

Estudio de Impacto Ambiental,
Categoría II del proyecto titulado:

***"EXTRACCIÓN DE MINERALES NO METALICOS
(GRAVA DE RÍO), GARICHÉ"***

II Ampliación
Solicitada mediante la nota
DEIA-DEEIA-AC-0171-1410-2021

Promotor: Panamá Inversiones Empresariales, S.A



NOVIEMBRE 2021

RESPUESTAS A LA SEGUNDA AMPLIACIÓN

Por medio del presente informe se da respuesta a la nota **DEIA-DEEIA-AC-0171-1410-2021** con fecha 14 de octubre de 2021 y notificada el 21 de octubre de 2021, por la cual nos solicitan una segunda información aclaratoria al Estudio de en el Estudio de Impacto Ambiental, Categoría II, del proyecto titulado “**EXTRACCIÓN DE MINERALES NO METÁLICOS (GRAVA DE RÍO), GARICHÉ**”, ubicado en los corregimientos de Aserrío de Gariché y Santo Domingo, distrito de Bugaba, provincia de Chiriquí. A continuación, preguntas y respuestas.

1. En la respuesta de la pregunta 15 de la primera información aclaratoria, el promotor presento el estudio hidrológico. Sin embargo, no detalló los puntos expresados. Por lo que se solicita. Por lo que se solicita:
 - a. Indicar la ubicación exacta del proyecto dentro de dicho estudio.
 - b. Presentar mapa (hoja topográfica) a escala 1:50,000 con las coordenadas UTM de los polígonos de camino de acceso, área de soporte operativo y área de extracción.
 - c. Ampliar la descripción general de la cuenca en la que se ubica el proyecto.
 - d. Presentar la determinación de los caudales promedios en la que se ubica el proyecto.
 - e. Indicar la estimulación del caudal máximo para simulación.
 - f. Presentar la simulación hidráulica del río Gariché, para analizar el comportamiento del cauce y estimar la capacidad hidráulica del cauce de un tiempo de retorno definido.
 - g. Indicar las secciones transversales del río Gariché, colindantes con el proyecto de extracción de minerales no metálicos (grava de río).
 - h. Aclarar el método de aforo empleado en el río Gariché, para obtener datos de aforos esporádicos, considerando el más preciso.

Además, señala que dentro del polígono de extracción se encuentra un brazo del río Gariché, que conduce a las tomas de agua, de las antiguas bananeras independiente, hoy en día conocido como Agropalma. Por lo que se solicita:

- a. Indicar si se tomó en cuenta esta toma de agua en el brazo del río Gariché, para no causar afectaciones a la misma.

Respuesta a Pregunta 1:

Del Estudio Hidrológico presentado en la Primera Información Aclaratoria, procedemos a indicar donde se encuentran las respuestas a cada pregunta e información adicional.

- a. En la página 3 de 26 del Estudio Hidrológico, se describe la ubicación exacta del proyecto.

- b.** En Anexos del presente informe se encuentra el mapa en hoja topográfica a escala 1:50,000 con las coordenadas UTM de los polígonos de camino de acceso, área de soporte operativo y área de extracción, adicional se aportan dos mapas para una mayor apreciación de las áreas del proyecto.
- c.** En la página 5 de 26 del Estudio Hidrológico, en el Punto 1.3, se encuentra la descripción de la cuenca dentro la cual se encuentra el proyecto, y adicionamos la siguiente descripción:

La cuenca del Río Gariché está constituida por un relieve montañoso en su parte alta y por colinas y mesetas en su parte media, con elevaciones superiores a los 1,300 msnm (metros sobre el nivel medio del mar) y pendientes fuertes en su parte alta y pendientes moderadas en su parte media.

Para la ubicación del proyecto, el Río Gariché presenta una pendiente promedio entre 1 y 2%.

- d.** En la página 15 de 26 del Estudio Hidrológico, en el cuadro No. 7 se encuentra la determinación de los caudales promedio.
- e.** En la página 15 de 26 del Estudio Hidrológico, en el cuadro No. 7 se encuentra la determinación de los caudales máximos, según período de retorno para la subcuenca de estudio hasta el sitio del proyecto.

Las estimaciones de los caudales se realizaron empleando la metodología desarrollada en el “Resumen Técnico Análisis Regional de Crecidas Máximas Periodo de 1971-2006”, elaborado por el departamento de Hidrometeorología de la Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A (ETESA) en septiembre de 2008, para lo cual se siguieron los siguientes pasos.

- Se determina el área de drenaje de la cuenca del sitio de interés en Km².
- De acuerdo con la localización geográfica del recurso a analizar, se determina la zona a la que pertenece según la Región Hidrológicamente Homogénea (ETESA).
- Se calcula el caudal promedio máximo utilizando una de las cinco ecuaciones elaboradas por ETESA para este fin, en función de la Zona establecida.

Tabla 1. Ecuaciones y distribución de frecuencia por Zonas.

Zona	Número de ecuación	Ecuación	Distribución de frecuencia
1	1	$Q_{\max} = 34A^{0.59}$	Tabla # 1
2	1	$Q_{\max} = 34A^{0.59}$	Tabla # 3
3	2	$Q_{\max} = 25A^{0.59}$	Tabla # 1
4	2	$Q_{\max} = 25A^{0.59}$	Tabla # 4
5	3	$Q_{\max} = 14A^{0.59}$	Tabla # 1
6	3	$Q_{\max} = 14A^{0.59}$	Tabla # 2
7	4	$Q_{\max} = 9A^{0.59}$	Tabla # 3
8	5	$Q_{\max} = 4.5A^{0.59}$	Tabla # 3
9	2	$Q_{\max} = 25A^{0.59}$	Tabla # 3

Fuente: Cuadro 7, “Resumen Técnico Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá Periodo 1971-2006”.

- Se calcula el Q_{\max} instantáneo para el periodo de retorno requerido, multiplicando el caudal antes obtenido por uno de los siguientes factores en función del sitio de estudio.

Tabla 2. Factores para diferentes periodos de retorno.

Tr, años	Factores $Q_{\max}/Q_{\text{prom.máx}}$ para distintos Tr.			
	Tabla # 1	Tabla # 2	Tabla # 3	Tabla # 4
1.005	0.28	0.29	0.3	0.34
1.05	0.43	0.44	0.45	0.49
1.25	0.62	0.63	0.64	0.67
2	0.92	0.93	0.92	0.93
5	1.36	1.35	1.32	1.30
10	1.66	1.64	1.6	1.55
20	1.96	1.94	1.88	1.78
50	2.37	2.32	2.24	2.10
100	2.68	2.64	2.53	2.33
1,000	3.81	3.71	3.53	3.14
10,000	5.05	5.48	4.6	4.00

Fuente: Cuadro 6, “Resumen Técnico Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá Periodo 1971-2006”

Para la zona de estudio, Zona 7, la tabla de distribución de frecuencias que relaciona los caudales máximo y promedio para distintos periodos de retorno es la Tabla # 3 (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Para el cálculo del caudal promedio se aplica la Ecuación 2 (ver

Zona	Número de ecuación	Ecuación	Distribución de frecuencia
1	1	$Q_{máx} = 34A^{0.59}$	Tabla # 1
2	1	$Q_{máx} = 34A^{0.59}$	Tabla # 3
3	2	$Q_{máx} = 25A^{0.59}$	Tabla # 1
4	2	$Q_{máx} = 25A^{0.59}$	Tabla # 4
5	3	$Q_{máx} = 14A^{0.59}$	Tabla # 1
6	3	$Q_{máx} = 14A^{0.59}$	Tabla # 2
7	4	$Q_{máx} = 9A^{0.59}$	Tabla # 3
8	5	$Q_{máx} = 4.5A^{0.59}$	Tabla # 3
9	2	$Q_{máx} = 25A^{0.59}$	Tabla # 3

), dada

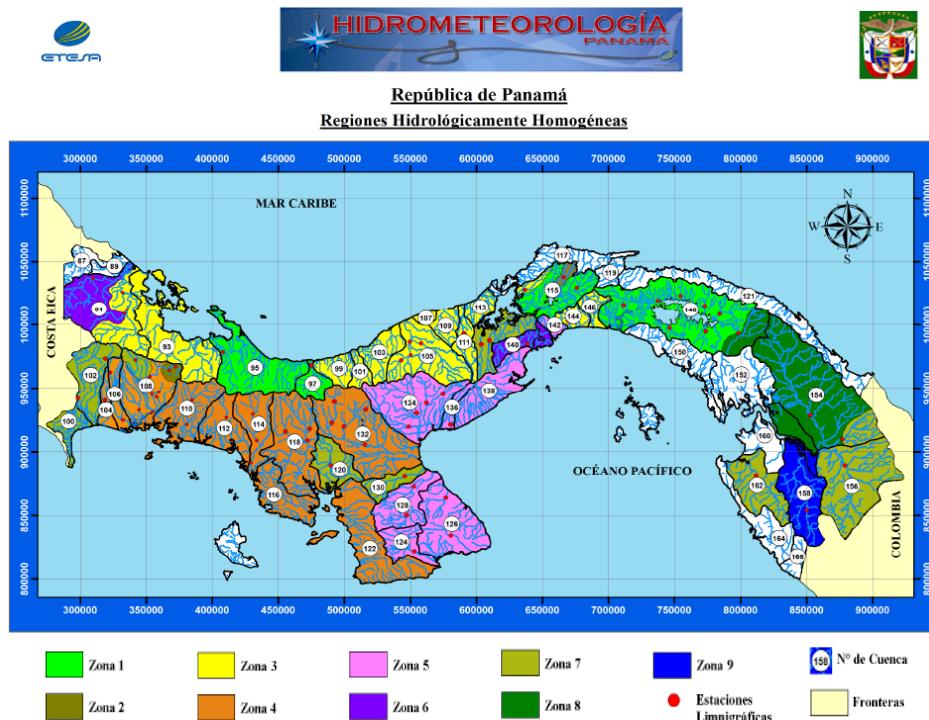
por la siguiente expresión:

$$Q = 9 \times A^{0.59}$$

Siendo A el área de drenaje hasta el punto de control, en km^2 .

Se adjunta a continuación el plano elaborado por ETESA para la determinación de las áreas hidrológicamente homogéneas, en el que se determina que el área en estudio queda incluida dentro de la Zona 7. El Río Gariché se ubica en la cuenca 102, cuenca del Río Chiriquí Viejo.

Figura 2. Zonas hidrológicamente homogéneas.



Fuente: Figura 73, “Resumen Técnico Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá Periodo 1971-2006”

f. A continuación, simulación del cauce:

1.0 ESTUDIO HIDRÁULICO DEL CAUCE

1.1 INTRODUCCIÓN

El Estudio se basa en la aplicación de un modelo de simulación en el que los cálculos se han realizado en régimen estacionario para el caudal de avenida, obtenido en el Estudio Hidrológico previo. A partir de ese punto, se determina la altura de la lámina de agua en toda la parte de la finca 3989 que colinda con el río. Dicha determinación se realiza mediante la simulación hidráulica con la versión 5.0.6 del programa informático HEC-RAS del Hydrologic Engineering Center del US Army Corps of Engineers.

1.2 BASES DE CÁLCULO

Como se ha mencionado en la introducción, se ha empleado la aplicación del Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos HEC-RAS 5.0.6 (River Analysis System) para la comprobación del modelo hidráulico.

Dicho modelo resuelve la ecuación de la energía de modo iterativo en cada una de las secciones propuestas e interpola los resultados a lo largo de todo el perfil suministrado. Introduce la energía expresándola en términos unidimensionales y suponiendo unas pérdidas de carga que se contabilizan según la ecuación de Manning. Además de esto considera una serie de hipótesis:

- Los valores de las variables no dependen del tiempo, es decir, considera el flujo estacionario.
- Se supone una distribución hidrostática de la presión. Esto se traduce en que la curvatura de las líneas de corriente es despreciable, el flujo es gradualmente variado.
- La altura de la energía es igual para todos los puntos de cada sección. Se considera el flujo unidimensional con lo que se distribuye horizontalmente dicho flujo entre el cauce y la llanura de inundación por ambas márgenes.
- La pendiente del cauce ha de ser menor del 10% para poder considerar que la altura de presión se mida verticalmente y coincide con la altura de la lámina de agua.
- Entre dos secciones transversales la pendiente de la línea de energía es constante.
- Se considera un lecho fijo para el cauce.

El programa permite contemplar las diferencias existentes entre cauce y llanura de inundación (ambas márgenes), no sólo en cuanto a rugosidades o coeficientes de rozamiento sino también en cuanto a distribución horizontal de las velocidades.

Como se ha mencionado anteriormente el cálculo se realiza a través de la resolución, de manera iterativa de la ecuación de la energía. Para la estimación de la rugosidad del cauce, que causará pérdidas por rozamiento, se usa la conocida fórmula de Manning.

El análisis hidráulico contempla la determinación del nivel máximo que alcanzaría la crecida de diseño extraordinaria, con periodo de recurrencia de 100 años para una hipótesis de flujo.

Hipótesis 1: Sección hidráulica en la situación proyectada, puente a proyectar.

1.3 ECUACIÓN DEL FLUJO GRADUALMENTE VARIADO.

Cuando el flujo en un canal o una corriente abierta encuentra un cambio de pendiente del fondo o cambio en la sección transversal, la profundidad de flujo puede cambiar gradualmente. Tal condición de flujo donde la profundidad y velocidad pueden cambiar a lo largo del canal se debe analizar numéricamente. La ecuación de la energía se aplica a un volumen de control diferenciado, y la ecuación que resulta relaciona el cambio en la profundidad con la distancia a lo largo de la trayectoria del flujo. Una solución es posible si uno asume que la perdida principal en cada sección es igual a la del flujo normal con la misma velocidad y profundidad de la sección. Así, un problema de flujo no uniforme es aproximado por una serie de segmentos uniformes de la corriente del flujo.

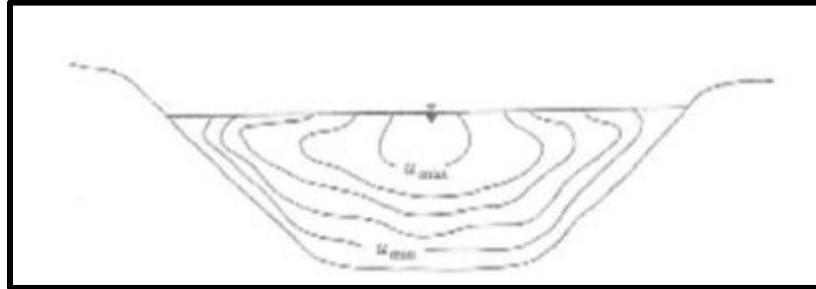
La energía total de una sección dada del canal puede ser escrita como,

(1)

$$H = z + y + \frac{\alpha V^2}{2g}$$

donde está “ $z+y$ ”, es la cabeza potencial de la energía sobre un datum y la capacidad cinética de la energía es representada por el término que contiene la velocidad promedio en la sección. El valor de α se extiende de 1.05 a 1.36.

Figura 1. Distribuciones típicas de la velocidad en un canal abierto.



Para la mayoría de los canales “ α ” es una indicación de la distribución de la velocidad a través de la sección transversal. Este se define como el coeficiente de la energía,

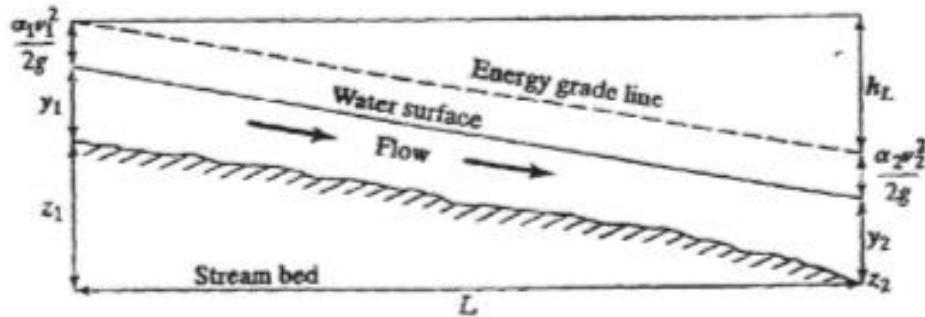
$$\alpha = \sum_i \frac{v_i \Delta A}{V^3 A} \quad (2)$$

v_i es la velocidad en la sección ΔA y V es la velocidad promedio en la sección transversal. En muchos casos, el valor de α se asume de 1.0 (**Figura 1**), pero debe ser estimado para las corrientes o ríos en donde la variación de la velocidad puede ser grande.

La ecuación de la energía para el flujo permanente entre dos secciones, 1 y 2 (**Figura 2**), separadas por una distancia L se convierte en,

$$z_1 + y_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} = z_2 + y_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} + h_L \quad (3)$$

Donde h_L es la pérdida principal de la sección 1 a la sección 2. Si asumimos que $\alpha=1$, $z_1-z_2=S_0L$, y $h_L=SL$, la ecuación de la energía se convierte en,



$$\begin{aligned}
 z_1 + y_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} &= z_2 + y_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} + h_L \\
 y_1 + \frac{V_1^2}{2g} &= z_2 + y_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} + h_L
 \end{aligned} \tag{4}$$

La pendiente de la energía se determina con la ecuación (5), utilizando la ecuación de Manning (unidades pie-s) y solucionando para S, tenemos

$$S = \left(\frac{nV_m}{1.49R_m^{2/3}} \right)^2 \tag{5}$$

donde el subíndice m refiere a un valor medio. Si diferenciamos la ecuación (1) con respecto a x, la distancia a lo largo del canal, la tasa de cambio de la energía será entonces,

$$\frac{dH}{dx} = \frac{dz}{dx} + \frac{dy}{dx} + \frac{\alpha}{2g} \frac{d(V^2)}{dx} \tag{6}$$

La ecuación (7) describe la variación de la energía total para los flujos que varían gradualmente. Los términos S_0 y S pueden ser substituidos de las ecuaciones anteriores. La pendiente del perfil de la superficie del agua depende si el flujo es suscritico o supercrítico. Al utilizar $V = q / y$ (sección rectangular), y asumiendo que $\alpha=1$, la ecuación (6) se transforma en,

$$\frac{1}{2g} \frac{d}{dx} (V^2) = \frac{1}{2g} \frac{d}{dx} \left(\frac{q^2}{y^2} \right) = - \left(\frac{q^2}{g} \right) \frac{1}{y^3} \frac{dy}{dx} \tag{7}$$

Así

$$-S = -S_0 + \frac{dy}{dx} \left(1 - \frac{q^2}{gy^3} \right) \tag{8}$$

Si incluimos la definición del número de Forude (Fr), entonces la pendiente de la superficie del agua para una sección rectangular se puede escribir como,

$$\frac{dy}{dx} = \frac{S_0 - S}{1 - (V^2 / gy)} = \frac{S_0 - S}{1 - Fr^2} \quad (9)$$

Además, del levantamiento topográfico se visitó el área para identificar los coeficientes de Manning (n), que se deben utilizar en el modelo HEC-RAS en la simulación.

La selección del coeficiente “n” de rugosidad de Manning, se basa generalmente en “el mejor juicio de la ingeniería”; o en valores establecidos por ordenanzas municipales de diseño. Varias tablas están disponibles en la literatura general para la selección del coeficiente de rugosidad de Manning para un particular canal abierto (Ver Tabla 1).

Tabla 1. Valores del coeficiente de rugosidad (n) en la fórmula de Manning

	Mínimo	Normal	Máximo
Tuberías cerradas			
Acero, clavado y espiral	0.013	0.016	0.017
Hierro fundido, Sin recubrimiento	0.011	0.014	0.016
Cemento, mortero	0.011	0.013	0.015
Concreto, alcantarilla	0.010	0.011	0.013
Arcilla, alcantarilla vitrificada	0.011	0.014	0.017
Albañilería del escombro, cementada	0.018	0.025	0.030
Canales alineados o erigidos			
Concreto, final del flotador	0.013	0.015	0.016
Fondo concreto, concreto	0.020	0.030	0.035
Fondo de la grava con el rasgaduras	0.023	0.033	0.036
Ladrillo, esmaltado	0.011	0.013	0.015
Canal excavado o dragado			
Tierra, derecha y uniforme - hierba corta	0.022	0.027	0.033
Tierra, sinuoso, floja, pastos densos	0.030	0.035	0.040
Cortes de la roca, dentado e irregulares	0.035	0.040	0.050
Canales no mantenidos, pasto y maleza sin cortar	0.050	0.080	0.120
Corrientes Naturales			
Etapas limpia, rectas, completas	0.025	0.030	0.033
Limpios y sinuosos, algunas piscinas y bajos	0.033	0.040	0.045
Bordes flojos, malezas y charcos profundos	0.050	0.070	0.080
Riberas de arroyos montañosos y peñascos	0.030	0.040	0.050
Riberas de arroyos montañosos, grava y grandes peñascos.	0.040	0.050	0.070
Flujo en Llano			
Pasto, ningún matorral, hierba alta	0.030	0.035	0.050
Matorral, matorral dispersos, hierbas abundantes	0.035	0.050	0.070
Matorral, medio al matorral denso en verano	0.070	0.100	0.160
Árboles, sauces densos, verano, plano	0.110	0.150	0.200
Árboles, bosques	0.080	0.100	0.120

1.4 TOPOGRAFÍA Y DISTRIBUCIÓN DE PERFILES

Para la realización del presente Estudio Hidráulico y posterior introducción de datos en la aplicación HEC-RAS, se ha utilizado cartografía de la zona del cauce que se va a estudiar. Dada la importancia de la representación topográfica para que el modelo de simulación se ajuste fielmente a la realidad y se pronostique un suceso futuro, se ha realizado un levantamiento topográfico del terreno con la amplitud y nivel de detalle requerido para este tipo de estudios.

Tomando como base dicha cartografía, se ha definido un eje longitudinal sobre el cauce, representativo de la dirección principal de la corriente, y sobre dicho eje se han dispuesto de forma perpendicular secciones transversales cada 20 m con una anchura suficiente a cada lado del curso.

Para dichas secciones transversales se han estudiado las secciones hidráulicas, actuales y proyectadas, bajo la hipótesis de flujo descrita anteriormente. Las secciones hidráulicas se han calculado de acuerdo con los parámetros que se indicarán y se han definido como las áreas comprendidas entre el nivel de agua y el fondo del cauce, incluyendo los taludes.

En el

APÉNDICE 1 se presentan los perfiles transversales del cauce y su situación en planta.

1.5 COEFICIENTES DE ROZAMIENTO ADOPTADOS

Para el cálculo de las pérdidas por rozamiento se ha empleado la fórmula de Manning y su correspondiente coeficiente de rugosidad, como se ha mencionado al principio de este estudio. Hay que recordar que el programa permite definir diferentes rugosidades según se trate del cauce propiamente dicho, o bien, se produzca la inundación de márgenes.

La ecuación de Manning es resultado del proceso de un ajuste de curvas, y por tanto es completamente empírica en su naturaleza. Debido a su simplicidad de forma, y a los resultados satisfactorios que arroja para aplicaciones prácticas, la fórmula Manning es la más usada de todas las fórmulas de flujo uniforme para cálculos de escurrimiento en canal abierto.

La ecuación viene dada y expresada en unidades métricas como:

$$V = (1/n) * R^{2/3} * S^{1/2}$$

siendo n el coeficiente de rugosidad Manning.

En la aplicación de la fórmula de Manning, la mayor dificultad reside en la determinación del coeficiente de rugosidad n, pues no hay un método exacto de seleccionar dicho valor. Para establecer el coeficiente de rugosidad n se han evaluado tablas extraídas de manuales básicos de hidráulica, y una serie de fotografías del cauce y de su llanura de inundación, tras inspección visual in situ, en campo.

Este criterio está avalado por varios autores. Según **Ven te Chow** en su obra “*Hidráulica en canales abiertos*”, algunos de los métodos para la determinación del coeficiente n, pueden desarrollarse con este enfoque, consultando tablas de valores típicos de n para varios tipos de canales, o examinando y comparando el canal en estudio con la apariencia de ciertos canales típicos cuyos coeficientes de rugosidad sean conocidos.

El valor del coeficiente de Manning no depende sólo de la rugosidad del cauce, sino de múltiples factores como la vegetación, la irregularidad y alineamiento del canal, los niveles de erosión y sedimentación, las obstrucciones presentes en el cauce, el nivel del río y su caudal, o la carga del lecho.

Dentro de las actividades que se desarrollarán la ejecución de las nuevas estructuras, se encuentra la limpieza y conformación de cauces, se realizará en las áreas próximas a éstos, al menos en 30 metros aguas arriba y abajo de las secciones en donde se sitúan. Ello implica la remoción de los deshechos arrastrados por las corrientes de los ríos o quebradas, tales como restos de árboles, sedimentos, herbazales y todo tipo de piedras que reduzcan la sección hidráulica del cauce. Igualmente, deberán removese aquellos árboles nacidos dentro de los cauces, o próximos al sistema estructural de estribos y pilas de los puentes.

Teniendo en cuenta que la vegetación acuática es uno de los factores de rugosidad dominantes, así como los residuos leñosos y otro tipo de obstrucciones, se puede concluir que las actividades de limpieza, conformación y/o posible rectificación de los cauces reducirán notablemente la rugosidad total de los tramos objeto de este Estudio.

Otro factor a considerar es que, si bien la vegetación ribereña aumenta la rugosidad total durante las inundaciones, este efecto es significativo en canales pequeños y, en una escala más amplia, en ríos confinados en valles estrechos, en los que aumenta la resistencia del flujo, al no poder migrar lateralmente. En cambio, en cauces anchos el efecto es menos relevante. En los cauces que se van a modelizar, el ancho de la superficie libre de agua en avenidas es superior en muchas secciones a los 30 metros, por lo que el valor de n es menor que en otros ríos con igual descripción, pero en donde existen bordes que ofrecen una mayor resistencia.

Teniendo en cuenta las consideraciones mencionadas, los valores finalmente adoptados para el coeficiente de Manning, han sido tomados de la siguiente fuente: **S.M. Woodward and C. J Posey "Hydraulics of steady flow in open channels"**.

Coeficientes de rugosidad	Coeficiente de Manning
Cunetas y canales sin revestir	
En tierra ordinaria, superficie uniforme y lisa	0,020-0,025
En tierra ordinaria, superficie irregular	0,025-0,035
En tierra con ligera vegetación	0,035-0,045
En tierra con vegetación espesa	0,040-0,050
En tierra excavada mecánicamente	0,028-0,033
En roca, superficie uniforme y lisa	0,030-0,035

En roca, superficie con aristas e irregularidades	0,035-0,045
Cunetas y Canales revestidos	
Hormigón	0,013-0,017
Hormigón revestido con gunita	0,016-0,022
Encachado	0,020-0,030
Paredes de hormigón, fondo de grava	0,017-0,020
Paredes encachadas, fondo de grava	0,023-0,033
Revestimiento bituminoso	0,013-0,016
Corrientes Naturales	
Limpias, orillas rectas, fondo uniforme, altura de lámina de agua suficiente	0,027-0,033
Limpias, orillas rectas, fondo uniforme, altura de lámina de agua suficiente, algo de vegetación	0,033-0,040
Limpias, meandros, embalses y remolinos de poca importancia	0,035-0,050
Lentas, con embalses profundos y canales ramificados	0,060-0,080
Lentas, con embalses profundos y canales ramificados, vegetación densa	0,100-0,200
Rugosas, corrientes en terreno rocoso de montaña	0,050-0,080
Áreas de inundación adyacentes al canal ordinario	0,030-0,200

Los coeficientes establecidos el río en estudio se encuentran dentro de los intervalos marcados, en función de las características de los tramos considerados. Se ha tomado el valor de 0.030 como intermedio entre 0.027 y 0.033, intervalo de referencia para cauce limpio, uniforme y con altura de lámina de agua suficiente, y el valor de 0.040 como máximo entre los valores 0.033 y 0.040, intervalo correspondiente a corrientes de similares características, pero con más vegetación.

Para las llanuras de inundación, considerando el efecto retardante de la vegetación sobre el flujo y un moderado efecto por posibles obstrucciones sobre el cauce, se establece un coeficiente igual a 0.063.

SECCIÓN	COEF. DE MANNING
---------	------------------

Cauce ordinario en tramo limpio, conformado y/o rectificado	0.030
Cauce ordinario en tramo sin actuaciones	0.040
Llanuras de inundación	0.063

2. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN CON EL MODELO HEC-RAS

Considerando la magnitud del estudio en consideración, se procedió a realizar un levantamiento topográfico del cauce del Río Gariché. La longitud analizada del Río Caldera es de 540 metros.

Las simulaciones se realizaron al Río Gariché con las secciones transversales del terreno natural y los caudales de diseño de $Q_{10}=279 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{50}=417 \text{ m}^3/\text{s}$ y $Q_{100}=470 \text{ m}^3/\text{s}$. Los resultados arrojaron que la sección actual de Río Gariché, está manejando los caudales analizados.

La simulación se realizó considerando un flujo permanente, La Figura 5 muestra la configuración diseñada con el modelo HEC-RAS del Río Gariché.

Figura 3. Planta del Río Gariché con el modelo HEC-RAS

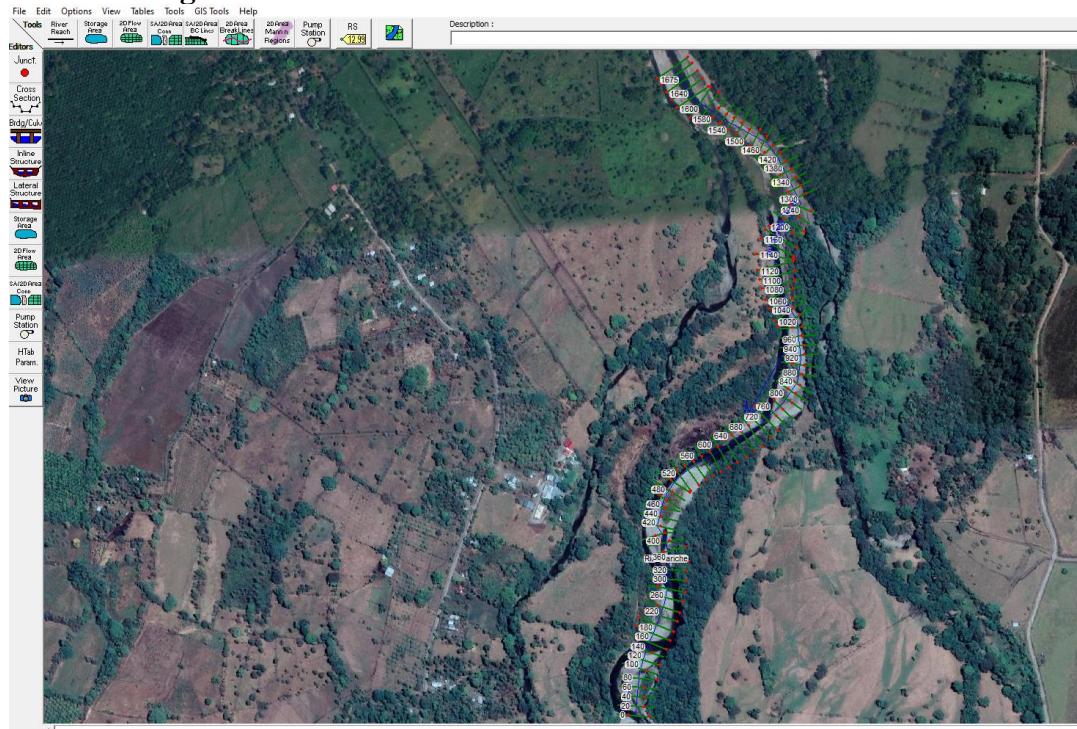
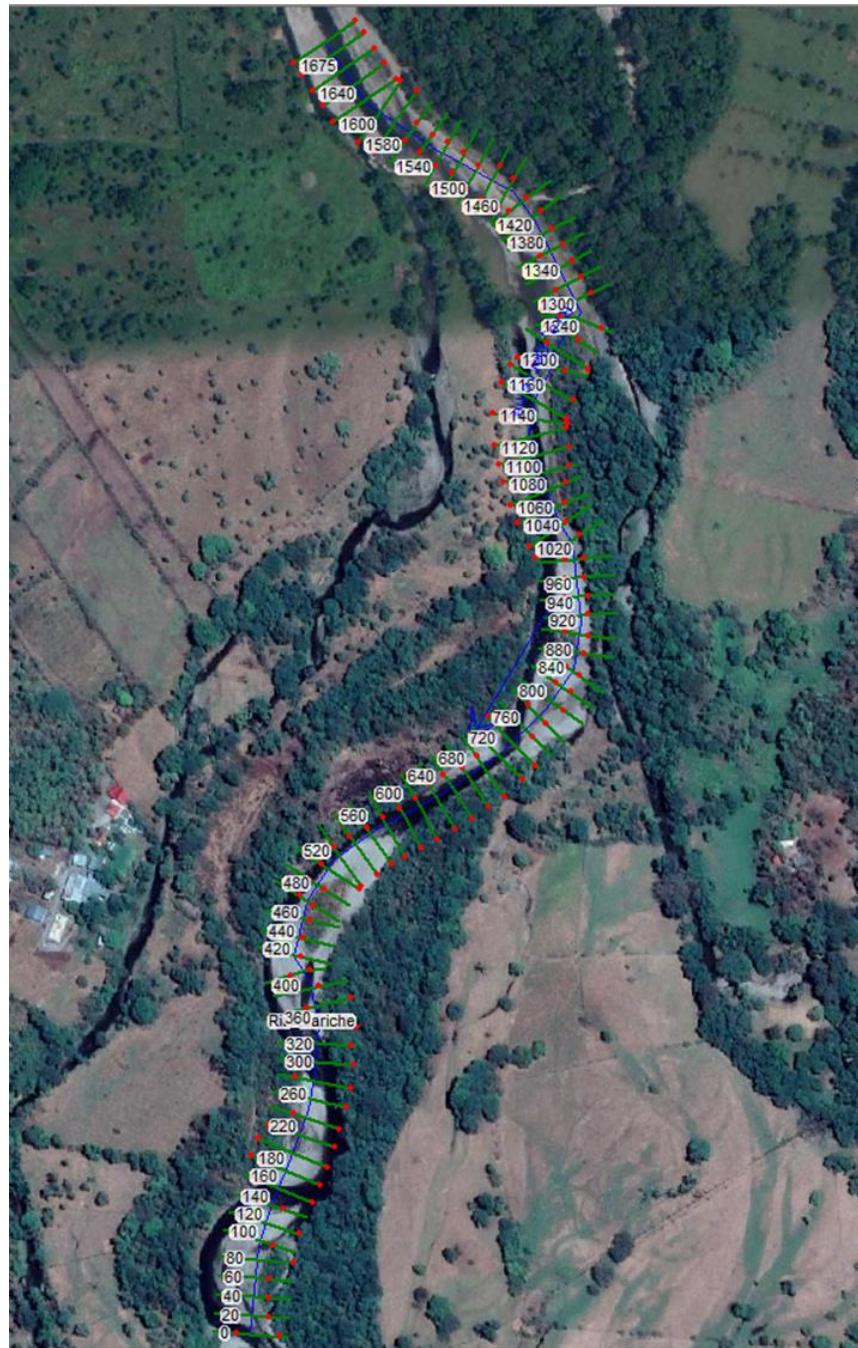


Figura 6. Ampliación-Planta del Río Gariché con ubicación de Secciones.



La Figura 7 a la Figura 10 muestran los perfiles con los niveles del agua que se alcanzan en el Río Gariché al transitar los caudales de diseño para los periodos de 10, 50 y 100 años respectivamente. La línea azul representa los niveles del agua estimado con el modelo. En el APÉNDICE 1 se muestran las secciones transversales con los niveles del agua al transitar los caudales de diseño para los periodos antes mencionados.

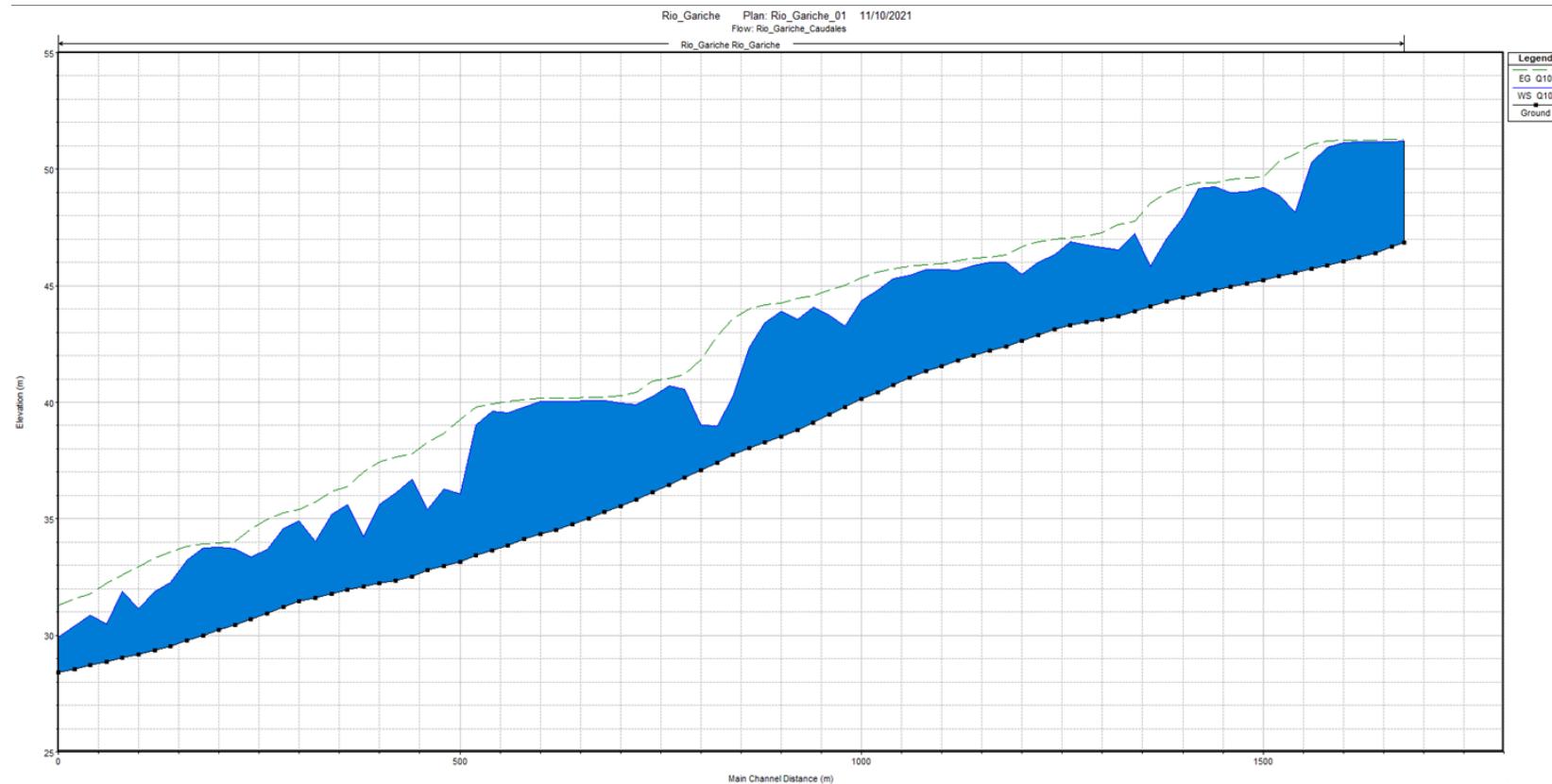


Figura 4. Elevación de la superficie de agua en el Río Gariché, $Q_{10} = 279 \text{ m}^3/\text{s}$

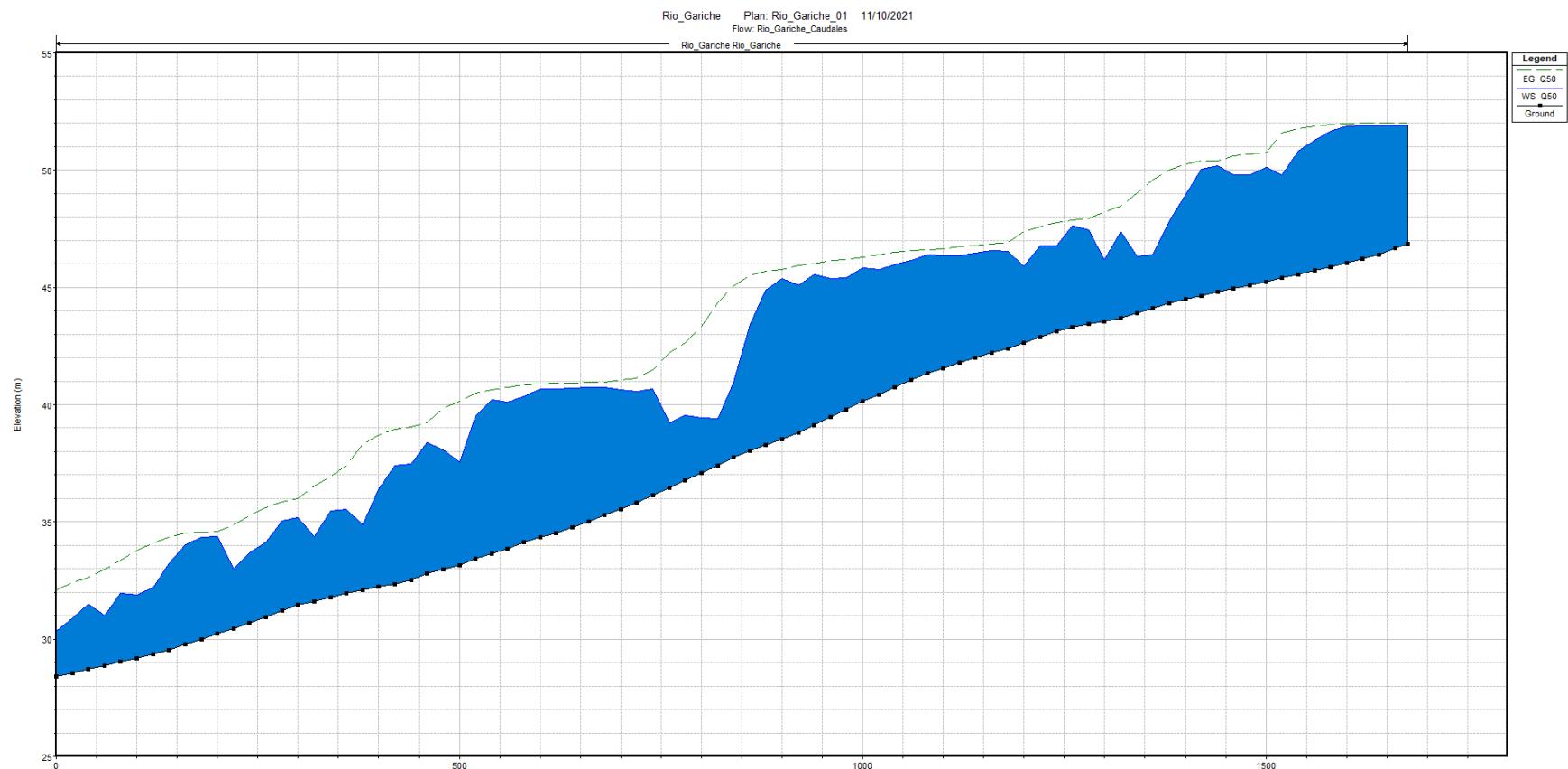


Figura 5. Elevación de la superficie de agua en el Río Gariché, $Q_{50} = 417 \text{ m}^3/\text{s}$

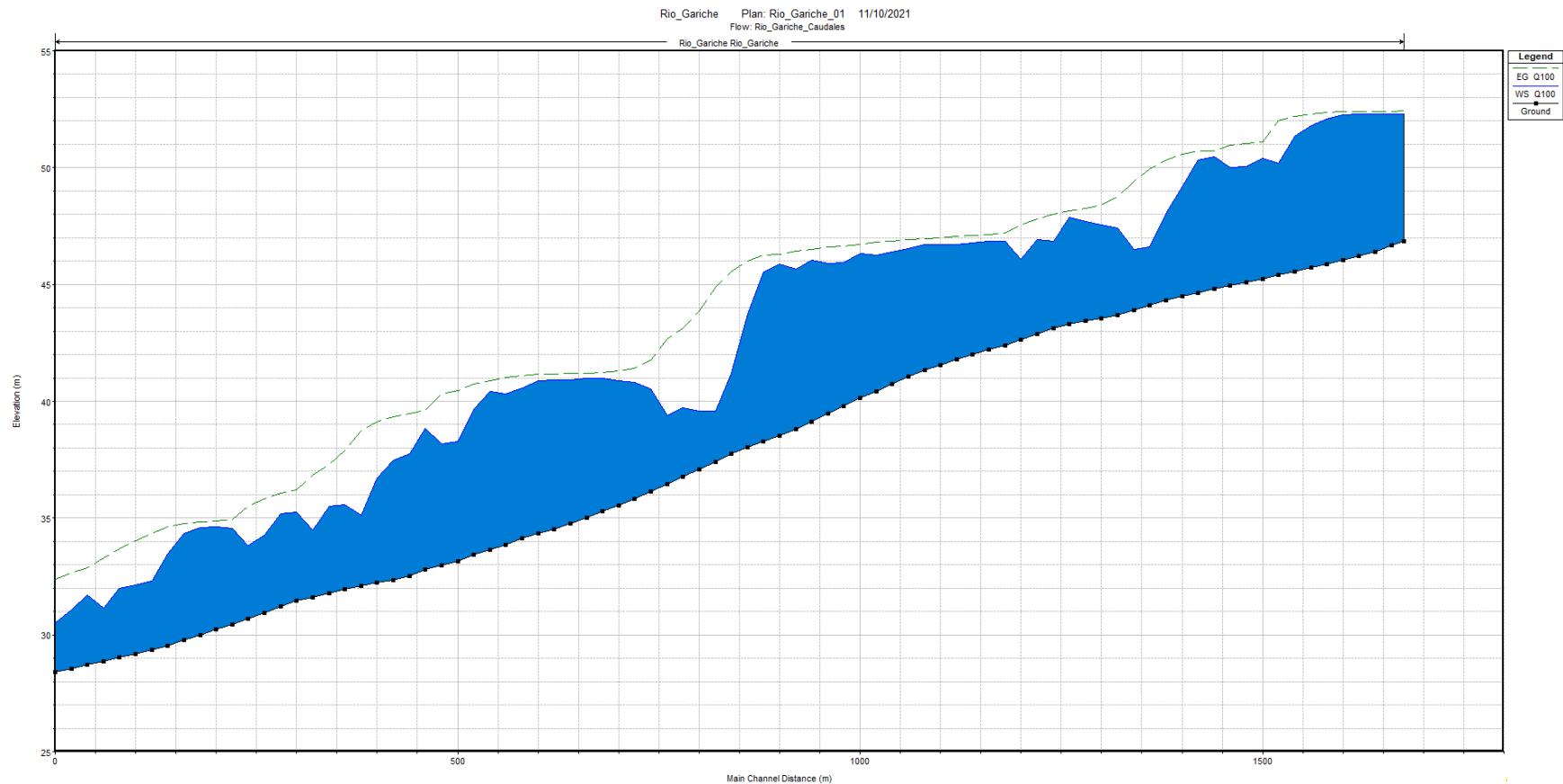


Figura 6. Elevación de la superficie de agua en el Río Gariché, $Q_{100} = 470 \text{ m}^3/\text{s}$

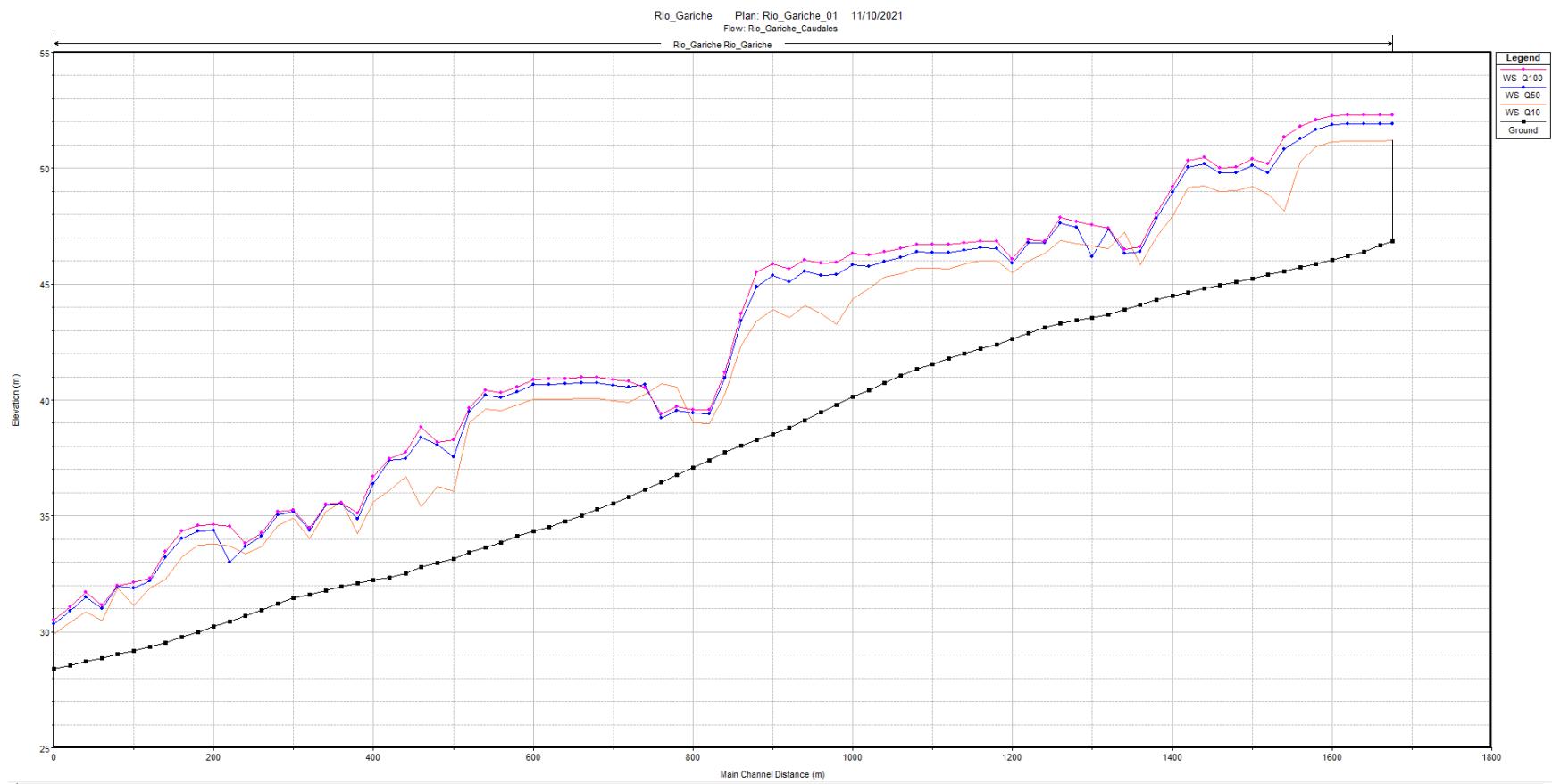


Figura 7. Elevación de la superficie de agua en el Río Gariché, para Q10, Q50 y Q100

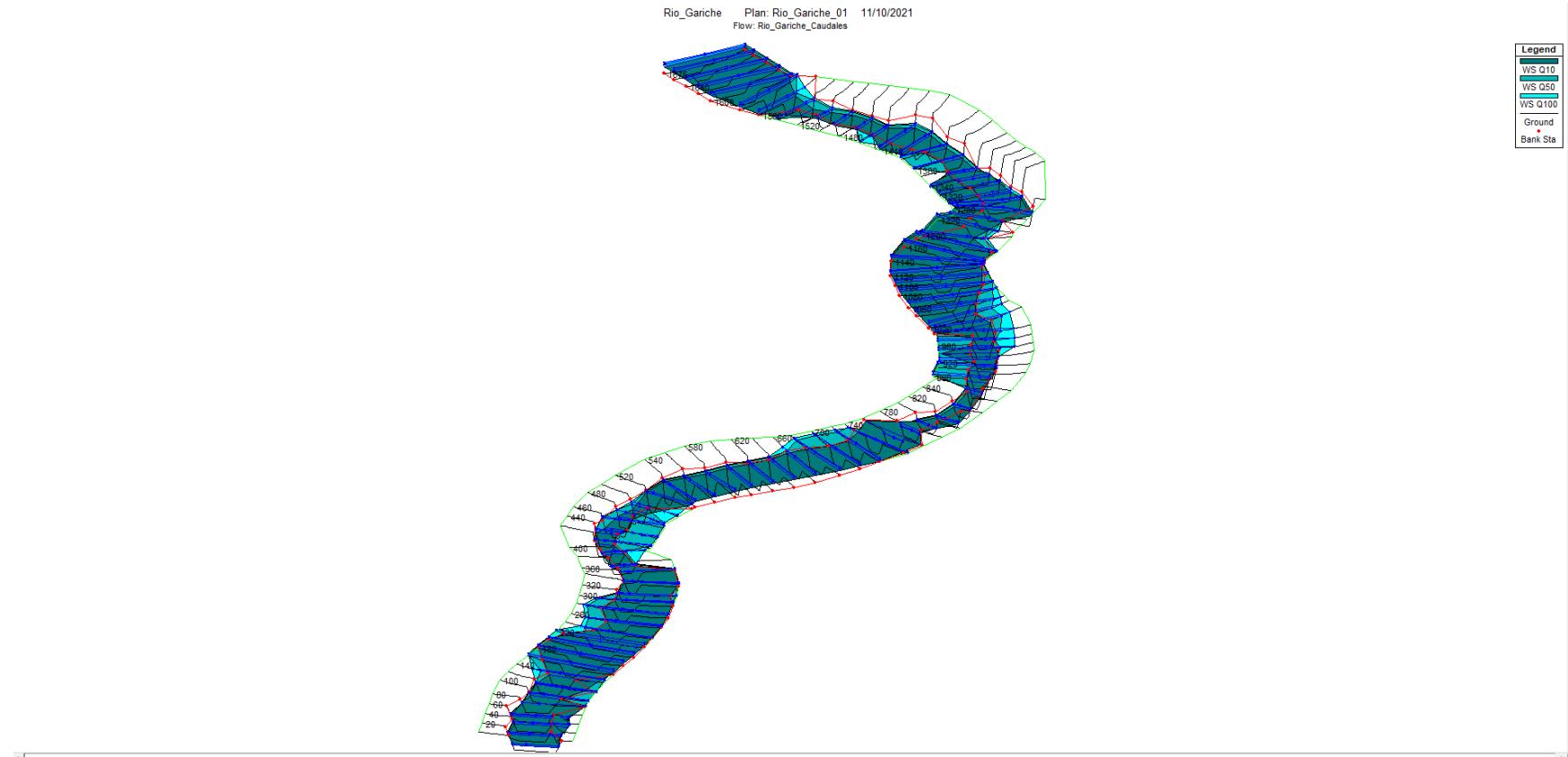


Figura 8. Representación 3-D del Río Gariché, Q₅₀ y Q₁₀₀

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m³/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Rio_Gariche	1675	Q10	279.00	46.86	51.19	49.28	51.27	0.000378	1.25	223.26	80.00	0.24
Rio_Gariche	1660	Q10	279.00	46.66	51.16		51.27	0.000426	1.29	215.53	80.00	0.25
Rio_Gariche	1640	Q10	279.00	46.41	51.18		51.26	0.000322	1.19	234.42	80.00	0.22
Rio_Gariche	1620	Q10	279.00	46.21	51.18		51.25	0.000319	1.19	235.19	80.00	0.22
Rio_Gariche	1600	Q10	279.00	46.03	51.14		51.24	0.000491	1.36	204.70	78.32	0.27
Rio_Gariche	1580	Q10	279.00	45.86	50.91		51.20	0.002758	2.39	116.61	69.45	0.59
Rio_Gariche	1560	Q10	279.00	45.71	50.30	50.30	51.06	0.009151	3.86	72.32	50.91	1.03
Rio_Gariche	1540	Q10	279.00	45.55	48.14	48.87	50.64	0.017634	7.01	39.81	17.70	1.49
Rio_Gariche	1520	Q10	279.00	45.39	48.88	48.89	50.31	0.007544	5.30	52.66	18.52	1.00
Rio_Gariche	1500	Q10	279.00	45.24	49.21	47.86	49.67	0.001842	3.01	92.58	26.72	0.52
Rio_Gariche	1480	Q10	279.00	45.09	49.02		49.62	0.002472	3.42	81.70	23.77	0.59
Rio_Gariche	1460	Q10	279.00	44.94	49.00		49.56	0.002234	3.30	84.56	23.88	0.56
Rio_Gariche	1440	Q10	279.00	44.80	49.25		49.42	0.000556	1.81	155.78	56.41	0.30
Rio_Gariche	1420	Q10	279.00	44.65	49.16		49.40	0.000793	2.19	139.77	50.52	0.35
Rio_Gariche	1400	Q10	279.00	44.50	47.95	47.95	49.26	0.007408	5.07	55.02	21.08	1.00
Rio_Gariche	1380	Q10	279.00	44.31	47.01	47.63	49.00	0.013548	6.23	44.77	20.05	1.33
Rio_Gariche	1360	Q10	279.00	44.12	45.83	46.66	48.54	0.028411	7.29	38.25	24.77	1.87
Rio_Gariche	1340	Q10	279.00	43.89	47.23	46.42	47.76	0.002522	3.30	99.18	54.87	0.61
Rio_Gariche	1320	Q10	279.00	43.71	46.53	46.53	47.63	0.006782	4.65	63.24	38.42	0.96
Rio_Gariche	1300	Q10	279.00	43.55	46.65	45.98	47.26	0.003268	3.49	85.18	47.19	0.68
Rio_Gariche	1280	Q10	279.00	43.43	46.76		47.14	0.001840	2.78	110.11	60.22	0.52
Rio_Gariche	1260	Q10	279.00	43.31	46.88		47.06	0.000707	1.88	161.16	66.02	0.33
Rio_Gariche	1240	Q10	279.00	43.14	46.34		46.98	0.003806	3.62	87.22	47.72	0.74
Rio_Gariche	1220	Q10	279.00	42.88	46.01	46.01	46.87	0.005632	4.30	83.47	52.95	0.89
Rio_Gariche	1200	Q10	279.00	42.65	45.50	45.83	46.67	0.014820	4.83	59.91	45.52	1.34
Rio_Gariche	1180	Q10	279.00	42.40	46.00	45.50	46.31	0.003195	2.45	113.78	74.06	0.63
Rio_Gariche	1160	Q10	279.00	42.20	46.01		46.23	0.002068	2.09	133.77	80.00	0.52
Rio_Gariche	1140	Q10	279.00	42.01	45.88		46.18	0.003254	2.39	116.53	80.00	0.63
Rio_Gariche	1120	Q10	279.00	41.81	45.64		46.08	0.006082	2.91	95.85	78.90	0.84
Rio_Gariche	1100	Q10	279.00	41.56	45.69		45.95	0.002529	2.27	122.73	74.94	0.57
Rio_Gariche	1080	Q10	279.00	41.32	45.70		45.89	0.001348	1.91	145.73	71.16	0.43
Rio_Gariche	1060	Q10	279.00	41.04	45.45		45.83	0.003700	2.72	102.71	62.85	0.68
Rio_Gariche	1040	Q10	279.00	40.74	45.29		45.74	0.004197	2.99	93.36	53.62	0.72
Rio_Gariche	1020	Q10	279.00	40.43	44.82	44.82	45.59	0.008537	3.91	71.42	46.84	1.01
Rio_Gariche	1000	Q10	279.00	40.13	44.34	44.54	45.35	0.014967	4.45	62.71	51.84	1.29
Rio_Gariche	980	Q10	279.00	39.80	43.27	43.53	45.03	0.009965	5.89	47.40	17.38	1.14
Rio_Gariche	960	Q10	279.00	39.46	43.72	43.22	44.81	0.004970	4.61	60.47	18.37	0.81
Rio_Gariche	940	Q10	279.00	39.12	44.09		44.57	0.001756	3.07	92.10	48.16	0.50
Rio_Gariche	920	Q10	279.00	38.82	43.54	42.68	44.47	0.003921	4.28	65.19	17.74	0.71
Rio_Gariche	900	Q10	279.00	38.53	43.89		44.27	0.001206	2.71	102.86	23.39	0.41
Rio_Gariche	880	Q10	279.00	38.27	43.41		44.19	0.003037	3.91	71.28	17.76	0.62
Rio_Gariche	860	Q10	279.00	38.05	42.35	42.35	44.01	0.008095	5.71	48.87	14.75	1.00
Rio_Gariche	840	Q10	279.00	37.76	40.26	41.26	43.58	0.025459	8.07	34.58	16.69	1.79
Rio_Gariche	820	Q10	279.00	37.38	38.97	40.06	42.85	0.046289	8.73	31.97	22.74	2.35
Rio_Gariche	800	Q10	279.00	37.09	39.00	39.87	41.83	0.027468	7.45	37.43	22.86	1.86
Rio_Gariche	780	Q10	279.00	36.78	40.56	39.69	41.19	0.003241	3.54	78.91	28.71	0.68
Rio_Gariche	760	Q10	279.00	36.45	40.70		41.04	0.003468	2.56	108.86	70.84	0.66
Rio_Gariche	740	Q10	279.00	36.14	40.23	40.23	40.90	0.008457	3.63	76.96	57.65	1.00
Rio_Gariche	720	Q10	279.00	35.83	39.91	38.94	40.40	0.004596	3.12	89.30	52.64	0.77
Rio_Gariche	700	Q10	279.00	35.55	39.97		40.29	0.002072	2.48	112.29	50.43	0.53
Rio_Gariche	680	Q10	279.00	35.28	40.06		40.22	0.000732	1.75	159.38	55.03	0.33
Rio_Gariche	660	Q10	279.00	35.03	40.07		40.20	0.000557	1.61	173.82	54.62	0.29
Rio_Gariche	640	Q10	279.00	34.77	40.04		40.19	0.000600	1.71	163.53	48.39	0.30
Rio_Gariche	620	Q10	279.00	34.54	40.03		40.17	0.000571	1.69	165.45	47.26	0.29
Rio_Gariche	600	Q10	279.00	34.34	40.02		40.16	0.000547	1.66	168.10	47.58	0.28
Rio_Gariche	580	Q10	279.00	34.13	39.80		40.12	0.002185	2.52	110.52	46.64	0.52
Rio_Gariche	560	Q10	279.00	33.85	39.53		40.04	0.004888	3.16	88.26	49.10	0.75
Rio_Gariche	540	Q10	279.00	33.65	39.61		39.92	0.002118	2.43	114.59	50.50	0.52
Rio_Gariche	520	Q10	279.00	33.44	39.03	39.03	39.79	0.009052	3.88	71.88	47.77	1.01
Rio_Gariche	500	Q10	279.00	33.15	36.06	37.05	39.28	0.021862	7.94	35.13	14.61	1.64
Rio_Gariche	480	Q10	279.00	32.99	36.29	36.89	38.68	0.014355	6.86	40.69	15.12	1.33
Rio_Gariche	460	Q10	279.00	32.78	35.39	36.26	38.27	0.024467	7.51	37.17	19.46	1.73
Rio_Gariche	440	Q10	279.00	32.52	36.68	36.21	37.80	0.005156	4.68	59.59	17.95	0.82
Rio_Gariche	420	Q10	279.00	32.33	36.10	36.10	37.63	0.007927	5.49	50.85	16.74	1.01
Rio_Gariche	400	Q10	279.00	32.22	35.62	35.96	37.42	0.010861	5.95	46.88	18.74	1.20
Rio_Gariche	380	Q10	279.00	32.10	34.24	35.08	37.02	0.023665	7.38	37.79	20.25	1.73
Rio_Gariche	360	Q10	279.00	31.96	35.59	35.59	36.38	0.008640	3.92	71.23	47.30	1.02
Rio_Gariche	340	Q10	279.00	31.78	35.18	35.35	36.15	0.012247	4.37	63.81	46.84	1.20
Rio_Gariche	320	Q10	279.00	31.61	34.02	34.53	35.73	0.027702	5.78	48.26	44.06	1.76
Rio_Gariche	300	Q10	279.00	31.46	34.92	34.54	35.40	0.004035	3.07	90.86	49.48	0.72
Rio_Gariche	280	Q10	279.00	31.23	34.60	34.60	35.27	0.008576	3.63	76.85	58.08	1.01
Rio_Gariche	260	Q10	279.00	30.94	33.68	34.04	34.96	0.019191	5.01	55.72	48.10	1.49
Rio_Gariche	240	Q10	279.00	30.68	33.36	33.69	34.56	0.018552	4.85	57.51	51.24	1.46
Rio_Gariche	220	Q10	279.00	30.46	33.71	33.08	34.04	0.003401	2.53	110.41	72.73	0.65
Rio_Gariche	200	Q10	279.00	30.22	33.78		33.95	0.001417	1.87	149.16	80.00	0.44
Rio_Gariche	180	Q10	279.00	30.00	33.74		33.92	0.001454	1.88	148.01	80.00	0.44
Rio_Gariche	160	Q10	279.00	29.76	33.21	33.21	33.82	0.008627	3.47	80.46	66.27	1.00
Rio_Gariche	140	Q10	279.00	29.54	32.26	32.58	33.58	0.008577	5.05	58.32	44.05	1.08
Rio_Gariche	120	Q10	279.00	29.36	31.89	32.32	33.31	0.020303	5.28	52.80	43.60	1.53

HEC-RAS Plan: R01 River: Rio_Gariche Reach: Rio_Gariche Profile: Q10 (Continued)												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Rio_Gariche	100	Q10	279.00	29.16	31.16	31.66	32.92	0.015731	5.88	47.48	27.34	1.42
Rio_Gariche	80	Q10	279.00	29.03	31.88	31.89	32.58	0.008569	3.73	74.85	54.64	1.02
Rio_Gariche	60	Q10	279.00	28.87	30.48	31.00	32.23	0.020361	5.87	48.08	36.86	1.58
Rio_Gariche	40	Q10	279.00	28.71	30.88	30.88	31.79	0.007430	4.34	72.43	41.64	1.00
Rio_Gariche	20	Q10	279.00	28.56	30.40	30.63	31.58	0.011653	4.87	60.96	40.00	1.22
Rio_Gariche	0	Q10	279.00	28.41	29.91	30.27	31.29	0.016388	5.20	53.62	38.82	1.41

Tabla 2. Cuadro con los resultados del tramo de análisis del Río Gariché para Q₁₀

En el recuadro rojo se muestran los niveles del fondo del cauce.

En el recuadro azul se muestran los niveles de aguas máximas extraordinarias para Q₁₀

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Rio_Gariche	1675	Q50	417.00	46.86	51.91	49.68	52.03	0.000402	1.49	280.80	80.00	0.25
Rio_Gariche	1660	Q50	417.00	46.66	51.90		52.02	0.000442	1.53	272.98	80.00	0.26
Rio_Gariche	1640	Q50	417.00	46.41	51.90		52.01	0.000354	1.43	291.93	80.00	0.24
Rio_Gariche	1620	Q50	417.00	46.21	51.90		52.00	0.000352	1.42	292.65	80.00	0.24
Rio_Gariche	1600	Q50	417.00	46.03	51.86		51.99	0.000507	1.59	261.71	80.00	0.28
Rio_Gariche	1580	Q50	417.00	45.86	51.65		51.95	0.001998	2.43	171.84	78.37	0.52
Rio_Gariche	1560	Q50	417.00	45.71	51.28		51.87	0.003735	3.41	122.37	51.65	0.71
Rio_Gariche	1540	Q50	417.00	45.55	50.83	49.78	51.77	0.003150	4.35	111.12	51.21	0.67
Rio_Gariche	1520	Q50	417.00	45.39	49.81	49.81	51.59	0.007359	5.92	70.48	20.04	1.01
Rio_Gariche	1500	Q50	417.00	45.24	50.11	48.62	50.75	0.002029	3.56	117.34	29.01	0.55
Rio_Gariche	1480	Q50	417.00	45.09	49.81		50.68	0.002993	4.13	100.89	24.90	0.66
Rio_Gariche	1460	Q50	417.00	44.94	49.79		50.61	0.002764	4.02	103.71	25.00	0.63
Rio_Gariche	1440	Q50	417.00	44.80	50.18		50.41	0.000603	2.14	208.09	56.78	0.32
Rio_Gariche	1420	Q50	417.00	44.65	50.06		50.39	0.000876	2.59	185.31	50.89	0.38
Rio_Gariche	1400	Q50	417.00	44.50	48.97	48.97	50.26	0.005300	5.13	97.49	46.88	0.88
Rio_Gariche	1380	Q50	417.00	44.31	47.85	48.50	50.02	0.011185	6.58	71.46	49.63	1.24
Rio_Gariche	1360	Q50	417.00	44.12	46.39	47.52	49.60	0.023984	7.93	52.61	26.20	1.79
Rio_Gariche	1340	Q50	417.00	43.89	46.32	47.28	49.03	0.018790	7.29	57.29	28.49	1.58
Rio_Gariche	1320	Q50	417.00	43.71	47.36	47.36	48.47	0.005449	4.80	106.45	55.95	0.88
Rio_Gariche	1300	Q50	417.00	43.55	46.19	46.85	48.21	0.012833	6.31	66.85	34.14	1.32
Rio_Gariche	1280	Q50	417.00	43.43	47.45	46.32	47.96	0.001938	3.23	151.79	60.53	0.54
Rio_Gariche	1260	Q50	417.00	43.31	47.61		47.85	0.000791	2.24	209.09	66.38	0.36
Rio_Gariche	1240	Q50	417.00	43.14	46.79	46.60	47.75	0.004754	4.47	108.71	48.14	0.84
Rio_Gariche	1220	Q50	417.00	42.88	46.79	46.79	47.60	0.005290	4.33	126.16	60.06	0.88
Rio_Gariche	1200	Q50	417.00	42.65	45.90	46.29	47.37	0.016396	5.42	79.77	54.49	1.43
Rio_Gariche	1180	Q50	417.00	42.40	46.54	45.93	46.91	0.002697	2.70	155.63	80.00	0.61
Rio_Gariche	1160	Q50	417.00	42.20	46.56		46.84	0.001838	2.35	177.28	80.00	0.50
Rio_Gariche	1140	Q50	417.00	42.01	46.45		46.79	0.002466	2.57	162.07	80.00	0.58
Rio_Gariche	1120	Q50	417.00	41.81	46.34		46.73	0.003004	2.75	151.94	80.00	0.64
Rio_Gariche	1100	Q50	417.00	41.56	46.37		46.65	0.001817	2.37	176.59	80.00	0.50
Rio_Gariche	1080	Q50	417.00	41.32	46.38		46.61	0.001186	2.14	197.22	80.00	0.42
Rio_Gariche	1060	Q50	417.00	41.04	46.16		46.56	0.002527	2.80	152.14	75.82	0.59
Rio_Gariche	1040	Q50	417.00	40.74	45.99		46.49	0.003057	3.16	136.95	69.71	0.65
Rio_Gariche	1020	Q50	417.00	40.43	45.75		46.41	0.003961	3.61	119.39	62.53	0.74
Rio_Gariche	1000	Q50	417.00	40.13	45.84		46.28	0.002355	2.93	144.29	62.76	0.57
Rio_Gariche	980	Q50	417.00	39.80	45.42		46.20	0.002633	4.16	136.09	54.48	0.63
Rio_Gariche	960	Q50	417.00	39.46	45.37		46.14	0.002491	4.09	133.25	48.59	0.60
Rio_Gariche	940	Q50	417.00	39.12	45.56		46.01	0.001177	3.07	167.23	51.58	0.43
Rio_Gariche	920	Q50	417.00	38.82	45.08		45.94	0.002707	4.20	121.84	49.13	0.61
Rio_Gariche	900	Q50	417.00	38.53	45.36		45.78	0.000969	2.91	168.58	50.60	0.39
Rio_Gariche	880	Q50	417.00	38.27	44.89		45.71	0.002429	4.07	121.13	48.17	0.57
Rio_Gariche	860	Q50	417.00	38.05	43.42	43.42	45.50	0.007683	6.39	65.56	16.46	1.00
Rio_Gariche	840	Q50	417.00	37.76	40.95	42.18	45.05	0.023175	8.97	46.56	17.79	1.76
Rio_Gariche	820	Q50	417.00	37.38	39.42	40.81	44.35	0.043009	9.84	42.39	23.45	2.34
Rio_Gariche	800	Q50	417.00	37.09	39.44	40.63	43.34	0.029262	8.74	47.71	23.75	1.97
Rio_Gariche	780	Q50	417.00	36.78	39.55	40.60	42.62	0.019409	7.76	53.73	23.13	1.63
Rio_Gariche	760	Q50	417.00	36.45	39.24	40.68	42.21	0.018738	7.63	54.63	23.57	1.60
Rio_Gariche	740	Q50	417.00	36.14	40.67	40.67	41.47	0.007615	3.98	107.11	75.37	0.99
Rio_Gariche	720	Q50	417.00	35.83	40.57	40.07	41.14	0.003426	3.33	129.93	70.70	0.69
Rio_Gariche	700	Q50	417.00	35.55	40.63		41.04	0.001959	2.84	154.86	72.35	0.54
Rio_Gariche	680	Q50	417.00	35.26	40.73		40.96	0.000834	2.12	200.87	71.03	0.36
Rio_Gariche	660	Q50	417.00	35.03	40.74		40.94	0.006777	1.98	210.63	55.25	0.32
Rio_Gariche	640	Q50	417.00	34.77	40.69		40.92	0.000758	2.14	195.10	48.89	0.34
Rio_Gariche	620	Q50	417.00	34.54	40.67		40.90	0.000743	2.13	196.10	47.73	0.33
Rio_Gariche	600	Q50	417.00	34.34	40.66		40.89	0.000723	2.10	198.84	48.00	0.33
Rio_Gariche	580	Q50	417.00	34.13	40.37		40.84	0.002448	3.04	137.17	46.94	0.57
Rio_Gariche	560	Q50	417.00	33.85	40.10		40.75	0.004501	3.59	116.17	49.50	0.75
Rio_Gariche	540	Q50	417.00	33.65	40.20		40.62	0.002271	2.90	144.04	50.82	0.55
Rio_Gariche	520	Q50	417.00	33.44	39.50	39.50	40.49	0.008233	4.40	94.87	48.10	1.00
Rio_Gariche	500	Q50	417.00	33.15	37.55	38.20	40.14	0.011583	7.12	58.53	16.88	1.22
Rio_Gariche	480	Q50	417.00	32.99	38.05	38.05	39.85	0.006887	5.95	72.81	30.07	0.95
Rio_Gariche	460	Q50	417.00	32.78	38.39	37.10	39.21	0.002335	4.07	121.49	54.57	0.60
Rio_Gariche	440	Q50	417.00	32.52	37.48	37.27	39.06	0.005886	5.59	78.56	34.83	0.89
Rio_Gariche	420	Q50	417.00	32.33	37.40	37.40	38.94	0.005494	5.55	86.49	47.21	0.87
Rio_Gariche	400	Q50	417.00	32.22	36.38	37.06	38.71	0.010763	6.76	61.85	20.74	1.23
Rio_Gariche	380	Q50	417.00	32.10	34.87	36.20	38.30	0.020945	8.21	50.95	21.61	1.68
Rio_Gariche	360	Q50	417.00	31.96	35.55	36.08	37.41	0.021324	6.04	69.07	47.25	1.59
Rio_Gariche	340	Q50	417.00	31.78	35.47	35.83	36.94	0.014498	5.37	77.73	47.48	1.34
Rio_Gariche	320	Q50	417.00	31.61	34.38	35.01	36.50	0.024530	6.47	65.61	49.55	1.73
Rio_Gariche	300	Q50	417.00	31.46	35.17	35.02	36.00	0.005881	4.03	105.20	62.79	0.89
Rio_Gariche	280	Q50	417.00	31.23	35.03	35.03	35.86	0.007545	4.05	105.24	70.87	0.98
Rio_Gariche	260	Q50	417.00	30.94	34.13	34.53	35.59	0.014540	5.37	80.09	63.69	1.36
Rio_Gariche	240	Q50	417.00	30.68	33.69	34.15	35.27	0.017642	5.57	75.93	61.60	1.49
Rio_Gariche	220	Q50	417.00	30.46	33.03	33.68	34.87	0.016818	6.02	69.27	44.65	1.54
Rio_Gariche	200	Q50	417.00	30.22	34.37	33.19	34.60	0.001284	2.12	196.65	80.00	0.43
Rio_Gariche	180	Q50	417.00	30.00	34.34		34.57	0.001303	2.13	195.81	80.00	0.43
Rio_Gariche	160	Q50	417.00	29.78	34.04	33.59	34.51	0.003358	3.04	143.10	80.00	0.68
Rio_Gariche	140	Q50	417.00	29.54	33.23	33.23	34.36	0.005199	4.89	106.67	58.40	0.89
Rio_Gariche	120	Q50	417.00	29.36	32.21	32.76	34.09	0.024214	6.08	68.79	54.97	1.70

HEC-RAS Plan: R01 River: Rio_Gariche Reach: Rio_Gariche Profile: Q50 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Rio_Gariche	100	Q50	417.00	29.16	31.89	32.42	33.77	0.011371	6.10	72.91	53.20	1.27
Rio_Gariche	80	Q50	417.00	29.03	31.96	32.31	33.36	0.015689	5.24	79.57	54.73	1.39
Rio_Gariche	60	Q50	417.00	28.87	31.01	31.58	32.99	0.016039	6.25	69.15	41.39	1.47
Rio_Gariche	40	Q50	417.00	28.71	31.49	31.48	32.61	0.006986	4.85	99.09	46.79	1.00
Rio_Gariche	20	Q50	417.00	28.56	30.90	31.21	32.40	0.010958	5.50	81.73	42.84	1.23
Rio_Gariche	0	Q50	417.00	28.41	30.34	30.82	32.11	0.015268	5.90	70.67	39.91	1.42

Tabla 3. Cuadro con los resultados del tramo de análisis del Río Gariché para Q₅₀

En el recuadro rojo se muestran los niveles del fondo del cauce.

En el recuadro azul se muestran los niveles de aguas máximas extraordinarias para Q₅₀

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Rio_Gariche	1675	Q100	470.00	46.86	52.30	49.82	52.42	0.000364	1.51	311.95	80.00	0.24
Rio_Gariche	1660	Q100	470.00	46.66	52.29		52.41	0.000396	1.54	304.24	80.00	0.25
Rio_Gariche	1640	Q100	470.00	46.41	52.29		52.40	0.000324	1.45	323.18	80.00	0.23
Rio_Gariche	1620	Q100	470.00	46.21	52.29		52.39	0.000322	1.45	323.95	80.00	0.23
Rio_Gariche	1600	Q100	470.00	46.03	52.25		52.38	0.000446	1.60	293.28	80.00	0.27
Rio_Gariche	1580	Q100	470.00	45.86	52.09		52.36	0.001418	2.27	206.94	80.00	0.45
Rio_Gariche	1560	Q100	470.00	45.71	51.80		52.29	0.003065	3.11	150.90	63.32	0.64
Rio_Gariche	1540	Q100	470.00	45.55	51.34	50.10	52.20	0.002630	4.23	137.45	51.59	0.62
Rio_Gariche	1520	Q100	470.00	45.39	50.19		52.02	0.007158	5.99	78.50	21.45	1.00
Rio_Gariche	1500	Q100	470.00	45.24	50.39	48.88	51.11	0.002098	3.76	125.79	30.25	0.57
Rio_Gariche	1480	Q100	470.00	45.09	50.04		51.03	0.003227	4.40	106.72	25.24	0.68
Rio_Gariche	1460	Q100	470.00	44.94	50.02	48.85	50.96	0.002966	4.29	110.86	43.08	0.66
Rio_Gariche	1440	Q100	470.00	44.80	50.47		50.73	0.000625	2.26	224.71	56.89	0.32
Rio_Gariche	1420	Q100	470.00	44.65	50.34		50.70	0.000917	2.74	199.60	51.00	0.39
Rio_Gariche	1400	Q100	470.00	44.50	49.22	49.22	50.57	0.005253	5.31	109.00	46.99	0.88
Rio_Gariche	1380	Q100	470.00	44.31	48.06	48.73	50.33	0.010969	6.79	81.87	49.73	1.24
Rio_Gariche	1360	Q100	470.00	44.12	46.61	47.75	49.92	0.022036	8.06	58.31	26.64	1.74
Rio_Gariche	1340	Q100	470.00	43.89	46.51	47.49	49.40	0.018111	7.54	63.48	36.00	1.57
Rio_Gariche	1320	Q100	470.00	43.71	47.43	47.56	48.75	0.006400	5.26	110.07	55.98	0.96
Rio_Gariche	1300	Q100	470.00	43.55	47.54	47.09	48.38	0.003385	4.19	134.90	57.04	0.71
Rio_Gariche	1280	Q100	470.00	43.43	47.70		48.24	0.001939	3.37	166.88	60.64	0.55
Rio_Gariche	1260	Q100	470.00	43.31	47.86		48.13	0.000809	2.36	226.18	66.51	0.37
Rio_Gariche	1240	Q100	470.00	43.14	46.84	46.80	48.01	0.005646	4.92	111.45	48.19	0.92
Rio_Gariche	1220	Q100	470.00	42.88	46.93	46.93	47.80	0.002621	4.51	134.87	64.50	0.95
Rio_Gariche	1200	Q100	470.00	42.65	46.08	46.45	47.56	0.014518	5.44	89.80	58.54	1.37
Rio_Gariche	1180	Q100	470.00	42.40	46.83	46.08	47.19	0.002183	2.65	179.19	80.00	0.56
Rio_Gariche	1160	Q100	470.00	42.20	46.85		47.13	0.001554	2.34	200.89	80.00	0.47
Rio_Gariche	1140	Q100	470.00	42.01	46.77		47.09	0.001944	2.51	187.56	80.00	0.52
Rio_Gariche	1120	Q100	470.00	41.81	46.70		47.05	0.002181	2.62	180.19	80.00	0.56
Rio_Gariche	1100	Q100	470.00	41.56	46.72		46.99	0.001435	2.31	204.45	80.00	0.46
Rio_Gariche	1080	Q100	470.00	41.32	46.72		46.95	0.001008	2.13	224.86	80.00	0.39
Rio_Gariche	1060	Q100	470.00	41.04	46.55		46.91	0.001903	2.69	182.49	80.00	0.52
Rio_Gariche	1040	Q100	470.00	40.74	46.41		46.86	0.002254	3.00	167.74	76.19	0.57
Rio_Gariche	1020	Q100	470.00	40.43	46.24		46.80	0.002682	3.33	153.15	72.59	0.62
Rio_Gariche	1000	Q100	470.00	40.13	46.32		46.71	0.001737	2.79	175.92	70.75	0.50
Rio_Gariche	980	Q100	470.00	39.80	45.94		46.64	0.002120	4.01	167.85	65.29	0.57
Rio_Gariche	960	Q100	470.00	39.46	45.89		46.60	0.002056	3.98	163.72	65.21	0.56
Rio_Gariche	940	Q100	470.00	39.12	46.04		46.49	0.001061	3.09	194.40	64.34	0.41
Rio_Gariche	920	Q100	470.00	38.82	45.66		46.43	0.002175	4.06	150.35	49.54	0.56
Rio_Gariche	900	Q100	470.00	38.53	45.88		46.30	0.000883	2.94	195.02	50.94	0.37
Rio_Gariche	880	Q100	470.00	38.27	45.50	43.54	46.24	0.001964	3.94	150.64	48.56	0.52
Rio_Gariche	860	Q100	470.00	38.05	43.73	43.73	46.01	0.007831	6.69	70.83	16.99	1.01
Rio_Gariche	840	Q100	470.00	37.76	41.20	42.50	45.56	0.022419	9.25	50.94	18.17	1.75
Rio_Gariche	820	Q100	470.00	37.38	39.58	41.07	44.87	0.042082	10.19	46.14	23.70	2.33
Rio_Gariche	800	Q100	470.00	37.09	39.60	40.89	43.86	0.029639	9.14	51.42	24.06	2.00
Rio_Gariche	780	Q100	470.00	36.78	39.71	40.93	43.12	0.020221	8.18	57.49	23.52	1.67
Rio_Gariche	760	Q100	470.00	36.45	39.40	40.83	42.68	0.019372	8.02	58.61	24.00	1.64
Rio_Gariche	740	Q100	470.00	36.14	40.53	40.81	41.75	0.012947	4.90	96.98	72.54	1.27
Rio_Gariche	720	Q100	470.00	35.83	40.81	40.23	41.39	0.003126	3.38	147.47	74.87	0.67
Rio_Gariche	700	Q100	470.00	35.55	40.87		41.30	0.001899	2.94	172.34	75.85	0.53
Rio_Gariche	680	Q100	470.00	35.28	40.97		41.22	0.000853	2.23	218.26	75.37	0.37
Rio_Gariche	660	Q100	470.00	35.03	40.97		41.20	0.000708	2.10	224.36	63.63	0.33
Rio_Gariche	640	Q100	470.00	34.77	40.91		41.18	0.000806	2.28	206.25	49.07	0.35
Rio_Gariche	620	Q100	470.00	34.54	40.90		41.16	0.000794	2.27	206.92	47.89	0.35
Rio_Gariche	600	Q100	470.00	34.34	40.89		41.15	0.000778	2.24	209.69	48.14	0.34
Rio_Gariche	580	Q100	470.00	34.13	40.57		41.09	0.002515	3.20	146.65	47.05	0.58
Rio_Gariche	560	Q100	470.00	33.85	40.30		41.01	0.004364	3.72	126.38	49.65	0.74
Rio_Gariche	540	Q100	470.00	33.65	40.41		40.88	0.002296	3.04	154.72	50.94	0.56
Rio_Gariche	520	Q100	470.00	33.44	39.65	39.65	40.74	0.008336	4.62	101.78	48.20	1.01
Rio_Gariche	500	Q100	470.00	33.15	38.29	38.90	40.46	0.008059	6.54	75.85	33.10	1.04
Rio_Gariche	480	Q100	470.00	32.99	38.17	38.76	39.31	0.007995	6.51	76.40	33.54	1.03
Rio_Gariche	460	Q100	470.00	32.78	38.82	37.42	39.62	0.002082	4.08	145.11	54.88	0.58
Rio_Gariche	440	Q100	470.00	32.52	37.77	37.77	39.47	0.005920	5.82	90.03	44.96	0.90
Rio_Gariche	420	Q100	470.00	32.33	37.48	37.82	39.33	0.006459	6.10	90.62	49.84	0.95
Rio_Gariche	400	Q100	470.00	32.22	36.70	37.36	39.11	0.010091	6.89	69.84	33.56	1.20
Rio_Gariche	380	Q100	470.00	32.10	35.10	36.47	38.72	0.019838	8.43	56.11	22.12	1.66
Rio_Gariche	360	Q100	470.00	31.96	35.56	36.25	37.88	0.026179	6.73	69.80	47.26	1.77
Rio_Gariche	340	Q100	470.00	31.78	35.51	36.00	37.30	0.017317	5.93	79.20	47.54	1.47
Rio_Gariche	320	Q100	470.00	31.61	34.48	35.17	36.83	0.025057	6.81	70.41	49.68	1.77
Rio_Gariche	300	Q100	470.00	31.46	35.27	35.20	36.22	0.006366	4.32	111.81	66.32	0.93
Rio_Gariche	280	Q100	470.00	31.23	35.18	35.18	36.07	0.007182	4.18	116.45	74.03	0.97
Rio_Gariche	260	Q100	470.00	30.94	34.28	34.69	35.81	0.013573	5.50	90.06	67.70	1.33
Rio_Gariche	240	Q100	470.00	30.68	33.81	34.31	35.50	0.016862	5.76	83.93	65.75	1.47
Rio_Gariche	220	Q100	470.00	30.46	34.56	33.82	34.93	0.002230	2.72	176.43	80.00	0.57
Rio_Gariche	200	Q100	470.00	30.22	34.62		34.86	0.001191	2.17	216.63	80.00	0.42
Rio_Gariche	180	Q100	470.00	30.00	34.59		34.83	0.002103	2.18	215.99	80.00	0.42
Rio_Gariche	160	Q100	470.00	29.78	34.34	33.73	34.78	0.002713	2.97	166.45	80.00	0.62
Rio_Gariche	140	Q100	470.00	29.54	33.46	33.46	34.63	0.004987	5.03	121.24	66.37	0.88
Rio_Gariche	120	Q100	470.00	29.36	32.31	32.91	34.36	0.023910	6.34	74.49	55.11	1.71

HEC-RAS Plan: R01 River: Rio_Gariche Reach: Rio_Gariche Profile: Q100 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El (m3/s)	V.S. Elev (m)	crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Rio_Gariche	100	Q100	470.00	29.16	32.13	32.63	34.01	0.010205	6.14	85.85	53.50	1.22
Rio_Gariche	80	Q100	470.00	29.03	32.00	32.46	33.69	0.018204	5.74	81.83	54.78	1.50
Rio_Gariche	60	Q100	470.00	28.87	31.16	31.71	33.30	0.016019	6.51	75.30	42.65	1.48
Rio_Gariche	40	Q100	470.00	28.71	31.70	31.70	32.88	0.006735	4.98	109.55	48.37	0.99
Rio_Gariche	20	Q100	470.00	28.56	31.09	31.41	32.67	0.010577	5.67	89.83	43.89	1.22
Rio_Gariche	0	Q100	470.00	28.41	30.50	31.01	32.39	0.014772	6.10	77.07	40.31	1.41

Tabla 4. Cuadro con los resultados del tramo de análisis del Río Gariché para Q100

En el recuadro rojo se muestran los niveles del fondo del cauce

En el recuadro azul se muestran los niveles de aguas máximas extraordinarias para Q100

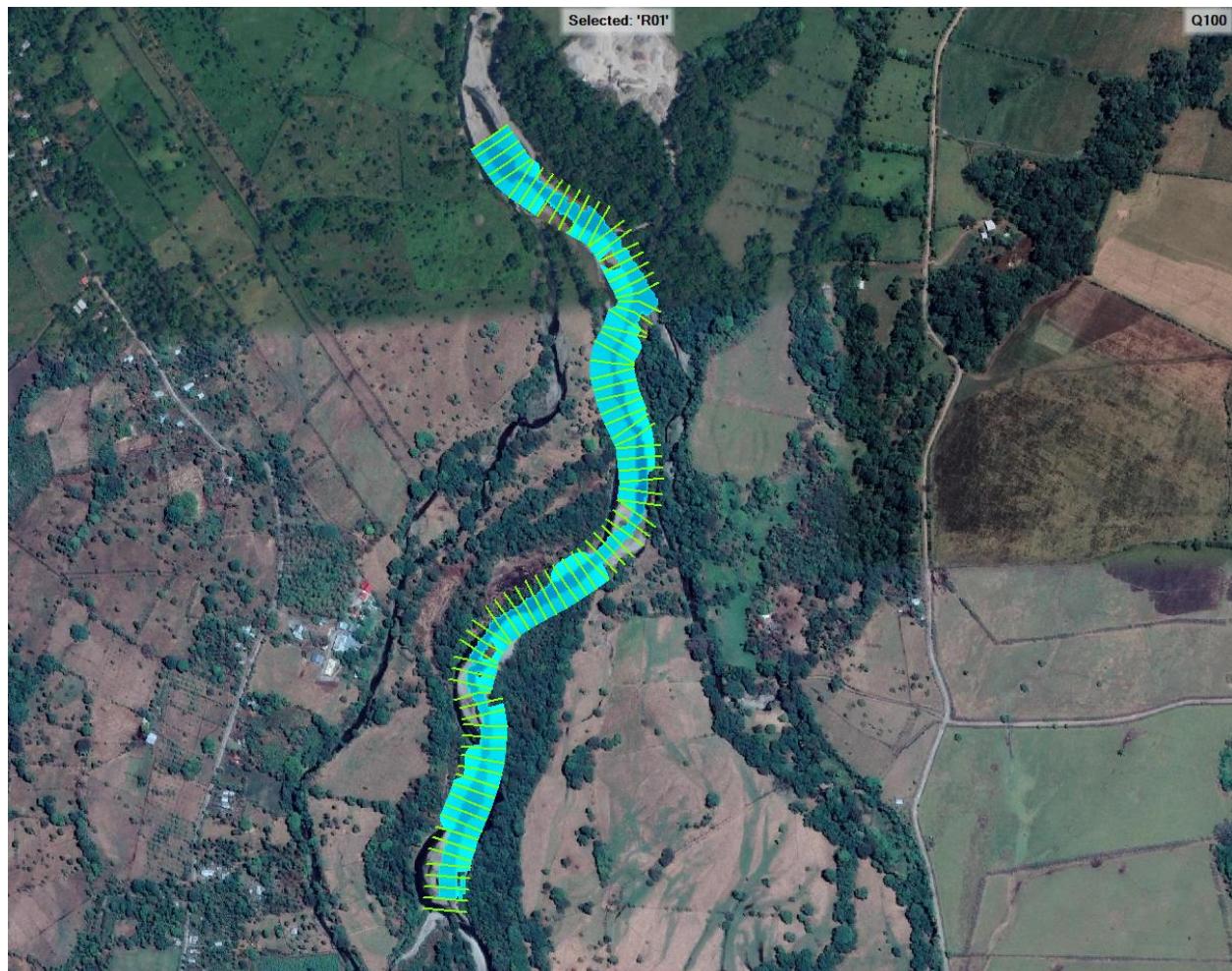
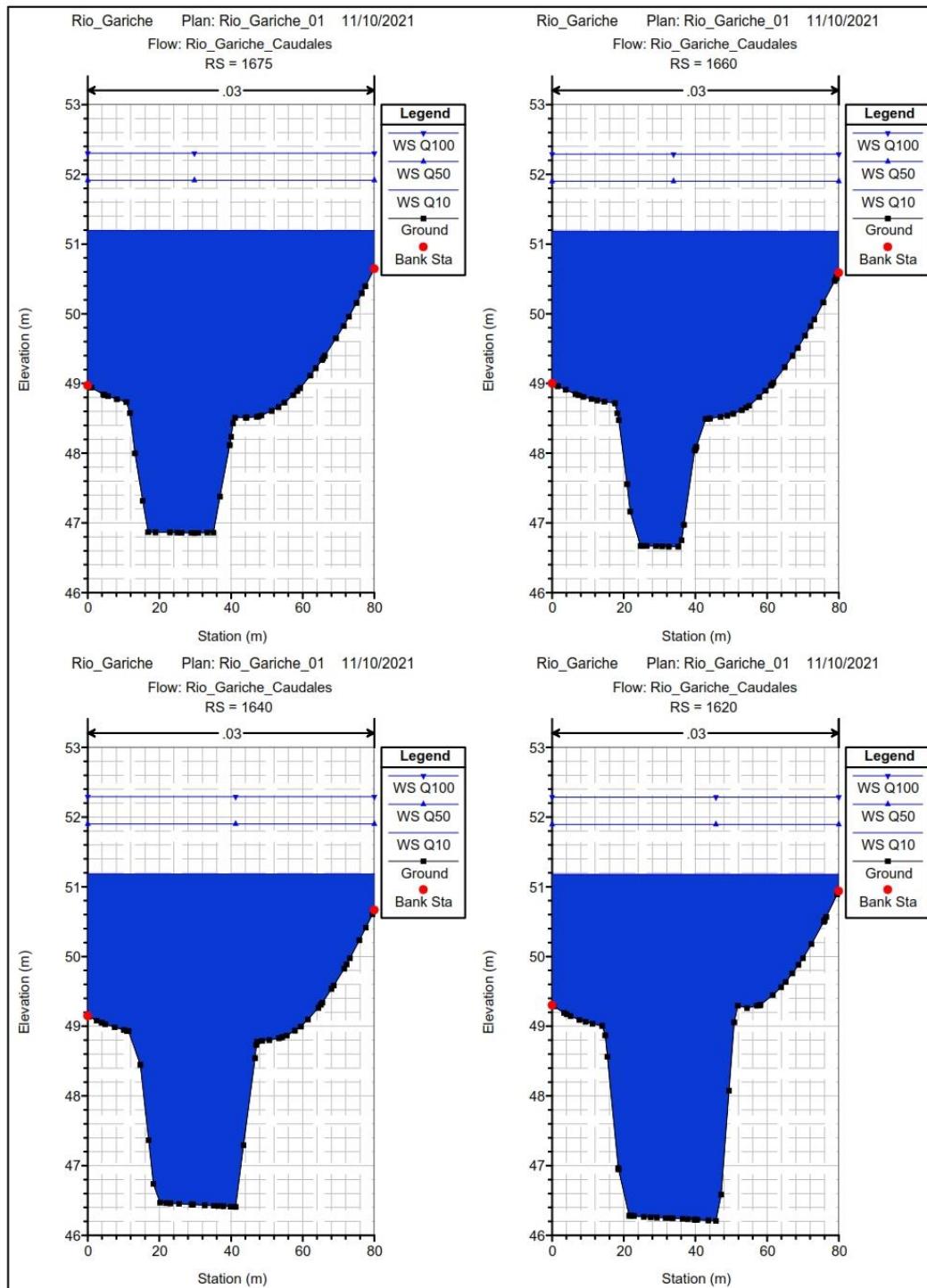
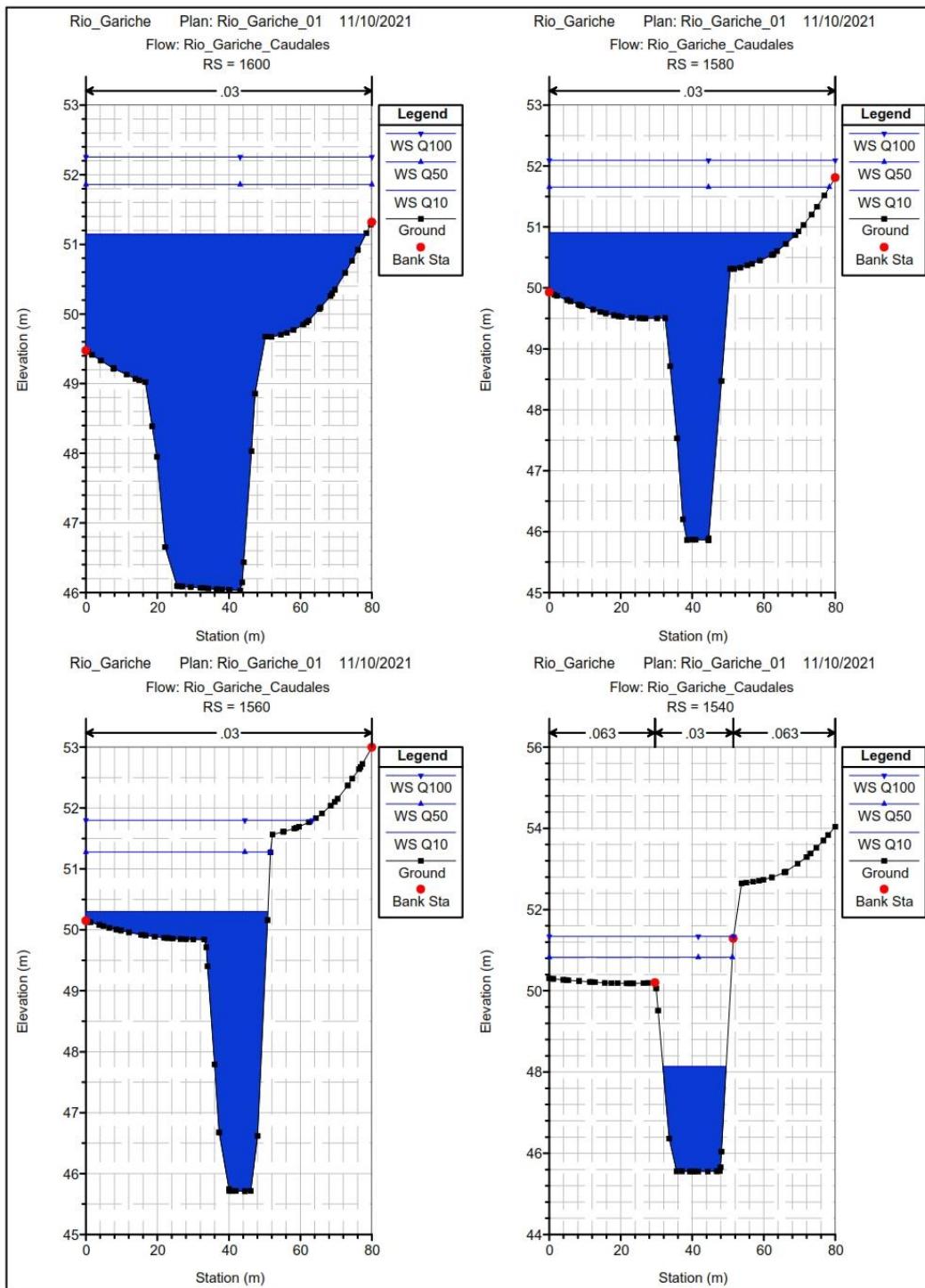


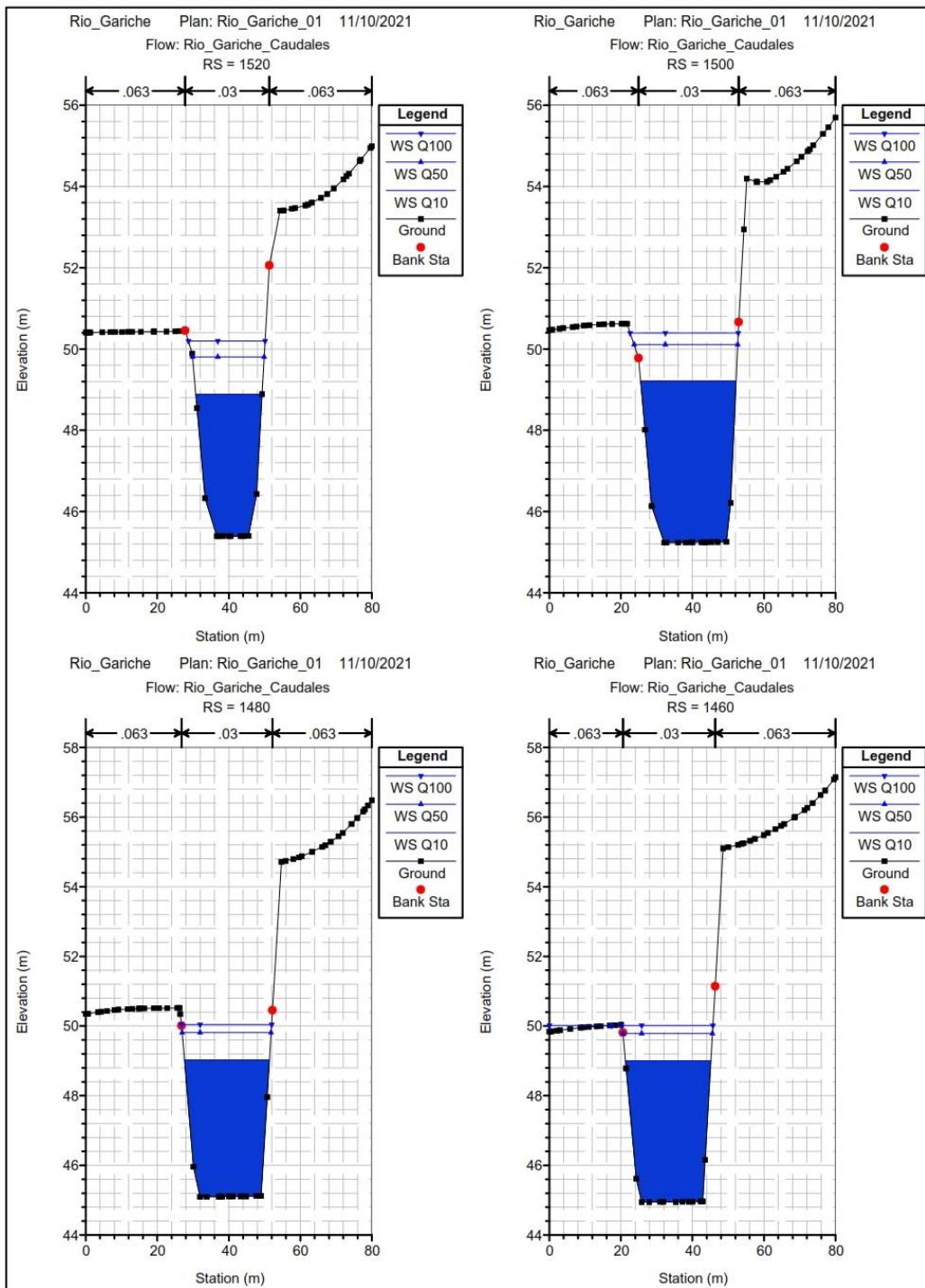
Figura 9. Lámina de agua para el caudal de 1:100 años

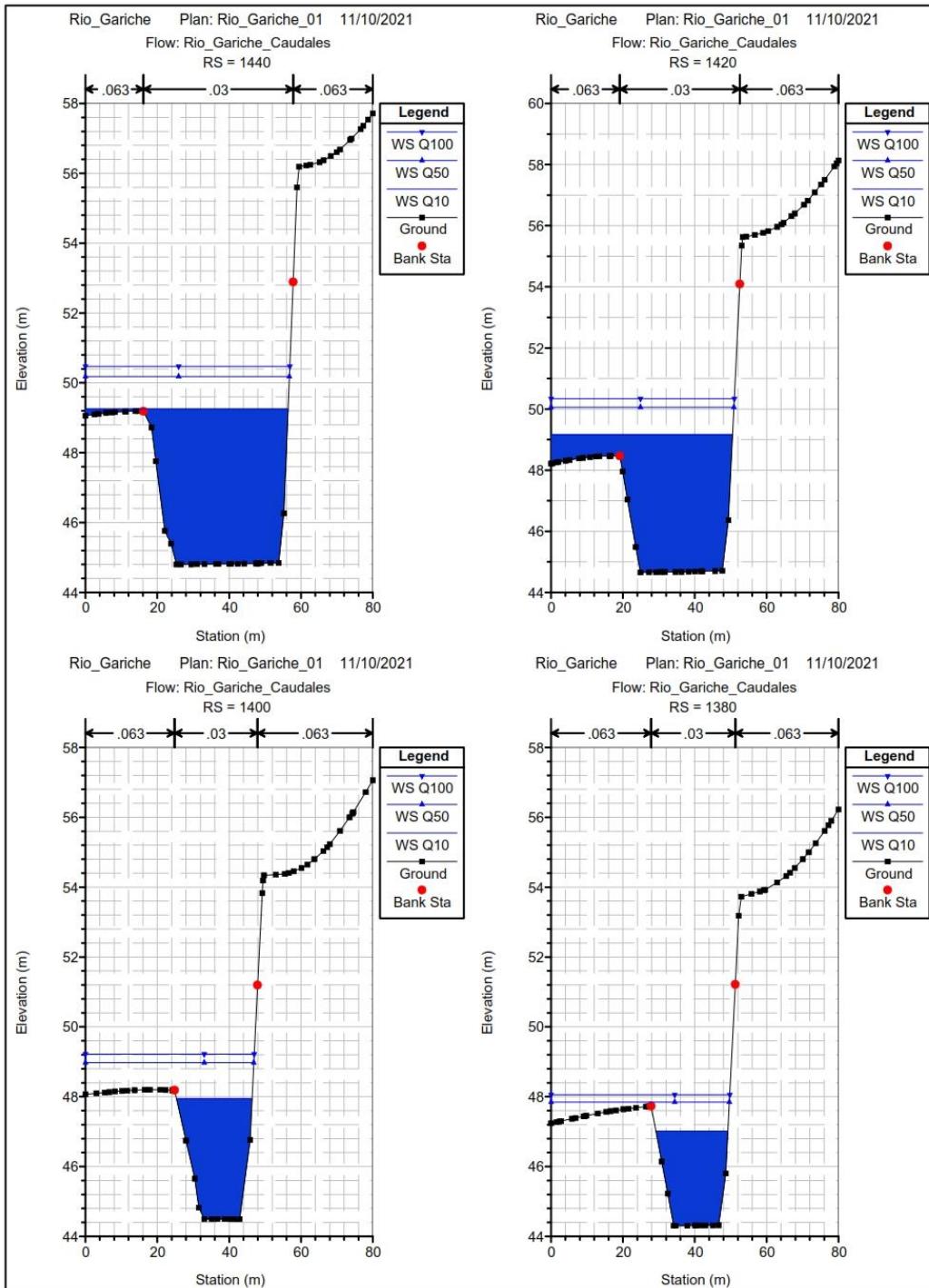
g. A continuación, las Secciones transversales

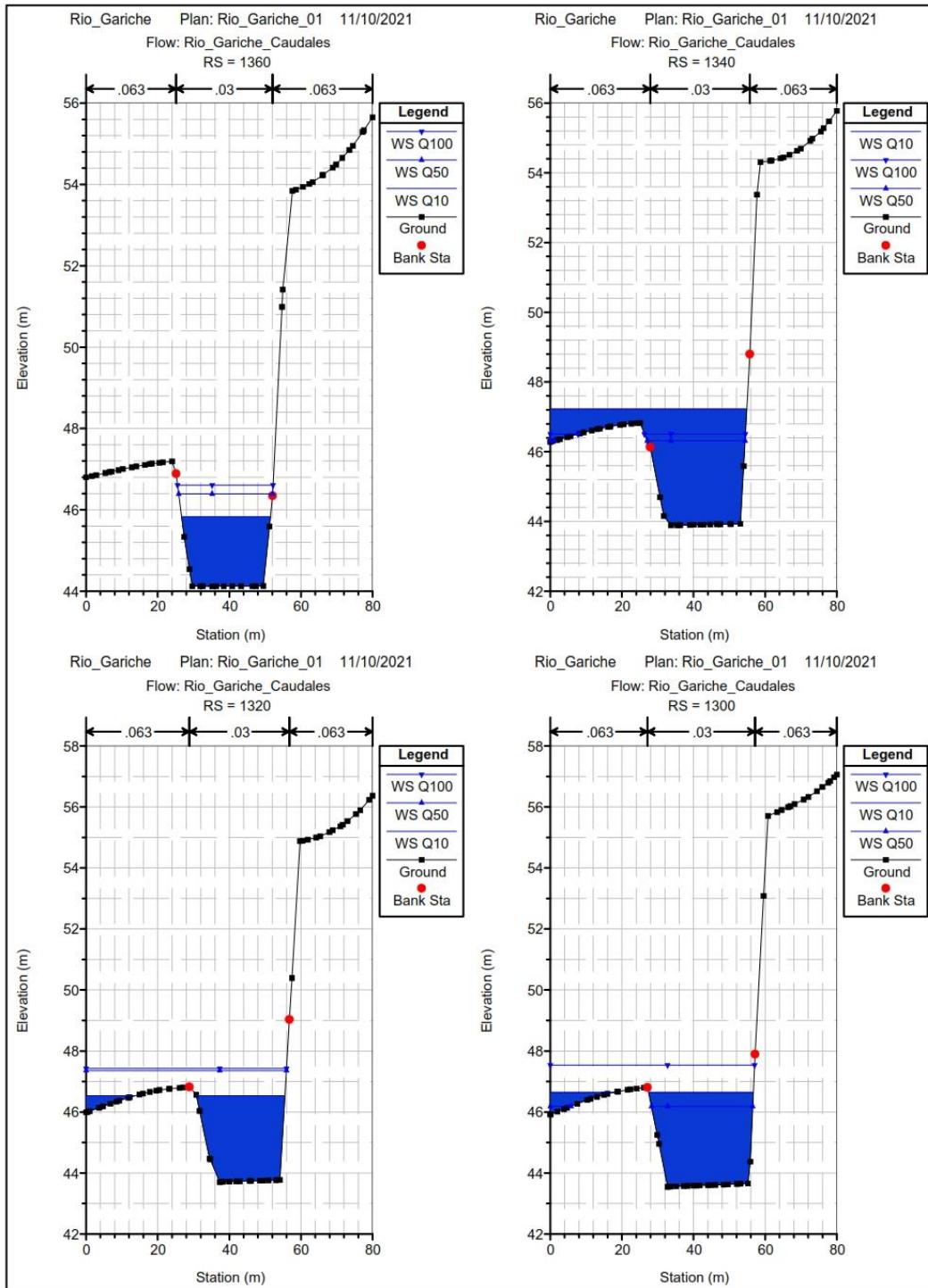
APÉNDICE 1. SECCIONES TRANSVERSALES MODELO HEC-RAS

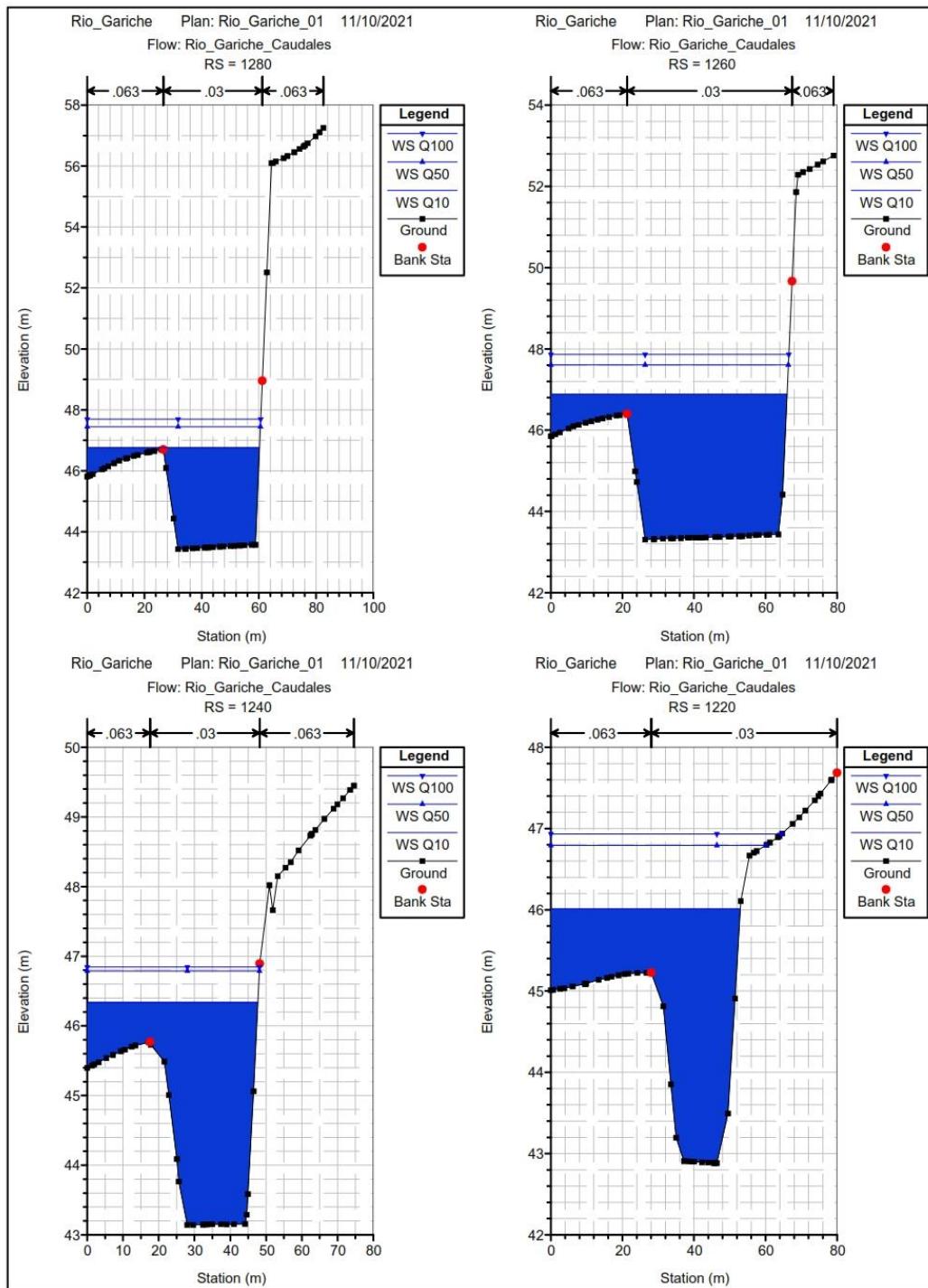


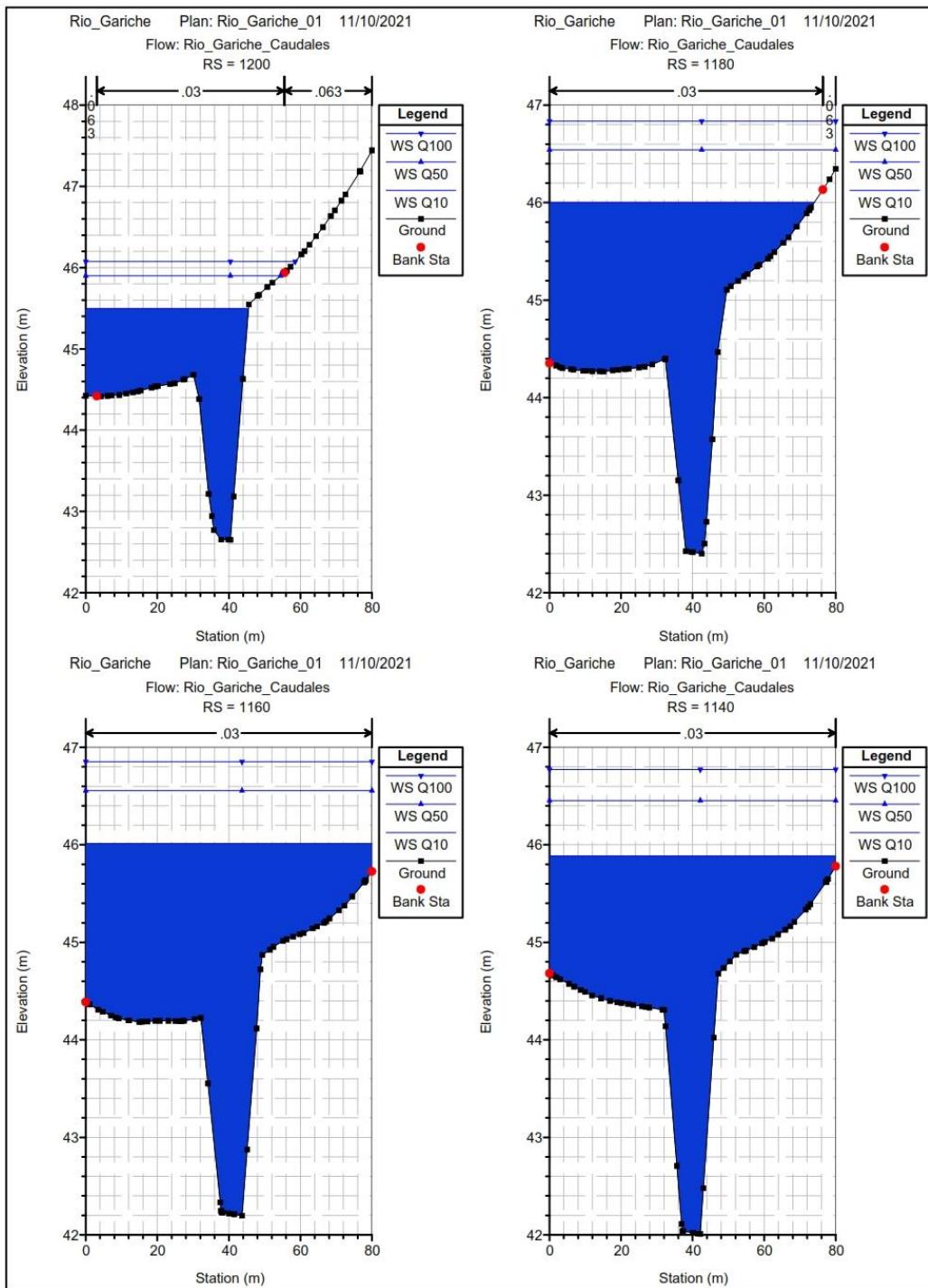


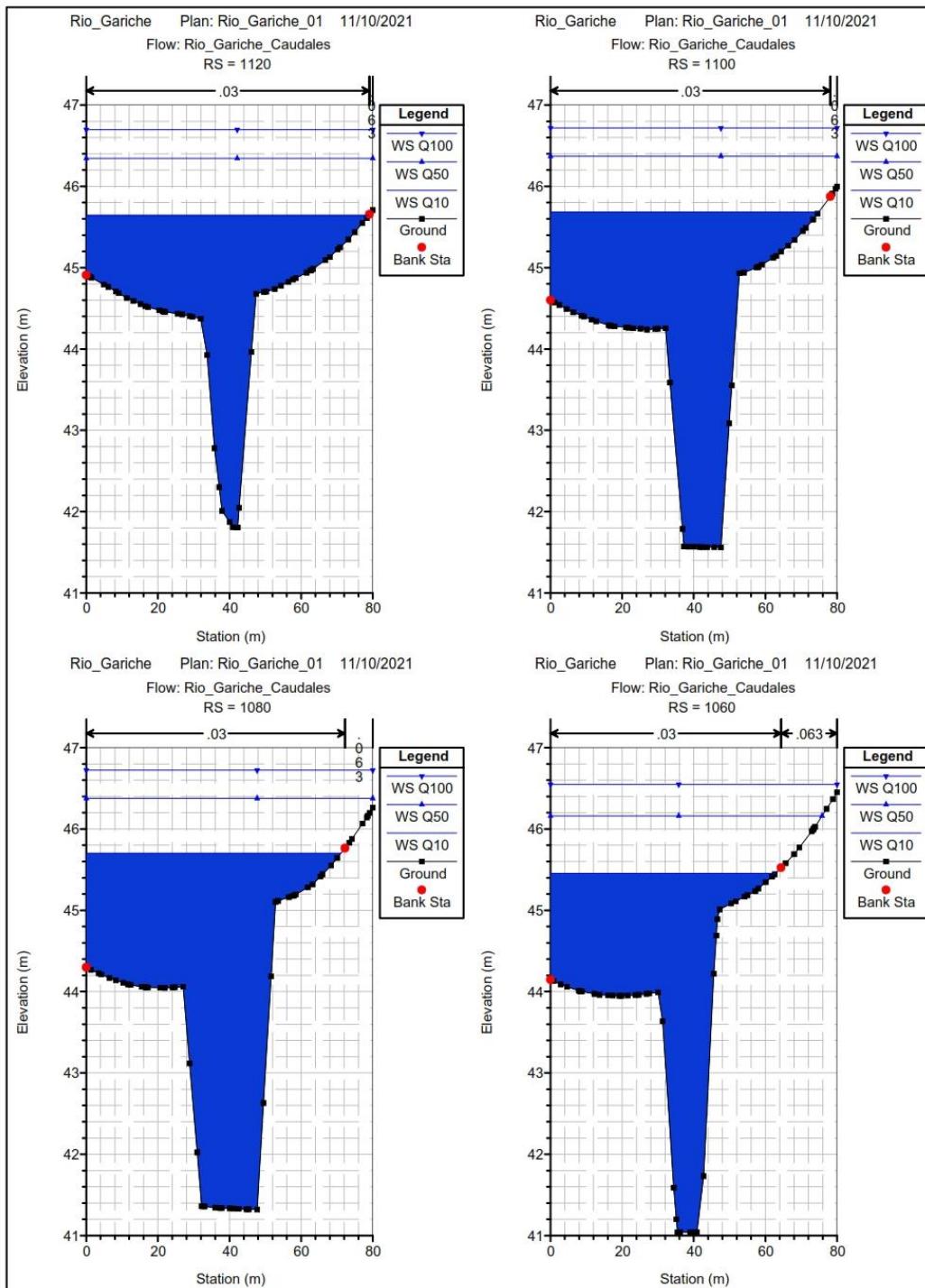


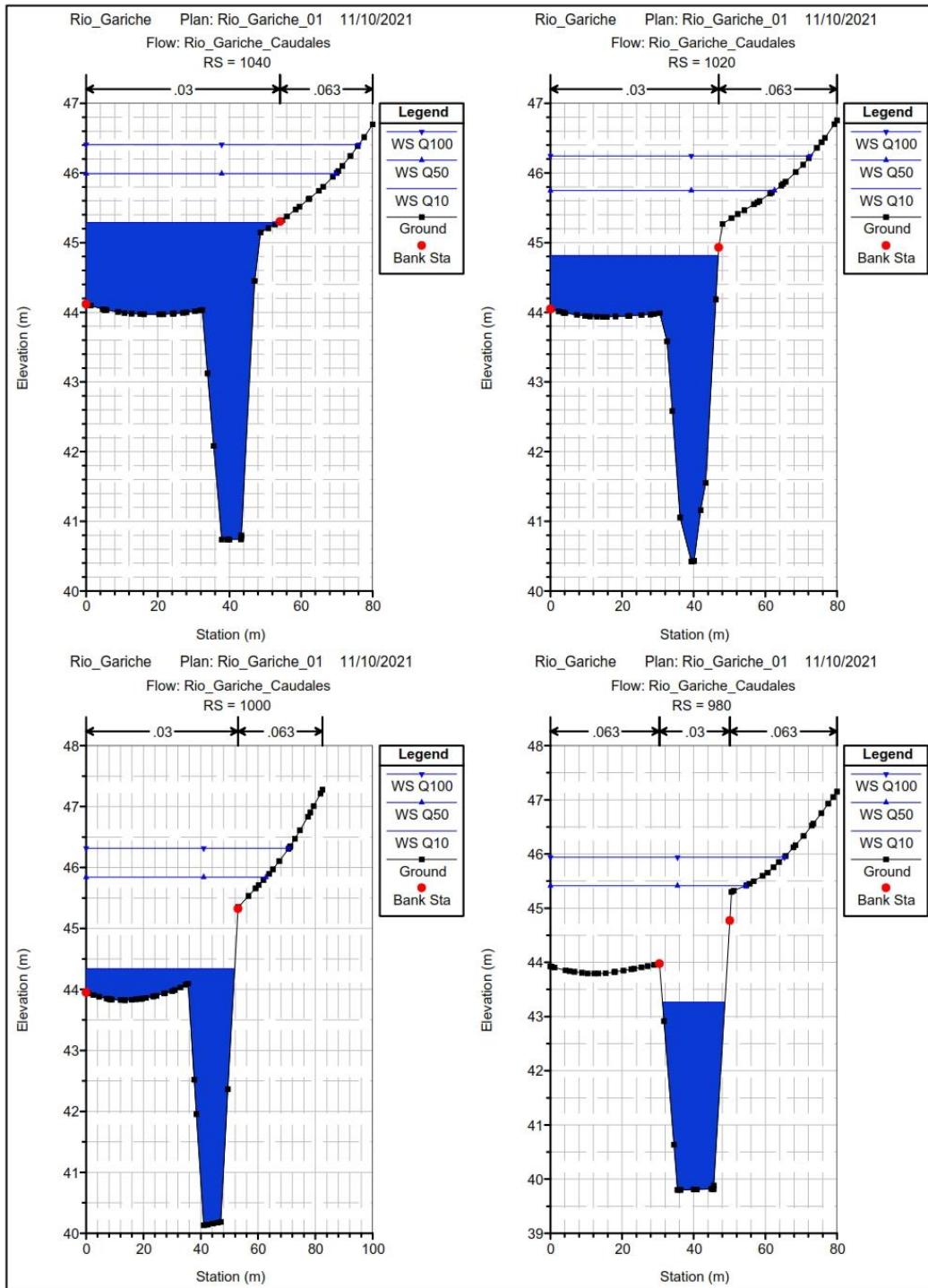


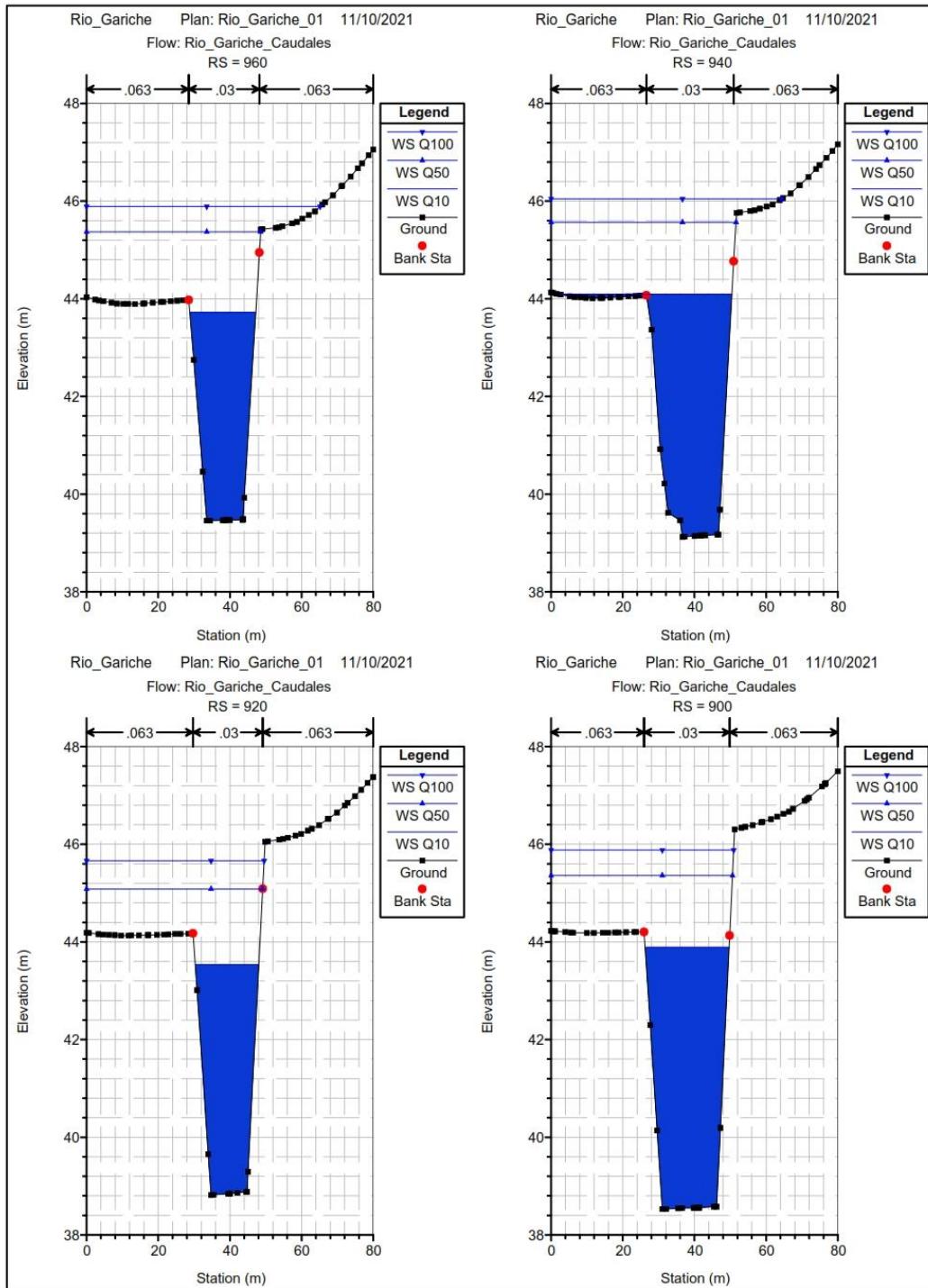


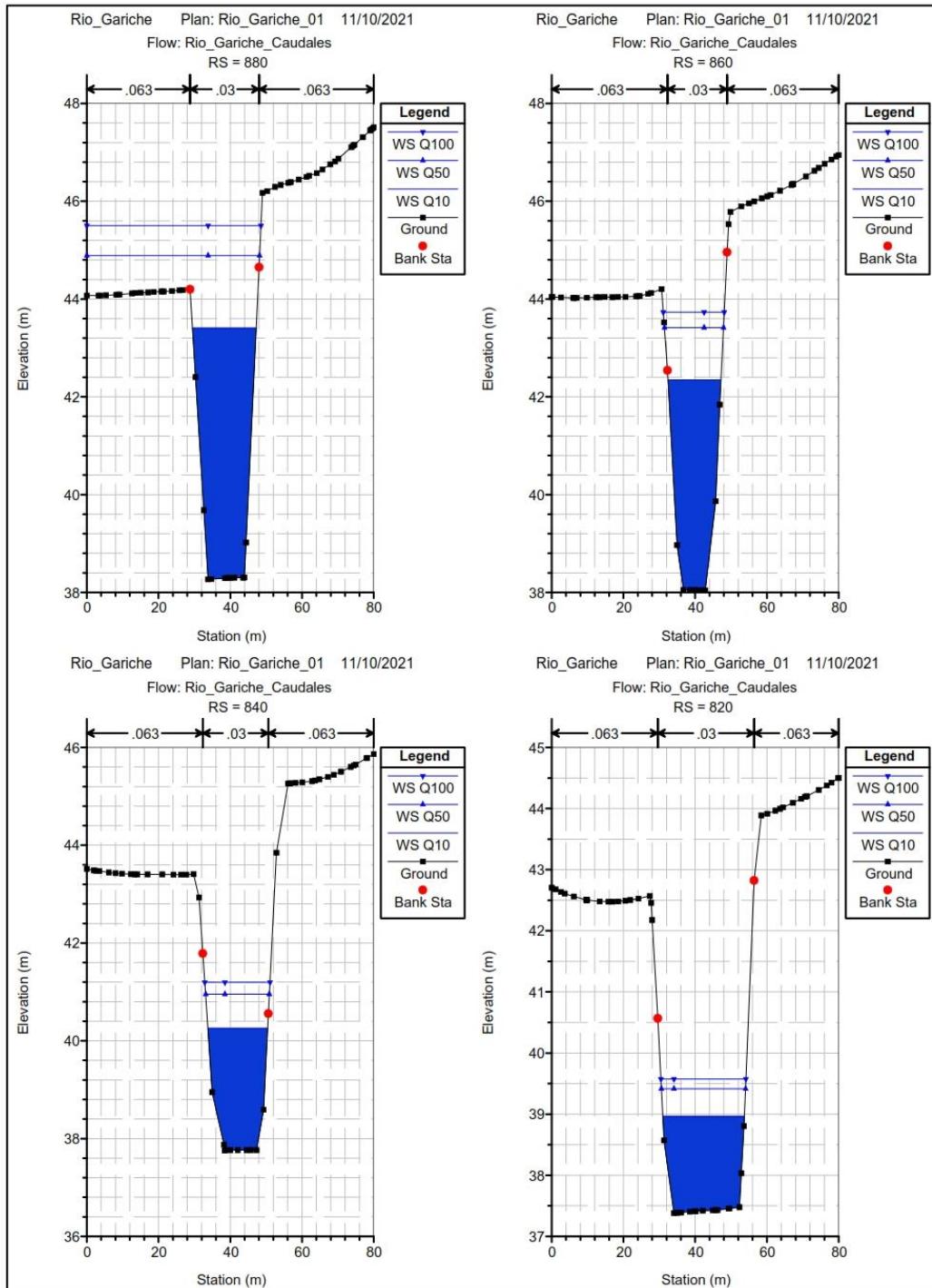


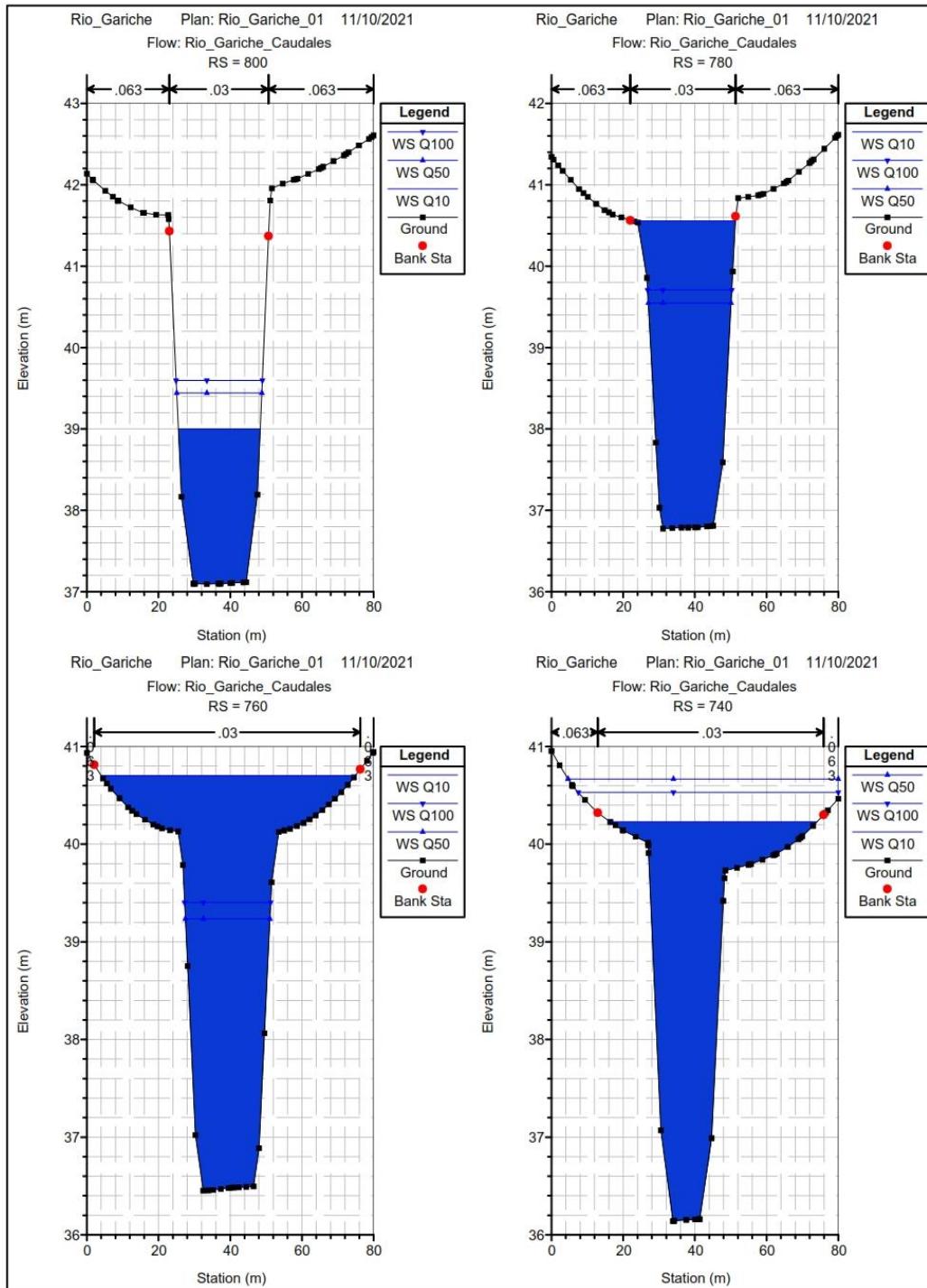


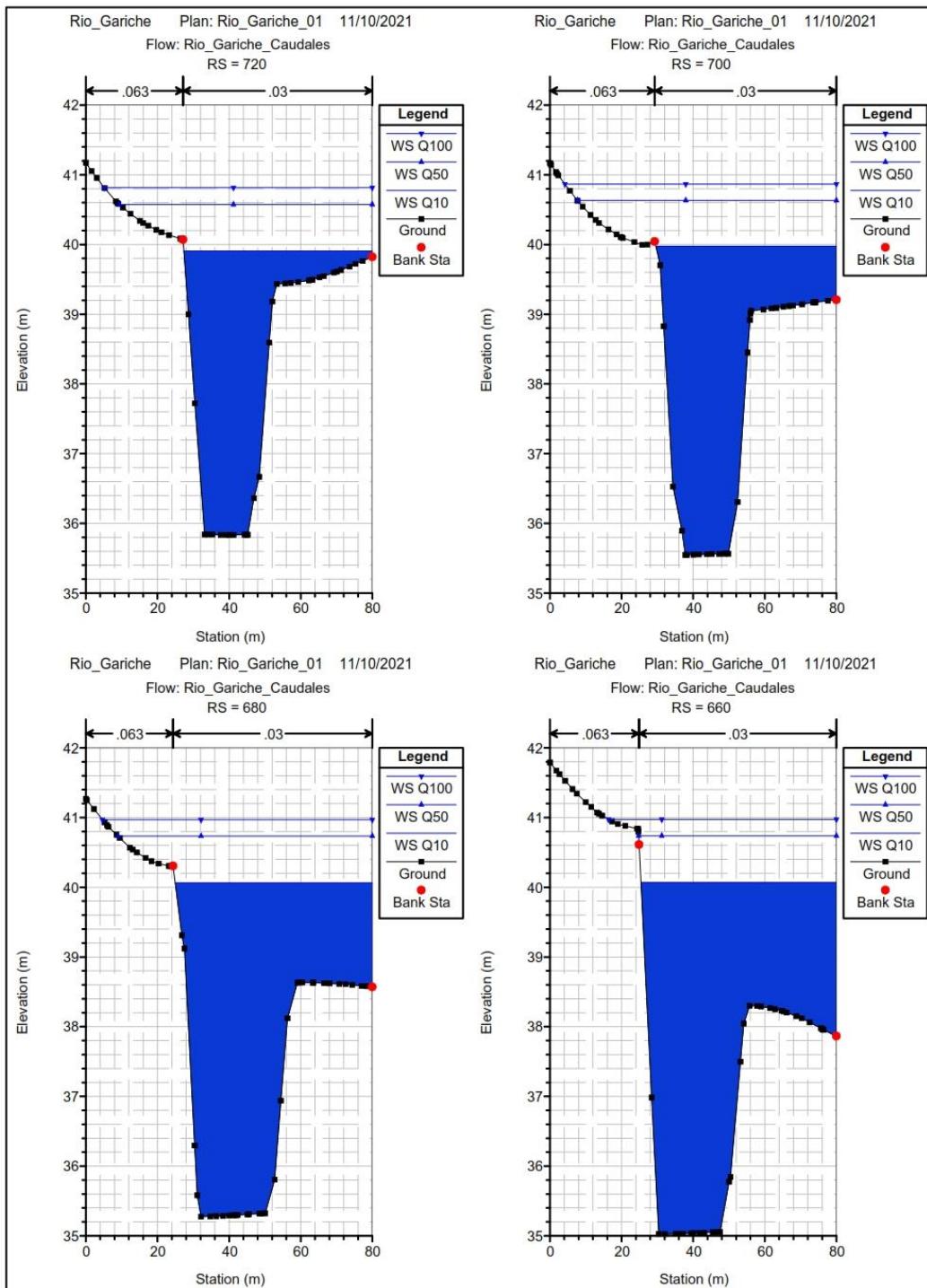


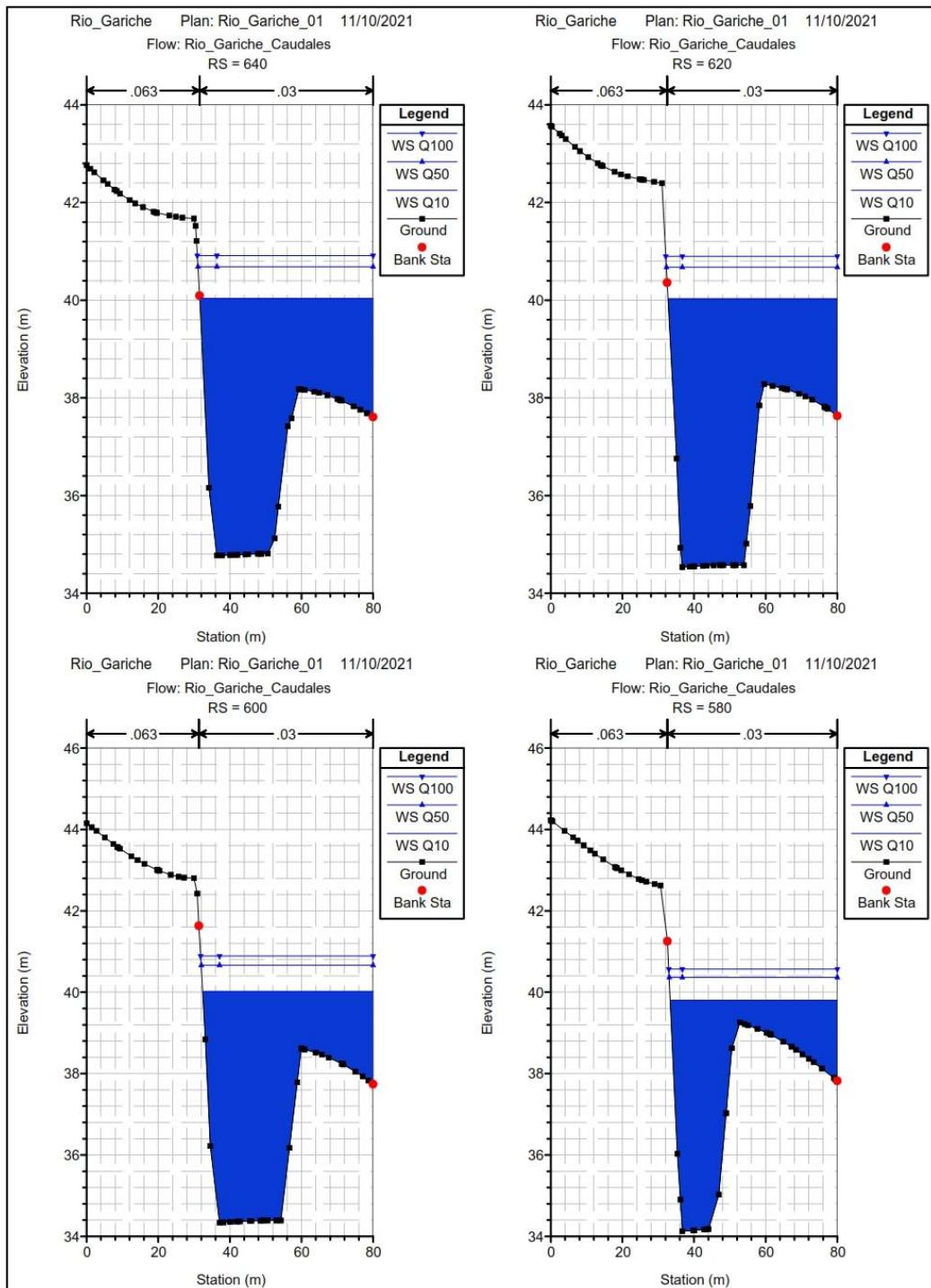


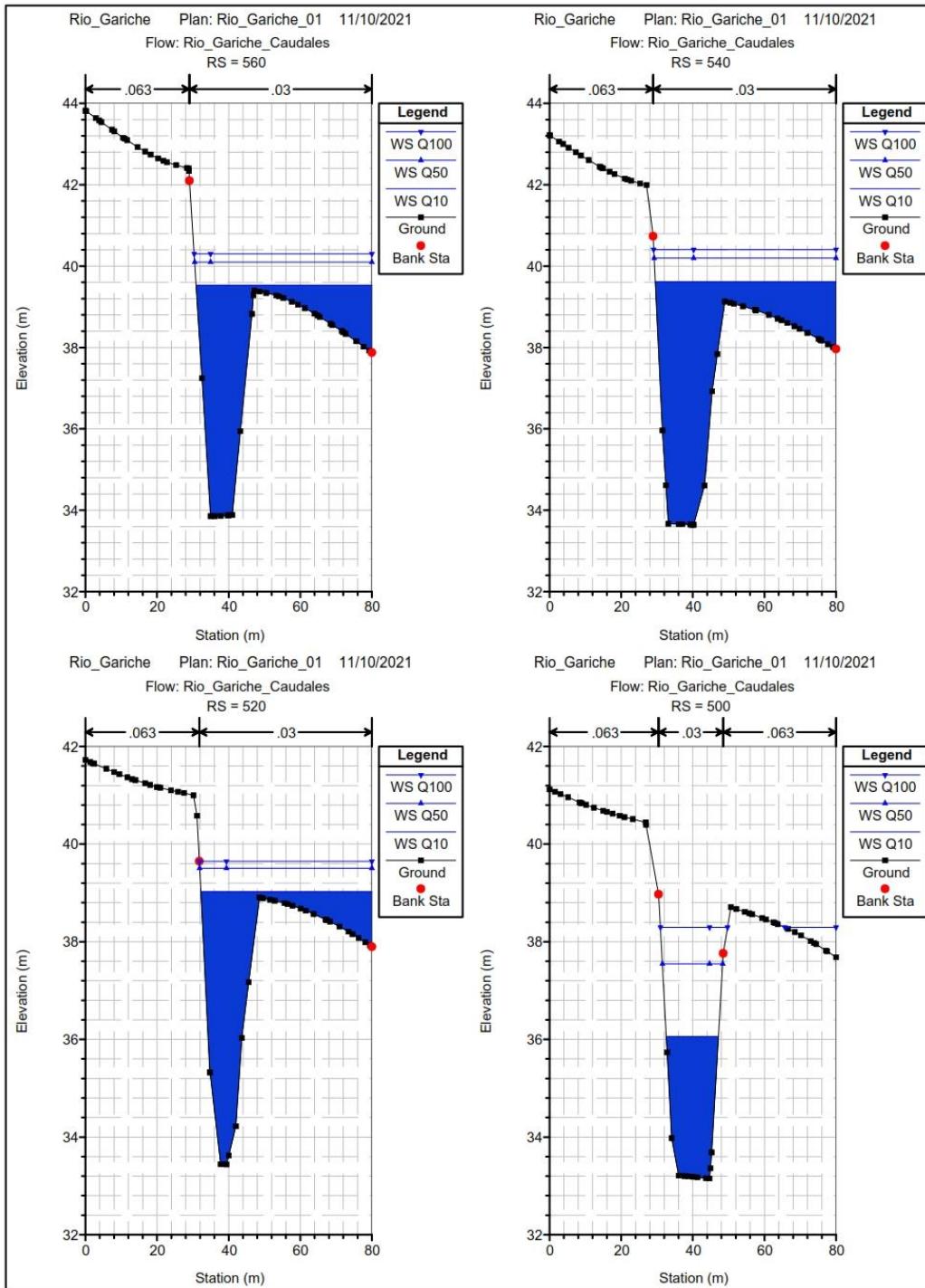


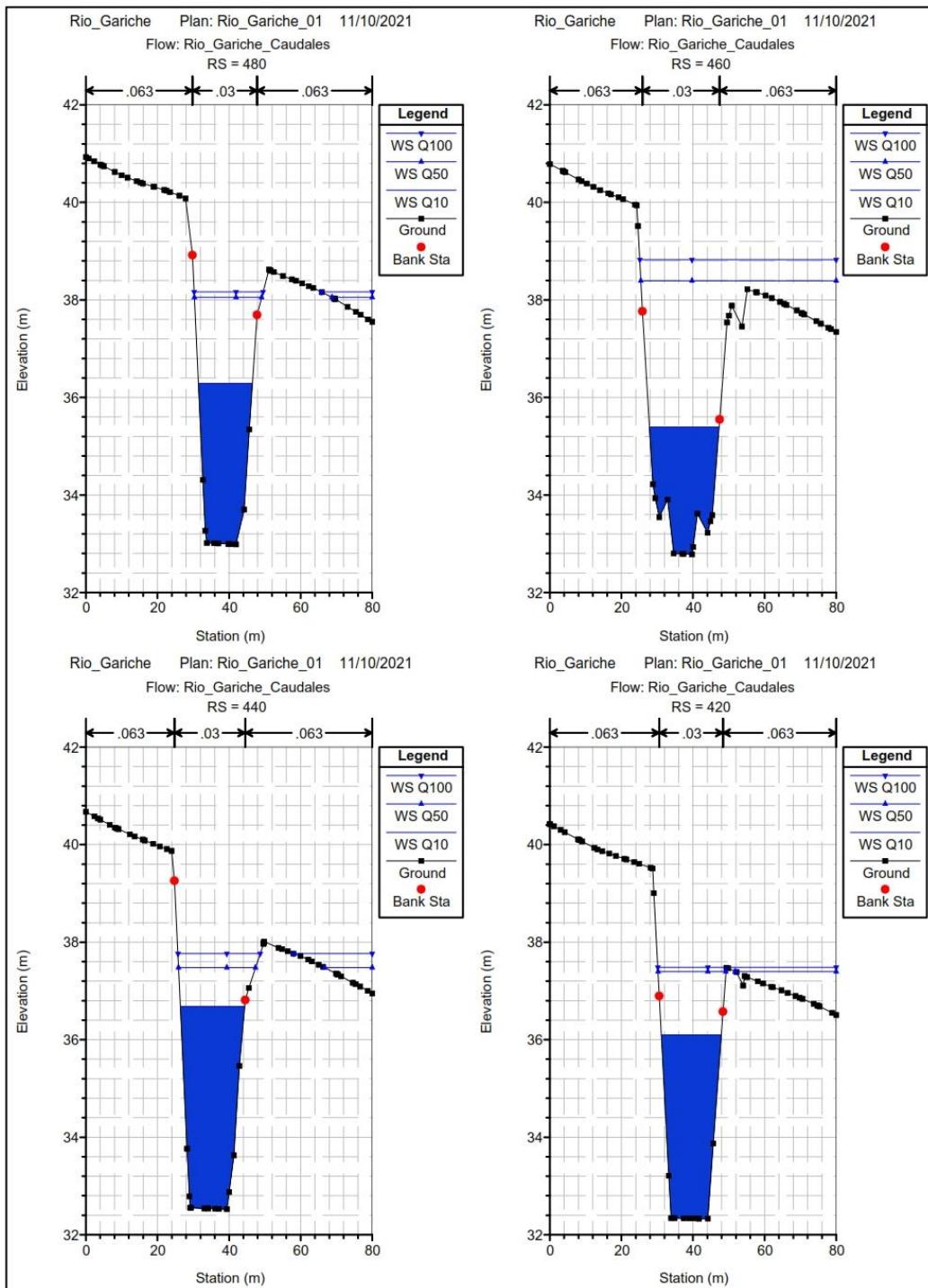


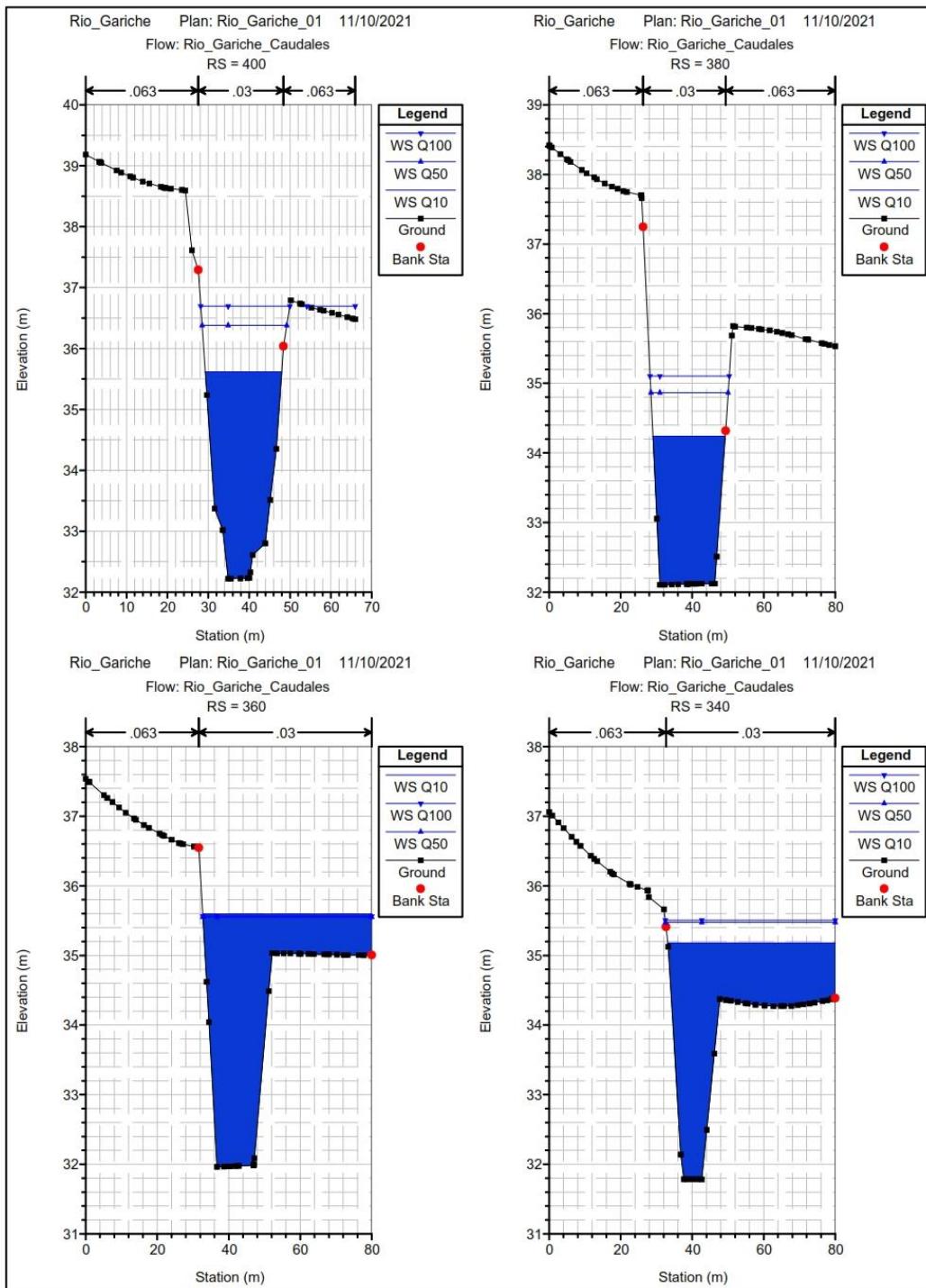


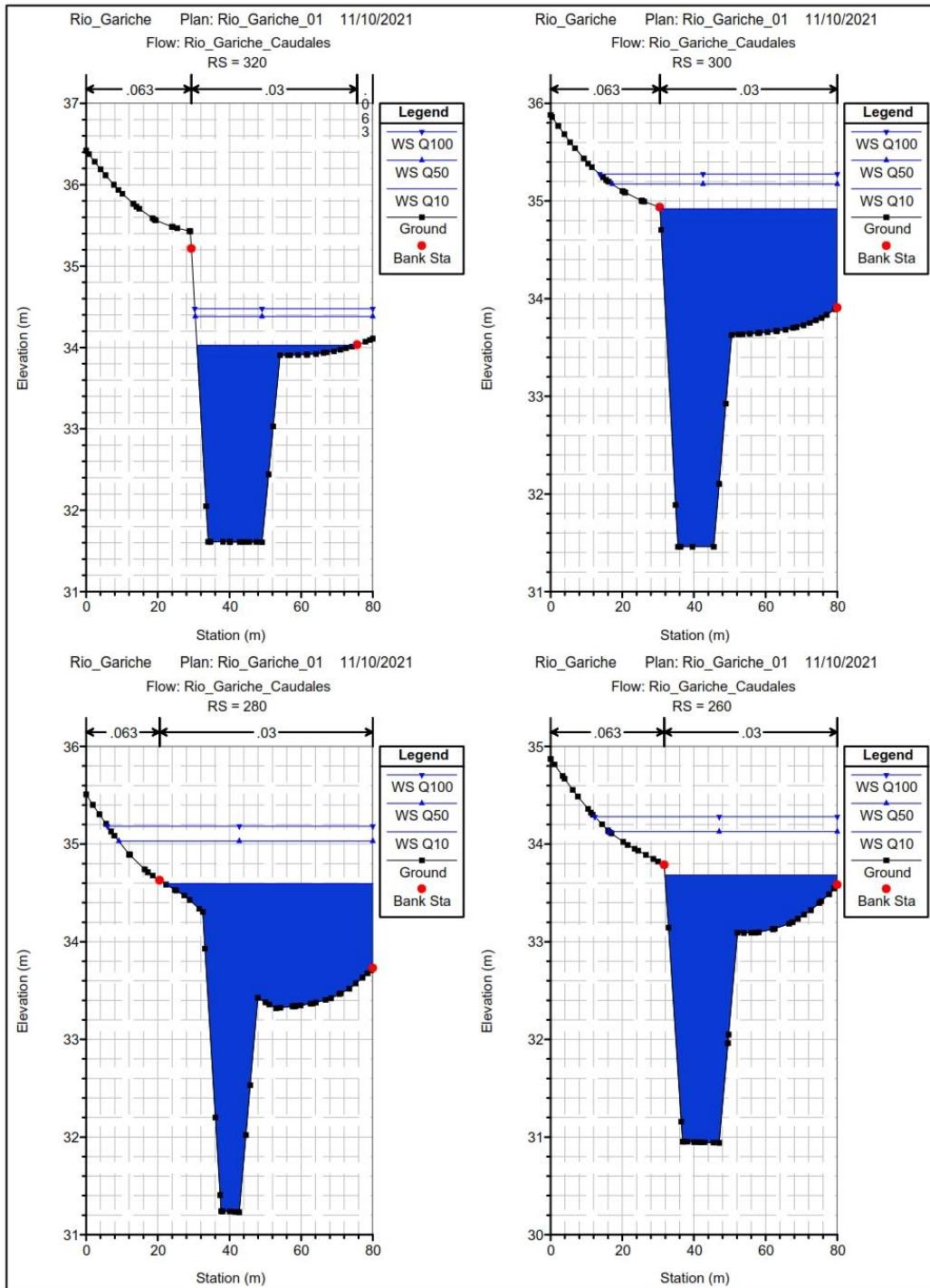


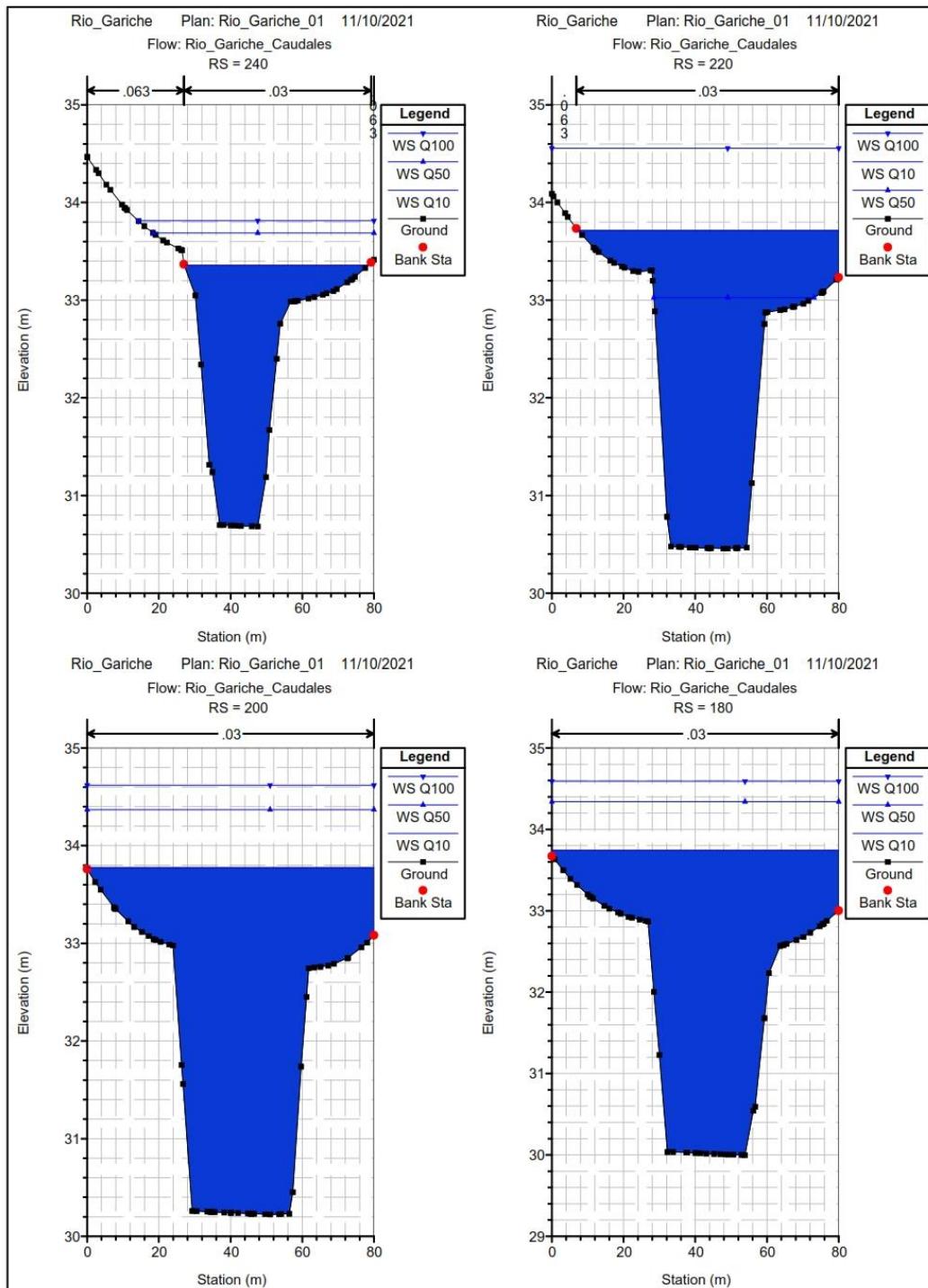


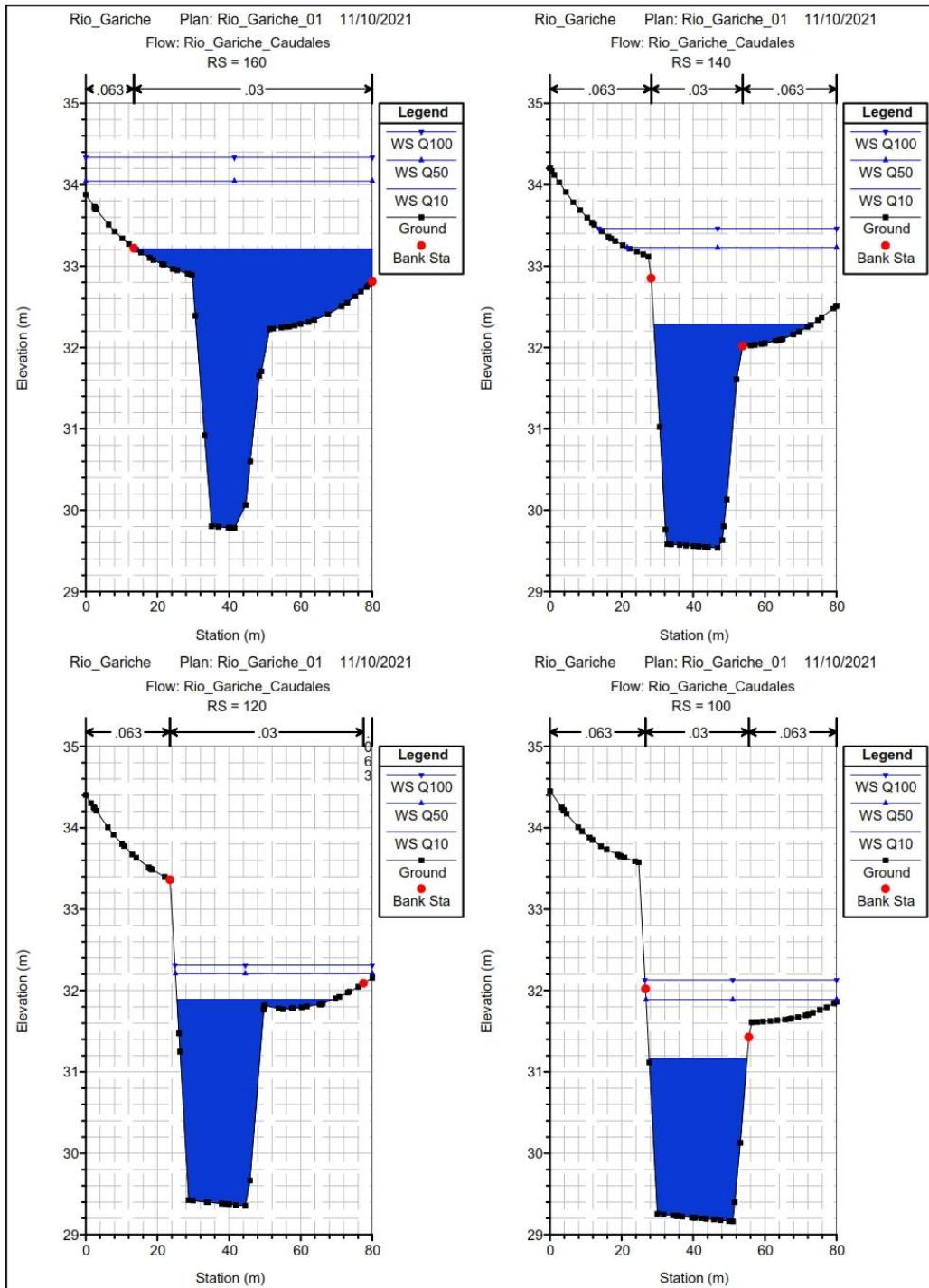


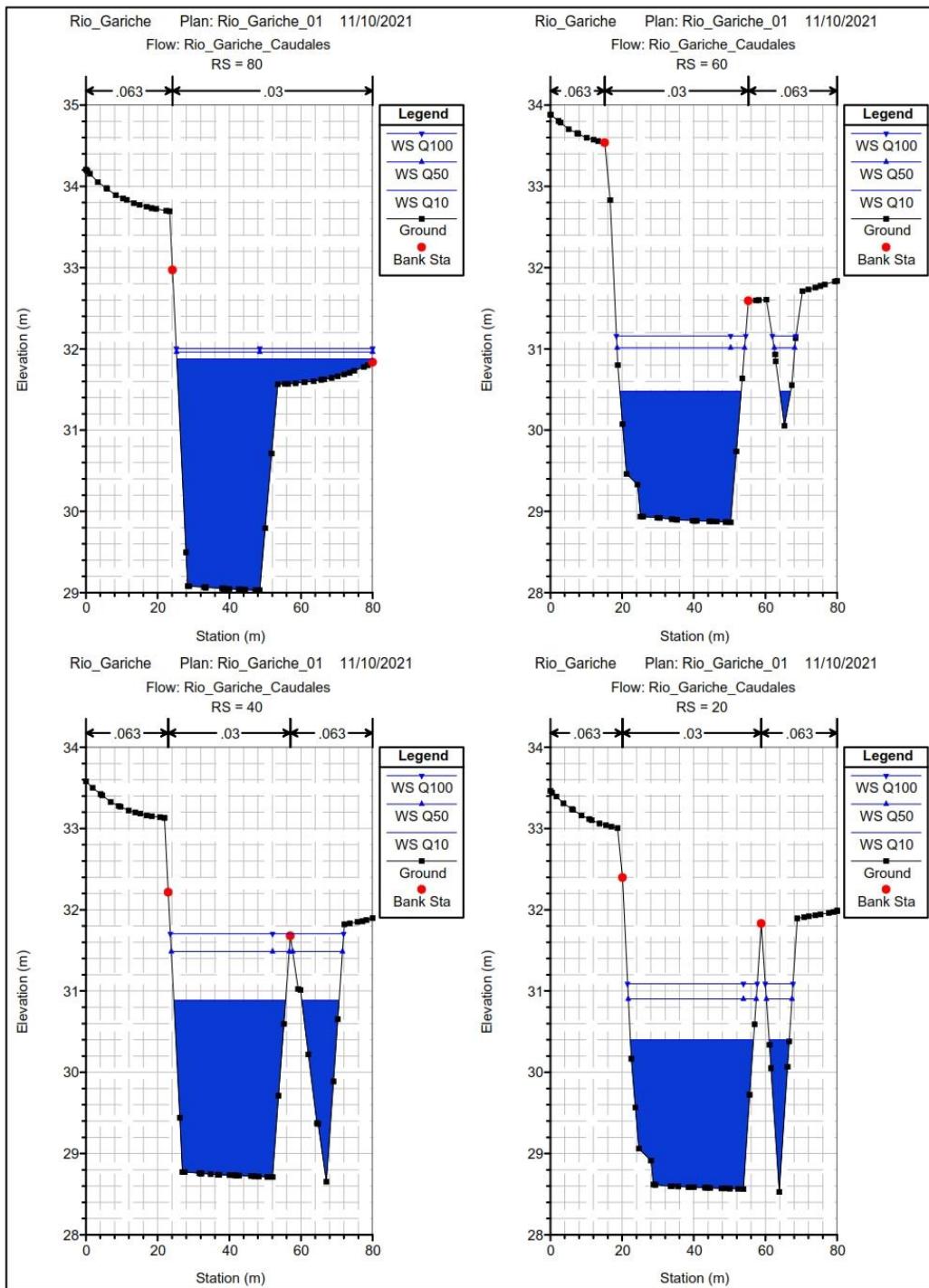


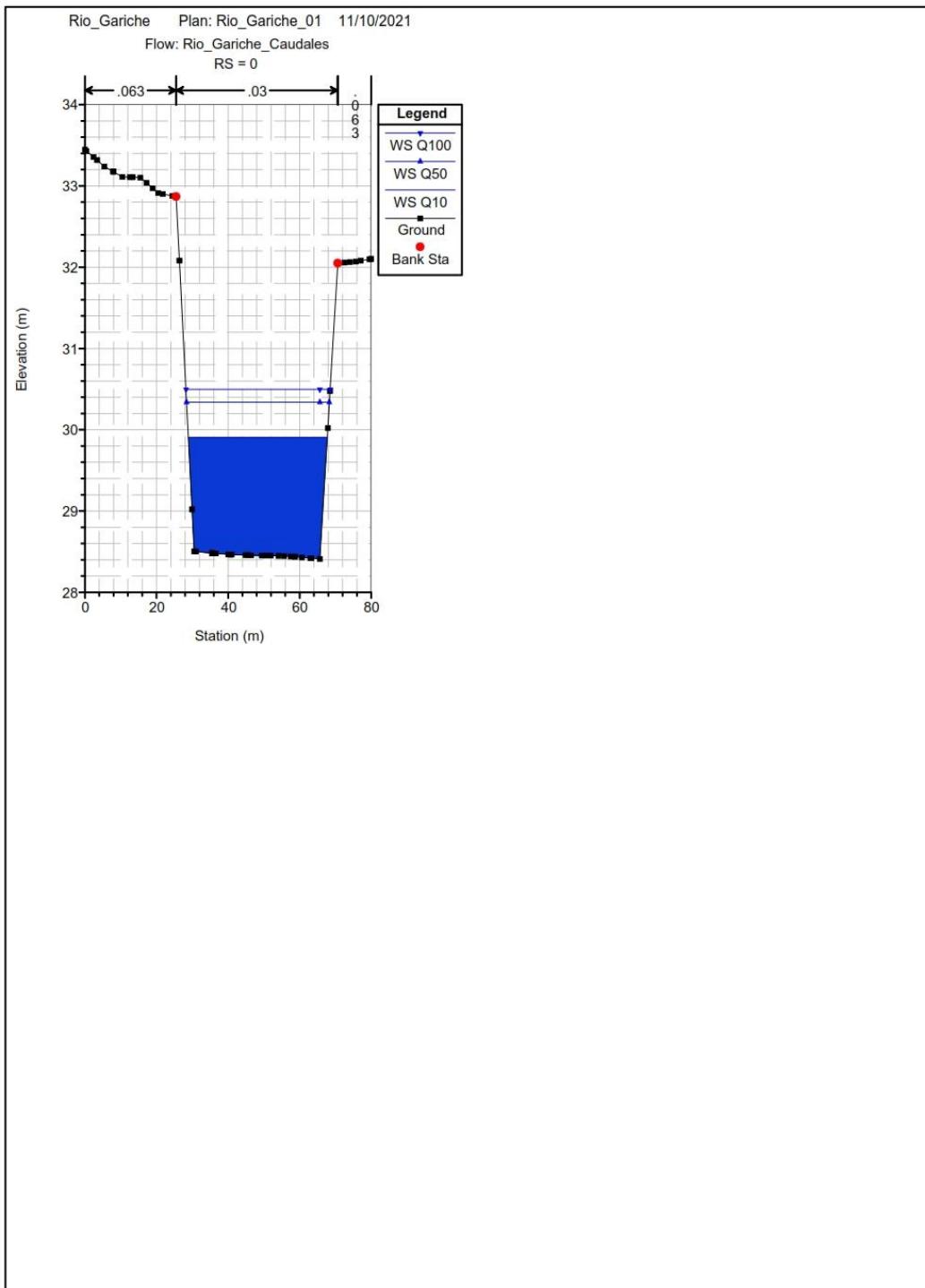












- h. Para la realización del estudio hidrológico no se empleó ningún método de aforo, los caudales se estimaron siguiendo la metodología establecida en el Resumen Técnico – Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá, elaborado por el departamento de Hidrometeorología de la Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A (ETESA) en septiembre de 2008.

- a. Para el brazo del río Gariché, que conduce a las fincas bananeras conocidas como Agropalma se está respetando el caudal que alimenta este brazo, el mismo no será interrumpido durante los trabajos de extracción. En la sección de Anexos se muestra el mapa con el inventario de usuarios aguas abajo del proyecto.
2. En la respuesta de la pregunta 7, de la primera información aclaratoria, el promotor desarrollo todos los puntos solicitados. Sin embargo, no amplió sobre el inventario de usuarios aguas abajo del proyecto. Por lo que se solicita:
- a. Presentar inventario de usuarios aguas abajo del proyecto, con su respectivo mapa de los usuarios.

Respuestas a Pregunta 2:

En la siguiente tabla se presentan el inventario de los usuarios aguas abajo del proyecto con sus respectivas coordenadas, el mapa se encuentra en los anexos del presente informe.

Usuarios	Coordenada UTM WGS84	
	Este	Norte
AgroPalma	308530	927454

3. En la pregunta 9, de la primera información aclaratoria, se indicó en la página 48 del EsIA punto 6.6 Hidrología, se menciona que el “El río Gariché, tiene un área de superficie de 169 km² y sus principales afluentes son los ríos Cueta, Brazos de Gariché y Davilá”. Sin embargo, no se amplió lo referente al río Davilá, ya que el mismo no aparece en la base de datos de la red Hídrica. Por lo que se solicita:
- a. Aclarar porqué se toma en cuenta el río Davilá, ya que el mismo no aparece en la base de datos de la red Hídrica.

Respuesta a Pregunta 3:

Por error en la página 48 del EsIA se mencionó el río Davilá.

4. En la respuesta de la pregunta 5, de la primera información aclaratoria, el promotor indicó que se aplicará la técnica de amortiguadores de vegetación compuesto por pasto y arbusto, esta medida ayudará a mover las aguas de escorrentía y pluviales del área de soporte operativo, manteniéndola limpia, reduciendo las velocidades de los flujos y promoviendo la deposición de sedimentos, quedando estos atrapados en la vegetación. Sin embargo, no se detalló las coordenadas del trazado, de las áreas donde se llevará a cabo el manejo de producto de las aguas de escorrentía y pluviales. Por lo que se solicita:
- a. Presentar, coordenadas UTM del trazado, de las áreas donde se llevará a cabo el manejo producto de las aguas de escorrentía y pluviales, para evitar que las

mismas no vayan a parar a las fuentes hídricas que convergen en el sitio propuesto para el área del proyecto a desarrollar.

Respuesta a Pregunta 4:

En las siguientes Tablas se presenta las coordenadas UTM – WGS84 del trazado de la Técnica de Amortiguamiento de vegetación y la Imagen 1, como sería en el Área de Soporte Operativo.

Trazado 1			Trazado 2		
Puntos	Coordenadas UTM WGS84		Puntos	Coordenadas UTM WGS84	
	Este	Norte		Este	Norte
T1-1	304833.12	937927.49	T2-1	305042.19	937932.50
T1-2	304863.42	937896.91	T2-2	305032.18	937919.81
T1-3	304882.37	937883.08	T2-3	305040.40	937899.93
T1-4	304894.67	937876.70	T2-4	305030.90	937876.66
T1-5	304923.27	937871.30	T2-5	305036.80	937864.45
T1-6	304939.37	937849.10	T2-6	305022.69	937847.94
T1-7	304961.14	937859.98	T2-7	305013.21	937822.29
T1-8	304981.52	937848.46			
T1-9	304993.38	937833.31			
T1-10	305003.18	937814.90			

Imagen 1. Ubicación en el Área de Soporte Operativo de la Técnica de Amortiguadores de Vegetación, Trazado 1 y 2.



5. En la respuesta de la pregunta 8, de la primera información aclaratoria, el promotor señaló que la empresa PANAMÁ INVERSIONES EMPRESARIALES, S.A., será la encargada de transportar los desechos sólidos peligrosos tales como filtros, mangueras, empaques, piezas y otros y los mismos se llevarán a sitios autorizados. Sin embargo, no se detalló si dentro del proyecto tendrán sitios de disposición, como tampoco cuáles serán los sitios autorizados. Por lo que se solicita:
 - a. Aclarar si dentro del proyecto se contempla algún sitio de disposición de estos desechos sólidos peligrosos. De ser afirmativo presentar sus correspondientes coordenadas.
 - b. Indicar cuáles serán los sitios autorizados contemplados por el promotor, para la disposición final de estos desechos peligrosos.

Respuestas a la Pregunta 5:

- a. Dentro del Área de Soporte Operativo se contempla un sitio de disposición de desecho sólidos peligroso temporal hasta su disposición final, su ubicación es en el taller, tal y como se indica en la página 118 del Plan de Manejo Ambiental del EsIA: *“Los desechos sólidos peligrosos (filtros, mangueras, empaques, piezas, etc.), serán colocados en bolsas y se colocarán en tanques hasta que sean llevados los sitios de disposición final. Estos tanques serán señalizados para diferenciarlos de los desechos comunes (basura)”*. El taller se ubica en las coordenadas UTM WGS-84: 305034 E, 937938 N.
 - b. Se contratará los servicios de una empresa autorizada, para que realice la recolección y disposición de los desechos peligrosos (*filtros, mangueras, empaques, piezas, etc.*), se solicitará las constancias de la disposición final y se anexarán en los informes de seguimiento ambiental.
6. En la respuesta de la pregunta 7 y 18, de la primera información aclaratoria, se indicó que para el ingreso a la parte media y baja del polígono de extracción, existen varios caminos internos de fincas privadas, dependiendo de la demanda y de requerirse la extracción en estas partes durante la concesión, se solicitará las autorizaciones a los dueños de las fincas y de ser necesario se someterá un Estudio de Impacto Ambiental para los caminos de acceso. Sin embargo, no se presentaron las debidas autorizaciones y/o permisos de los propietarios de estas fincas privadas. Por lo que se solicita:
 - a. Aclarar si este EsIA contemplará el acceso de estos caminos internos de fincas privadas en la parte media y baja del polígono de extracción o si los mismos serán contemplados con otra herramienta de gestión ambiental.

De ser afirmativo:

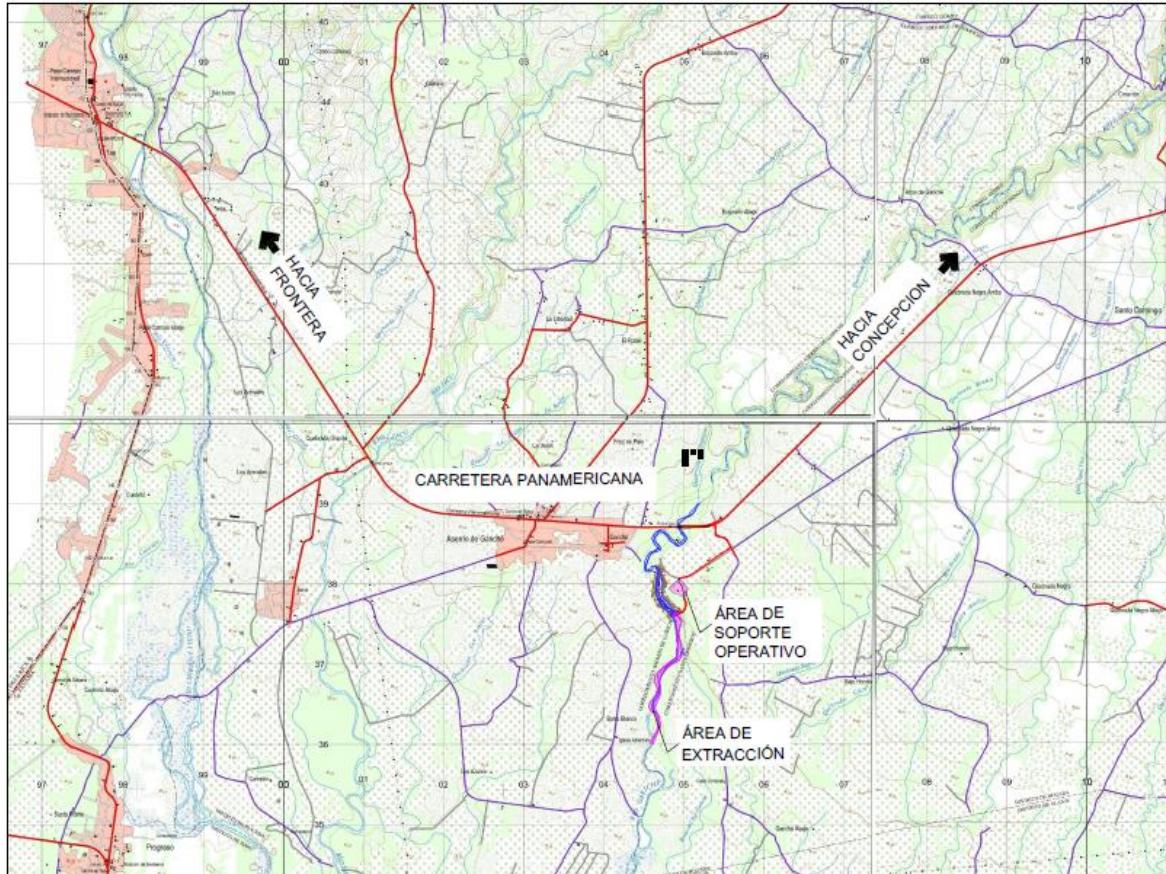
- a. Presentar los respectivos permisos y/o autorizaciones de los propietarios de las fincas, que se utilizarán como acceso al sitio de extracción, con su cédula debidamente notariada, donde los dueños de la propiedad estén en conocimiento del proyecto y de sus posibles afectaciones, con sus respectivos Certificado de propiedad. En caso de que el propietario de la finca sea una empresa, adjuntar certificado de persona jurídica.
- b. Presentar las coordenadas de acceso de cada camino interno a las fincas privadas.

Respuestas a la Pregunta 6:

Tal y como se mencionó en la Primera Ampliación al EsIA, reiteramos y aclaramos que en el presente Estudio de Impacto Ambiental no se contempla los accesos de caminos internos de fincas privadas para la parte media y baja del polígono de extracción, estos serán contemplados en otra herramienta de gestión ambiental en el momento que el promotor PANAMÁ INVERSIONES EMPRESARIALES, S.A. requiera utilizar.

ANEXOS

1. Mapa en hoja topográfica a escala 1:50 000.
2. Mapa de algunas áreas del proyecto.
3. Mapa de todas las áreas del proyecto.
4. Mapa del inventario de usuarios aguas abajo del proyecto.



LOCALIZACIÓN REGIONAL

"EXTRACCIÓN DE MINERALES NO METÁLICOS (GRAVA DE RÍO)"

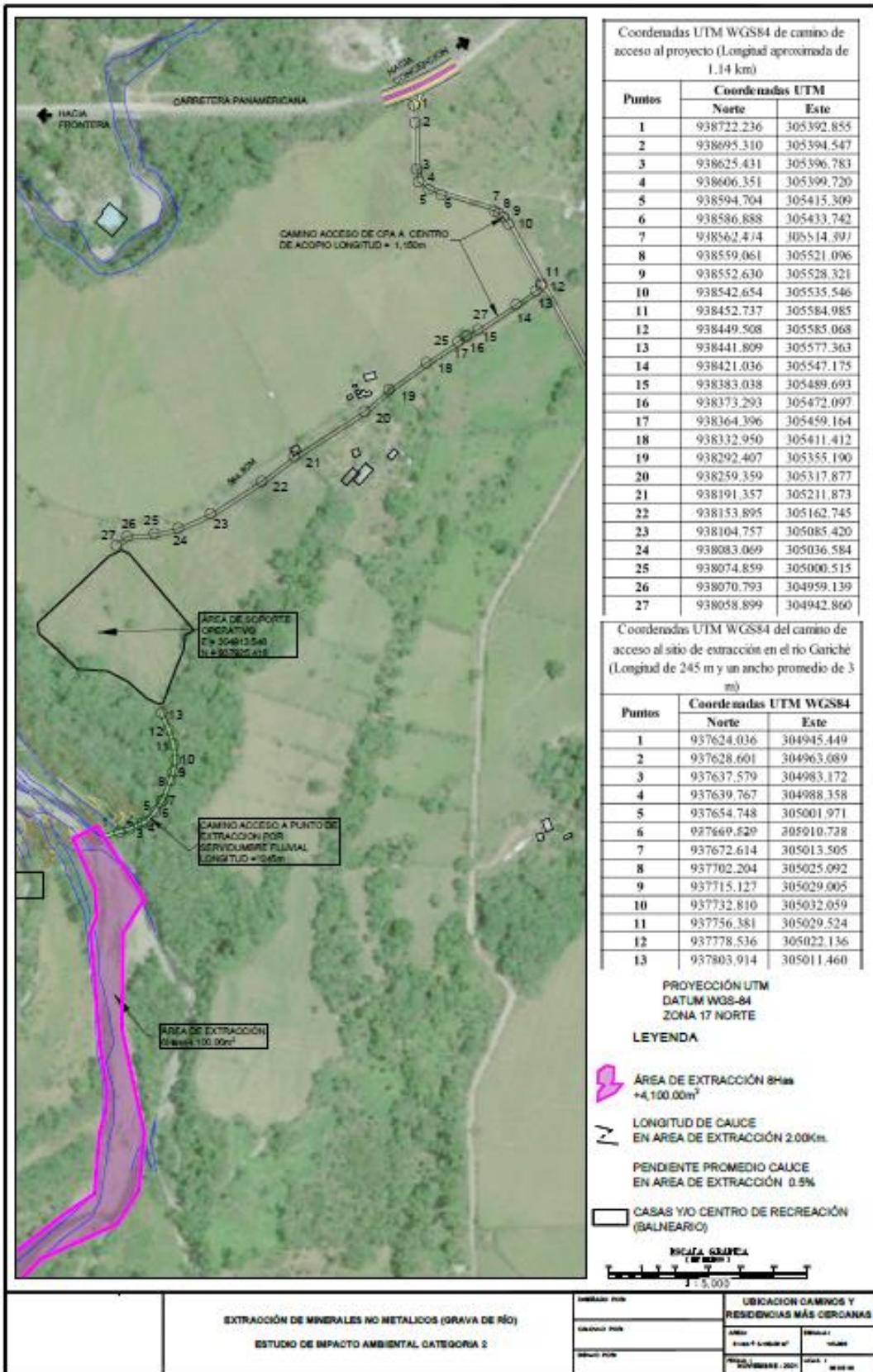
UBICADO EN LOS CORREGIMIENTOS DE
ASERIO DE GARICHE Y SANTO DOMINGO
EN EL DISTRITO DE BUGABA

LOCALIZACION REGIONAL

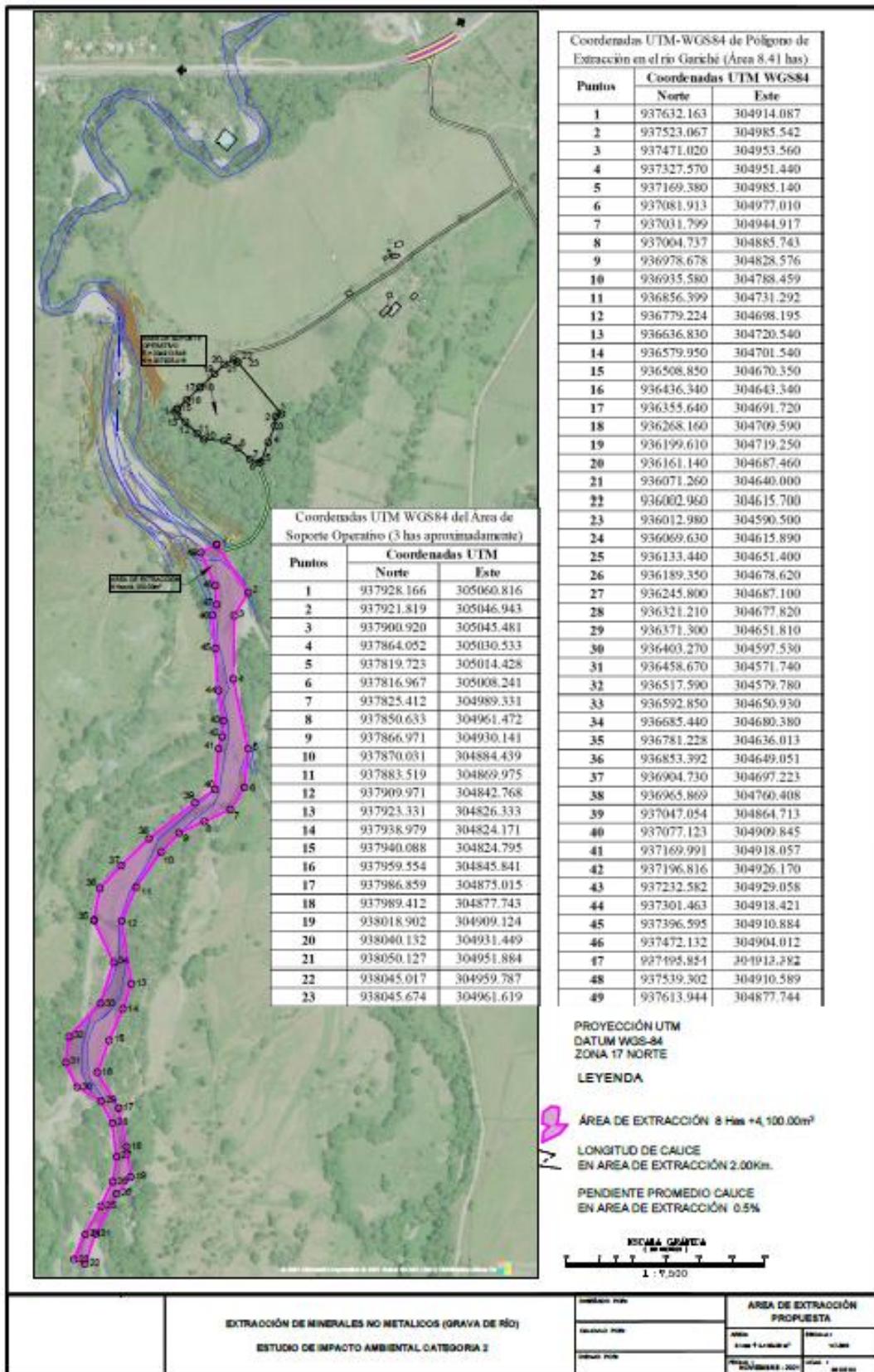
ESCALA GRÁFICA

1:50.000

	EXTRACCION DE MINERALES NO METALICOS (GRAVA DE RIO Y ACTIVIDADES DE PROCESAMIENTO ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORIA 2	CANTERA GARICHE	DEBIDO POR:	APROBADO:	DEPARTAMENTO DE DEPARTAMENTO DE DEPARTAMENTO DE
			DEBIDO POR:	APROBADO:	DEPARTAMENTO DE DEPARTAMENTO DE DEPARTAMENTO DE
			DEBIDO POR:	APROBADO:	DEPARTAMENTO DE DEPARTAMENTO DE DEPARTAMENTO DE

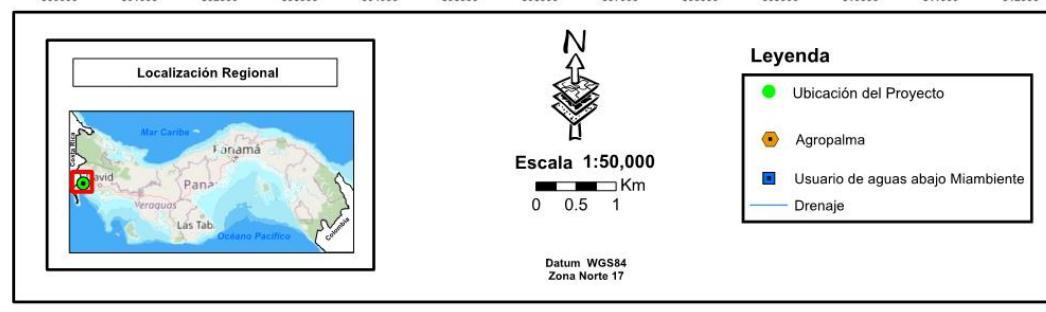
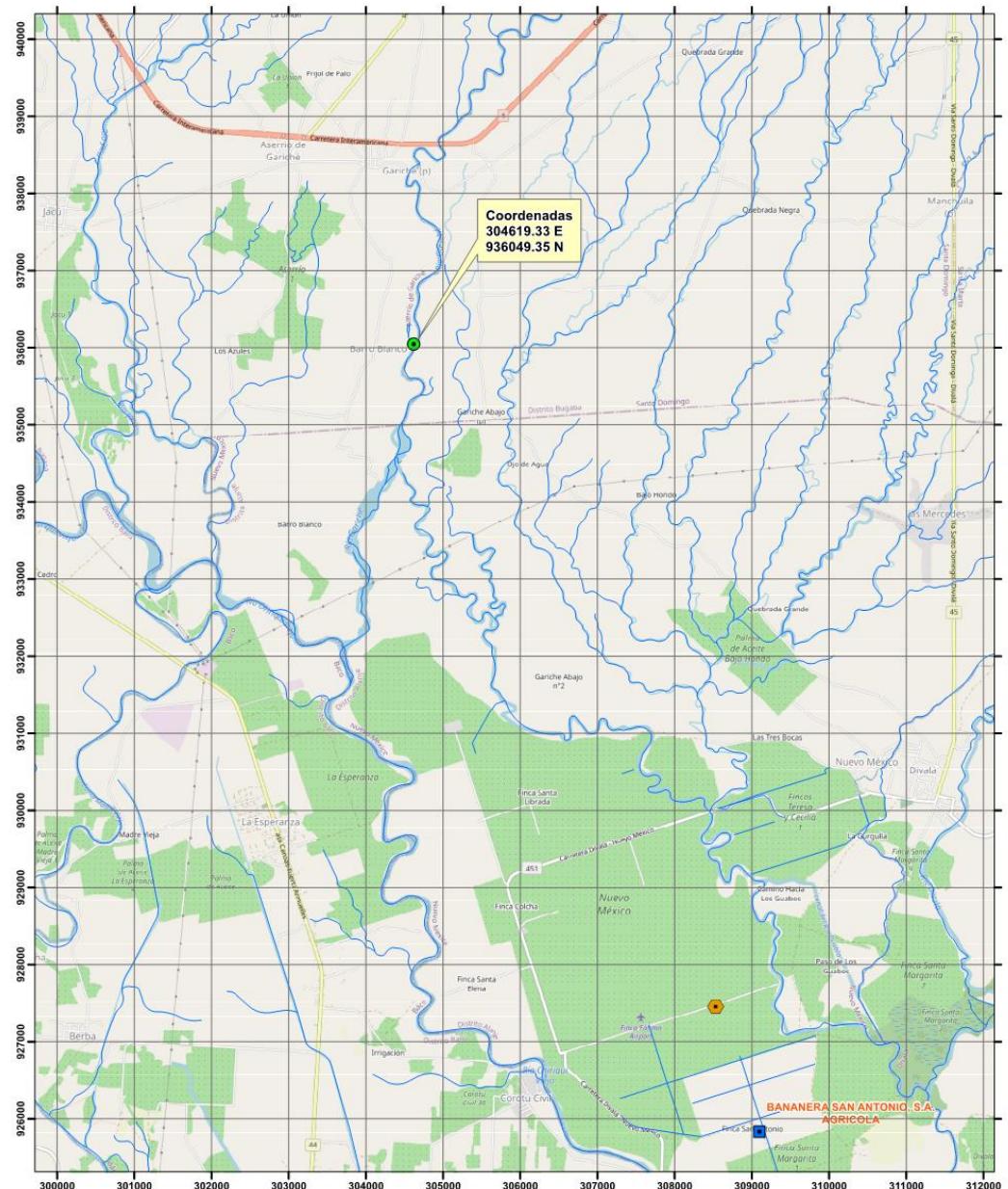


Promotor: Panamá Inversiones Empresariales, S.A
II Ampliación al EsIA, Cat. II, del proyecto titulado "Extracción de minerales no metálicos (grava de río), Gariché"



Promotor: Panamá Inversiones Empresariales, S.A
II Ampliación al EsIA, Cat. II, del proyecto titulado "Extracción de minerales no metálicos (grava de río), Gariché"

Extracción de minerales no metálicos (grava de río), Gariche Promotor: Panama Inversiones Empresariales, S.A



Promotor: Panamá Inversiones Empresariales, S.A

II Ampliación al ESIA, Cat. II, del proyecto titulado "Extracción de minerales no metálicos (grava de río), Gariché"