

**HACIENDA SANTA MÓNICA, S.A**

**PROYECTO: BUENAVENTURA OESTE FASE 2.**

**RESPUESTA A SEGUNDA AMPLIACIÓN DE INFORMACIÓN  
SOLICITADA MEDIANTE EL OFICIO DEIA-DEEIA-AC-0157-2607-2023**

**AGOSTO, 2023.**

DEPARTAMENTO DE EVALUACIÓN DE ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL

Panamá, 26 de julio de 2023  
DEIA-DEEIA-AC-0157-2607-2023

Señor  
**FERNANDO DUQUE**  
Representante Legal  
**HACIENDA SANTA MONICA S.A.**  
E. S. D.

MIAMBIENTE  
Hoy: 01 de Agosto de 2023  
Siendo las 2:20 de la Tarde  
notifique por escrito a Fernando Duque  
documentación Siguiente informe  
Notificador Johanne Moren Notificado B. Duque

Respetado Señor Duque:

De acuerdo a lo establecido en el artículo 43 de Decreto Ejecutivo No. 123 de 14 agosto de 2009, modificado por el Decreto Ejecutivo No. 155 de agosto de 2011, le solicitamos segunda información aclaratoria al Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) Categoría II, titulado “BUENAVENTURA OESTE FASE 2” a desarrollarse en corregimiento de Chirú, distrito de Antón, provincia de Coclé, que consiste en lo siguiente:

1. Mediante nota DICOMAR-330-2023, La Dirección de Costas y Mares, emite criterio técnico en base a las respuestas dadas por el promotor en la primera información aclaratoria, indicando que “*De acuerdo al análisis de las respuestas 18 y 19, se ha respondido satisfactoriamente, pero en la página 89 del EsIA señala que “Valga señalar que este proyecto no contempla obras en cauce del río Chico, y que se conservará la franja de servidumbre hidrológica de este cuerpo de agua según lo establecido en la Ley Forestal de la República de Panamá, exceptuando un estrecho canal de desagüe existente de la laguna artificial, que se mantiene tal como en la actualidad”*

Pero en la respuesta 18 acápite d señala “*La empresa promotora aplicará como principal medida de mitigación para evitar afectaciones la construcción de una berma de protección en ambos lados del río Chico, la cual sobrepasará los niveles máximos de agua descritos, protegiendo a ambos lados de este cuerpo de agua de posibles inundaciones a futuro*”. En base a lo antes señalado, solicitan:

- a) Esta medida no está señalada en el EsIA, por lo tanto, se requiere se aclare dónde se construirá esta berma, cumpliendo con lo señalado anteriormente.

Albrook, Calle Broberg, Edificio 804  
República de Panamá  
Tel.: (507) 500-2655

[www.miamiente.gob.pa](http://www.miamiente.gob.pa)  
Página 1 de 4

- b) Presentar las medidas de mitigación correspondientes para evitar afectaciones a los manglares presentes, garantizando la interconectividad y equilibrio hidrológico, por lo cual deberán presentar un diseño de la ubicación de la berma y manteniendo el bosque de galería (manglares).
2. Mediante nota DRCC-840-2023, La Dirección Regional de Coclé emite criterio técnico en base a las respuestas dadas por el promotor, señalando que:
- Que la respuesta de la pregunta 10b indica que La empresa promotora aprovecha esta primera información aclaratoria para aportar las evidencias de que se tipifica como quebrada sin nombre consiste en un antiguo canal de riego artificial creado por el proyecto décadas atrás, como parte de las actividades agrícolas que se desarrollaron en el sitio. Siendo lo anterior esta respuesta no es grata, ya que se realizó la investigación en la dirección Regional de Coclé y se verificó la Hoja Cartográfica 4141 II Río Hato del Instituto Tommy Guardia y no es un canal de riego creado, ya que en la hoja cartográfica se establece la red hídrica y se observa claramente este cuerpo de agua. Por lo que el promotor deberá presentar la alineación de la quebrada dentro del polígono del proyecto, su línea base y la servidumbre de protección, con sus respectivas coordenadas.
- Aunado a lo anterior, en la pregunta 11 de la primera información aclaratoria el promotor presenta plano solamente con la visualización del Río Chico. Por lo que se solicita:
- Presentar las coordenadas de conservación que se dejará a los cuerpos hídricos (Quebradas sin Nombre), en concordancia con lo establecido en el artículo 23 de la Ley 1 del 3 de febrero de 1994.
  - Presentar plano del polígono del proyecto donde se visualice de manera clara las fuentes hídricas con su respectivo ancho (cuerpo de agua superficial) con su correspondiente servidumbre de protección, en concordancia con lo establecido en el Artículo 23 de la Ley 1 de 3 de febrero de 1994 y Decreto Ejecutivo 55 de 1973 por el cual se Reglamentan las Servidumbres en Materia de Aguas donde indica en su capítulo I, artículo 5.
  - Presentar coordenadas del alineamiento de los cuerpos hídricos (Quebradas sin Nombre).
  - Presentar el plano del anteproyecto con la nueva distribución de los lotes integrando el cuerpo hídrico ((Quebradas sin Nombre) con su correspondiente servidumbre, en concordancia con lo establecido en el Artículo 23 de la Ley 1 de 3 de febrero de

1994 Forestal y Decreto Ejecutivo 55 de 1973 por el cual se Reglamentan las Servidumbres en Materia de Aguas su capítulo I, artículo 5.

- b. Que en la página 42, informe de SINAPROC, indica que el proyecto se ubica en el corregimiento de La Arena, distrito de Chitré, provincia de Herrera. Por lo que se solicita informe de SINAPROC corregido.
  - c. Que en la página 24,38y 40, el mapa del Master Plan, presenta un área denominada ML-01 con un área de 35,559.34 m<sup>2</sup>, la cual colinda con la línea de playa, tomar esto en consideración ya que en el estudio presentado el promotor indicaba que el proyecto se retiraría 250 m de la línea de playa.
3. En respuesta a la pregunta 17, punto b, el promotor señala que propone la construcción de una berma de protección ambos lados del río Chico la cual sobrepasará los niveles máximos de agua descritos, protegiendo a ambos lados de posibles inundaciones a futuro. Sin embargo, no se presenta el estudio hidrológico, informe de SINAPROC tomando en cuenta la construcción de la berma. Por lo antes mencionado, se solicita:
- a) Presentar autorización para la construcción de la berma en el lado opuesto de proyecto
  - b) Presentar Registro(s) Público(s) de la(s) finca (s), autorización(es) y copia de la cédula de lo(s) dueño(s); ambos documentos debidamente notariados. En caso de que el dueño sea persona jurídica, deberá presentar Registro Público de la Sociedad.
  - a) Presentar línea base del área donde se ubicará la berma en el lado opuesto del proyecto y los impactos a ser aplicados.
  - b) Indicar la metodología Constructiva para la berma y en base a la respuesta, señalar de dónde será obtenido el material a utilizar.
  - c) Aportar coordenadas UTM de ubicación de la berma, indicando la superficie.
  - d) Presentar hidrológico-hidráulico (firmado por el idóneo) e informe de SINAPROC, donde señale la construcción de la berma y posibles afectaciones.
4. En respuesta a la pregunta 4, mapa de planicie de inundación, se puede observar que la misma abarca zonas a ser desarrolladas por el proyecto (desarrollo residencial de mediana densidad y otras infraestructuras). Sin embargo, dichas infraestructuras deber ser reubicadas en zona que no sean inundables. Por lo antes señalado, se solicita:
- a) Presentar coordenadas UTM de la planicie de inundación, indicando la superficie.
  - b) Presentar las coordenadas UTM de la zona desarollable del proyecto, indicando la superficie.

Albrook, Calle Broberg, Edificio 804  
República de Panamá  
Tel.: (507) 500-0855

[www.miambiente.gob.pa](http://www.miambiente.gob.pa)  
Página 3 de 4  
REVISADO

- c) Presentar plano de anteproyecto con la nueva distribución de los lotes e infraestructuras.

**Nota:** Presentar las coordenadas solicitadas en DATUM WGS-84 y formato digital (Shape file y Excel donde se visualice el orden lógico y secuencia de los vértices), de acuerdo a lo establecido en la Resolución No. DM-0221-2019 de 24 de junio de 2019.

Además, queremos informarle que transcurridos quince (15) días hábiles del recibo de la nota, sin que haya cumplido con lo solicitado, se tomará la decisión correspondiente, según lo establecido en el artículo 9 del Decreto Ejecutivo No. 155 de 05 de agosto de 2011.

Atentamente,

  
DOMINGUEZ E.  
Director de Evaluación de Impacto Ambiental.  
DDE/ACP/jm/ea  
3mB



Albrook, Calle Broberg, Edificio 804  
República de Panamá  
Tel.: (507) 500-0855

[www.miambiente.gob.pa](http://www.miambiente.gob.pa)  
Página 4 de 4

**PREGUNTA No 1.** Mediante nota DICOMAR-330-2023, La Dirección de Costas y Mares, emite criterio técnico en base a las respuestas dadas por el promotor en la primera información aclaratoria, indicando que *"De acuerdo al análisis de las respuestas 18 y 19, se ha respondido satisfactoriamente, pero en la página 89 del EsIA señala que "Valga señalar que este proyecto no contempla obras en cauce del río Chico, y que se conservará la franja de servidumbre hidrológica de este cuerpo de agua según lo establecido en la Ley Forestal de la República de Panamá, exceptuando un estrecho canal de desagüe existente de la laguna artificial, que se mantiene tal como en la actualidad"*

Pero en la respuesta 18 acápite d señala *"La empresa promotora aplicará como principal medida de mitigación para evitar afectaciones la construcción de una berma de protección en ambos lados del río Chico, la cual sobrepasará los niveles máximos de agua descritos, protegiendo a ambos lados de este cuerpo de agua de posibles inundaciones a futuro"*. En base a lo antes señalado, solicitan:

- a) Esta medida no está señalada en el EsIA, por lo tanto, se requiere se aclare dónde se construirá esta berma, cumpliendo con lo señalado anteriormente.
- b) Presentar las medidas de mitigación correspondientes para evitar afectaciones a los manglares presentes, garantizando la interconectividad y equilibrio hidrológico, por lo cual deberán presentar un diseño de la ubicación de la berma y manteniendo el bosque de galería (manglares).

#### **RESPUESTA:**

- a) La empresa promotora aclara que el estudio hidrológico suministrado inicialmente fue realizado sin contar con suficientes datos hidrometeorológicos distribuidos en el área del proyecto, por lo que se utilizó las ecuaciones del “Análisis Regional de Crecidas Máximas”, originalmente desarrolladas por Lavalin Internacional en 1986 y actualizadas por la Empresa de Transmisión Eléctrica S.A. (ETESA) en 2007, las cuales arrojan magnitud de los caudales de diseño para períodos de retorno de 50 y 100 años de 426 y 482 m<sup>3</sup>/s respectivamente. Este caudal estaba arrojando datos de inundación prácticamente imposibles de ocurrir, por lo cual el promotor consiguió nuevos datos de precipitación del IMHPA.

Después de conseguir nuevos datos de precipitación diaria (mm) de la estación de Río Hato (138-004) del Instituto de Meteorología e Hidrología de Panamá (IMHPA), se utilizó el Método de Snyder con el cual se generaron los caudales de diseño para períodos de retorno de 50 y 100 años cuyas magnitudes fueron 102 y 113 m<sup>3</sup>/s respectivamente. En el tramo objeto de estudio se levantaron secciones transversales para conocer las condiciones actuales del cauce del río en una longitud de 1km+580 metros. La topografía fue procesada para obtener secciones a cada 20 metros. Los resultados del análisis hidráulico en el tramo

del Río Chico (con las secciones naturales), muestran que los niveles del agua sobrepasan ligeramente algunas estaciones de las secciones transversales en la parte norte del tramo analizado.

Más abajo, a partir de la estación -1060, los niveles del agua no sobrepasan las cotas de las secciones, toda vez que las secciones naturales, como se muestran en la actualidad, encauzan bastante bien el caudal de diseño para un periodo de retorno de 100 años, y tomando en cuenta que tal como indica el estudio hidrológico, los casos donde los niveles del agua sobrepasan ligeramente la cota de las secciones transversales son en eventos con recurrencia de 100 años, y que la experiencia nos ha mostrado que en los últimos 25 años no se ha observado el desborde de las aguas en el área del futuro proyecto.

### **Obra en cauce:**

Habiendo obtenido un Estudio Hidrológico elaborado con data actualizada la empresa promotora descarta la medida de hacer una berma a ambos lados del río, y propone a su vez como medida de mitigación ante la eventualidad de inundaciones, la construcción de un canal de tierra natural entre las secciones -480 (**A**) y la -1060 (**B**) fuera de los 25 metros de la ribera izquierda, el canal trapezoidal de pendiente  $s=0.0015$ , plantilla  $B=3$  metros, talud de 1.5 a 1.0 (H:V) tendrá la capacidad de desalojar 2.0 m<sup>3</sup>/s con un tirante de agua de 0.58 metros. Dicho caudal será devuelto al Río Chico posterior a la sección -1060 donde ambos lados del río no presentan riesgo de inundación (**C**), para esto se propone 3 tubos de 42 pulgadas (1.07 metros) cada uno, con capacidad de desalojar 0.67 m<sup>3</sup>/s cada uno.

Dicha obra se constituye en una obra en cauce de acuerdo a lo establecido en el Artículo No 2 de la Resolución No DM-0431-2021 de 16 de agosto de 2021 “*Por la cual se establecen los requisitos para la autorización de las obras en cauce naturales en la República de Panamá y se dictan otras disposiciones*”, en el cual se definen las obras en cauce naturales.



### **Descripción de la obra en cauce a realizar:**

Con los niveles de terracería finales el proyecto en cuestión no presenta problema de inundación, sin embargo con el fin de no perjudicar a la población del proyecto vecino en caso de un riesgo de inundación a 100 años, se ha propuesto según se ha mencionado un canal de terracería natural que pueda recoger las aguas en las secciones donde el estudio hidrológico arroja posible inundación, dicho canal se edificará fuera de los 25m de retiro de la servidumbre hidrológica del río.

En cuanto a la descripción del trabajo a realizar se deberá trazar el eje del canal, en recta y en curva, trazar la base inferior y superior del canal y replantear las medidas trazadas con las especificadas. Posteriormente se realizará la excavación necesaria para obtener la sección trapecial requerida. La excavación se empezará por la parte central, no saliendo del ancho de la base inferior, hasta la profundidad específica. Luego se excavarán los taludes no saliendo del ancho de la base superior. El material excavado se aprovechará como material de relleno dentro del área del proyecto.

Posteriormente se requiere desalojar el caudal proveniente de este canal de vuelta al Río Chico, posterior a la estación -1060 donde el estudio hidrológico arroja que ambos lados del mismo no presentan posibilidad de inundación. Para esto se requiere encauzar este caudal a través de 3 tuberías de 42 pulgadas de diámetro cada una, calculadas para desalojar un total de 2.0 m<sup>3</sup>/s.

Para esta obra será utilizada tubería PVC, según mencionado de 42" de diámetro, para cumplir con las medidas de diseño se utilizará niveletas (marcos temporales para señalar niveles) y escotillones (varas o segmentos de metal con una longitud dada). Esto permite lograr adecuado alineamiento tanto en el sentido horizontal como vertical a todo lo largo de cada tramo.

En el fondo deberá tener firmeza, regularidad y una sola pendiente entre el inicio y el final de cada tramo. Al ser el diámetro de la tubería mayor a 1000mm. El ancho de la zanja será de (D+60 cm), con el objeto de compactar y poder garantizar un adecuado apoyo en el entorno de la tubería, lo cual dará como resultado un excelente comportamiento de la misma, se deberá elaborar una cama colocando una capa continua de material selecto con un espesor que oscila de 5 a 10 cm, esto permitirá absorber o eliminar las irregularidades que siempre quedan en el fondo de la zanja al ejecutar su excavación. Por su bajo peso este tipo de tubería puede ser colocada fácilmente sin tener que hacer uso de medios mecánicos. Para bajar los tubos al fondo de la zanja, se puede hacer por medio de dos personas.

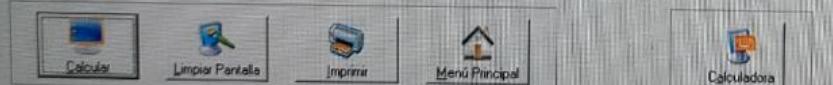
El material que se utilizará para el relleno de esta zona es el mismo que se sacará al excavar la zanja. Este relleno se realiza en capas de 25 a 30cm., hasta llegar al nivel deseado. La tubería es obtenida localmente.

<b>Datos:</b>	
Caudal (Q):	0.67 m <sup>3</sup> /s
Diámetro (d):	1.07 m
Rugosidad (n):	0.013
Pendiente (S):	0.0015 m/m



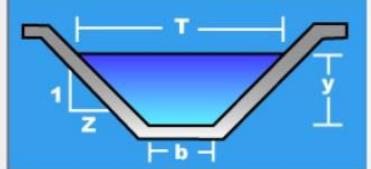
  

<b>Resultados:</b>	
Tirante normal (y):	0.5989 m
Área hidráulica (A):	0.5178 m <sup>2</sup>
Espejo de agua (T):	1.0623 m
Número de Froude (F):	0.5918
Tipo de flujo:	Subcrítico
Perímetro mojado (p):	1.8088 m
Radio hidráulico (R):	0.2863 m
Velocidad (v):	1.2940 m/s
Energía específica (E):	0.6842 m-Kg/Kg



### Sección hidráulica de tubería

<b>Datos:</b>	
Caudal (Q):	2 m <sup>3</sup> /s
Ancho de solera (b):	3 m
Talud (Z):	1.5
Rugosidad (n):	0.025
Pendiente (S):	0.0015 m/m



<b>Resultados:</b>	
Tirante normal (y):	0.5777 m
Área hidráulica (A):	2.2336 m <sup>2</sup>
Espejo de agua (T):	4.7330 m
Número de Froude (F):	0.4162
Tipo de flujo:	Subcrítico
Perímetro (p):	5.0828 m
Radio hidráulico (R):	0.4394 m
Velocidad (v):	0.8954 m/s
Energía específica (E):	0.6185 m-Kg/Kg

### Sección hidráulica de canal de terracería natural

A continuación se adjuntan las coordenadas UTM de ubicación tanto del canal de tierra natural, que abarcará una superficie total de 1809.64m<sup>2</sup>, como de las tuberías que se instalarán al finalizar el tramo para devolver las aguas al río, que como se mencionó requerirán de una pequeña superficie de 135.78 m<sup>2</sup> para su instalación, lo que se encuentra sustentado en el parágrafo del Artículo No 2 de la Resolución DM-0431-2021 de 16 de agosto de 2021 que indica lo siguiente:

**Parágrafo:** La canalización, desvío, relleno, enterramiento, enderezamiento o entubamiento de fuentes hídricas solo serán consideradas si el objetivo es de prevención de riesgos ante inundaciones o similar, construcción de pasos o vías de comunicación; dichas solicitudes deberán ser técnica y socialmente justificadas y contempladas en el Estudio de Impacto Ambiental (EsIA).

POLIGONOS EIA		
UTM WGS-84		
CANAL DE TIERRA		
1	589558.1021	920860.4705
2	589641.7955	920825.3098
3	589692.0834	920779.1665
4	589731.1783	920758.2091
5	589769.4360	920756.7906
6	589843.4213	920770.7438
7	589904.0799	920778.4577
8	589906.2660	920777.1288
9	589911.1007	920777.7792
10	589905.6723	920783.4283
11	589842.6840	920775.4182
12	589769.0809	920761.5370
13	589732.4479	920762.8952
14	589694.8428	920783.0541
15	589644.3867	920829.3516
16	589559.9341	920864.8313
AREA	<b>1809.64m2</b>	

POLIGONOS EIA		
UTM WGS-84		
OBRA EN CAUCE TUBERIA		
1	589911.101	920777.779
2	589937.943	920752.945
3	589932.014	920753.239
4	589906.266	920777.129
AREA	<b>135.78 m2</b>	

Dichos planos y cálculos serán sometidos a las instituciones involucradas para su aprobación, así como también será solicitado a MIAMBIENTE el permiso de obra en cauce para estas actividades, una vez se cuente con el Estudio de Impacto Ambiental aprobado conforme a la Resolución No DM-0431-2021 precitada.

Producto de la construcción de la obra en cauce que consiste en el canal de tierra natural y las tuberías al final del tramo para devolver las aguas al río en el segmento que no presenta riesgo de inundaciones, se generarán impactos como en toda obra de infraestructura, aclarando que el sitio no conlleva la afectación de la servidumbre hidrológica que será de 25 mts en cumplimiento de la Ley Forestal y de ley de Servidumbre de Aguas, salvo el pequeño tramo de superficie de 135.78 mts<sup>2</sup> que se va a requerir para introducir dentro de la servidumbre las tuberías para desaguar al río, no obstante se aclara que la salida de las tuberías se hará por una franja en donde no hay presencia de manglares, ubicada en las coordenadas WGS 84 No 589934.97 E y 920753.09 N. Ver imagen a continuación:



Los impactos que generarán las obras y sus medidas de mitigación se describen a continuación:

### **IMPACTOS:**

- Disminución de la calidad del aire por gases de combustión y olores molestos por la operación y movilización de equipo pesado, de manera temporal y puntual durante las obras.
- Disminución de la calidad del aire de manera temporal y puntual por partículas en suspensión (polvo).
- Disminución de la calidad acústica del entorno debido a la generación de ruidos de manera puntual y temporal durante las obras a causa del uso de equipo pesado.
- Erosión del suelo.
- Incremento de la sedimentación.
- Contaminación de suelos por desechos sólidos y/o líquidos.
- Afectación a la fauna silvestre.
- Pérdida de la capa vegetal superficial del terreno para la construcción del canal, fuera de la servidumbre hidrológica establecida.
- Pérdida de la vegetación en un pequeño tramo de 135.78 mts para la instalación de las tuberías para descargar las aguas en el río, como medida para disminuir el riesgo de inundaciones en las propiedades vecinas.

### **MEDIDAS DE MITIGACIÓN:**

- Mantener en buenas condiciones mecánicas los motores de los equipos de combustión y maquinaria del proyecto, con el fin de reducir o minimizar las emisiones de gases contaminantes, mediante un programa de mantenimiento preventivo de los mismos.
- Aplicar medidas de contención de polvo, como riego con carro cisterna (preferiblemente con agua no potable), durante la fase de movimiento de tierra. Previamente deberá contar con la aprobación de la Dirección Regional MIAMBIENTE.
- Darle mantenimiento preventivo y frecuente al equipo y maquinaria utilizada preferiblemente fuera del área del proyecto, en talleres debidamente certificados.
- Realizar la preparación del terreno principalmente en períodos de baja intensidad lluviosa para evitar el arrastre de sedimentos, que en temporada lluviosa es mucho mayor. o Incremento de la sedimentación.
- Mantener a un personal de campo encargado o responsable de inspeccionar las zonas de trabajo a fin de tener un control periódico para identificar de manera temprana cualquier riesgo de sedimentación.
- El movimiento y corte de tierra se realizará de forma controlada, de manera periódica, a fin de reducir el riesgo de erosión y sedimentación.

- Implementar un plan de recolección y retiro de los desechos que se generen en la obra de forma eficiente para su traslado hacia el vertedero municipal, para evitar su acumulación.
- Evitar fugas o derrames de hidrocarburos u otras sustancias que puedan causar la contaminación del suelo.
- Mantener material para atención de derrames en el sitio del proyecto, como kits con paños o material absorbente. Igualmente, se deberá contar con palas y recipientes plásticos con tapa de seguridad para colocar el material contaminado en caso de derrames accidentales en el suelo.
- Aplicar las técnicas sugeridas de ahuyentamiento y rescate de fauna previamente a la intervención de maquinarias en los sitios de trabajos de ser necesario.
- Las especies de fauna silvestre que se ubiquen dentro de las áreas de trabajo, de ser viable y factible, serán rescatadas y reubicadas en sitios aprobados por la autoridad competente en coordinación con la misma.
- Monitorear labores de limpieza y remoción de la cobertura vegetal exclusivamente en los sitios destinados a las obras.
- Solicitar los permisos correspondientes ante el Ministerio de Ambiente para poder llevar a cabo las labores necesarias para la obra en cauce, que requerirán la limpieza de una pequeña superficie de vegetación en la servidumbre hidrológica.

A continuación se presenta la línea base del sitio a intervenir con motivo de la obra en cauce:

La trayectoria que sigue el alineamiento de este canal, corre estrictamente por áreas muy intervenidas, ya que forman parte de las zonas de labranza agrícola con fines del cultivo de arroz, actividad que se ha llevado a cabo en dicho terreno por varias décadas.

De acuerdo con las observaciones ambientales efectuadas en dicho sector, y que constan en imágenes fotográficas del estudio de impacto ambiental y de la propia imagen satelital actual de la zona, dicho terreno (por donde va el canal en mención), está totalmente despejado de vegetación arbórea o arbustiva, solo presenta gramíneas bajas o suelos despejados, en vista de que además pasa por dicho sector un camino rural de labores agrícolas por donde se desplazan vehículos 4x4 y maquinaria pesada.

El único punto donde esta estructura toca el componente forestal existente en dicho sector corresponde a la salida del ducto o tuberías hacia el río Chico, donde se observa la presencia de la franja de Bosque Seco Tropical que bordea el cauce del río, la cual tiene un ancho variable que forma parte de la servidumbre hidrológica de 25 mts.

Adicionalmente en el borde del río, se ha determinado la existencia de una franja de manglar, principalmente compuesto de mariangola (*Laguncularia racemosa*) y algunos ejemplares de

mangle botón (*Conocarpus erecta*), de igual manera se aclara que donde desemboca la tubería en el río no cuenta con ejemplares de mangle como fue indicado anteriormente.

Este ducto tiene una longitud total de 383.09m lineales y en el último tramo, una longitud de 35.84m lineales, que es el último tramo sitio hacia el punto de descarga de las aguas, cuando ocurra alguna crecida.

Como parte de esta respuesta se adjunta la siguiente información:

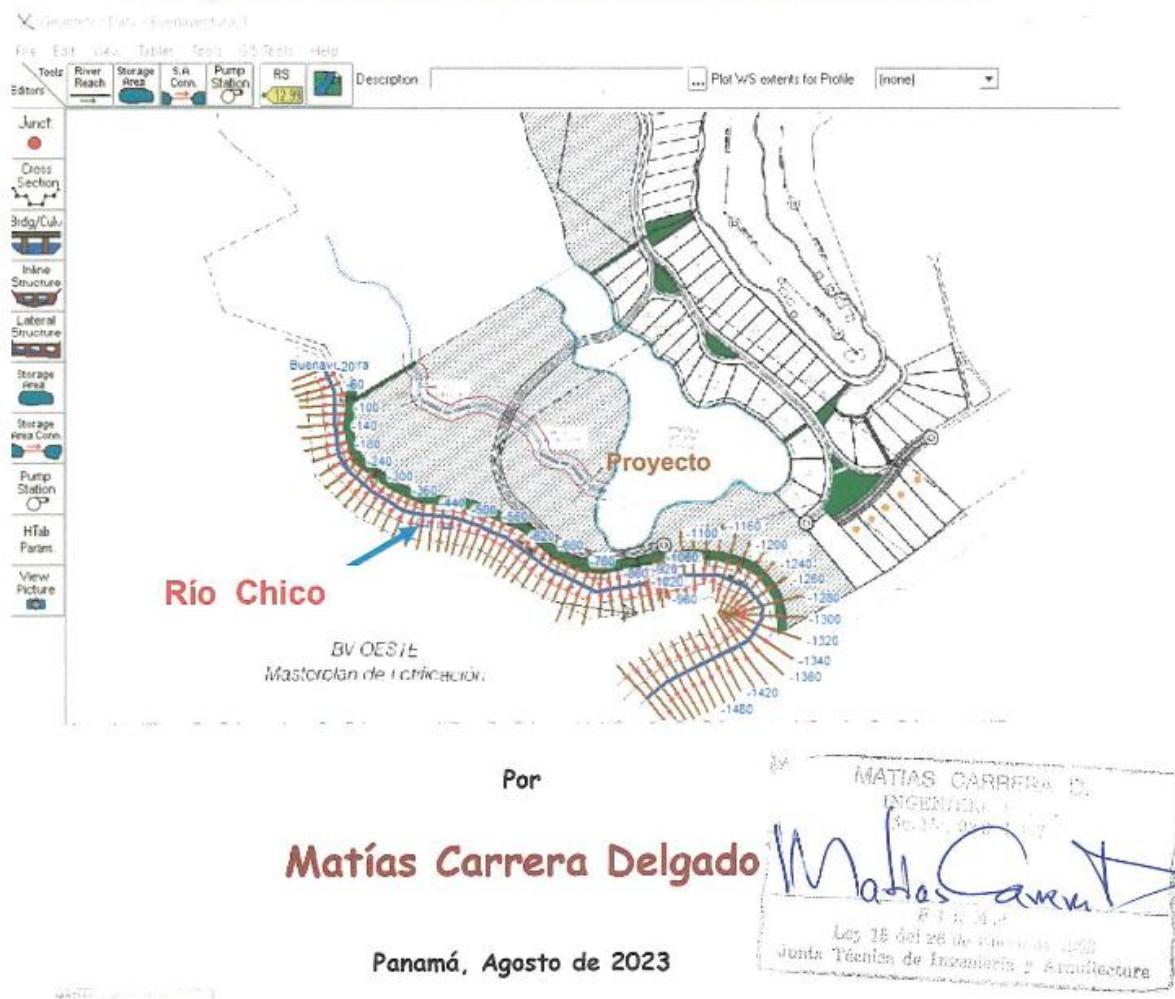
- Estudio hidrológico actualizado.
- Plano de obra en cauce (canal de terracería natural y de instalación de tuberías).
- Informe de SINAPROC que incluye la nueva medida de mitigación propuesta.

GRUPO VERDEAZUL, S. A.

## ANALISIS HIDROLOGICO E HIDRAULICO EN EL RIO CHICO

-GRUPO VERDEAZUL, S.A,-

### Diagrama del Sistema Fluvial con HEC-RAS



Agosto, 2023

INDICE

DESCRIPCIÓN	Pág.
I. Introducción	3
II. Localización y descripción de la cuenca del Río Chico	4
III. Análisis hidrológico. Determinación de los caudales de diseño	10
IV. Hidráulica. El modelo hidráulico HEC-RAS	19
V. Análisis y resultados de la simulación con el modelo HEC-RAS	25
VI. Conclusiones	32
VII. Recomendaciones	33
VIII. Referencias	34

Anexos.

1. Niveles de la superficie del agua en cada una de las secciones transversales (Q<sub>100</sub>).



## I. INTRODUCCIÓN

En este documento se muestran los resultados de los cálculos hidrológicos e hidráulicos realizados en la cuenca del Río Chico, la cual tiene un área de drenaje de  $A=75.52 \text{ km}^2$  hasta el sitio donde el Grupo VERDEAZUL, S. A. propone desarrollar un proyecto urbanístico.

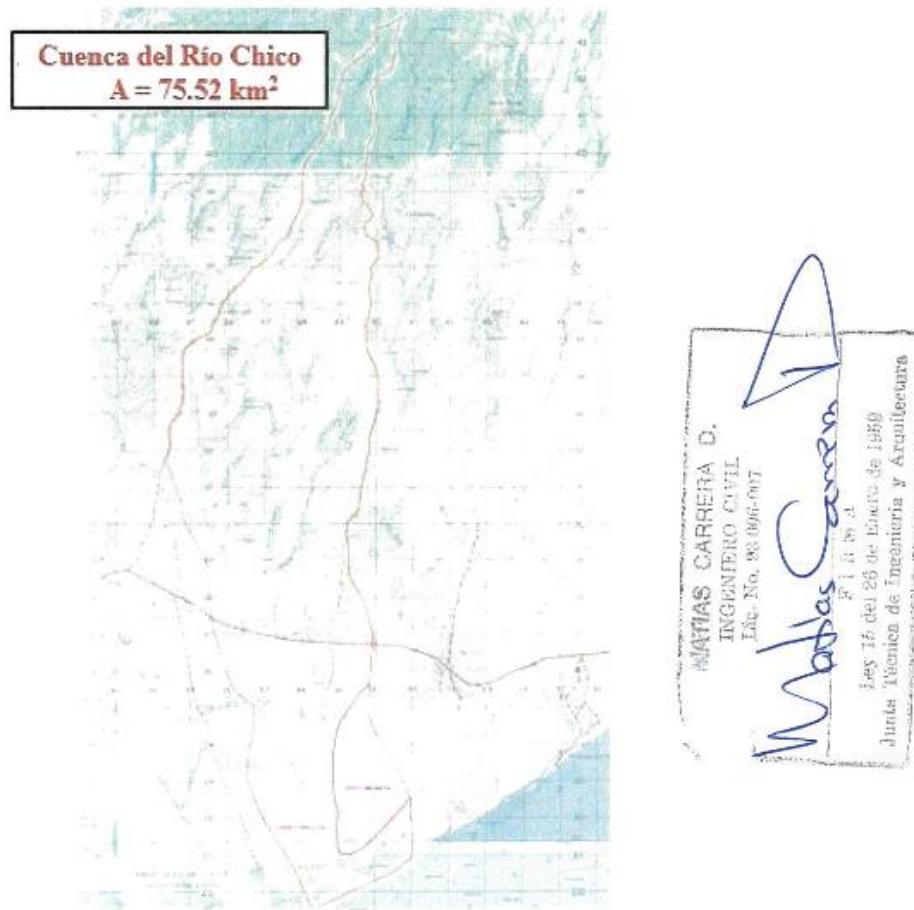
El primer objetivo fue determinar los caudales de diseño para períodos de retorno de 50 y 100 años. Al principio se decidió utilizar las ecuaciones del “**Análisis Regional de Crecidas Máximas**”, originalmente desarrolladas por Lavalin Internacional en 1986 y actualizadas por la Empresa de Transmisión Eléctrica S. A. (ETESA), en 2007. Esta decisión se fundamenta por no contar con suficientes datos hidrometeorológicos distribuidos en el área del proyecto. La magnitud de los caudales de diseño para períodos de retorno de 50 y 100 años son 426 y 482  $\text{m}^3/\text{s}$  respectivamente. Sin embargo, después de conseguir nuevos datos de precipitación diaria (mm) de la estación de Río Hato (138-004) del Instituto de Meteorología e Hidrología de Panamá (IMHPA), se utilizó el Método de Snyder con el cual se generaron los caudales de diseño para períodos de retorno de 50 y 100 años cuyas magnitudes fueron 102 y 113  $\text{m}^3/\text{s}$  respectivamente. En el tramo objeto de estudio se levantaron secciones transversales para conocer las condiciones actuales del cauce del río en una longitud de 1km+580 metros. La topografía fue procesada para obtener secciones a cada 20 metros.

Las simulaciones hidráulicas fueron realizadas con el modelo hidráulico HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center – River Analysis Systems), en el tramo de los 1580 metros comprendido entre las secciones transversales 0km + 020m y 1km + 600m (-20 y -1600 de acuerdo con la configuración con el modelo HEC-RAS). Los resultados del análisis hidráulico en el tramo del Río Chico (con las secciones naturales), muestran que los niveles del agua, en pocas estaciones en la parte superior, sobrepasan ligeramente las cotas de las secciones transversales. Más abajo, los niveles del agua no sobrepasan las cotas de las secciones. Sin embargo, este último tramo, alineado de manera paralela a la costa, comprende las secciones transversales que son sujetas a cambios por el efecto del oleaje del mar. Se recomienda considerar un nivel mínimo de un metro por encima del nivel del agua correspondiente al  $Q_{100}$  para definir así la terracería segura para los lotes e infraestructuras.



## II. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO CHICO.

El área por desarrollar está ubicada en el litoral del Pacífico muy cerca de la comunidad de Río Hato, en la provincia de Coclé. La cuenca del Río Chico se encuentra dentro de la cuenca hidrográfica 138 que abarca todos los sistemas fluviales entre los ríos Antón en la provincia de Coclé y Caimito en la provincia de Panamá Oeste (**Figura 1**).



**Figura 1.** Cuenca del Río Chico en Río Hato, Coclé.

El Río Chico está ubicado entre las cuencas hidrográficas del Río Antón y Río Hato; y su punto más alto sobrepasa los 300 metros. Presenta un recorrido en la dirección Norte a Sur para



desalojar sus aguas en el Océano Pacífico. El tramo analizado se encuentra en la parte baja de la cuenca donde el río presenta una pendiente muy suave de aproximadamente 0.000961 m/m. El área de la cuenca fue estimada utilizando los mosaicos topográficos (a escala 1:50000), del Instituto Geográfico Nacional, Tommy Guardia.

## Clima

La climatología de Panamá está influenciada por la migración anual de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCI). La ZCI divide los vientos alisios del sureste y del noreste de los hemisferios Sur y Norte, respectivamente. La ZCI se caracteriza por una banda nubosa debido a la convergencia de dos corrientes opuestas de viento. Su presencia genera mayor cantidad de lluvia, creando la estación lluviosa (mayo-junio y octubre-noviembre). Durante su ausencia la cantidad de lluvia es menor, produciéndose entonces una pronunciada estación seca en la costa del Pacífico y una ligera estación seca en la costa Atlántica y en la región central y occidental de Panamá. En medio de los dos períodos máximos de precipitación, ocurre el llamado "Veranillo de San Juan", con una disminución de las precipitaciones entre julio y agosto.

Las tormentas violentas o sistemas bien organizados a escala sinóptica, tales como los frentes fuertes y los huracanes, no son muy frecuentes, siendo la convección y los efectos orográficos los principales mecanismos de generación de precipitación en el área de estudio.

En cuanto al clima según la clasificación de Koppen (**Figura 2**), el clima en el área de estudio (zona más cerca al mar), es del tipo Tropical de Sabanas Aw, mientras que hacia la parte alta de la cuenca, se puede tener la influencia del Tropical de Sabanas. Sus características son lluvias copiosas en los períodos descritos arriba con una estación seca prolongada. La estación seca presenta vientos fuertes, con predominio de nubes medias altas; hay baja humedad relativa y fuerte evaporación.



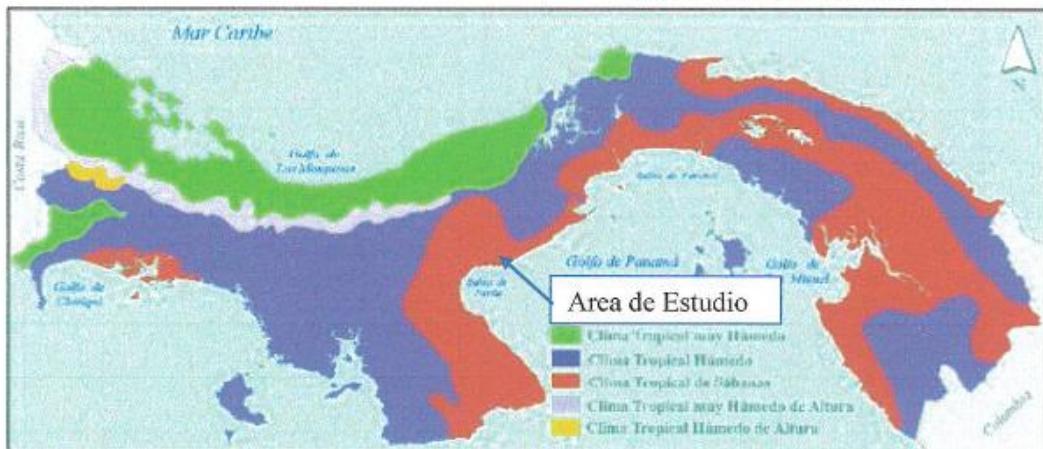
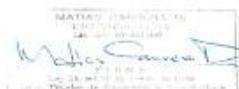


Figura 2. Mapa de Clasificación Climática según Koppen.

- La clasificación correspondiente de Köppen para el área de estudio es *Awi, Tropical de Sabanas con periodo de estación seca bien definidos.*

## Precipitación

La cuenca del Río Chico no tiene un grupo de estaciones meteorológicas que permitan determinar con bastante certeza la variabilidad espacial y temporal de la precipitación. Sin embargo, existen las estaciones meteorológicas de Santa Rita (138-008) y Río Hato (138-004), administradas por la Empresa de Transmisión Eléctrica S. A. (ETESA), que nos permiten estimar la precipitación promedio en la zona en un periodo de 30 años (1980-2009). La **Tabla 1** muestra que en promedio se registra una precipitación de 2624.8 y 1282.2 mm en las estaciones de Santa Rita y Río Hato respectivamente. La estadística de la **Tabla 1** marca una tendencia de aumento de la precipitación a medida que se aleja de la costa del Pacífico al considerar las Latitudes de las estaciones. El **Mapa 1** muestra las isoyetas anuales.



GRUPO VERDEAZUL, S. A.

Generalmente, se favorece la precipitación debido a la existencia de corrientes marinas cercanas junto a temperaturas altas que evaporan las aguas del Pacífico. La humedad es entonces arrastrada desde la costa hacia tierra firme provocando intensas precipitaciones, sobre todo en la parte alta de las cuencas por el efecto orográfico. La precipitación media anual en la cuenca se acerca a los 2000 mm/año.

**Tabla 1. Distribución mensual de las lluvias en las estaciones Santa Rita y Río Hato (Período 1980-2009)**

MES	Precipitación media anual (mm) período: 1980 -2009	
	Santa Rita LAT 08° 30' 00" LON 80° 11'00"	Río Hato LAT 08° 22' 00" LON 80° 10'00"
Enero	21.8	35.4
Febrero	8.0	24.6
Marzo	8.8	23.0
Abril	91.4	52.3
Mayo	329.9	138.4
Junio	348.4	144.0
Julio	274.6	138.9
Agosto	296.0	134.4
Septiembre	369.6	145.4
Octubre	425.6	190.8
Noviembre	342.2	169.7
Diciembre	108.6	85.5
Total Anual	2624.8	1282.2

Fuente: Empresa de Transmisión Eléctrica, (ETESA).



## Temperatura

La temperatura en el área de estudio se caracteriza por la poca variación estacional, con una precipitación promedio anual de 27.8 °C. Como ilustración se muestran en la **Tabla 2** los registros de temperatura de la estación Antón durante el período 1980–2009.

**Tabla 2.** Temperaturas registradas en la estación de Antón (132-002).

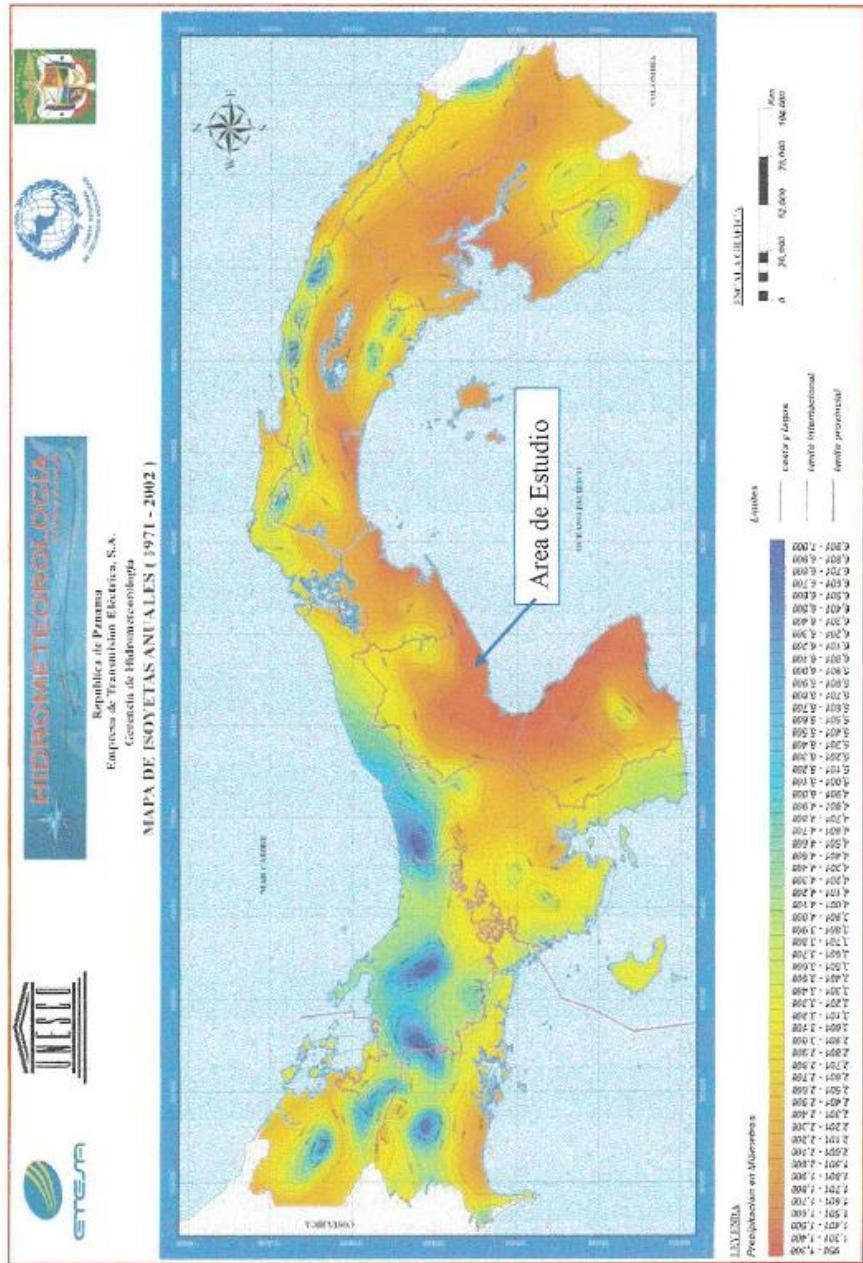
Periodo (1980-2009)

T°C	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Prom.	27.6	28.3	28.8	29.2	28.5	27.8	27.6	27.5	27.3	27.0	27.1	27.3	27.8
Mín. Abs	26.4	26.8	27.2	28.3	27.4	26.7	26.5	26.3	26.2	26.3	26.2	26.6	26.7
Máx. Abs	28.9	29.6	30.0	30.6	29.9	28.7	28.5	28.8	28.2	27.9	27.9	28.7	29.0

Fuente: Empresa de Transmisión Eléctrica, (ETESA).

**Nota:** Min Abs y Max Abs son los promedios de las temperaturas mínimas y máximas absolutas.





Mapa 1. Isoyetas anuales en mm.

Agosto, 2023

၈၁

### III. ANÁLISIS HIDROLÓGICO. DETERMINACIÓN DE LOS CAUDALES DE DISEÑO.

En la cuenca del Río Chico no existen registros de datos de caudales para realizar un Análisis de Frecuencia que nos permita hacer uso de la mejor distribución de probabilidad y así obtener los caudales de diseño. Tampoco es aplicable el Método Racional porque el área de drenaje es de 75.52 km<sup>2</sup>. Por esa razón, se utilizaron las ecuaciones presentes en el estudio “**Análisis Regional de Crecidas Máximas**” desarrollado por Lavalin International en 1986 y actualizadas por la Empresa de Transmisión Eléctrica S. A. (ETESA) en 2007, para estimar los caudales de diseño con periodos de retorno de 50 y 100 años.

El área de estudio está ubicada en la Zona 5 (**Mapa 2**). De acuerdo al estudio de Lavalin International, los caudales para los periodos de retorno de 1 en 50 y 100 años, se pueden calcular de la siguiente manera:

$$Q_{\text{prom}} = 14 \cdot A^{0.59}$$

$$Q_{50} = 2.37 \cdot 14 \cdot A^{0.59}$$

$$Q_{100} = 2.68 \cdot 14 \cdot A^{0.59}$$

Donde, A = área de drenaje de la cuenca en km<sup>2</sup>

El factor 14 es una constante; depende de la zona de ubicación de la cuenca (**Tabla 3**)

Los factores 2.37 y 2.68 (**Tabla 4**), se aplican al caudal máximo para obtener los caudales para periodos de retorno de 50 y 100 años respectivamente.



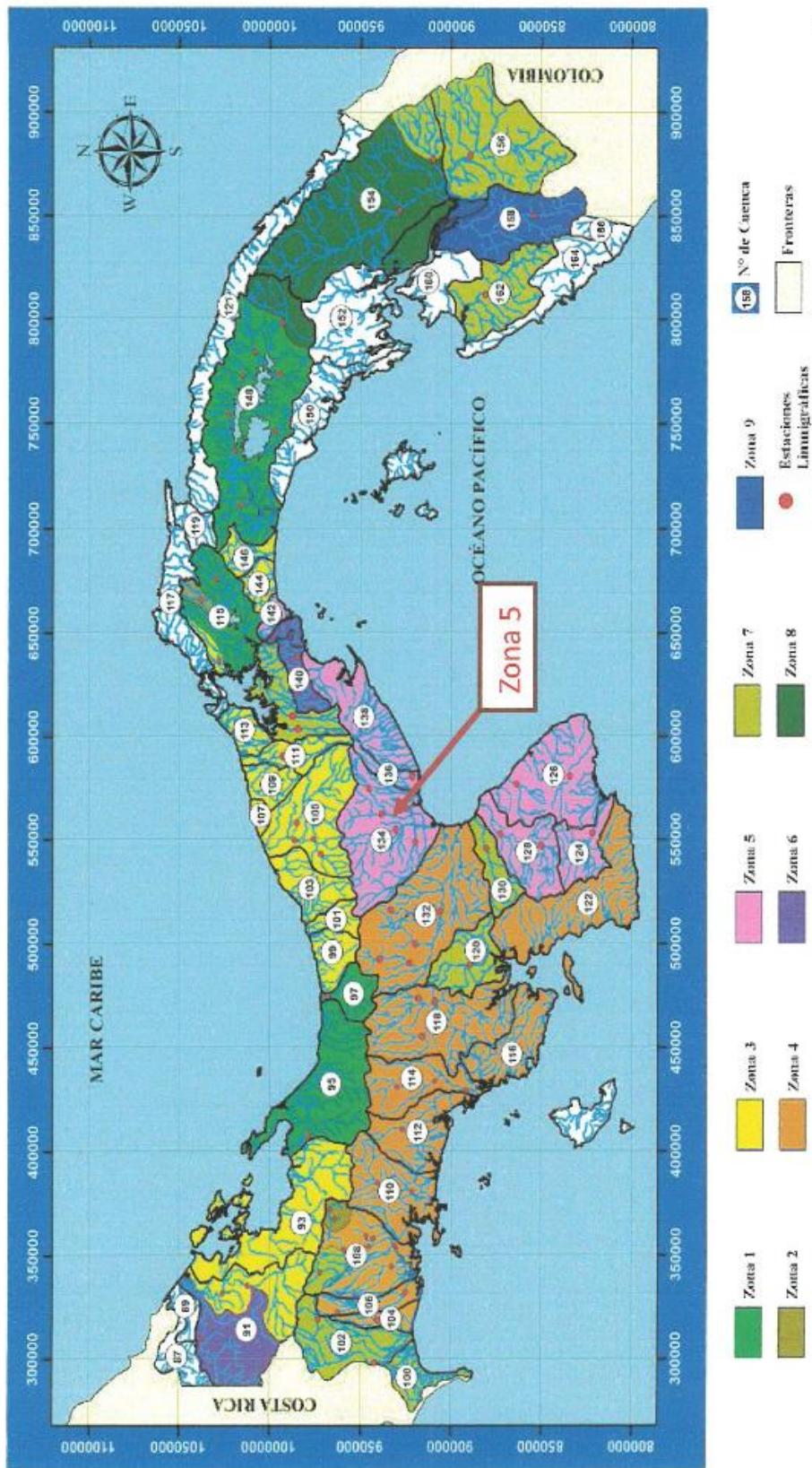
**Tabla 3.** Zonas hidrológicamente homogéneas con sus respectivas ecuaciones y tablas de distribución de frecuencia

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

**Tabla 4.** Tablas de distribuciones de frecuencia para ser utilizadas de acuerdo a la zona Hidrológicamente homogénea.

Factores $Q_{\text{máx}}/Q_{\text{prom.máx}}$ para distintos $Tr$ .				
$Tr, \text{años}$	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





Agosto, 2023

12

La **Tabla 5** muestra la magnitud de los caudales en la cuenca del río Chico considerando un área de estudio de 75.52 km<sup>2</sup>.

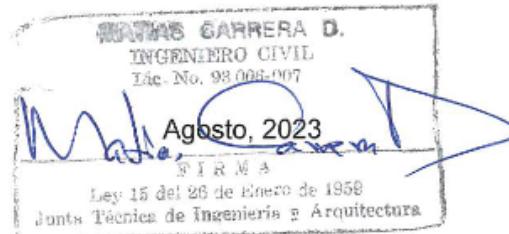
**Tabla 5.** Caudales para períodos de retorno de 50 y 100 años (A= 75.52 km<sup>2</sup>)

Período de Retorno (T) (años)	Área (km <sup>2</sup> )	Q <sub>prom</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Factor	Q <sub>r</sub> (m <sup>3</sup> /s)
50	75.52	179.54	2.37	426
100	75.52	179.54	2.68	482

Aunque la metodología aquí descansa sobre la homogeneidad regional de las cuencas hidrográficas, la magnitud de los caudales se ven bien altos. Hay que recordar que las ecuaciones presentes en el estudio “**Análisis Regional de Crecidas Máximas**” se desarrollan con datos históricos de un grupo de cuencas a lo largo del país. En el área de Río Hato no hay información hidrológica.

Para utilizar un tercer método, en este caso el Método de Snyder, capaz de calcular los caudales para diferentes períodos de retorno se adquirió datos de precipitación diaria (mm) del Instituto de Meteorología e Hidrología de Panamá (IMHPA). Para la estimación de la precipitación máxima anual en 24 hrs se utilizan registros pluviométricos de la estación meteorológica Río Hato (código 138-004) administrada por el IMHPA. Esta estación meteorológica se encuentra aproximadamente a 12 km al noreste del punto de interés. Río Hato corresponde a la estación meteorológica más cercana a la desembocadura del Río Chico de dominio público. Los registros disponibles (29 años) cubren entre los años 1994 y 2022. Notar que se suele aumentar en un 10% las tormentas de diseño a modo de garantizar que la máxima anual contenga los volúmenes en el ciclo completo diario.

Por otro lado, se identificaron los potenciales cauces afluentes mediante geoprocessos aplicados en el Sistema de Información Geográfica (SIG) QGIS-GRASSGIS (aplicación libre de código abierto) los cuales se basan en una topografía satelital procesada del Modelo Digital de Elevación (DEM) gratuito SRTM de media resolución (30 m). Respecto a la



morfología, se identificaron las cuencas afluenteas asociadas a los potenciales cauces afluenteas ya conocidos. Los geoprocisos requeridos involucran:

1. Generación de los rasters de dirección de drenaje y acumulación del flujo.
2. Delimitación de las cuencas afluenteas.
3. Identificación de cauces principales.
4. Generación de curvas hipsométricas (área bajo cota vs. cota).

Los parámetros morfológicos necesarios para la transformación de las tormentas en crecidas dependen del enfoque precipitación-escorrentía aplicado. En esta línea, es de interés estimar:

1. El área aportante de la cuenca ( $A$ ), en  $\text{km}^2$ .
2. El largo del cauce principal ( $L_{cp}$ ) hasta el punto de salida, en km.
3. La distancia del centroide de la cuenca hasta al punto de salida ( $D_{cg}$ ), en km.
4. La elevación máxima ( $H_{max}$ ) y elevación mínima ( $H_{min}$ ) (punto de salida) de la cuenca, en m.s.n.m.
5. La pendiente media de la cuenca ( $S_c$ ), en m/m o porcentaje.

La delimitación de cuencas afluenteas se presenta en la Figura 6. Es posible identificar tres cuencas afluenteas dentro del sistema:

1. C1 asociada al desarrollo del Río Chico en su parte baja (desembocadura).
2. C2 asociada a un aporte lateral al Río Chico próximo a la desembocadura.
3. C3 asociada al Río Chico en su parte alta (interior), ubicada aguas arriba del puente local ubicado en la Carretera Interamericana.

Cabe señalar que aun cuando la visualización de la zona de estudio vía Google Earth da una idea general de la conectividad entre C1 y C3, los geoprocisos aplicados no son concluyentes al respecto, existiendo incertidumbre respecto al carácter permanente (para cualquier caudal) u ocasional (para caudales sobre cierto umbral) de tal conectividad. Frente a tal escenario, se plantean dos casos de análisis (Figura 3). El primero – menos conservador – considerará como área aportante C1 + C2 ( $23.9 \text{ km}^2$ ). El segundo – más conservador- considerará como área aportante C1 + C2 + C3 ( $73.4 \text{ km}^2$ ).



Para ambos casos, se calcula los parámetros  $A$ ,  $L_{cp}$ ,  $D_{cg}$ ,  $H_{max}$ ,  $H_{min}$  y  $S_c$ . La morfología y tiempos de concentración calculados, así como los parámetros de infiltración adoptados se resumen en la Tabla 6.

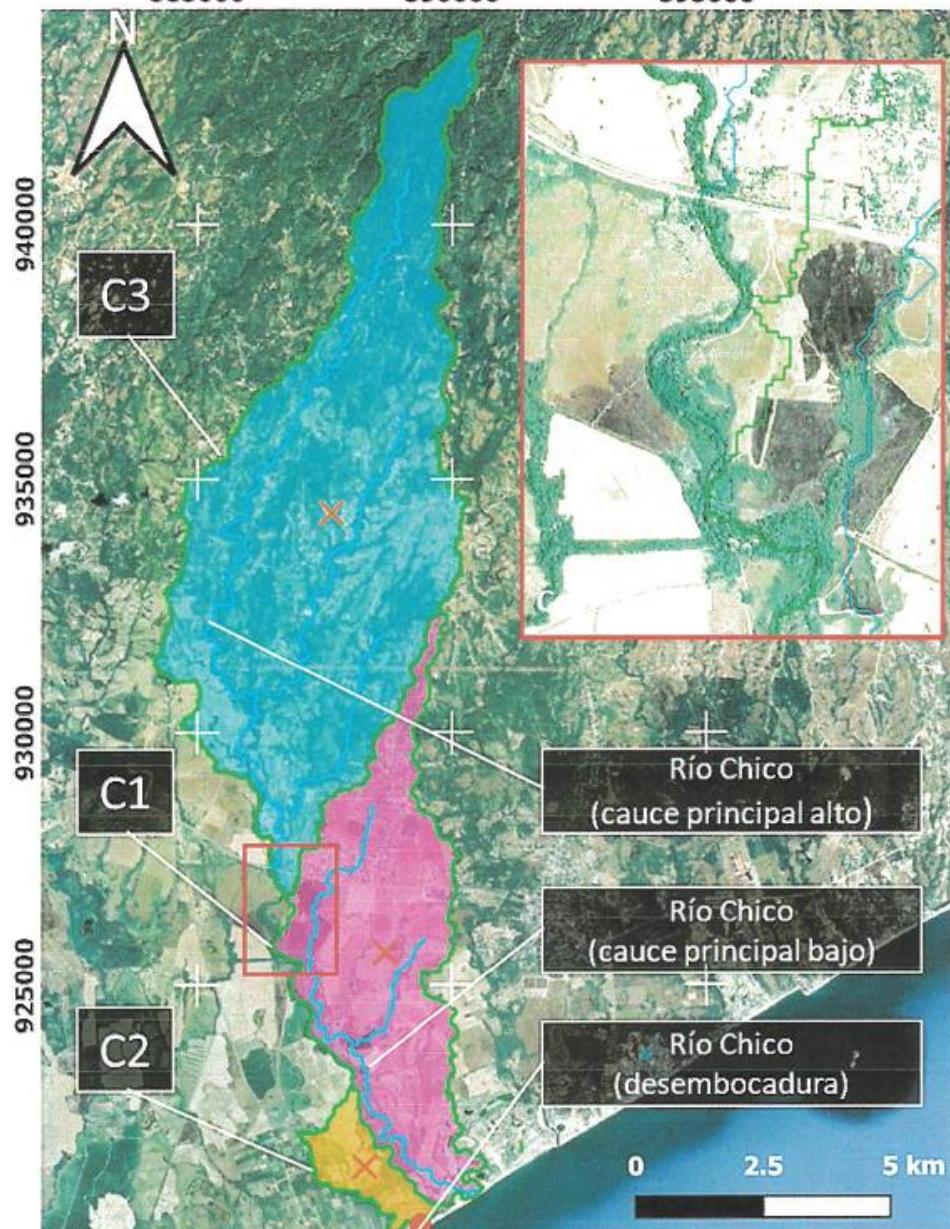
**Tabla 6. Caracterización de cuenca afluente C3 (C1+C2)**

Morfología, tiempo de concentración  $t_c$  y parámetros de infiltración ( $CE$ ,  $CN$ )

Parámetro Morfológico	Sigla / Unidades	Caso 1: C1+C2	Caso 2: C1+C2+C3
Área aportante	$A$ (km <sup>2</sup> )	23.9	73.4
Longitud de Cauce Principal	$L_{cp}$ (km)	15.9	32.5
Distancia al Centro de Gravedad	$D_{cg}$ (km)	5.4	9.8
Elevación Máxima	$H_{max}$ msnm	86	344
Elevación Mínima	$H_{min}$ msnm	0	0
Pendiente de la cuenca	$S_c$ (m/m)	3.4%	5.6%
Tiempo de Concentración (Kirpich)	$t_c$ (min)	123	176
Tiempo de Concentración (Johnstone & Cross)	$t_c$ (min)	70	78
Tiempo de Concentración (Viparelli)	$t_c$ (min)	177	361
Tiempo de Concentración (promedio)	$t_c$ (min)	123	205
Coeficiente de Duración ( $t_c$ )	$CD_{t_c}$ (adim.)	0.29	0.35
Coeficiente de Escorrentía (base → TR = 10 años)	$CE$ (adim.)	0.40	0.39
Valor Curva Número (fijo)	$CN$ (adim.)	70	70



Figura 3. Río Chico y agregación cuenca afluente C3 (C1 + C2)



Nomenclatura: Polilínea en verde = divisoria de aguas cuencas afluentes C1, C2 y C3. Polilínea en cian = Río Chico (cuerpo principal). Punto en rojo = desembocadura Río Chico (punto de interés). Cruz en rojo = centroides cuencas afluentes C1, C2 y C3.



Los registros pluviométricos para la estación meteorológica Río Hato (precipitación máxima anual (en 24 hrs) considerados como base de la extrapolación de tormentas para distintos períodos de retorno se presentan a continuación (Tabla 7). Estos valores ya se encuentran mayorados en un 10% (transformación de máxima diaria a máxima en 24 hrs).

Tabla 7. Pluviometría Río Hato: precipitación máxima anual (en 24 hrs)

Pluviometría Río Hato (138-004)		
Precipitación Máxima Anual (mm)*		
Año	Tormenta (24 hrs)	Mes
1994	79	Noviembre
1995	68	Mayo
1996	75	Junio
1997	77	Septiembre
1998	164	Mayo
1999	79	Noviembre
2000	77	Agosto
2001	112	Diciembre
2002	84	Mayo
2003	97	Mayo
2004	88	Septiembre
2005	39	Enero
2006	103	Agosto
2007	76	Agosto
2008	71	Septiembre
2009	73	Octubre
2010	103	Mayo
2011	88	Junio
2012	122	Octubre
2013	81	Octubre
2014	70	Diciembre
2015	106	Mayo
2016	90	***
2017	75	Junio
2018	142	Octubre
2019	81	Junio
2020	80	Julio
2021	84	Noviembre
2022	112	Septiembre
Promedio	90	***
Desviación Estandar	25	***

(\*) año relleno con el promedio de los años con información.



Se presentan a continuación los resultados arrojados por el análisis de frecuencia concerniente a la selección de ajustes (PDFs) y extrapolaciones de la pluviometría presentada arriba (Tabla 8).

Tabla 8. Calidad del Análisis de Frecuencia y selección de tormentas de diseño

Análisis de Frecuencia (AF): serie Precipitación Máxima Anual (mm): Río Hato					
Selección de PDFs					
PDF (ajuste)	$\chi^2$ calculado	$\chi^2$ límite	Decisión	$r^2$	ECM (mm)
Normal	6.67	7.81	Aprobado	0.85	9.1
Log-Normal	2.60	7.81	Aprobado	0.91	7.3
Pearson III	1.32	5.99	Aprobado	0.93	6.7
Log-Pearson III	3.12	5.99	Aprobado	0.90	7.8
Gumbel	3.36	7.81	Aprobado	0.93	6.6

Análisis de Frecuencia (AF): serie Precipitación Máxima Anual (mm): Río Hato						
Extrapolaciones						
Frecuencia	Normal	Log-Normal	Pearson III	Log-Pearson III	Gumbel	Selección*
TR = 2 años	89	86	85	87	86	87
TR = 10 años	121	121	122	121	127	122
TR = 50 años	139	149	153	145	163	150
TR = 100 años	146	160	166	155	178	161

Se aplica a continuación el método del Hidrograma Unitario Sintético (Snyder), detallado anteriormente. Los resultados obtenidos se presentan a continuación (Tabla 9) para ambos casos analizados, es decir, las áreas aportantes C1+C2 y C1+C2+C3.

Tabla 9. Crecidas de diseño: métodos y selección (caso 1: C1+C2)

Caso 1 (C1 + C2)		Análisis de Frecuencia	Hidrograma Unitario Sintético (Snyder)
Frecuencia	Tormentas de diseño (mm)		
TR = 2 años	87		16
TR = 10 años	122		28
TR = 50 años	150		38
TR = 100 años	161		42

Caso 2 (C1 + C2 + C3)		Análisis de Frecuencia	Hidrograma Unitario Sintético (Snyder)
Frecuencia	Tormentas de diseño (mm)		
TR = 2 años	87		41
TR = 10 años	122		74
TR = 50 años	150		102
TR = 100 años	161		113



Los resultados de Snyder son más realistas que los anteriores. Por lo tanto, el análisis hidráulico con el modelo HEC-RAS considerará estos últimos, como los caudales de diseño.

#### **IV. HIDRÁULICA. EL MODELO HIDRÁULICO HEC-RAS.**

Conocido los caudales de diseño es necesario hacer uso de una herramienta computacional para analizar la hidráulica del flujo a través del tramo del Río Chico con el propósito de estimar los niveles que alcanza el agua en cada una de las secciones transversales que componen el tramo analizado de 1,580 metros.

##### **EL MODELO HIDRÁULICO HEC-RAS**

Antes de realizar una presentación básica del modelo hidráulico HEC-RAS, se considera oportuno hacer ciertos comentarios de su predecesor, el modelo HEC-2. El modelo HEC-2 fue desarrollado en los años 70 por el Hydrologic Engineering Center en los Estados Unidos (Hoggan, 1997). El programa se diseña para calcular los perfiles superficiales del agua para flujo permanente, gradualmente variado en canales naturales (ríos) o artificiales. El proceso computacional se basa en la solución de la ecuación unidimensional de la energía utilizando el método estándar de paso. Entre sus usos, el programa se puede aplicar para delinear zonas de alto riesgo de inundaciones. El modelo también se puede utilizar para evaluar los efectos sobre los perfiles de la superficie del agua como resultado de mejoras y construcción de diques en canales. Además, es útil para simular estructuras como puentes o alcantarillas.

El objetivo principal del programa HEC-2 es simplemente calcular las elevaciones de la superficie del agua en todas las localizaciones de interés para los valores dados del flujo. Los requisitos de los datos incluyen el régimen del flujo, la elevación, la descarga, los coeficientes de pérdida, la geometría de las secciones transversales, y la separación entre secciones adyacentes.



Siguiendo los conceptos planteados en el modelo HEC-2 para la determinación de perfiles de la superficie de agua, el USACE (Army Corps of Engineers of the United States) desarrolló un Sistema de Análisis de Ríos, conocido como el HEC-RAS, (1995, 2000). El modelo HEC-RAS es muy idéntico al modelo HEC-2, con unos pocos cambios menores. Los objetivos, metas y resultados de los programas son los mismos. La gran mejora es la adición del poder gráfico al usuario (GUI). El GUI es un sistema de Windows que permite al usuario entrar, editar, y desplegar datos y gráficas en un formato de lectura fácil. Esta capacidad facilita al modelador una mejor visualización del río y su condición. Hasta permite imprimir la geometría del río en tres dimensiones.

En adición a las mejoras gráficas encontradas en HEC-RAS, muchas otras mejoras han sido hechas. HEC-2 estaba limitado para correr en condiciones de flujo subcrítico o supercrítico. HEC-RAS es capaz de operar con un régimen de condiciones mixtas. HEC-RAS también incluye la habilidad de modelar dentro de esclusas, compuertas, múltiples alcantarillas y tiene un nuevo método para evaluar el efecto de las columnas en puentes.

### ECUACIONES DEL FLUJO GRADUALMENTE VARIADO

Cuando el flujo en un canal o una corriente abierta encuentra un cambio en la pendiente del fondo o un cambio en la sección transversal, la profundidad de flujo puede cambiar gradualmente. Tal condición del flujo donde la profundidad y la 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 profundidad con la distancia a lo largo de la trayectoria del flujo. Una solución es posible si uno asume que la pérdida principal en cada sección es igual a la del flujo normal con la misma velocidad y profundidad de la sección. Así un problema del 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,



$$H = z + y + \frac{\alpha V^2}{2g} \quad (1)$$

donde "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 del  $\alpha$  se extiende de 1.05 a 1.36.

Para la mayoría de los canales " $\alpha$ " 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  $\Delta A$  y  $V$  es la velocidad promedio en la sección transversal. En muchos casos, el valor de  $\alpha$  se asume como 1.0 (**Figura 4**), pero debe ser estimado para las corrientes o ríos en donde la variación de la velocidad puede ser grande.

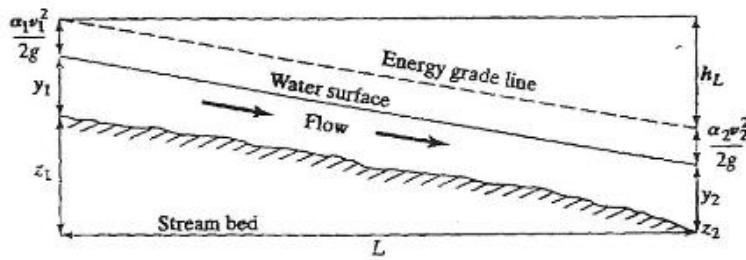


**Figura 4.** Distribuciones típicas de la velocidad en un canal abierto.

La ecuación de la energía para el flujo permanente entre dos secciones, 1 y 2 (**Figura 5**), 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  $\alpha = 1$ ,  $z_1 - z_2 = S_o L$ , y  $h_L = S L$ , la ecuación de la energía se convierte en,



**Figura 5.** Ecuación de la energía del flujo no uniforme.

$$\begin{aligned}
 z_1 + y_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} &= z_2 + y_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} + h_L \\
 y_1 + \frac{V_1^2}{2g} &= y_2 + \frac{V_2^2}{2g} + (S - S_0)L.
 \end{aligned} \tag{4}$$

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

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

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 subcrítico o supercrítico. Al utilizar  $V = q / y$  (sección rectangular), y asumiendo que  $\alpha = 1$ , la ecuación (6) se transforma en,

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



Así

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

Si incluimos la definición del número de Froude (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 debe utilizar en el modelo HEC-RAS en la primera 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 10**. Chow, 1959). En nuestro caso, se trabajó con coeficientes de rugosidad de 0.025 para el canal principal y 0.030 para las riberas izquierda y derecha de la corriente.



**TABLA 10.** Valores del coeficiente de rugosidad (n) en la fórmula de Manning

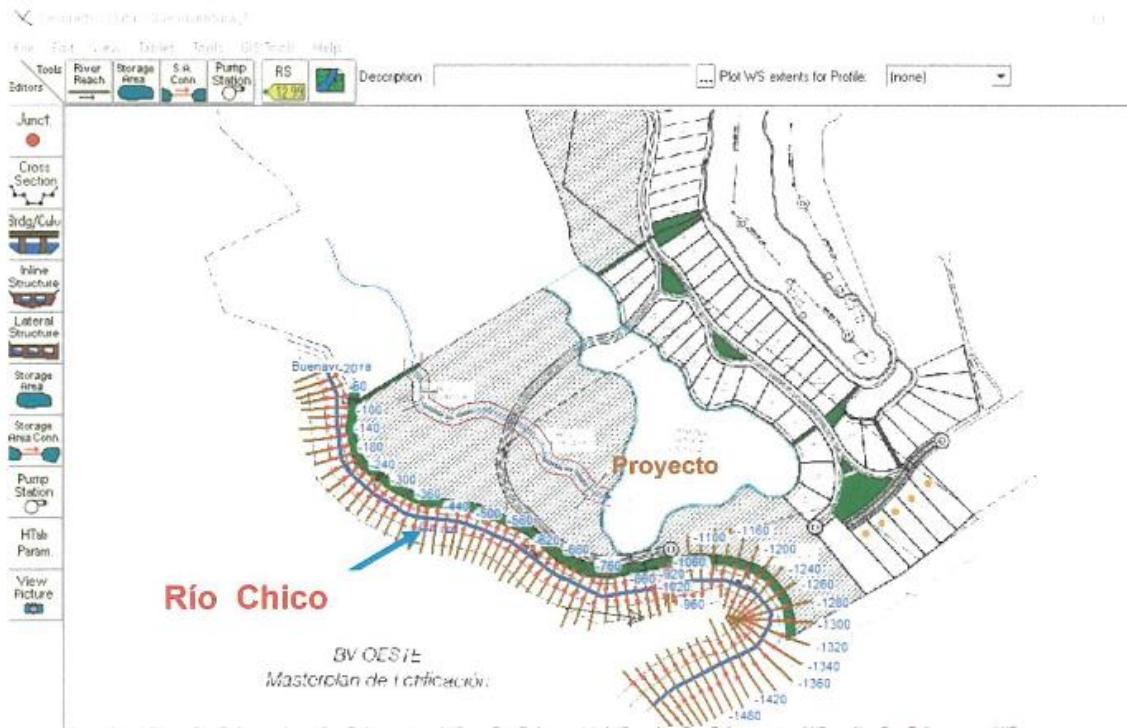
	Mínimo	Normal	Máximo
<b>Tuberías cerradas</b>			
Acero, clavado y espiral	0.013	0.016	0.017
Hierro fundido, Sin recubrimiento	0.011	0.014	0.016
Cemento, mortero	0.011	0.013	0.015
Concreto, alcantarilla	0.010	0.011	0.013
Arcilla, alcantarilla vitrificada	0.011	0.014	0.017
Albañilería del escombro, cementada	0.018	0.025	0.030
<b>Canales alineados o erigidos</b>			
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
<b>Canal excavado o dragado</b>			
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
<b>Corrientes Naturales</b>			
Etapas limpia, rectas, completas	0.025	0.030	0.033
Limpios y sinuosos, algunas piscinas y bajios	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
<b>Flujo en Llano</b>			
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



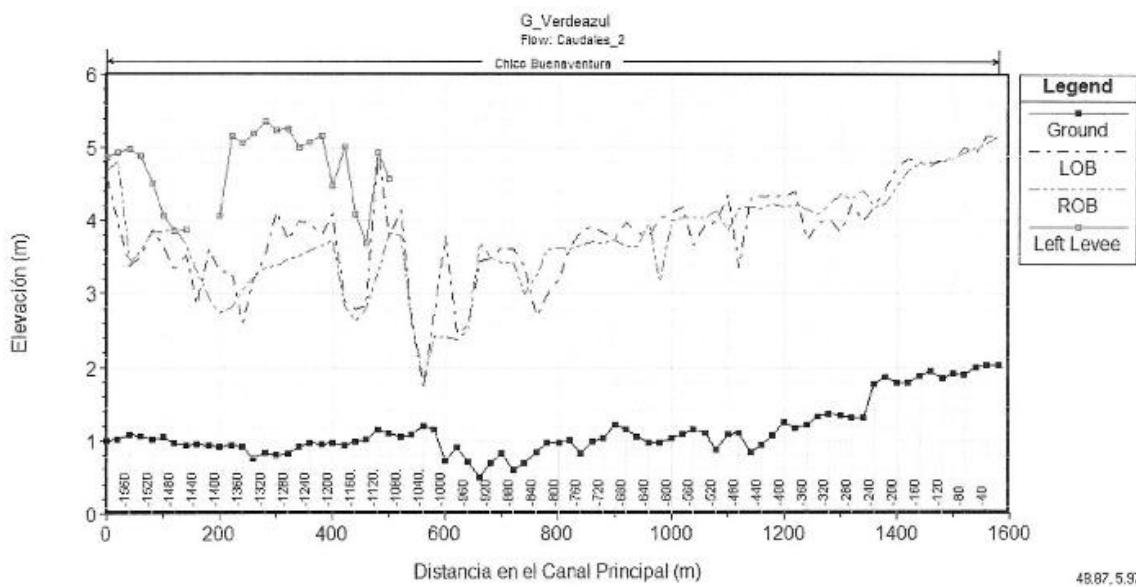
## V. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN CON EL MODELO HEC-RAS

Considerando la magnitud del proyecto, se procedió a realizar un levantamiento topográfico del tramo en el Río Chico desde la salida al mar hasta un punto situado aguas arriba a unos 1,580 metros (Figura 6).

### Diagrama del Sistema Fluvial con HEC-RAS



Como se puede observar en la **Figura 6**, el tramo analizado se ubica en la parte baja de la cuenca donde la pendiente del río es muy pequeña. En el perfil longitudinal del tramo se observan dos pendientes (**Figura 7**). La primera pendiente de magnitud  $s_1=0.001663$  se ubica entre las secciones -20 y -880 metros. La segunda pendiente, a la salida al mar es de  $s_2=0.000259$ . El agua en el río va de izquierda a derecha.



**Figura 7.** Perfil longitudinal del tramo analizado, Río Chico.

La simulación hidráulica se realizó en el tramo del Río Chico con las secciones transversales del terreno actual (secciones naturales) y los dos caudales de diseño de 102 y 113  $\text{m}^3/\text{s}$ , correspondientes a periodos de retorno de 50 y 100 años respectivamente. Los resultados del análisis hidráulico muestran que los niveles del agua sobrepasan ligeramente algunas cotas de las secciones transversales en la parte alta del tramo analizado. Más abajo, a partir de la sección -1060, los niveles del agua no sobrepasan las cotas de las secciones.



GRUPO VERDEAZUL, S. A.

En la **Tabla 11** se muestra el nivel del agua y la velocidad promedio, para el caudal  $Q_{100}$ , en cada una de las secciones transversales. Además, se encuentra el nivel de terracería al considerar una altura mínima de un (1) metro por encima del nivel máximo del agua del  $Q_{100}$ .

La **Figura 8** muestra gráficamente los niveles del agua que se alcanzan en el tramo del Río Chico al transitar el caudal de diseño para el periodo de retorno de 100 años con las secciones naturales. Es interesante observar que los niveles del agua están por debajo de las cotas del terreno más allá de la sección -1060 (**Anexo 1**). El agua se desborda hacia la zona de los manglares de la ribera derecha.

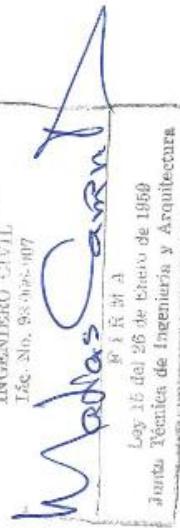
Para desalojar las aguas que se desbordan entre las secciones -480 y la -1060 se propone la construcción de un canal de tierra natural fuera de los 25 metros de la ribera izquierda. El canal trapezoidal de pendiente  $s=0.0015$ , plantilla  $B=3$  metros, talud de 1.5 a 1.0 (H:V) tendrá la capacidad de desalojar  $2.0 \text{ m}^3/\text{s}$  con un tirante de agua de 0.58 metros. Dicho caudal será devuelto al Río Chico posterior a la sección -1060 donde ambos lados del río no presentan posibilidad de desbordamiento, para esto se propone 3 tubos de 42 pulgadas (1.07 metros) cada uno, con capacidad de desalojar  $0.67 \text{ m}^3/\text{s}$  cada uno.



**Tabla 11.** Resultados de la simulación realizada con HEC-RAS.

Tramo del Río Chico	Estación	Hoja de Cálculos Hidráulicos para el Río Chico (Secciones Naturales y Q100)			
		Elev. Mín. del Cauce (m)	El. Sup. del agua (m)	Velocidad (m/s)	Elev. Terracería (m)
Buenaventura	-20	2.02	4.95	2.06	5.95
Buenaventura	-40	2.03	4.87	2.13	5.87
Buenaventura	-60	2.00	4.86	1.99	5.86
Buenaventura	-80	1.89	4.92	1.48	5.92
Buenaventura	-100	1.92	4.86	1.55	5.86
Buenaventura	-120	1.84	4.62	2.63	5.62
Buenaventura	-140	1.94	4.63	2.08	5.63
Buenaventura	-160	1.88	4.60	1.95	5.60
Buenaventura	-180	1.78	4.66	1.47	5.66
Buenaventura	-200	1.79	4.70	1.10	5.70
Buenaventura	-220	1.87	4.63	1.40	5.63
Buenaventura	-240	1.77	4.54	1.61	5.54
Buenaventura	-260	1.31	4.52	1.55	5.52
Buenaventura	-280	1.30	4.55	1.22	5.55
Buenaventura	-300	1.34	4.44	1.50	5.44
Buenaventura	-320	1.36	4.44	1.36	5.44
Buenaventura	-340	1.33	4.37	1.58	5.37
Buenaventura	-360	1.21	4.36	1.54	5.36
Buenaventura	-380	1.16	4.36	1.43	5.36
Buenaventura	-400	1.25	4.36	1.34	5.36
Buenaventura	-420	1.06	4.29	1.51	5.29
Buenaventura	-440	0.93	4.27	1.46	5.27
Buenaventura	-460	0.84	4.28	1.24	5.28
Buenaventura	-480	1.09	4.29	1.09	5.29
Buenaventura	-500	1.08	4.23	1.31	5.23
Buenaventura	-520	0.87	4.23	1.22	5.23
Buenaventura	-540	1.10	4.16	1.36	5.16
Buenaventura	-560	1.14	4.21	0.94	5.21
Buenaventura	-580	1.08	4.14	1.27	5.14
Buenaventura	-600	1.03	4.13	1.23	5.13
Buenaventura	-620	0.97	4.02	1.48	5.02
Buenaventura	-640	0.97	4.05	1.32	5.05
Buenaventura	-660	1.05	4.03	1.27	5.03
Buenaventura	-680	1.15	4.02	1.19	5.02
Buenaventura	-700	1.21	3.94	1.54	4.94

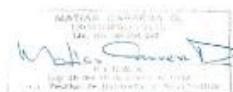
MATIAS CARRERA D.  
INGENIERO CIVIL  
Fec. Nro. 98-07-017  
Ley 15 del 25 de Enero de 1850  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura



**Tabla 11.** Resultados de la simulación realizada con HEC-RAS (cont.)

Hoja de Cálculos Hidráulicos para el Río Chico (Secciones Naturales y Q100)					
Tramo del Río Chico	Estación	Elev. Mín. del Cauce (m)	El. Sup. del agua (m)	Velocidad (m/s)	Elev. Terracería (m)
Buenaventura	-720	1.03	3.95	1.28	4.95
Buenaventura	-740	0.98	3.90	1.44	4.90
Buenaventura	-760	0.82	3.91	1.21	4.91
Buenaventura	-780	1.00	3.89	1.17	4.89
Buenaventura	-800	0.96	3.86	1.23	4.86
Buenaventura	-820	0.96	3.83	1.27	4.83
Buenaventura	-840	0.83	3.82	1.26	4.82
Buenaventura	-860	0.69	3.82	1.18	4.82
Buenaventura	-880	0.59	3.78	1.34	4.78
Buenaventura	-900	0.81	3.73	1.47	4.73
Buenaventura	-920	0.69	3.71	1.40	4.71
Buenaventura	-940	0.49	3.68	1.45	4.68
Buenaventura	-960	0.71	3.64	1.51	4.64
Buenaventura	-980	0.90	3.37	2.29	4.37
Buenaventura	-1020	1.15	3.31	2.05	4.31
Buenaventura	-1040	1.20	3.32	2.00	4.32
Buenaventura	-1060	1.08	3.41	1.18	4.41
Buenaventura	-1080	1.05	3.27	1.85	4.27
Buenaventura	-1100	1.09	3.34	1.01	4.34
Buenaventura	-1120	1.15	3.32	1.08	4.32
Buenaventura	-1140	1.01	3.33	0.89	4.33
Buenaventura	-1160	0.98	3.29	1.07	4.29
Buenaventura	-1180	0.94	3.15	1.69	4.15
Buenaventura	-1200	0.96	3.18	1.31	4.18
Buenaventura	-1220	0.95	3.10	1.61	4.10
Buenaventura	-1240	0.96	3.02	1.86	4.02
Buenaventura	-1260	0.91	3.03	1.59	4.03
Buenaventura	-1280	0.81	3.04	1.33	4.04
Buenaventura	-1300	0.80	3.04	1.18	4.04
Buenaventura	-1320	0.84	3.02	1.20	4.02
Buenaventura	-1340	0.75	2.98	1.34	3.98
Buenaventura	-1360	0.91	2.98	1.15	3.98
Buenaventura	-1380	0.93	2.98	1.06	3.98
Buenaventura	-1400	0.92	2.98	0.94	3.98

  
 MATÍAS CAMPERO D.  
 CEDRÓN COTEL 2011  
 Tel. 260.91.00.317  
 Los 2000 m de la sección de terracería y arroyo  
  
 Walter Campero S.  
 Los 2000 m de la sección de terracería y arroyo



**Tabla 11.** Resultados de la simulación realizada con HEC-RAS (cont.)

Hoja de Cálculos Hidráulicos para el Río Chico (Secciones Naturales y Q100)					
Tramo del Río Chico	Estación	Elev. Mín. del Cauce (m)	El. Sup. del agua (m)	Velocidad (m/s)	Elev. Terracería (m)
Buenaventura	-1420	0.94	2.97	0.93	3.97
Buenaventura	-1440	0.95	2.95	0.98	3.95
Buenaventura	-1460	0.94	2.95	0.88	3.95
Buenaventura	-1480	0.97	2.94	0.9	3.94
Buenaventura	-1500	1.05	2.91	1.09	3.91
Buenaventura	-1520	1.01	2.89	1.16	3.89
Buenaventura	-1540	1.07	2.87	1.23	3.87
Buenaventura	-1560	1.08	2.86	1.25	3.86
Buenaventura	-1580	1.01	2.84	1.23	3.84
Buenaventura	-1600	1.00	2.84	1.14	3.84



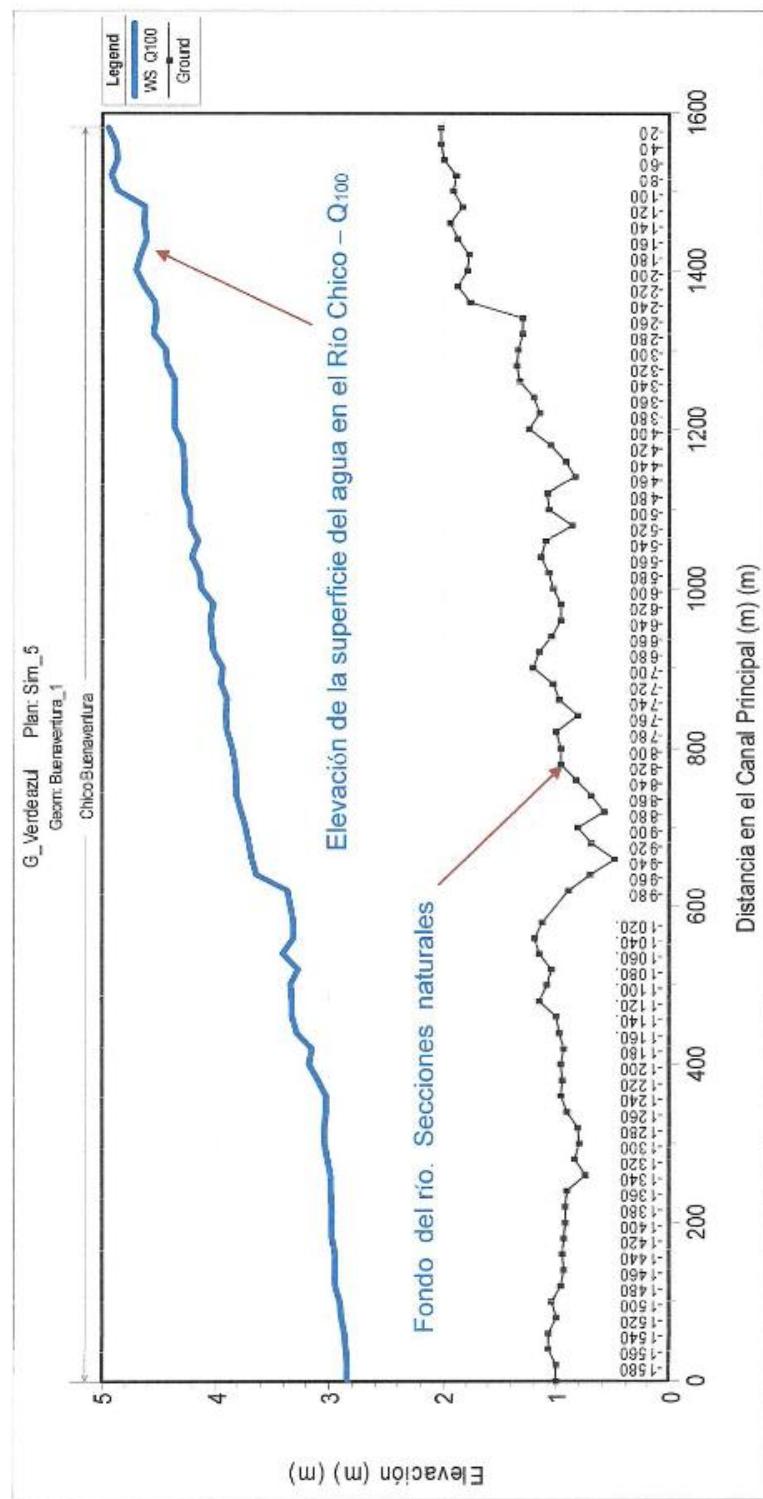


Figura 8. Elevación de la superficie del agua con secciones naturales para  $Q_{100} = 113 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Agosto, 2023

31

44

LIBRERIAS CAMPESINA S. A.  
ESTACIONES CIVILES  
TAC. NAC. MEXICO-501  
Mata, Cármen

MONTEGO BAY, JAMAICA  
12° 50' N 77° 30' W  
1400 m. above sea level  
Wet Season

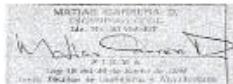
## VI. CONCLUSIONES

1. El modelo HEC-RAS simula adecuadamente el tránsito del caudal de diseño para un periodo de retorno de 100 años en el tramo de 1,580 m comprendido entre las secciones transversales 0km + 020m (-20) y 1km + 600m (-1600) del Río Chico.
2. Las secciones naturales, como se muestran en la actualidad, encausan bastante bien el caudal de diseño para un periodo de retorno de 100 años. En algunos casos, los niveles del agua sobrepasan ligeramente la cota de las secciones transversales en ambas riberas. Sin embargo, es importante señalar que este evento tiene una recurrencia de 100 años. La experiencia nos ha mostrado que en los últimos 25 años no se ha observado el desborde de las aguas en el área del futuro proyecto.
3. Los niveles del agua muestran que se debe dejar una distancia prudente a ambos lados del río para garantizar el tránsito expedito de los caudales extraordinarios.



## VII. RECOMENDACIONES

1. Mantener un área a lo largo del río que sirva de amortiguamiento para las crecidas extraordinarias.
2. Utilizar los niveles del agua obtenidos con el modelo HEC-RAS, para un caudal de diseño de 100 años, como referencia para desarrollar el proyecto urbanístico.
3. Considerar una elevación mínima de un (1) metro por encima del nivel del agua correspondiente al caudal de diseño  $Q_{100}=113 \text{ m}^3/\text{s}$  para protección de los lotes e infraestructuras.
4. Construir un canal trapezoidal en la ribera izquierda entre las secciones -480 y -1060, capaz de desalojar un caudal de  $2.0 \text{ m}^3/\text{s}$  con un tirante  $y=0.58$  metros. Las características del canal son: pendiente  $s=0.0015$ , plantilla  $B=3$  metros, talud de 1.5 a 1.0 (H:V), el caudal será devuelto al Río Chico posterior a la sección -1060 donde ambos lados del río no presentan posibilidad de desbordamiento, con 3 tubos de 42 pulgadas (1.07 metros) cada uno, con capacidad de desalojar  $0.67 \text{ m}^3/\text{s}$  cada uno.
5. A futuro, considerar la adecuación de la salida del río al mar. Esta mejora del cauce, en su salida al mar, hará que los niveles desciendan disminuyendo así el riesgo a inundaciones.



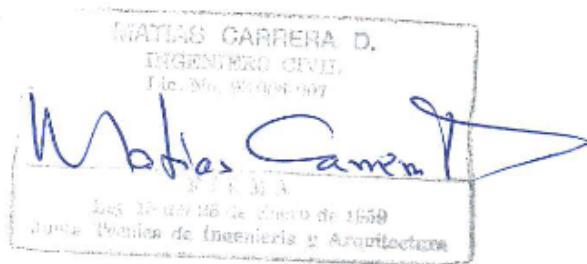
### VIII. REFERENCIAS

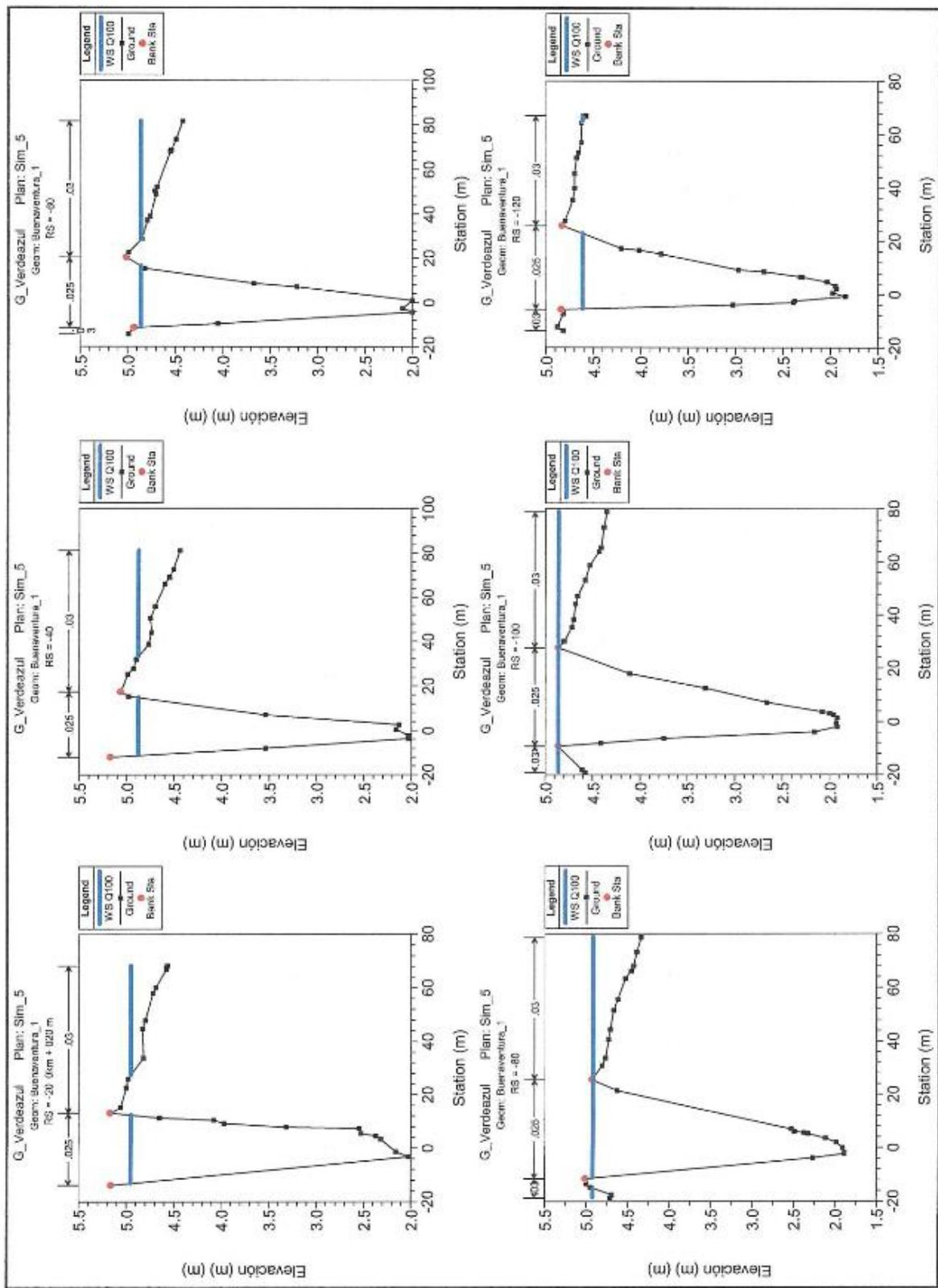
- Chow, V. T., 1959, Open Channel Hydraulics, McGraw-Hill, New York.
- Computer Applications in Hydraulics Engineering: Connecting Theory to Practice 1997-2004. Haestad methods, Inc.
- Hoggan D. H., 1997, Computer-Assisted Floodplain Hydrology and Hydraulics, 2nd ed., McGraw-Hill, New York.
- Hidrologic Engineering Center, 1982, HEC-2 Water Surface Profiles, User's Manual, U. S. Army Corps of Engineering, Davis, CA.
- Hidrologic Engineering Center, 1995, HEC-RAS River Analysis System, User's Manual, U. S. Army Corps of Engineering, Davis, CA.
- Hidrologic Engineering Center, 2008, HEC-RAS, River Analysis System, User's Manual, U. S. Army Corps of Engineering, Davis, CA.

***El modelo HEC-RAS fue aplicado en el tramo del Río Chico, en el sector de Río Hato, por el Ingeniero Civil/Hidrólogo Matías Carrera Delgado, profesional idóneo con Licencia No. 93-006-007.***

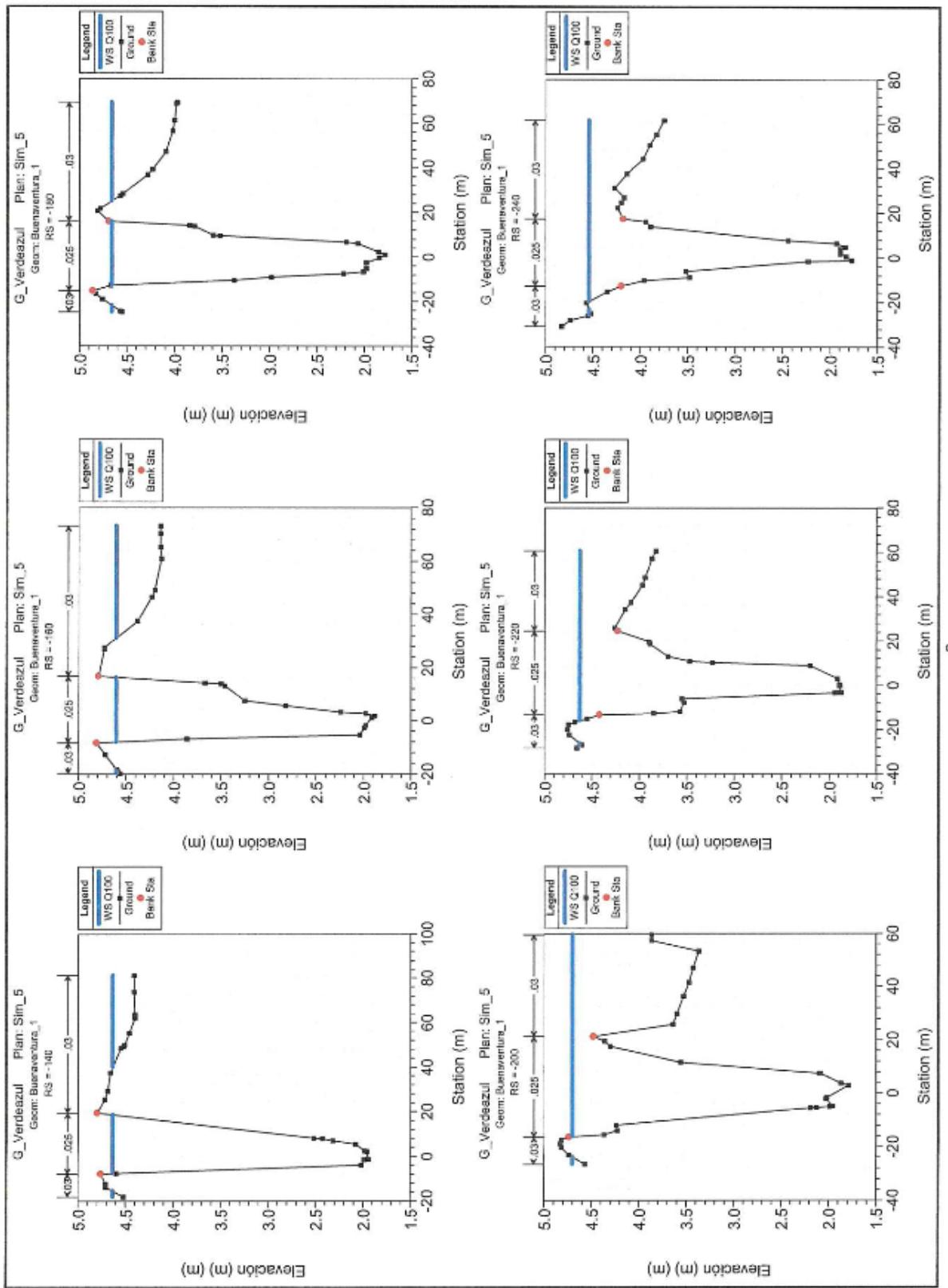


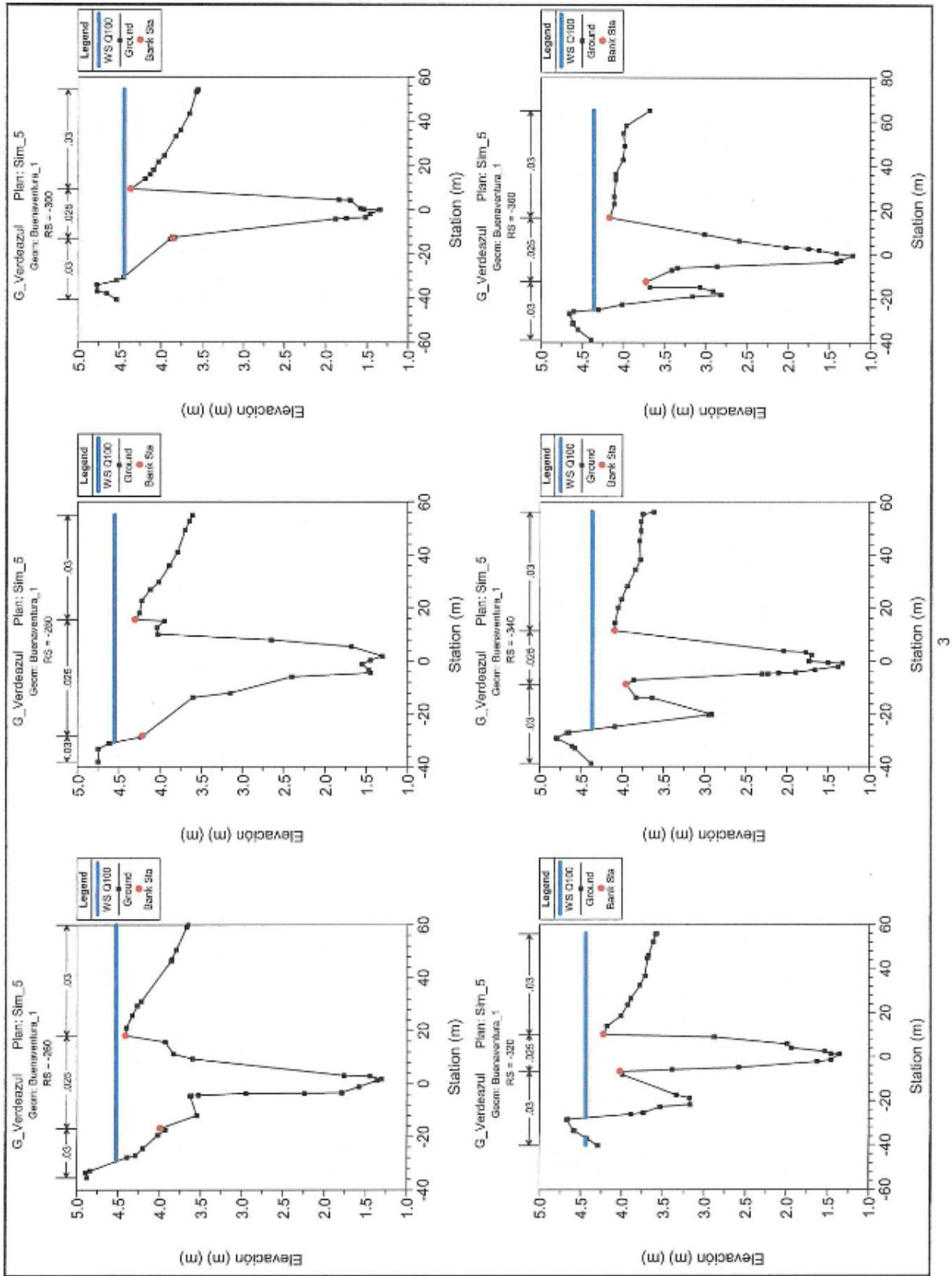
**Anexo 1.** Niveles del agua en el Río Chico para  $Q_{100}$  con secciones naturales.

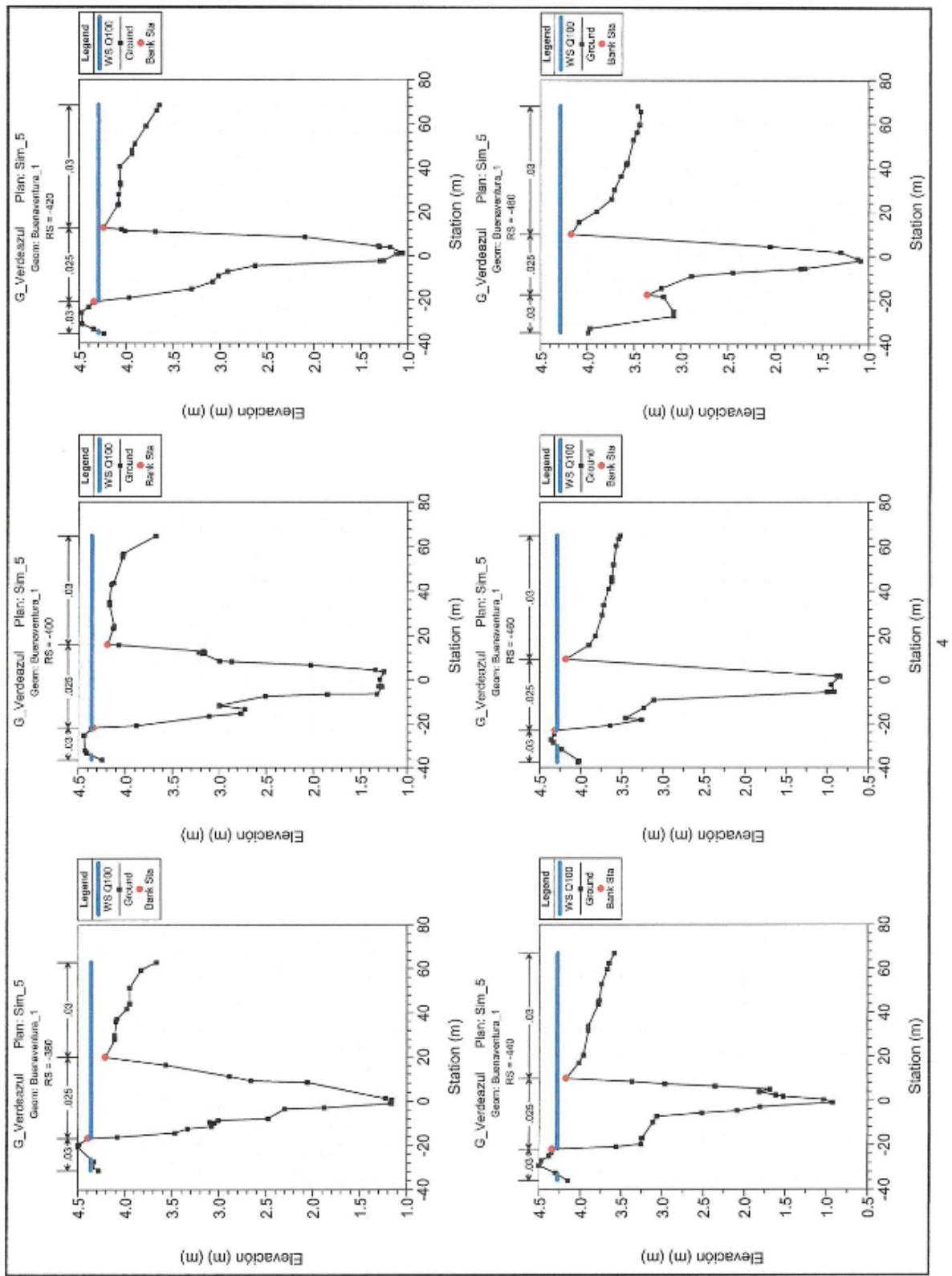




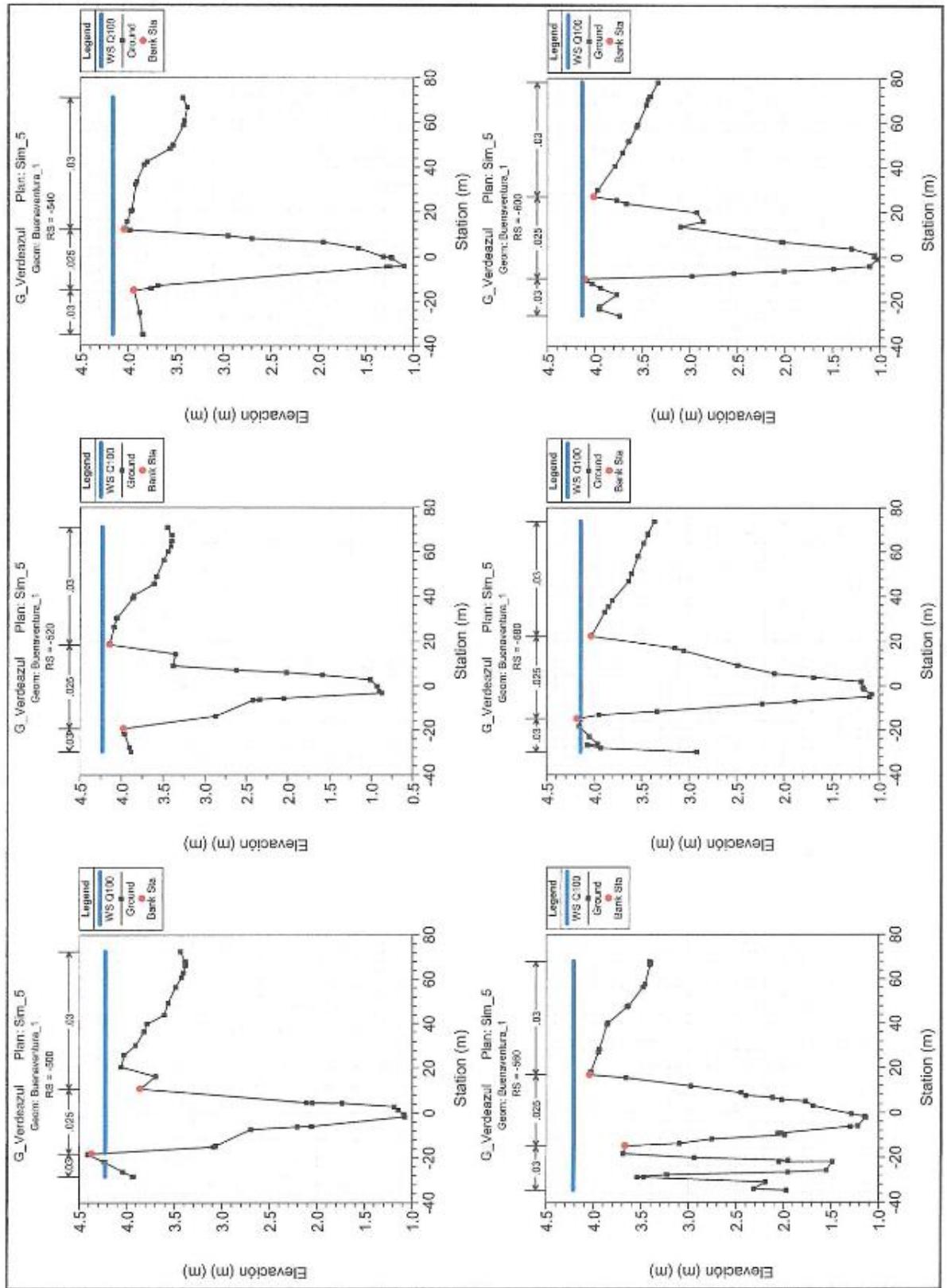
1

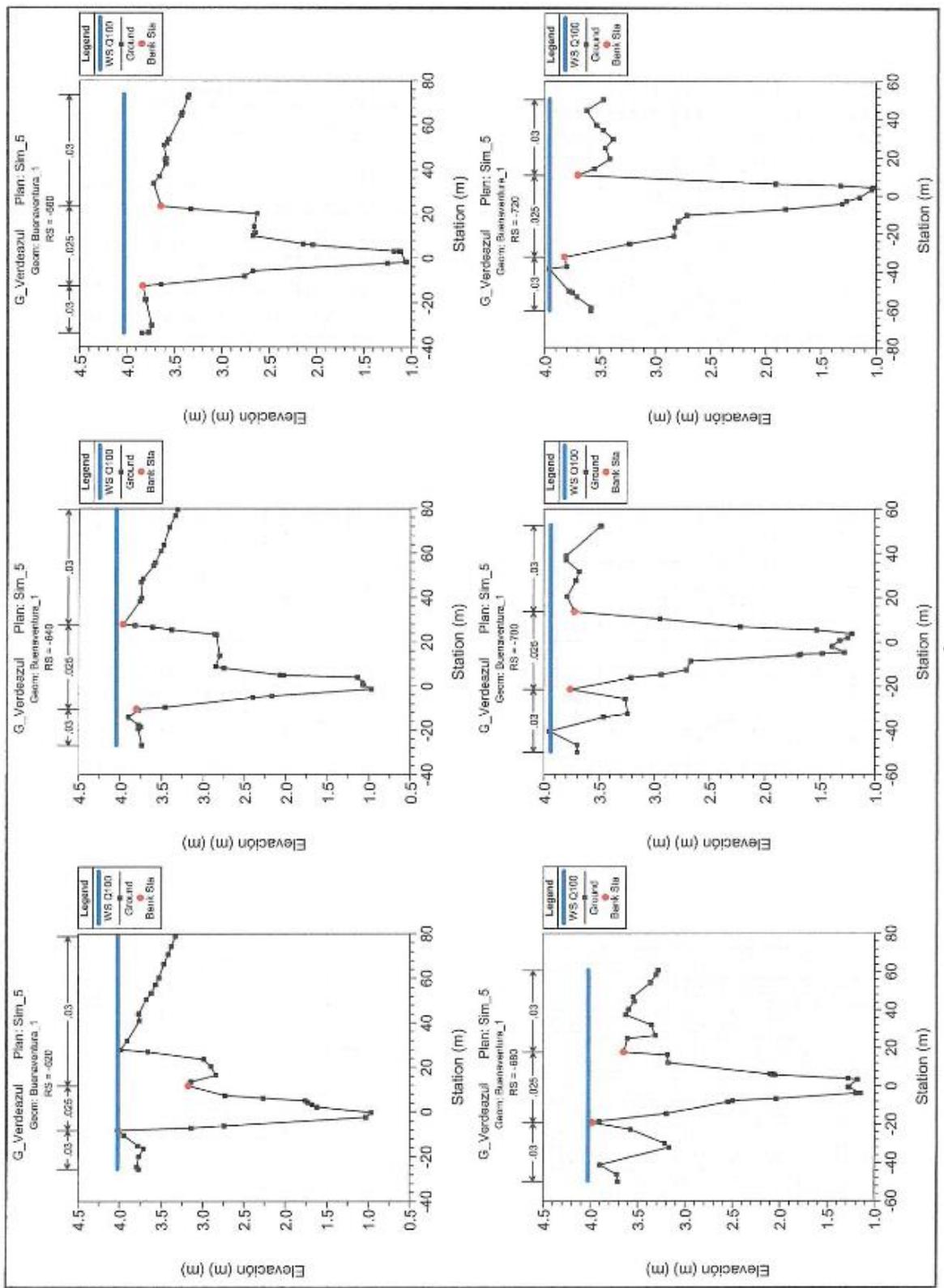


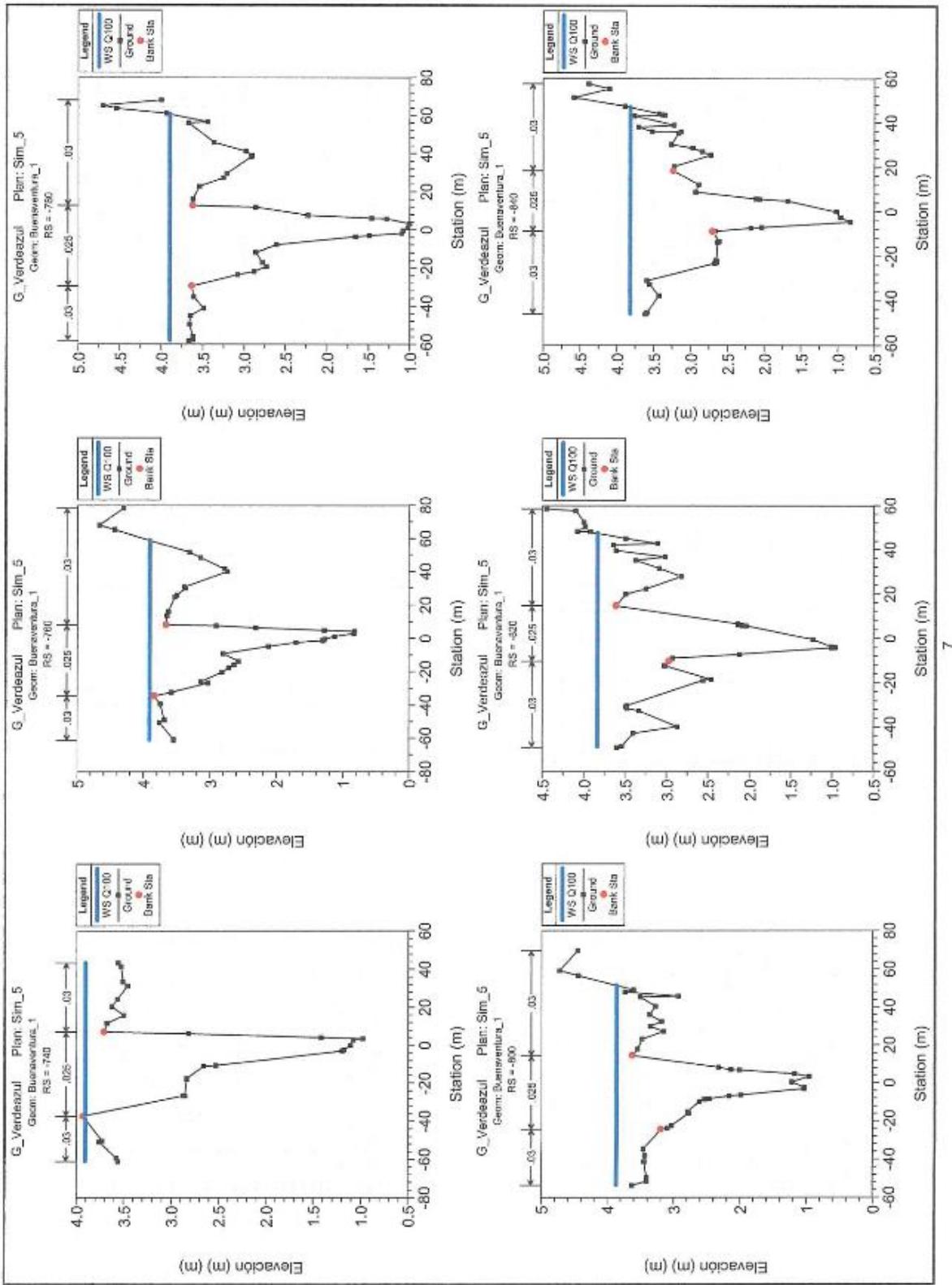


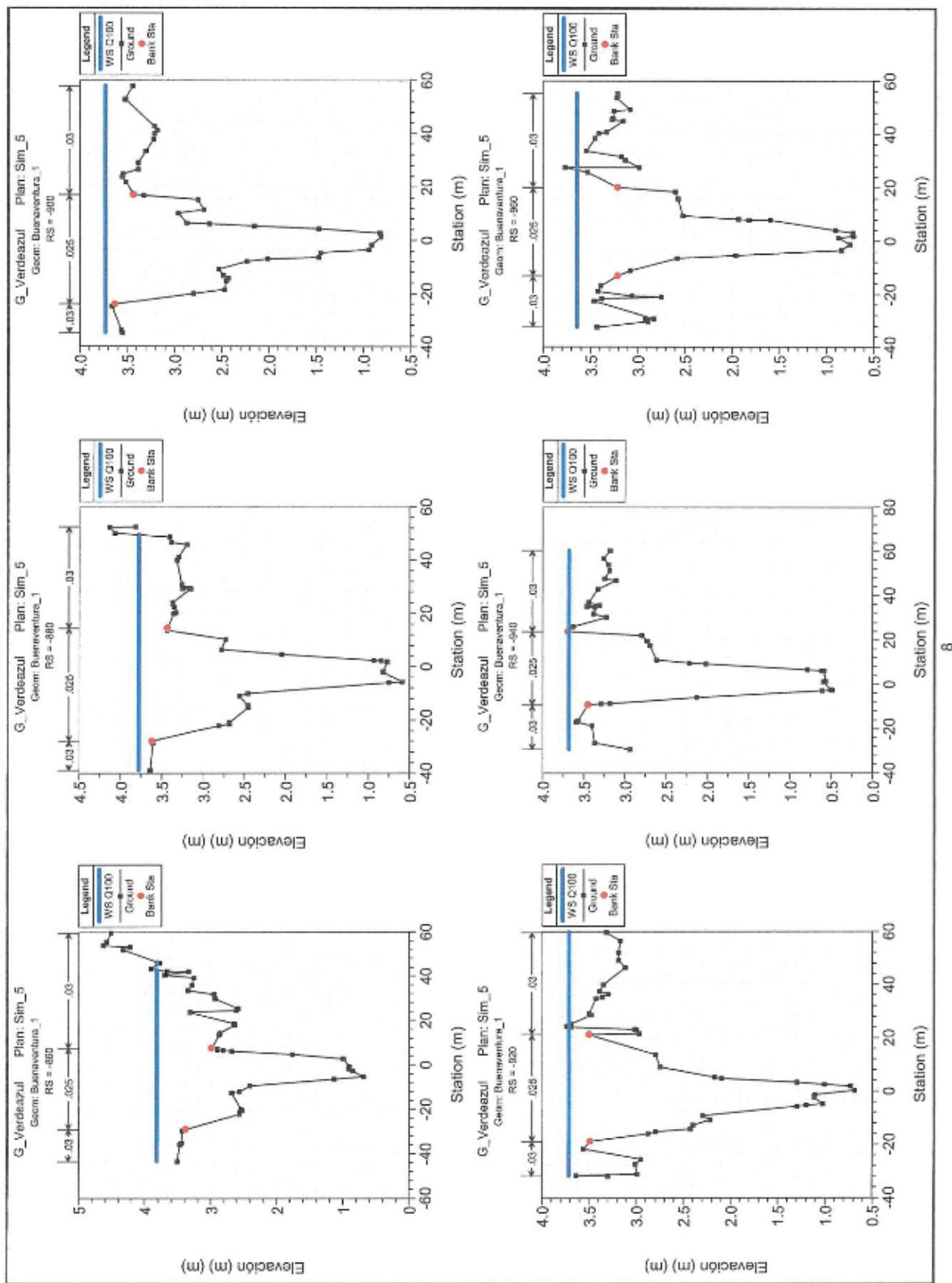


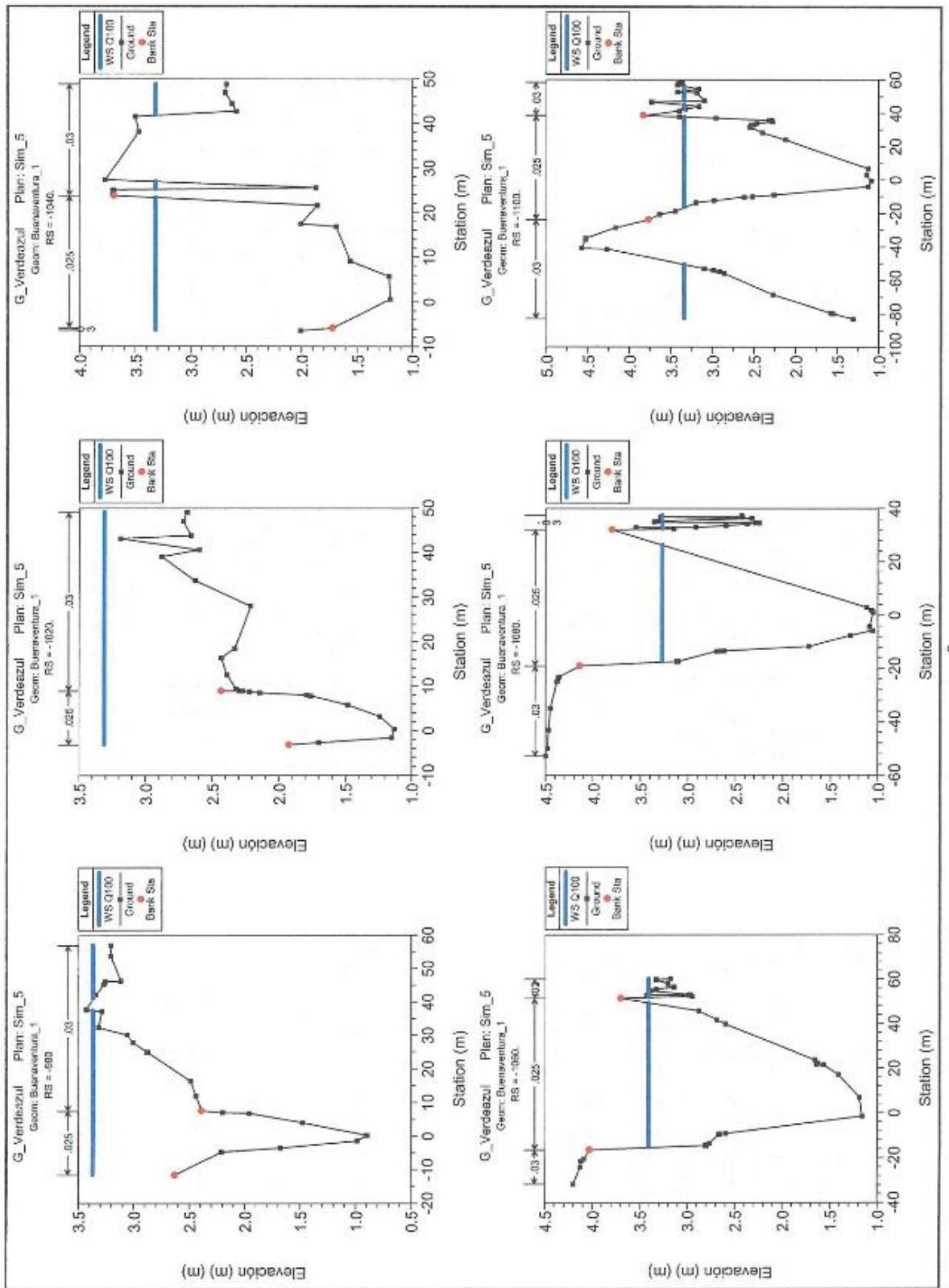
4

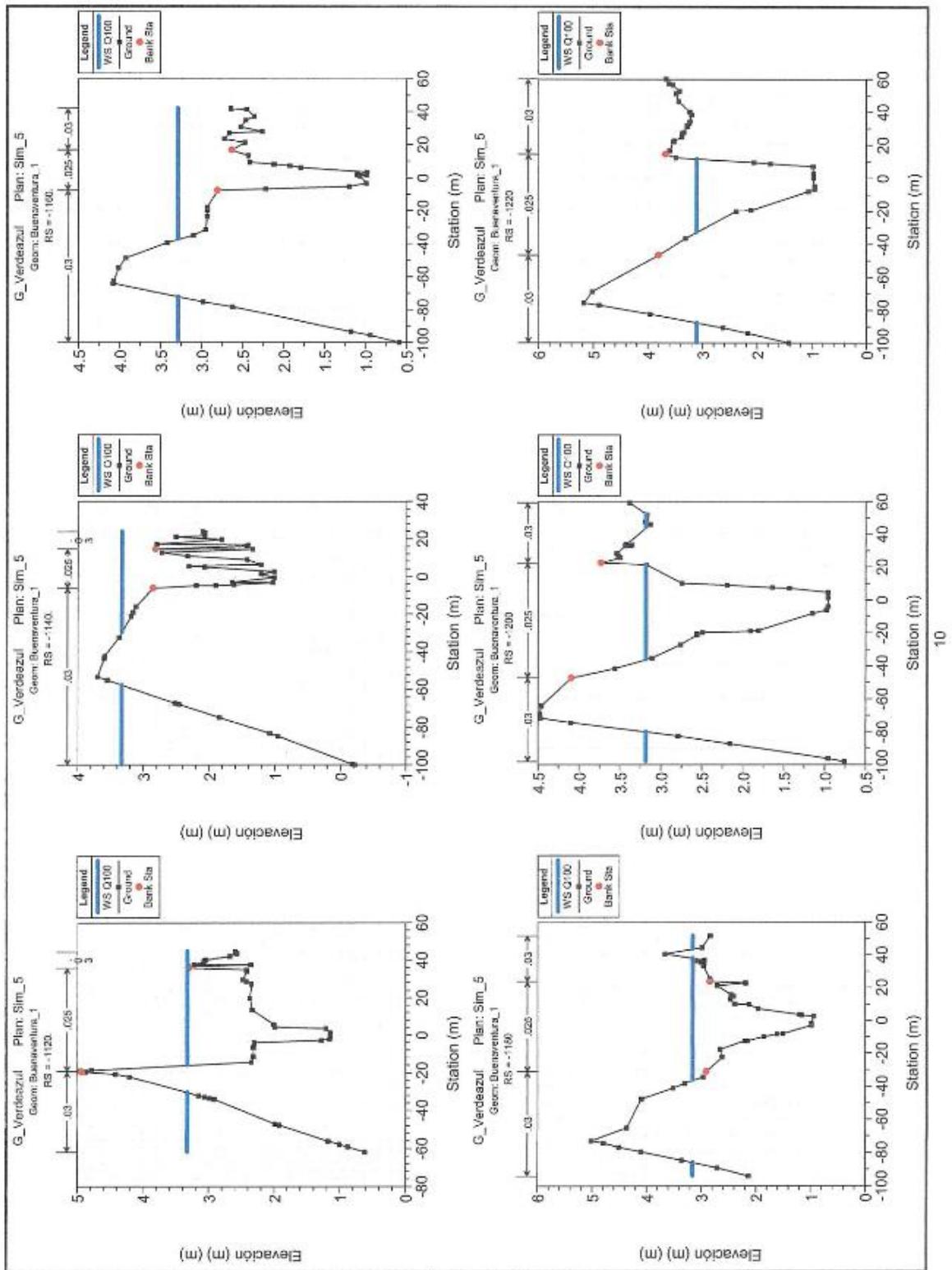


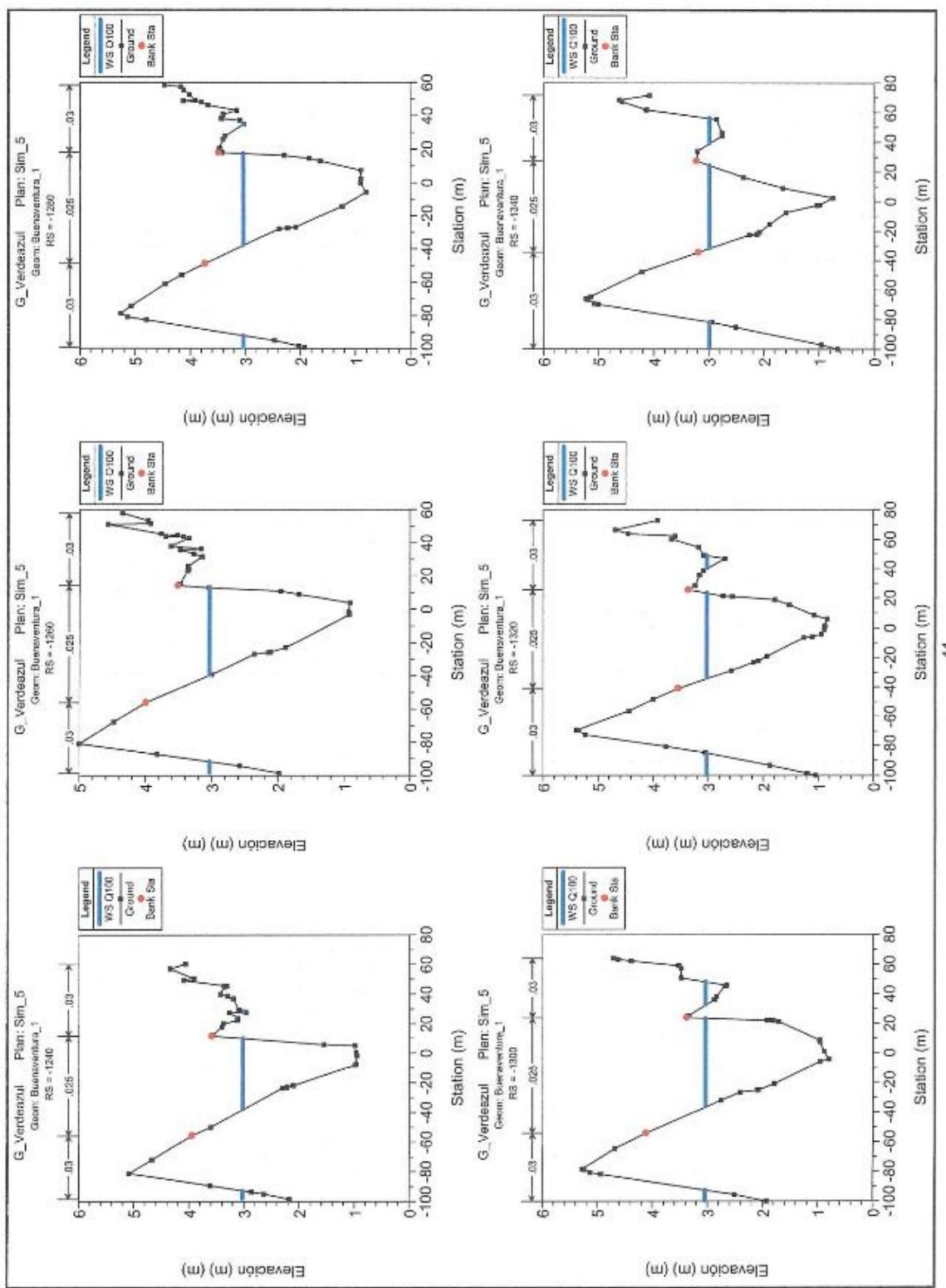


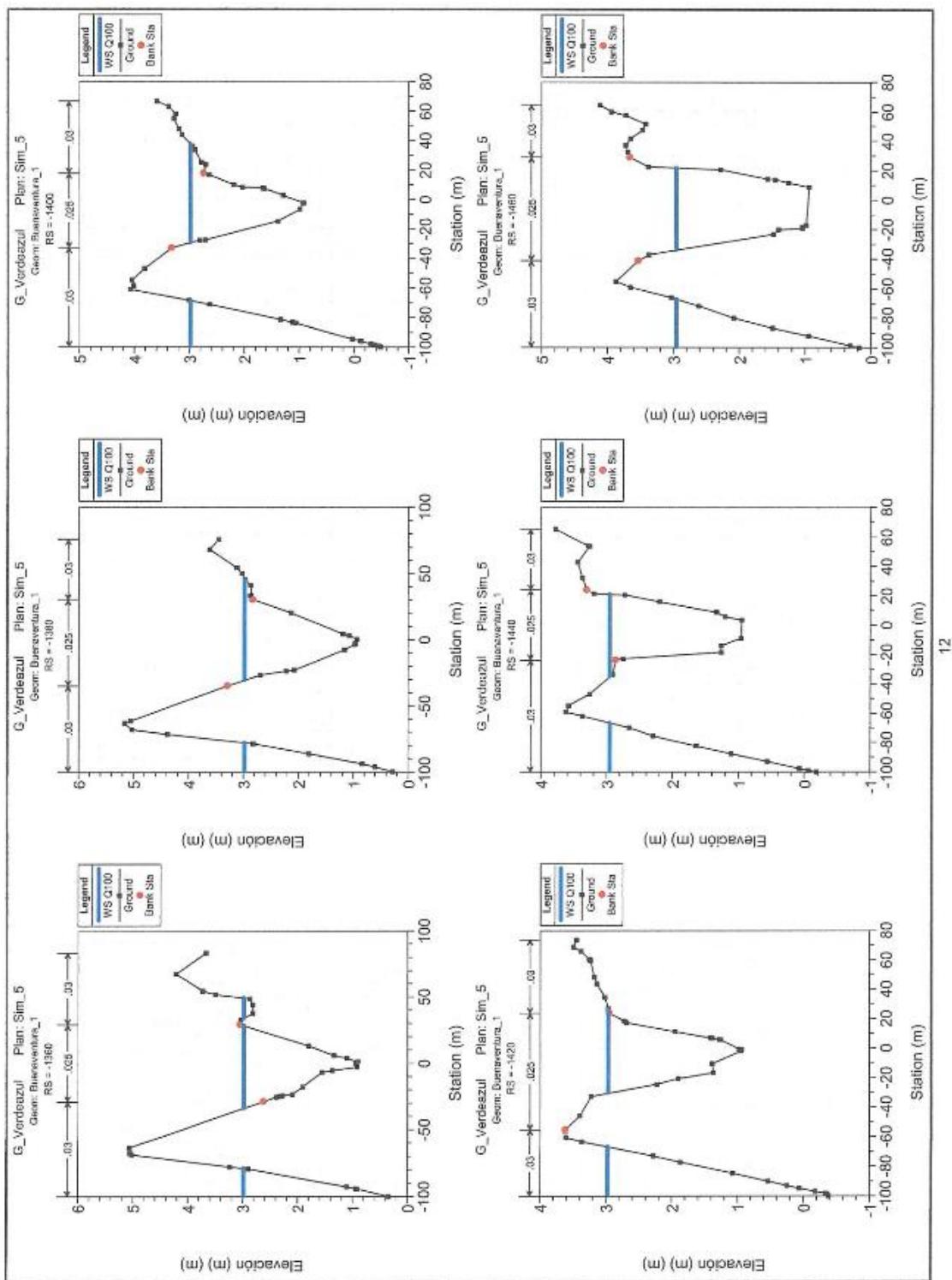


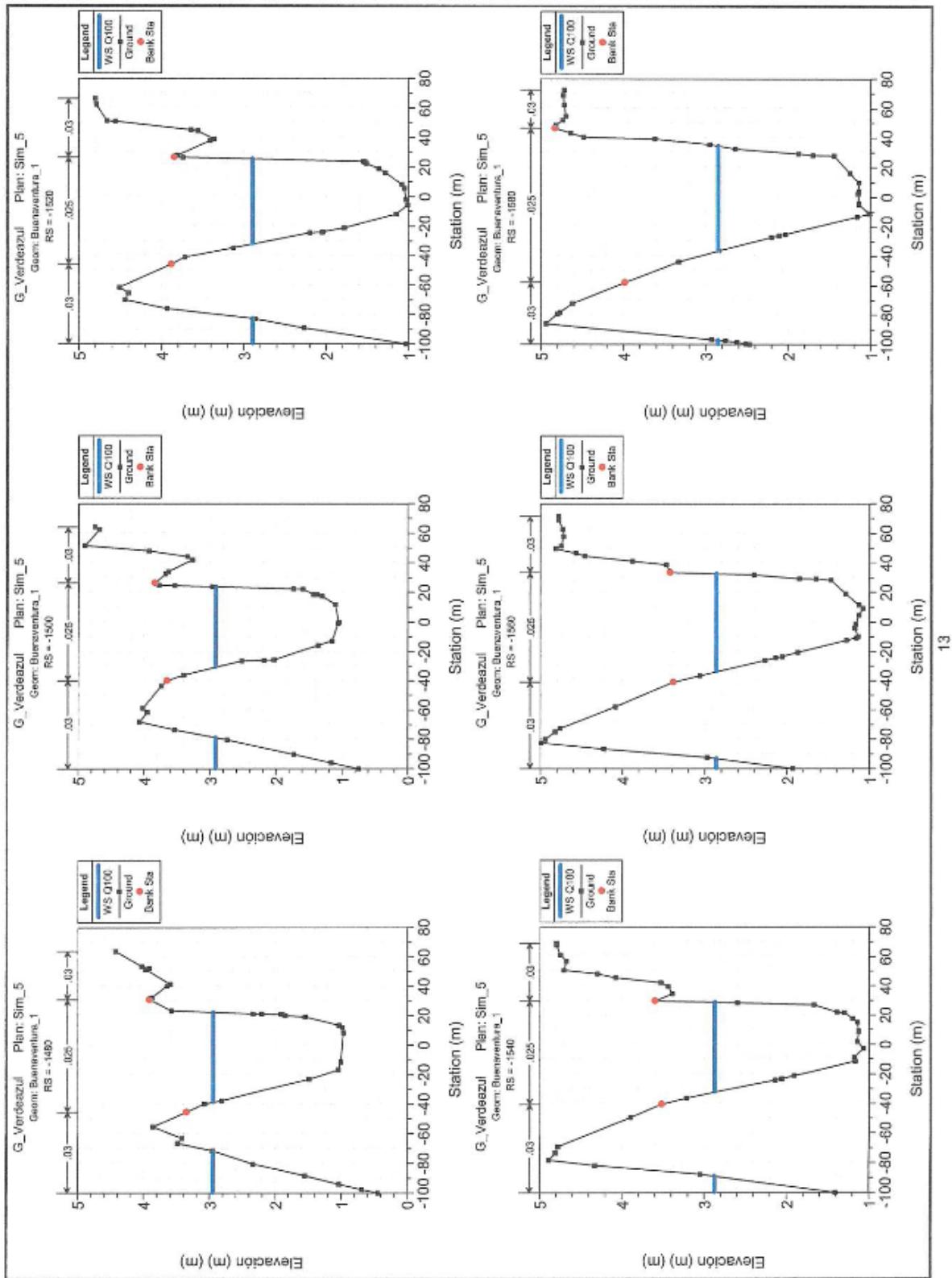


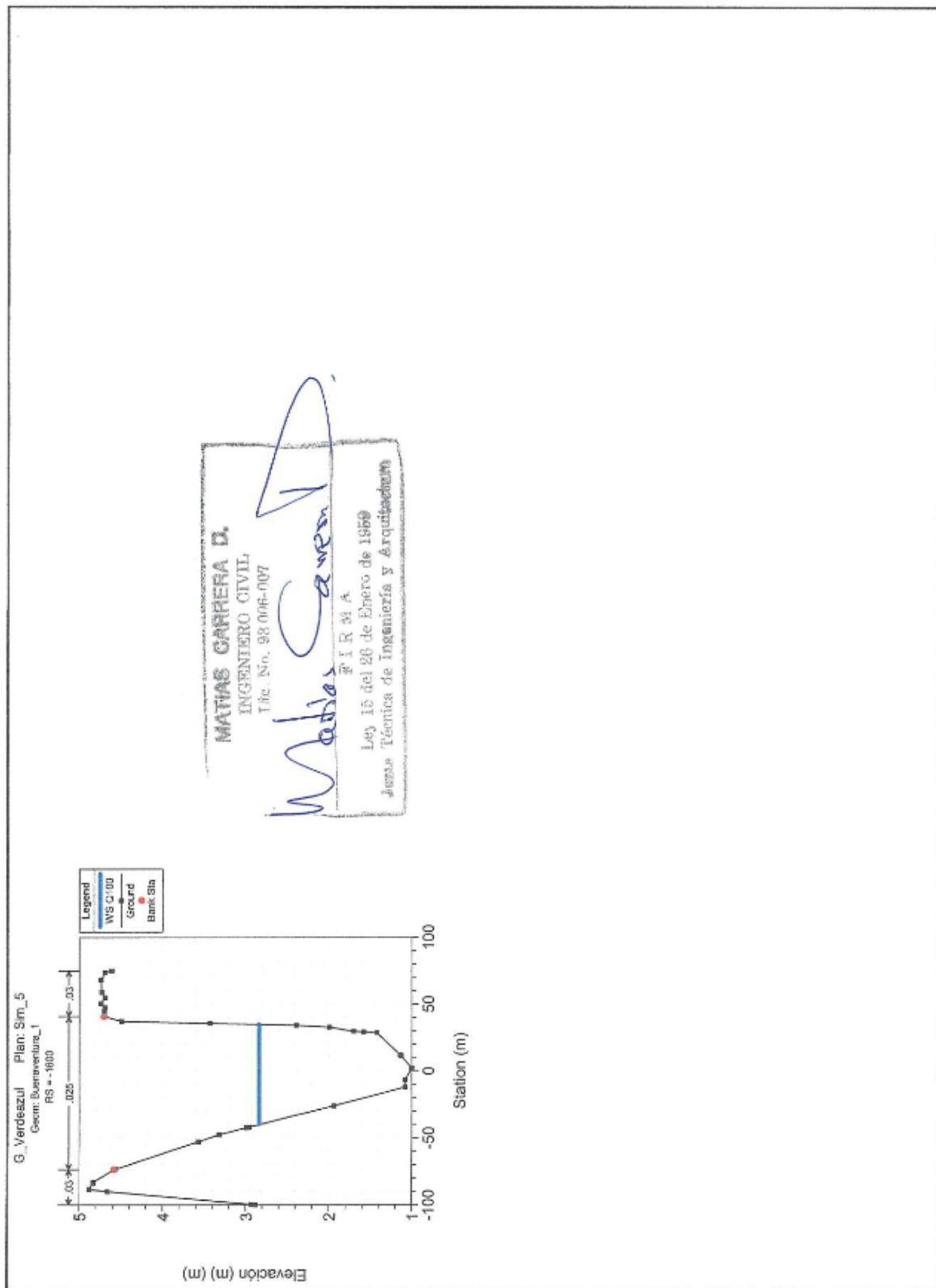


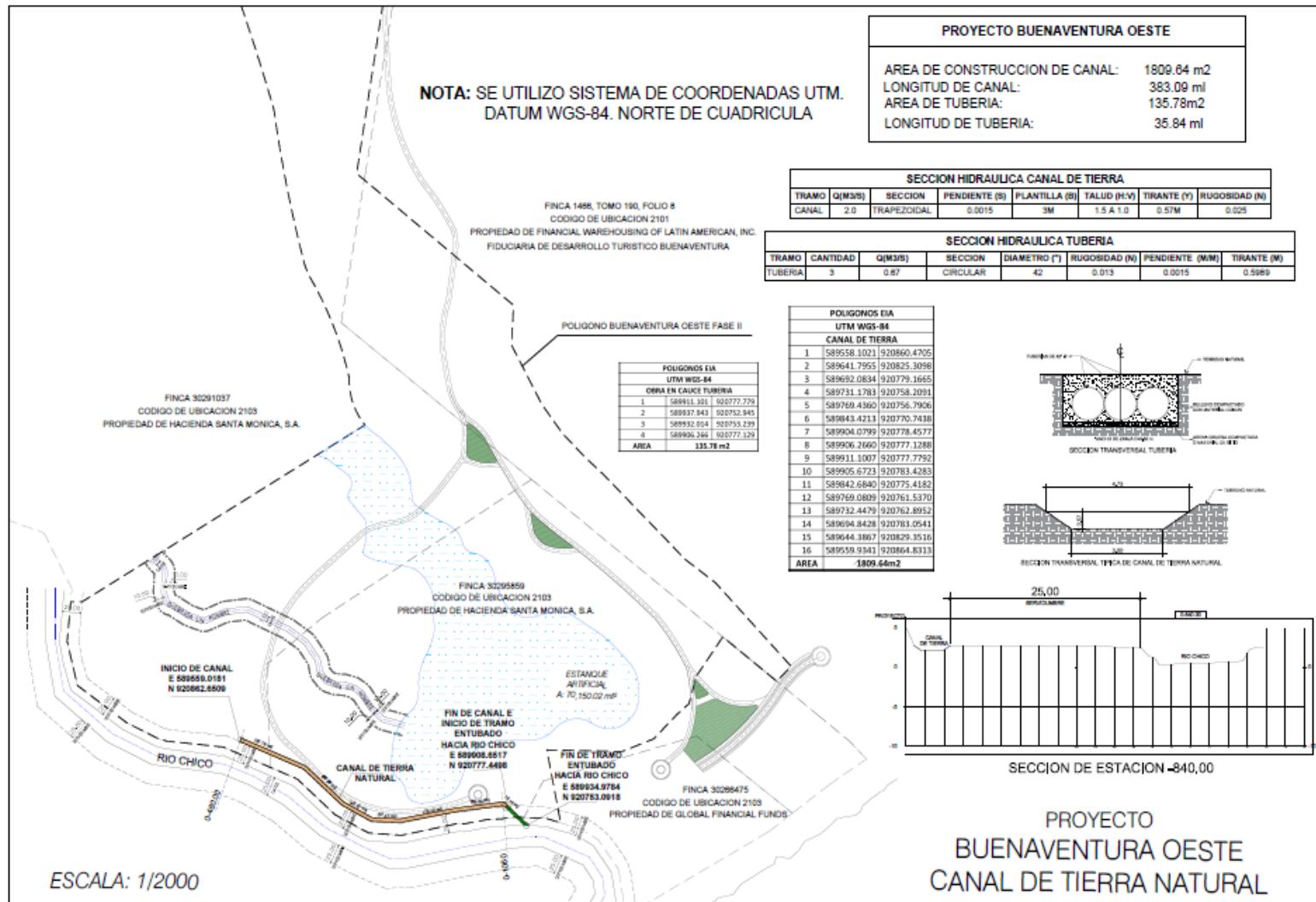












Panamá, 11 de agosto de 2023  
SINAPROC-DPC-Nota-064

Licenciado  
**Diego Rivera Cano**  
Apoderado Especial  
Hacienda Santa Mónica, S.A.  
En Sus Manos

Respetado Licenciado Rivera:

Por este medio le remito el informe de la inspección ocular realizada a la **Finca No. 30295859** en la que se pretende realizar la construcción de una Zanja de Recolección en caso de desbordamiento, ubicada en el corregimiento de El Chirú, distrito de Antón, provincia de Coclé, elaborado por el Departamento de Prevención y Mitigación de Desastres, de nuestra Institución.

El Sistema Nacional de Protección Civil recomienda tomar en cuenta las recomendaciones emitidas por el técnico del Departamento de Prevención y Mitigación de Desastres, plasmadas en el informe adjunto.

Como es de su conocimiento, nuestras recomendaciones van dirigidas a reducir el riesgo, ante la posibilidad de presentarse algún evento adverso, que pudiera ocasionar daños materiales y en el peor de los casos, la pérdida de vidas humanas.

Sin más por el momento, quedo de usted

Atentamente.

Licdo. Manuel Gómez  
Director Provincial de Coclé



Adjunto: Informe Técnico SINAPROC-DPC-065  
/MG/lr

**SISTEMA NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL**  
DEPARTAMENTO DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE DESASTRES  
SINAPROC-DPC-065/ 11-08-2023

**C E R T I F I C A C I Ó N**



***“Construcción de una Zanja de Recolección en caso de desbordamiento”***  
Corregimiento de El Chirú, distrito de Antón, provincia de Coclé

11 de agosto de 2023



**SISTEMA NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL**  
DEPARTAMENTO DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE DESASTRES  
**SINAPROC-DPC-065/ 11-08-2023**

En cumplimiento con lo establecido, en el artículo 27 de la Ley 233 de 24 de enero de 2021 el cual subrogó el artículo 12 de la Ley 7 de 11 de febrero de 2005, "El SINAPROC, en la medida de sus posibilidades, advertirá a las instituciones públicas y privadas que corresponda los casos de riesgos evidentes o inminentes de desastres que puedan afectar la vida y los bienes de las personas dentro del territorio de la República, y, si así lo estima conveniente, adoptar las medidas de protección necesarias para evitar tales desastres, en obras, proyectos o edificaciones que podrían representar un riesgo para la seguridad o integridad de las personas o la comunidad general"

El presente informe es emitido en respuesta a su nota de solicitud de inspección y certificación de área segura de la Finca No. 30295859 que a continuación se detalla, y en donde se propone realizar la construcción de una Zanja de Recolección en caso de desbordamiento

<b>DATOS DEL POLÍGONO</b>		
<b>Finca No.</b>	<b>Código de ubicación</b>	<b>Área de proyecto</b>
No. 30295859	2103	1809mts <sup>2</sup> + 64dm <sup>2</sup>
<b>Propiedades de</b>		
<b>HACIENDA SANTA MONICA,S.A.</b>		
<b>Corregimiento</b>	<b>Distrito</b>	<b>Provincia</b>
El Chirú	Antón	Coclé



**SISTEMA NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL**  
DEPARTAMENTO DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE DESASTRES  
SINAPROC-DPC-065/ 11-08-2023

*En la inspección visual realizada a la Finca No. 30295859 se observaron las condiciones actuales del sitio y sus alrededores, se describe lo siguiente:*

1. El proyecto consiste en la construcción de un sistema de zanjas que drenen el agua proveniente de los terrenos de la Hacienda Buenaventura en el caso de que se dé un desbordamiento.
2. Estas zanjas recolectarán el agua que escurre por los terrenos a causa de un desbordamiento de uno de los lagos y la conducirá hacia el cauce del río Chico, justo en el territorio delta en su desembocadura.
3. En este punto se verterá el líquido hacia el cauce del río Chico y posteriormente llegará al mar.
4. Las zanjas serán de terracería natural, sin revestimiento.
5. La disposición de estas zanjas será a una distancia de veinticinco metros (25 m) del cauce del río Chico, respetando la franja de bosque de galería.
6. La topografía del lugar es plana con pocas ondulaciones.
7. El terreno en el que se excavarán las zanjas se encuentra entre el río Chico (al Oeste) y una quebrada Sin Nombre (al Este).
8. Por la naturaleza del proyecto se debe contar con los diseños pertinentes en cuanto a hidrología e hidráulica, estos realizados por un profesional técnico idóneo.
9. Históricamente el río Chico no ha presentado crecidas de consideración; sin embargo, se debe prestar atención a la cercanía del mar y la posible interacción entre el nivel del río Chico y las mareas máximas.
10. En el supuesto de que se de la coincidencia de una marea máxima en el Océano Pacífico y la ocurrencia de lluvias en la cuenca del río Chico, el nivel del río podría aumentar.
11. Por lo anterior es importante que el desarrollo de este proyecto contemple un nivel de terracería segura arrojado por estudios hidrológicos.
12. Siempre que se diseñe y construya una terracería segura, no se deberán presentar afectaciones por inundación dentro del polígono a desarrollar.



**SISTEMA NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL**  
DEPARTAMENTO DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE DESASTRES  
SINAPROC-DPC-065/ 11-08-2023

*Para el desarrollo del proyecto se recomienda cumplir estrictamente con lo siguiente:*

1. Respetar las servidumbres hídricas y de playa en la zona en la que se desarrolle este proyecto.
2. Diseñar y Construir una terrecería segura que mantenga el proyecto a una elevación prudente, siguiendo las recomendaciones arrojadas por estudios topográficos, hidrológicos e hidráulicos.
3. Contar con los diseños pertinentes en cuanto a hidrología e hidráulica, estos realizados por un profesional técnico idóneo.
4. Cumplir con las normas urbanísticas y usos de suelos vigentes, y aprobados por el Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial.
5. Someter el proyecto a todo el proceso de revisión de planos y cumplir con los requisitos técnicos, ambientales y de seguridad dispuestos en las leyes y normas vigentes en la República de Panamá.
6. Cumplir fielmente con el desarrollo presentado en los planos que reposan en las diferentes Instituciones.
7. Realizar una buena ejecución de movimiento de tierra con responsabilidad, conforme a la terracería segura diseñada y aprobada; garantizando la estabilidad de los taludes y sin causar afectaciones a la comunidad vecina.
8. Ejecutar un programa de revegetación y engramado de los taludes para proteger los suelos, evitar la erosión.
9. Ejecutar de acuerdo con el cronograma establecido, todas las acciones de mitigación, compensación, prevención y contingencias que están establecidas en los programas que componen el Plan de Manejo Ambiental.
10. Transformar el sitio, brindando un entorno seguro, cumpliendo y manejándolo de acuerdo con las normas urbanísticas y ambientales vigentes.
11. Ser vigilantes que la disposición o descarga final del efluente líquido, no afecte a la comunidad vecina.
12. Garantizar que, durante la ejecución y operación del proyecto, no se generarán impactos negativos a las comunidades cercanas. Los servicios básicos de agua, electricidad, sanidad, vías entre otros; no deben desmejorarse debido a la ejecución de este proyecto.



**SISTEMA NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL**  
DEPARTAMENTO DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE DESASTRES  
**SINAPROC-DPC-065/ 11-08-2023**

13. Colocar letreros de señalización preventiva, anunciando la existencia de la obra y circulación de equipo pesado.
14. El equipo pesado debe estar en buen estado.

*Nuestras recomendaciones van siempre dirigidas a reducir el riesgo, ante la posibilidad de presentarse algún evento adverso, que pudiera ocasionar daños materiales y en el peor de los casos, la pérdida de vidas humanas.*

Atentamente,



Ing. Luis Rodriguez  
Evaluador de Riesgo  
SINAPROC



**SISTEMA NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL**  
DEPARTAMENTO DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE DESASTRES  
SINAPROC-DPC-065/ 11-08-2023

**MEMORIA FOTOGRÁFICA**



FOTO N°1: Se observa el cauce del río Chico al momento de la inspección.



FOTO N°2: Se observa el lago de la Hacienda más próximo al cauce del río Chico.



**SISTEMA NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL**  
DEPARTAMENTO DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE DESASTRES  
SINAPROC-DPC-065/ 11-08-2023



FOTO N°3: Se observa el camino que existe actualmente bordeando el río Chico. Las zanjas irán por esta misma zona.

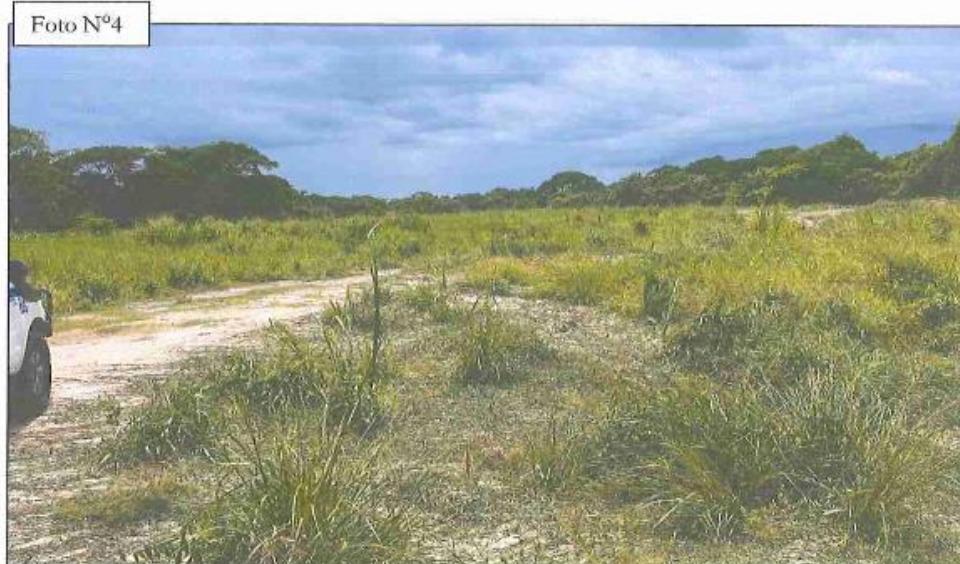


FOTO N°4: Se observa la topografía y vegetación del terreno.



b) Como se narró en el acápite anterior, con motivo de la construcción de la obra en cauce que consiste en la construcción del canal de terracería natural e instalación de las tuberías al final del tramo para desaguar en el río, que es la nueva medida de mitigación propuestas por la empresa promotora ante el riesgo de inundaciones, se presentan nuevamente las medidas de mitigación que se aportaron en la primera respuesta de información aclaratoria, para evitar afectación a los manglares presentes en la servidumbre hidrológica. Se reitera, según fue indicado en la respuesta a la pregunta No 1 que no se llevará a cabo la berma, y que estas nuevas obras propuestas se ejecutarán respetando la servidumbre o retiro hidrológico, con excepción del pequeño tramo por donde se desaguará el cauce recogido de vuelta al río Chico mediante tuberías, fundamentado en el Artículo No 2 de la Resolución DM-0431-2021 de 16 de agosto de 2021.

Medidas de mitigación para evitar afectación a la franja de manglares ubicados dentro de la servidumbre de conservación:

- Señalar la franja de manglar e instalar algún medio como mampara o cinta para dividir la zona en donde están los manglares del resto del proyecto.
- Evitar que trabajadores intervengan la franja de manglar para extraer leña o estacas.
- Revisar de forma constante los trabajos de adecuación de terrenos y de construcción de las obras durante la jornada diaria, con el propósito de que quede totalmente exento de desechos o residuos de tales trabajos el sitio de la franja de manglares.
- Identificar dentro del polígono del futuro proyecto, cualquier zona o área generadora de sedimentos a fin de poder estabilizar y controlar el mismo para evitar su desplazamiento a los manglares.
- En caso de ser necesario, colocar barreras mixtas fardos de paja, pacas, o también una malla plástica que retenga los sedimentos en caso de existir en el área del proyecto, a fin de que estos no se desplacen a la franja de manglares paralelos al río.
- El movimiento y corte de tierra se realizará de manera controlada, de manera periódica, a fin de reducir el riesgo de erosión y sedimentación.
- Capacitar al personal encargado de operar el equipo o maquinaria de corte o remoción de tierra con la finalidad de lograr realizar un trabajo óptimo en busca de reducir la afectación del suelo, especialmente del área adyacente a la servidumbre hidrológica en donde hay una pequeña franja de mangle.
- Evitar verter aguas con residuos de cemento u otras sustancias al suelo, de manera tal de evitar que puedan escurrir al área del Proyecto o al río en donde se encuentra la servidumbre hidrológica que cuenta con una pequeña franja de manglares.
- Prohibir el vertido, lavado de ningún recipiente o envase con desechos líquidos (fisiológicos) en el área del futuro proyecto.
- Prohibir la caza, pesca, acoso, persecución o afectación a animales silvestres del sector de manglares.

**PREGUNTA No 2:** Mediante nota DRCC-840-2023, La Dirección Regional de Coclé emite criterio técnico en base a las respuestas dadas por el promotor, señalando que:

a. Que la respuesta de la pregunta 10b indica que La empresa promotora aprovecha esta primera información aclaratoria para aportar las evidencias de que se tipifica como quebrada sin nombre consiste en un antiguo canal de riego artificial creado por el proyecto décadas atrás, como parte de las actividades agrícolas que se desarrollaron en el sitio. Siendo lo anterior esta respuesta no es grata, ya que se realizó la investigación en la dirección Regional de Coclé y se verificó la Hoja Cartográfica 4141 II Río Hato del Instituto Tommy Guardia y no es un canal de riego creado, ya que en la hoja cartográfica se establece la red hídrica y se observa claramente este cuerpo de agua. Por lo que el promotor deberá presentar la alineación de la quebrada dentro del polígono del proyecto, su línea base y la servidumbre de protección, con sus respectivas coordenadas.

Aunado a lo anterior, en la pregunta 11 de la primera información aclaratoria el promotor presenta plano solamente con la visualización del Río Chico. Por lo que se solicita:

- i. Presentar las coordenadas de conservación que se dejará a los cuerpos hídricos (Quebradas sin Nombre), en concordancia con lo establecido en el artículo 23 de la Ley 1 del 3 de febrero de 1994.
  - ii. Presentar plano del polígono del proyecto donde se visualice de manera clara las fuentes hídricas con su respectivo ancho (cuerpo de agua superficial) con su correspondiente servidumbre de protección, en concordancia con lo establecido en el Artículo 23 de la Ley 1 de 3 de febrero de 1994 y Decreto Ejecutivo 55 de 1973 por el cual se Reglamentan las Servidumbres en Materia de Aguas donde indica en su capítulo I, artículo 5.
  - iii. Presentar coordenadas del alineamiento de los cuerpos hídricos (Quebradas sin Nombre).
- IV Presentar el plano del anteproyecto con la nueva distribución de los lotes integrando el cuerpo hídrico ((Quebradas sin Nombre) con su correspondiente servidumbre, en concordancia con lo establecido en el Artículo 23 de la Ley 1 de 3 de febrero de 1994 Forestal y Decreto Ejecutivo 55 de 1973 por el cual se Reglamentan las Servidumbres en Materia de Aguas su capítulo I, artículo 5.
- b. Que en la página 42, informe de SINAPROC, indica que el proyecto se ubica en el corregimiento de La Arena, distrito de Chitré, provincia de Herrera. Por lo que se solicita informe de SINAPROC corregido.

- c. Que en la página 24,3 y 40, el mapa del Master Plan, presenta un área denominada ML-01 con un área de 35,559.34 m<sup>2</sup>, la cual colinda con la línea de playa, tomar esto en consideración ya que en el estudio presentado el promotor indicaba que el proyecto se retiraría 250 m de la línea de playa.

**RESPUESTA:**

- a) En virtud de que producto de la verificación realizada por la Dirección Regional de Coclé se constató que el canal de riego es una fuente hídrica natural, a continuación se presenta el plano en donde se aprecia el alineamiento de esta, la línea base y servidumbre de protección, que será de 10 mts conforme a la Ley Forestal.

**Línea base de la quebrada:**

Esta quebrada es un pequeño curso fluvial que drena desde el sector central de la Hacienda Santa Mónica hacia el sur, y tiene un recorrido aproximado de 3.7 km, para descargar sus aguas en el lago o reservorio incluido en el proyecto Buenaventura Oeste Fase 2.

La misma se nutre principalmente de agua pluvial, pero también de aquella que discurre del sistema de riego que existe en este sector desde hace varias décadas con fines agrícolas.

Esta quebrada presenta un cauce aproximado de 7 metros de ancho, y una profundidad promedio de un metro, exceptuando cuando hay descargas pluviales o de los excedentes de los sistemas de riego cuando puede aumentar otros 50 a 75 cms adicionales.

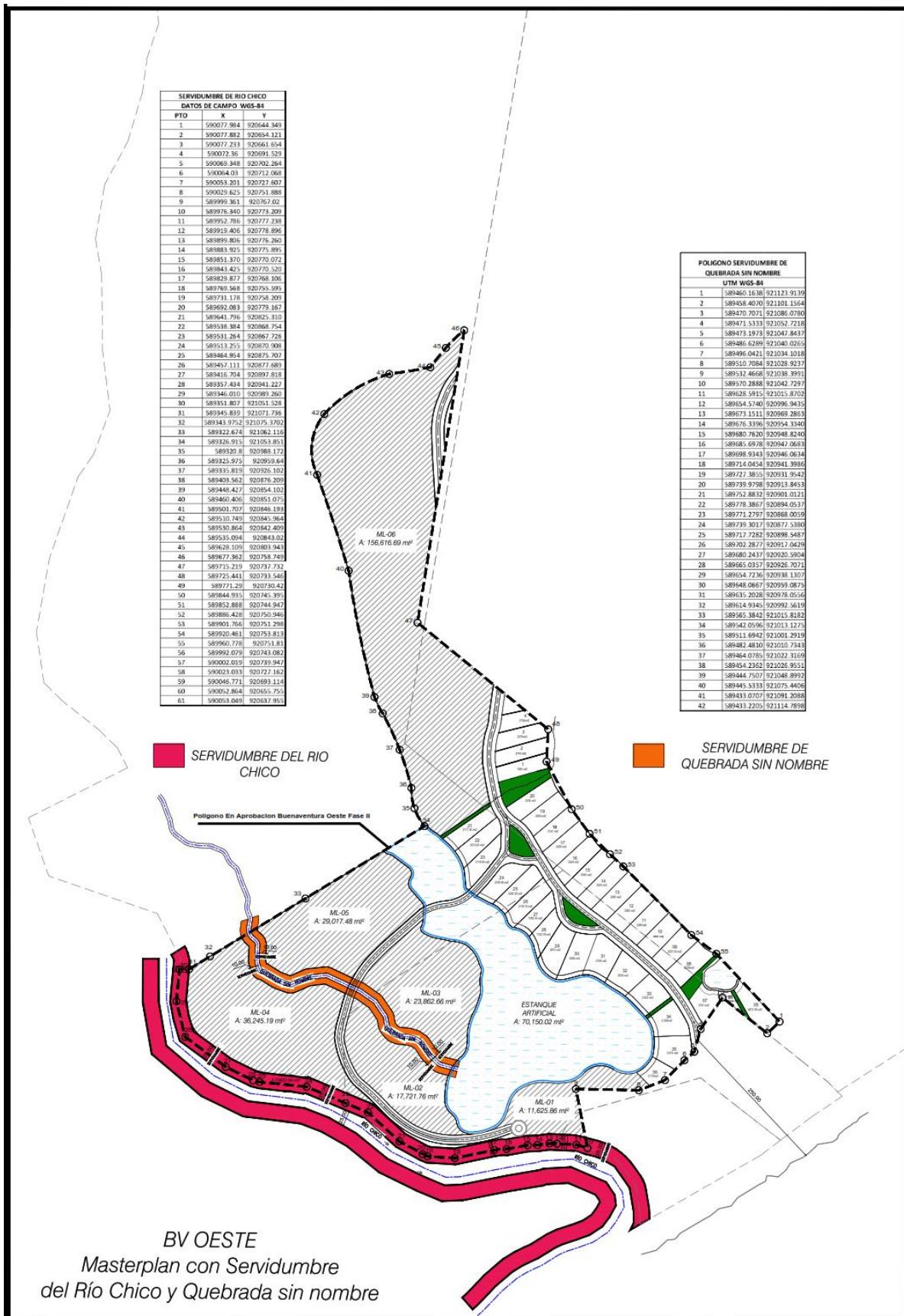
Este sistema fue intervenido hace muchos años, para enderezar su curso en la zona de cultivo de arroz, por tanto se observan algunas estructuras como compuertas metálicas, puentes, y otras estructuras de concreto, por lo cual es un ecosistema hídrico totalmente alterado e intervenido por estas obras civiles.

En el recorrido que realiza esta quebrada dentro del polígono de las obras propuestas, existe una franja de rastrojo seco tropical joven, de ancho variable, que cuenta con diversas especies arbóreas y arbustivas de estos ecosistemas, ninguna incluida dentro de listas especiales de conservación, es decir son especies comunes.

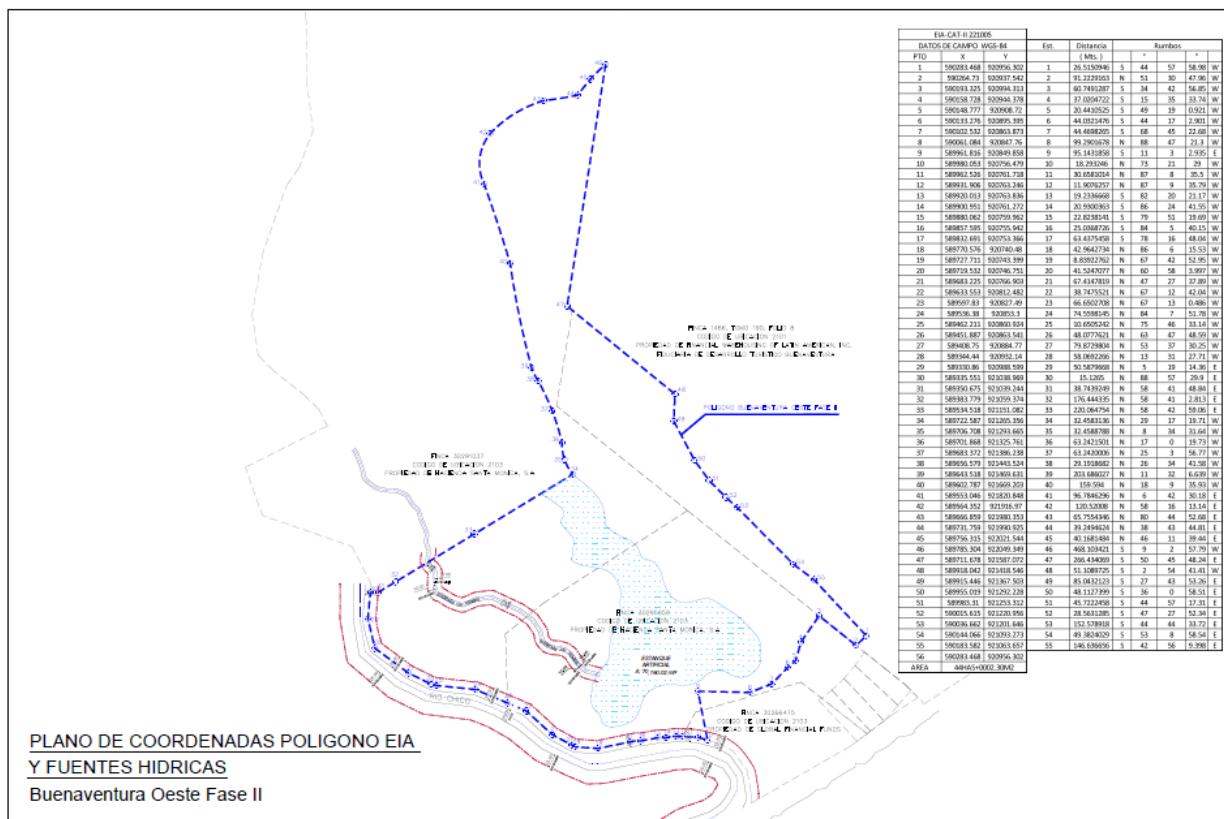
Dada la circunstancia que esta quebrada está bordeada por ambos lados por plantaciones de arroz, la presencia de fauna silvestre especialmente de mamíferos y especímenes acuáticos es exigua, considerando la movilización de equipo pesado, y otras labores de labranza en este tipo de ambientes agrícolas. No hay antecedentes documentados de inundaciones originadas en este curso fluvial.

Adicionalmente se presentan:

- I. Las coordenadas WGS 84 de conservación que se dejará del cuerpo hídrico (quebrada sin nombre) y Río Chico respectivamente, las mismas se aprecian en el plano a continuación:



II. A continuación se presenta plano en donde se presentan las fuentes hídricas con sus respectivos anchos y polígono del estudio.

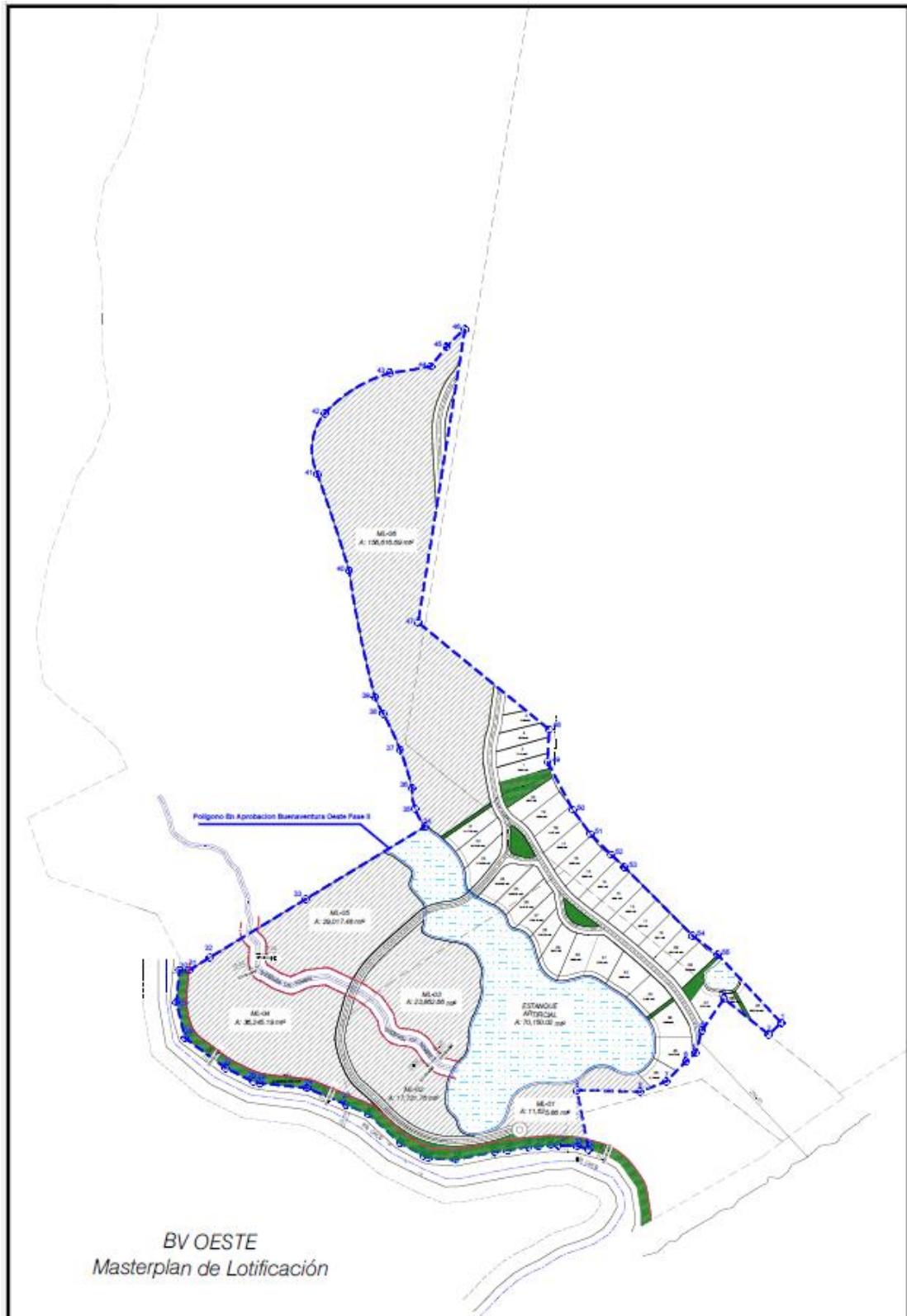


III. Las coordenadas WGS 84 del alineamiento de la quebrada sin nombre son las siguientes

<b>POLIGONO SERVIDUMBRE DE QUEBRADA SIN NOMBRE</b>		
<b>UTM WGS-84</b>		
1	589460.1638	921123.9139
2	589458.4070	921101.1564
3	589470.7071	921086.0780
4	589471.5333	921052.7218
5	589473.1973	921047.8437
6	589486.6289	921040.0265
7	589496.0421	921034.1018
8	589510.7084	921028.9237
9	589532.4668	921038.3991
10	589570.2888	921042.7297
11	589628.5915	921015.8702
12	589654.5740	920996.9435
13	589673.1511	920969.2863
14	589676.3396	920954.3340
15	589680.7620	920948.8240
16	589685.6978	920947.0683
17	589698.9343	920946.0634
18	589714.0454	920941.3986
19	589727.3855	920931.9542
20	589739.9798	920913.8453
21	589752.8832	920901.0121
22	589778.3867	920894.0537
23	589771.2797	920868.0059
24	589739.3017	920877.5380
25	589717.7282	920898.5487
26	589702.2877	920917.0429
27	589680.2437	920920.5904
28	589665.0357	920926.7071
29	589654.7236	920938.1307
30	589648.0667	920959.0875
31	589635.2028	920978.0556
32	589614.9345	920992.5619
33	589565.3842	921015.8182
34	589542.0596	921013.1275
35	589511.6942	921001.2919
36	589482.4810	921010.7343

37	589464.0785	921022.3169
38	589454.2362	921026.9551
39	589444.7507	921048.8992
40	589445.5333	921075.4406
41	589433.0707	921091.2088
42	589433.2205	921114.7898

IV. A continuación se presenta el Plano de Anteproyecto en donde se incorpora la fuente hídrica con la servidumbre demarcada conforme a la legislación correspondiente.



b. Se aporta nuevamente en la siguiente página la misiva mediante la cual se hace entrega del informe de SINAPROC, ya que tenía la ubicación errada, no obstante el contenido del informe está correcto.

Panamá, 05 de junio de 2023  
SINAPROC-DPC-Nota-032

Ingeniero  
**Fernando Duque**  
Profesional Responsable  
Proyecto Buenaventura Oeste Fase 2  
En Sus Manos

Respetado Ingeniero Duque:

Por este medio le remito el informe de la inspección ocular realizada a las Fincas No. 30291037, No. 30295859, No. 30266475 y No. 1466 en las que se pretende realizar el Proyecto Buenaventura Oeste Fase 2, ubicada en el corregimiento de El Chirú, distrito de Antón, provincia de Coclé, elaborado por el Departamento de Prevención y Mitigación de Desastres, de nuestra Institución.

El Sistema Nacional de Protección Civil recomienda tomar en cuenta las recomendaciones emitidas por el técnico del Departamento de Prevención y Mitigación de Desastres, plasmadas en el informe adjunto.

Como es de su conocimiento, nuestras recomendaciones van dirigidas a reducir el riesgo, ante la posibilidad de presentarse algún evento adverso, que pudiera ocasionar daños materiales y en el peor de los casos, la pérdida de vidas humanas.

Sin más por el momento, quedo de usted

Atentamente.  
  
Lic. Manuel Gómez  
Director Provincial, Coclé



Adjunto: Informe Técnico SINAPROC-DPC-034  
/MG/lr

**SISTEMA NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL**  
DEPARTAMENTO DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE DESASTRES  
SINAPROC-DPC-034/ 05-06-2023

**C E R T I F I C A C I Ó N**



**"Proyecto Buenaventura Oeste Fase 2"**  
Corregimiento de El Chirú, distrito de Antón, provincia de Coclé

05 de junio de 2023



SINAPROC-DPC-034

2

**SISTEMA NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL**  
DEPARTAMENTO DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE DESASTRES  
**SINAPROC-DPC-034/ 05-06-2023**

En cumplimiento con lo establecido, en el artículo 27 de la Ley 233 de 24 de enero de 2021 el cual subrogó el artículo 12 de la Ley 7 de 11 de febrero de 2005, "El SINAPROC, en la medida de sus posibilidades, advertirá a las instituciones públicas y privadas que corresponda los casos de riesgos evidentes o inminentes de desastres que puedan afectar la vida y los bienes de las personas dentro del territorio de la República, y, si así lo estima conveniente, adoptar las medidas de protección necesarias para evitar tales desastres, en obras, proyectos o edificaciones que podrían representar un riesgo para la seguridad o integridad de las personas o la comunidad general"

El presente informe es emitido en respuesta a su nota de solicitud de inspección y certificación de área segura de la Finca No. 30413594 que a continuación se detalla, y en donde se propone realizar la construcción del proyecto Buenaventura Oeste Fase 2.

DATOS DEL POLÍGONO						
Finca No.	Código de ubicación	Área total a desarrollar	Propiedad de	Corregimiento	Distrito	Provincia
No. 30291037	2103	44 ha + 2 m <sup>2</sup> + 30 dm <sup>2</sup>	HACIENDA SANTA MONICA, S.A.	El Chirú	Antón	Coclé
No. 30295859	2103		HACIENDA SANTA MONICA, S.A.			
No. 30266475	2103		FONDOS FINANCIEROS GLOBALES, S.A.			
No. 1466	2103		FINANCIAL WAREHOUSING OF LATIN AMERICA, INC.			

*En la inspección visual realizada al terreno a desarrollar se observaron las condiciones actuales del sitio y sus alrededores, se describe lo siguiente:*

1. El polígono tiene una forma irregular. El mismo cuenta con una sola entrada ubicada en la parte que colinda con la calle Estudiantes.
2. La topografía del polígono es ondulada, con depresiones hacia la parte central.
3. El polígono a desarrollar tiene interacción con el río Chico. Por las magnitudes de los caudales analizados en el estudio hidrológico e hidráulico es importante que se sigan fielmente las recomendaciones dadas por el profesional que desarrollo dicho estudio.
4. Al momento de la inspección se observó la presencia de un lago artificial que desemboca en el río Chico.



**SISTEMA NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL**  
DEPARTAMENTO DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE DESASTRES  
**SINAPROC-DPC-034/ 05-06-2023**

5. La topografía del polígono a desarrollar es bastante plana, sin ondulaciones.
6. Por la falta de agua en el lago, al momento de la inspección se observaron taludes de aproximadamente tres metros de altura.
7. Siempre que se diseñe y construya una terracería a un nivel seguro, no se deberán presentar afectaciones por inundación dentro del polígono a desarrollar. Siempre tomando en cuenta las recomendaciones dadas por el idóneo en el estudio hidrológico e hidráulico del río Chico.

**Para el desarrollo del proyecto se recomienda cumplir estrictamente con lo siguiente:**

1. Diseñar y Construir una terracería a un nivel seguro que mantenga futuras viviendas o cualquier otra construcción a una elevación segura, siguiendo las recomendaciones arrojadas por estudios topográficos, hidrológicos e hidráulicos.
2. Respetar en su totalidad las servidumbres de los cuerpos de agua próximos al terreno a desarrollar y respetar la servidumbre de playas.
3. Cumplir con las normas urbanísticas y usos de suelos vigentes, y aprobados por el Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial.
4. Construir un sistema de recolección de aguas pluviales que garantice la evacuación de esta de una manera segura, eficiente y sin la afectación de tercera personas.
5. Someter el proyecto a todo el proceso de revisión de planos y cumplir con los requisitos técnicos, ambientales y de seguridad dispuestos en las leyes y normas vigentes en la República de Panamá.
6. Cumplir fielmente con el desarrollo presentado en los planos que reposan en las diferentes Instituciones.
7. Realizar una buena ejecución de movimiento de tierra con responsabilidad, conforme a la terracería segura diseñada y aprobada; garantizando la estabilidad de los taludes y sin causar afectaciones a la comunidad vecina.
8. Ejecutar un programa de revegetación y engramado de los taludes para proteger los suelos, evitar la erosión.
9. Ejecutar de acuerdo con el cronograma establecido, todas las acciones de mitigación, compensación, prevención y contingencias que están



**SISTEMA NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL**  
DEPARTAMENTO DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE DESASTRES  
**SINAPROC-DPC-034/ 05-06-2023**

- establecidas en los programas que componen el Plan de Manejo Ambiental.
- 10. Transformar el sitio, brindando un entorno seguro, cumpliendo y manejándolo de acuerdo con las normas urbanísticas y ambientales vigentes.
  - 11. Ser vigilantes que la disposición o descarga final del efluente líquido, no afecte a la comunidad vecina.
  - 12. Garantizar que, durante la ejecución y operación del proyecto, no se generarán impactos negativos a las comunidades cercanas. Los servicios básicos de agua, electricidad, sanidad, vías entre otros; no deben desmejorarse debido a la ejecución de este proyecto.
  - 13. Colocar letreros de señalización preventiva, anunciando la existencia de la obra y circulación de equipo pesado.
  - 14. El equipo pesado debe estar en buen estado.

Nuestras recomendaciones van siempre dirigidas a reducir el riesgo, ante la posibilidad de presentarse algún evento adverso, que pudiera ocasionar daños materiales y en el peor de los casos, la pérdida de vidas humanas.

Atentamente,



Ing. Luis Rodríguez  
Evaluador de Riesgo  
SINAPROC



**SISTEMA NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL**  
DEPARTAMENTO DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE DESASTRES  
**SINAPROC-DPC-034/ 05-06-2023**

**MEMORIA FOTOGRÁFICA**



FOTO N°1: Se observa el lago artificial mientras es dragado.



FOTO N°2: Se observa el lago artificial mientras es dragado. Se observa la topografía del terreno



**SISTEMA NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL**  
DEPARTAMENTO DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE DESASTRES  
**SINAPROC-DPC-034/ 05-06-2023**



FOTO N°3: Se observa la parte en la que desemboca el río Chico.

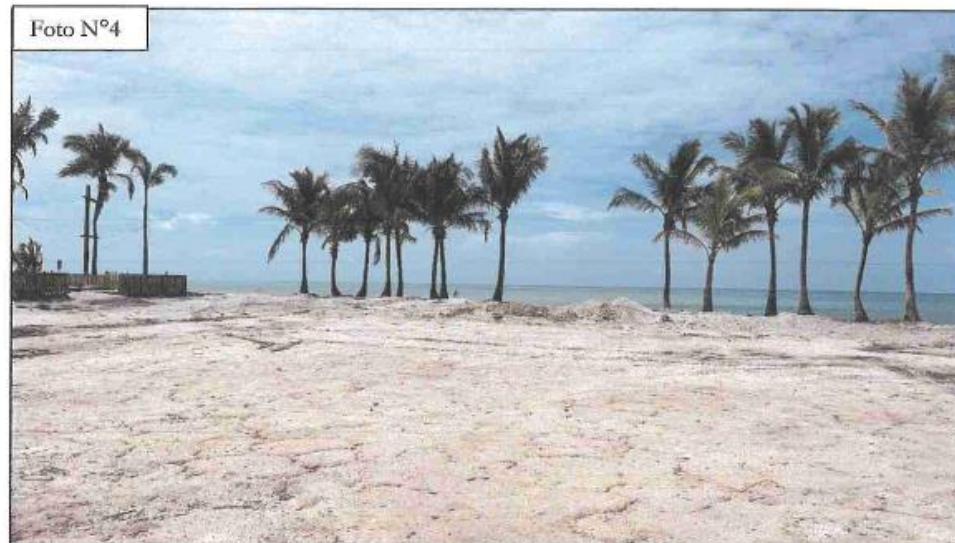


FOTO N°4: Se observa la parte en la que el terreno colinda con el mar.



c. Se presenta en la pregunta IV el anteproyecto de lotificación actualizado donde se puede ver que el polígono del proyecto en cuestión se encuentra retirado del mar según fue indicado. Entre la línea de costa y el proyecto Buenaventura Oeste Fase 2 se interpone el proyecto Buenaventura Oeste Fase 1 que se encuentra debidamente aprobado.

Se aprovecha el punto para hacer mención de que la vialidad secundaria hace un cruce sobre la denominada “Quebrada sin nombre”, por lo cual se anexa a esta ampliación la descripción sobre la obra a construir, tipo de obra, coordenadas de ubicación, croquis físico, superficie de área,

#### **Obra en Cauce:**

La vía secundaria sobre la que se encuentra el cruce sobre la quebrada sin nombre tiene una servidumbre de 15m de ancho, el mismo se requiere para poder conectar el lado oeste del proyecto con la vialidad principal y dar salida a los futuros desarrollos sobre estos macrolotes, el tipo de obra será un puente con cabezal de concreto armado que contiene 2 tuberías de hormigón, para esto se realizará el estudio hidráulico necesario incluyendo debidamente el cauce del drenaje y calculando las tuberías y el puente que cumpla con los requisitos del MOP y sus secciones típicas. Se adjunta plano de cruce para referencia, sin embargo los diámetros aquí mostrados no son necesariamente los que se utilizarán, esto se determina después de ejecutar los cálculos pertinentes que en su momento serán entregados al MOP y otras instituciones involucradas para su aprobación, así como también será solicitado a MIAMBIENTE el permiso de obra en cauce para estas actividades, una vez se cuente con el Estudio de Impacto Ambiental aprobado. Considerando las características del bulevar a construir en este sector, se estima que se requiere intervenir una superficie de rastrojo de aproximadamente 396.82m<sup>2</sup> (o sea un polígono de 27m de largo x 14.68m de ancho).

Se anexa coordenadas UTM del área a intervenir, con una superficie total de 396.82m<sup>2</sup> y plano de ubicación.

<b>POLIGONO DE PUENTE SOBRE QUEBRADA SIN NOMBRE</b>		
<b>UTM WGS-84</b>		
1	589609.187	921025.096
2	589622.484	921018.838
3	589611.197	920994.327
4	589597.885	921000.575
<b>AREA</b>	<b>396.82 m<sup>2</sup></b>	

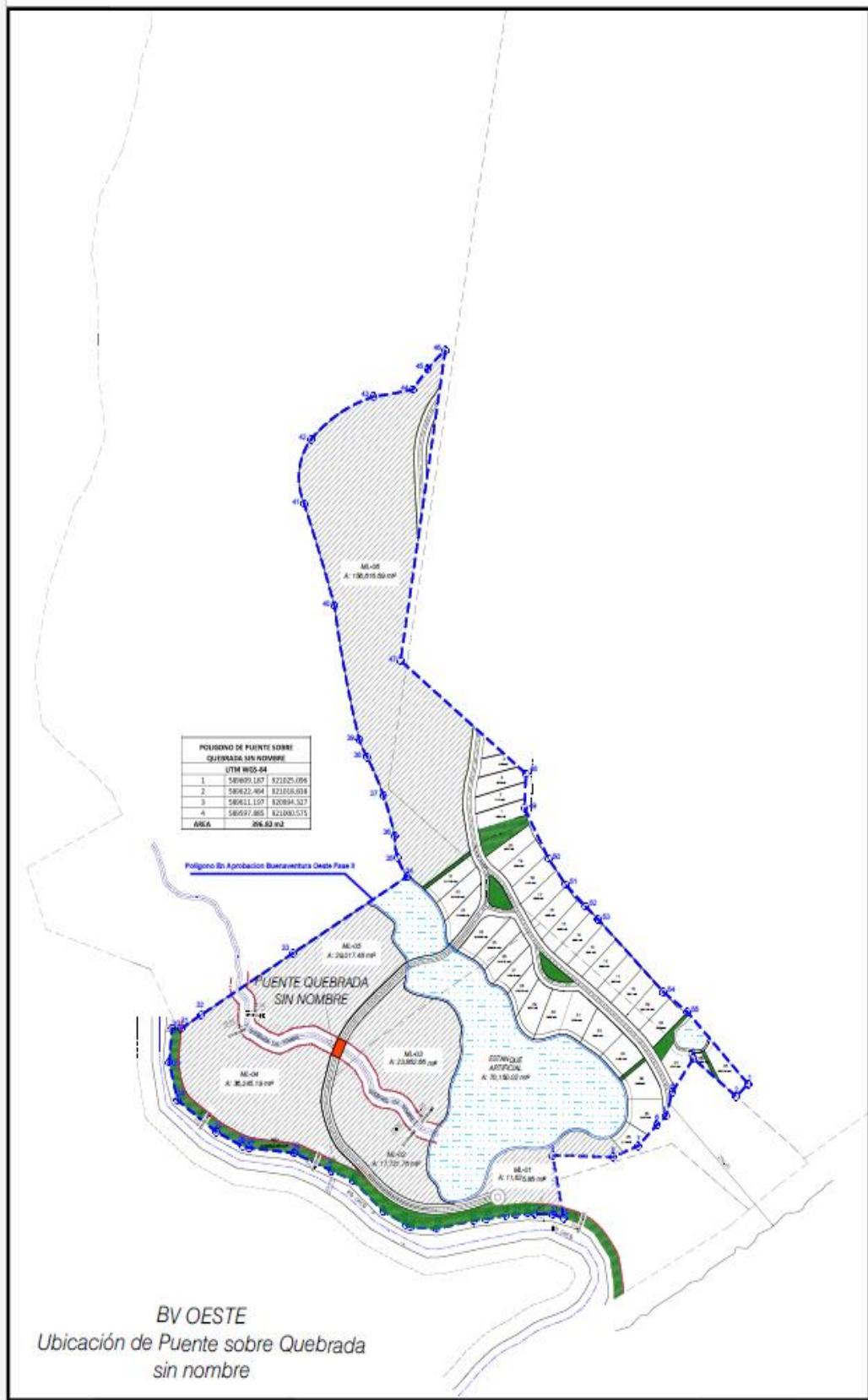




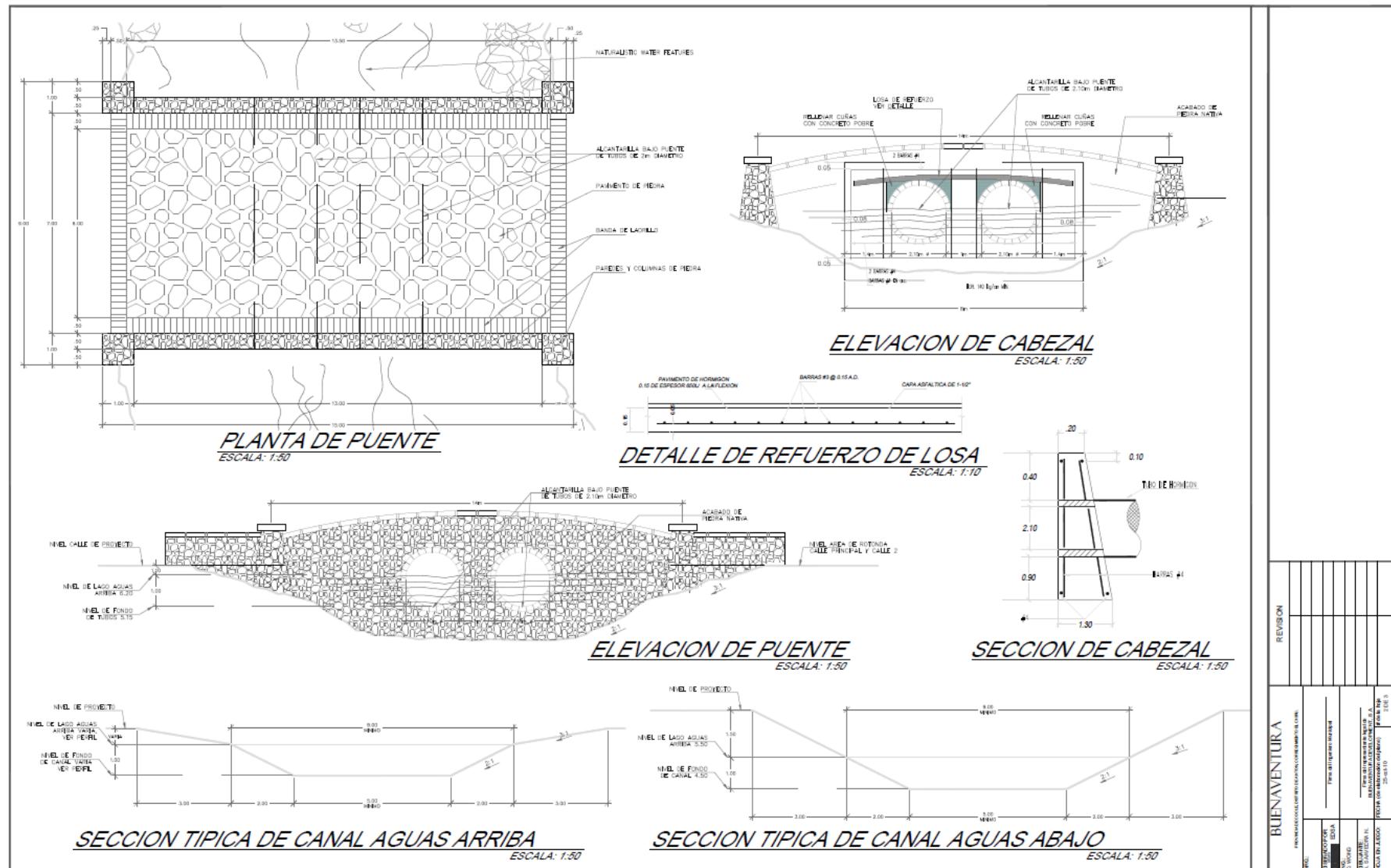
Imagen de referencia de puente



Imágenes de ambos lados del área de construcción del puente o paso vehicular.



A continuación se aporta el plano del diseño del puente que será necesario construir en el segmento de la quebrada que se aprecia en las fotos.



### **Línea base del sitio:**

El sitio donde se ha de construir esta obra en cauce para cruzar este curso fluvial, consiste en una franja de arbustos y árboles bajos, característicos del Bosque Seco tropical; dicha porción está cubierta de un típico rastrojo secundario joven, en los que se destacan arbustos y árboles de guásimo (*Guzuma ulmifolia*), jobo (*Spondias mombim*), malagueto (*Xilopia frutescens*), jagua (*Genipa americana*), y manzanillo (*Hypomanne mancinella*), carate (*Bursera simarouba*), algodón (*Gosipium, sp*), y uvero (*Coccoloba uvifera*), pero también existen otras malezas no leñosas y bejucos, como también gramíneas, especialmente pasto Indiana.

En cuanto a las especies arbustivas y arbóreas, ninguna se encuentra incluida en algún listado especial de conservación por ser consideradas vulnerables o en vía de extinción sino más bien, son especies de amplia distribución y comunes en toda esta región.

A ambos lados del citado curso fluvial, existen parcelas habilitadas para el cultivo del arroz, por tanto, son sectores sumamente intervenidos desde el punto de vista agropecuario.

Con motivo de la ejecución de esta obra se estima que se requiere intervenir una superficie de rastrojo de aproximadamente 396.82m<sup>2</sup> (o sea un polígono de 27m de largo x 14.68m de ancho).

A continuación se exhibe el tipo de vegetación que será intervenida:



Borde externo, pasto india, arbustos de algodón, carate, y guácimo al fondo, un árbol de uvero.



Parte del cauce de la quebrada, arbustos de guácimo, pastos, enredaderas.



Aspecto del rastrojo que bordea el curso fluvial, mismo que será intervenido para la construcción del boulevard.

Con motivo de la ejecución de la obra en cauce mencionada, se generarán impactos y medidas de mitigación aplicables en el sitio y que se mencionan a continuación:

### **IMPACTOS:**

- Disminución de la calidad del aire por gases de combustión y olores molestos por la operación y movilización de equipo pesado, de manera temporal y puntual durante las obras.
- Disminución de la calidad del aire de manera temporal y puntual por partículas en suspensión (polvo).
- Disminución de la calidad acústica del entorno debido a la generación de ruidos de manera puntual y temporal durante las obras a causa del uso de equipo pesado.
- Erosión del suelo.
- Incremento de la sedimentación.
- Contaminación de suelos por desechos sólidos y/o líquidos.
- Afectación a la fauna silvestre terrestre y acuática.
- Pérdida de la capa vegetal superficial del terreno para la construcción de la obra.
- Pérdida de la vegetación en un tramo de 396.82m<sup>2</sup> mts para la instalación de los estribos del puente y demás obras.

## **MEDIDAS DE MITIGACIÓN:**

- Mantener en buenas condiciones mecánicas los motores de los equipos de combustión y maquinaria del proyecto, con el fin de reducir o minimizar las emisiones de gases contaminantes, mediante un programa de mantenimiento preventivo de los mismos.
- Aplicar medidas de contención de polvo, como riego con carro cisterna (preferiblemente con agua no potable), durante la fase de movimiento de tierra. Previamente deberá contar con la aprobación de la Dirección Regional MIAMBIENTE.
- Darle mantenimiento preventivo y frecuente al equipo y maquinaria utilizada preferiblemente fuera del área del proyecto, en talleres debidamente certificados.
- Realizar la preparación del terreno principalmente en períodos de baja intensidad lluviosa para evitar el arrastre de sedimentos, que en temporada lluviosa es mucho mayor. o Incremento de la sedimentación.
- Mantener a un personal de campo encargado o responsable de inspeccionar las zonas de trabajo a fin de tener un control periódico para identificar de manera temprana cualquier riesgo de sedimentación.
- El movimiento y corte de tierra se realizará de forma controlada, de manera periódica, a fin de reducir el riesgo de erosión y sedimentación.
- Implementar un plan de recolección y retiro de los desechos que se generen en la obra de forma eficiente para su traslado hacia el vertedero municipal, para evitar su acumulación.
- Evitar fugas o derrames de hidrocarburos u otras sustancias que puedan causar la contaminación del suelo.
- Mantener material para atención de derrames en el sitio del proyecto, como kits con paños o material absorbente. Igualmente, se deberá contar con palas y recipientes plásticos con tapa de seguridad para colocar el material contaminado en caso de derrames accidentales en el suelo.
- Aplicar las técnicas sugeridas de ahuyentamiento y rescate de fauna previamente a la intervención de maquinarias en los sitios de trabajos de ser necesario y en el caso de la fauna acuática implementar los protocolos del plan de rescate y reubicación de fauna en caso de haber en el sitio.
- Las especies de fauna silvestre que se ubiquen dentro de las áreas de trabajo, de ser viable y factible, serán rescatadas y reubicadas en sitios aprobados por la autoridad competente en coordinación con la misma.
- Monitorear labores de limpieza y remoción de la cobertura vegetal exclusivamente en los sitios destinados a las obras.
- Solicitar los permisos correspondientes ante el Ministerio de Ambiente para poder llevar a cabo las labores necesarias para la obra en cauce, que requerirán la limpieza de una pequeña superficie de vegetación en la servidumbre hidrológica.

**PREGUNTA No 3.** En respuesta a la pregunta 17, punto b, el promotor señala que propone la construcción de una berma de protección ambos lados del río Chico la cual sobrepasará los niveles máximos de agua descritos, protegiendo a ambos lados de posibles inundaciones a futuro. Sin embargo, no se presenta el estudio hidrológico, informe de SINAPROC tomando en cuenta la construcción de la berma. Por lo antes mencionado, se solicita:

- a) Presentar autorización para la construcción de la berma en el lado opuesto de proyecto
- b) Presentar Registro(s) Público(s) de la(s) finca (s), autorización(es) y copia de la cédula de lo(s) dueño(s); ambos documentos debidamente notariados. En caso de que el dueño sea persona jurídica, deberá presentar Registro Público de la Sociedad.
- a) Presentar línea base del área donde se ubicará la berma en el lado opuesto del proyecto y los impactos a ser aplicados.
- b) Indicar la metodología Constructiva para la berma y en base a la respuesta, señalar de dónde será obtenido el material a utilizar.
- c) Aportar coordenadas UTM de ubicación de la berma, indicando la superficie.
- d) Presentar hidrológico-hidráulico (firmado por el idóneo) e informe de SINAPROC, donde señale la construcción de la berma y posibles afectaciones.

#### **RESPUESTA:**

Con motivo de la respuesta a la pregunta No 1 se reitera que los acápite de la pregunta No 3 a, b, a, b, c, d no aplican, toda vez que la empresa promotora aclaró que se descarta la medida de construir una berma a ambos lados del río, ya que no se estaba trabajando con un Estudio Hidrológico adecuado a la fuente hídrica cuando fue propuesta la construcción de la berma como medida de mitigación ante inundaciones.

De igual manera en las preguntas anteriores se ha incluido la información solicitada, línea base, metodología constructiva, de donde será obtenido el material, coordenadas UTM, superficie, estudio hidrológico e informe de Sinaproc incluyendo la nueva medida de mitigación descrita la cual consiste en un canal de terracería natural del lado del proyecto.

**PREGUNTA No 4.** En respuesta a la pregunta 4, mapa de planicie de inundación, se puede observar que la misma abarca zonas a ser desarrolladas por el proyecto (desarrollo residencial de mediana densidad y otras infraestructuras). Sin embargo, dichas infraestructuras deber ser reubicadas en zona que no sean inundables. Por lo antes señalado, se solicita:

- a) Presentar coordenadas UTM de la planicie de inundación, indicando la superficie.
- b) Presentar las coordenadas UTM de la zona desarollable del proyecto, indicando la superficie.
- c) Presentar plano de anteproyecto con la nueva distribución de los lotes e infraestructuras.

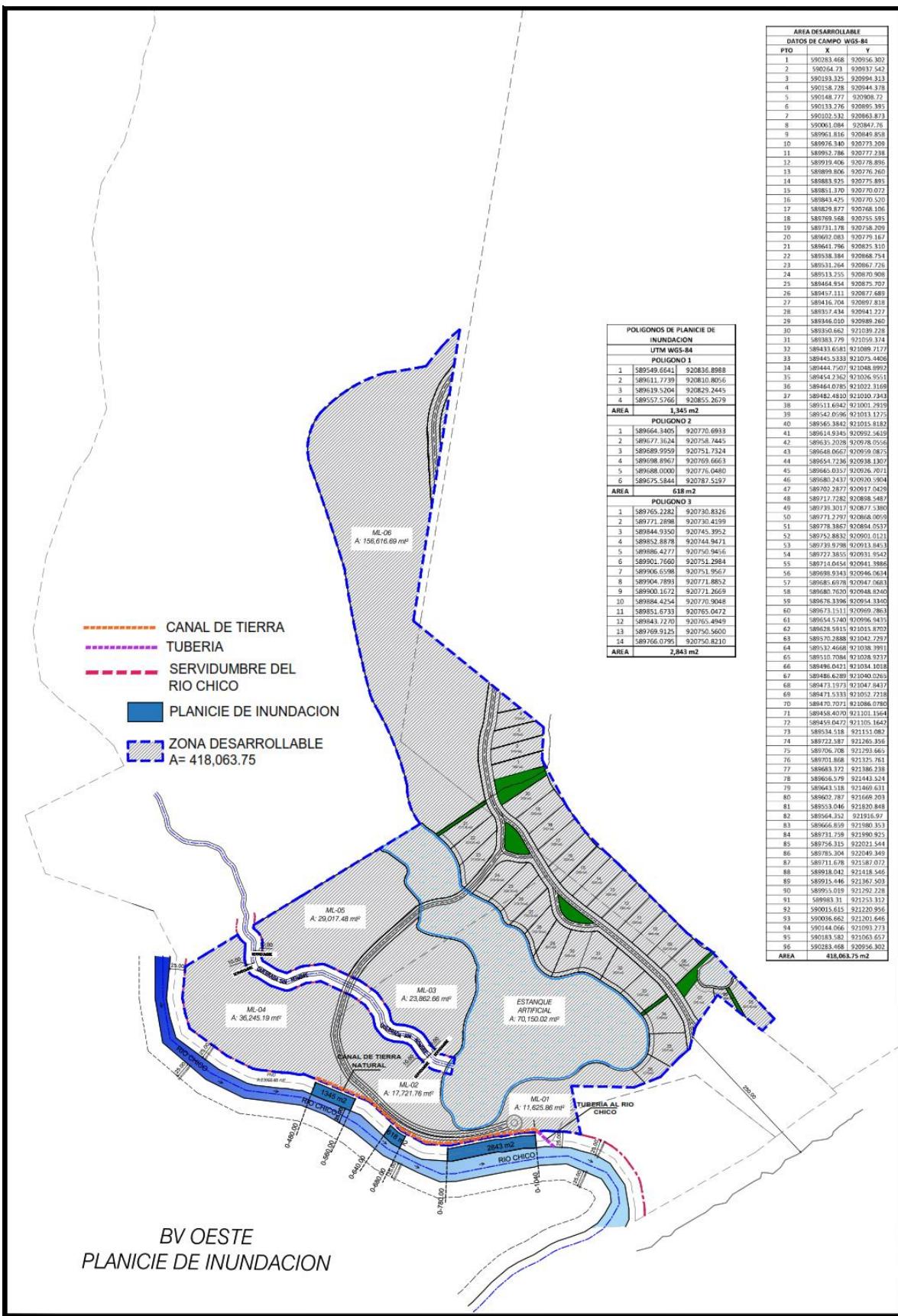
**RESPUESTA:**

a) La empresa promotora aclara que el plano de planicie de inundación presentado en la respuesta de la primera información aclaratoria fue realizado con los datos arrojados por el estudio hidrológico presentado inicialmente, y que fue debidamente revisado y actualizado, según fue explicado en la pregunta No 1.

Basados en los resultados del Estudio Hidrológico actualizado y los niveles de terracería finales, no hay zonas de inundación en la actualidad, con excepción de un tramo entre las secciones -480 y -1060, en la cual el proyecto en cuestión no presenta problema de inundación con los niveles de terracería finales posterior a los 25m de retiro hidrológico, y para cuyo tramo con el fin de no perjudicar al vecino se ha propuesto según mencionado un canal de terracería natural que pueda recoger las aguas en caso de un evento de inundación y las regrese al río mediante tuberías, en un segmento en donde no haya riesgo de inundaciones en este cuerpo de agua.

Se aporta planicie de inundación actualizada y sus coordenadas UTM.

POLIGONOS DE PLANICIE DE INUNDACION		
UTM WGS-84		
POLIGONO 1		
1	589549.6641	920836.8988
2	589611.7739	920810.8056
3	589619.5204	920829.2445
4	589557.5766	920855.2679
<b>AREA</b>	<b>1,345 m<sup>2</sup></b>	
POLIGONO 2		
1	589664.3405	920770.6933
2	589677.3624	920758.7445
3	589689.9959	920751.7324
4	589698.8967	920769.6663
5	589688.0000	920776.0480
6	589675.5844	920787.5197
<b>AREA</b>	<b>618 m<sup>2</sup></b>	
POLIGONO 3		
1	589765.2282	920730.8326
2	589771.2898	920730.4199
3	589844.9350	920745.3952
4	589852.8878	920744.9471
5	589886.4277	920750.9456
6	589901.7660	920751.2984
7	589906.6598	920751.9567
8	589904.7893	920771.8852
9	589900.1672	920771.2669
10	589884.4254	920770.9048
11	589851.6733	920765.0472
12	589843.7270	920765.4949
13	589769.9125	920750.5600
14	589766.0795	920750.8210
<b>AREA</b>	<b>2,843 m<sup>2</sup></b>	



b) Se aporta coordenadas UTM de la zona desarrollable.

AREA DESARROLLABLE		
DATOS DE CAMPO WGS-84		
PTO	X	Y
1	590283.468	920956.302
2	590264.73	920937.542
3	590193.325	920994.313
4	590158.728	920944.378
5	590148.777	920908.72
6	590133.276	920895.395
7	590102.532	920863.873
8	590061.084	920847.76
9	589961.816	920849.858
10	589976.340	920773.209
11	589952.786	920777.238
12	589919.406	920778.896
13	589899.806	920776.260
14	589883.925	920775.895
15	589851.370	920770.072
16	589843.425	920770.520
17	589829.877	920768.106
18	589769.568	920755.595
19	589731.178	920758.209
20	589692.083	920779.167
21	589641.796	920825.310
22	589538.384	920868.754
23	589531.264	920867.726
24	589513.255	920870.908
25	589464.954	920875.707
26	589457.111	920877.689
27	589416.704	920897.818
28	589357.434	920941.227
29	589346.010	920989.260
30	589350.662	921039.228
31	589383.779	921059.374
32	589433.6581	921089.7177
33	589445.5333	921075.4406
34	589444.7507	921048.8992
35	589454.2362	921026.9551
36	589464.0785	921022.3169
37	589482.4810	921010.7343

38	589511.6942	921001.2919
39	589542.0596	921013.1275
40	589565.3842	921015.8182
41	589614.9345	920992.5619
42	589635.2028	920978.0556
43	589648.0667	920959.0875
44	589654.7236	920938.1307
45	589665.0357	920926.7071
46	589680.2437	920920.5904
47	589702.2877	920917.0429
48	589717.7282	920898.5487
49	589739.3017	920877.5380
50	589771.2797	920868.0059
51	589778.3867	920894.0537
52	589752.8832	920901.0121
53	589739.9798	920913.8453
54	589727.3855	920931.9542
55	589714.0454	920941.3986
56	589698.9343	920946.0634
57	589685.6978	920947.0683
58	589680.7620	920948.8240
59	589676.3396	920954.3340
60	589673.1511	920969.2863
61	589654.5740	920996.9435
62	589628.5915	921015.8702
63	589570.2888	921042.7297
64	589532.4668	921038.3991
65	589510.7084	921028.9237
66	589496.0421	921034.1018
67	589486.6289	921040.0265
68	589473.1973	921047.8437
69	589471.5333	921052.7218
70	589470.7071	921086.0780
71	589458.4070	921101.1564
72	589459.0472	921105.1642
73	589534.518	921151.082
74	589722.587	921265.356
75	589706.708	921293.665
76	589701.868	921325.761
77	589683.372	921386.238
78	589656.579	921443.524

79	589643.518	921469.631
80	589602.787	921669.203
81	589553.046	921820.848
82	589564.352	921916.97
83	589666.859	921980.353
84	589731.759	921990.925
85	589756.315	922021.544
86	589785.304	922049.349
87	589711.678	921587.072
88	589918.042	921418.546
89	589915.446	921367.503
90	589955.019	921292.228
91	589983.31	921253.312
92	590015.615	921220.956
93	590036.662	921201.646
94	590144.066	921093.273
95	590183.582	921063.657
96	590283.468	920956.302
<b>AREA</b>	<b>418,063.75 m2</b>	

c)El plano de anteproyecto con las obras se mantiene, como se puede ver la zona desarollable del proyecto que no se ha visto afectada.

Se aporta nuevamente plano de anteproyecto con el polígono del área desarollable en la página siguiente.

