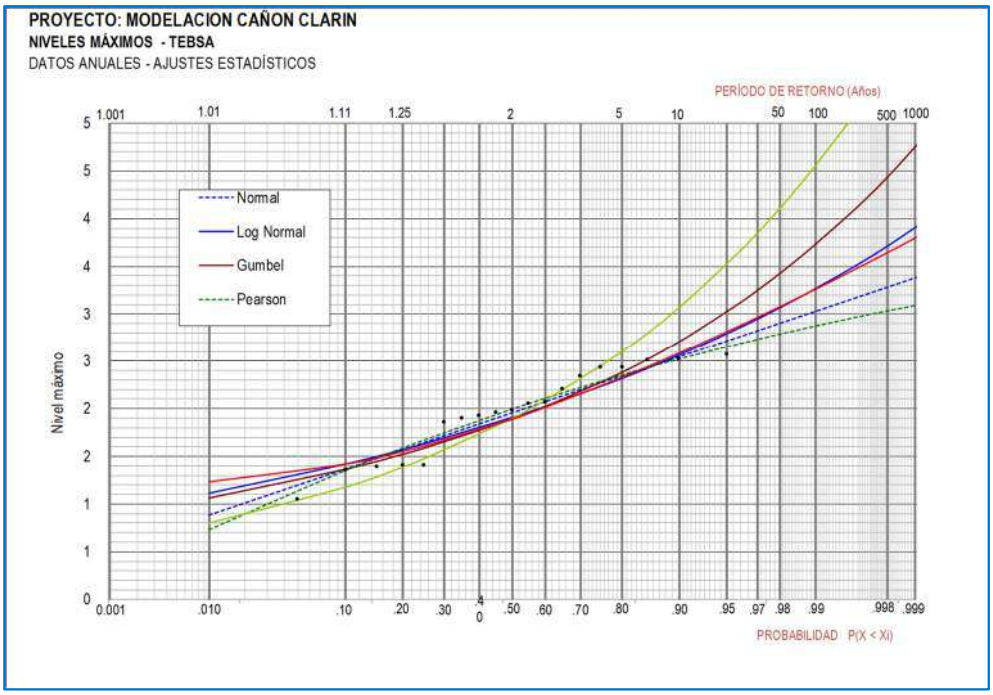


Ilustración 19. Curva de régimen extremal de niveles.

.

Tabla 5. Período de retorno Vs nivel. Para la estación TEBSA.

ESTACIÓN TEBSA/B/QUILLA	
TR	***NIVELES***
2	2.0
2.33	2.1
2.5	2.1
5	2.4
10	2.5
25	2.7
50	2.8
55	2.8
60	2.8
65	2.8
70	2.8
75	2.8
80	2.8

ESTACIÓN TEBSA/B/QUILLA	
TR	NIVELES
85	2.9
90	2.9
95	2.9
100	2.9
500	3.0
10000	3.2

Para la determinación de los caudales en la estación limnimétrica Tebsa, presenta niveles altos, lo que alimentaría al Caño Clarín Nuevo; sin embargo, para la captación de este caño, se tuvo en cuenta los estudios desarrollados por Deeb&Sosa en la década de los ochenta; qué, siendo estos dos caños los que abastecen a los caños Bristol, Covado y Caleta del Tambor directa o indirectamente, por tal motivo se manejó como caudal de diseño 20 m^3/seg.

7.4. ANÁLISIS DE CAUDALES

El caño clarín cuenta con la estación Caño Clarín de tipo automática operada por CORPAMAG que permite registrar los caudales cada 5 (cinco) minutos en tiempo real, es una estación nueva operada desde mayo del 2019, en la ilustración 20, se muestra el registro de los caudales en el periodo de inicio a la fecha.

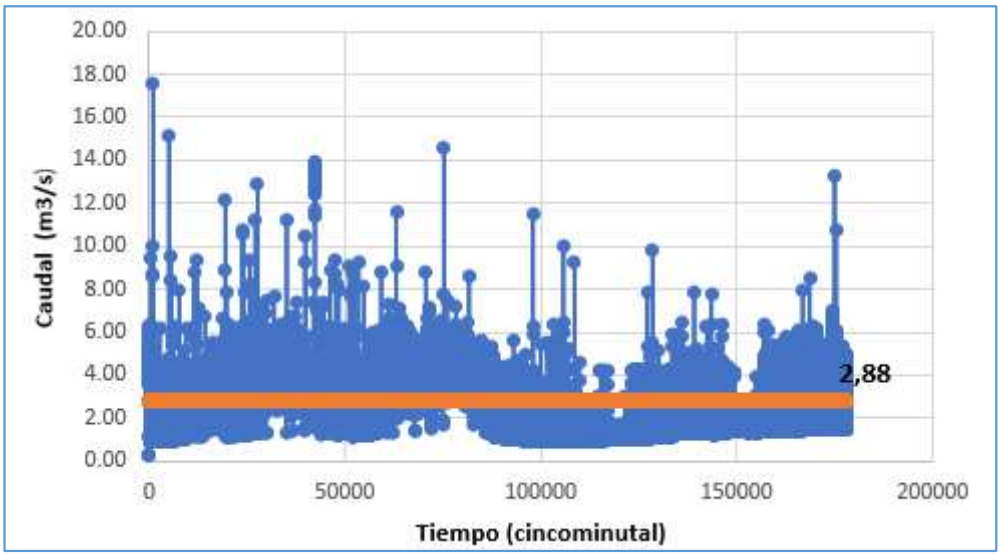


Ilustración 20. Registro de caudales – estación caño Clarín (CORPAMAG)

Como se puede observar en la ilustración 20, el promedio multianual es de 2,88 m^3/s, el máximo caudal es de 17.70 m^3/s y el mínimo registro de 0.41 m^3/s, con lo que se puede cotejar que el caño tiene la capacidad de manejar caudales inferiores a 20 m^3/s, ya caudales superiores pueden generar desbordamientos que son favorables en cierta manera para el ecosistema del manglar.

8. ESTUDIO HIDRÁULICO.

8.1. PERIODOS DE RETORNO

Según las diversas notas bibliográficas que se presentan en el Manual de Ingeniería de Ríos, Obras de Control de Inundaciones de la Universidad Nacional Autónoma de Méjico UNAM descrita en la Tabla 6, y la Hidrología Aplicada de Ven Te Chow que se presenta en la Tabla 6, se concluye que para zonas agrícolas con poblados y diques alrededor de ciudades, el período de retorno recomendado oscila entre 50 y 200 años; para el presente estudio se adoptó un período de retorno de 100 años, con un borde libre de 0.50 m de tal forma que abrigue al menos el período de 100 años.

Tabla 6. Períodos de retorno recomendados por el manual de ingeniería de ríos de la UNAM, Fuente: Manual de Ingeniería de Ríos. Capítulo 15 Obras para Control de Inundaciones de la Universidad Nacional Autónoma de Méjico. UNAM.

TABLA 15.1 PERIODO DE RETORNO PARA AVENIDAS DE DISEÑO DE DIFERENTES OBRAS DE PROTECCIÓN

TIPO DE OBRA	T_r, en años
BORDOS PERIMETRALES. Para proteger:	
a) instalaciones industriales	50-100
b) poblados	500-1000
BORDOS Y MUROS LONGITUDINALES. Para proteger:	
a) parcelas agrícolas aisladas sin población	10
b) distritos de riego, sin riesgo de pérdida de vidas humanas	25-50
c) zonas agrícolas poco pobladas	25-100
d) zonas agrícolas con poblados	50-200
e) zonas industriales y urbanas	100-500
f) zonas densamente pobladas	500-1000
g) ciudades	1000
DESVÍOS. ASOCIADOS A BORDOS LONGITUDENALES	25-1000
PRESAS DE ALMACENAMIENTO. OBRA DE EXCEDENCIAS	
1) sin pérdida de vidas humanas	500-1000
2) pérdidas humanas (según el volumen almacenado)	1000-10000
PRESAS ROMPE-PICOS	100-1000
PRESAS PARA RETENER AZOLVES (según su altura)	10-1000
ESTRUCTURAS DERIVADORAS (según su altura y daños estimados)	50-1000
CANALIZACIONES Y ENTUBAMIENTOS	
1) en poblaciones pequeñas	50-100
2) en poblaciones medianas	100-500
3) en poblaciones grandes y ciudades	500-1000
PUENTES CARRETEROS	
a) caminos locales	25-50
b) carreteras con tráfico constante	50-200
c) carreteras con tráfico intenso	200-1000
PUENTES DE FERROCARRIL	
a) vías secundarias	50-200
b) vías principales	200-1000
VADOS (según su importancia)	10-100

TABLA 13.1.1
Criterios de diseño generalizados para estructuras de control de agua

Tipo de estructura	Período de retorno (años)	ELV
Alcantarillas de carreteras		
Volúmenes de tráfico bajos	5–10	–
Volúmenes de tráfico intermedios	10–25	–
Volúmenes de tráfico altos	50–100	–
Puentes de carreteras		
Sistema secundario	10–50	–
Sistema primario	50–100	–
Drenaje agrícola		
Culverts	5–50	–
Surcos	5–50	–
Drenaje urbano		
Alcantarillas en ciudades pequeñas	2–25	–
Alcantarillas en ciudades grandes	25–50	–
Aeropuertos		
Volúmenes bajos	5–10	–
Volúmenes intermedios	10–25	–
Volúmenes altos	50–100	–
Diques		
En fincas	2–50	–
Alrededor de ciudades	50–200	–
Presas con poca probabilidad de pérdidas de vidas (baja amenaza)		
Presas pequeñas	50–100	–
Presas intermedias	100+	–
Presas grandes	–	50–100%
Presas con probabilidad de pérdidas de vidas (amenaza significativa)		
Presas pequeñas	100+	50%
Presas intermedias	–	50–100%
Presas grandes	–	100%
Presas con probabilidad de altas pérdidas de vidas (alta amenaza)		
Presas pequeñas	–	50–100%
Presas intermedias	–	100%
Presas grandes	–	100%

8.2. MODELACIÓN HIDRÁULICA UNIDIMENSIONAL. PROGRAMA HEC RAS Y PARÁMETROS BÁSICOS.

La caracterización o modelación hidráulica tiene por objeto realizar la simulación para diversas crecientes máximas con el Modelo Matemático denominado Hec Ras del Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos Versión 6.5.0, en las secciones topo-batimétricas levantadas transversalmente al eje del cauce principal, hallando los diversos parámetros geométricos y dinámicos más relevantes que aplican en los análisis hidráulicos.

El Modelo Matemático Hec Ras desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos denominado "Water Surface Profiles", calcula los perfiles y niveles superficiales de agua, la velocidad y esfuerzos cortantes del flujo entre otros, para las condiciones de un flujo permanente o no permanente y gradualmente variado en canales naturales o artificiales no prismáticos. Este procedimiento está basado en solucionar la ecuación unidimensional de energía con las pérdidas por fricción evaluadas de la ecuación de Manning y el método convencional por pasos; en el presente estudio se consideraron condiciones de flujo permanente y no uniforme. Las condiciones hidráulicas de la corriente más sobresalientes son:

- Rugosidad del lecho y de las márgenes.
- Influencia de obstrucciones en la sección.
- Condiciones del flujo, subcrítico y/o supercrítico.

8.2.1. Ecuaciones

Las siguientes dos ecuaciones se resuelven por un procedimiento iterativo mediante el método convencional por pasos, para calcular la elevación de la superficie del agua en la sección transversal como variable dependiente o incógnita:

$$Ws_2 + \alpha_2 V_2^2/2g = Ws_1 + \alpha_1 V_1^2/2g + h_e$$

$$He = LS_f + C\,[\alpha_2 V_2^2/2g + \alpha_1 V_1^2/2g]$$

Ws1, Ws2 = cotas de las superficies del agua en las secciones transversales

V1, V2= velocidades medias (caudal total sobre las áreas totales de flujo en los extremos de tramo.

α_1, α_2= coeficientes de velocidad para el flujo a extremos del tramo

g = aceleración de la gravedad

he = pérdida de la carga de energía

L = longitud del tramo ponderada con caudal

Sf = pendiente media de fricción representativa para el tramo

C= coeficiente de pérdida por expansión o contracción

La longitud del tramo "L" ponderada con el caudal, se calcula así:

L = [LlobQlob + LchQch + LlobQlob] / [Qlob + Qch + Qlob]

Los subíndices indican ribera izquierda, canal principal o eje de la sección y ribera derecha.

8.2.2. Secciones Transversales

La determinación de la conducción total y del coeficiente de velocidad para una sección transversal, requiere que se subdivida al flujo en unidades para las cuales la velocidad está uniformemente distribuida. El enfoque empleado en el modelo Hec Ras se basa en subdividir el flujo en las áreas de sobreborde empleando las estaciones de sección transversal ingresadas (coordenadas x) como base para la subdivisión. La conducción se calcula dentro de cada subdivisión mediante la siguiente ecuación expresada en unidades inglesas:

K = (1.486 / n) AR 2/3

Dónde:

K = conducción en la subdivisión

n = coeficiente de Manning para la subdivisión

A = área del flujo en la subdivisión

R = radio hidráulico en la subdivisión, es decir el área dividida por el perímetro mojado.

La conducción total en la sección transversal se obtiene sumando las conducciones incrementales.

El flujo en el canal principal no está subdividido excepto cuando el coeficiente de rugosidad se cambia dentro del área del canal. El modelo matemático Hec Ras ha sido modificado para probar la aplicabilidad de la subdivisión de rugosidad dentro de la porción del canal de una sección transversal y si no es aplicable, el programa calculará un valor compuesto de "n" para el canal entero. El programa determina si es posible que la porción del canal en la sección transversal se pueda subdividir o si es posible emplear un valor compuesto de "n" tomando como base el siguiente criterio:

Si la pendiente lateral de un canal es mayor que 5H:1V y se ha subdividido la sección transversal, entonces se computará un coeficiente compuesto de rugosidad "nc". La pendiente lateral del canal, empleada por el Hec Ras se define como la distancia horizontal entre estaciones "NH" adyacentes dentro del canal sobre la diferencia en elevación de esas dos estaciones.

• Ecuación de la Media Armónica de la Pendiente de Fricción

$$Sf = [2Sf1*Sf2/ (Sf1+Sf2)$$

8.2.3. Pendiente Hidráulica

Esta área constituye una zona plana, poco pendiente e inundable, con un complejo sistema de ríos, humedales y de interacciones entre ellos. Los intervalos de aplicación del modelo Hec Ras para la pendiente longitudinal de los canales naturales está en promedio en 0.0006 m/m, para el tramo en estudio.

8.2.4. Coeficientes de Rugosidad de Manning

Los coeficientes de rugosidad de Manning para el cauce natural en los diversos tramos del río

Magdalena, tanto en el lecho como en las márgenes, se obtuvieron basados de los valores sugeridos en la Tabla 7, extraída de la Hidráulica de Canales Abiertos de Ven Te Chow, de la experiencia y el sector conocido por el contratista.

Tabla 7. Coeficientes de Rugosidad de Manning para diversos tipos de cauces naturales. Fuente: Hidráulica de Canales Abiertos de Ven Te Chow.

Tipo de Cauce y descripción	Valor del Coeficiente de Rugosidad de Manning "*n*"		
	Mínimo	**Normal**	**Máximo**
D. Cauces Naturales			
D1. Corrientes menores (ancho superior a nivel de crecida, menor a 30 m)			
a. Corrientes en Planicies			
1) Limpio, recto, máximo nivel, sin montículos ni pozos profundos	0.025	0.030	0.033
2) Igual que arriba, pero con más piedras y malezas	0.030	0.035	0.040
3) Limpio, curvado, algunos pozos y bancos de arena	0.033	0.040	0.045
4) Igual al anterior, pero con algunos arbustos y piedras	0.035	0.045	0.050
5) Igual al anterior, niveles bajos, pendientes y secciones más ineficientes	0.040	0.048	0.055
6) Igual que 4, pero con más piedras	0.045	0.050	0.060
7) Tramos lentos, con malezas y pozos profundos	0.050	0.070	0.080
8) Tramos con muchas pastos, pozos profundos o canales de crecientes con muchos árboles con arbustos bajos	0.075	0.100	0.150
b. Corrientes montañosas, sin vegetación en el canal, laderas usualmente pronunciadas, árboles y arbustos a lo largo de las laderas sumergidas para niveles altos			
1) Fondo; gravas, cantos rodados y algunas rocas	0.030	0.040	0.050
2) Cantos rodados con rocas grandes	0.040	0.050	0.070
D2. Planicies de Inundación			
a. Pastizales sin arbustos			
- Pastos cortos	0.025	0.030	0.035

Tipo de Cauce y descripción	Valor del Coeficiente de Rugosidad de Manning *"n"*		
	Mínimo	**Normal**	**Máximo**
- Pastos altos	0.030	0.035	0.050
b. Áreas cultivadas			
- Sin cultivo	0.020	0.030	0.040
- Cultivos maduros alineados	0.025	0.035	0.045
- Campo de cultivos maduros	0.030	0.040	0.050
c. Arbustos			
- Arbustos dispersos, muchos pastos	0.035	0.050	0.070
- Pequeños arbustos y árboles, en invierno	0.035	0.060	0.060
- Pequeños arbustos y árboles, en verano	0.040	0.060	0.080
- Arbustos medianos a densos, en invierno	0.045	0.070	0.110
- Arbustos medianos a densos, en verano	0.070	0.100	0.160
d. Árboles			
- Sauces densos, en verano y rectos	0.110	0.150	0.200
- Tierra clara con ramas, sin brotes	0.030	0.040	0.050
- Igual al anterior, pero con gran cantidad de retoños	0.050	0.060	0.080
- Gran cantidad de árboles, algunos troncos caídos, con poco crecimiento de arbustos y nivel de inundación por debajo de las ramas	0.080	0.100	0.120
- Igual al anterior, pero con el nivel de inundación por encima de las ramas	0.100	0.120	0.160
D3. Cauces mayores (ancho superficial a nivel de inundación, mayor a 30 m). Los valores de ***"n"*** son menores que las corrientes menores de descripción similar, debido a que las bancas ofrecen menor resistencia efectiva.			
a. Sección regular sin cantos rodados ni arbustos	0.025	-	0.060
b. Sección irregular y rugosa	0.035	-	0.100

Para la rugosidad del tramo de estudio se estableció un valor de rugosidad según los valores definidos en el libro de Ven Te Chow (Hidráulica de Canales Abiertos, 1994), tomando los valores asociados a las características físicas actuales observadas en campo. El valor de rugosidad escogido para ambas márgenes del cauce fue de 0.050 y de 0.050, y para el centro del canal, debido a la homogeneidad

física (pendiente, vegetación y material característico) que se observa en ambos costados del cauce, esto aplicó para el modelo hidráulico en Hec-Ras en condiciones naturales.

El cálculo del perfil de flujo y el perfil de velocidad, se presenta en mapa interactivo generado, partiendo de la información geométrica y de los caudales medios, mínimos y máximos para cada periodo de retorno evaluado.

Las condiciones topográficas que se evaluarán en la modelación hidráulica serán las siguientes:

- Condición Natural (previa a alguna intervención)

El análisis hidráulico se realizará bajo la siguiente condición, para el terreno natural:

- Flujo Permanente.
- Régimen de Flujo Subcrítico.
- Caudales de diseño asociado al caño Clarín Nuevo y niveles impuestos por el río Magdalena.

8.3. MODELACIÓN DE CONDICIÓN NATURAL CLARIN NUEVO

De acuerdo con lo anterior, se realiza la modelación hidráulica partiendo de la condición inicial del cauce del analizado del Caño Clarín Nuevo. En la Ilustración 21ilustración 21, se ve la configuración geométrica del modelo en planta.

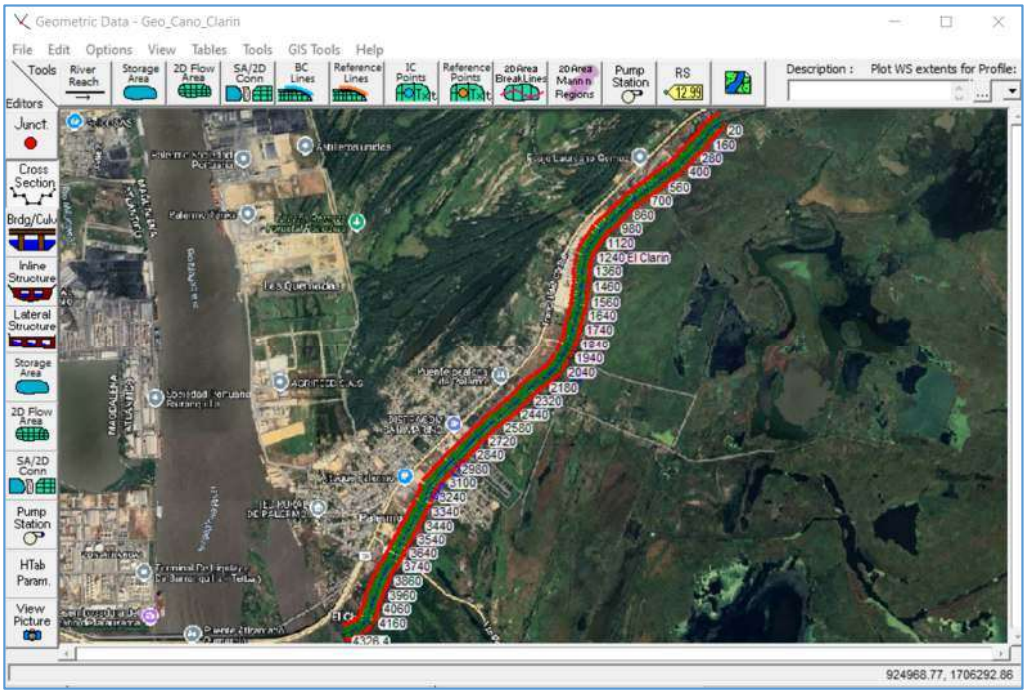


Ilustración 21. Mapa interactivo modelo HEC-RAS. Del Caño Clarín Nuevo.

Como resultado de la modelación hidráulica, se obtiene los niveles de la lámina de agua para el caudal evaluado estimado en esta zona que es de 20 m3/s, en el tramo sobre el Caño Clarín Nuevo.

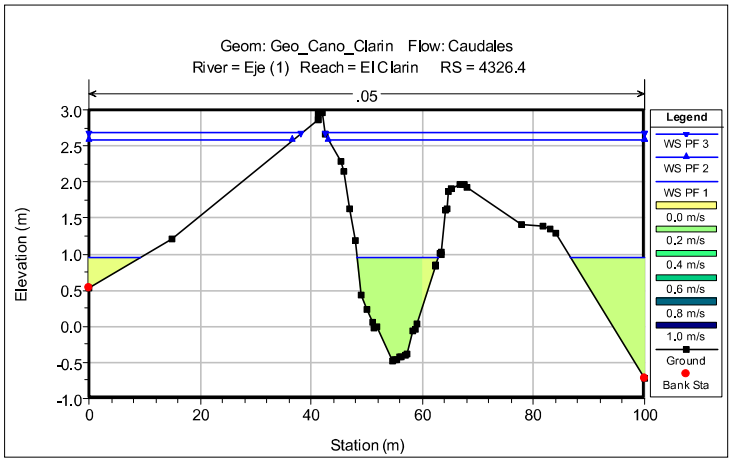


Ilustración 22. Sección Natural Km 4+326.24, en el tramo analizado sobre el Caño Clarín Nuevo.

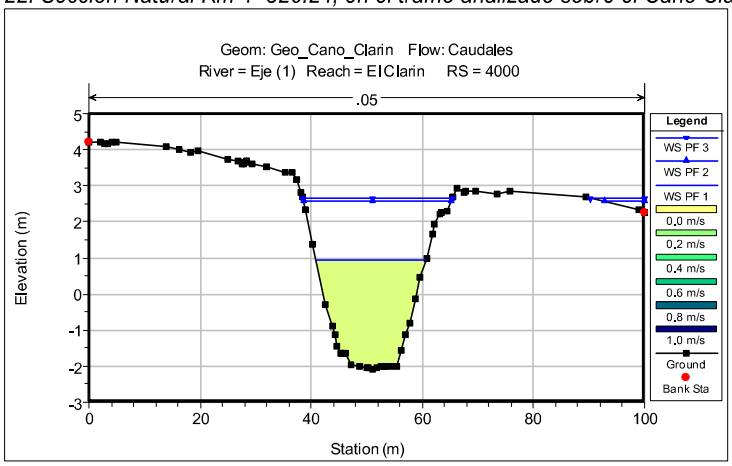


Ilustración 23. Sección Natural Km 4+000, en el tramo analizado sobre el Caño Clarín Nuevo.

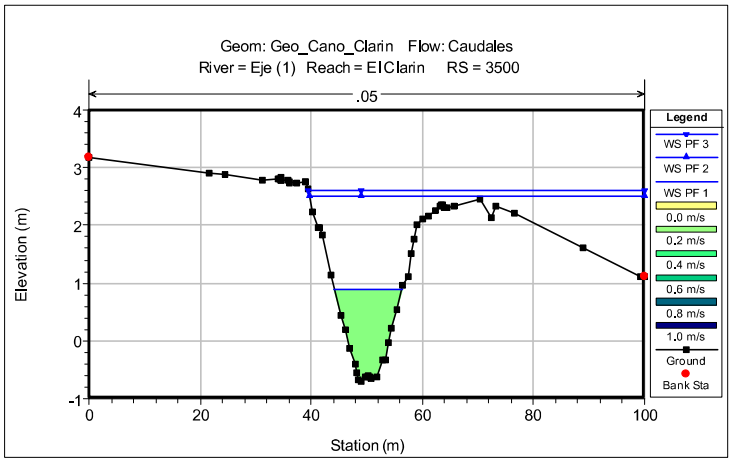


Ilustración 24. Sección Natural Km 3+500, en el tramo analizado sobre el Caño Clarín Nuevo.

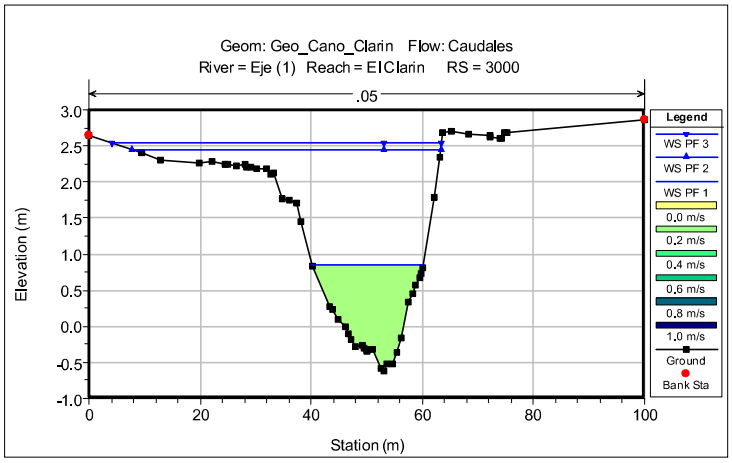


Ilustración 25. Sección Natural Km 3+000, en el tramo analizado sobre el Caño Clarín Nuevo.

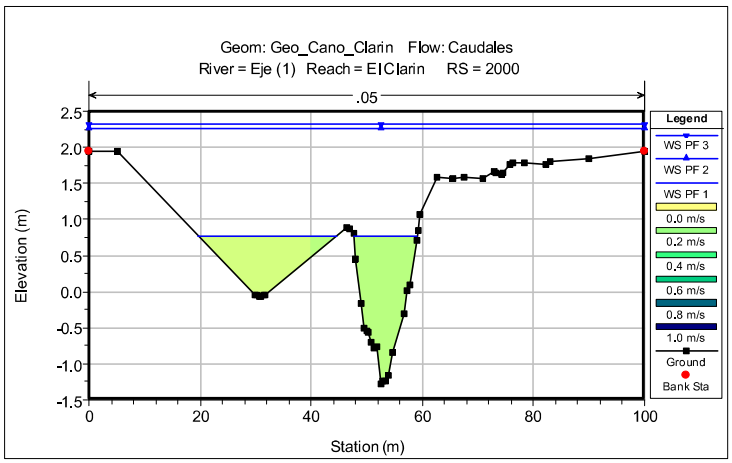


Ilustración 26. Sección Natural Km 2+000, en el tramo analizado sobre el Caño Clarín Nuevo.

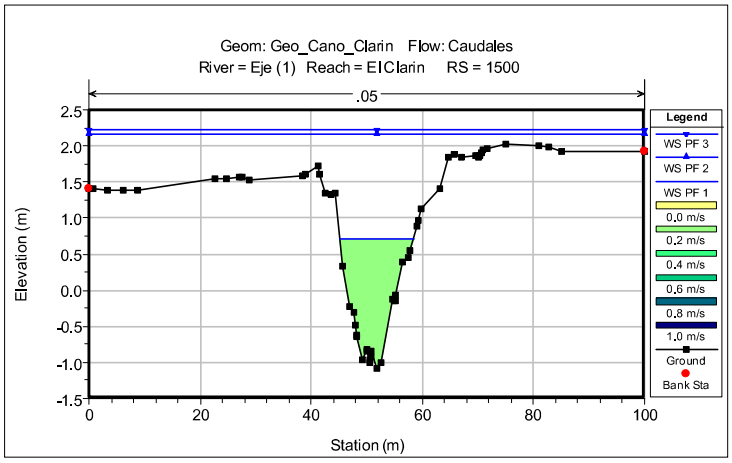


Ilustración 27. Sección Natural Km 1+500, en el tramo analizado sobre el Caño Clarín Nuevo.

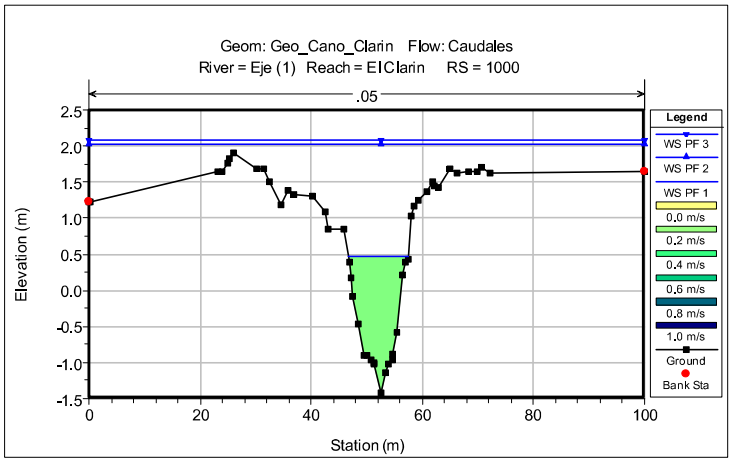


Ilustración 28. Sección Natural Km 1+000, en el tramo analizado sobre el Caño Clarín Nuevo.

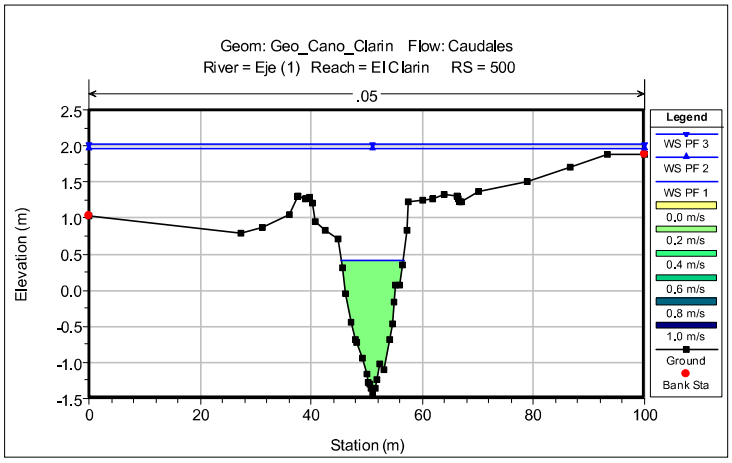


Ilustración 29. Sección Natural Km 0+500, en el tramo analizado sobre el Caño Clarín Nuevo.

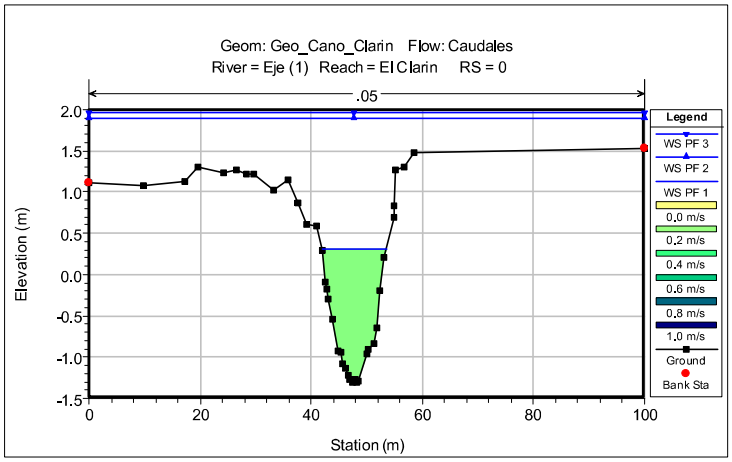


Ilustración 30. Sección Natural Km 0+000, en el tramo analizado sobre el Caño Clarín Nuevo.

De lo anterior se observa, que el sector del caño Clarín Nuevo analizado, la sección actual del caño, no es capaz de transportar el caudal modelado, generando desbordamientos en todos los puntos.

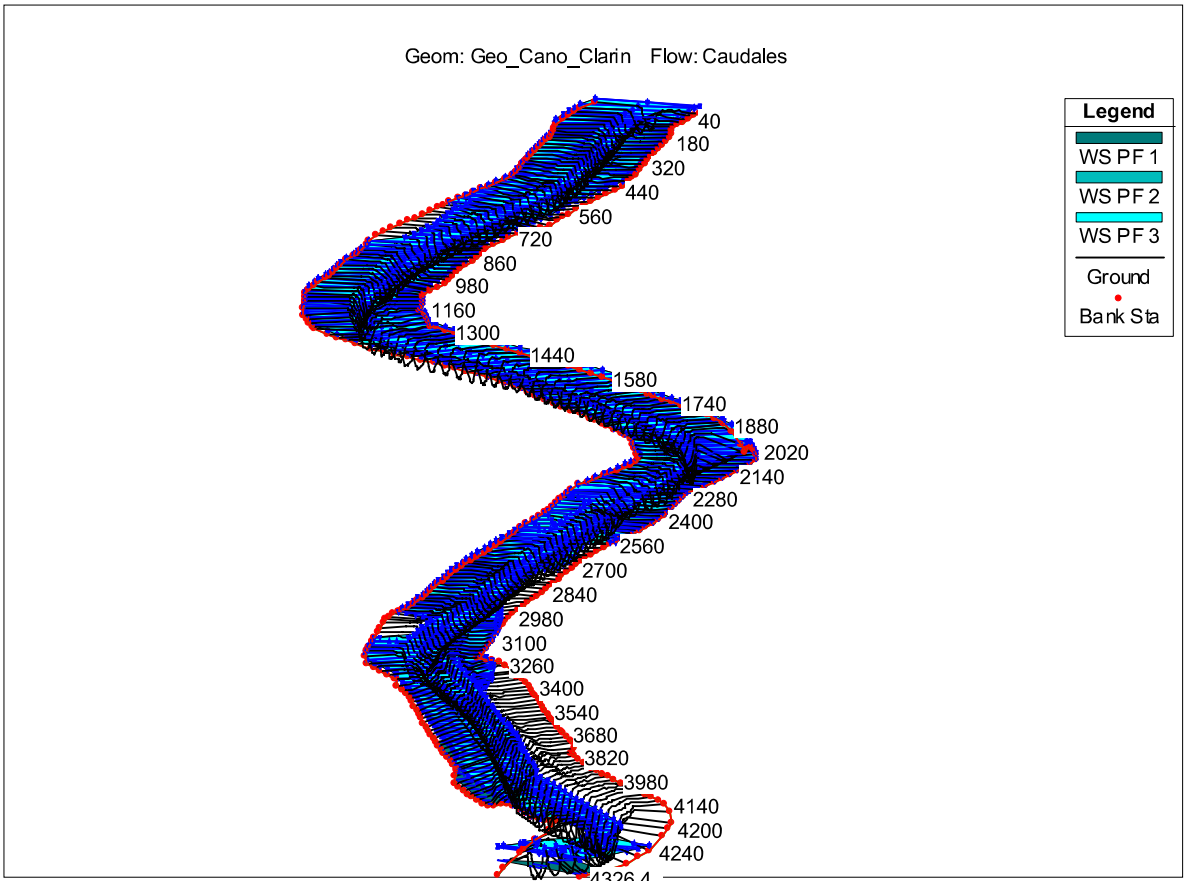


Ilustración 31. Vista en 3D de la modelación del Flujo en el Tramo a Intervenir en el sector Caño Clarín Nuevo.

9. ANÁLISIS SEDIMENTOLOGICO

A partir de los registros de concentración de sedimentos en suspensión y de caudales medios en el periodo febrero 2019 a septiembre de 2020 de la estación Caño Clarín operada por CORPAMAG:

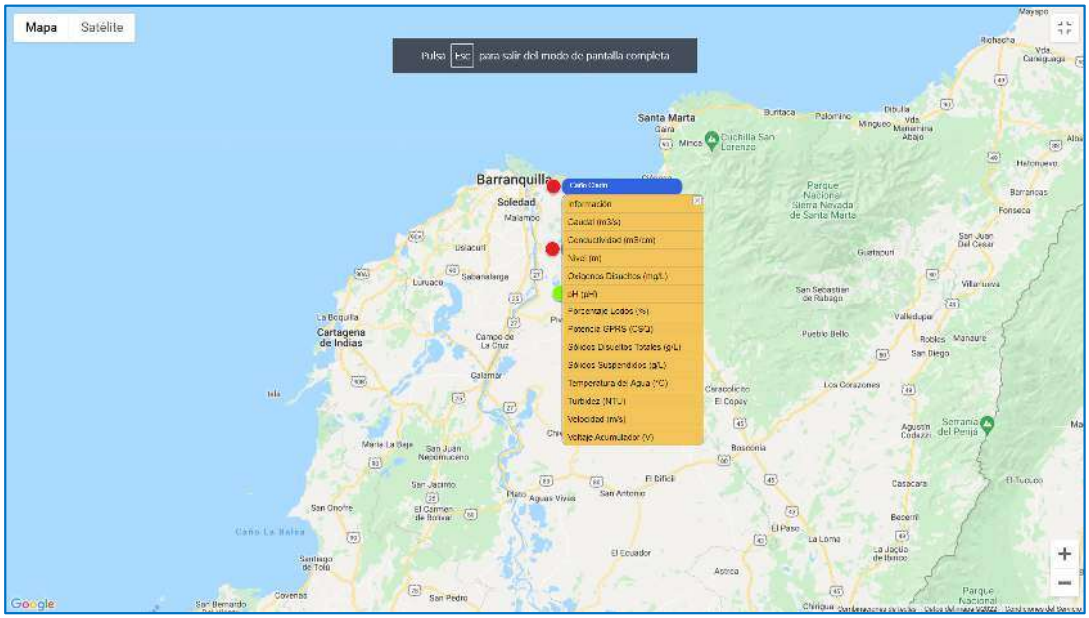


Ilustración 32. Localización Estación Automática Caño Clarín, Operador CORPAMAG.

Se realizó el análisis del calculó de transportes de sedimentos en suspensión del caño Clarín. En este periodo cada valor de concentración (g/l) cuenta con una pareja de caudal medio (en m³/s), de manera que el caudal sólido se obtuvo al multiplicar el caudal medio por la concentración, como se muestra en la siguiente expresión:

$$Qs = \frac{C}{1000000} * Ql * 1000 * 86400$$

Donde:

Qs: caudal sólido (ton/día)

C: concentración de sedimentos en suspensión (g/l)

Ql: Caudal líquido (m³/s)

El resumen de caudales líquidos y sólidos se presenta a continuación:

Tabla 8. Caudal líquido medio mensual en el sitio de monitoreo (m³/s).

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2019		4,94	2,46	3,25	3,60	4,32	4,20	3,69	2,92	3,85	4,59	4,41	3,84
2020	2,95	2,11	1,60	1,16	1,55	1,47	1,67	1,78	1,54	2,47		5,61	2,17
Promedio	2,95	3,53	2,03	2,20	2,58	2,89	2,94	2,74	2,23	3,16	4,59	5,01	3,07

Tabla 9. Caudal sólido medio mensual en el sitio de monitoreo (ton/día).

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2019		1125,7	3651,7	14290,9	18662,1	22547,1	5194,5	3495,3	2293,7	2201,5	4047,8	4934,8	7495,0
2020	2158,9	525,6	2111,3	2599,5	5349,1	4389,6	3226,9	11866,5	9145,4	4895,6		15658,4	5629,7
Promedio	2158,9	825,6	2881,5	8445,2	12005,6	13468,3	4210,7	7680,9	5719,6	3548,5	4047,8	10296,6	6274,1

De acuerdo con lo anterior el caudal sólido promedio anual es de 6274 ton/día, que al multiplicarlo por 365 días del año se tiene un transporte de sedimentos en suspensión anual de 2290 kton.

Con el fin de determinar la relación entre caudal líquido y caudal sólido se elaboró la curva de Ql vs Qs, como se muestra en la ilustración 33.

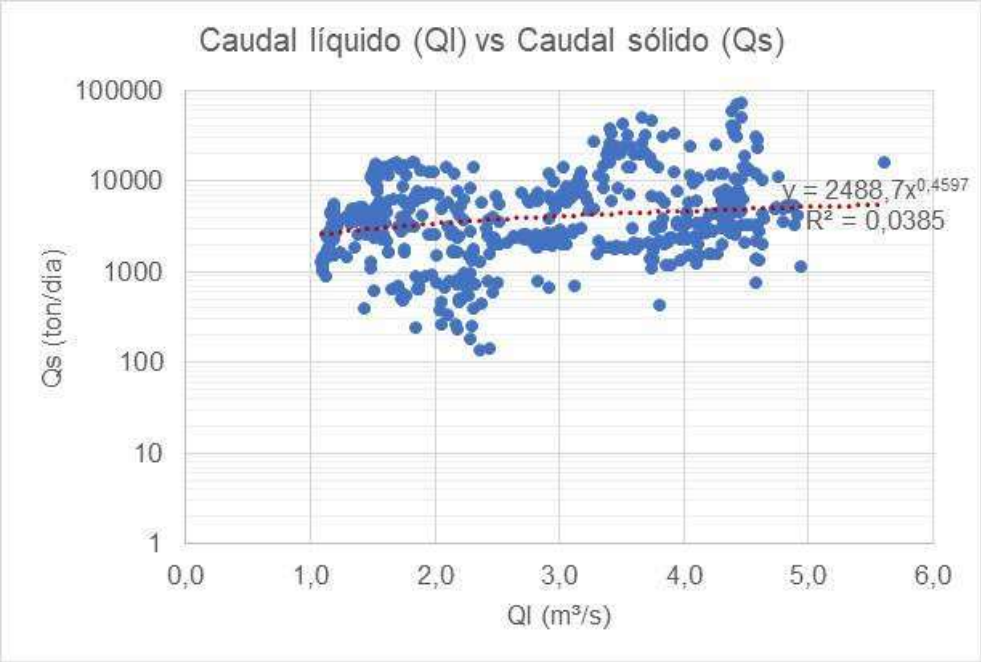


Ilustración 33. Relación Caudal líquido Vs Caudal sólido

En la ilustración 33, se puede observar gran dispersión de los datos que impiden estimar un buen ajuste de curva de Ql vs Qs, como indica el coeficiente R2 (0,0385), por lo tanto, no es posible determinar la curva de gasto líquido vs gasto sólido para la estimación de caudal líquido en los días que solo se cuente con caudal líquido.

Para estimar el volumen anual de sedimentos se divide el transporte anual de sedimentos en suspensión entre la densidad promedio del sedimento sumergido (1,4 t/m³), como se muestra a continuación:

$$V = \frac{S_{susp}}{D}$$

Donde:

V: Volumen de sedimentos (m³/año)

D: Densidad del sedimento sumergido (t/m³)

S_susp: Sedimentos en suspensión (t/año)

A: área de drenaje (km²)

De acuerdo con lo anterior, el volumen anual de sedimentos en suspensión es de 1,635748 m³ (1,64 Hm³).

10. CALCULO HIDRÁULICO DE BARRERA PARA EL CONTROL DE VEGETACIÓN FLOTANTE.

A continuación, los pasos técnicos para el cálculo bajo las condiciones hidrodinámicas en el Caño Clarín Nuevo:

10.1. Estimación de la Carga de Vegetación

Se debe calcular la fuerza que ejercerá la vegetación acumulada contra la barrera. Esta fuerza depende del área de acumulación y la densidad de la biomasa.

10.1.1. Densidad de biomasa (D):

- La taruya es una planta de rápido crecimiento que forma densas colonias flotantes.
- La densidad de biomasa húmeda puede variar, pero las plantas pueden formar una capa superficial que cubre por completo el área de acumulación.
- La densidad de las fibras de la taruya es de aproximadamente 1.226 g/cm^3, (ligeramente superior a la del agua), pero como planta flotante, la mayor parte de su volumen es aire y agua.
- Un solo grupo puede cubrir 1 m^2 en 21 días.

10.1.2. Métodos Indirectos (No destructivos)

Para monitoreos a largo plazo sin destruir la población, se pueden usar estimaciones basadas en la morfología o sensores:

Longitud de hoja: Existe una correlación positiva entre la longitud de las hojas y la biomasa aérea, permitiendo estimar el peso mediante regresiones matemáticas.

Sensores remotos (NDVI): Se utiliza el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) derivado de imágenes satelitales o drones para estimar la densidad en grandes áreas, aunque pierde precisión en poblaciones muy densas.

Valores de referencia: En condiciones óptimas, la taruya puede alcanzar densidades de biomasa de entre 2.3 a 2.5 kg de peso seco por metro cuadrado (***Kg DW/ m²***), y valores de peso fresco que oscilan entre 20 y 65 kg/m² dependiendo de la frecuencia de cosecha y nutrientes del agua.

Área de acumulación (A): Estime la mancha de vegetación máxima que se espera retener antes de realizar una limpieza.

el procedimiento depende de si está midiendo un parche específico en campo o si desea estimar el

área total de cobertura en un cuerpo de agua.

Fuerza de empuje estático: Se fundamenta en el Principio de Arquímedes, aplicado a una estructura vegetal flotante que debe desplazar una masa de agua igual a su propio peso para mantenerse a flote.

La taruya flota porque la fuerza d empuje hacia arriba (***E***) es igual al peso total de la planta (***P).***

Peso de la planta (***P***): Definido por su biomasa total (masa x gravedad).

Fuerza de Empuje (***E***): Equivale al peso del Volumen de agua que las partes sumergidas (raíces, rizomas y flotadores) desplazan.

10.2. Parámetros Hidráulicos Base

- Área de la sección transversal (***A***): Asumiendo una profundidad promedio (***h***)
- Velocidad del flujo (***v***): $v = \frac{Q}{A}$
- Fuerza de arrastre (F_d): Es la fuerza principal que debe soportar la malla:

$$\boldsymbol{Fd} = \frac{1}{2} . \rho . v^2 . C_d . A_s$$

Donde ρ es la densidad del agua (1000 kg/m^3), C_d es el coeficiente de arrastre (aprox. 1.2 a 1.5 para mallas con desechos) y A_s es el área proyectada de la malla sumergida.

10.3. Cálculo de Resistencia a la Tracción

La malla no solo soporta el agua, sino la acumulación de escombros y sedimentos.

Tensión en el cable principal (***T***): Si la barrera tiene una catenaria (curvatura), la tensión aumenta. Se calcula como:

$$T = \frac{w . L^2}{8 . d}$$

Donde *w* es la carga por metro lineal (fuerza de arrastre total / ancho), ***L*** es la luz y ***d*** es la flecha o comba de la barrera.

10.4. Capacidad de Flotación

La barrera debe mantenerse a flote incluso con carga de sedimentos.

- **Empuje de Arquímedes**: El volumen de los flotadores debe desplazar un peso de agua

superior al peso propio de la malla más el peso de los residuos atrapados.

- **Cálculo de flotabilidad neta**:

$$B = (V.\rho_{agua}) - P_{propio} - P_{residuos}$$

Se debe asegurar que el centro de gravedad esté por debajo del centro de la flotación para evitar el giro (volcamiento) de la barrera por la presión del agua.

10.5. Consideraciones Específicas para el Caño Clarín Nuevo

- **Anclajes**: Debido a la geología de la zona del Vía Parque Isla de Salamanca, los anclajes en las riberas deben ser bloques de concreto reforzado o pilotes, diseñados para resistir la tensión (***T***) calculada.
- **Material de la malla**: Se recomienda Polietileno de Alta Densidad (HDPE) con protección UV o acero inoxidable recubierto, para resistir la salinidad y corrosión ambiental de la zona costera cercana.

10.5.1. Cálculos

Con la velocidad de flujo proporcionada de (0.25 m/seg) por el modelo HEC-RAS, en la sección transversal desde la embocadura en el río Magdalena hasta 50 metros hacia aguas abajo en la dirección de la ciénaga grande de Santa Marta, la barrera puede instalarse perpendicularmente al flujo según las recomendaciones del plano anexo, ya que esta velocidad es inferior a 0.30m/s).

10.5.1.1. *Cálculo de la Fuerza de Empuje Estático y Dinámico*

A 0.25m/s, la fuerza predominante sigue siendo hidrostática (empuje estático) modificada por la acumulación de biomasa, más que el arrastre dinámico de alta velocidad.

A. Densidad de Biomasa de Taruya (Eichhornia crassipes)

- La taruya es una planta de rápido crecimiento que forma densas colonias flotantes.

- La densidad de las fibras de la taruya es de aproximadamente 1.226 g/cm^3, (ligeramente superior a la del agua), pero como planta flotante, la mayor parte de su volumen es aire y agua.

- Un solo grupo puede cubrir 1 m^2 en 21 días.

B. Área de Acumulación Máxima Esperada.

Según para V<0.30{m/s, la longitud óptima de la barrera está en el rango de 1.25 a 1.50 veces la distancia entre puntos de anclaje (el ancho del canal es de 20 m aproximadamente, en la parte superior). Esto da una longitud de barrera de 31.25 metros aproximadamente. La barrera se posiciona perpendicular, creando un área de retención aguas arriba. El área de acumulación A_{acc} dependerá de la frecuencia de limpieza. Asumamos un área de acumulación máxima antes de limpieza que se extiende, por ejemplo, 5 metros aguas arriba a lo largo de los 20 metros de ancho.

$$A_{acc} = 20m * 5\ m = 100\ m^2$$

C. Fuerza de Empuje Estático

La fuerza de empuje estático se refiere a la presión lateral ejercida por la masa acumulada (biomasa + agua atrapada) contra la barrera, similar a la presión de suelo o de agua quieta.

- Si la taruya forma una "pared" saturada, ejerce presión lateral. La densidad efectiva de la masa acumulada puede estimarse en aproximadamente 500-800 kg/m^3 (menos que agua pura debido a los espacios de aire en las plantas).
- Esta fuerza es compleja de modelar sin un modelo de presión de biomasa específico, pero se puede aproximar como una carga lateral distribuida que aumenta con la profundidad de acumulación.

D. Fuerza Dinámica Modificada

- Aunque la velocidad promedio es baja, la acumulación masiva de biomasa incrementa el coeficiente de arrastre C_d y el área frontal. La fuerza total es una combinación de arrastre y empuje estático lateral de la biomasa compactada. La fuerza de diseño debe considerar la peor condición (biomasa saturada y compactada por el flujo).

- Con v=0.25 m/s, la presión dinámica pura es muy baja. La carga dominante es el peso de la biomasa acumulada y la presión lateral resultante contra la barrera.

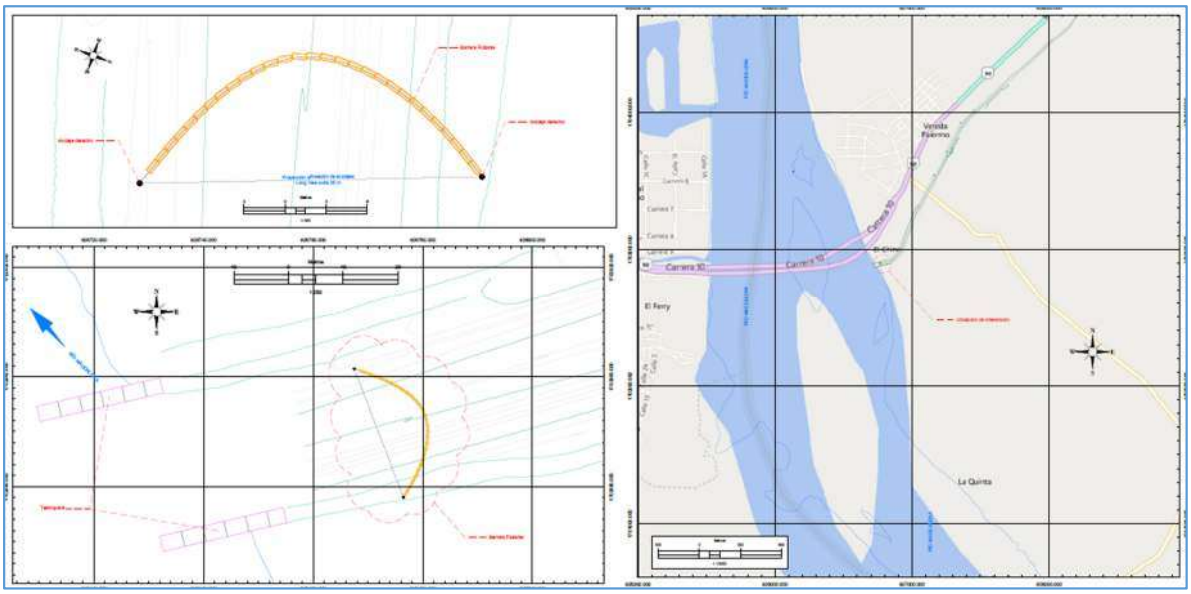


Ilustración 34. Diseño de barrera flotante para retención de vegetación y sólidos, en la embocadura del caño Clarín Nuevo.

10.5.1.2. *Diseño de Anclajes Estructurales y Normativa NSR-10*

El diseño del "muerto en concreto" debe resistir la tensión horizontal total T_{total} generada por la masa de taruya acumulada.

- **Geometría del Anclaje**: Bloque de 1.0m x 1.0m x 0.6m de concreto de f'_c =210kg/cm^2.
- **Requisitos Geotécnicos**: La capacidad del anclaje depende de la resistencia al empuje pasivo del suelo frontal y la fricción basal. Es imperativo realizar un estudio de suelos para obtener el ángulo de fricción Ø y la cohesión ***c*** del terreno en las orillas del caño. (El cual estará soportado en el estudio de suelo que se encontrará en el Anexo externo).
- **Tensión de Diseño** $T_{diseño}$: La carga total calculada (biomasa + arrastre + empuje estático) debe ser menor que la capacidad del anclaje, aplicando los factores de carga y resistencia de la NSR-10. Se recomienda que los anclajes de concreto tengan una capacidad de diseño no menor a 2.5 toneladas métricas por anclaje.

El diseño de anclajes de concreto en Colombia para proyectos de infraestructura vial se rige por la Norma Colombiana de Diseño de Puentes (CCP-14) de INVIAS y el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10).

Con base en los parámetros geotécnicos determinados en el estudio de suelos (PDF páginas 19, 29 y 30), el diseño del anclaje se detalla a continuación:

- **Parámetros del Suelo (Sondeo 1 a 2.0 m de Profundidad)**
  - ✓ **Tipo de suelo:** Arena pobremente gradada (SP) color gris.
  - ✓ **Peso unitario húmedo γ:** 1.552 ton/m^3 (15.2 kN/m^3) (Pág. 30).
  - ✓ **Angulo de fricción interna** Ø: 20° (pp. 26,30)
  - ✓ **Cohesión *c***: 0 ton/m^2 0 kPa (p. 30).
  - ✓ **Nivel Freático:** Se encontró a 0.50 m de profundidad, por lo que el suelo está saturado (pp. 19.25).
  - ✓ **Sismicidad**: Zona de amenaza sísmica baja, perfil tipo E ($A_a = 1.10, A_v = 0.10$); (pp. 20-21).

10.5.1.3. *Diseño y Verificación del Anclaje*

El diseño del anclaje debe asegurar que la resistencia pasiva del suelo sea suficiente para soportar las cargas de tracción o empuje aplicadas, cumpliendo con los factores de seguridad exigidos por la normativa colombiana.

10.5.1.3.1. Resistencia al Empuje Pasivo

El cálculo del empuje pasivo se basa en la teoría de Rankine o métodos avanzados, utilizando los parámetros corregidos del estudio (p. 26). El factor de seguridad (FS) mínimo típico para la resistencia al deslizamiento o volteo es de 2.0 a 3.0 para condiciones estáticas, y menor para cargas sísmicas.

10.5.1.3.2. Drenaje y Nivel Freático

La presencia del nivel freático a 50 cm es crítica (p. 19).

- **Efecto**: La presión de poros reduce el esfuerzo efectivo del suelo, disminuyendo significativamente la resistencia al empuje pasivo.
- Recomendación de Diseño: Se debe diseñar la cimentación para condiciones sumergidas (usando el peso unitario sumergido $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$) o instalar un sistema de subdrenaje efectivo para abatir el nivel freático alrededor del anclaje, como se sugiere en las especificaciones INVÍAS para manejo de aguas.

10.5.1.3.3. Cálculo del Coeficiente de Presión Pasiva de Rankine (K_p)

Se utiliza la formula de Rankine para suelo granular:

$$K_p = tan^2(45° + \frac{\emptyset}{2})$$

$$K_p = tan^2\left(45° + \frac{\emptyset}{2}\right) = tan^2(55°) = 2.04$$

10.5.1.3.4. Cálculo de las Presiones Pasivas σ_p a diferentes profundidades

El bloque de 0.6 m de altura se asume instalado a una profundidad total H=1.0 m (desde la superficie hasta la base), con el nivel freático a 0.5 m de profundidad. El tope del bloque está a (0.4 m) de profundidad.

Presión del Tope del Bloque (z = 0.4 m): El suelo por encima es húmedo, no sumergido.

$$\sigma_{p1} = \gamma_{húmedo} * Z_{sup} * K_p$$

$$\sigma_{p1} = 1.552\frac{ton}{m^3} * 0.4\,m\ \ 2.04 \approx 1.266\ ton/m^2$$

Presión en la base del Bloque (z= 1.0 m): Todo el suelo está sumergido (el nivel freático está por encima de la base).

$$\sigma_{p2} = \gamma_{húmedo} * Z_{sup} * K_p + \gamma' * h_{sumergido} * K_p$$

$$\sigma_{p2} = 1.266\frac{ton}{m^2} + 0.552\frac{ton}{m^3} * 0.6m * 2.04$$

$$\sigma_{p2} = 1.266\frac{ton}{m^2} + 0.675 \approx 1.941\ ton/m^2$$

Cálculo de la Fuerza de Empuje Pasivo Total E_p :La fuerza total es el área del diagrama de presiones (un trapecio) multiplicada por el ancho del bloque (***b***):

$$E_p = \left(\frac{\sigma_{p1} + \sigma_{p2}}{2}\right) * h * b$$

$$E_p = \left(\frac{1.266 + 1.941}{2}\right) * 0.6m * 1.0m$$

$$E_p = 1.604 \frac{ton}{m^2} * 0.6m^2 \approx 0.962\ ton$$

Cálculo de la Fricción en la Base F_f y Peso del Bloque *W*

La resistencia total al movimiento incluye el peso del bloque de concreto y la fricción basal.

- Peso del bloque de concreto (asumiendo $\gamma_{concreto} \approx 2.4\ ton/m^3$):

$$W = 1.0\ M * 1.0M * 0.6M * 2.4 \frac{ton}{m^3} = 1.44\ ton$$

- Fricción en la base F_f = $W * \tan(\delta)$, donde δ es el ángulo de fricción suelo – concreto. El estudio recomienda $\delta = 0.754 * Ø$ para muros de contención (p.29).

$$\delta = 0.754 * 20° = 15°$$

$$F_f = 1.44\ ton * \tan(15°) \approx 0.386\ ton$$

Capacidad de Anclaje Admisible

La capacidad admisible se calcula sumando el empuje pasivo y la fricción, y dividiendo por el Factor de Seguridad (FS=2.0 recomendado anteriormente para empuje pasivo):

$$Capacidad\ Admisible = \frac{E_p + F_f}{FS}$$

$$apacidad\ Admisible = \frac{0.962\ ton + 0.386\ ton}{2.0} \approx 0.674\ ton$$

La capacidad del anclaje admisible del bloque de 1.0x1.0x0.6m, considerando las propiedades del suelo saturado del Caño Clarín Nuevo ($Ø = 20°$, y un factor de seguridad de 2.0, es de aproximadamente **0.674 ton** lo que equivale a **6.61 KN** o **1485.92 lbf.**

Este cálculo asume que el bloque se instala en el material arenoso encontrado en los sondeos, el cual es propenso a deslizamientos en excavaciones profundas (p. 25). Es fundamental el uso de material de relleno seleccionado y bien compactado como se especifica en las recomendaciones del estudio para garantizar esta capacidad (pp. 29-30).

10.6. Evaluación de la orillas y anclajes

El estudio multitemporal, basado en fotografías satelitales de Google Earth de 2013, 2016, 2019, 2022 y 2025, demostró que los cambios en las orillas del caño Clarín Nuevo son producto del aporte significativo de sedimentos y material vegetal flotante del río Magdalena. Si bien ha habido desplazamientos, no se ha presentado una gran ampliación del área hídrica, aunque se requiere limpieza de tramos con vegetación.

La memoria de cálculo incluyó el diseño y verificación del anclaje para asegurar que el sistema resista las cargas previstas y permanezca estable en el tiempo, por lo tanto, los anclajes están diseñados para resistir la fuerza de tracción y el empuje de la biomasa flotante.

La estabilidad del sistema, incluyendo la malla y los anclajes, se evaluó bajo las condiciones hidrológicas e hidráulicas del sitio, con el objetivo de proteger la sección transversal del caño y asegurar el flujo de agua dulce.



Ilustración 35. Análisis de Orilla y puntos muertos de anclajes, para la barrera proyectada en el Caño Clarín Nuevo, en el municipio en Sitio Nuevo-Magdalena.

Si bien se observan cambios, el análisis concluye que, para el periodo presente, no se ha presentado una gran ampliación del área hídrica que comprometa la estabilidad general del cauce en la zona de intervención, la dinámica es modulada por la época climática y la hidrodinámica del sistema.

el movimiento de las orillas, de acuerdo con los resultados del informe, no afectará negativamente los puntos de los muertos de anclaje. La ubicación de la barrera y sus anclajes se ha determinado considerando las condiciones hidromorfológicas del área y los caudales extremos, asegurando que las estructuras permanezcan estables y funcionales para la mitigación efectiva del avance de la vegetación flotante tipo buchón.

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez realizado el análisis hidrológico e hidráulico, se puede sacar las siguientes conclusiones:

- Se realizó análisis estadístico de la estación TEBSA/B/QUILLA, próxima a la zona de intervención sobre el caño Clarín Nuevo, con el fin de caracterizar los niveles en el río Magdalena, Se pudo establecer que los niveles característicos del Rio Magdalena, en la zona de estudio de la embocadura del Caño Clarín Nuevo:

RESULTADOS FRECUENCIA DE CAUDALES MAXIMOS - TEBSA

Tr años	NORMAL	GUMBEL	PEARSON	LOG- PEAR	LOG-NOR	EV3	PROMEDIO
2	2.0	1.9	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9
2.33	2.0	2.0	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0
2.5	2.1	2.0	2.1	2.1	2.0	2.0	2.1
5	2.3	2.4	2.4	2.6	2.3	2.3	2.4
10	2.5	2.7	2.5	3.1	2.6	2.6	2.7
25	2.8	3.1	2.7	3.7	2.9	2.9	3.0
50	2.9	3.4	2.8	4.1	3.1	3.1	3.2
55	2.9	3.5	2.8	4.2	3.1	3.1	3.3
60	2.9	3.5	2.8	4.2	3.1	3.1	3.3
65	3.0	3.5	2.8	4.3	3.1	3.2	3.3
70	3.0	3.6	2.8	4.3	3.2	3.2	3.3
75	3.0	3.6	2.8	4.4	3.2	3.2	3.4
80	3.0	3.6	2.8	4.4	3.2	3.2	3.4
85	3.0	3.7	2.9	4.5	3.2	3.2	3.4
90	3.0	3.7	2.9	4.5	3.2	3.2	3.4
95	3.0	3.7	2.9	4.5	3.3	3.3	3.4
100	3.0	3.7	2.9	4.6	3.3	3.3	3.5
500	3.3	4.4	3.0	5.6	3.7	3.6	4.0
10000	3.7	5.7	3.2	7.7	4.5	4.3	4.9
PRUEBA F	0.62	0.91	0.60	0.12	0.56	0.63	
COEF R^2	0.94	0.87	0.96	0.86	0.90	0.89	
chi 2	0.14	0.26	0.12	0.57	0.23	0.25	

- En este estudio se confirma que el Caño Clarín Nuevo experimenta un avance significativo de material vegetal flotante (buchón de agua) y sedimentos provenientes del río Magdalena. Esta intrusión ha causado obstrucciones y ha alterado la dinámica fluvial e hídrica del caño.

- La dinámica del flujo en el caño es bidireccional (flujo y reflujo), regida principalmente por la diferencia de niveles entre el río Magdalena y la Ciénaga Grande de Santa Marta, el proceso de llenado de las zonas cenagosas obedece a un flujo inducido por esta diferencia de niveles.

- El análisis de imágenes satelitales multitemporales (2013-2025) demostró el desplazamiento de las orillas del caño a lo largo del tiempo, causado por la sedimentación y el material flotante.

- El caudal promedio multianual registrado en la estación del Caño Clarín es de 2.88 \(m^{3}/s\), con un máximo de 17.70 m3/s. El caño tiene capacidad para manejar caudales inferiores a 20m3/s, sin desbordamientos significativos.

- Los niveles mínimos, medios y máximos del río Magdalena en la estación TEBSA son de 0.01 m.s.n.m., 0.86 m.s.n.m. y 2.56 m.s.n.m., respectivamente.

- La modelación hidráulica unidimensional se realizó utilizando el software HEC-RAS versión 6.5.0, bajo una condición de flujo permanente y régimen subcrítico. El modelo calculó los perfiles y niveles superficiales del agua, las velocidades y los esfuerzos cortantes del flujo.

- La simulación arrojó los niveles de la lámina de agua para el caudal de diseño. Estos resultados son fundamentales para evaluar el riesgo de inundación y optimizar la distribución del agua.

- La recomendación principal es el diseño y la instalación de una barrera flotante multifuncional en la embocadura del Caño Clarín Nuevo.

- El estudio concluye la necesidad de diseñar una barrera flotante multifuncional para la embocadura del Caño Clarín que intercepte la vegetación flotante y macroplásticos, asegurando el flujo de agua dulce necesario para la restauración del ecosistema.

- El estudio sugiere la necesidad de una limpieza continua de ciertos tramos que ya presentan gran vegetación dentro del cuerpo de agua.

- Se recomienda el monitoreo constante de los niveles, caudales y la dinámica sedimentológica para asegurar que las intervenciones sean efectivas a largo plazo.

- La dinámica del flujo en el caño es bidireccional (flujo y reflujo), regida principalmente por la diferencia de niveles entre el río Magdalena y la Ciénaga Grande de Santa Marta, el proceso de llenado de las zonas cenagosas obedece a un flujo inducido por esta diferencia de niveles.

- El análisis de imágenes satelitales multitemporales (2013-2025) demostró el desplazamiento de las orillas del caño a lo largo del tiempo, causado por la sedimentación y el material flotante.

- El caudal promedio multianual registrado en la estación del Caño Clarín es de 2.88 \(m^{3}/s\), con un máximo de 17.70 m3/s. El caño tiene capacidad para manejar caudales inferiores a 20m3/s, sin desbordamientos significativos.

- Los niveles mínimos, medios y máximos del río Magdalena en la estación TEBSA son de 0.01 m.s.n.m., 0.86 m.s.n.m. y 2.56 m.s.n.m., respectivamente.

- La modelación hidráulica unidimensional se realizó utilizando el software HEC-RAS versión 6.5.0, bajo una condición de flujo permanente y régimen subcrítico. El modelo calculó los perfiles y niveles superficiales del agua, las velocidades y los esfuerzos cortantes del flujo.

- La simulación arrojó los niveles de la lámina de agua para el caudal de diseño. Estos resultados son fundamentales para evaluar el riesgo de inundación y optimizar la distribución del agua.

- La recomendación principal es el diseño y la instalación de una barrera flotante multifuncional en la embocadura del Caño Clarín Nuevo.

- El estudio concluye la necesidad de diseñar una barrera flotante multifuncional para la embocadura del Caño Clarín que intercepte la vegetación flotante y macroplásticos, asegurando el flujo de agua dulce necesario para la restauración del ecosistema.

- El estudio sugiere la necesidad de una limpieza continua de ciertos tramos que ya presentan gran vegetación dentro del cuerpo de agua.

- Se recomienda el monitoreo constante de los niveles, caudales y la dinámica sedimentológica para asegurar que las intervenciones sean efectivas a largo plazo.

JOSE ORTEGA MARTINEZ
ASESOR ESP. EN RECURSOS HIDRICOS

12. BIBLIOGRAFÍA

- INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). En línea. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/sierra-nevada-santa-marta> [Consultado el 16 de Marzo de 2017].

- UNIVERSIDAD DE GRANADA. Departamento de Estructura e Ingeniería Hidráulica. Área de Ingeniería Hidráulica. Manual Básico de Hidrología. 76 páginas. En Línea. Disponible en: <http://www.ugr.es/~lnania/_private/ManualBasico_Hidrology_300_Hidrology.Espanol.pdf> [Consultado el 16 de marzo de 2017].

- CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL MAGDALENA – CORPAMAG. Ecosistema Fisiográfico de la Ciénaga Grande de Santa Marta. En línea. Aviable en:<http://www.corpamag.gov.co/index.php/es/informacion-ambiental/ecosistemas-fisiograficos/cienaga-grande-de-santa-marta > [Consultado el 30 de noviembre de2017]

- INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). En línea. Aviable en: <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/sierra-nevada-santa-marta> [Consultado el 30 de noviembre de2017]

- PARQUE NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA. Santuario de Flora y Fauna Ciénaga Grande de Santa Marta. En línea. Aviable en:<http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/es/parques-nacionales/santuario-de-flora-y-fauna-cienaga-grande-de-santa-marta/> [Consultado el 30 de noviembre de2017]

- ORGANIZACIÓN COLPARQUES. Ciénaga Grande de Santa Marta. En línea. Aviable en:< http://www.colparques.net/CIENAGA > [Consultado el 30 de noviembre de2017].

- APOYO AL MONITOREO DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES EN LA CIÉNAGA GRANDE DE SANTA MARTA EN EL PERIODO DE FEBRERO A MAYO DE 2016, ERIKA LOTHES BERNAL.

- Wetzel, R. G. (2001). Limnology: Lake and River Ecosystems (3rd ed.). Academic Press. (Este texto es el estándar para entender la producción primaria y los métodos de muestreo por cuadrantes en macrófitas).

- Center, T. D., & Spencer, N. R. (1981). "The phenology and growth of water hyacinth (Eichhornia crassipes (Mart.) Solms) in a eutrophic north-central Florida lake". Aquatic Botany, 10, 1-32. (Proporciona las bases de las fórmulas de peso seco y fresco que se siguen utilizando en la actualidad).

- Google Académico - Biomasa de Eichhornia crassipes: Lista actualizada de estudios sobre la taruya.
- ScienceDirect - Water Hyacinth Growth Dynamics: Artículos técnicos sobre la densidad de biomasa seca y húmeda.

ANEXOS.

UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia

Vigilada Mineducación

Personería Jurídica: Resolución del Ministerio de Justicia No. 2271 de Julio de 1970

Acreditación Institucional de Alta Calidad: Resolución 9520 del 06 de septiembre de 2019 expedida por el Ministerio de Educación Nacional.

CONSIDERANDO QUE:

JOSÉ ALBERTO ORTEGA MARTÍNEZ

C.C 1082967466 SANTA MARTA

APROBÓ LOS ESTUDIOS DE POSGRADO PROGRAMADOS POR LA UNIVERSIDAD Y CUMPLIÓ CON LOS REQUISITOS EXIGIDOS POR LA LEY Y LOS REGLAMENTOS, LE CONFIERE EL TÍTULO DE

ESPECIALISTA EN RECURSOS HÍDRICOS

EN TESTIMONIO DE LO EXPUESTO SE EXPIDE EL PRESENTE DIPLOMA QUE ASÍ LO ACREDITA.

Bogotá D.C., Septiembre 23 de 2022

RECTOR | SECRETARIO GENERAL | DECANO

Anotado al Libro 4 Folio No. 134 20PC del 23 de Septiembre de 2022

28634

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2026-4360955

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que JOSE ALBERTO ORTEGA MARTINEZ, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 1082967466, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 021037-0501736 ATL desde el 26 de Diciembre de 2019, otorgado(a) mediante Resolución Nacional R2019001755.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los doce (12) días del mes de Marzo del año dos mil veintiseis (2026).

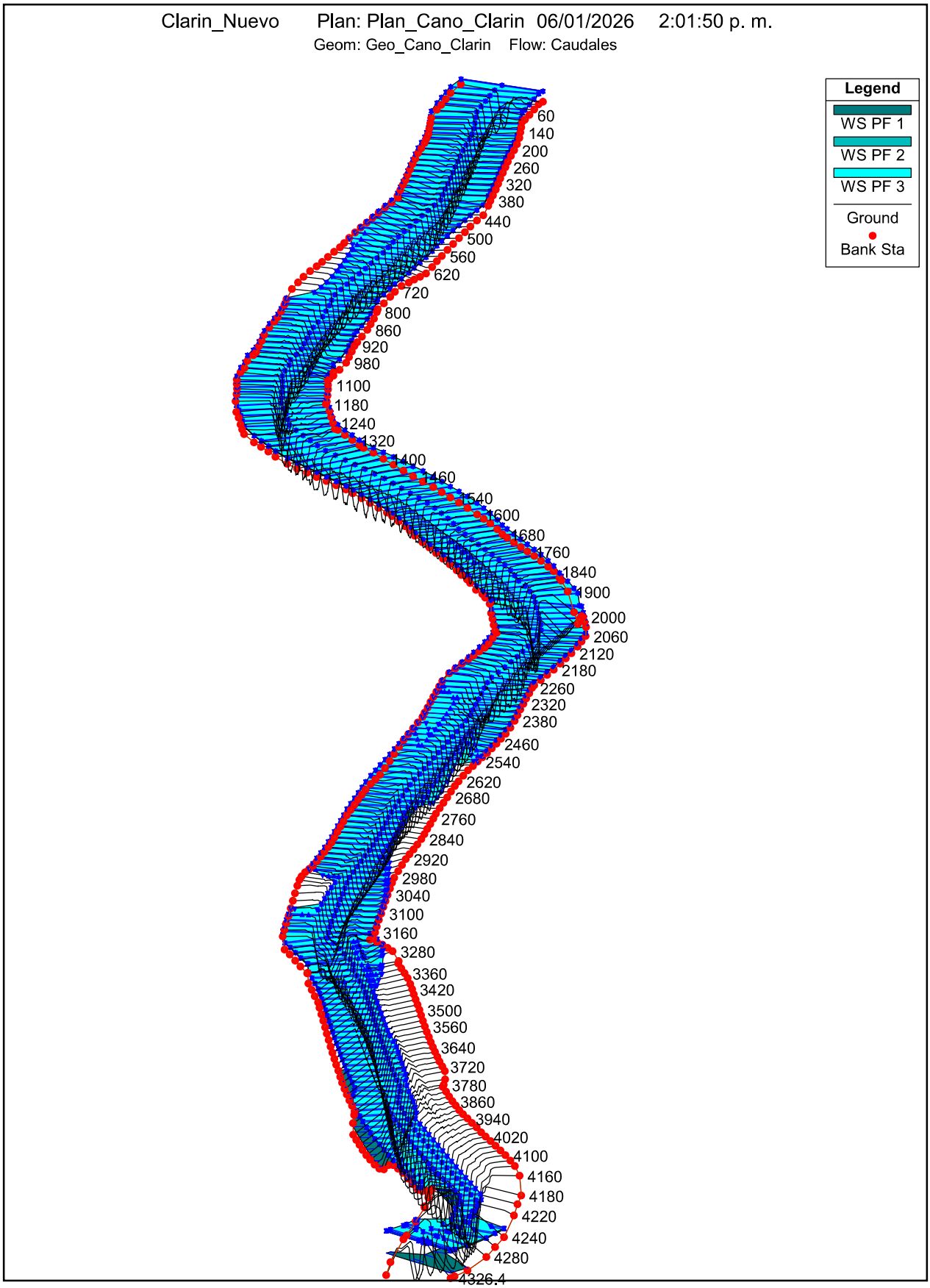


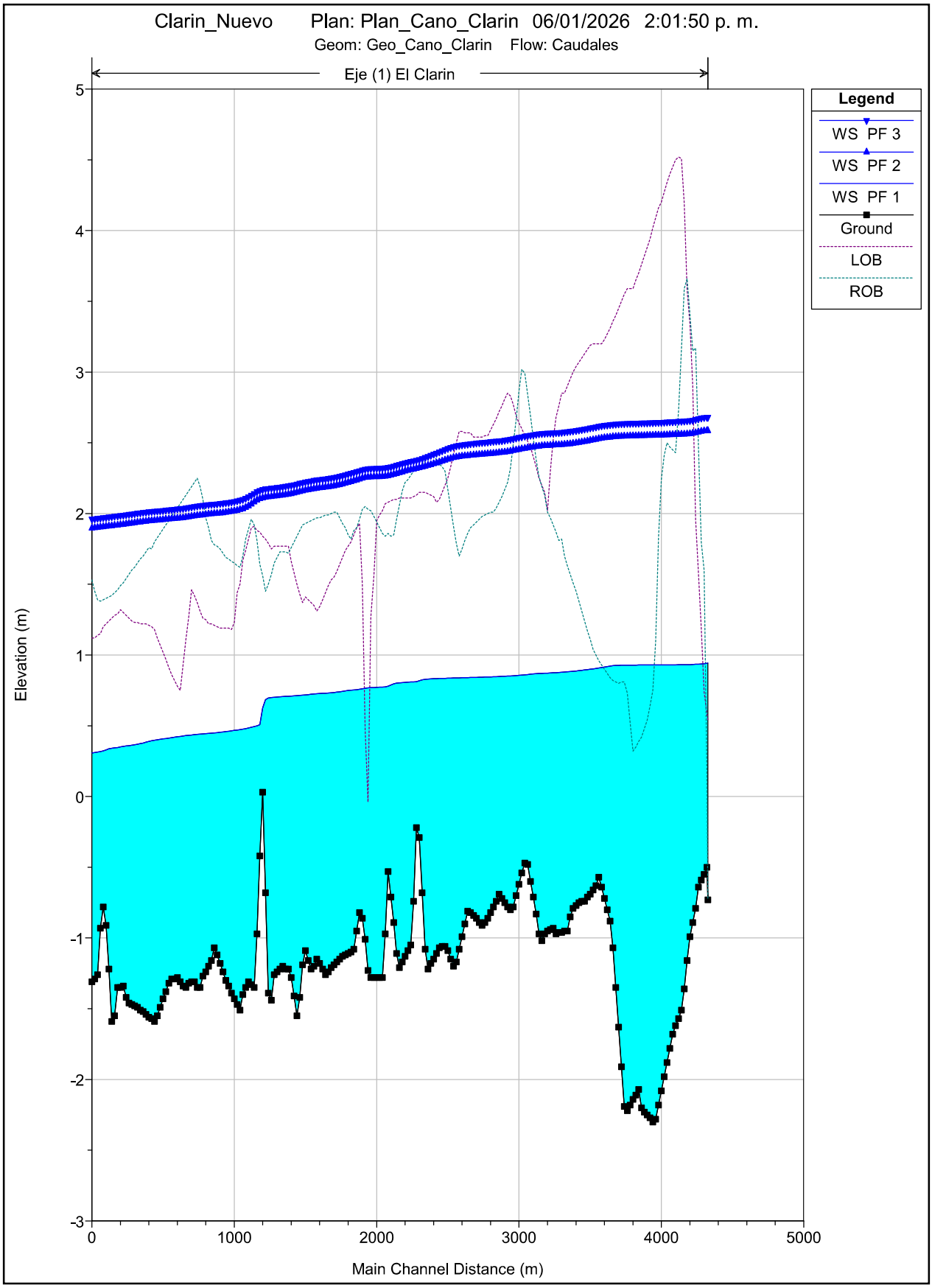
Rubén Dario Ochoa Arbeláez

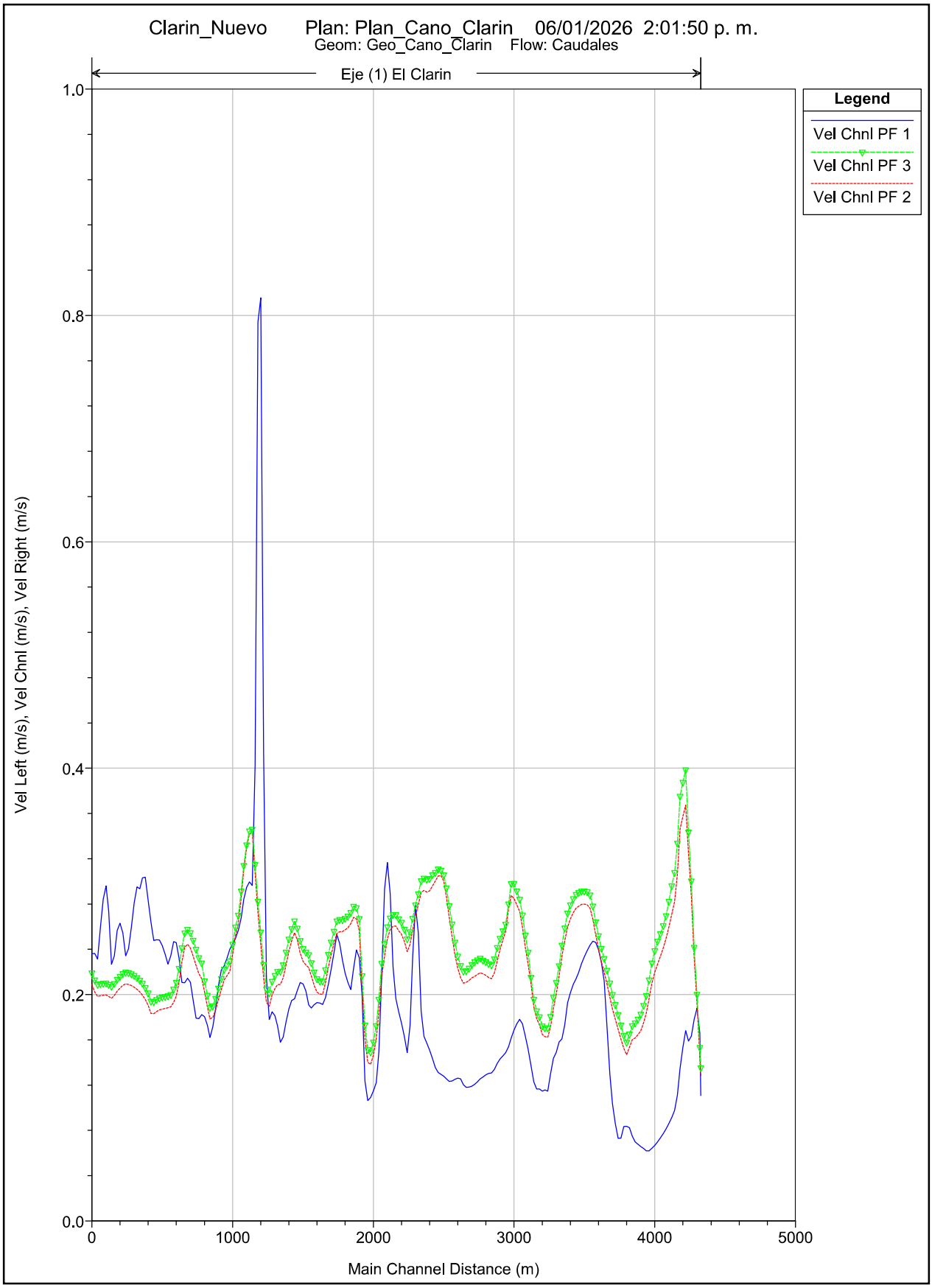
Firmal del titular (*)

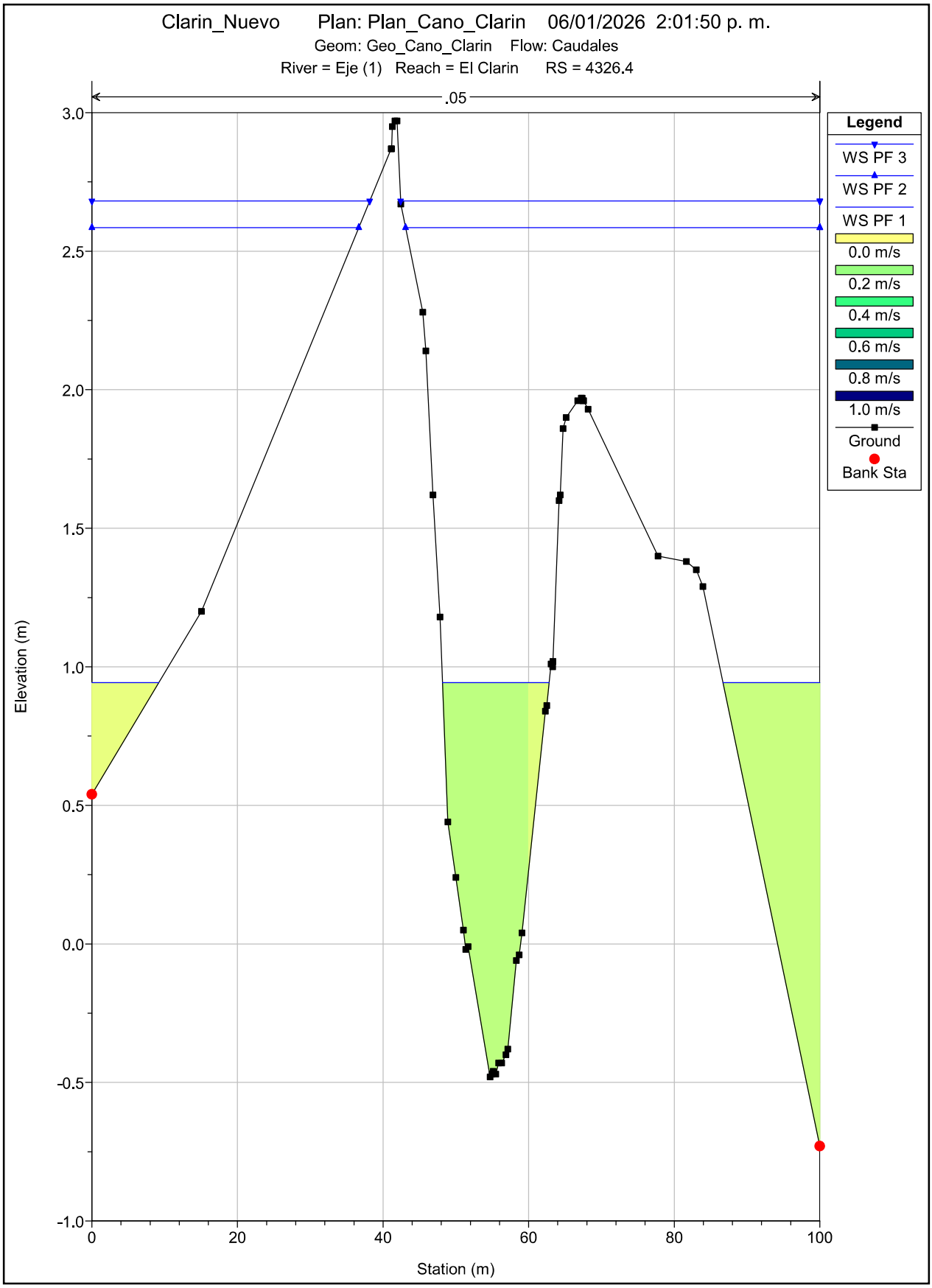
(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

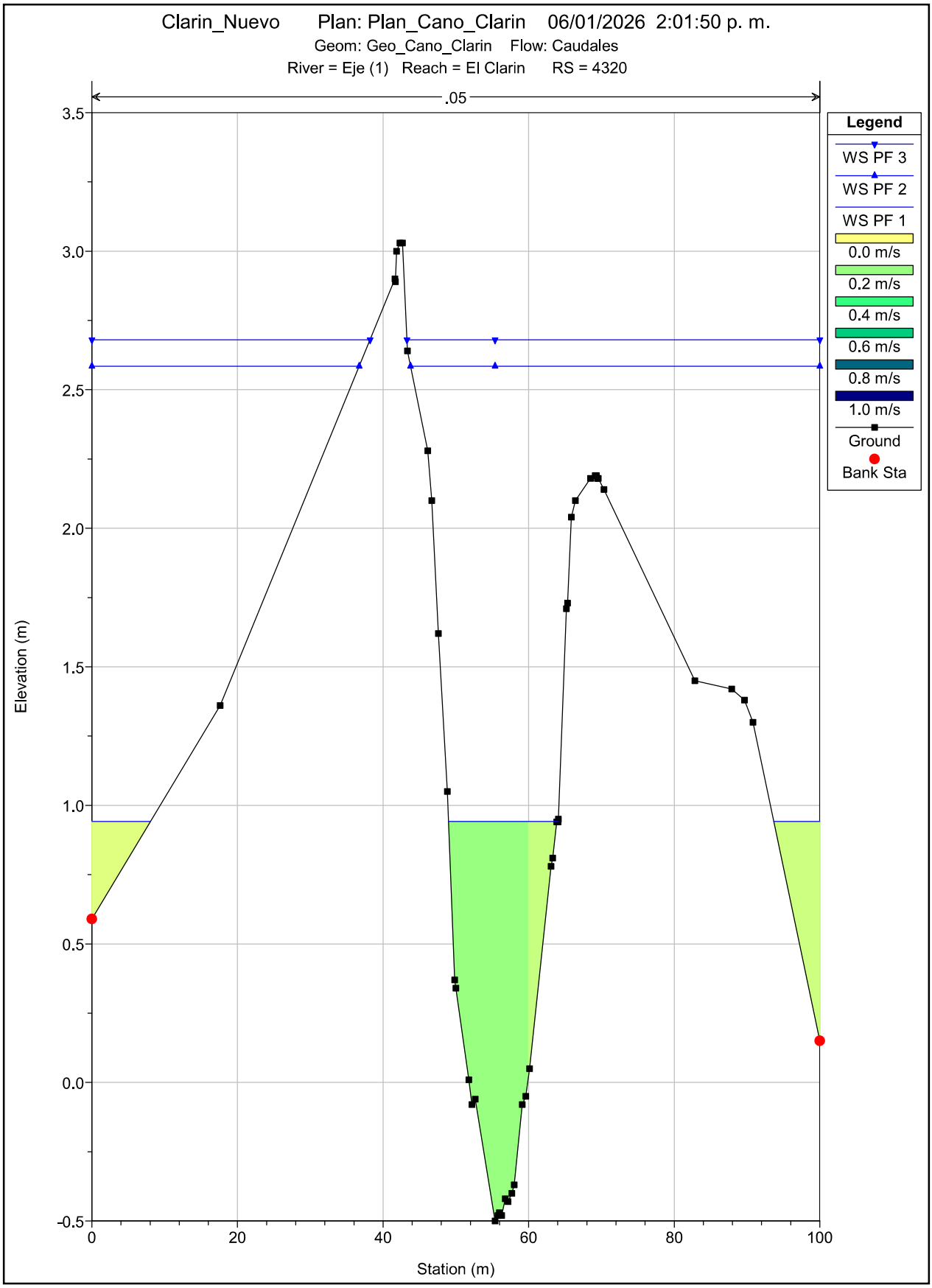
ANEXO 1 B-1 SECCIONES TRANSVERSALES HEC RAS SIMULACIÓN DEL NIVEL MÁXIMO ESTABLECIDO EN CONDICIONES NATURALES DEL CAÑO CLARÍN. (ANEXO EXTERNO).

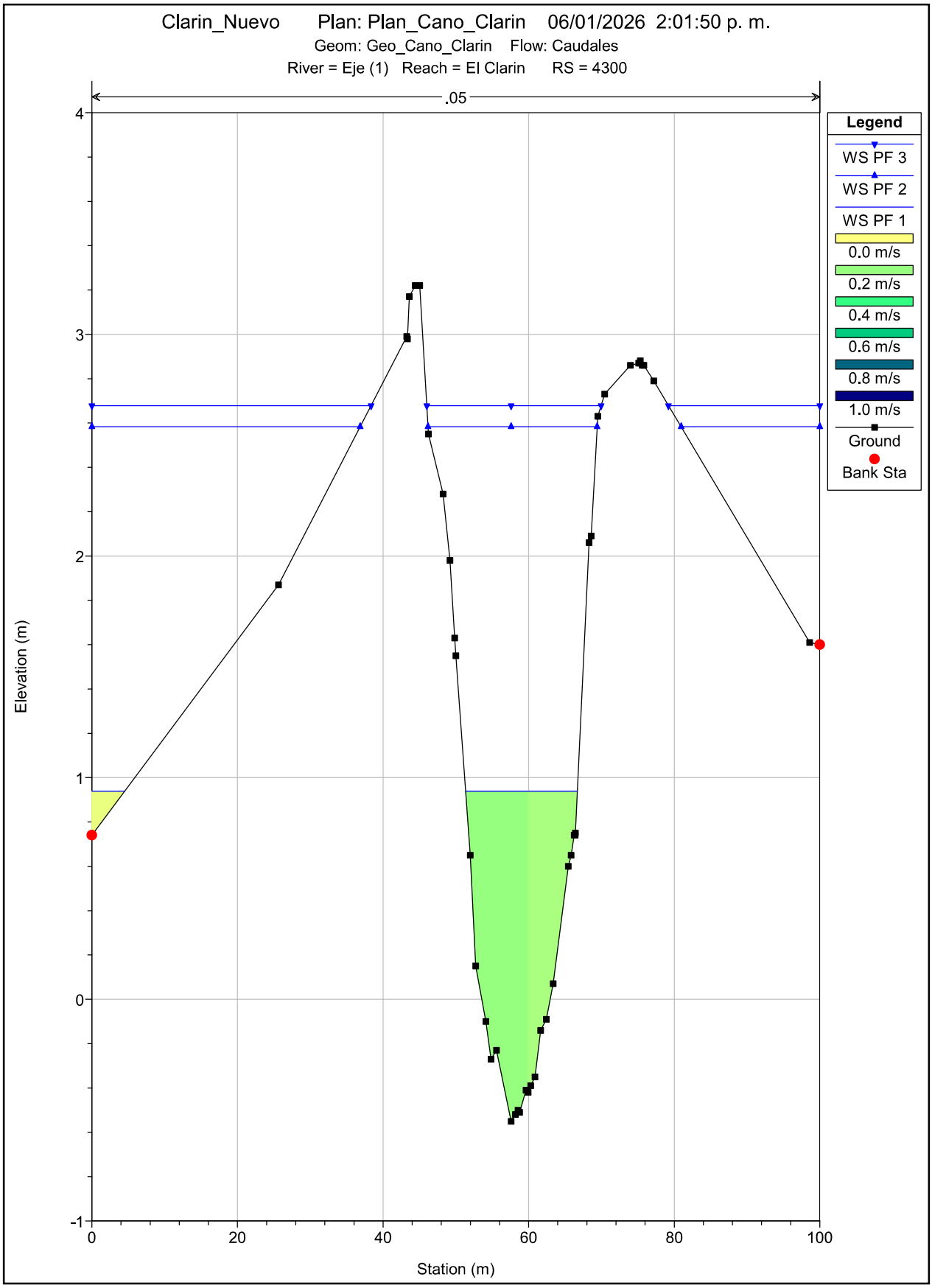

Clarin_Nuevo Plan: Plan_Cano_Clarin 06/01/2026 2:01:50 p. m.
Geom: Geo_Cano_Clarin Flow: Caudales
Legend
WS PF 1
WS PF 2
WS PF 3
Ground
Bank Sta
60
140
200
260
320
380
440
500
560
620
720
800
860
920
980
1100
1180
1240
1320
1400
1460
1540
1600
1680
1760
1840
1900
2000
2060
2120
2180
2260
2320
2380
2460
2540
2620
2680
2760
2840
2920
2980
3040
3100
3160
3280
3360
3420
3500
3560
3640
3720
3780
3860
3940
4020
4100
4160
4180
4220
4240
4280
4326.4

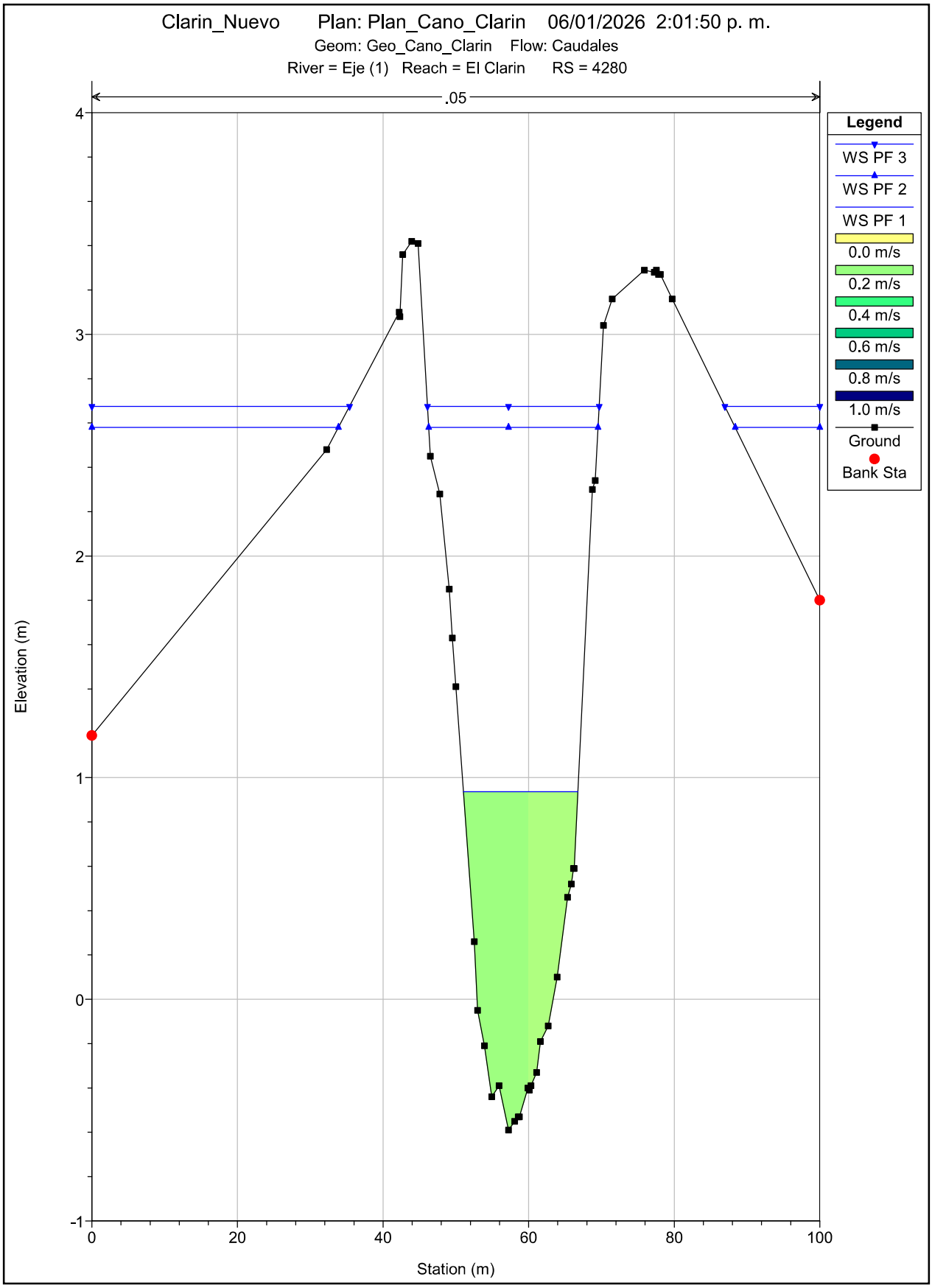

Clarin_Nuevo Plan: Plan_Cano_Clarin 06/01/2026 2:01:50 p. m.
Geom: Geo_Cano_Clarin Flow: Caudales
Eje (1) El Clarin
Legend
WS PF 3
WS PF 2
WS PF 1
Ground
LOB
ROB
Elevation (m)
Main Channel Distance (m)
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
0
1000
2000
3000
4000
5000

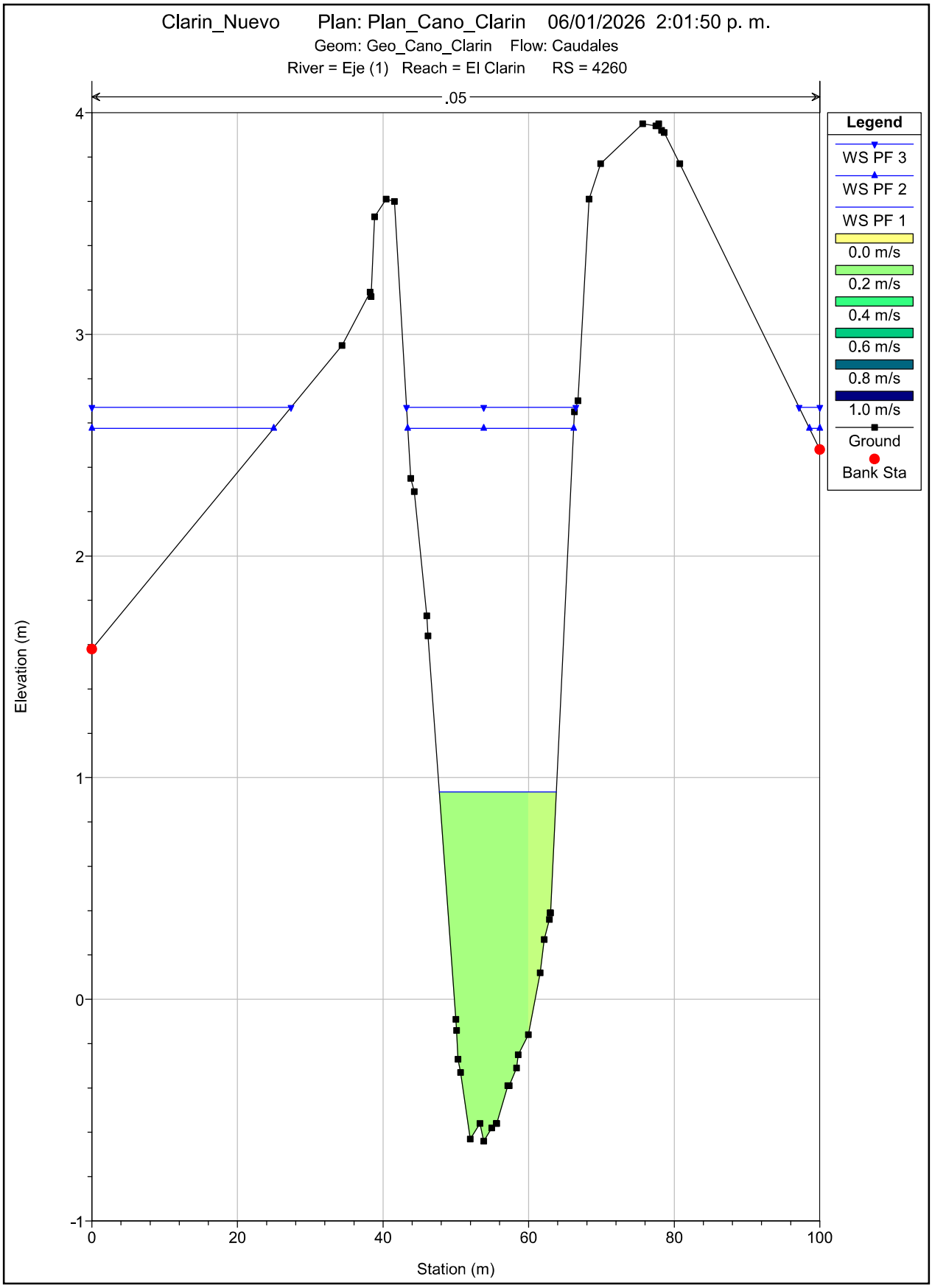

Clarin_Nuevo Plan: Plan_Cano_Clarin 06/01/2026 2:01:50 p. m.
Geom: Geo_Cano_Clarin Flow: Caudales
Eje (1) El Clarin
Legend
Vel Chnl PF 1
Vel Chnl PF 3
Vel Chnl PF 2
Vel Left (m/s), Vel Chnl (m/s), Vel Right (m/s)
Main Channel Distance (m)
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
0
1000
2000
3000
4000
5000

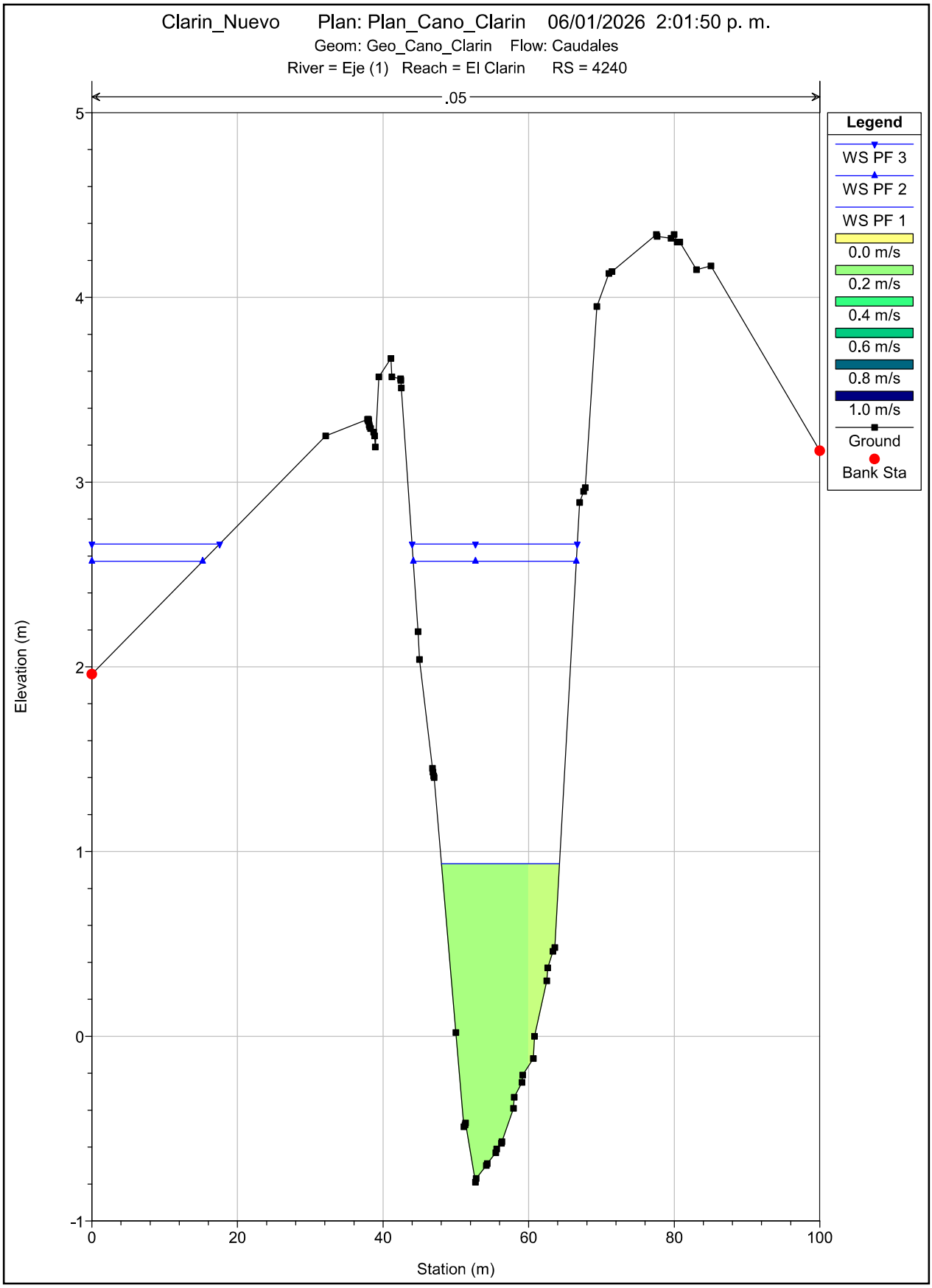

Clarin_Nuevo Plan: Plan_Cano_Clarin 06/01/2026 2:01:50 p. m.
Geom: Geo_Cano_Clarin Flow: Caudales
River = Eje (1) Reach = El Clarin RS = 4326.4
.05
Legend
WS PF 3
WS PF 2
WS PF 1
0.0 m/s
0.2 m/s
0.4 m/s
0.6 m/s
0.8 m/s
1.0 m/s
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
-0.5
-1.0
0
20
40
60
80
100

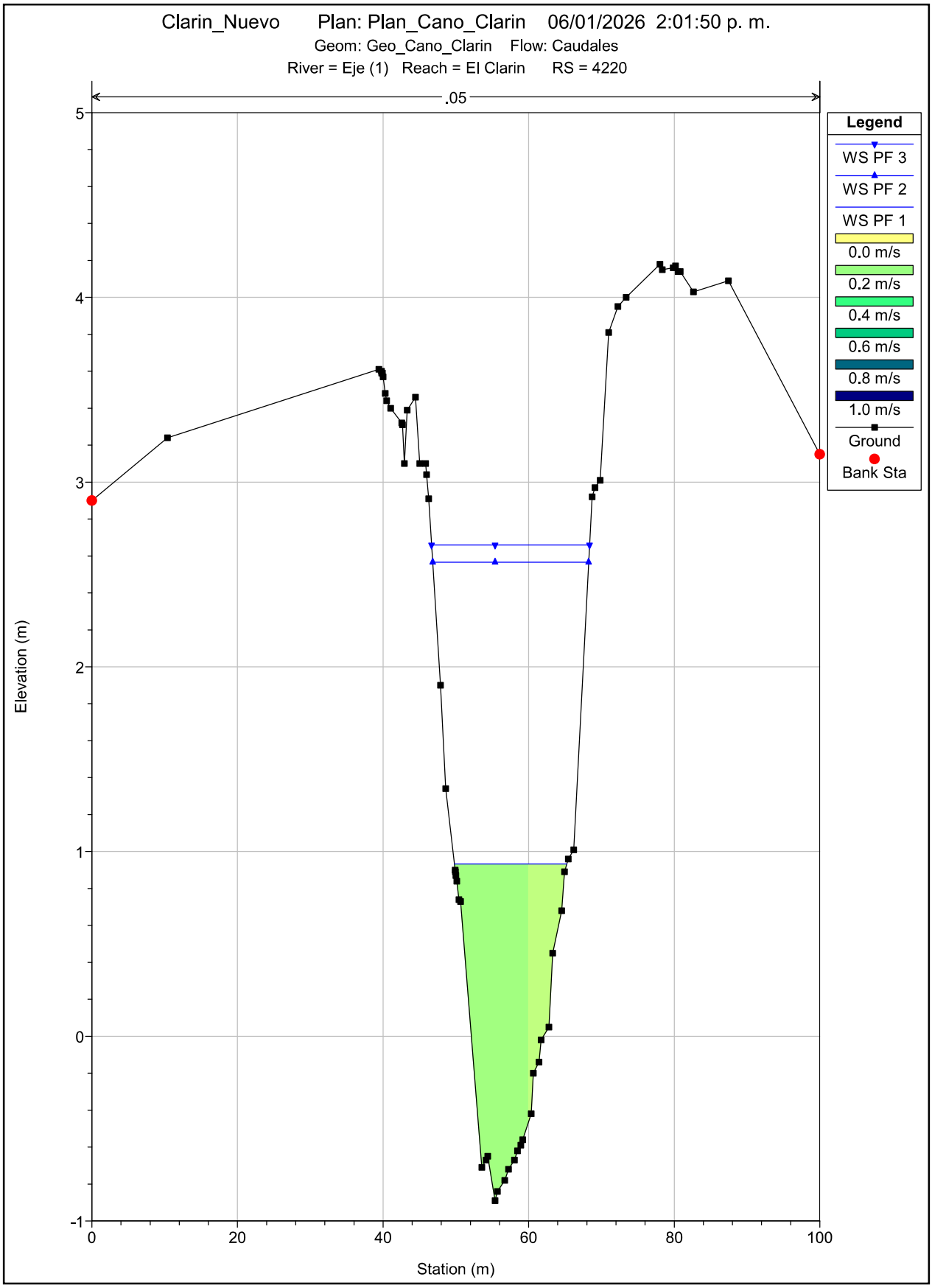

Clarin_Nuevo Plan: Plan_Cano_Clarin 06/01/2026 2:01:50 p. m.
Geom: Geo_Cano_Clarin Flow: Caudales
River = Eje (1) Reach = El Clarin RS = 4320
.05
Legend
WS PF 3
WS PF 2
WS PF 1
0.0 m/s
0.2 m/s
0.4 m/s
0.6 m/s
0.8 m/s
1.0 m/s
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
3.5
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
-0.5
0
20
40
60
80
100

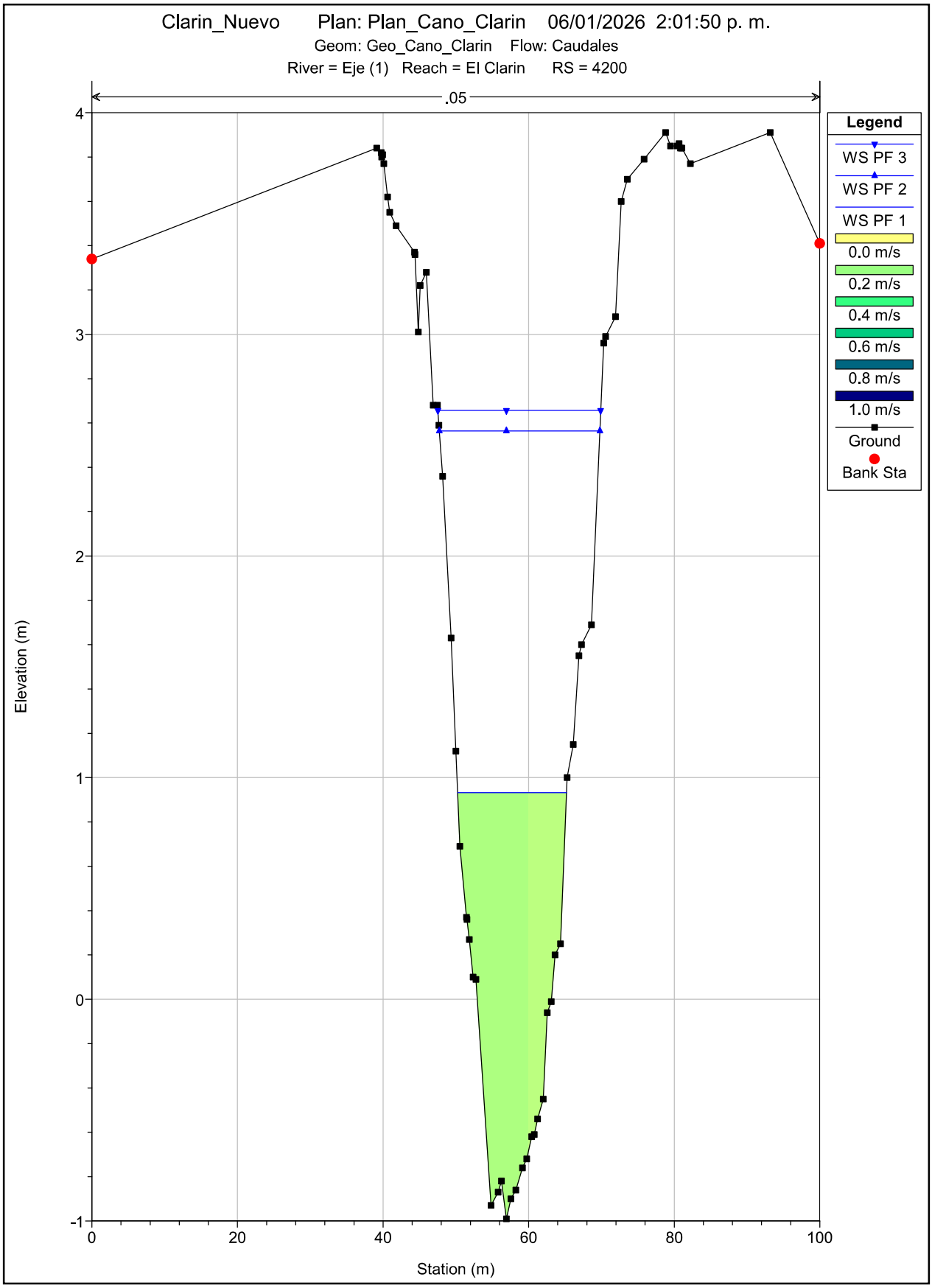

Clarin_Nuevo Plan: Plan_Cano_Clarin 06/01/2026 2:01:50 p. m.
Geom: Geo_Cano_Clarin Flow: Caudales
River = Eje (1) Reach = El Clarin RS = 4300
.05
Legend
WS PF 3
WS PF 2
WS PF 1
0.0 m/s
0.2 m/s
0.4 m/s
0.6 m/s
0.8 m/s
1.0 m/s
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
4
3
2
1
0
-1
0
20
40
60
80
100

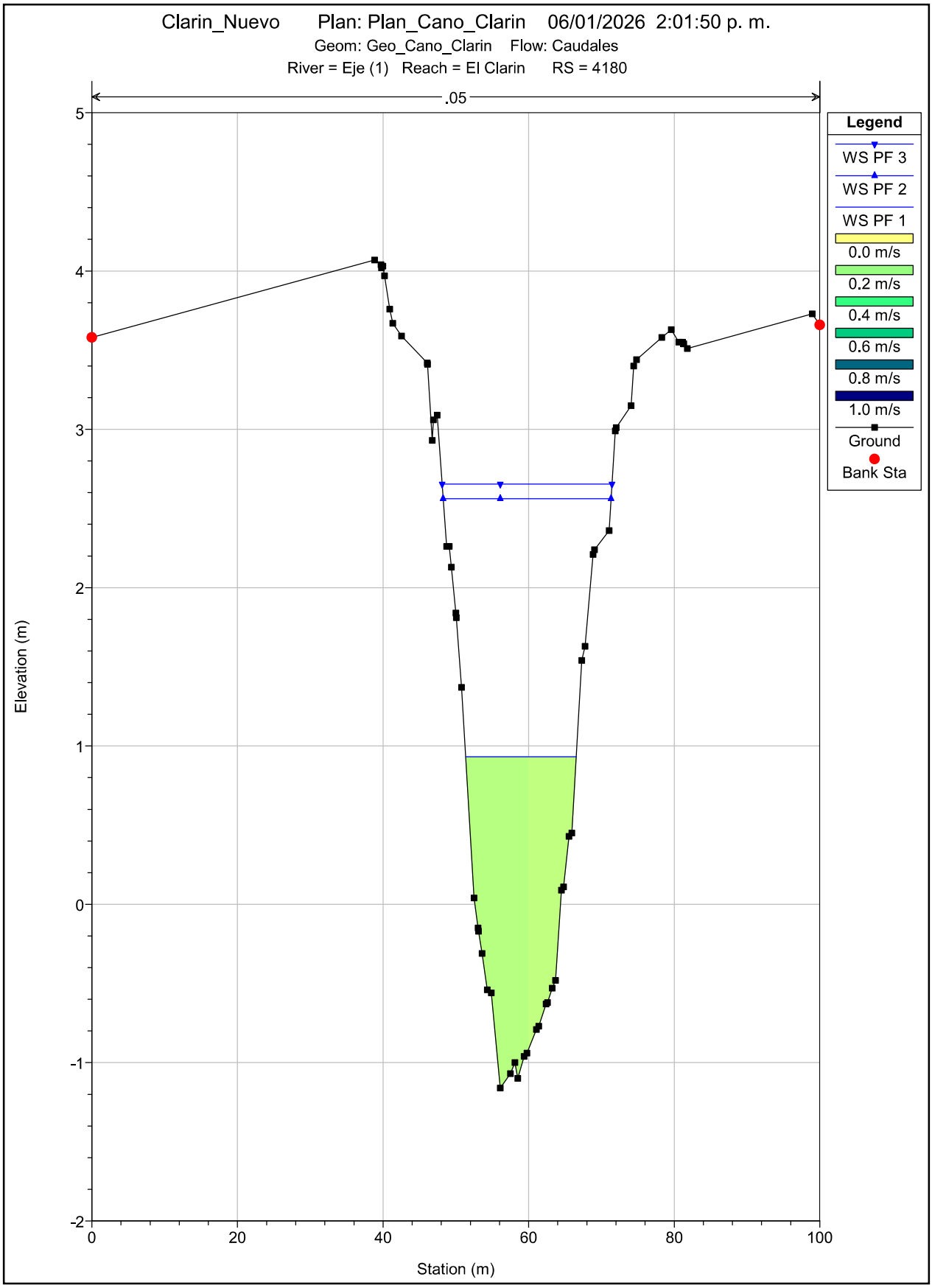

Clarin_Nuevo Plan: Plan_Cano_Clarin 06/01/2026 2:01:50 p. m.
Geom: Geo_Cano_Clarin Flow: Caudales
River = Eje (1) Reach = El Clarin RS = 4280
.05
Legend
WS PF 3
WS PF 2
WS PF 1
0.0 m/s
0.2 m/s
0.4 m/s
0.6 m/s
0.8 m/s
1.0 m/s
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
4
3
2
1
0
-1
0
20
40
60
80
100

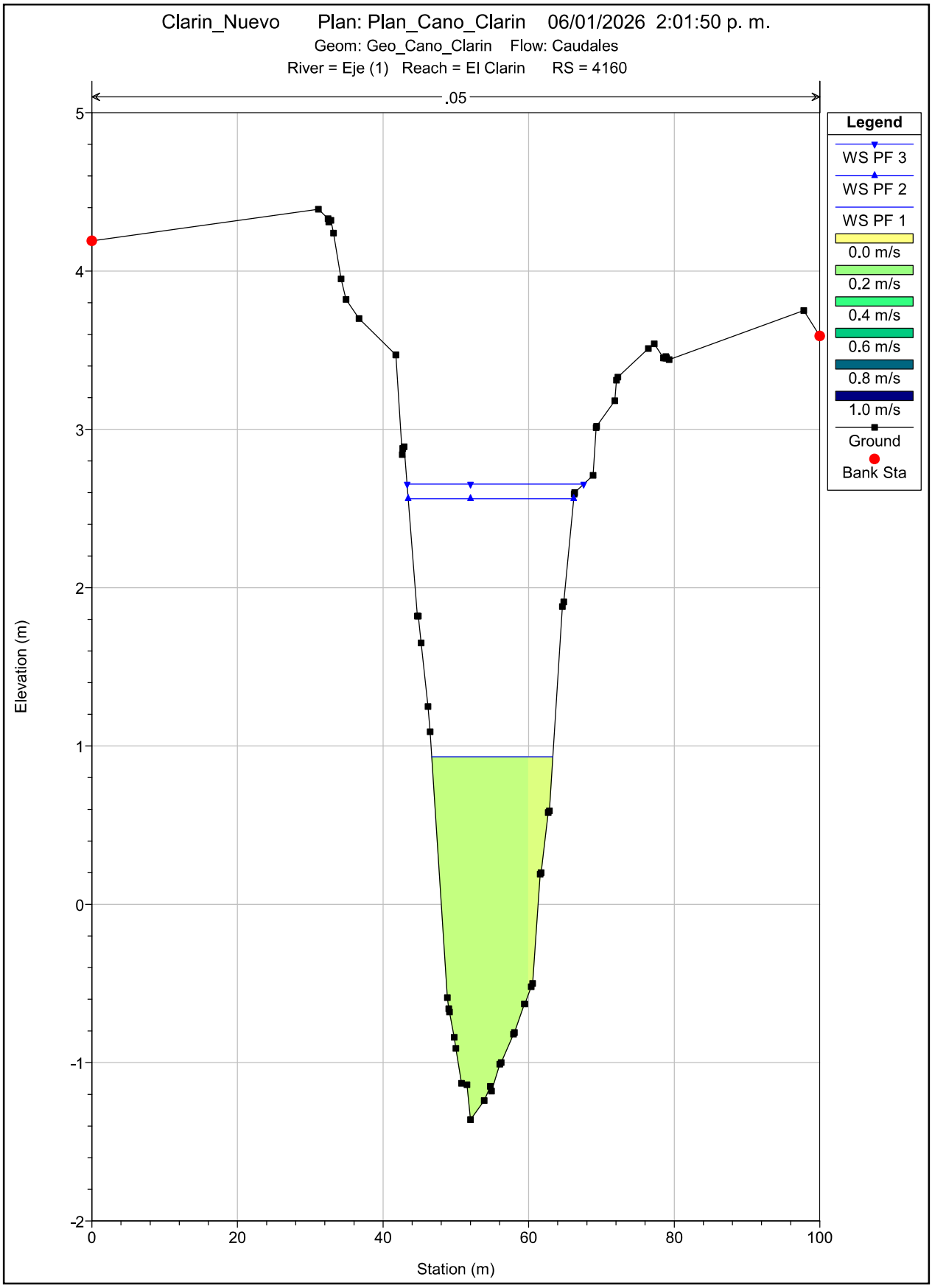

Clarin_Nuevo Plan: Plan_Cano_Clarin 06/01/2026 2:01:50 p. m.
Geom: Geo_Cano_Clarin Flow: Caudales
River = Eje (1) Reach = El Clarin RS = 4260
.05
Legend
WS PF 3
WS PF 2
WS PF 1
0.0 m/s
0.2 m/s
0.4 m/s
0.6 m/s
0.8 m/s
1.0 m/s
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
4
3
2
1
0
-1
0
20
40
60
80
100

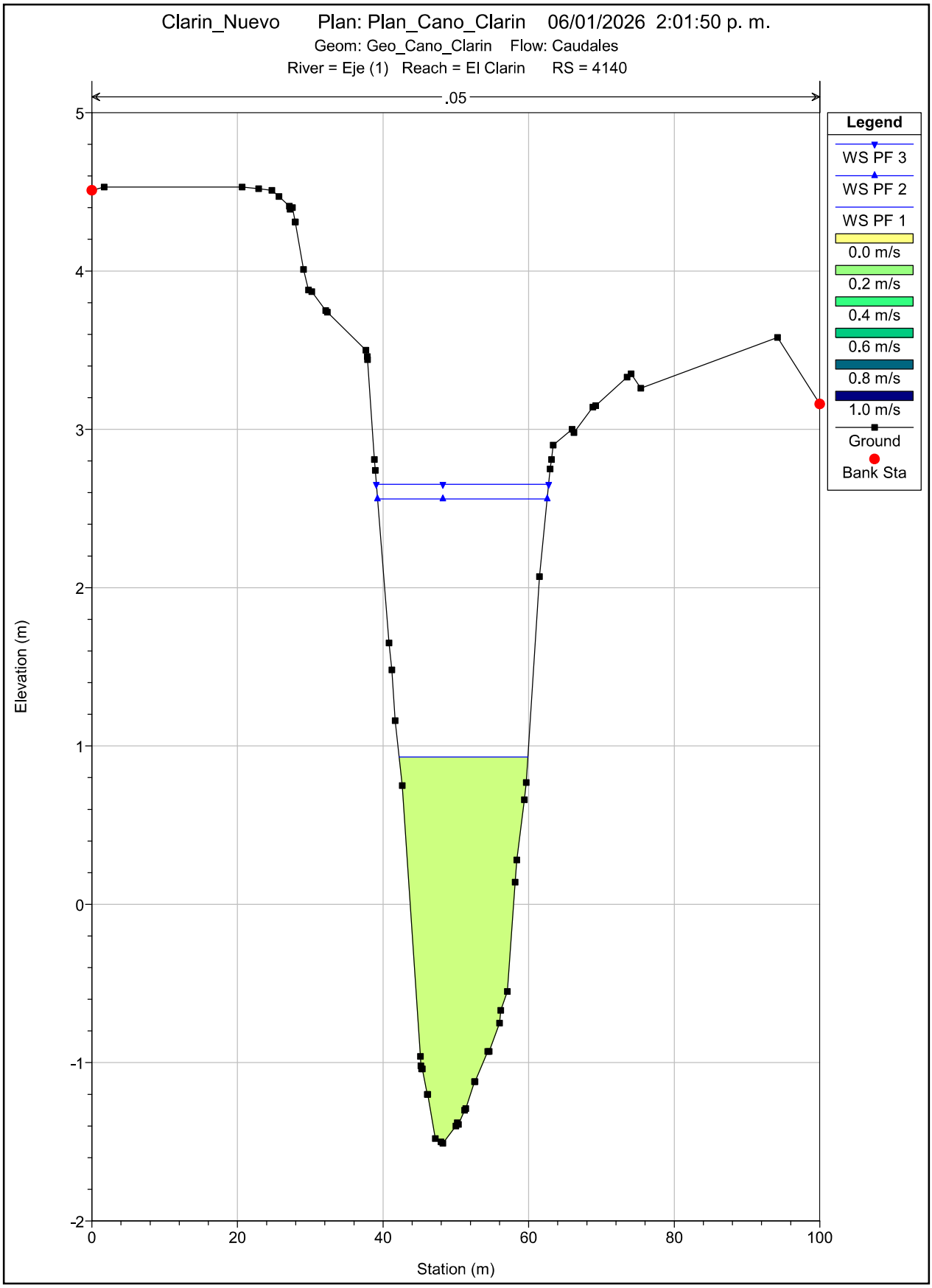

Clarin_Nuevo Plan: Plan_Cano_Clarin 06/01/2026 2:01:50 p. m.
Geom: Geo_Cano_Clarin Flow: Caudales
River = Eje (1) Reach = El Clarin RS = 4240
.05
Legend
WS PF 3
WS PF 2
WS PF 1
0.0 m/s
0.2 m/s
0.4 m/s
0.6 m/s
0.8 m/s
1.0 m/s
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
5
4
3
2
1
0
-1
0
20
40
60
80
100

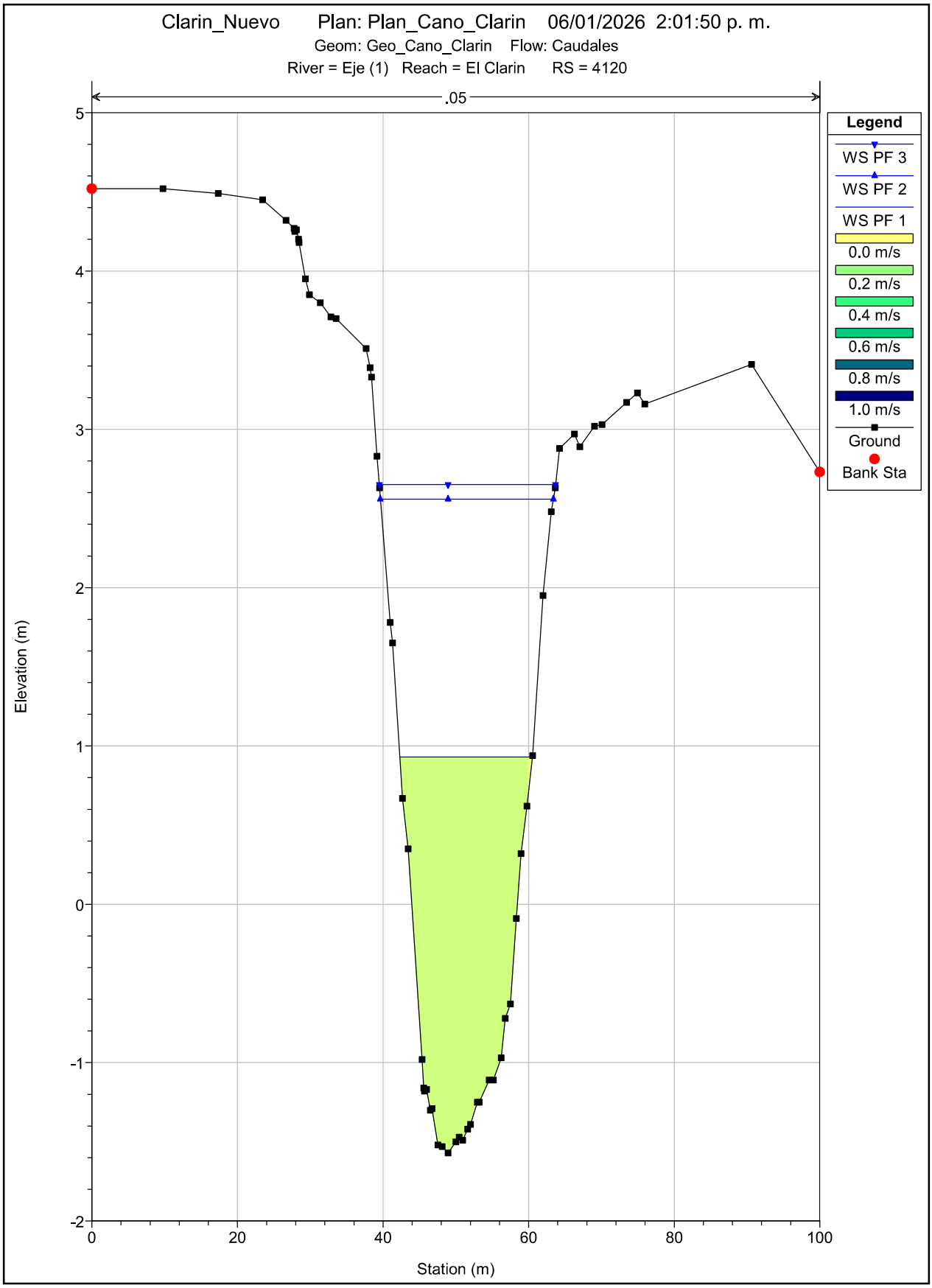

Clarin_Nuevo Plan: Plan_Cano_Clarin 06/01/2026 2:01:50 p. m.
Geom: Geo_Cano_Clarin Flow: Caudales
River = Eje (1) Reach = El Clarin RS = 4220
.05
Legend
WS PF 3
WS PF 2
WS PF 1
0.0 m/s
0.2 m/s
0.4 m/s
0.6 m/s
0.8 m/s
1.0 m/s
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
5
4
3
2
1
0
-1
0
20
40
60
80
100

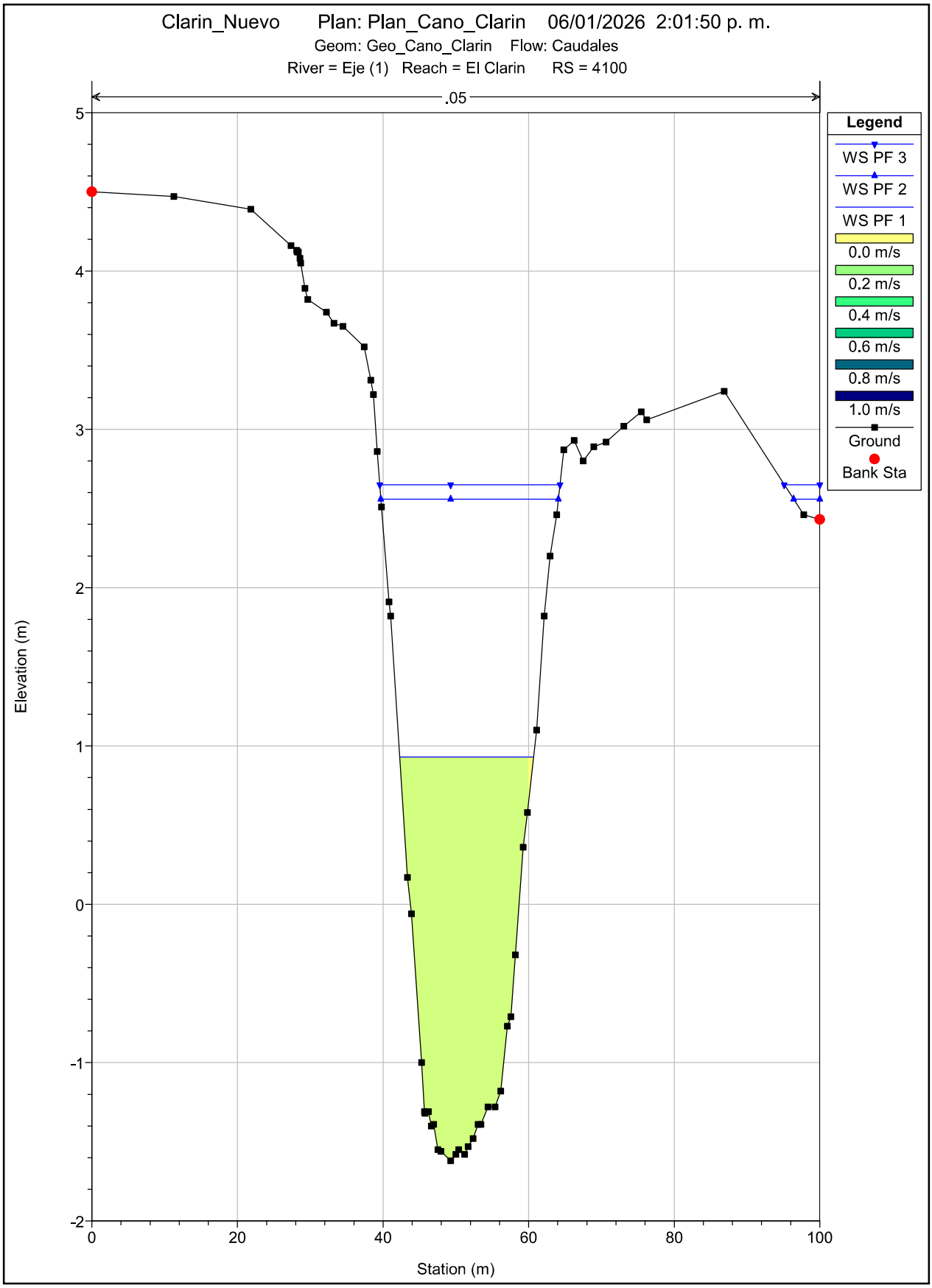

Clarin_Nuevo Plan: Plan_Cano_Clarin 06/01/2026 2:01:50 p. m.
Geom: Geo_Cano_Clarin Flow: Caudales
River = Eje (1) Reach = El Clarin RS = 4200
.05
Legend
WS PF 3
WS PF 2
WS PF 1
0.0 m/s
0.2 m/s
0.4 m/s
0.6 m/s
0.8 m/s
1.0 m/s
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
4
3
2
1
0
-1
0
20
40
60
80
100

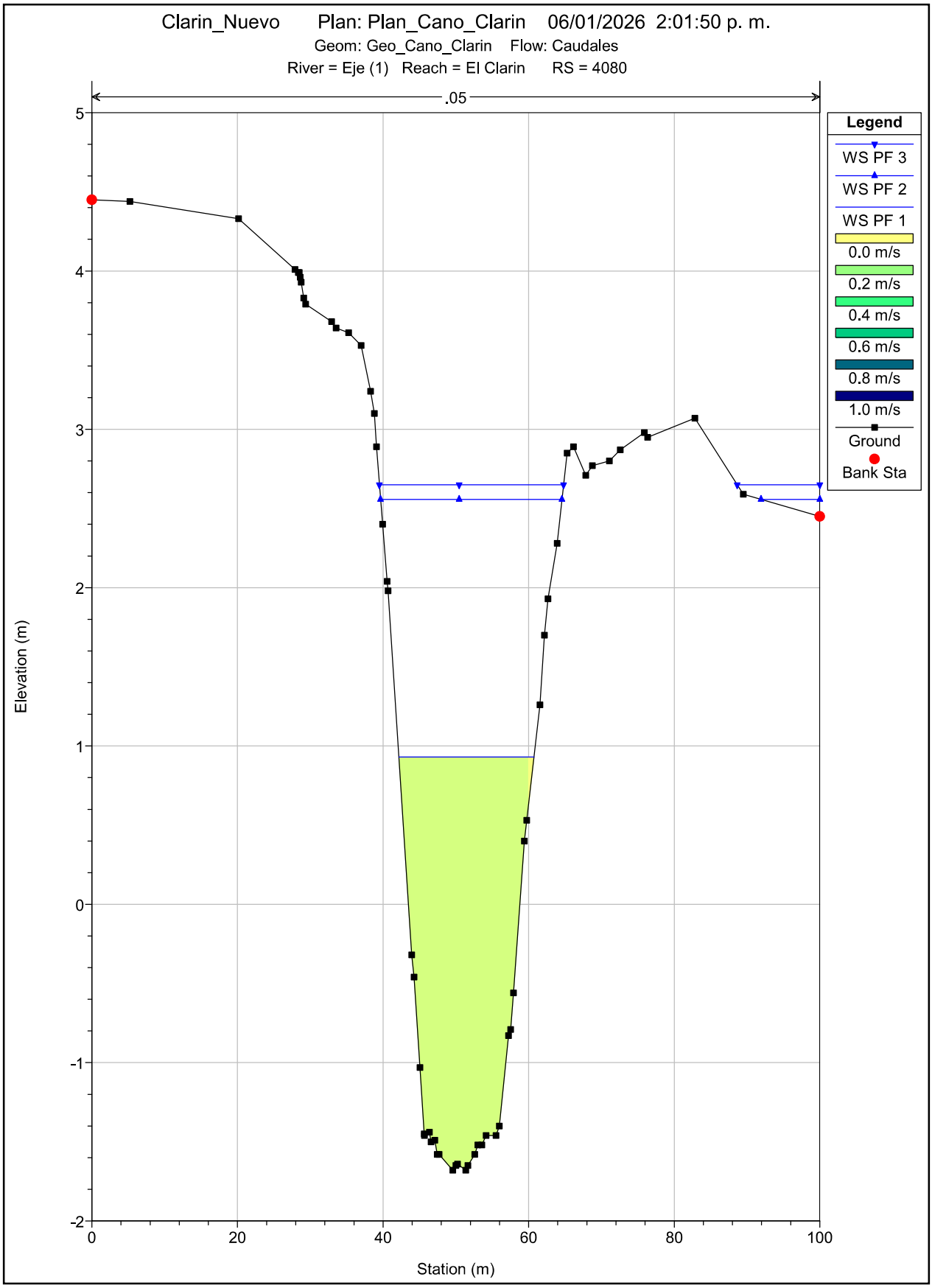

Clarin_Nuevo Plan: Plan_Cano_Clarin 06/01/2026 2:01:50 p. m.
Geom: Geo_Cano_Clarin Flow: Caudales
River = Eje (1) Reach = El Clarin RS = 4180
.05
Legend
WS PF 3
WS PF 2
WS PF 1
0.0 m/s
0.2 m/s
0.4 m/s
0.6 m/s
0.8 m/s
1.0 m/s
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
5
4
3
2
1
0
-1
-2
0
20
40
60
80
100

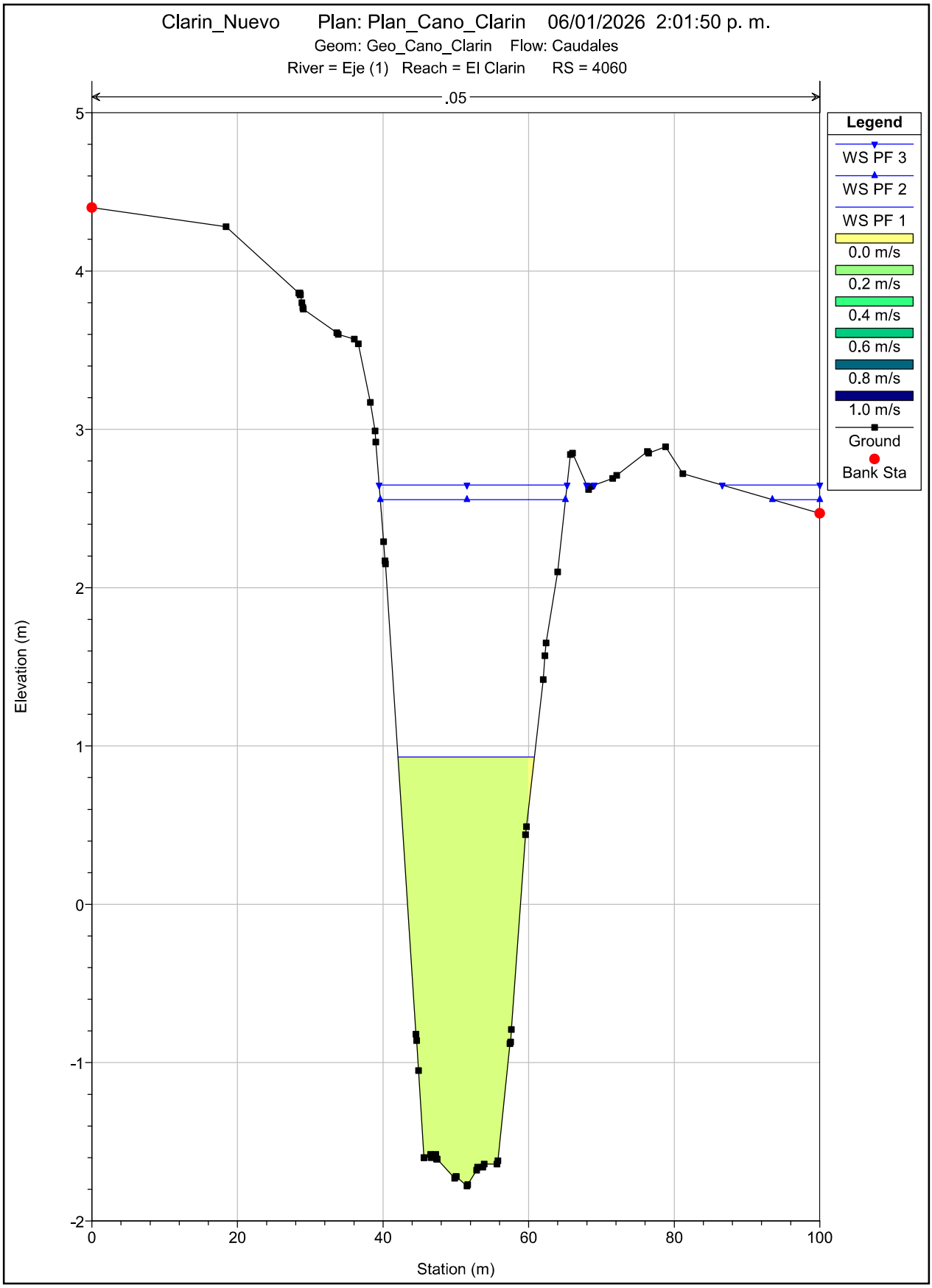

Clarin_Nuevo Plan: Plan_Cano_Clarin 06/01/2026 2:01:50 p. m.
Geom: Geo_Cano_Clarin Flow: Caudales
River = Eje (1) Reach = El Clarin RS = 4160
.05
Legend
WS PF 3
WS PF 2
WS PF 1
0.0 m/s
0.2 m/s
0.4 m/s
0.6 m/s
0.8 m/s
1.0 m/s
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
5
4
3
2
1
0
-1
-2
0
20
40
60
80
100

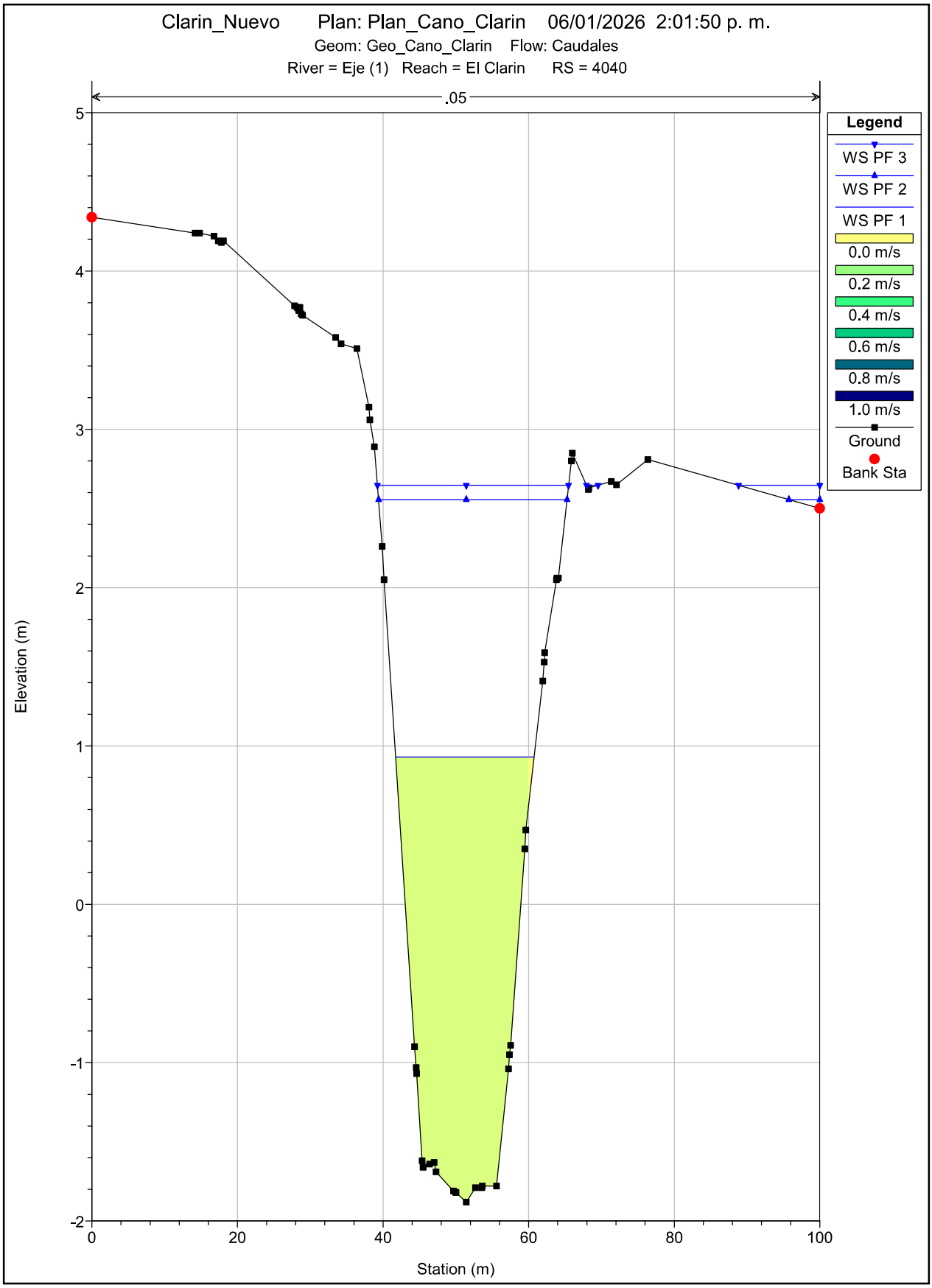

Clarin_Nuevo Plan: Plan_Cano_Clarin 06/01/2026 2:01:50 p. m.
Geom: Geo_Cano_Clarin Flow: Caudales
River = Eje (1) Reach = El Clarin RS = 4140
.05
Legend
WS PF 3
WS PF 2
WS PF 1
0.0 m/s
0.2 m/s
0.4 m/s
0.6 m/s
0.8 m/s
1.0 m/s
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
5
4
3
2
1
0
-1
-2
0
20
40
60
80
100

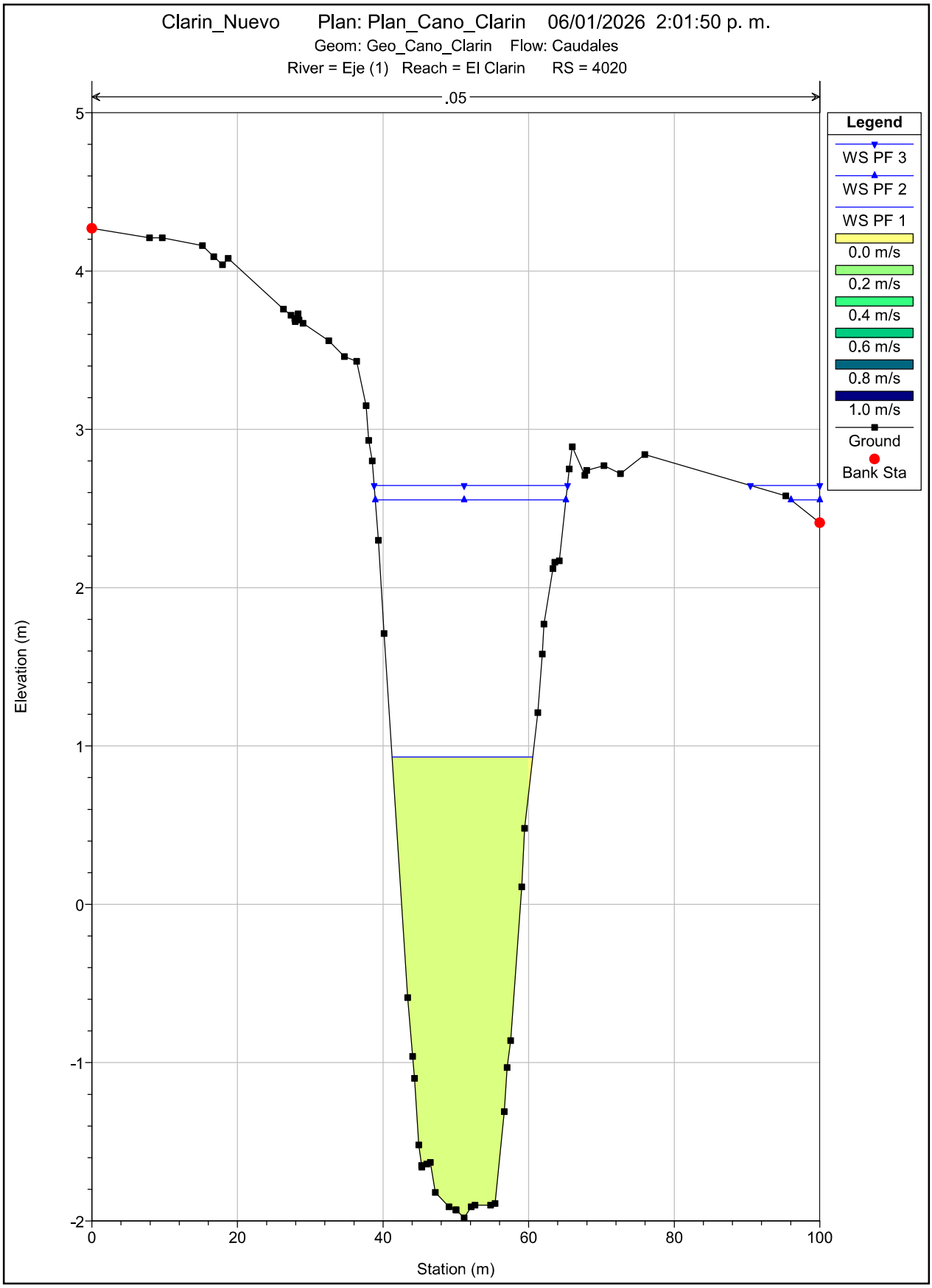

Clarin_Nuevo Plan: Plan_Cano_Clarin 06/01/2026 2:01:50 p. m.
Geom: Geo_Cano_Clarin Flow: Caudales
River = Eje (1) Reach = El Clarin RS = 4120
.05
Legend
WS PF 3
WS PF 2
WS PF 1
0.0 m/s
0.2 m/s
0.4 m/s
0.6 m/s
0.8 m/s
1.0 m/s
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
5
4
3
2
1
0
-1
-2
0
20
40
60
80
100

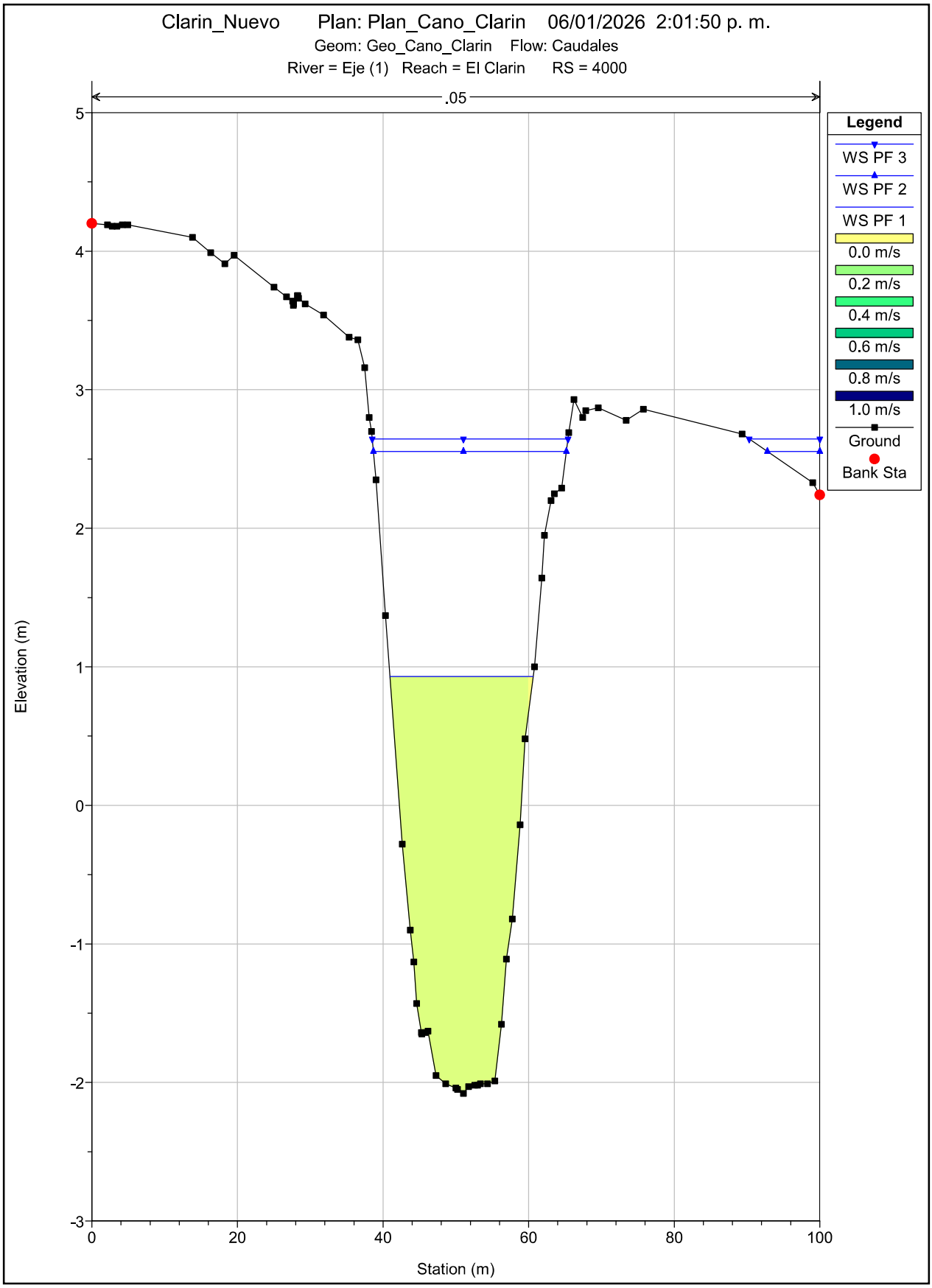

Clarin_Nuevo Plan: Plan_Cano_Clarin 06/01/2026 2:01:50 p. m.
Geom: Geo_Cano_Clarin Flow: Caudales
River = Eje (1) Reach = El Clarin RS = 4100
.05
Legend
WS PF 3
WS PF 2
WS PF 1
0.0 m/s
0.2 m/s
0.4 m/s
0.6 m/s
0.8 m/s
1.0 m/s
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
5
4
3
2
1
0
-1
-2
0
20
40
60
80
100

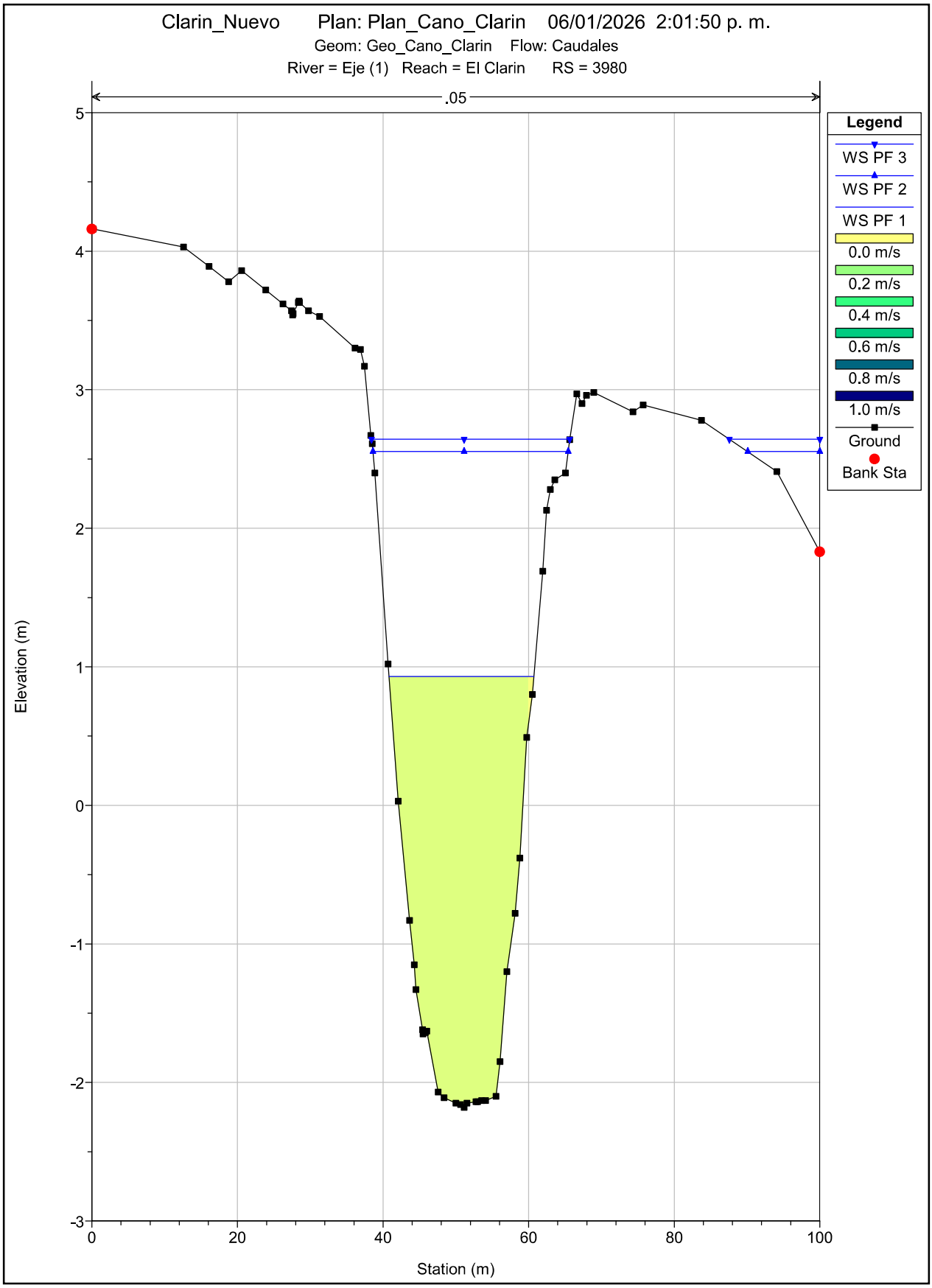

Clarin_Nuevo Plan: Plan_Cano_Clarin 06/01/2026 2:01:50 p. m.
Geom: Geo_Cano_Clarin Flow: Caudales
River = Eje (1) Reach = El Clarin RS = 4080
.05
Legend
WS PF 3
WS PF 2
WS PF 1
0.0 m/s
0.2 m/s
0.4 m/s
0.6 m/s
0.8 m/s
1.0 m/s
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
5
4
3
2
1
0
-1
-2
0
20
40
60
80
100

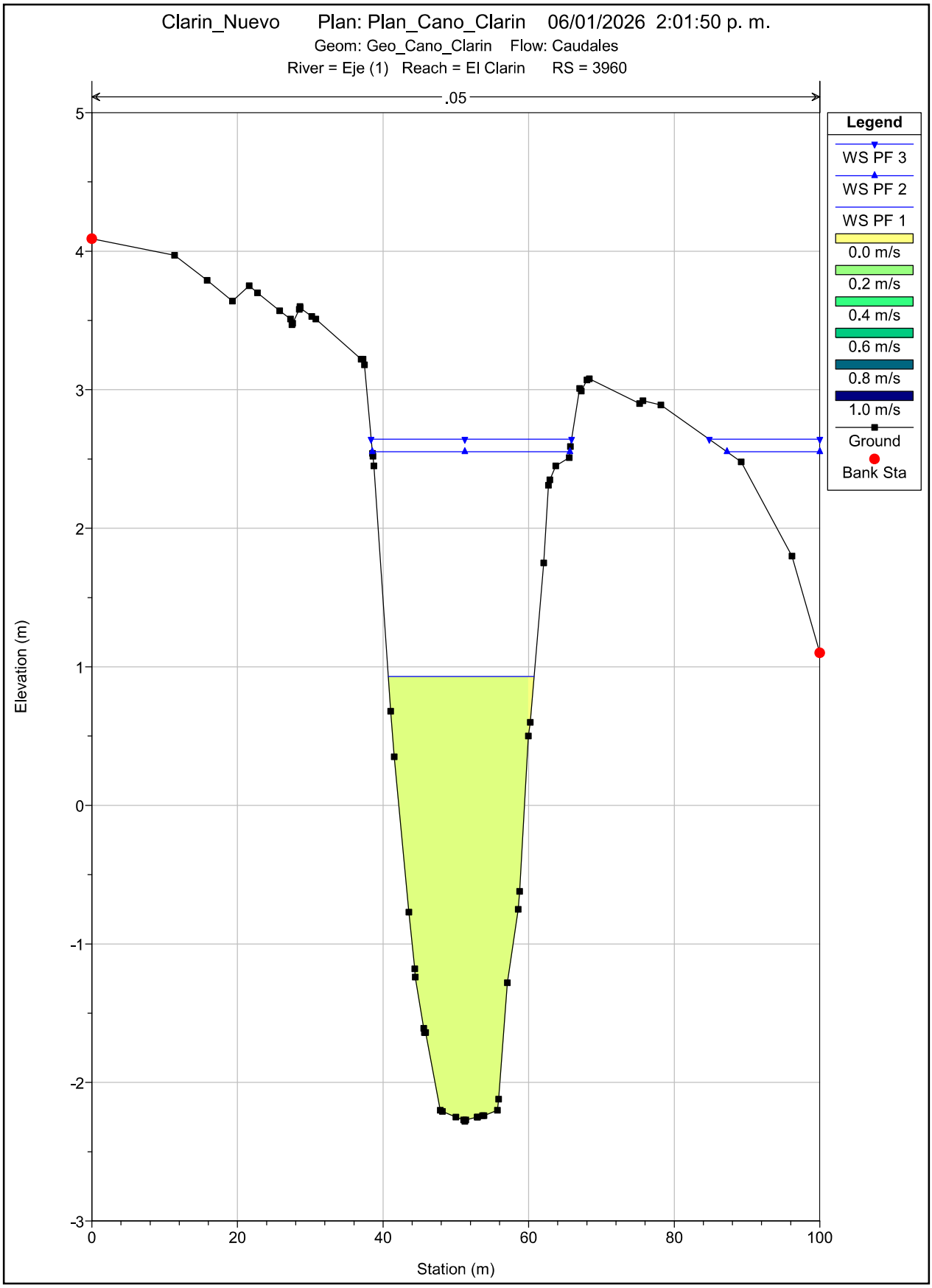

Clarin_Nuevo Plan: Plan_Cano_Clarin 06/01/2026 2:01:50 p. m.
Geom: Geo_Cano_Clarin Flow: Caudales
River = Eje (1) Reach = El Clarin RS = 4060
.05
Legend
WS PF 3
WS PF 2
WS PF 1
0.0 m/s
0.2 m/s
0.4 m/s
0.6 m/s
0.8 m/s
1.0 m/s
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
5
4
3
2
1
0
-1
-2
0
20
40
60
80
100

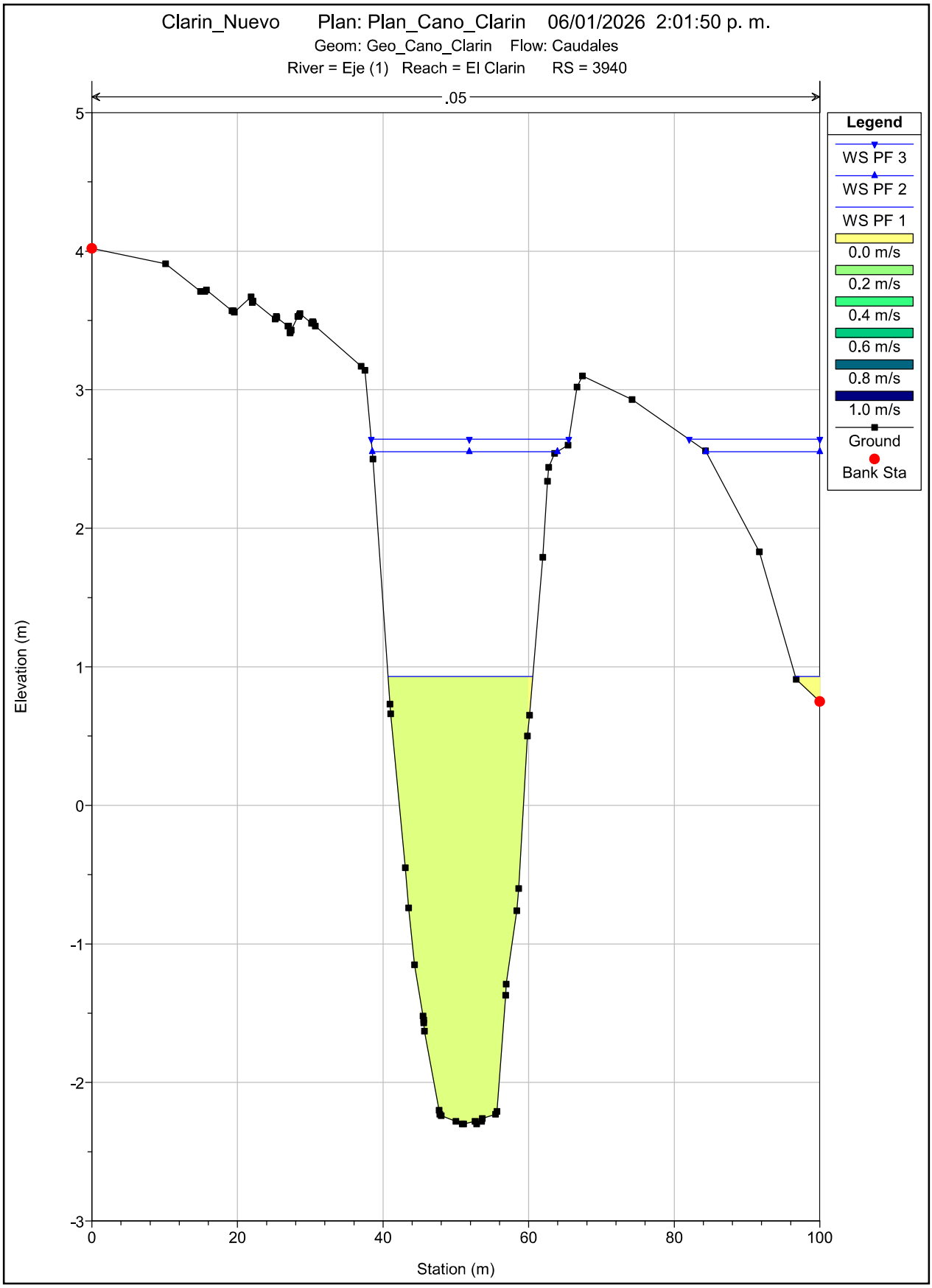

Clarin_Nuevo Plan: Plan_Cano_Clarin 06/01/2026 2:01:50 p. m.
Geom: Geo_Cano_Clarin Flow: Caudales
River = Eje (1) Reach = El Clarin RS = 4040
.05
Legend
WS PF 3
WS PF 2
WS PF 1
0.0 m/s
0.2 m/s
0.4 m/s
0.6 m/s
0.8 m/s
1.0 m/s
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
5
4
3
2
1
0
-1
-2
0
20
40
60
80
100

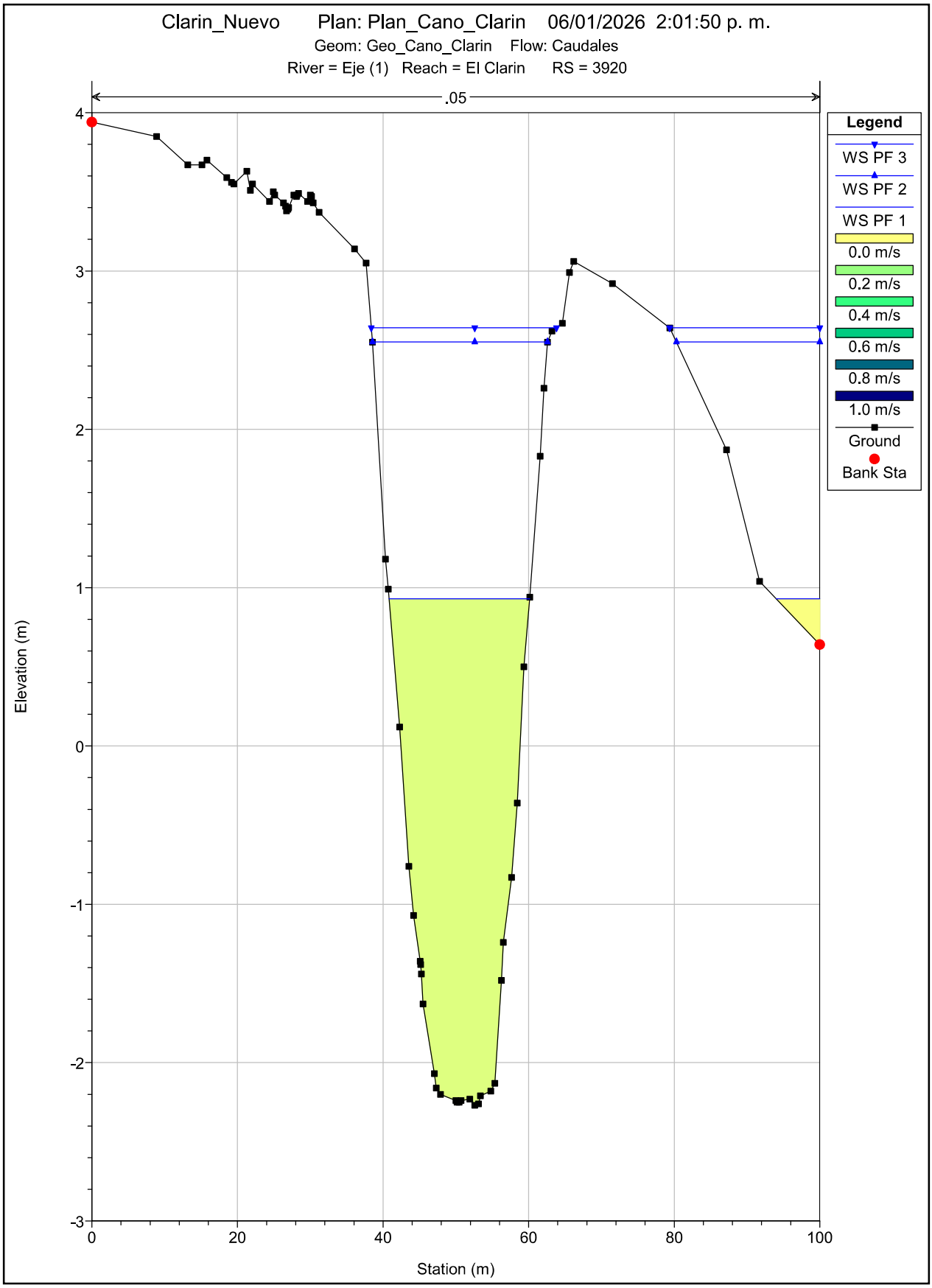

Clarin_Nuevo Plan: Plan_Cano_Clarin 06/01/2026 2:01:50 p. m.
Geom: Geo_Cano_Clarin Flow: Caudales
River = Eje (1) Reach = El Clarin RS = 4020
.05
Legend
WS PF 3
WS PF 2
WS PF 1
0.0 m/s
0.2 m/s
0.4 m/s
0.6 m/s
0.8 m/s
1.0 m/s
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
5
4
3
2
1
0
-1
-2
0
20
40
60
80
100

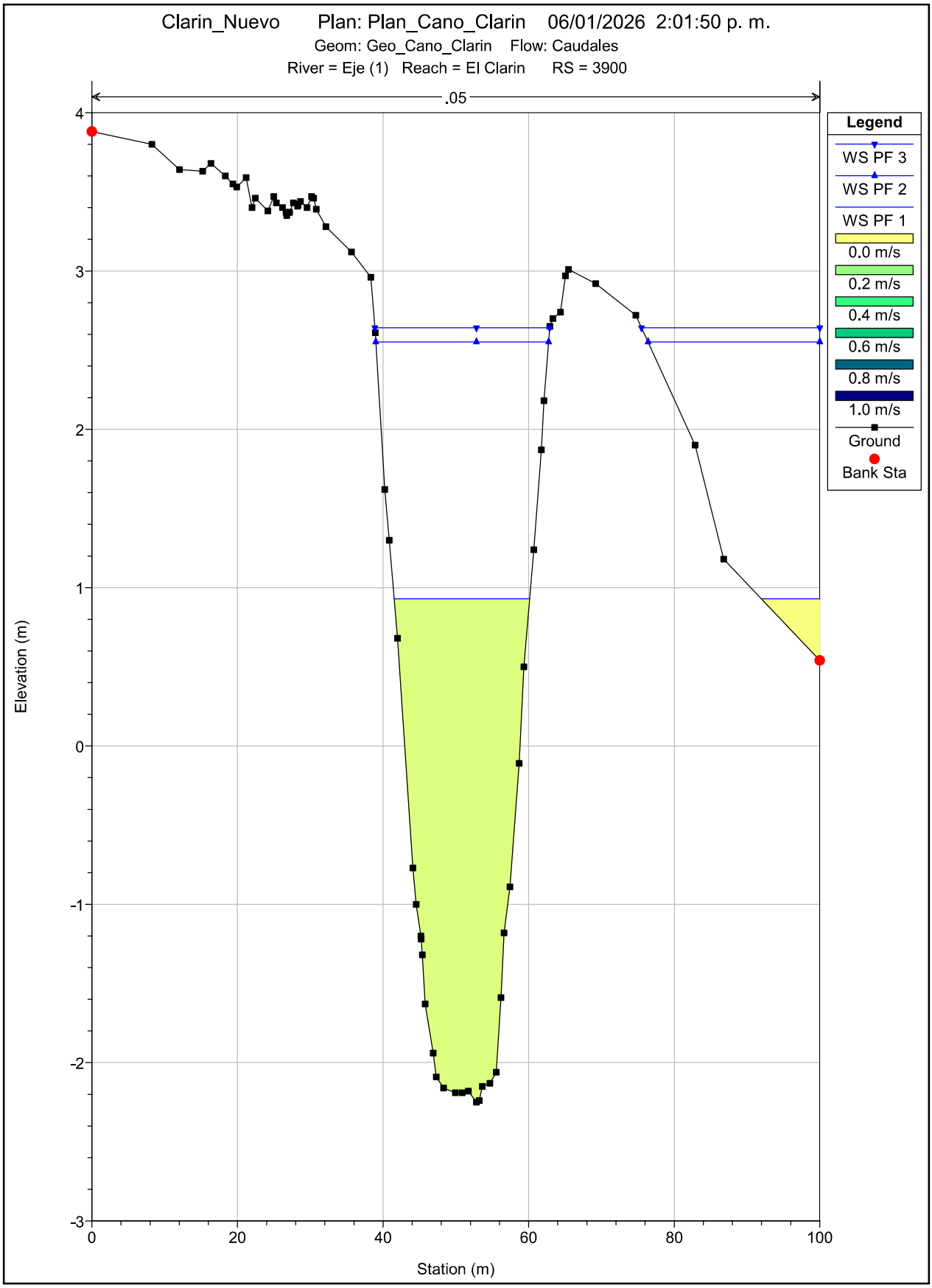

Clarin_Nuevo Plan: Plan_Cano_Clarin 06/01/2026 2:01:50 p. m.
Geom: Geo_Cano_Clarin Flow: Caudales
River = Eje (1) Reach = El Clarin RS = 4000
.05
Legend
WS PF 3
WS PF 2
WS PF 1
0.0 m/s
0.2 m/s
0.4 m/s
0.6 m/s
0.8 m/s
1.0 m/s
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
0
20
40
60
80
100

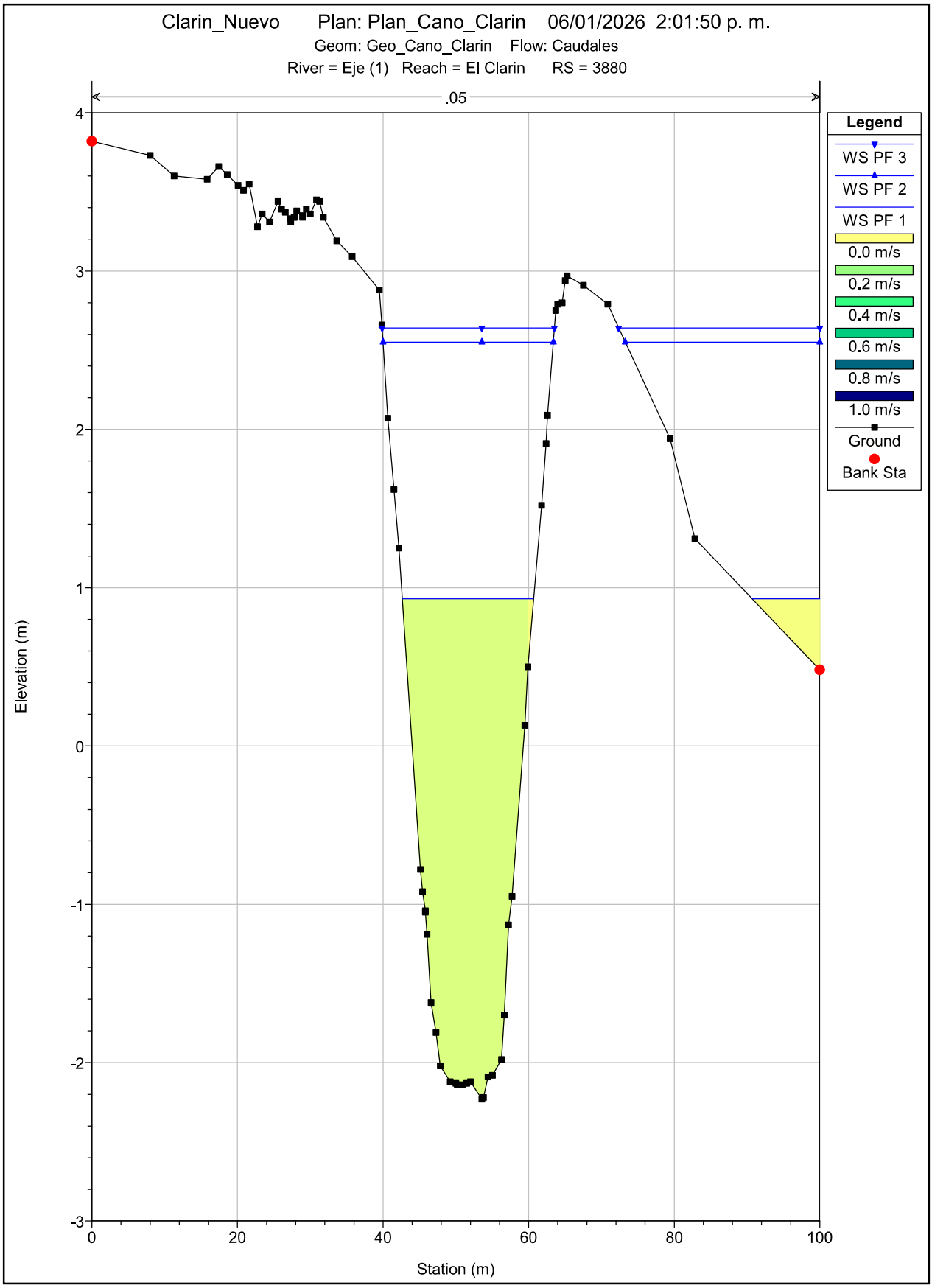

Clarin_Nuevo Plan: Plan_Cano_Clarin 06/01/2026 2:01:50 p. m.
Geom: Geo_Cano_Clarin Flow: Caudales
River = Eje (1) Reach = El Clarin RS = 3980
.05
Legend
WS PF 3
WS PF 2
WS PF 1
0.0 m/s
0.2 m/s
0.4 m/s
0.6 m/s
0.8 m/s
1.0 m/s
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
0
20
40
60
80
100

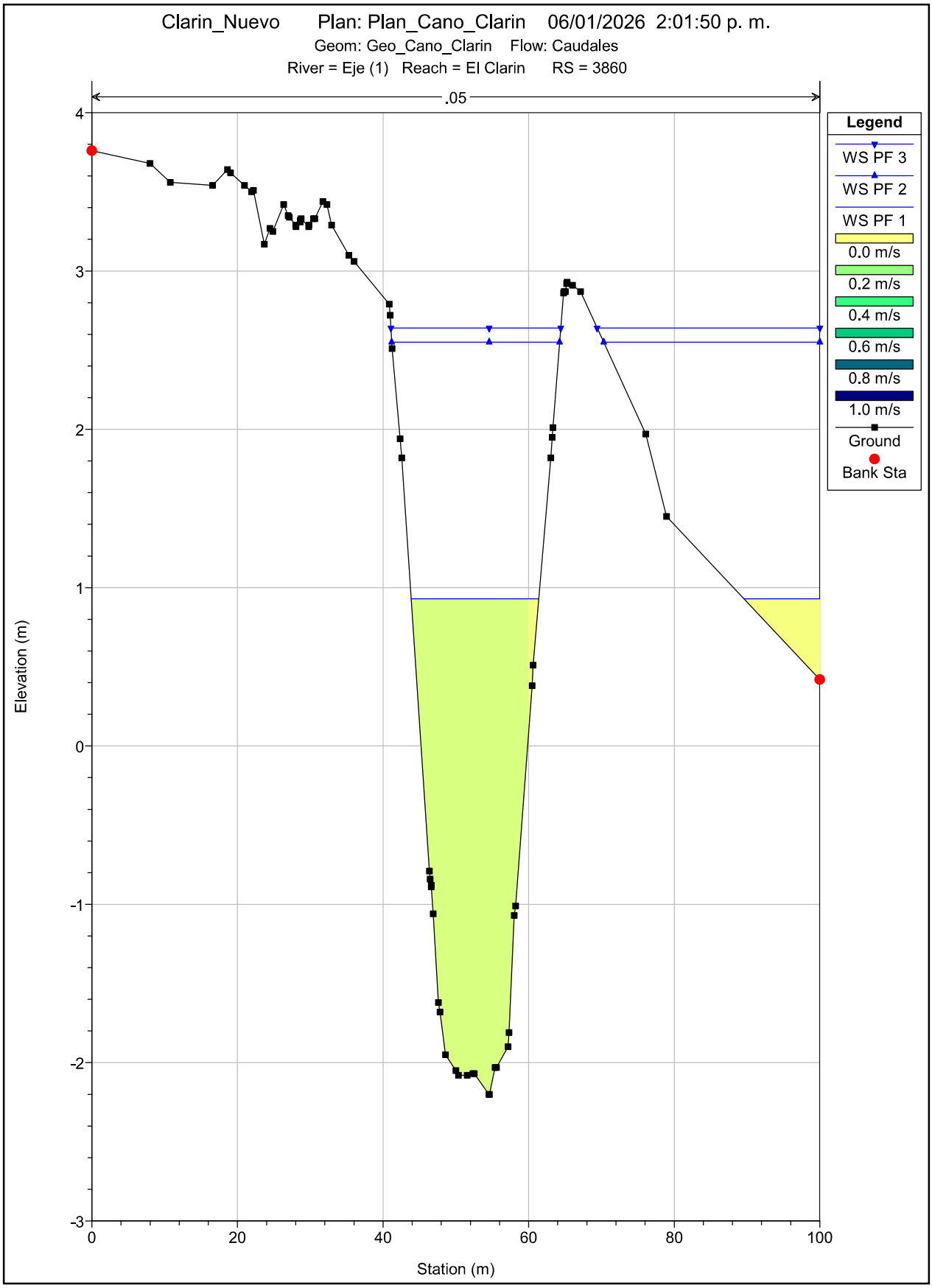

Clarin_Nuevo Plan: Plan_Cano_Clarin 06/01/2026 2:01:50 p. m.
Geom: Geo_Cano_Clarin Flow: Caudales
River = Eje (1) Reach = El Clarin RS = 3960
.05
Legend
WS PF 3
WS PF 2
WS PF 1
0.0 m/s
0.2 m/s
0.4 m/s
0.6 m/s
0.8 m/s
1.0 m/s
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
0
20
40
60
80
100

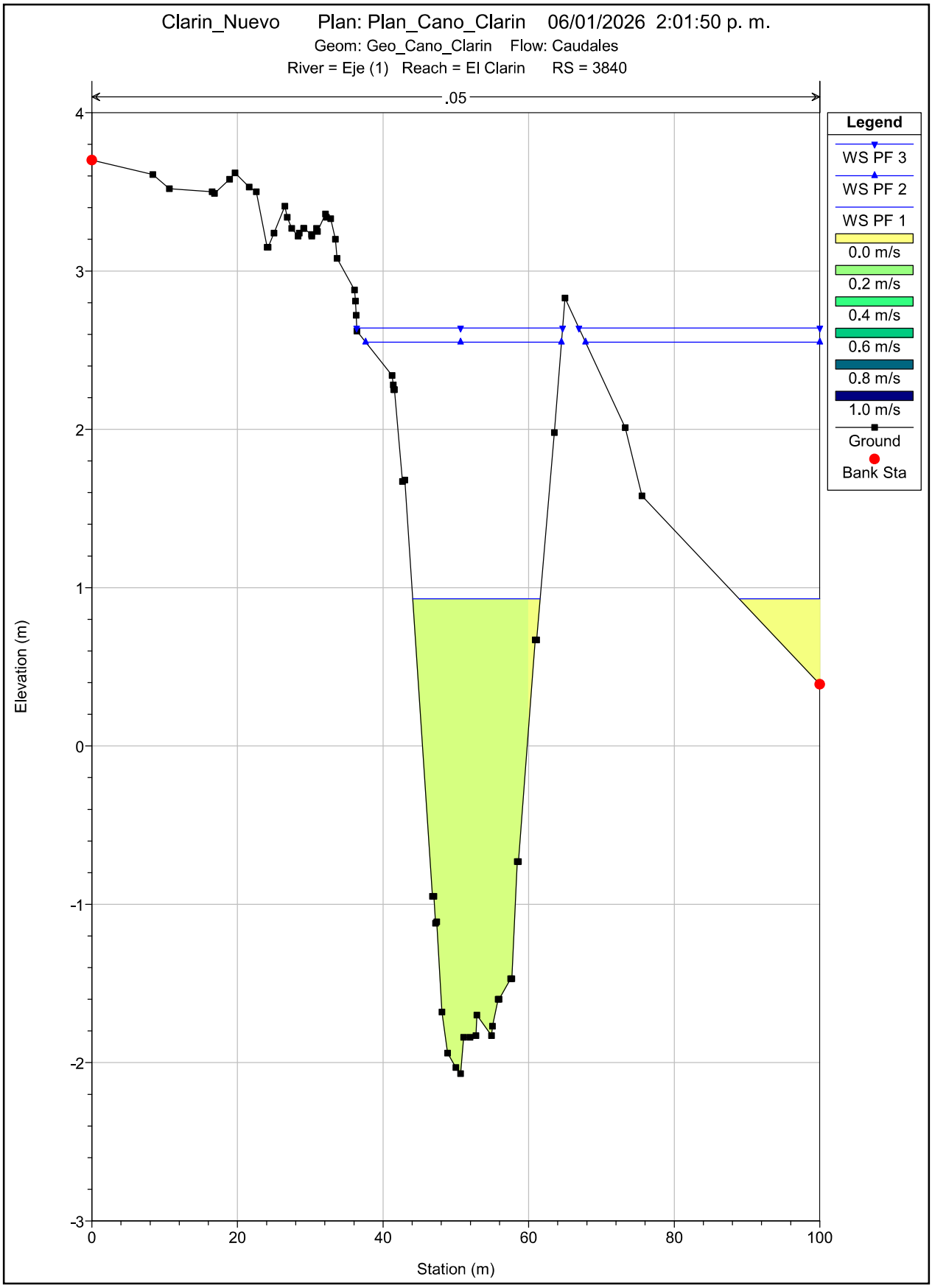

Clarin_Nuevo Plan: Plan_Cano_Clarin 06/01/2026 2:01:50 p. m.
Geom: Geo_Cano_Clarin Flow: Caudales
River = Eje (1) Reach = El Clarin RS = 3940
.05
Legend
WS PF 3
WS PF 2
WS PF 1
0.0 m/s
0.2 m/s
0.4 m/s
0.6 m/s
0.8 m/s
1.0 m/s
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
0
20
40
60
80
100

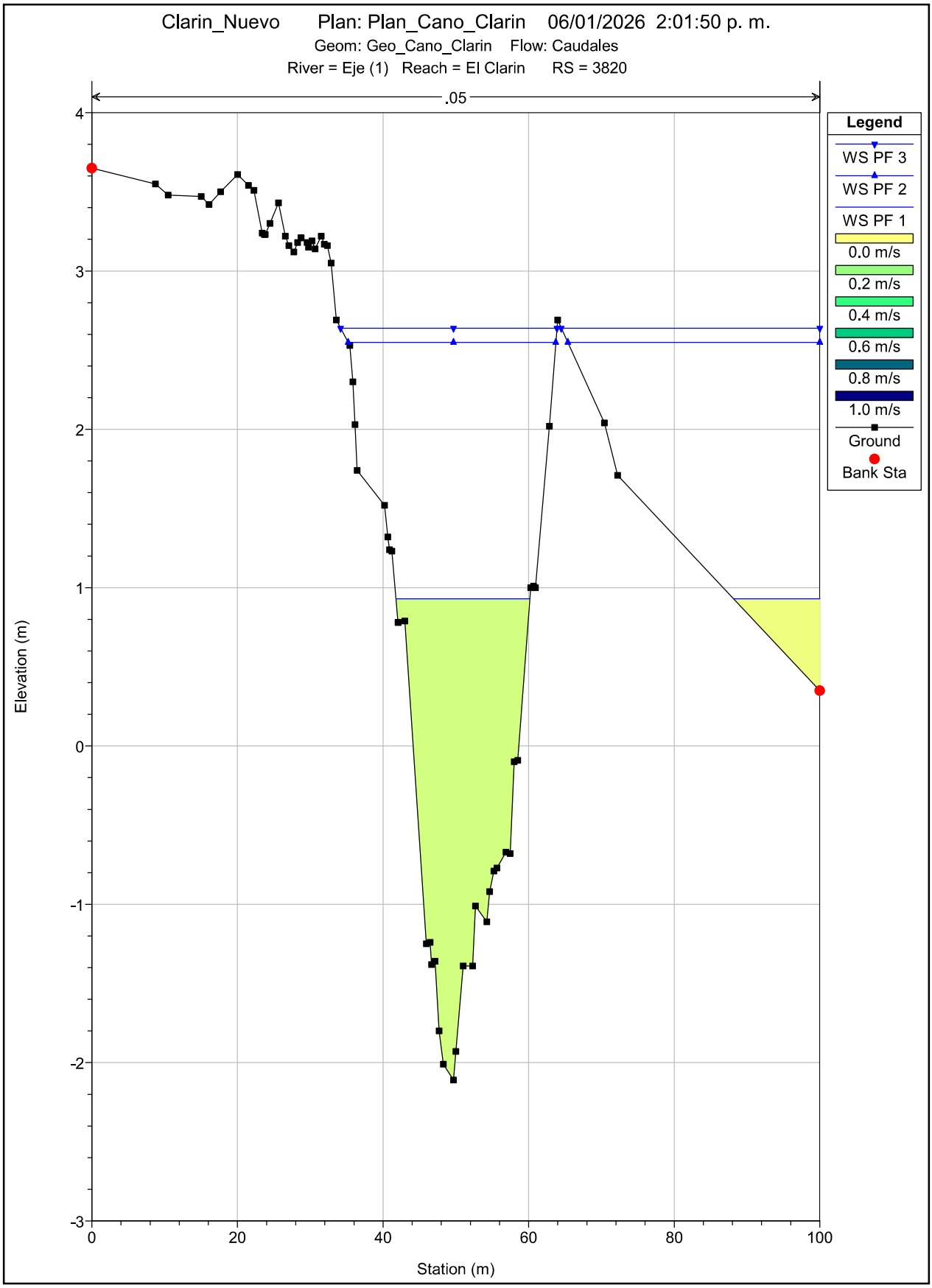

Clarin_Nuevo Plan: Plan_Cano_Clarin 06/01/2026 2:01:50 p. m.
Geom: Geo_Cano_Clarin Flow: Caudales
River = Eje (1) Reach = El Clarin RS = 3920
.05
Legend
WS PF 3
WS PF 2
WS PF 1
0.0 m/s
0.2 m/s
0.4 m/s
0.6 m/s
0.8 m/s
1.0 m/s
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
0
20
40
60
80
100

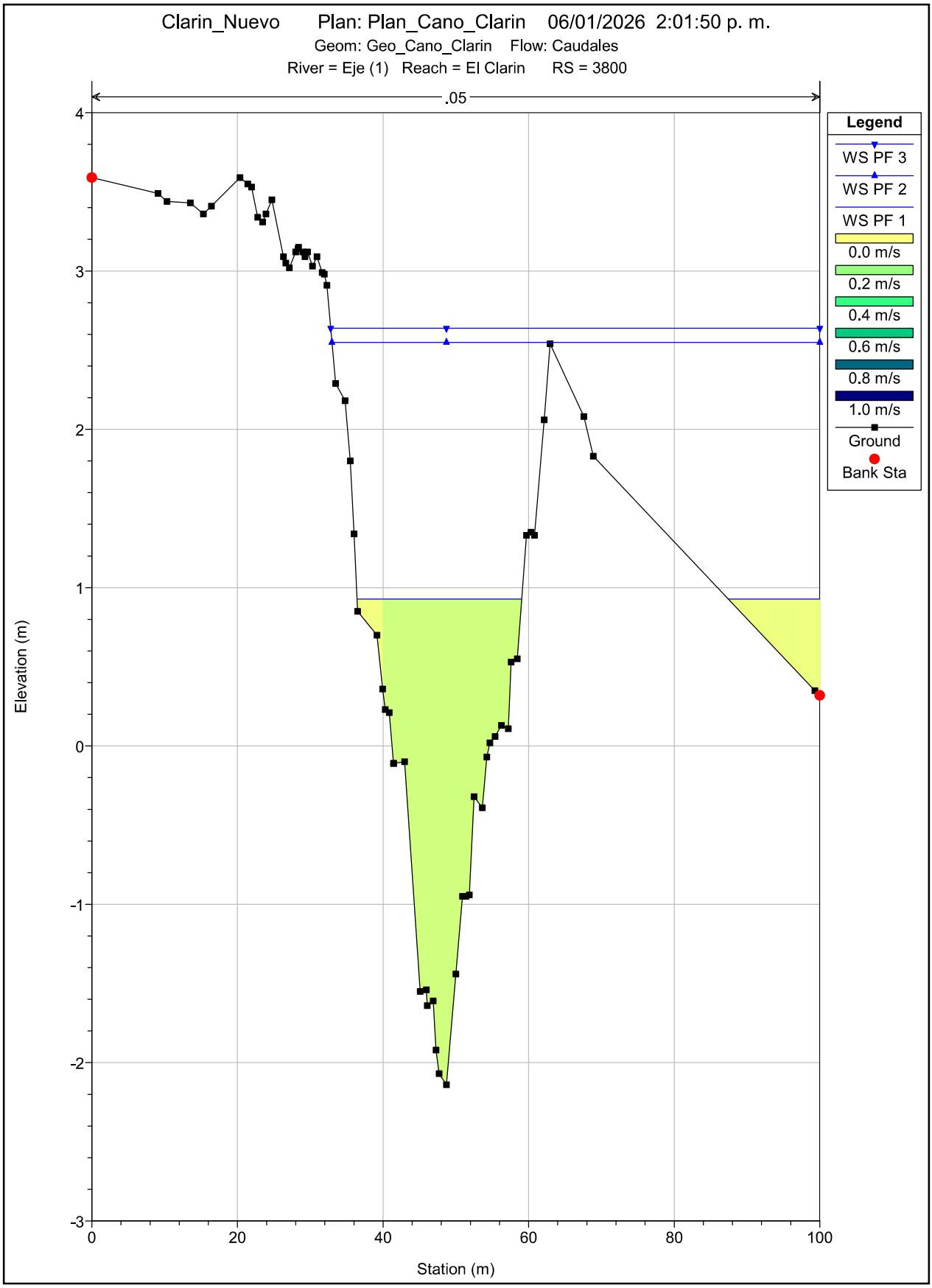

Clarin_Nuevo Plan: Plan_Cano_Clarin 06/01/2026 2:01:50 p. m.
Geom: Geo_Cano_Clarin Flow: Caudales
River = Eje (1) Reach = El Clarin RS = 3900
.05
Legend
WS PF 3
WS PF 2
WS PF 1
0.0 m/s
0.2 m/s
0.4 m/s
0.6 m/s
0.8 m/s
1.0 m/s
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
0
20
40
60
80
100

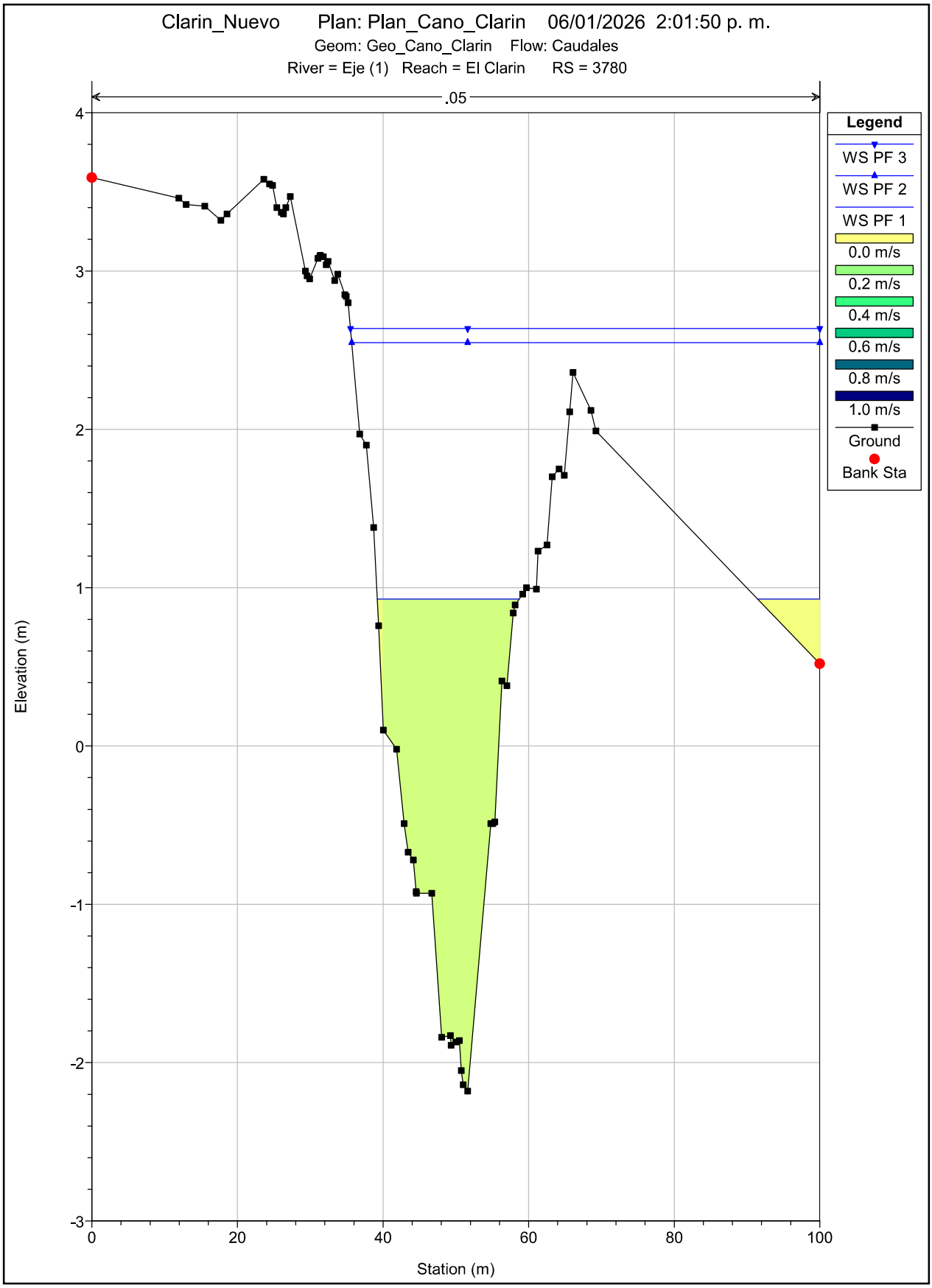

Clarin_Nuevo Plan: Plan_Cano_Clarin 06/01/2026 2:01:50 p. m.
Geom: Geo_Cano_Clarin Flow: Caudales
River = Eje (1) Reach = El Clarin RS = 3880
.05
Legend
WS PF 3
WS PF 2
WS PF 1
0.0 m/s
0.2 m/s
0.4 m/s
0.6 m/s
0.8 m/s
1.0 m/s
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
0
20
40
60
80
100


Clarin_Nuevo Plan: Plan_Cano_Clarin 06/01/2026 2:01:50 p. m.
Geom: Geo_Cano_Clarin Flow: Caudales
River = Eje (1) Reach = El Clarin RS = 3860
.05
Legend
WS PF 3
WS PF 2
WS PF 1
0.0 m/s
0.2 m/s
0.4 m/s
0.6 m/s
0.8 m/s
1.0 m/s
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
0
20
40
60
80
100


Clarin_Nuevo Plan: Plan_Cano_Clarin 06/01/2026 2:01:50 p. m.
Geom: Geo_Cano_Clarin Flow: Caudales
River = Eje (1) Reach = El Clarin RS = 3840
.05
Legend
WS PF 3
WS PF 2
WS PF 1
0.0 m/s
0.2 m/s
0.4 m/s
0.6 m/s
0.8 m/s
1.0 m/s
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
0
20
40
60
80
100


Clarin_Nuevo Plan: Plan_Cano_Clarin 06/01/2026 2:01:50 p. m.
Geom: Geo_Cano_Clarin Flow: Caudales
River = Eje (1) Reach = El Clarin RS = 3820
.05
Legend
WS PF 3
WS PF 2
WS PF 1
0.0 m/s
0.2 m/s
0.4 m/s
0.6 m/s
0.8 m/s
1.0 m/s
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
0
20
40
60
80
100


Clarin_Nuevo Plan: Plan_Cano_Clarin 06/01/2026 2:01:50 p. m.
Geom: Geo_Cano_Clarin Flow: Caudales
River = Eje (1) Reach = El Clarin RS = 3800
.05
Legend
WS PF 3
WS PF 2
WS PF 1
0.0 m/s
0.2 m/s
0.4 m/s
0.6 m/s
0.8 m/s
1.0 m/s
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
0
20
40
60
80
100


Clarin_Nuevo Plan: Plan_Cano_Clarin 06/01/2026 2:01:50 p. m.
Geom: Geo_Cano_Clarin Flow: Caudales
River = Eje (1) Reach = El Clarin RS = 3780
.05
Legend
WS PF 3
WS PF 2
WS PF 1
0.0 m/s
0.2 m/s
0.4 m/s
0.6 m/s
0.8 m/s
1.0 m/s
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
0
20
40
60
80
100