

401

MODIFICACION AL PROYECTO CATEGORÍA I

Estudio, Diseño, Construcción, Equipamiento y Financiamiento del Centro de Alto Rendimiento del Deporte Panameño, aprobado mediante resolución DRPM-SEIA-147-2022, DEL 21 DE NOVIEMBRE DE 2022.



Estudio Hidrológico.

**-ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO Y
FINANCIAMIENTO DEL CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO DEL
DEPORTE PANAMEÑO, CORREGIMIENTO JUAN DIAZ, DISTRITO DE
PANAMÁ, PROVINCIA DE PANAMÁ**

140



**ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO PARA
LA SOLUCIÓN CON CANALES PLUVIALES DEL
DENTRO DEL AREA DEL PROYECTO**

Edición: 03
Fecha: 12/07/2023

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	4
2	OBJETIVOS	4
2.1	Objetivo General.....	4
2.2	Objetivos Específicos	4
3	CONDICIONES EXISTENTES	4
3.1	Estudios previos	4
3.2	Estudio hidrológico	5
3.3	Metodología.....	5
3.3.1	<i>Tiempo de concentración</i>	6
3.3.2	<i>Periodo de retorno</i>	7
3.3.3	<i>Coeficiente de escorrentía</i>	7
3.3.4	<i>Intensidad de precipitación</i>	7
4	CONDICIÓN PROPUESTA.	11
4.1	Estudio hidrológico	11
4.2	Metodología.....	12
5	CAUDAL DE CÁLCULO PARA UNA CRECIDA MÁXIMA CORRESPONDIENTE AL PERÍODO DE RETORNO T=50 AÑOS	13
6	ESTUDIO HIDRÁULICO	16
6.1	Introducción	16
6.2	Bases de cálculo	16
6.3	Topografía y distribución de perfiles	17
6.4	Simulación obstáculos	18
6.5	Coeficientes de rozamiento adoptados	18

6.6 Resultados de cálculo - condición existente	20
6.6.1 <i>Comportamiento hidráulico</i>	20
6.6.2 <i>Datos de entrada del modelo</i>	21
6.6.3 <i>Resultados</i>	22
6.7 Resultados de cálculo condición actual	23
6.7.1 <i>Comportamiento hidráulico</i>	23
6.7.2 <i>Datos de entrada del modelo</i>	25
6.7.3 <i>Resultados</i>	26
6.8 LLANURA DE INUNDACIÓN	27
6.9 Revisión hidráulica cajón existente en la salida del proyecto	28
6.10 Consideraciones para la laguna de retención contemplada en el proyecto	29
7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	32

Listado de Tablas

Tabla 1 Caudales de análisis para un periodo de retorno de 1: 50 años – Condición existente	15
Tabla 2 Caudales de análisis para un periodo de retorno de 1: 50 años – Condición proyectada	16
Tabla 3 Coeficientes de rugosidad de Manning para diferentes condiciones de borde	19
Tabla 4 Selección de coeficiente de rugosidad de Manning para el análisis	20
Tabla 5. Condiciones de borde de flujo constante-condición existente	22
Tabla 6. Condiciones de borde de flujo constante-condición proyectada	26

Listado de Figuras

Figura 1. Área actual de la zona de estudio	5
Figura 2. Cuenca de aportación en la zona de estudio-condición existente	6
Figura 3. Cuenca de Río Juan Díaz y entre Río Juan Díaz y Pacora	9
Figura 4. Relación de IDF para la cuenca de Río Juan Díaz y entre Río Juan Díaz y Pacora	10

Figura 5. Área proyectada de la zona de estudio	12
Figura 6. Cuenca de aportación en la zona de estudio-condición propuesta	13
Figura 7. Ubicación de los canales existentes con los tramos en estudio	14
Figura 8. Ubicación de los canales propuestos con los tramos en estudio	15
Figura 9. Planta con Modelo de HEC-RAS-condición existente	21
Figura 10. Análisis del flujo estable-condición existente	22
Figura 11. Condiciones de análisis realizadas en el Modelo-condición existente	22
Figura 12. Secciones de canales propuestos	24
Figura 13. Planta con Modelo de HEC-RAS-condición proyectada	25
Figura 14. Análisis del flujo estable condición proyectada	26
Figura 15. Condiciones de análisis realizadas en el Modelo condición proyectada	27
Figura 16 Mapa de Inundación dentro del polígono del proyecto – condición existente	27
Figura 17 Mapa de Inundación dentro del polígono del proyecto – condición proyectada	28
Figura 18 Resultados de la capacidad hidráulica de cajón existente a la salida del proyecto	29
Figura 19 Cálculos hidrológicos de las cuencas internas del proyecto que aportan al lago proyectado	30
Figura 20 Resultado del modelo hidráulico para los rebosaderos considerados para el lago proyectado	31

Listado de Apéndices

Apéndice 1. Plano delimitación de cuenca ubicación de canales existentes y proyectados con sus tramos de estudio
Apéndice 2. Resultados modelo hidrológico – situación existente y proyectada
Apéndice 3. Plano situación de las secciones transversales y planicie de inundación – condición existente y proyectada
Apéndice 4. Perfil longitudinal – condición existente y condición proyectada
Apéndice 5. Perfiles transversales – condición existente y proyectada.
Apéndice 6. Listado de resultados del modelo-condición existente y condición proyectada

1 Introducción

El objeto del presente documento es en una primera etapa evaluar el comportamiento y las condiciones hidráulicas de los canales naturales existentes que sirven de descarga de las aguas de escorrentía superficial que provienen de la parte noreste del proyecto, específicamente de la avenida José Agustín Arango, calle 113 Oeste, calle 114 oeste, calle 115 oeste y de los polígonos colindantes con el proyecto que actualmente descargas las aguas pluviales hacia ese sector. En una segunda parte se proponen y analizan las secciones propuestas para la mejora hidráulica de los canales de manera que cumplan con los caudales estimados. También se describe como va a ser manejada y controlado los niveles del lago proyectado dentro del proyecto, y que dentro de sus objetivos está el de servir de zona de amortiguamiento de las aguas pluviales.

Para ello se ha elaborado el presente estudio Hidrológico y un modelo hidráulico con la finalidad de revisar el comportamiento que presentan los canales existentes y luego como es el comportamiento con las adecuaciones de diseño propuestas dentro del proyecto.

2 Objetivos

2.1 Objetivo General

Evaluar las condiciones de los drenajes existentes para generar una propuesta de solución que permita establecer los niveles seguros de terracería que se deben implementar en la ejecución del proyecto.

2.2 Objetivos Específicos

- a. Identificar las cuencas de aporte a cada uno de los canales y sus características.
- b. Determinar los caudales para las condiciones existentes para un periodo de retorno de 50 años basados en lo que indica el Manual de requisitos para la revisión de planos del Ministerio de Obras Públicas (MOP).
- c. Realizar el modelo hidráulico para los caudales estimados dentro del área de estudio del proyecto
- d. Identificar las cuencas de aporte para los canales propuestos considerando las propuestas de terracería y manejo de aguas proyectadas del proyecto.
- e. Determinar los nuevos caudales de aporte para las condiciones propuestas.
- f. Proponer secciones y mejoras de la geometría de los canales.
- g. Realizar el modelo hidráulico para las condiciones propuestas con los nuevos caudales estimados.

3 Condiciones Existentes

3.1 Estudios previos

Se realizó un levantamiento topográfico completo de toda la zona que contempla el proyecto incluyendo los canales en tierra existentes,

Se realizó una inspección en campo para determinar las divisorias de las cuencas de aporte al sistema existente.

3.2 Estudio hidrológico

El estudio hidrológico se encuentra condicionado principalmente:

1. Las aguas pluviales se manejan en su mayoría por sistemas de drenajes cerrados por lo que conducen las aguas hasta la descarga en el lote del proyecto.
2. Las condiciones urbanas de la zona.

A continuación, se adjunta la imagen de la condición actual de la zona de estudio (Figura 1).



Figura 1. Área actual de la zona de estudio

Fuente: (elaboración propia-imagen satelital Google Satélite-HEC-RAS)

3.3 Metodología

Para la realización de este estudio, en primer lugar, se determina el área de drenaje. En la imagen adjunta puede verse las cuencas hidrológicas que descargan dentro del proyecto (ver Figura 2).

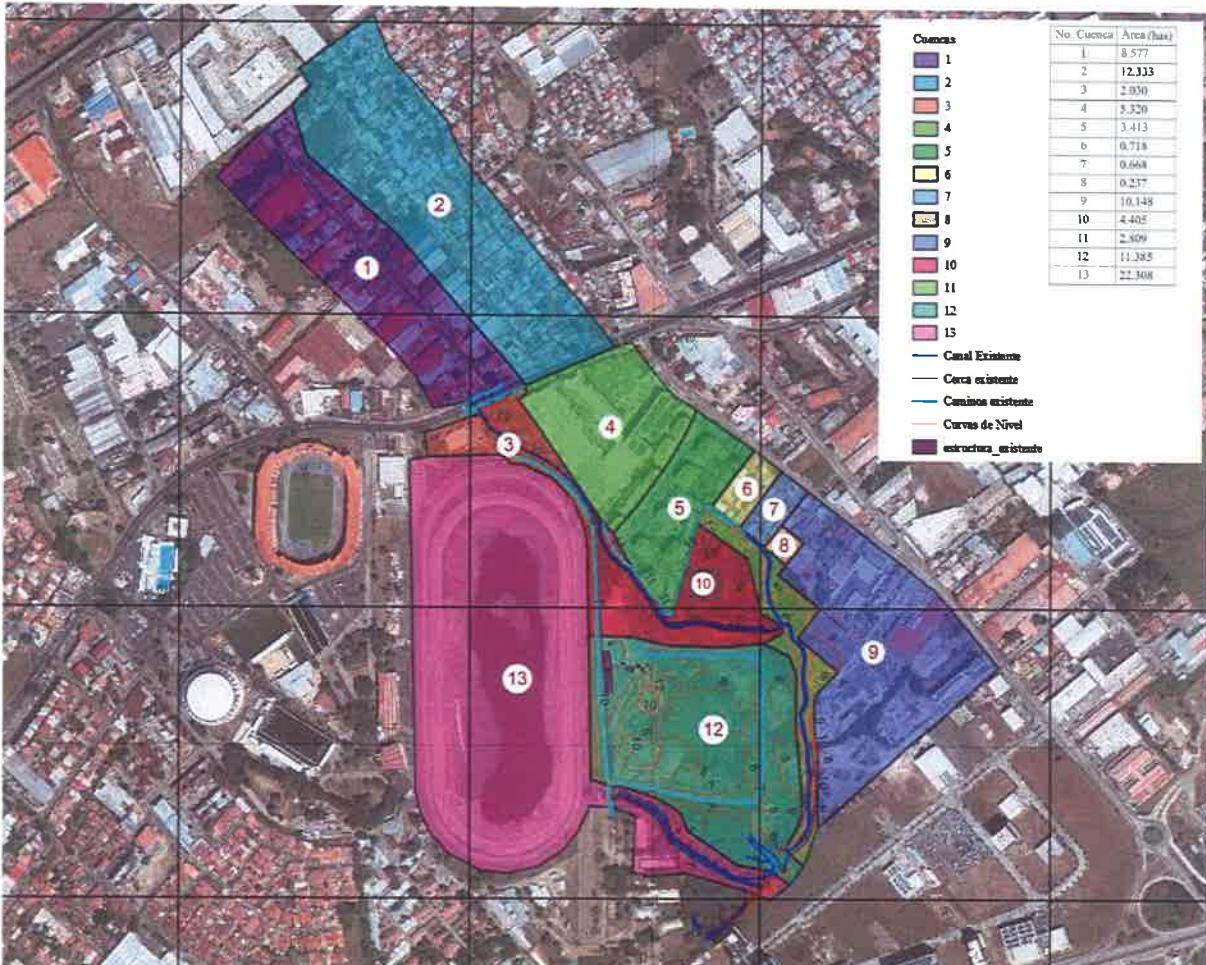


Figura 2. Cuenca de aportación en la zona de estudio-condición existente

Fuente: (elaboración propia-imagen satelital Google Satélite-QGIS)

Las cuencas forman parte de la cuenca hidrográfica No.144 (Cuenca del Río Juan Díaz) en la vertiente del Pacífico.

Para las áreas de drenaje menores de 250 has. deberá emplearse el método racional de crecidas y para áreas mayores de 250 has. se empleará la metodología desarrollada por el IRHE “Análisis Regional de Crecidas Máximas”, elaborado por el departamento de Hidrometeorología de la Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A (ETESA) en septiembre de 2008.

3.3.1 Tiempo de concentración

El tiempo de concentración es el tiempo que demora una gota de agua para viajar desde el punto más remoto de la cuenca hasta la salida de ésta, o hasta el punto donde se está haciendo la evaluación hidráulica, si el mismo se encuentra aún dentro de la cuenca. Para este estudio se evaluaron las siguientes ecuaciones empíricas para determinar el tiempo de concentración.

- Kirpich (1940): Desarrollada a partir de información del Soil Conservation Service (SCS) en 7 cuencas rurales en Tennessee, Estados Unidos, con caudales bien definidos y pendientes empinadas (3% - 10%); para flujo superficial en superficies de concreto o asfalto se debe multiplicar t_c por 0.40; para canales de concreto se debe multiplicar por 0.20; no se debe hacer ningún ajuste para flujo superficial en suelo descubierto o para flujo en cunetas.

Donde:

$$t_c = 0.0078 L^{0.77} S^{-3.85}$$

t_c = Tiempo de concentración (minutos)

L = Longitud del canal desde aguas arriba hasta la salida (pies)

S = Pendiente promedio de la cuenca (pies/pie)

- California Culverts Practice (1942): Esencialmente es la ecuación de Kirpich desarrollada para pequeñas cuencas montañosas en California (US Bureau of Reclamation, 1973).

Donde:

Fórmula	Ecuación	Parámetro
Kirpich	$T_c = 0.06628 \left(\frac{L_p}{S^{0.5}} \right)^{0.77}$	T_c = Tiempo de concentración (h) L = Longitud del cauce principal (km) S = Pendiente media del cauce principal (m/m)

3.3.2 Periodo de retorno

El período de retorno es un concepto estadístico de gran aplicación en el ámbito de la ingeniería, depende del tipo de obra proyectada. Según los parámetros requeridos para el diseño de soluciones de drenaje del proyecto, se utilizaron para el drenaje menor los períodos de retorno siguientes:

1: 20 años entubamiento, cajones pluviales, muros de retén en cauces y otras estructuras permanentes del sistema pluvial, así como estructuras hidráulicas, zanjas abiertas, deberán diseñarse para un período de retorno de 1 en 50 años (1:50 años) (MOP,2021).

Para nuestro caso, el período de retorno utilizado es el de 1:50 años al tratarse de zanjas abiertas las que se están analizando.

3.3.3 Coeficiente de escorrentía

El valor mínimo del coeficiente de escorrentía a utilizar en la Fórmula Racional será de 1.00 para las áreas de que aportan fuera del proyecto y de 0.85 para las áreas internas del proyecto.

3.3.4 Intensidad de precipitación

Se utilizará para el cálculo de las intensidades de lluvia, las fórmulas presentadas en los estudios más recientes aprobado por el Ministerio de Obras Públicas para la Vertiente del Pacífico.

En base al Manual del MOP de Requisitos para la revisión de planos, en su versión de 2021, las fórmulas para las intensidades de lluvia a utilizar para la cuenca del río Juan Díaz y entre Río Juan Díaz y Pacora se muestran

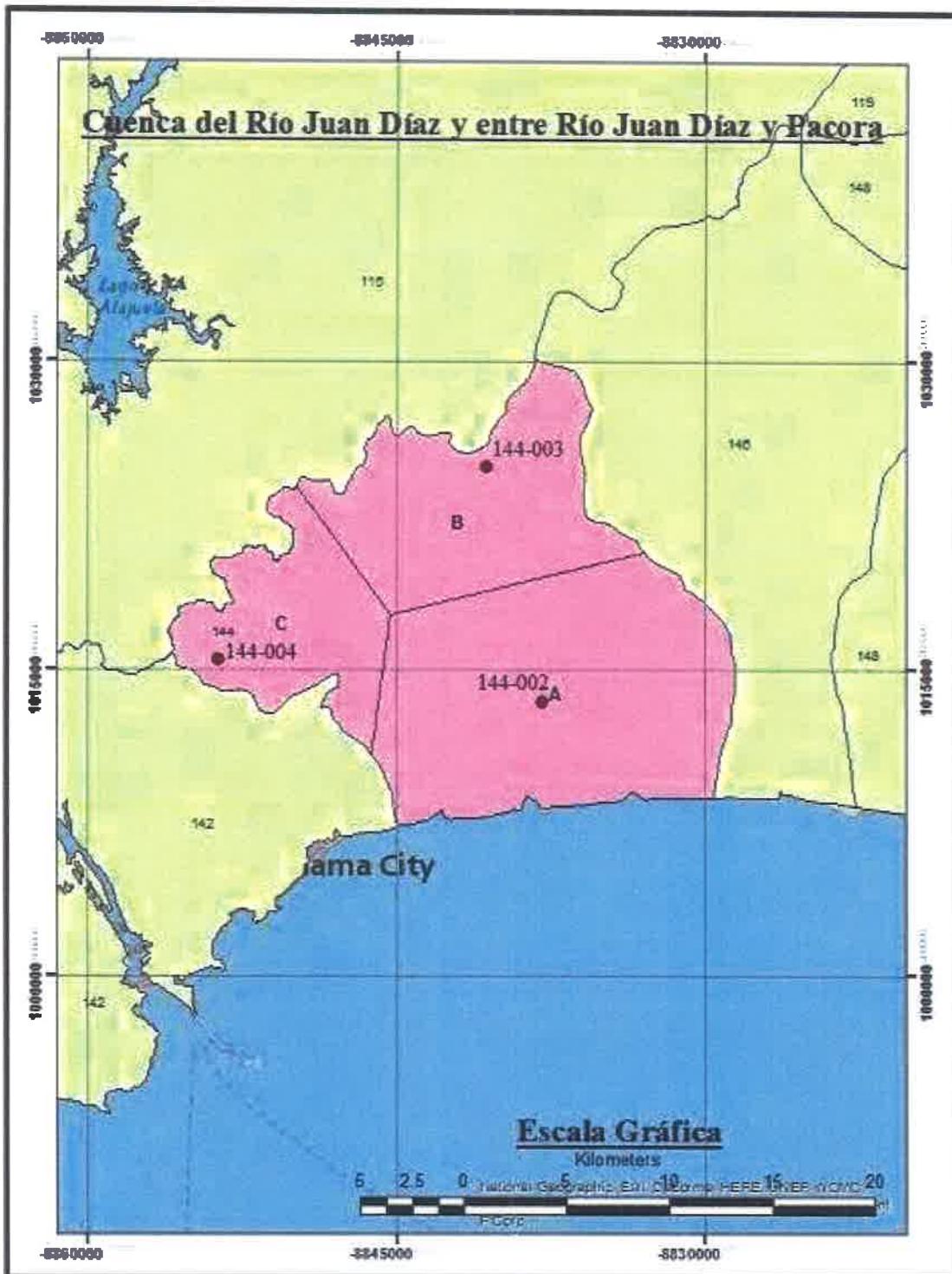
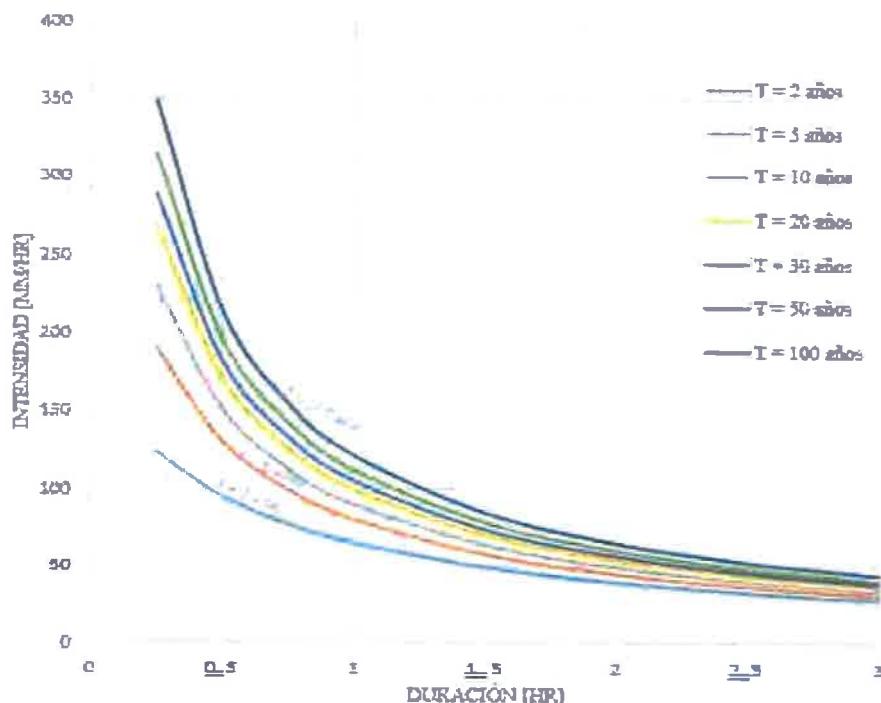


Figura 3. Cuenca de Río Juan Díaz y entre Río Juan Díaz y Pacora

Fuente: Manual de Requisitos para la revisión de planos (MOP, 2021).

Proyecto de Estudio, Diseño, Construcción, Equipamiento y Financiamiento del Centro de Alto Rendimiento del Deporte Panameño, Corregimiento Juan Díaz, Distrito de Panamá, Provincia de Panamá

RELACIÓN IDF



Gráfica 4. 12-144 - Relación Intensidad Duración Frecuencia

Tabla 4. 30: Ecuación de Intensidad Relación Frecuencia para Eventos con Duración d en Horas de cuenca del río Juan Díaz y ríos entre el Juan Díaz y el Pacora

	$i = \frac{a}{d + b}$						
T [años]	2	5	10	20	30	50	100
a [mm]	103.834	103.939	111.036	119.281	124.364	130.940	140.081
b [hr]	0.593	0.296	0.232	0.197	0.182	0.168	0.153
R ²	97.67%	97.84%	97.89%	97.91%	97.92%	97.92%	97.93%

Figura 4. Relación de IDF para la cuenca de Río Juan Díaz y entre Río Juan Díaz y Pacora

Fuente: Manual de Requisitos para la revisión de planos (MOP, 2021).

En donde:

i = Intensidad de lluvia en mm./hora.

T = periodo de retorno.

d= tiempo de concentración en hora

El período de retorno a utilizar depende del tipo de estructura, Para efectos de este estudio se utilizó 1:50 años al ser el análisis realizado a zanjas abiertas.

Una vez definida la escorrentía se procede a verificar su capacidad teniendo en cuenta las pendientes, tipo de superficie, recorrido de las aguas, etc.

Tras analizar la sección del cauce a la altura de las estructuras, se puede hacer el estudio asimilando el cauce un canal trapezoidal.

La obtención de la elevación de la lámina de agua realiza mediante la ecuación de Manning:

donde:

S: Sección (m^2)

V: velocidad media del agua (m/s)

n: Coeficiente de Manning

Rh: Radio hidráulico (m)

I: Pendiente de la línea de agua (m/m)

En la siguiente tabla se pueden apreciar los valores de n de Manning para cauces naturales.

El final de todo esto está enfocado en asegurar que los sistemas existentes o cauces naturales tengan capacidad hidráulica suficiente que garantice el buen funcionamiento de los mismo, de lo contrario deberán hacerse las modificaciones necesarias para conseguir la capacidad necesaria.

4 Condición propuesta.

Para el caso de las condiciones proyectadas se partirá de la base existente y se incorporará las propuestas de secciones de los canales y de alineamientos de estos, y se modelará el sistema contemplando las terracerías propuestas para el desarrollo del proyecto.

4.1 Estudio hidrológico

El análisis hidrológico se basa en adecuación a las cuencas determinadas para la condición existente adecuando aquellas cuencas que, producto de los niveles y consideraciones de drenajes proyectados del proyecto, se deban modificar.

A continuación, se adjunta la imagen de la condición actual de la zona de estudio (Figura 5).



Figura 5. Área proyectada de la zona de estudio

Fuente: (elaboración propia-imagen satelital Google Satélite-HEC-RAS)

4.2 Metodología

La metodología empleada es la misma que se utilizó para la condición existente para la determinación del tiempo de concentración, periodo de retorno, coeficiente de escorrentía y la intensidad de precipitación.

Con la variación de las cuencas a ser utilizadas, estas se muestran en la Figura 6

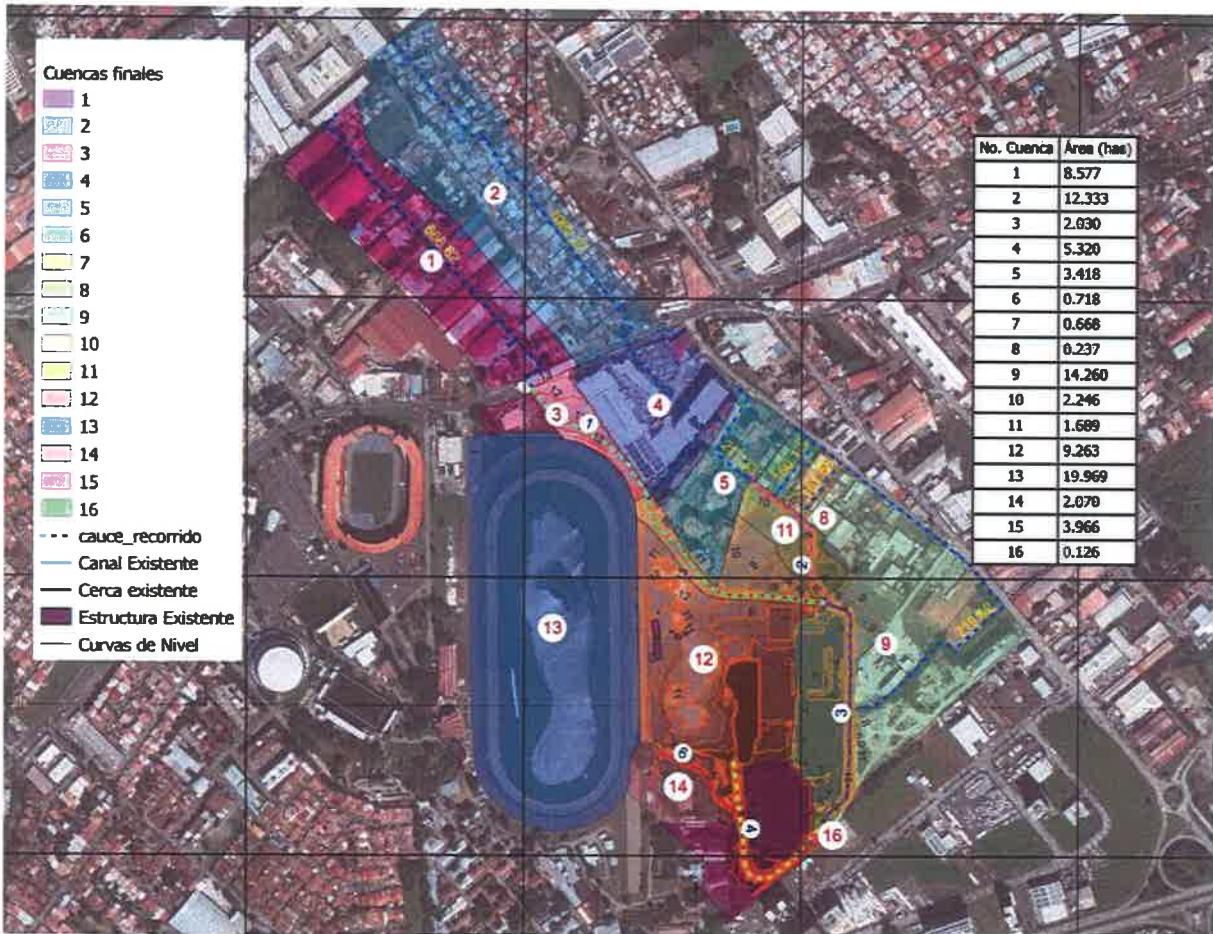


Figura 6. Cuenca de aportación en la zona de estudio-condición propuesta

Fuente: (elaboración propia-imagen satelital Google Satélite-QGIS)

5 Caudal de cálculo para una crecida máxima correspondiente al periodo de retorno T=50 AÑOS

Datos de partida

Para la realización de los análisis de los canales existentes dentro del proyecto se procedió a dividirlos en tramos (ver Figura 7) para la condición existente y para la condición proyectada (ver Figura 8).



Figura 7. Ubicación de los canales existentes con los tramos en estudio

Fuente: (elaboración propia-imagen satelital Google Satélite-QGIS)



Figura 8. Ubicación de los canales propuestos con los tramos en estudio.

Fuente: (elaboración propia-imagen satelital Google Satélite-QGIS)

En la Tabla 1 se presentan caudales que serán utilizados en los análisis de los canales y tramos dentro del proyecto, empleando la ecuación indicada en el manual del MOP:

Los caudales para utilizar en el modelo hidráulico se presentan en el apéndice 3.

Tabla 1 Caudales de análisis para un periodo de retorno de 1: 50 años – Condición existente

No	Canal	Tramo	Caudal Q50 (m ³ /s)	Caudal Q50 (m ³ /s)
				Acumulado
1	01	01	19.366	19.366
2	02	02	6.133	6.133
3	01	03	6.122	31.622
4	03	04	6.514	6.514
5	01	05	7.260	45.396

Tabla 2 Caudales de análisis para un periodo de retorno de 1: 50 años – Condición proyectada

No	Canal	Tramo	Caudal Q50 (m ³ /s)	Caudal Q50 (m ³ /s) Acumulado
1	01	01	18.238	18.238
2	02	-	8.190	8.190
3	01	02	6.740	33.168
4	04	-	6.514	6.514
5	03	01	5.907	5.907
6	03	02	2.529	14.950
7	01	03	0.080	48.198

6 Estudio hidráulico

6.1 Introducción

El presente Estudio abarca los siguientes aspectos medulares:

- I. Revisión de la capacidad hidráulica de los canales naturales existentes.
- II. Recomendaciones para el manejo de las aguas pluviales externas e internas del proyecto.
- III. Definición de los parámetros y dimensiones para el diseño y la construcción de las obras de drenaje a contemplar dentro del proyecto.

El Estudio se basa en la aplicación de un modelo de simulación en el que los cálculos se han realizado en régimen estacionario para el caudal de avenida, obtenido en el Estudio Hidrológico previo. A partir de ese punto, se determina la altura de la lámina de agua. Dicha determinación se realiza mediante la simulación hidráulica con la versión 6.3.1 del programa informático HEC-RAS del Hydrologic Engineering Center del US Army Corps of Engineers.

6.2 Bases de cálculo

Como se ha mencionado en la introducción, se ha empleado la aplicación del Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos HEC-RAS 6.3.1 (River Analysis System) para la comprobación del modelo hidráulico.

Dicho modelo resuelve la ecuación de la energía de modo iterativo en cada una de las secciones propuestas e interpola los resultados a lo largo de todo el perfil suministrado. Introduce la energía expresándola en

términos unidimensionales y suponiendo unas pérdidas de carga que se contabilizan según la ecuación de Manning. Además de esto considera una serie de hipótesis:

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

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

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

El análisis hidráulico contempla la determinación del nivel máximo que alcanzaría la crecida de diseño extraordinaria, con periodo de recurrencia de 50 años para una hipótesis de flujo.

6.3 Topografía y distribución de perfiles

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

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

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

En el Apéndice 6 se presentan los perfiles transversales del cauce y su situación en planta. En dicho Anexo también se recogen las secciones obtenidas en campo en donde se sitúa la estructura singular.

6.4 Simulación obstáculos

El programa HEC-RAS considera las pérdidas de carga o energía ocasionadas por el encuentro de obstáculos en el camino del flujo. Esta simulación se efectúa en tres etapas:

- Pérdidas de energía antes de pasar el obstáculo, inmediatamente aguas arriba, que es en donde el flujo experimenta una contracción para poder atravesarlo.
- Pérdidas de energía debidas al obstáculo.
- Pérdidas de energía una vez pasado el obstáculo, inmediatamente aguas abajo, que es en donde el flujo se expande.

Cuando se produce el choque de las rebanadas que conforman el flujo de agua, bien con otras que circulen en otra dirección o bien con obstáculos, se produce un cambio en la velocidad del flujo y esa energía, que justo antes del choque es cinética, se transforma en potencial, con lo que se produce una subida de la lámina de agua. Este fenómeno es la base del cálculo y la valoración de los cambios en el flujo. El programa tiene en cuenta los tres factores principales que la constricción provoca al flujo:

- La geometría de la sección del cauce.
- La capacidad de descarga.
- El estado del flujo

6.5 Coeficientes de rozamiento adoptados

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

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

La ecuación viene dada y expresada en unidades métricas como:

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

siendo n el coeficiente de rugosidad Manning.

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

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

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

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

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

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

Tabla 3 Coeficientes de rugosidad de Manning para diferentes condiciones de borde

Coeficientes de rugosidad	Coeficiente de Manning
Cunetas y canales sin revestir	
En tierra ordinaria, superficie uniforme y lisa	0,020-0,025
En tierra ordinaria, superficie irregular	0,025-0,035
En tierra con ligera vegetación	0,035-0,045
En tierra con vegetación espesa	0,040-0,050
En tierra excavada mecánicamente	0,028-0,033
En roca, superficie uniforme y lisa	0,030-0,035
En roca, superficie con aristas e irregularidades	0,035-0,045
Cunetas y Canales revestidos	
Hormigón	0,013-0,017
Hormigón revestido con gunita	0,016-0,022
Encachado	0,020-0,030
Paredes de hormigón, fondo de grava	0,017-0,020
Paredes encachadas, fondo de grava	0,023-0,033
Revestimiento bituminoso	0,013-0,016
Corrientes Naturales	

Limpias, orillas rectas, fondo uniforme, altura de lámina de agua suficiente	0,027-0,033
Limpias, orillas rectas, fondo uniforme, altura de lámina de agua suficiente, algo de vegetación	0,033-0,040
Limpias, meandros, embalses y remolinos de poca importancia	0,035-0,050
Lentas, con embalses profundos y canales ramificados	0,060-0,080
Lentas, con embalses profundos y canales ramificados, vegetación densa	0,100-0,200
Rugosas, corrientes en terreno rocoso de montaña	0,050-0,080
Áreas de inundación adyacentes al canal ordinario	0,030-0,200

Fuente: S.M. Woodward and C.J. Posey "Hydraulics of steady flow in open channels".

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

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

Tabla 4 Selección de coeficiente de rugosidad de Manning para el análisis

SECCIÓN	COEF. DE MANNING
Cauce ordinario en tramo limpio, conformado y/o rectificado	0.030
Cauce ordinario en tramo sin actuaciones	0.040
Llanuras de inundación	0.063

6.6 Resultados de cálculo - condición existente

6.6.1 Comportamiento hidráulico

Para la primera parte del análisis, dado que la condición evaluada es la existente, no se presentan estructuras en los canales analizados.

Los cálculos hidráulicos muestran que, para los caudales analizados se tienen los siguientes comportamientos:

- Todos los caudales están en flujo en un régimen subcrítico

- Las velocidades de flujo varían entre 0.15m/s y 3.8m/s.
- Un aumento de aproximadamente **0.10m y 1.2m** en las zonas bajas del polígono y que actualmente sirven de zonas de amortiguación natural.
- Se tiene una reducción de aproximadamente **0.46m** entre la sección con la condición existente del río en comparación con la sección destinada a extracción y al tránsito por el camellón.

Los resultados numéricos obtenidos para la hipótesis de flujo estudiada, así como las secciones transversales y perfiles longitudinales para el cauce, se recogen en los apéndices, al final de este documento.

De dichos datos de salida, se extraen las siguientes conclusiones:

- Verificación de la estructura capacidad hidráulica de las secciones
- Recomendaciones sobre actuaciones de rectificación en el cauce

6.6.2 Datos de entrada del modelo

- **Geometría:** La geometría empleada consta de tres canales, para cada canal se establecieron perfiles transversales del cauce y de las riberas de inundación del cauce.
- **Caudal:** Se evalúa el efecto producido por el caudal máximo para un periodo de retorno de 50 años, obtenido en el Estudio Hidrológico previo (ver Tabla 1)
- **Coeficientes de rugosidad:** Los coeficientes de Manning empleados: n_1 y n_3 corresponden a llanuras de inundación y n_2 al cauce propiamente dicho. Para n_1 y n_3 el valor de Manning empleado es de 0.063 y para n_2 de 0.04



Figura 9. Planta con Modelo de HEC-RAS-condición existente

Fuente: (elaboración propia-imagen satelital Google Satélite-HEC-RAS)

- Condiciones de contorno: Se definen las condiciones iniciales en ambos extremos del tramo de estudio, es decir aguas arriba y aguas abajo. Se realiza el cálculo en régimen mixto (por variaciones de caudal), por lo que es necesario definir ambas, al comienzo y al final. Para "Profundidad Normal", el modelo requiere conocer los datos de pendiente de la línea de energía o de la línea de agua. Para pendientes pequeñas, se asimilan a las pendientes del fondo del cauce.

Tabla 5. Condiciones de borde de flujo constante-condición existente

CONDICIONES DE BORDE DE FLUJO CONSTANTE				
River	Reach	Perfiles	Aguas Arriba	Aguas Abajo
Canal 01	Canal 01	Todos	Normal Depth S = 0.005	Normal Depth S = 0.0045
Canal 02	Canal 02	Todos	Normal Depth S = 0.02	Normal Depth S = 0.008
Canal 03	Canal 03	Todos	Normal Depth S = 0.002	Normal Depth S = 0.002

6.6.3 Resultados

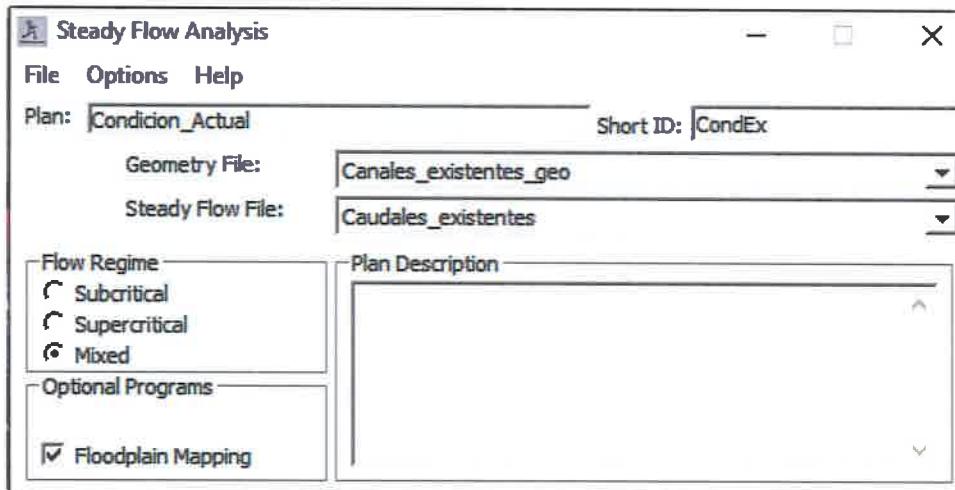


Figura 10. Análisis del flujo estable-condición existente

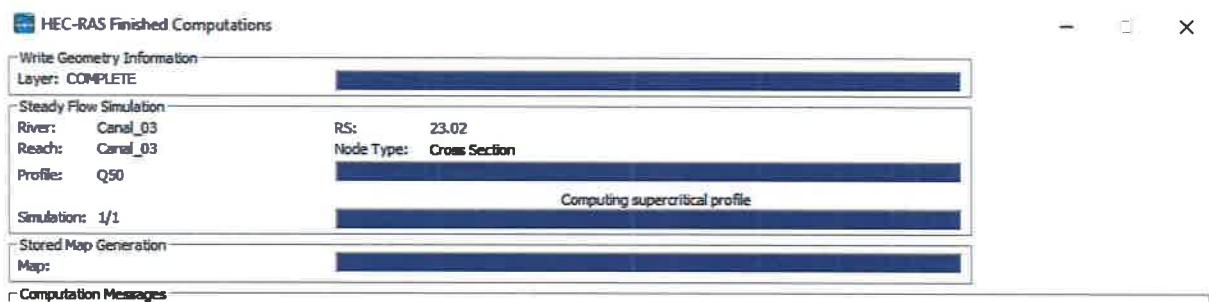


Figura 11. Condiciones de análisis realizadas en el Modelo-condición existente

6.7 Resultados de cálculo condición proyectada

6.7.1 Comportamiento hidráulico

Para esta parte, se presentan las secciones hidráulicas propuestas a ser utilizadas para el análisis de los canales propuestos.

Para los canales propuestos listados en la Figura 8 se proponen las secciones indicadas en la Figura 12.. La metodología de construcción de estos canales consiste en la limpieza de los canales existentes, posterior se realizará la ampliación de la sección de los canales para cumplir con las dimensiones y pendientes propuestas, estos canales estarán revestidos mediante geomembranas, que tienen un coeficiente de rugosidad (Manning) que puede estar entre los 0.011 para una geomembrana lisa y 0.013 para una geomembrana rugosa (Giroud et al., 2023), en el caso de este estudio, se consideró un valor conservador de 0.013 contemplando una correcta instalación.

La condición anterior se hace basando la suposición que la superficie de la geomembrana está libre de materiales que ralentizarían el flujo de agua (por ejemplo, escombros, sedimentos, vegetación, etc.). Si se deja que la vegetación crezca en el canal, el coeficiente de Manning puede variar entre 0.03 y 0.1, reduciendo el caudal significativamente (Giroud et al., 2023).

También se revisó una condición de que se presenten pliegues o arrugas repetidas en la dirección transversal del canal, para ello el valor de Manning de la geomembrana se debe incrementar significativamente como 0.01, por lo que para este caso se puede utilizar un valor de $n = 0.021$ para una geomembrana lisa con arrugas repetidas en la dirección transversal (Giroud et al., 2023).

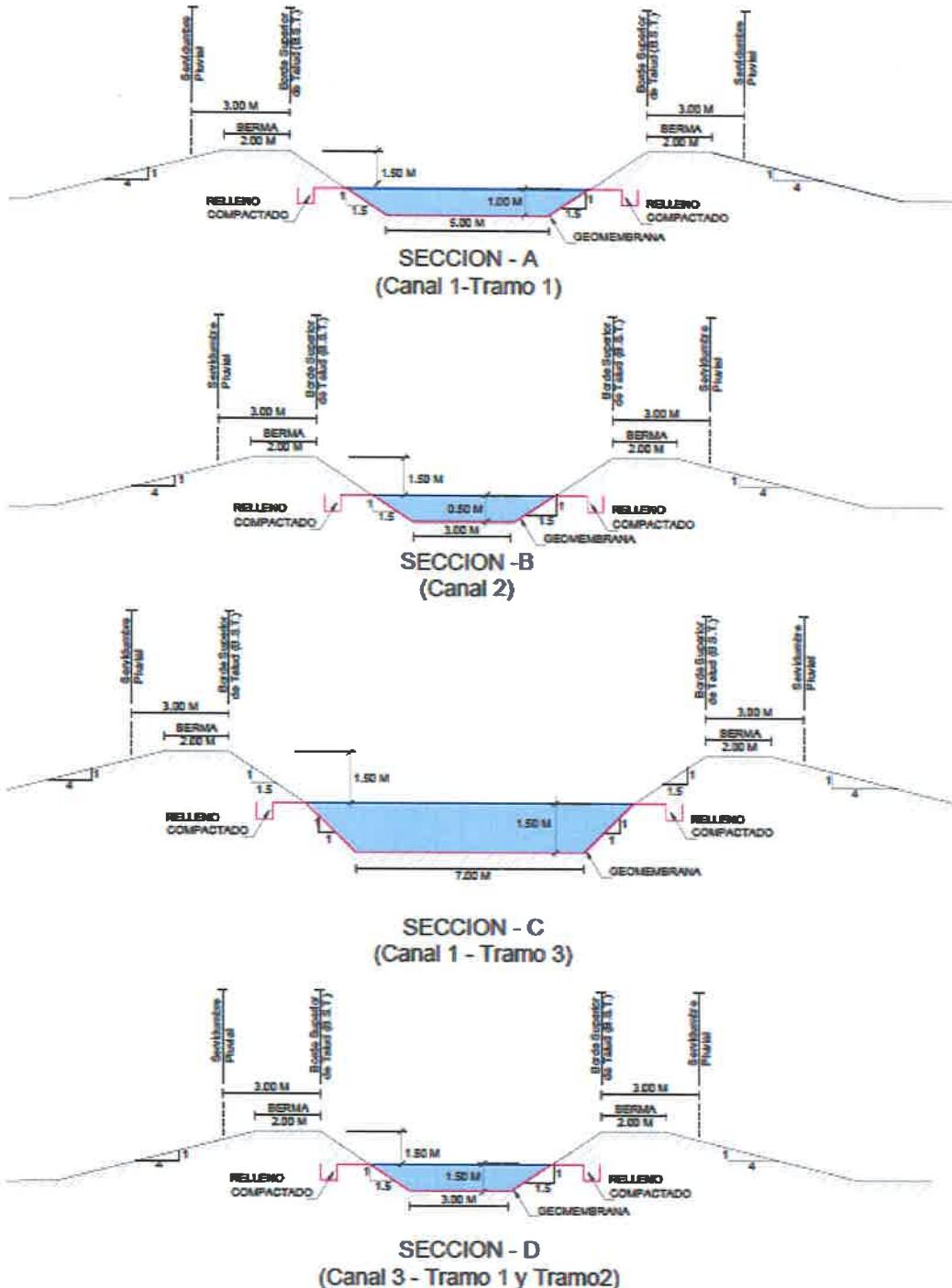


Figura 12. Secciones de canales propuestos

Fuente: (elaboración propia)

Los cálculos hidráulicos muestran que, para los caudales analizados se tienen los siguientes comportamientos:

- Todos los caudales varían entre un flujo en un régimen subcrítico y supercrítico a medida que se desplazan por las secciones de los canales
- Las velocidades de flujo varían entre 0.67m/s y 4.94m/s.
- Todos los caudales transitan por las secciones proyectadas con suficiente espacio.
- De la condición existente a la proyectada se puede apreciar una mejora sustancial, pasando de tener áreas inundables a poder conducir todos los caudales de forma segura por las secciones propuestas.

Los resultados numéricos obtenidos para la hipótesis de flujo estudiada, así como las secciones transversales y perfiles longitudinales para el cauce, se recogen en los apéndices, al final de este documento.

6.7.2 Datos de entrada del modelo

- **Geometría:** La geometría empleada consta de tres canales, para cada canal se establecieron perfiles transversales del cauce y de las riberas de inundación del cauce.
- **Caudal:** Se evalúa el efecto producido por el caudal máximo para un periodo de retorno de 50 años, obtenido en el Estudio Hidrológico previo (ver Tabla 2)
- **Coeficientes de rugosidad:** Los coeficientes de Manning empleados: n_1 y n_3 corresponden a llanuras de inundación y n_2 al cauce propiamente dicho. Para n_1 y n_3 el valor de Manning empleado es de 0.063 y para n_2 de 0.04.

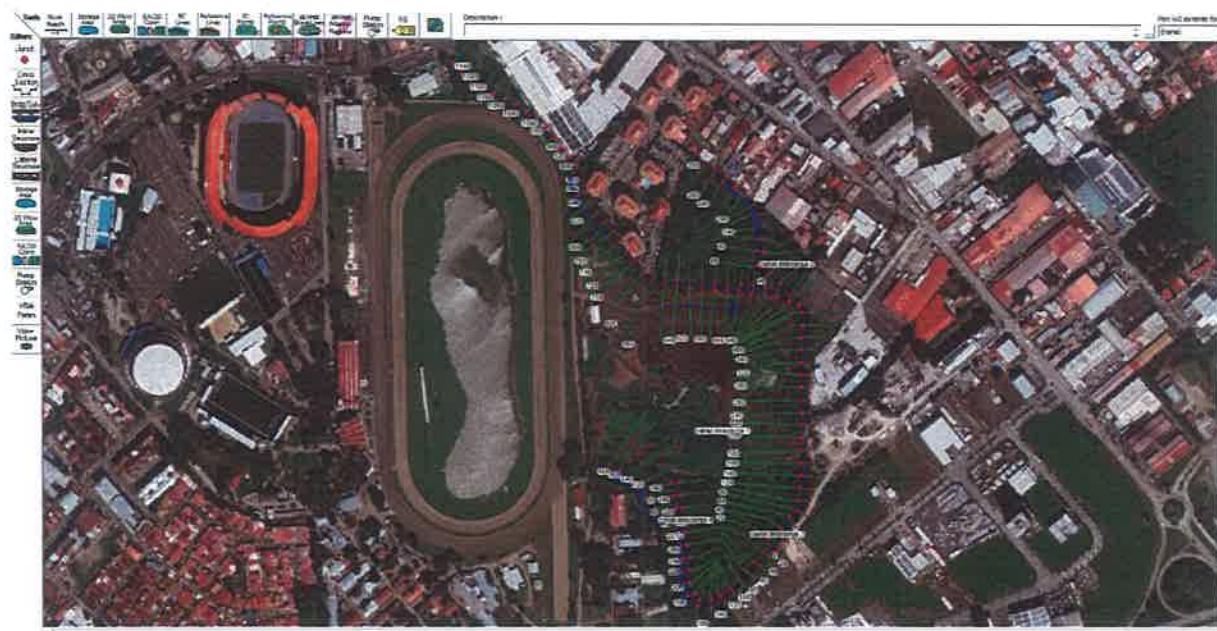


Figura 13. Planta con Modelo de HEC-RAS-condición proyectada

Fuente: (elaboración propia-imagen satelital Google Satélite-HEC-RAS)

- Condiciones de contorno: Se definen las condiciones iniciales en ambos extremos del tramo de estudio, es decir aguas arriba y aguas abajo. Se realiza el cálculo en régimen mixto (por variaciones de caudal), por lo que es necesario definir ambas, al comienzo y al final. Para "Profundidad Normal", el modelo requiere conocer los datos de pendiente de la línea de energía o de la línea de agua. Para pendientes pequeñas, se asimilan a las pendientes del fondo del cauce.

Tabla 6. Condiciones de borde de flujo constante-condición proyectada

CONDICIONES DE BORDE DE FLUJO CONSTANTE				
River	Reach	Perfiles	Aguas Arriba	Aguas Abajo
Canal propuesto01	Canal descarga 01	Todos	Profundidad crítica	Normal Depth S = 0.003
Canal propuesto02	Canal descarga 02	Todos	Profundidad crítica	Normal Depth S = 0.003
Canal Propuesto03	Canal descarga 03	Todos	Profundidad crítica	Normal Depth S = 0.001
Canal Propuesto04	Canal descarga 04	Todos	Profundidad crítica	Normal Depth S = 0.003

6.7.3 Resultados

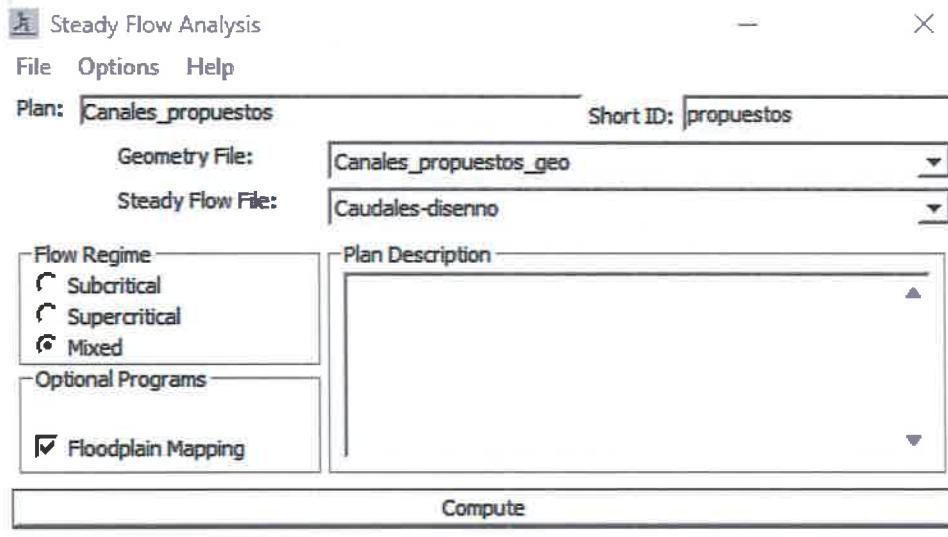


Figura 14. Análisis del flujo estable condición proyectada

Fuente: (elaboración propia)

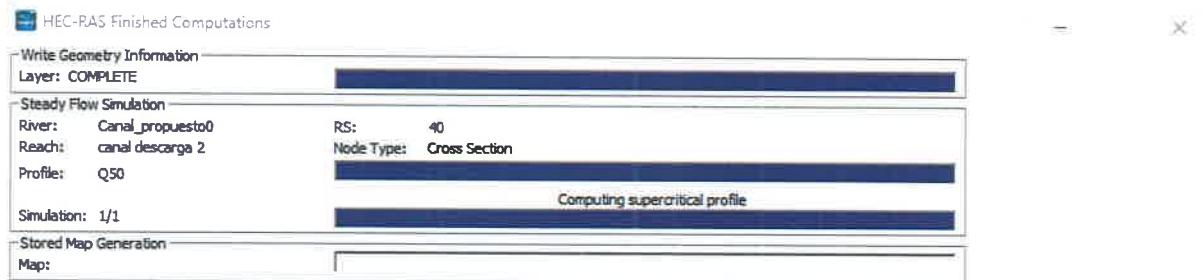


Figura 15. Condiciones de análisis realizadas en el Modelo condición proyectada

Fuente: (elaboración propia)

6.8 LLANURA DE INUNDACIÓN

La Figura 16 muestra el comportamiento de las aguas, se puede apreciar la lámina de inundación que se presenta dentro de la zona del proyecto bajo la condición existente.

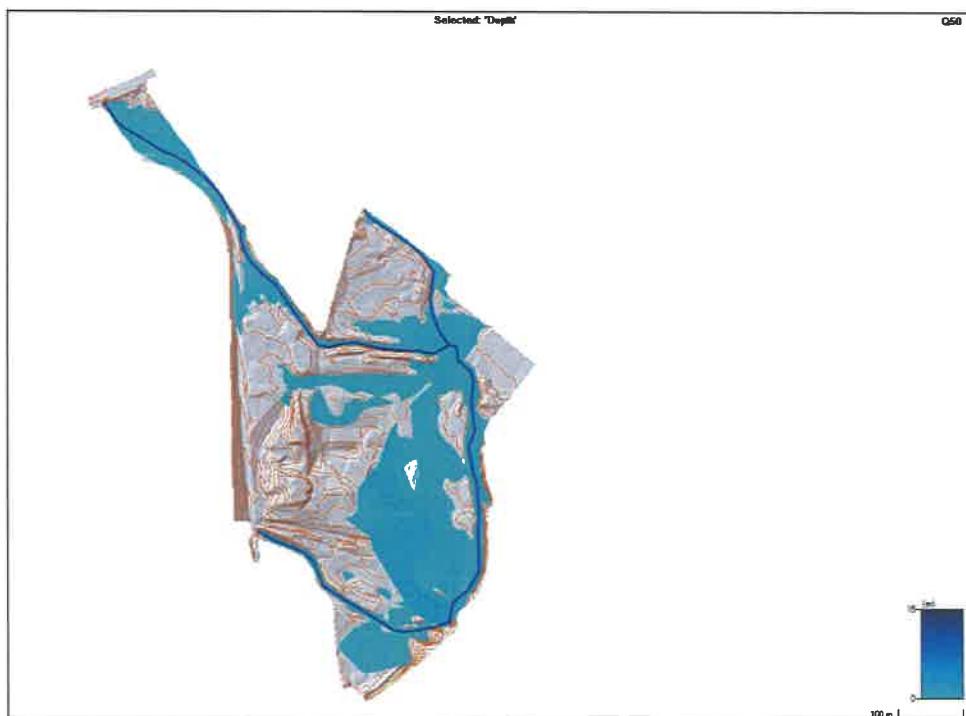


Figura 16 Mapa de Inundación dentro del polígono del proyecto – condición existente

Fuente: (elaboración propia)

La condición de mejorar los canales bajo las secciones mostradas en la Figura 12, muestra como el comportamiento del agua ahora no produce inundaciones y se mantiene siempre en el cauce de los canales proyectados (ver Figura 17).



Figura 17 Mapa de Inundación dentro del polígono del proyecto – condición proyectada

Fuente: (elaboración propia)

6.9 Revisión hidráulica cajón existente en la salida del proyecto

Se realizó la revisión de la capacidad hidráulica del cajón pluvial que tiene su entrada en la salida del proyecto, este cajón consta de una dimensión actual de 10m de base por 5m de altura y se extiende a lo largo del proyecto de Santa María, al sur del polígono del proyecto.

Esta evaluación se contempló que el total del caudal estimado se está desalojando por este cajón pluvial.

El caudal considerado fue de 48.198 m³/seg, que corresponde a la aportación de todas las cuencas externas e internas al proyecto. (ver Apéndice 2)

Se estima que la pendiente más baja de este cajón puede estar por el orden de 0.3%, considerando esta la condición más crítica,

Se presenta a continuación el resultado de la evaluación de la capacidad de este cajón pluvial.

▼ Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

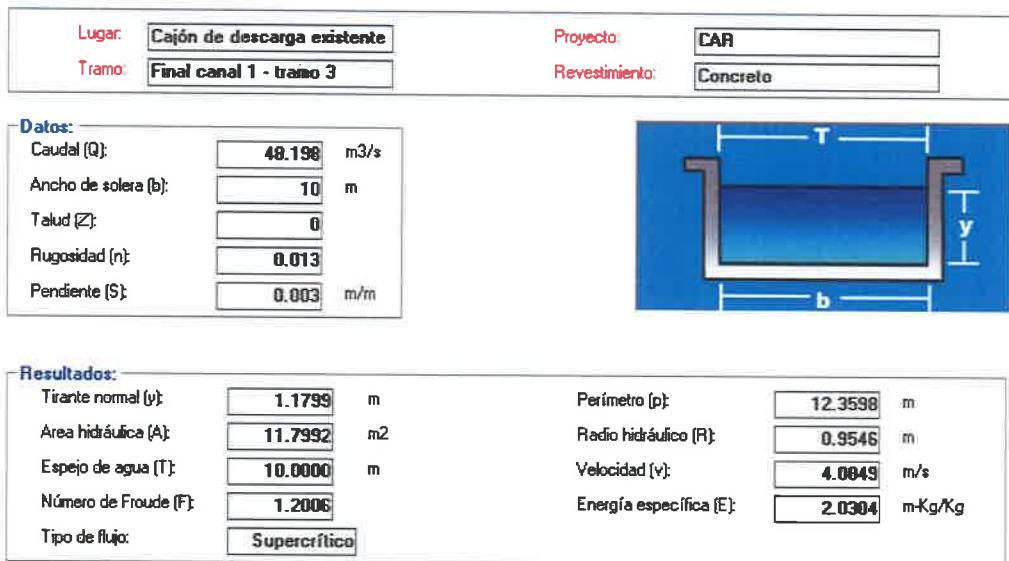


Figura 18 Resultados de la capacidad hidráulica de cajón existente a la salida del proyecto.

Fuente: (elaboración propia)

~~✓ La evaluación nos indica que este cajón, para la condición más crítica, está trabajando a un 23.6%, por lo que no presenta problemas de capacidad hidráulica.~~

6.10 Consideraciones para la laguna de retención contemplada en el proyecto

Se considera en el desarrollo del proyecto la construcción de una laguna que sirva para:

- Área de amortiguamiento y retención de las aguas producto de la escorrentía superficial que provienen de las cuencas internas del proyecto
- Área de recreación con una armonía sincronización con el resto de los componentes del proyecto.

Esta laguna de retención y amortiguamiento se contempla para, precisamente controlar los caudales de escorrentía y tener una zona que funcione de control de niveles de las aguas.

El control de los niveles finales de este lago se realizará por medio de rebosaderos que serán construidos dentro del lago, se contempla un rebosadero lineal que será construido en el talud del lago de la parte inferior, que colinda con el canal de descarga 3, nivel del rebosadero será el nivel proyectado para la superficie libre del agua en condiciones normales, la forma del rebosadero se ajusta a las dimensiones de los taludes del lago y de la berma de protección de manera que simule un vertedero de pared gruesa, las dimensiones de total libre de rebosadero será de 25 metros de largo, con estas características se estima, que para el caudal de diseño de 50 años $Q_{50}=7.26 \text{ m}^3/\text{s}$ (para las cuencas internas del proyecto) el nivel que alcanzará el agua sobre el nivel de aguas normales sea de 34.46 cm, por lo que los niveles de terracería en los bordes del lago no serán inferiores a 50cm del nivel normal del lago.

ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Canal Existente

Canal 1 - Tramo 5 5

El área determinada de la cuenca a drenar es de

A= 11.39 Hectáreas

Tiempo de concentración TC

Fórmula	Ecuación	Parámetro
Kirpich	$Tc = 0.06628 \left(\frac{L_D}{S^{0.5}} \right)^{0.77}$	Tc = Tiempo de concentración (h) L = Longitud del cauce principal (km) S = Pendiente media del cauce principal (m/m)

$$\begin{aligned}
 L &= 0.572 \text{ Km} \\
 \Delta H &= 3.22 \text{ m} \\
 S &= 0.006 \text{ m/m} \\
 d(Tc) &= 0.317 \text{ hora} \\
 d(Tc) &= 19.008 \text{ min}
 \end{aligned}$$

Desarrollando la ecuación se obtiene

Intensidad de Precipitación

La intensidad de precipitación se calculará periodo de retorno de 50 años del Manual de Requisitos de Revisión de Planos 2021 Tercera Edición, se obtiene la siguiente ecuación:

$$i = \left[\frac{a}{d+b} \right] \text{ (mm/hr)} \quad \text{donde } i \text{ es la intensidad dada en mm/hr}$$

d=Tc es el tiempo de concentración en horas

Cuenca / Vertiente	a= 130.94 mm
144 - Cuenca Río Juan Díaz	b= 0.168

Desarrollando la ecuación se obtiene

i= 270.09 mm/hr - Periodo de Retorno de 50 años

Coeficiente de Permeabilidad

Se utilizará un coeficiente de permeabilidad de

C= 0.85

Caudal de Diseño

Para el Caudal de Diseño (Caudal a Drenar) se aplicara el Método Racional por estar trabajando con un área menor a 250 Has.

$$Q = \frac{C_i A}{360} \text{ (m}^3/\text{seg)} \quad \text{donde } Q \text{ es el caudal de diseño en } \text{m}^3/\text{seg}$$

i es la intensidad de precipitación en mm/hr

A es el área de la Cuenca a drenar

desarrollando la Ecuación se obtiene

Q= 7.260 m3/seg - Periodo de Retorno de 50 años

Figura 19 Cálculos hidrológicos de las cuencas internas del proyecto que aportan al lago proyectado.

Fuente: (elaboración propia)

Weir Report

Hydraflow Express Extension for Autodesk® Civil 3D® by Autodesk, Inc.

miércoles, jul 12 2023

Rebosadero - Lago CAR

Rectangular Weir

Crest = Broad
Bottom Length (m) = 25.0000
Total Depth (m) = 0.3500

Highlighted

Depth (m) = 0.3446
Q (cms) = 7.2600
Area (sqm) = 8.6161
Velocity (m/s) = 0.8426
Top Width (m) = 25.0000

Calculations

Weir Coeff. Cw = 2.6000
Compute by: Known Q
Known Q (cms) = 7.2600

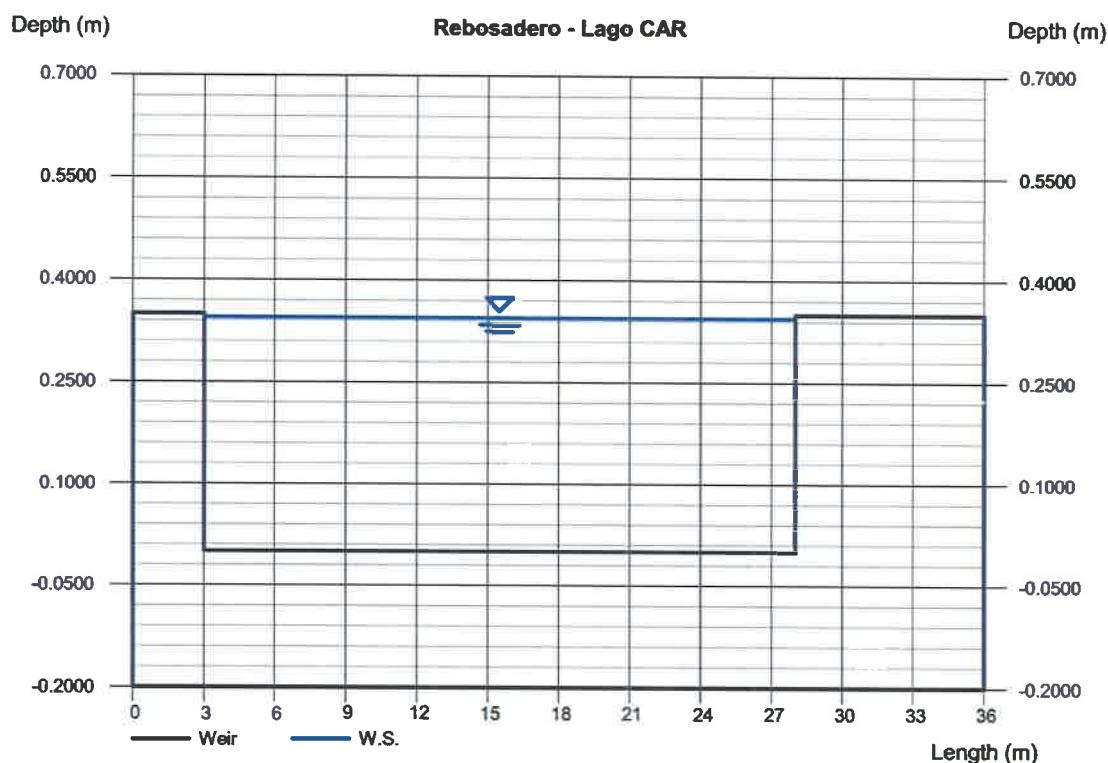


Figura 20 Resultado del modelo hidráulico para los rebosaderos considerados para el lago proyectado

Fuente: (elaboración propia)

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

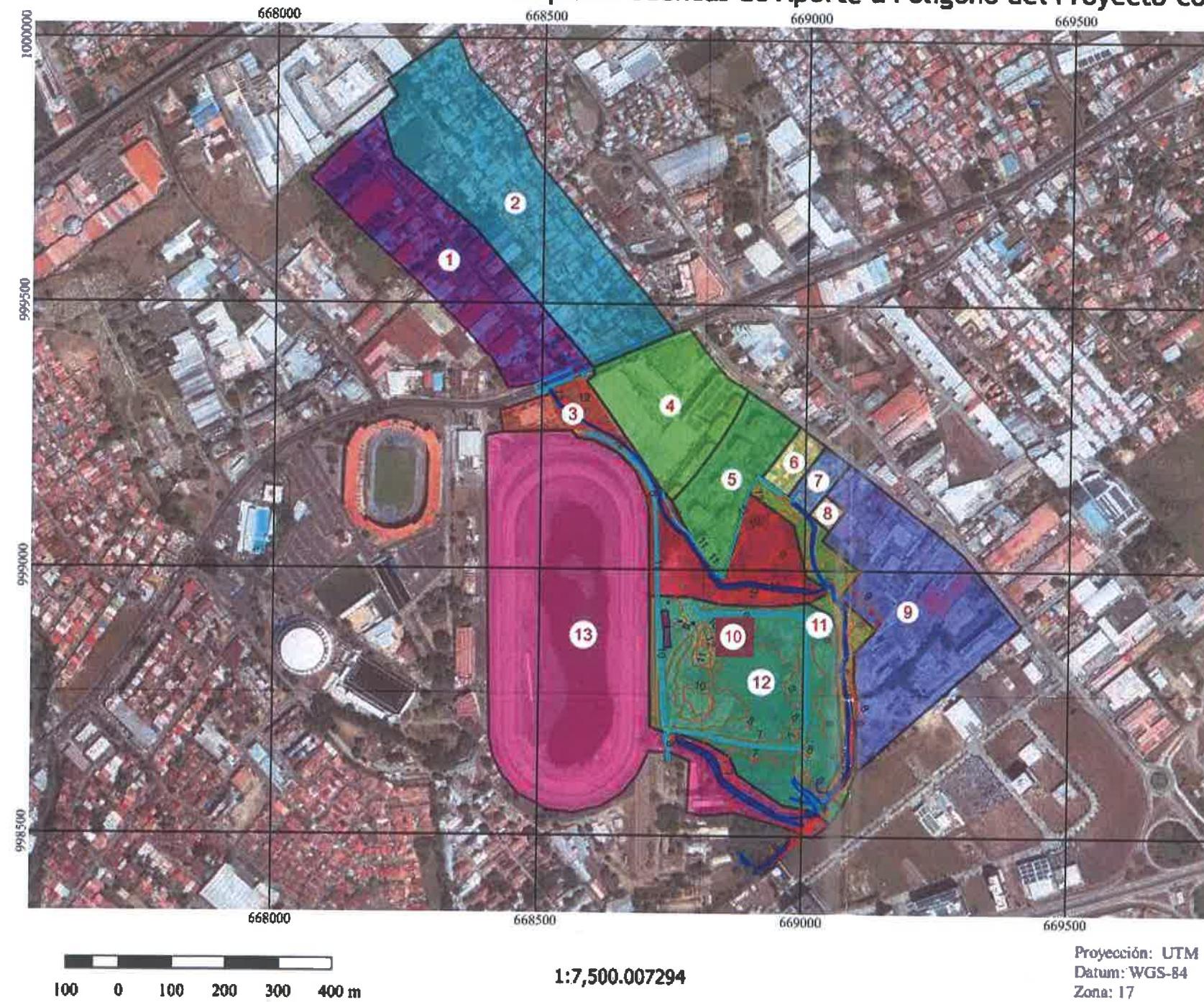
- De los recorridos en campo y la revisión de información SIG del Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia (IGNTG) se determina que el total de las aguas que llegan a los canales existentes dentro del proyecto son producto de las escorrentías superficiales, descargas de la fábrica de la Pascual, los edificios de apartamentos de Llano Bonito, no se presenta cuerpos de agua viva dentro del proyecto.
- Los resultados se realizaron en cumplimiento a lo establecido en el manual de requisitos de aprobación de planos del Ministerio de Obras Públicas (MOP), de esta manera se determinaron los parámetros para la estimación del caudal, periodo de retorno, coeficientes de escorrentías, etc.
- Se concluye que los sistemas pluviales existentes, principalmente el cruce de la José Agustín Arango que alimenta el canal 1 en el tramo 1 no presenta capacidad hidráulica para manejar los caudales de diseño generando inundaciones en el área, esto ahondado a la falta de mantenimiento que genera acumulación de basura y sedimentos que aumenta estos problemas, para estos sistemas, al estar aguas arriba del proyecto, no se le empeorará la situación que hoy en día tienen.
- Los resultados de los análisis indican que los canales existentes, para la condición actual que es entre otras, falta de mantenimiento, no contar con una sección hidráulica definida, sedimentación de los mismos, etc., no tienen una buena capacidad para el manejo de las aguas pluviales, esto debido a que el lote, al ser utilizado actualmente como vertedero, no ha existido controles en cuanto a las terracerías que se han hecho, no existen controles de sedimento, se han reducido las secciones de los canales, la falta de la limpieza del cauce y la ausencia de la conformación de los canales hacen que las aguas pluviales actualmente se rieguen dentro del proyecto.
- Con la mejora de los canales aplicando las secciones indicadas en la Figura 12, se manejará de manera eficiente y con suficiente capacidad los caudales determinados que pasan por el área de desarrollo del proyecto.
- De presentarse arrugas e debe incrementar en 20cm en nivel seguro de terracería calculado en este informe, si luego de colocar las geomembranas se presenten arrugas transversales al canal.
- Se revisó la capacidad hidráulica del cajón existente que pasa por los terrenos del proyecto de Santa María y que es el punto de descarga actual y futuro de todos los caudales analizados, este cajón tiene dimensiones actuales de 10m de base y 5m de altura, se estima que la pendiente promedio de este cajón anda entre 0.3% y 0.5%, para ambos casos el cajón tiene la suficiente capacidad hidráulica para la evacuación de los caudales, trabajando en caso critico a menos del 30% de capacidad.
- Los caudales de las cuencas externas del polígono del proyecto se estarán manejando mediante sistemas de alcantarillados pluviales cerrados, estos sistemas contemplan entre otros: cajas pluviales, tragantes, líneas de tubería, cordones cuneta, cunetas abiertas (trapezoidales o triangulares), etc, todos con la suficiente capacidad de manejar los caudales de diseño considerados. Estos sistemas cerrados serán llevados y conectados al cajón de descarga en el límite del proyecto de Santa María.
- Para el manejo de las aguas pluviales de las cuencas internas del polígono del proyecto, se contempla la construcción de un sistema pluvial cerrado que conducirán las aguas a un lago de retención contemplado, este lago tiene entre sus funciones: funcionar como zona de amortiguamiento de las aguas pluviales proporcionando un periodo de retención de las aguas, control del nivel de las aguas de este lago se realizará mediante un rebosadero que se construirá en el margen sur del lago y se construirá con la forma del talud del lago y consiste en un recubrimiento de concreto que descarga en el canal 3, el sistema funcionará como un vertedero de pared gruesa y tendrá una longitud total mínima de 25m, con

estas dimensiones se proyecta que el nivel total de las aguas para el caudal estimado dentro de las áreas internas de $Q_{50}=7.26 \text{ m}^3/\text{s}$ alcanzaría un altura máxima de 0.34cm para que en el periodo de diseño contemplado y el tiempo de retención requerido, con esto, todos los niveles de terracería se proyectarán para que estén a un nivel no menor de 50 cm del nivel normal de agua del lago, contemplando adicional 15cm de zona de resguardo, este caudal adicional una vez pase por los rebosaderos, se conducirá mediante un sistema cerrado que consta de cámaras de inspección y tuberías de hormigón y el mismo será conectado también al cajón de descarga existente

- Otra función del lago es en la parte recreacional, ya que se contempla de forma que el paisajismo se integre con el resto de infraestructura contemplado en el proyecto.
- Se establece el nivel seguro de terracería en 1.50m por arriba de los niveles de agua máximo que se muestran en las tablas de resultados mostradas en el apéndice 6.

APÉNDICE 1. PLANO DELIMITACION DE CUENCA UBICACION DE CANALES EXISTENTES Y PROYECTADOS CON SUS TRAMOS DE ESTUDIO

Mapa de Cuencas de Aporte a Polígono del Proyecto-condición existente



Leyenda

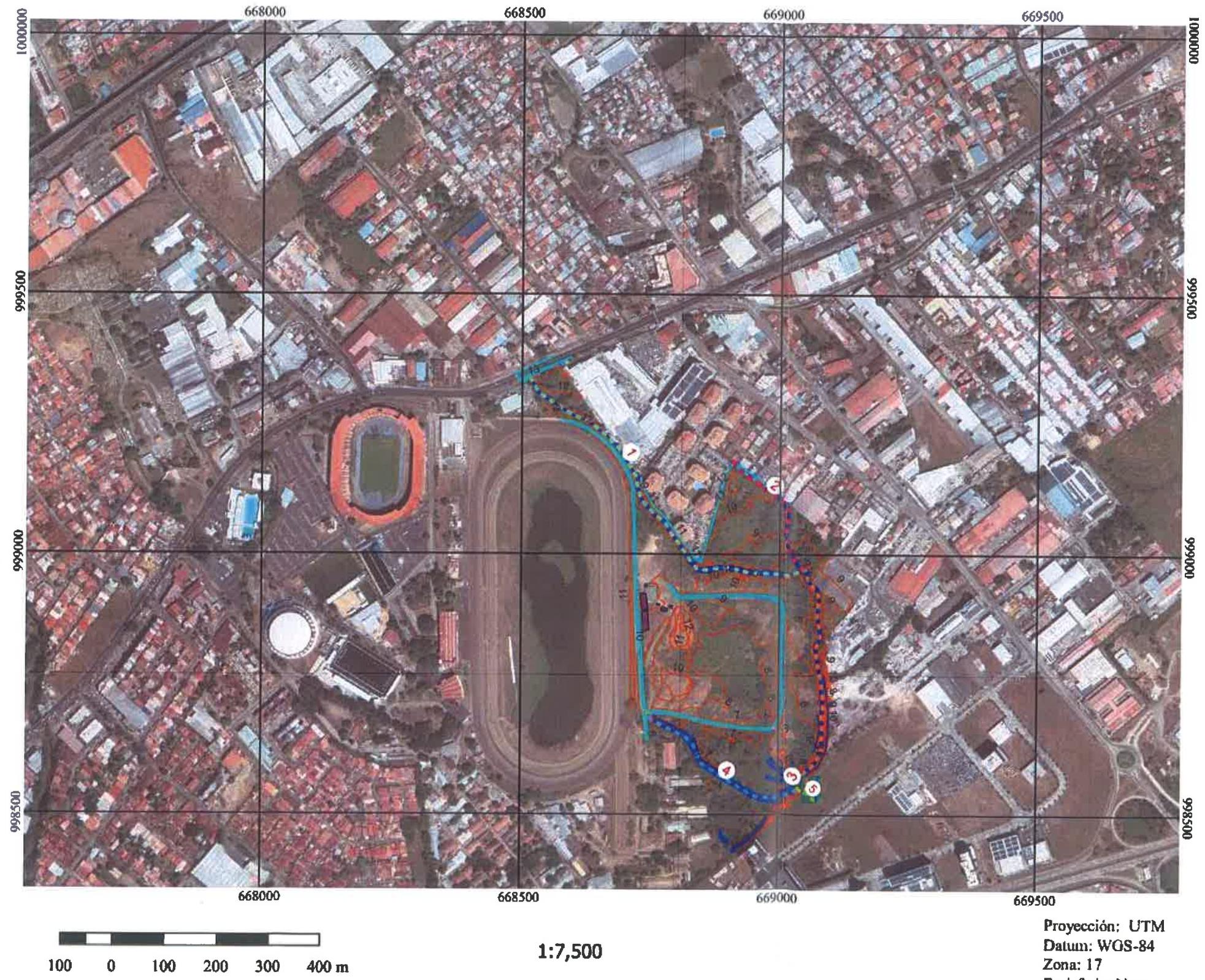
- Cuencas
- 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
 - 6
 - 7
 - 8
 - 9
 - 10
 - 11
 - 12
 - 13
- Canal Existente
- Cerca existente
- Caminos existente
- Curvas de Nivel
- Estructura Existente

Tabla de Cuencas

No. Cuena	Área (has)
1	8.577
2	12.333
3	2.030
4	5.320
5	3.413
6	0.718
7	0.668
8	0.237
9	10.148
10	4.405
11	2.809
12	11.385
13	22.308

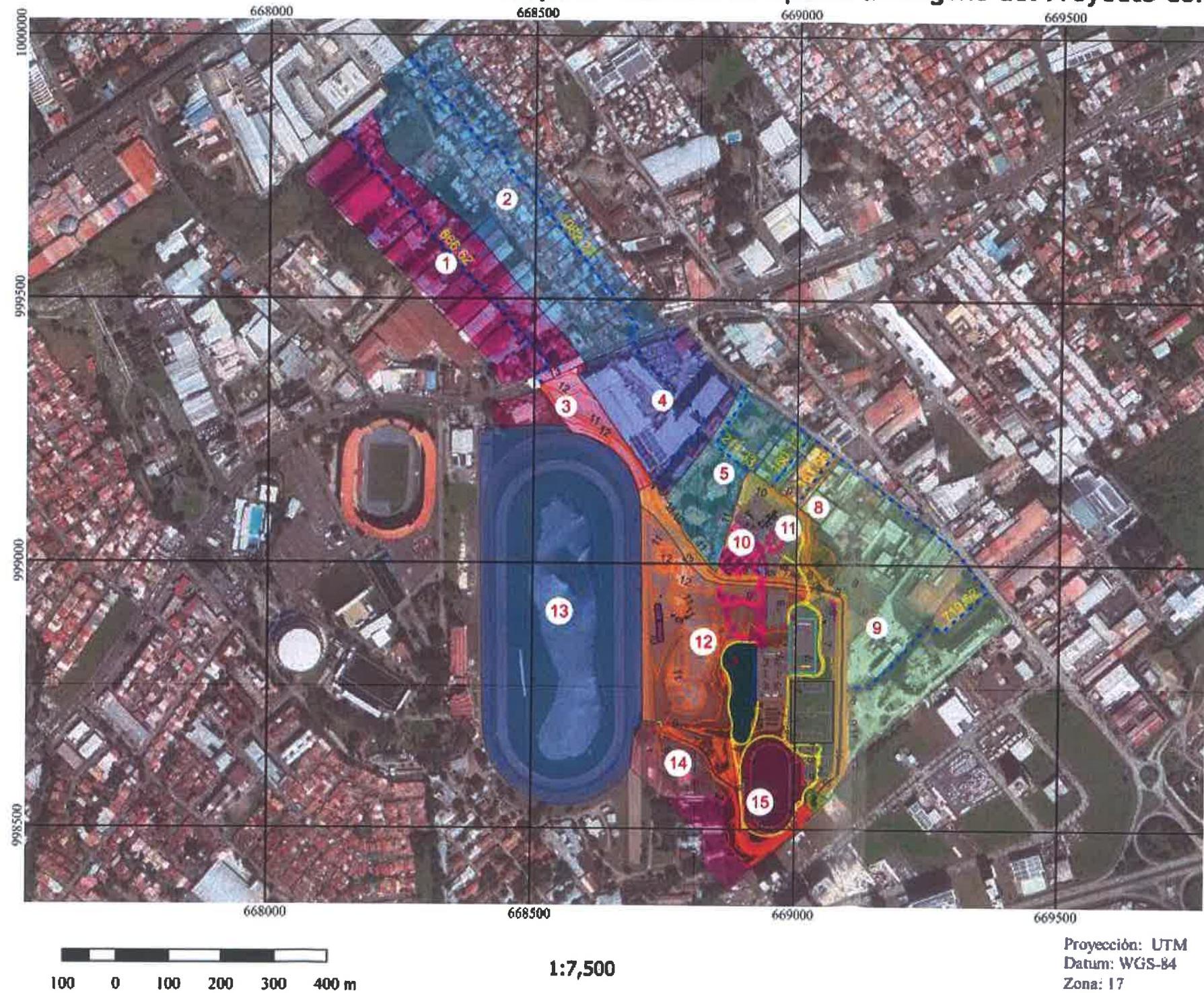
Proyección: UTM
Datum: WGS-84
Zona: 17
Emisferio: Norte

Mapa de ubicación de los canales existentes con sus tramos de estudio

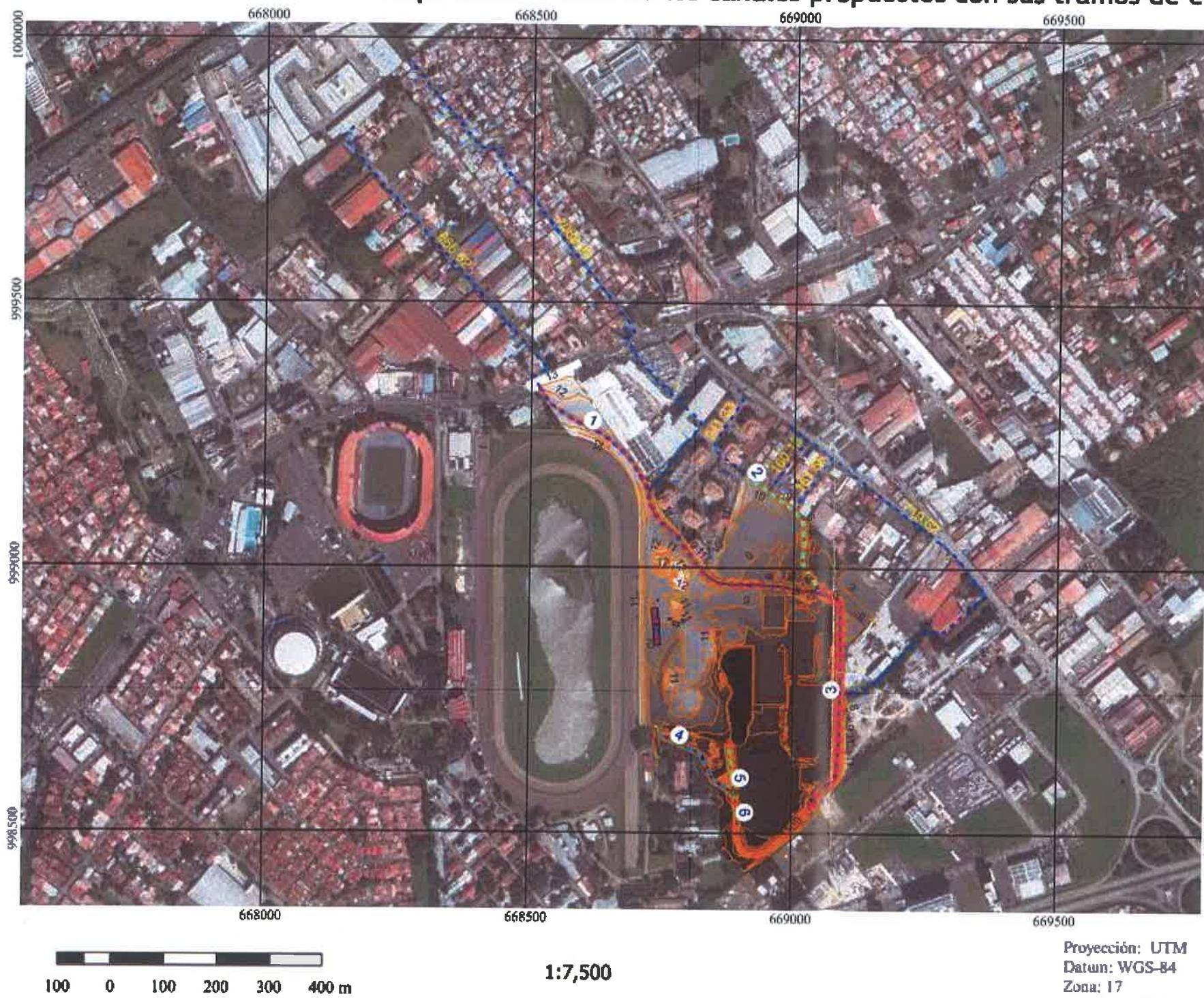


Proyección: UTM
Datum: WGS-84
Zona: 17
Emisferio: Norte

Mapa de Cuencas de Aporte a Polígono del Proyecto-condición proyectada



Mapa de ubicación de los canales propuestos con sus tramos de estudio



Leyenda

- Canales proyectados
 - canal 1 - tramo 1
 - canal 1 - tramo 2
 - canal 1 - tramo 3
 - canal 2 -
 - canal 3 - tramo 1
 - canal 3 - tramo 2
 - canal 4 - existente
 - cauce_recorrido
- Cercas existentes
- Estructura Existente

Canales y Tramos en estudio

No.	Canal	Tramo	Longitud (m)
5	canal 3	tramo 1	96.18
1	canal 1	tramo 1	711.30
2	canal 2	-	282.70
3	canal 1	tramo 2	444.91
6	canal 3	tramo 2	276.20
7	canal 1	tramo 3	8.79

APÉNDICE 2. RESULTADOS MODELO HIDROLÓGICO – SITUACIÓN EXISTENTE Y PROYECTADA

Estimación de caudales para la condición existente.

ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Canal Existente

Canal 1 - Tramo 1

1

El área determinada de la cuenca a drenar es de $A = 32.67$ Hectáreas

Tiempo de concentración TC

Fórmula	Ecuación	Parámetro
Kirpich	$Tc = 0,06628 \left(\frac{L_D}{S^{0.5}} \right)^{0.77}$	$Tc = \text{Tiempo de concentración (h)}$ $L = \text{Longitud del cauce principal (km)}$ $S = \text{Pendiente media del cauce principal (m/m)}$

$L = 1.382$ Km

$\Delta H = 18.70$ m

$S = 0.014$ m/m

$d(Tc) = 0.446$ hora

$d(Tc) = 26.730$ min

Desarrollando la ecuación se obtiene

Intensidad de Precipitación

La intensidad de precipitación se calculará periodo de retorno de 50 años del Manual de Requisitos de Revisión de Planos 2021 Tercera Edición, se obtiene la siguiente ecuación:

$$i = \left[\frac{a}{d-b} \right] \quad (mm / hr) \quad \text{donde } i \text{ es la intensidad dada en mm/hr}$$

$d = Tc$ es el tiempo de concentración en horas

Cuenca / Vertiente $a = 130.94$ mm

144 - Cuenca Río Juan Díaz $b = 0.168$

Desarrollando la ecuación se obtiene

$i = 213.43$ mm/hr - Periodo de Retorno de 50 años

Coeficiente de Permeabilidad

Se utilizará un coeficiente de permeabilidad de $C = 1.00$

Caudal de Diseño

Para el Caudal de Diseño (Caudal a Drenar) se aplicara el Método Racional por estar trabajando con un área menor a 250 Has.

$$Q = \frac{Cia}{360} (m^3 / seg) \quad \text{donde } Q \text{ es el caudal de diseño en } (m^3 / seg)$$

i es la intensidad de precipitación en mm/hr

A es el área de la Cuenca a drenar

desarrollando la Ecuación se obtiene $Q = 19.366$ m³/seg - Periodo de Retorno de 50 años

Resumen Análisis Hidrológico

Área de Drenaje	32.67 Hectáreas
Longitud de la cuenca	$L = 1.382$ Km
Diferencia de elevación	$H = 18.70$ m
Tiempo concentración	0.446 hora
Intensidad de Precipitación	213.43 mm/hr
Coeficiente de Permeabilidad	1.00
Caudal de Diseño	19.366 m³/seg - Periodo de Retorno de 50 años

ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Canal Existente

Canal 2 - Tramo 2 2

El área determinada de la cuenca a drenar es de A= 5.04 Hectáreas

Tiempo de concentración TC

Fórmula	Ecuación	Parámetro
Kirpich	$Tc = 0.06628 \left(\frac{L_D}{S^{0.5}} \right)^{0.77}$	Tc = Tiempo de concentración (h) L = Longitud del cauce principal (km) S = Pendiente media del cauce principal (m/m)

$$L= 0.478 \text{ Km}$$

$$\Delta H= 18.70 \text{ m}$$

$$S= 0.039 \text{ m/m}$$

Desarrollando la ecuación se obtiene d (Tc)= 0.131 hora
d (Tc)= 7.839 min

Intensidad de Precipitación

La intensidad de precipitación se calculará periodo de retorno de 50 años del Manual de Requisitos de Revisión de Planos 2021 Tercera Edición, se obtiene la siguiente ecuación:

$$i = \left[\frac{a}{d+b} \right] \text{ (mm / hr)} \quad \text{donde } i \text{ es la intensidad dada en mm/hr}$$

d=Tc es el tiempo de concentración en horas

Cuenca / Vertiente	a= 130.94 mm
144 - Cuenca Río Juan Díaz	b= 0.168

Desarrollando la ecuación se obtiene i= 438.45 mm/hr - Periodo de Retorno de 50 años

Coeficiente de Permeabilidad

Se utilizará un coeficiente de permeabilidad de C= 1.00

Caudal de Diseño

Para el Caudal de Diseño (Caudal a Drenar) se aplicara el Método Racional por estar trabajando con un área menor a 250 Has.

$$Q = \frac{CiA}{360} \text{ (m}^3\text{/seg)} \quad \text{donde } Q \text{ es el caudal de diseño en m}^3\text{/seg}$$

i es la intensidad de precipitación en mm/hr
A es el área de la Cuenca a drenar

desarrollando la Ecuación se obtiene Q= 6.133 m³/seg - Periodo de Retorno de 50 años

Resumen Análisis Hidrológico

Área de Drenaje	5.04 Hectáreas
Longitud de la cuenca	L= 0.478 Km
Diferencia de elevación	H= 18.70 m
Tiempo concentración	0.131 hora
Intensidad de Precipitación	438.45 mm/hr
Coeficiente de Permeabilidad	1.00
Caudal de Diseño	6.133 m ³ /seg - Periodo de Retorno de 50 años

ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Canal Existente

Canal 1 - Tramo 3 3

El área determinada de la cuenca a drenar es de A= 12.96 Hectáreas

Tiempo de concentración TC

Fórmula	Ecuación	Parámetro
Krپich	$Tc = 0.06628 \left(\frac{L_D}{S^{0.5}} \right)^{0.77}$	Tc = Tiempo de concentración (h) L = Longitud del cauce principal (km) S = Pendiente media del cauce principal (m/m)

$$L = 1.836 \text{ Km}$$

$$\Delta H = 20.10 \text{ m}$$

$$S = 0.011 \text{ m/m}$$

Desarrollando la ecuación se obtiene d (Tc)= 0.602 hora
d (Tc)= 36.105 min

Intensidad de Precipitación

La intensidad de precipitación se calculará periodo de retorno de 50 años del Manual de Requisitos de Revisión de Planos 2021 Tercera Edición, se obtiene la siguiente ecuación:

$$i = \left[\frac{a}{d+b} \right] \text{ (mm / hr)} \quad \text{donde } i \text{ es la intensidad dada en mm/hr}$$

d=Tc es el tiempo de concentración en horas

Cuenca / Vertiente	a= 130.94 mm
144 - Cuenca Río Juan Díaz	b= 0.168

Desarrollando la ecuación se obtiene i= 170.11 mm/hr - Periodo de Retorno de 50 años

Coeficiente de Permeabilidad

Se utilizará un coeficiente de permeabilidad de C= 1.00

Caudal de Diseño

Para el Caudal de Diseño (Caudal a Drenar) se aplicara el Método Racional por estar trabajando con un área menor a 250 Has.

$$Q = \frac{CiA}{360} \text{ (m}^3\text{/seg)} \quad \text{donde } Q \text{ es el caudal de diseño en (m}^3\text{/seg)}$$

i es la intensidad de precipitación en mm/hr
A es el área de la Cuenca a drenar

desarrollando la Ecuación se obtiene Q= 6.122 m³/seg - Periodo de Retorno de 50 años

Caudal total (caudal acumulado de Canal 1-Tramo1 y Canal 2-Tramo-2 con el caudal de este tramo)

$$Q_{total} = 31.622 \text{ m}^3\text{/seg - Periodo de Retorno de 50 años}$$

Resumen Análisis Hidrológico

Área de Drenaje	12.96 Hectáreas
Longitud de la cuenca	L= 1.836 Km
Diferencia de elevación	H= 20.10 m
Tiempo concentración	0.602 hora
Intensidad de Precipitación	170.11 mm/hr
Coeficiente de Permeabilidad	1.00
Caudal de Diseño	31.622 m ³ /seg - Periodo de Retorno de 50 años

ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Canal Existente

Canal 3 - Tramo 4

4

El área determinada de la cuenca a drenar es de

A=

7.81 Hectáreas

Tiempo de concentración TC

Fórmula	Ecuación	Parámetro
Kirpich	$Tc = 0,06628 \left(\frac{L_D}{S^{0.5}} \right)^{0.77}$	Tc = Tiempo de concentración (h) L = Longitud del cauce principal (km) S = Pendiente media del cauce principal (m/m)

L= 0.349 Km

ΔH = 1.13 m

S= 0.003 m/m

Desarrollando la ecuación se obtiene

d (Tc)= 0.268 hora

d (Tc)= 16.079 min

Intensidad de Precipitación

La intensidad de precipitación se calculará periodo de retorno de 50 años
del Manual de Requisitos de Revisión de Planos 2021 Tercera Edición, se obtiene la siguiente ecuación:

$$i = \left[\frac{a}{d+b} \right] \quad (mm/hr) \quad \text{donde } i \text{ es la intensidad dada en mm/hr}$$

d=Tc es el tiempo de concentración en horas

Cuenca / Vertiente	a= 130.94 mm
144 - Cuenca Río Juan Díaz	b= 0.168

Desarrollando la ecuación se obtiene

i= 300.33 mm/hr - Periodo de Retorno de 50 años

Coeficiente de Permeabilidad

Se utilizará un coeficiente de permeabilidad de

C= 1.00

Caudal de Diseño

Para el Caudal de Diseño (Caudal a Drenar) se aplicara el Método Racional por estar trabajando
con un área menor a 250 Has.

$$Q = \frac{CiA}{360} \quad (m^3/seg) \quad \text{donde } Q \text{ es el caudal de diseño en } (m^3/seg)$$

i es la intensidad de precipitación en mm/hr

A es el área de la Cuenca a drenar

desarrollando la Ecuación se obtiene Q= 6.514 m³/seg - Periodo de Retorno de 50 años

El caudal total para este tramo se considera como el aporte del caudal que puede manejar las dos tuberías que
sirven de rebosadero al lago que se encuentra en el hipódromo, el resto del caudal es retenido por este lago

Resumen Análisis Hidrológico

Área de Drenaje	7.81 Hectáreas
Longitud de la cuenca	L= 0.349 Km
Diferencia de elevación	H= 1.13 m
Tiempo concentración	0.268 hora
Intensidad de Precipitación	300.33 mm/hr
Coeficiente de Permeabilidad	1.00
Caudal de Diseño	6.514 m ³ /seg - Periodo de Retorno de 50 años

ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Canal Existente

Canal 1 - Tramo 5 5

El área determinada de la cuenca a drenar es de A= 11.39 Hectáreas

Tiempo de concentración TC

Fórmula	Ecuación	Parámetro
Kirpich	$Tc = 0.06628 \left(\frac{L_D}{S^{0.5}} \right)^{0.77}$	Tc = Tiempo de concentración (h) L = Longitud del cauce principal (km) S = Pendiente media del cauce principal (m/m)

$$L= 0.572 \text{ Km}$$

$$\Delta H= 3.22 \text{ m}$$

$$S= 0.006 \text{ m/m}$$

Desarrollando la ecuación se obtiene

$$d(Tc)= 0.317 \text{ hora}$$

$$d(Tc)= 19.008 \text{ min}$$

Intensidad de Precipitación

La intensidad de precipitación se calculará periodo de retorno de 50 años del Manual de Requisitos de Revisión de Planos 2021 Tercera Edición, se obtiene la siguiente ecuación:

$$i = \left[\frac{a}{d+b} \right] \text{ (mm/hr)} \quad \text{donde } i \text{ es la intensidad dada en mm/hr}$$

d=Tc es el tiempo de concentración en horas

Cuenca / Vertiente	a= 130.94 mm
144 - Cuenca Río Juan Díaz	b= 0.168

Desarrollando la ecuación se obtiene $i = 270.09 \text{ mm/hr}$ - Periodo de Retorno de 50 años

Coeficiente de Permeabilidad

Se utilizará un coeficiente de permeabilidad de C= 0.85

Caudal de Diseño

Para el Caudal de Diseño (Caudal a Drenar) se aplicara el Método Racional por estar trabajando con un área menor a 250 Has.

$$Q = \frac{C_i A}{360} \text{ (m}^3/\text{seg)} \quad \text{donde } Q \text{ es el caudal de diseño en (m}^3/\text{seg)}$$

i es la intensidad de precipitación en mm/hr
A es el área de la Cuenca a drenar

desarrollando la Ecuación se obtiene $Q= 7.260 \text{ m}^3/\text{seg}$ - Periodo de Retorno de 50 años

Caudal total (caudal acumulado de Canal 1-Tramo3, Canal 3-Tramo 4 y con el caudal de este tramo)

$$Q_{total}= 45.396 \text{ m}^3/\text{seg}$$
 - Periodo de Retorno de 50 años

Resumen Análisis Hidrológico

Área de Drenaje	11.39 Hectáreas	0.259
Longitud de la cuenca	L= 0.572 Km	
Diferencia de elevación	H= 3.22 m	
Tiempo concentración	0.317 hora	
Intensidad de Precipitación	270.09 mm/hr	
Coeficiente de Permeabilidad	0.85	
Caudal de Diseño	45.396 m ³ /seg	- Periodo de Retorno de 50 años

Estimación de caudales para la condición proyectada

ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Canal Propuesto

Canal 1 - Tramo 1

1

El área determinada de la cuenca a drenar es de $A = 30.51$ Hectáreas

Tiempo de concentración TC

Fórmula	Ecuación	Parámetro
Kirpich	$Tc = 0,06628 \left(\frac{L_D}{S^{0.5}} \right)^{0.77}$	Tc = Tiempo de concentración (h) L = Longitud del cauce principal (km) S = Pendiente media del cauce principal (m/m)

$L = 1.382$ Km

$\Delta H = 19.27$ m

$S = 0.014$ m/m

Desarrollando la ecuación se obtiene

$d(Tc) = 0.440$ hora

$d(Tc) = 26.423$ min

Intensidad de Precipitación

La intensidad de precipitación se calculará periodo de retorno de 50 años del Manual de Requisitos de Revisión de Planos 2021 Tercera Edición, se obtiene la siguiente ecuación:

$$i = \left[\frac{a}{d+b} \right] \text{ (mm / hr)} \quad \text{donde } i \text{ es la intensidad dada en mm/hr}$$

$d = Tc$ es el tiempo de concentración en horas

Cuenca / Vertiente	$a = 130.94$ mm
144 - Cuenca Río Juan Díaz	$b = 0.168$

Desarrollando la ecuación se obtiene

$i = 215.23$ mm/hr - Periodo de Retorno de 50 años

Coefficiente de Permeabilidad

Se utilizará un coeficiente de permeabilidad de $C = 1.00$

Caudal de Diseño

Para el Caudal de Diseño (Caudal a Drenar) se aplicara el Método Racional por estar trabajando con un área menor a 250 Has.

$$Q = \frac{CiA}{360} \text{ (m}^3/\text{seg)} \quad \text{donde } Q \text{ es el caudal de diseño en (m}^3/\text{seg)}$$

i es la intensidad de precipitación en mm/hr
 A es el área de la Cuenca a drenar

desarrollando la Ecuación se obtiene

$Q = 18.238$ m³/seg - Periodo de Retorno de 50 años

Resumen Análisis Hidrológico

Área de Drenaje	30.51 Hectáreas
Longitud de la cuenca	$L = 1.382$ Km
Diferencia de elevación	$H = 19.27$ m
Tiempo concentración	0.440 hora
Intensidad de Precipitación	215.23 mm/hr
Coeficiente de Permeabilidad	1.00
Caudal de Diseño	18.238 m ³ /seg - Periodo de Retorno de 50 años

ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Canal Propuesto

Canal 2 -

2

El área determinada de la cuenca a drenar es de

A= 6.73 Hectáreas

Tiempo de concentración TC

Fórmula	Ecuación	Parámetro
Kirpich	$T_c = 0.06628 \left(\frac{L_D}{S^{0.5}} \right)^{0.77}$	$T_c = \text{Tiempo de concentración (h)}$ $L = \text{Longitud del cauce principal (km)}$ $S = \text{Pendiente media del cauce principal (m/m)}$

L= 0.478 Km

$\Delta H = 18.70 \text{ m}$

S= 0.039 m/m

Desarrollando la ecuación se obtiene

d (Tc)= 0.131 hora

d (Tc)= 7.839 min

Intensidad de Precipitación

La intensidad de precipitación se calculará periodo de retorno de 50 años del Manual de Requisitos de Revisión de Planos 2021 Tercera Edición, se obtiene la siguiente ecuación:

$$i = \left[\frac{a}{d+b} \right] \text{ (mm / hr)} \quad \text{donde } i \text{ es la intensidad dada en mm/hr}$$

d=Tc es el tiempo de concentración en horas

Cuenca / Vertiente	a= 130.94 mm
144 - Cuenca Río Juan Díaz	b= 0.168
Desarrollando la ecuación se obtiene	i= 438.45 mm/hr - Periodo de Retorno de 50 años

Coeficiente de Permeabilidad

Se utilizará un coeficiente de permeabilidad de C= 1.00

Caudal de Diseño

Para el Caudal de Diseño (Caudal a Drenar) se aplicara el Método Racional por estar trabajando con un área menor a 250 Has.

$$Q = \frac{CiA}{360} \text{ (m}^3/\text{seg)} \quad \text{donde } Q \text{ es el caudal de diseño en } \text{m}^3/\text{seg}$$

i es la intensidad de precipitación en mm/hr
A es el área de la Cuenca a drenar

desarrollando la Ecuación se obtiene Q= 8.190 m3/seg - Periodo de Retorno de 50 años

Resumen Análisis Hidrológico

Área de Drenaje	6.73 Hectáreas
Longitud de la cuenca	L= 0.478 Km
Diferencia de elevación	H= 18.70 m
Tiempo concentración	0.131 hora
Intensidad de Precipitación	438.45 mm/hr
Coeficiente de Permeabilidad	1.00
Caudal de Diseño	8.190 m3/seg - Periodo de Retorno de 50 años

ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Canal Propuesto

Canal 1 - Tramo 2

3

El área determinada de la cuenca a drenar es de

A= 14.26 Hectáreas

Tiempo de concentración TC

Fórmula	Ecuación	Parámetro
Köppich	$T_c = 0,06628 \left(\frac{L_p}{S^{0.5}} \right)^{0.77}$	T_c = Tiempo de concentración (h) L = Longitud del cauce principal (km) S = Pendiente media del cauce principal (m/m)

L= 1.836 Km

ΔH = 20.10 m

S= 0.011 m/m

Desarrollando la ecuación se obtiene

d (Tc)= 0.602 hra

d (Tc)= 36.105 min

Intensidad de Precipitación

La intensidad de precipitación se calculará periodo de retorno de 50 años
del Manual de Requisitos de Revisión de Planos 2021 Tercera Edición, se obtiene la siguiente ecuación:

$$i = \left[\frac{a}{d+b} \right] \quad (mm/hr) \quad \text{donde } i \text{ es la intensidad dada en mm/hr}$$

d=Tc es el tiempo de concentración en horas

Cuenca / Vertiente	a= 130.94 mm
144 - Cuenca Río Juan Díaz	b= 0.168
Desarrollando la ecuación se obtiene	i= 170.11 mm/hr - Periodo de Retorno de 50 años

Coefficiente de Permeabilidad

Se utilizará un coeficiente de permeabilidad de C= 1.00

Caudal de Diseño

Para el Caudal de Diseño (Caudal a Drenar) se aplicará el Método Racional por estar trabajando con un área menor a 250 Has.

$$Q = \frac{C_i A}{360} (m^3/seg) \quad \text{donde } Q \text{ es el caudal de diseño en } (m^3/seg)$$

i es la intensidad de precipitación en mm/hr
A es el área de la Cuenca a drenar

desarrollando la Ecuación se obtiene Q= 6.740 m3/seg - Periodo de Retorno de 50 años

Caudal total (caudal acumulado de Canal 1-Tramo 1 y Canal 2 con el caudal de este tramo)

$$\sum Q = Q_{total} = 33.168 m^3/seg - \text{Periodo de Retorno de 50 años}$$

Resumen Análisis Hidrológico

Área de Drenaje	14.26 Hectáreas
Longitud de la cuenca	L= 1.836 Km
Diferencia de elevación	H= 20.10 m
Tiempo concentración	0.602 hra
Intensidad de Precipitación	170.11 mm/hr
Coefficiente de Permeabilidad	1.00
Caudal de Diseño	33.168 m3/seg - Periodo de Retorno de 50 años

ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Canal Propuesto

Canal 4 -

4

El área determinada de la cuenca a drenar es de $A = 7.81$ Hectáreas

Tiempo de concentración TC

Fórmula	Ecuación	Parámetro
Kirpich	$Tc = 0.06628 \left(\frac{L_p}{S^{0.5}} \right)^{0.77}$	$Tc = \text{Tiempo de concentración (h)}$ $L = \text{Longitud del cauce principal (km)}$ $S = \text{Pendiente media del cauce principal (m/m)}$

$L = 0.349$ Km

$\Delta H = 1.13$ m

$S = 0.003$ m/m

$d(Tc) = 0.268$ hora

$d(Tc) = 16.079$ min

Desarrollando la ecuación se obtiene

Intensidad de Precipitación
La intensidad de precipitación se calculará periodo de retorno de 50 años
del Manual de Requisitos de Revisión de Planos 2021 Tercera Edición, se obtiene la siguiente ecuación:

$$i = \left[\frac{a}{d+b} \right] \text{ (mm / hr)} \quad \text{donde } i \text{ es la intensidad dada en mm/hr}$$

$d = Tc$ es el tiempo de concentración en horas

Cuenca / Vertiente	$a = 130.94$ mm
144 - Cuenca Río Juan Díaz	$b = 0.168$

Desarrollando la ecuación se obtiene

$i = 300.33$ mm/hr - Periodo de Retorno de 50 años

Coefficiente de Permeabilidad

Se utilizará un coeficiente de permeabilidad de $C = 1.00$

Caudal de Diseño

Para el Caudal de Diseño (Caudal a Drenar) se aplicara el Método Racional por estar trabajando con un área menor a 250 Has.

$$Q = \frac{CiA}{360} \text{ (m}^3/\text{seg)} \quad \text{donde } Q \text{ es el caudal de diseño en (m}^3/\text{seg)}$$

i es la intensidad de precipitación en mm/hr
 A es el área de la Cuenca a drenar

desarrollando la Ecuación se obtiene $Q = 6.514$ m³/seg - Periodo de Retorno de 50 años

El caudal total para este tramo se considera como el aporte del caudal que puede manejar las dos tuberías que sirven de rebosadero al lago que se encuentra en el hipódromo, el resto del caudal es retenido por este lago

Resumen Análisis Hidrológico

Área de Drenaje	7.81 Hectáreas
Longitud de la cuenca	$L = 0.349$ Km
Diferencia de elevación	$H = 1.13$ m
Tiempo concentración	0.268 hora
Intensidad de Precipitación	300.33 mm/hr
Coefficiente de Permeabilidad	1.00
Caudal de Diseño	6.514 m ³ /seg - Periodo de Retorno de 50 años

ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Canal Propuesto

Canal 3 - Tramo 1

5

El área determinada de la cuenca a drenar es de

A= 9.26 Hectáreas

Tiempo de concentración TC

Fórmula	Ecuación	Parámetro
Kirpich	$Tc = 0,06628 \left(\frac{L_D}{S^{0.5}} \right)^{0.77}$	Tc = Tiempo de concentración (h) L = Longitud del cauce principal (km) S = Pendiente media del cauce principal (m/m)

L= 0.572 Km

ΔH= 3.22 m

S= 0.006 m/m

Desarrollando la ecuación se obtiene

d (Tc)= 0.317 hra

d (Tc)= 19.008 min

Intensidad de Precipitación

La intensidad de precipitación se calculará periodo de retorno de 50 años
del Manual de Requisitos de Revisión de Planos 2021 Tercera Edición, se obtiene la siguiente ecuación:

$$i = \left[\frac{a}{d+b} \right] \quad (mm/hr) \quad \text{donde } i \text{ es la intensidad dada en mm/hr}$$

d=Tc es el tiempo de concentración en horas

Cuenca / Vertiente	a= 130.94 mm
144 - Cuenca Río Juan Diaz	b= 0.168

Desarrollando la ecuación se obtiene

i= 270.09 mm/hr - Periodo de Retorno de 50 años

Coefficiente de Permeabilidad

Se utilizará un coeficiente de permeabilidad de

C= 0.85

Caudal de Diseño

Para el Caudal de Diseño (Caudal a Drenar) se aplicara el Método Racional por estar trabajando con un área menor a 250 Has.

$$Q = \frac{CiA}{360} \quad (m^3/seg) \quad \text{donde } Q \text{ es el caudal de diseño en } (m^3/seg)$$

i es la intensidad de precipitación en mm/hr
A es el área de la Cuenca a drenar

desarrollando la Ecuación se obtiene

Q= 5.907 m3/seg - Periodo de Retorno de 50 años

Resumen Análisis Hidrológico

Área de Drenaje	9.26 Hectáreas
Longitud de la cuenca	L= 0.572 Km
Diferencia de elevación	H= 3.22 m
Tiempo concentración	0.317 hra
Intensidad de Precipitación	270.09 mm/hr
Coefficiente de Permeabilidad	0.85
Caudal de Diseño	5.907 m3/seg - Periodo de Retorno de 50 años

ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Canal Propuesto

Canal 3 - Tramo 2

6

El área determinada de la cuenca a drenar es de

A= 3.97 Hectáreas

Tie	Fórmula	Ecuación	Parámetro
Kirpich		$Tc = 0,06628 \left(\frac{L_p}{S^{0.5}} \right)^{0.77}$	$Tc = \text{Tiempo de concentración (h)}$ $L = \text{Longitud del cauce principal (km)}$ $S = \text{Pendiente media del cauce principal (m/m)}$

Desarrollando la ecuación se obtiene

$$\begin{aligned} L &= 0.572 \text{ Km} \\ \Delta H &= 3.22 \text{ m} \\ S &= 0.006 \text{ m/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d(Tc) &= 0.317 \text{ hora} \\ d(Tc) &= 19.008 \text{ min} \end{aligned}$$

Intensidad de Precipitación

La intensidad de precipitación se calculará periodo de retorno de 50 años del Manual de Requisitos de Revisión de Planos 2021 Tercera Edición, se obtiene la siguiente ecuación:

$$i = \frac{a}{d+b} \quad (\text{mm / hr})$$

donde i es la intensidad dada en mm/hr

d=Tc es el tiempo de concentración en horas

Cuenca / Vertiente	a= 130.94 mm
144 - Cuenca Río Juan Díaz	b= 0.168

Desarrollando la ecuación se obtiene

i= 270.09 mm/hr - Periodo de Retorno de 50 años

Coeficiente de Permeabilidad

Se utilizará un coeficiente de permeabilidad de

C= 0.85

Caudal de Diseño

Para el Caudal de Diseño (Caudal a Drenar) se aplicará el Método Racional por estar trabajando con un área menor a 250 Has.

$$Q = \frac{CIA}{360} \quad (\text{m}^3/\text{seg})$$

donde Q es el caudal de diseño en (m^3/seg)

i es la intensidad de precipitación en mm/hr

A es el área de la Cuenca a drenar

desarrollando la Ecuación se obtiene $Q= 2.529 \text{ m}^3/\text{seg} - \text{Periodo de Retorno de 50 años}$
 Caudal total (caudal acumulado del Canal 4 y Canal 3-Tramo 1 con el caudal de este tramo)

$$\sum Q = Q_{\text{total}} = 14.950 \text{ m}^3/\text{seg} - \text{Periodo de Retorno de 50 años}$$

Resumen Análisis Hidrológico

Área de Drenaje

3.97 Hectáreas

Longitud de la cuenca

L= 0.572 Km

Diferencia de elevación

H= 3.22 m

Tiempo concentración

0.317 hora

Intensidad de Precipitación

270.09 mm/hr

Coeficiente de Permeabilidad

0.85

Caudal de Diseño

14.950 m³/seg - Periodo de Retorno de 50 años

ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Canal Propuesto

Canal 1 - Tramo 3

7

El área determinada de la cuenca a drenar es de $A = 0.13$ Hectáreas

Tiempo de concentración TC

Fórmula	Ecuación	Parámetro
Kirpich	$Tc = 0,06628 \left(\frac{L_p}{S^{0.5}} \right)^{0.77}$	$Tc = \text{Tiempo de concentración (h)}$ $L = \text{Longitud del cauce principal (km)}$ $S = \text{Pendiente media del cauce principal (m/m)}$

$L = 0.572$ Km

$\Delta H = 3.22$ m

$S = 0.006$ m/m

Desarrollando la ecuación se obtiene

$d(Tc) = 0.317$ hra

$d(Tc) = 19.008$ min

Intensidad de Precipitación

La intensidad de precipitación se calculará periodo de retorno de 50 años del Manual de Requisitos de Revisión de Planos 2021 Tercera Edición, se obtiene la siguiente ecuación:

$$i = \left[\frac{a}{d+b} \right] \quad (\text{mm / hr}) \quad \text{donde } i \text{ es la intensidad dada en mm/hr}$$

$d = Tc$ es el tiempo de concentración en horas

Cuenca / Vertiente	$a = 130.94$ mm
144 - Cuenca Río Juan Díaz	$b = 0.168$

Desarrollando la ecuación se obtiene

$i = 270.09$ mm/hr - Periodo de Retorno de 50 años

Coefficiente de Permeabilidad

Se utilizará un coeficiente de permeabilidad de $C = 0.85$

Caudal de Diseño

Para el Caudal de Diseño (Caudal a Drenar) se aplicará el Método Racional por estar trabajando con un área menor a 250 Has.

$$Q = \frac{CiA}{360} \quad (\text{m}^3/\text{seg}) \quad \text{donde } Q \text{ es el caudal de diseño en } (\text{m}^3/\text{seg})$$

i es la intensidad de precipitación en mm/hr
 A es el área de la Cuenca a drenar

desarrollando la Ecuación se obtiene $Q = 0.080$ m³/seg - Periodo de Retorno de 50 años
Caudal total (caudal acumulado del Canal 1 - Tramo 2 y Canal 3-Tramo 2 con el caudal de este tramo)

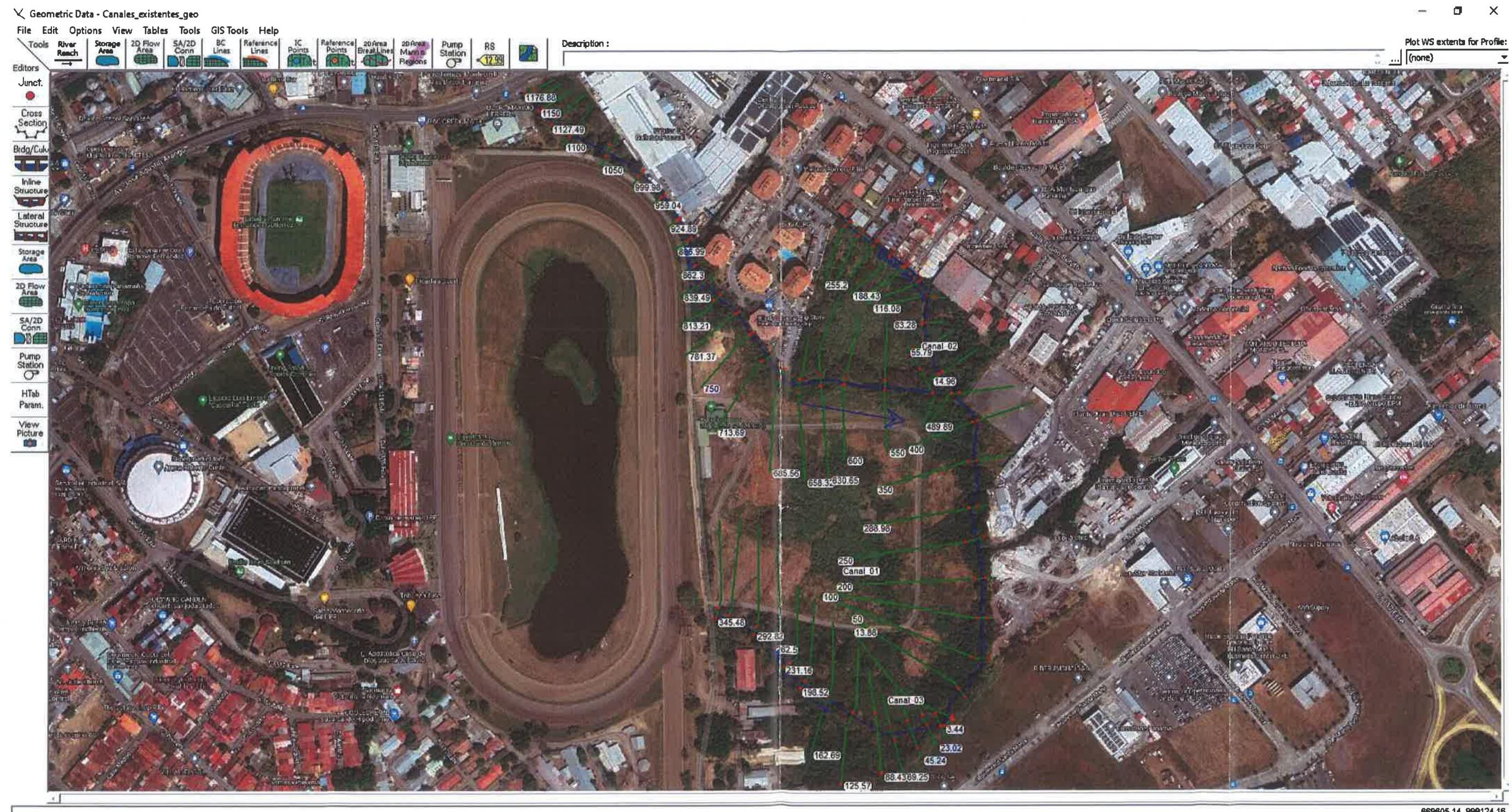
$$\Sigma Q = Q_{\text{total}} = 48.198 \text{ m}^3/\text{seg} - \text{Periodo de Retorno de 50 años}$$

Resumen Análisis Hidrológico

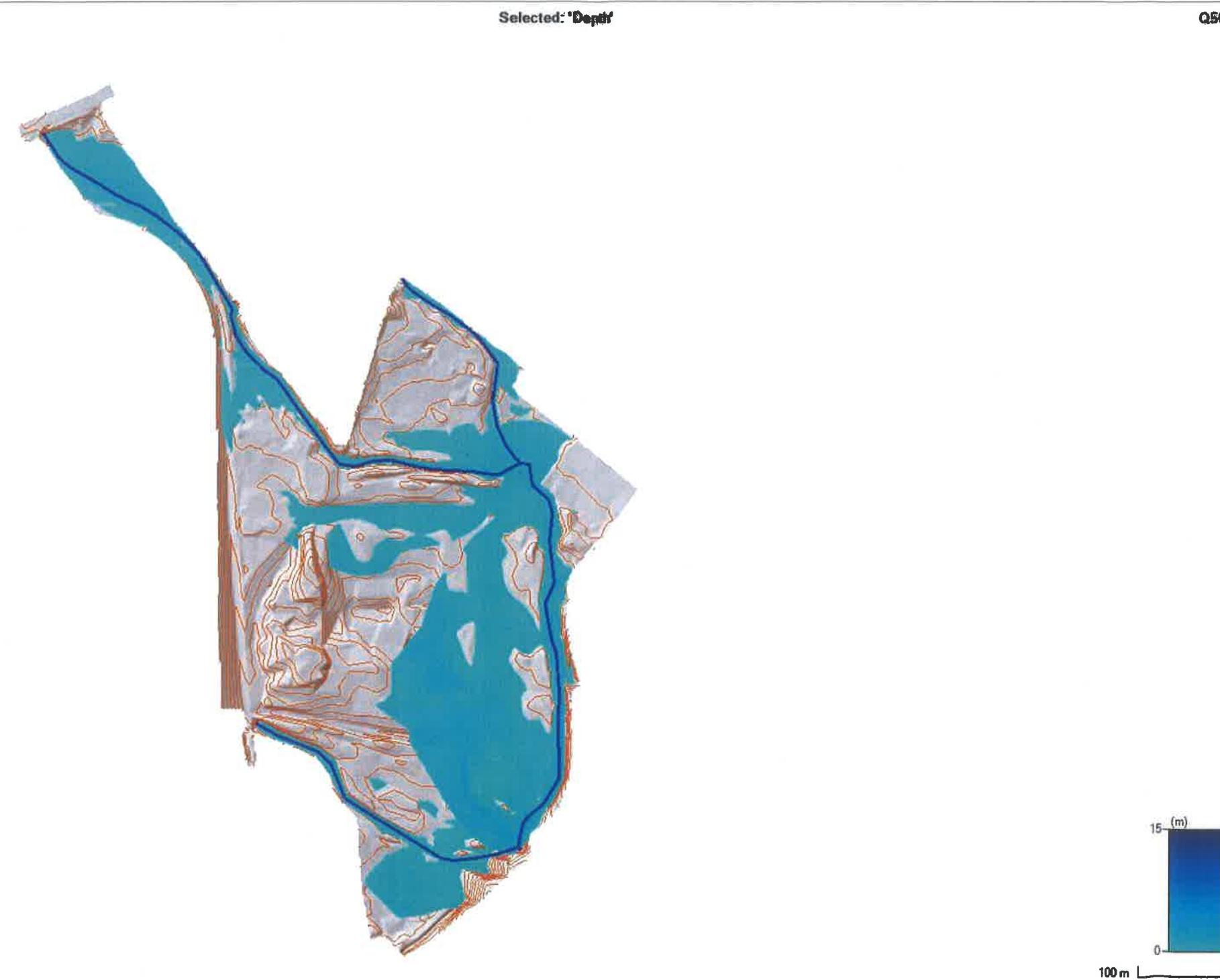
Área de Drenaje	0.13 Hectáreas
Longitud de la cuenca	$L = 0.572$ Km
Diferencia de elevación	$H = 3.22$ m
Tiempo concentración	0.317 hra
Intensidad de Precipitación	270.09 mm/hr
Coefficiente de Permeabilidad	0.85
Caudal de Diseño	48.198 m ³ /seg - Periodo de Retorno de 50 años

APÉNDICE 3. PLANO SITUACIÓN DE LAS SECCIONES TRANSVERSALES Y PLANICIE DE INUNDACIÓN – CONDICION EXISTENTE Y PROYECTADA

UBICACIÓN SECCIONES CONDICIÓN EXISTENTE

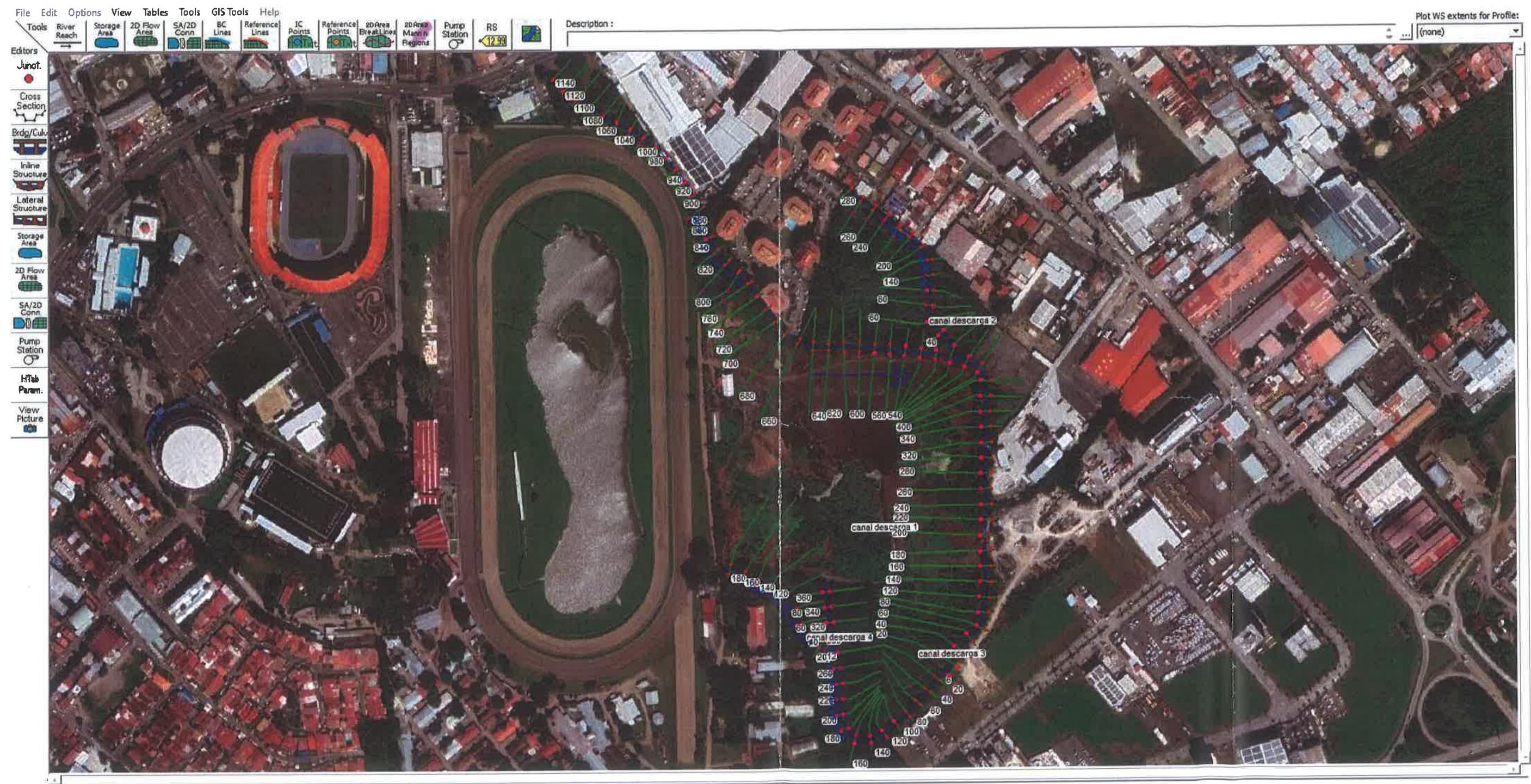


PLANICIE DE INUNDACION- CONDICION EXISTENTE





UBICACIÓN SECCIONES CONDICIÓN PROYECTADA



PLANICIE DE INUNDACION- CONDICION PROYECTADA

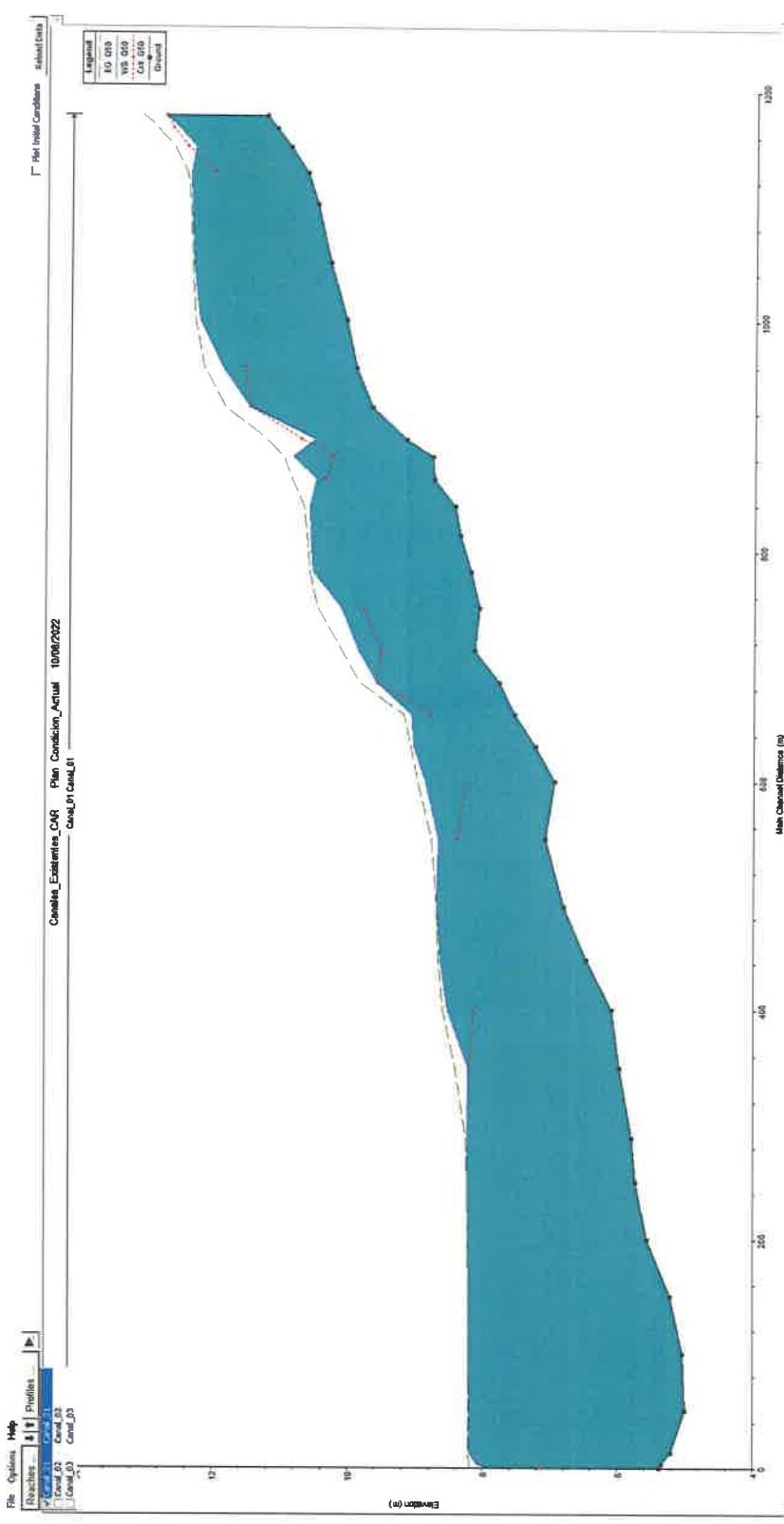




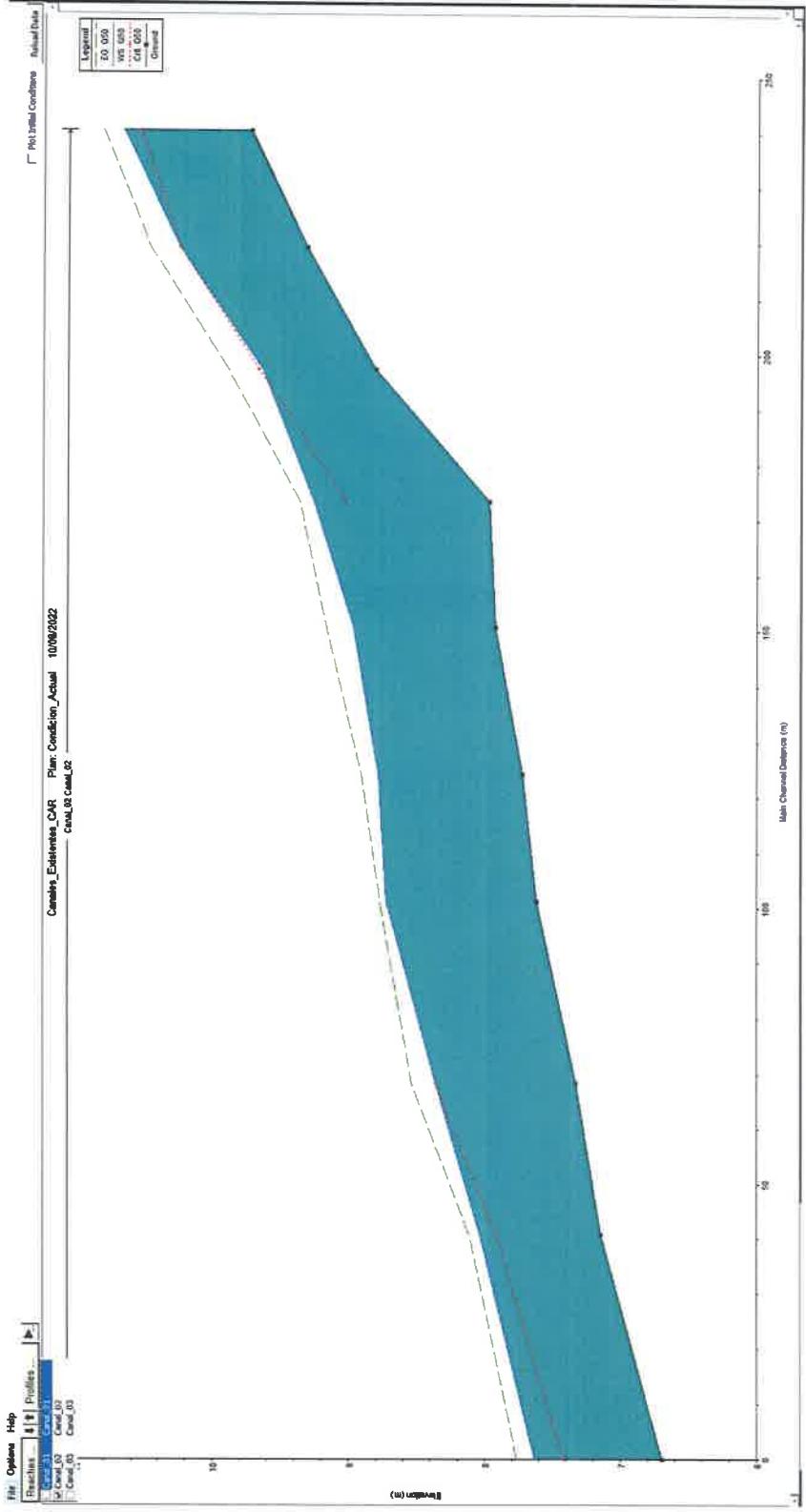
APÉNDICE 4. PERFIL LONGITUDINAL – CONDICION EXISTENTE Y CONDICION PROYECTADA



ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO Y FINANCIAMIENTO DEL CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO DEL DEPORTE PANAMEÑO, CORREGIMIENTO JUAN DÍAZ, DISTRITO DE PANAMÁ, PROVINCIA DE PANAMÁ



PERFIL LONGITUDINAL CANAL No 1 EXISTENTE

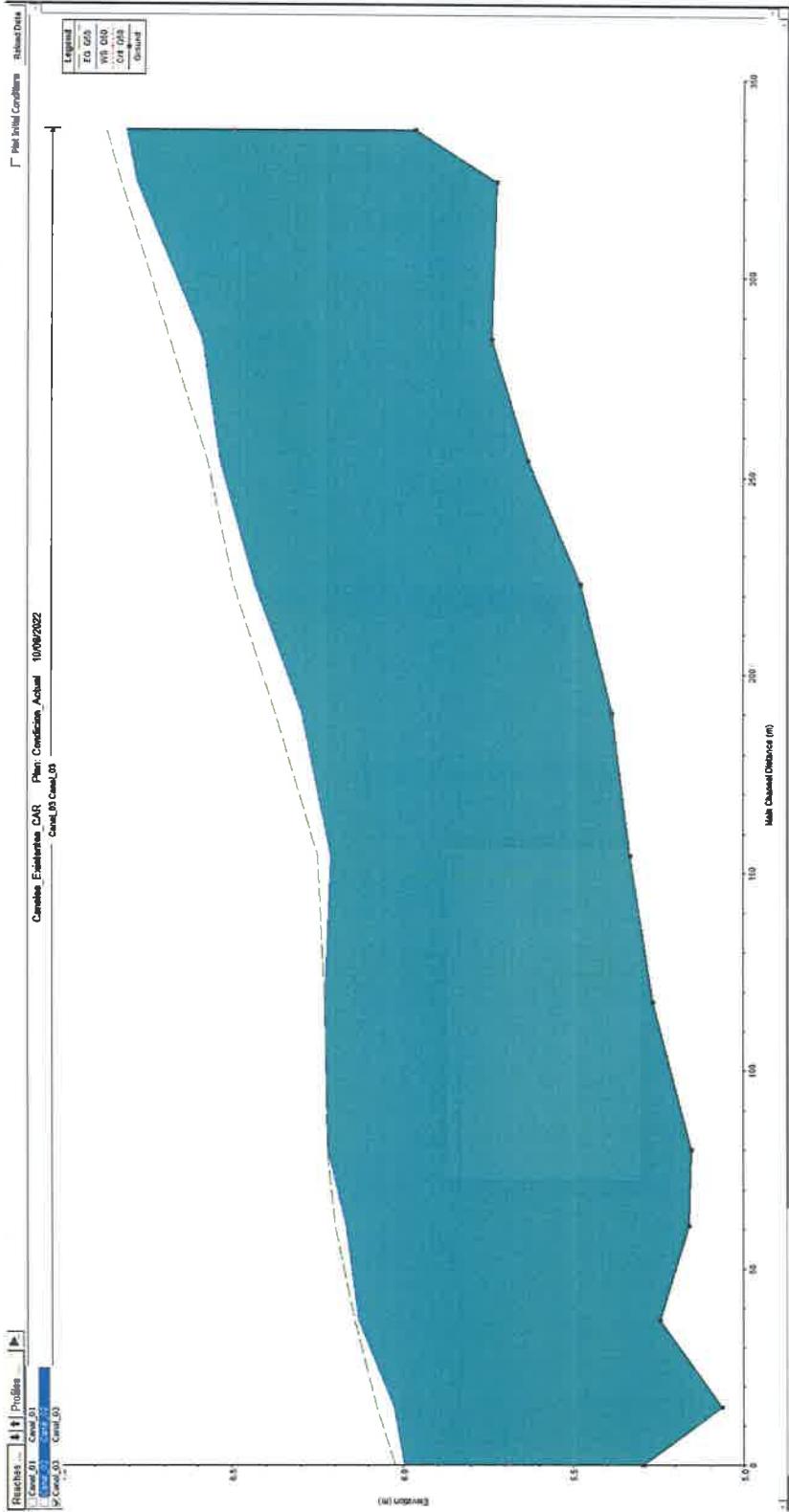


PERFIL LONGITUDINAL CANAL No 2 EXISTENTE

155



ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO Y FINANCIAMIENTO DEL CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO
DEL DEPORTE PANAMEÑO, CORREGIMIENTO JUAN DÍAZ, DISTRITO DE PANAMÁ, PROVINCIA DE PANAMÁ

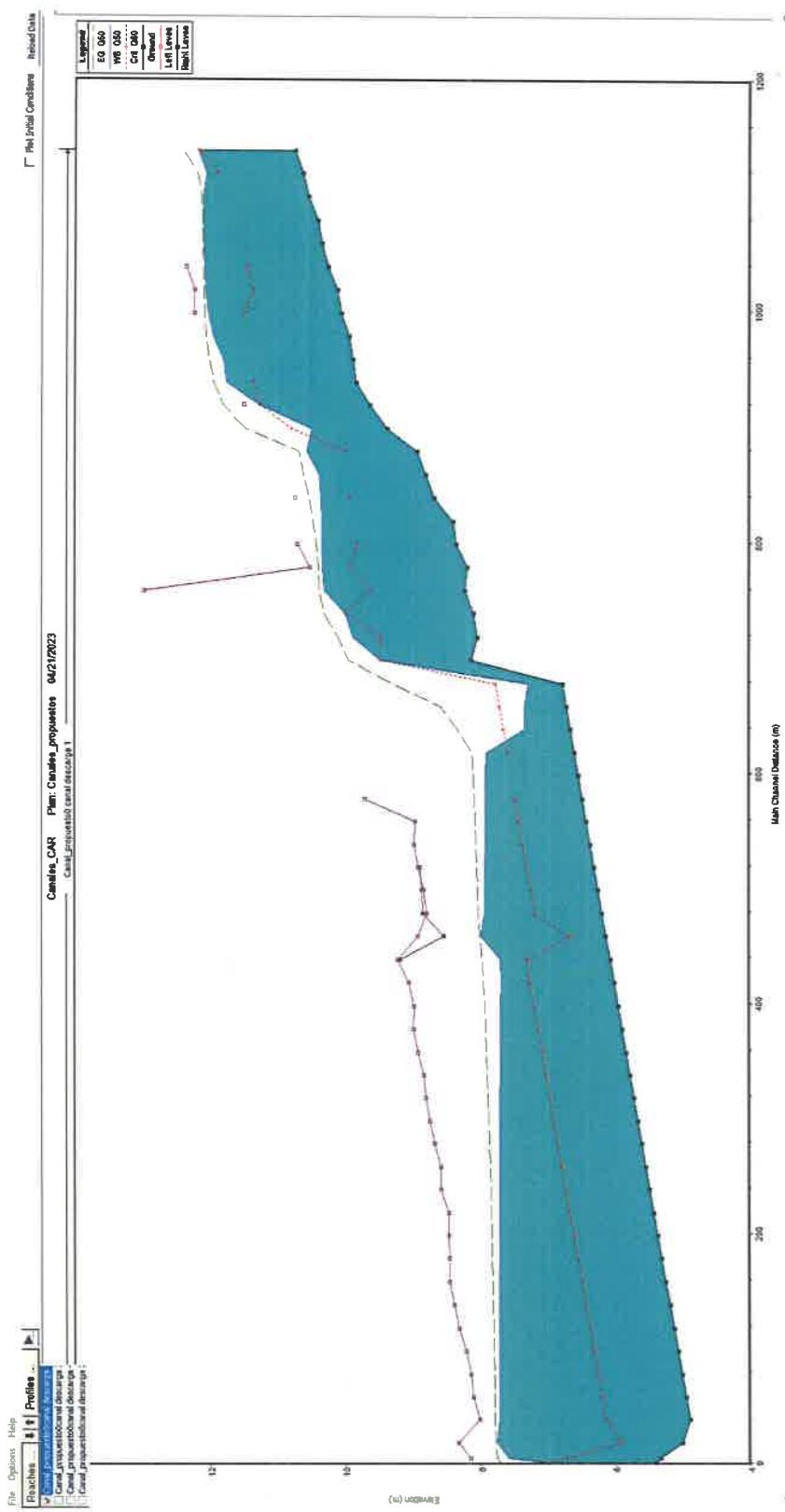


PERFIL LONGITUDINAL CANAL No 3 EXISTENTE

156



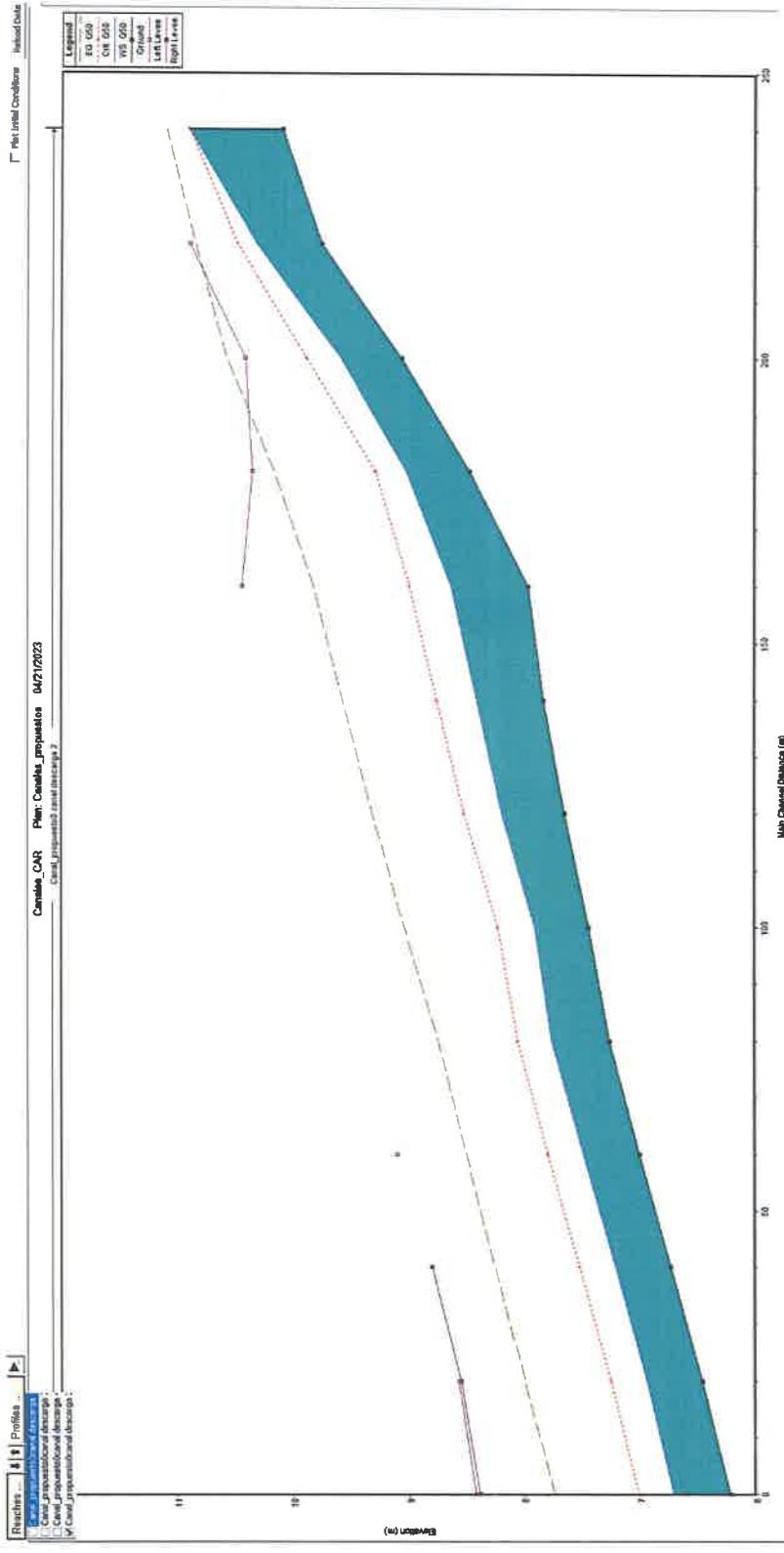
ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO Y FINANCIAMIENTO DEL CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO
DEL DEPORTE PANAMEÑO, CORREGIMIENTO JUAN DÍAZ, DISTRITO DE PANAMÁ, PROVINCIA DE PANAMÁ



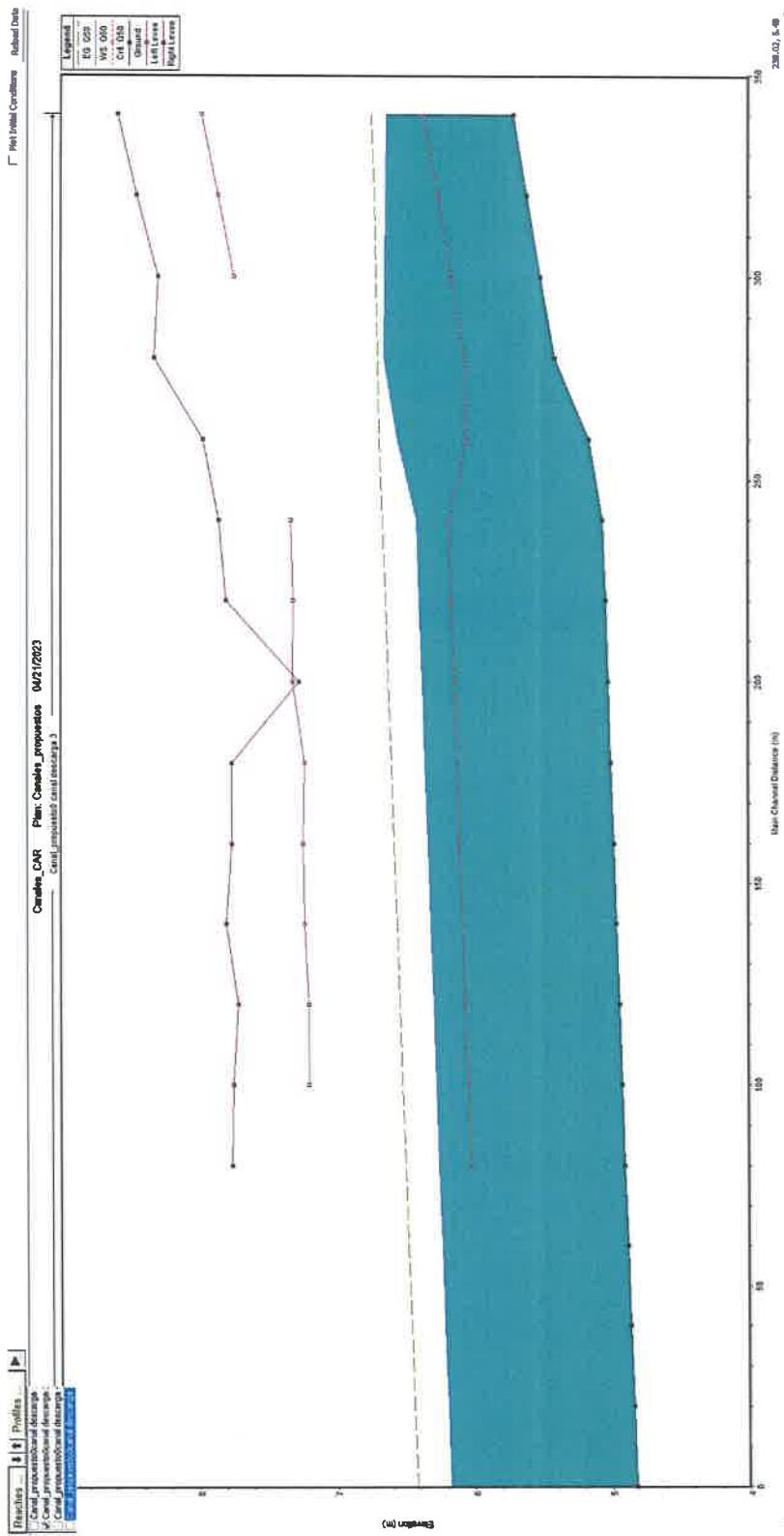
PERFIL LONGITUDINAL CANAL No 1 PROYECTADO



ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO Y FINANCIAMIENTO DEL CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO
DEL DEPORTE PANAMEÑO, CORREGIMIENTO JUAN DÍAZ, DISTRITO DE PANAMÁ, PROVINCIA DE PANAMÁ



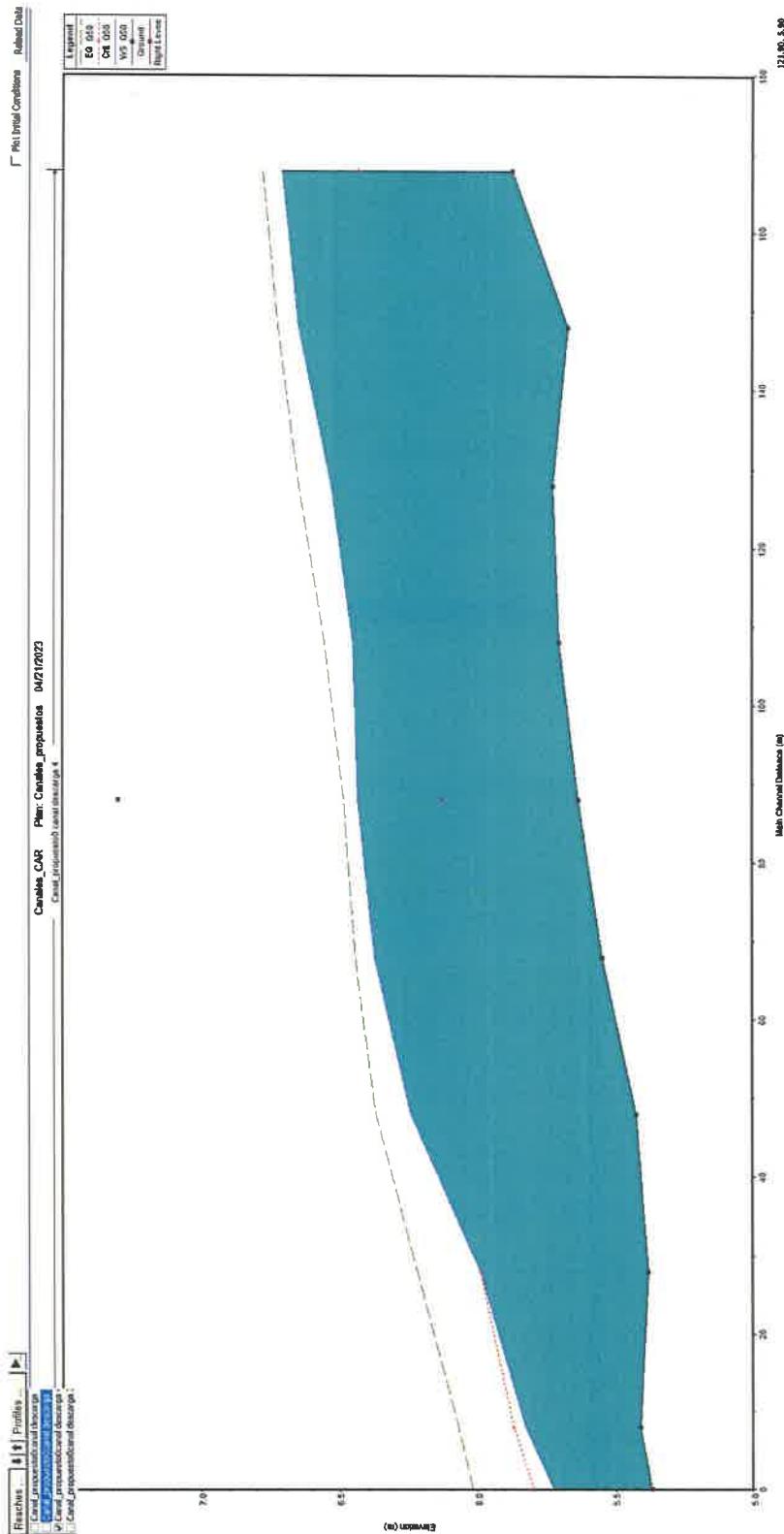
PERFIL LONGITUDINAL CANAL No 2 PROYECTADO



PERFIL LONGITUDINAL CANAL No 3 PROYECTADO



ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO Y FINANCIAMIENTO DEL CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO
DEL DEPORTE PANAMEÑO, CORREGIMIENTO JUAN DÍAZ, DISTRITO DE PANAMÁ, PROVINCIA DE PANAMÁ

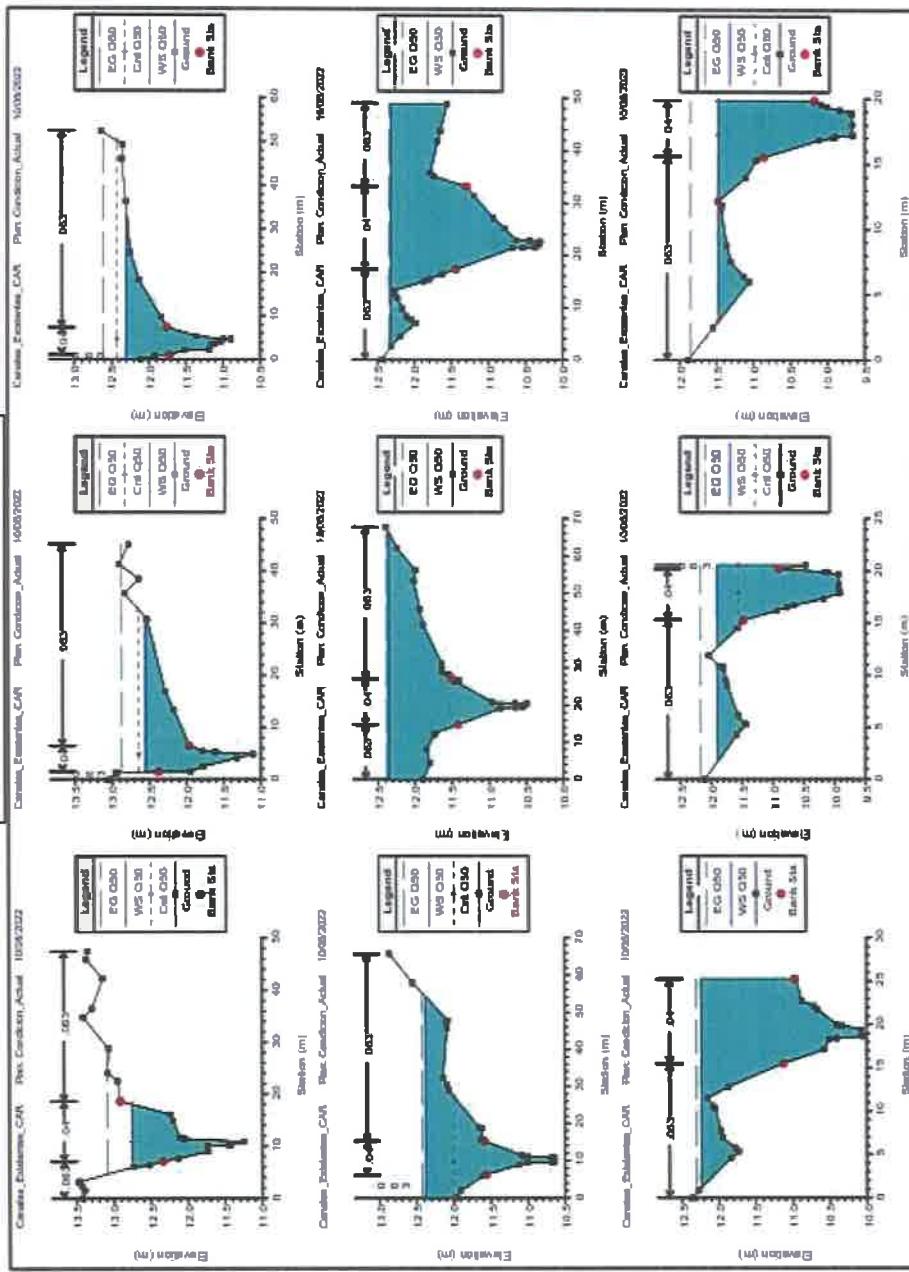


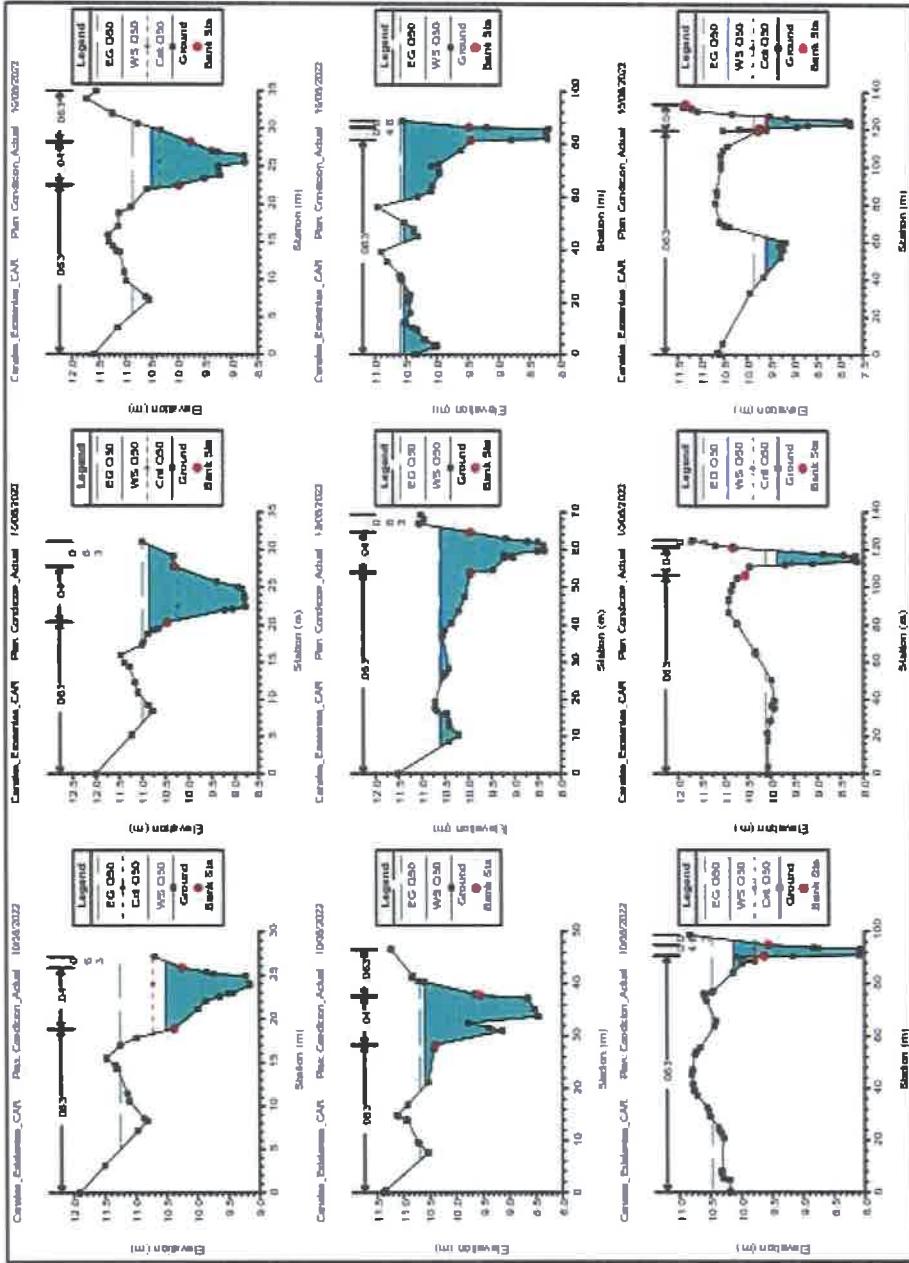
PERFIL LONGITUDINAL CANAL NO 4 EXISTENTE

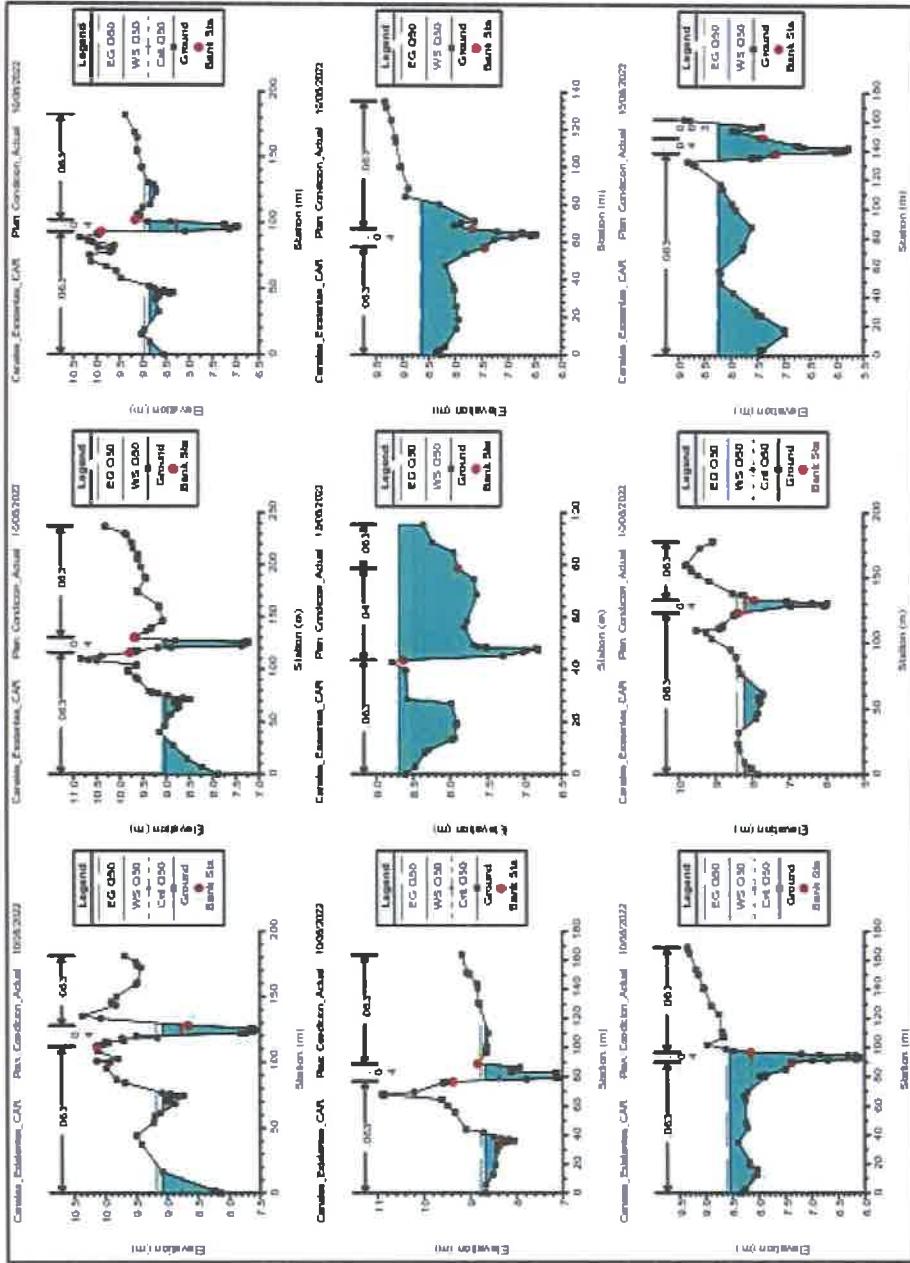
159

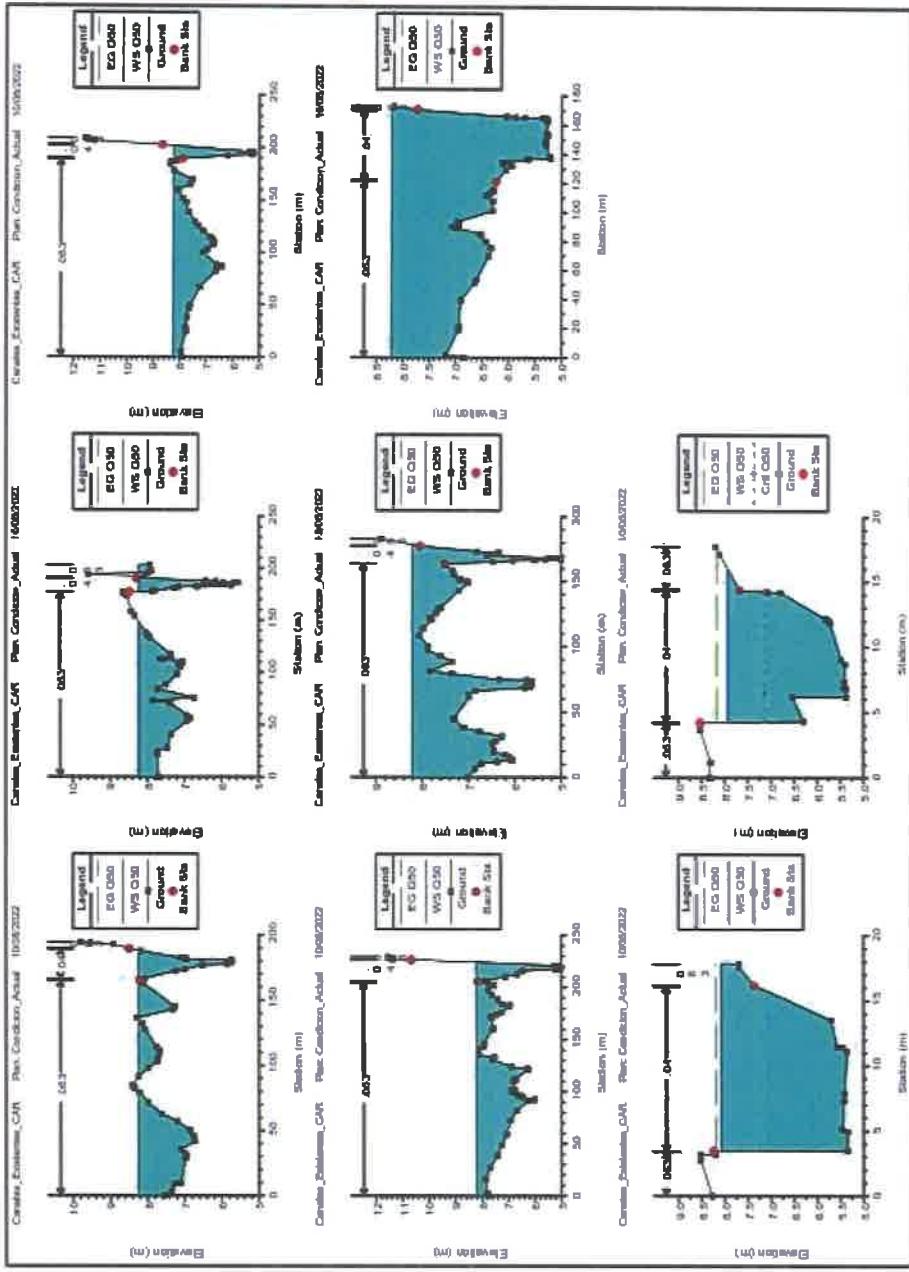
APÉNDICE 5. PERFILES TRANSVERSALES – CONDICION EXISTENTE Y PROYECTADA

CANAL No.1 EXISTENTE

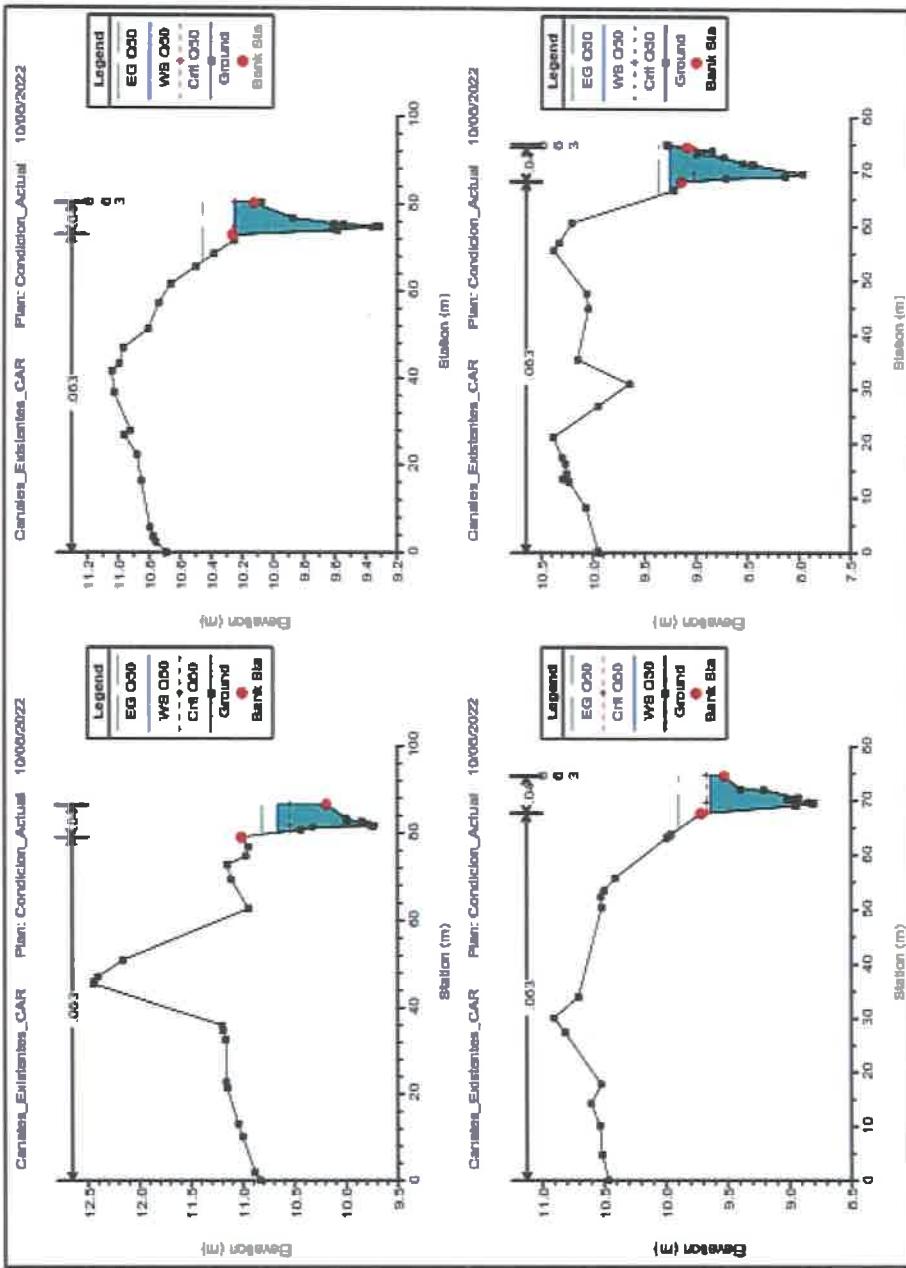


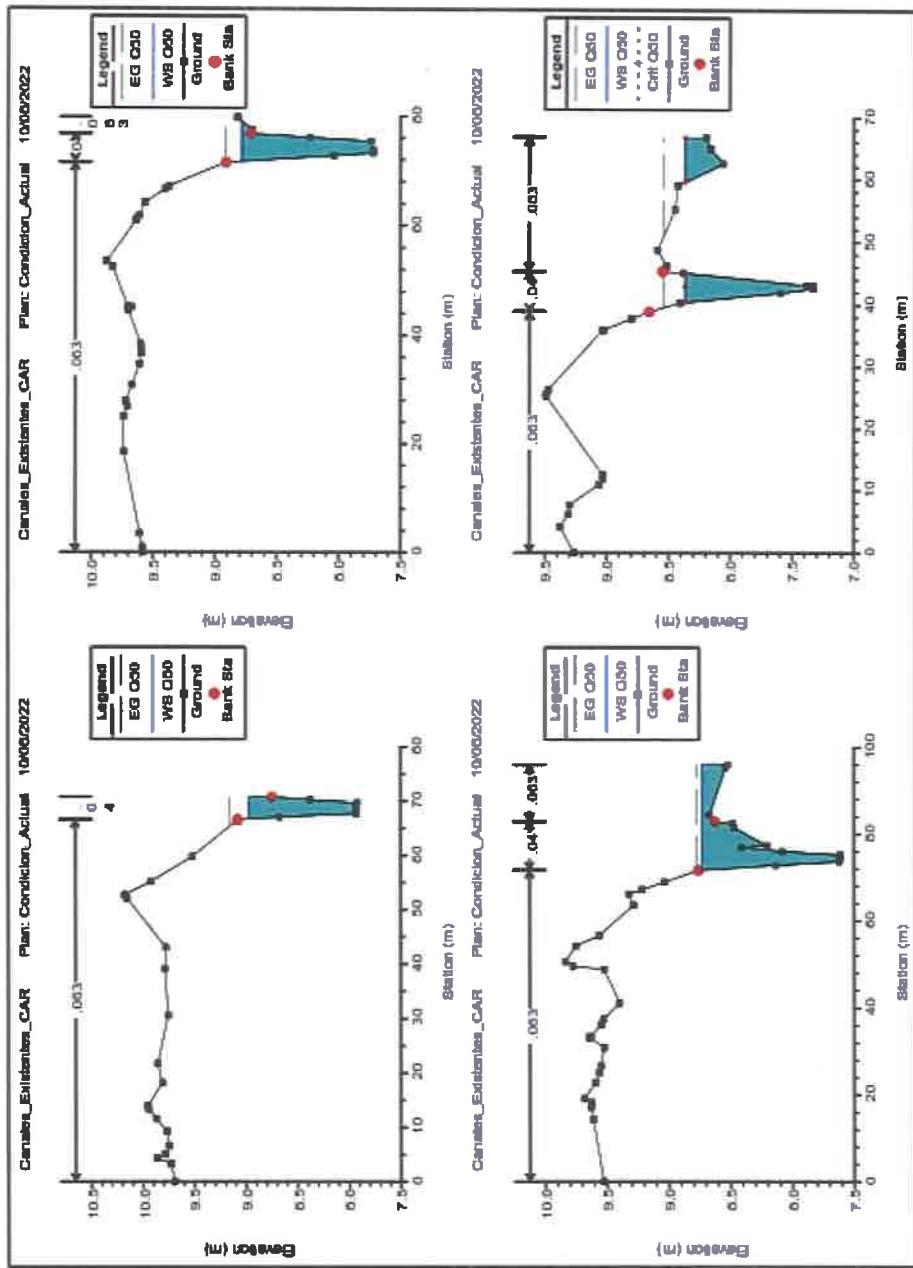


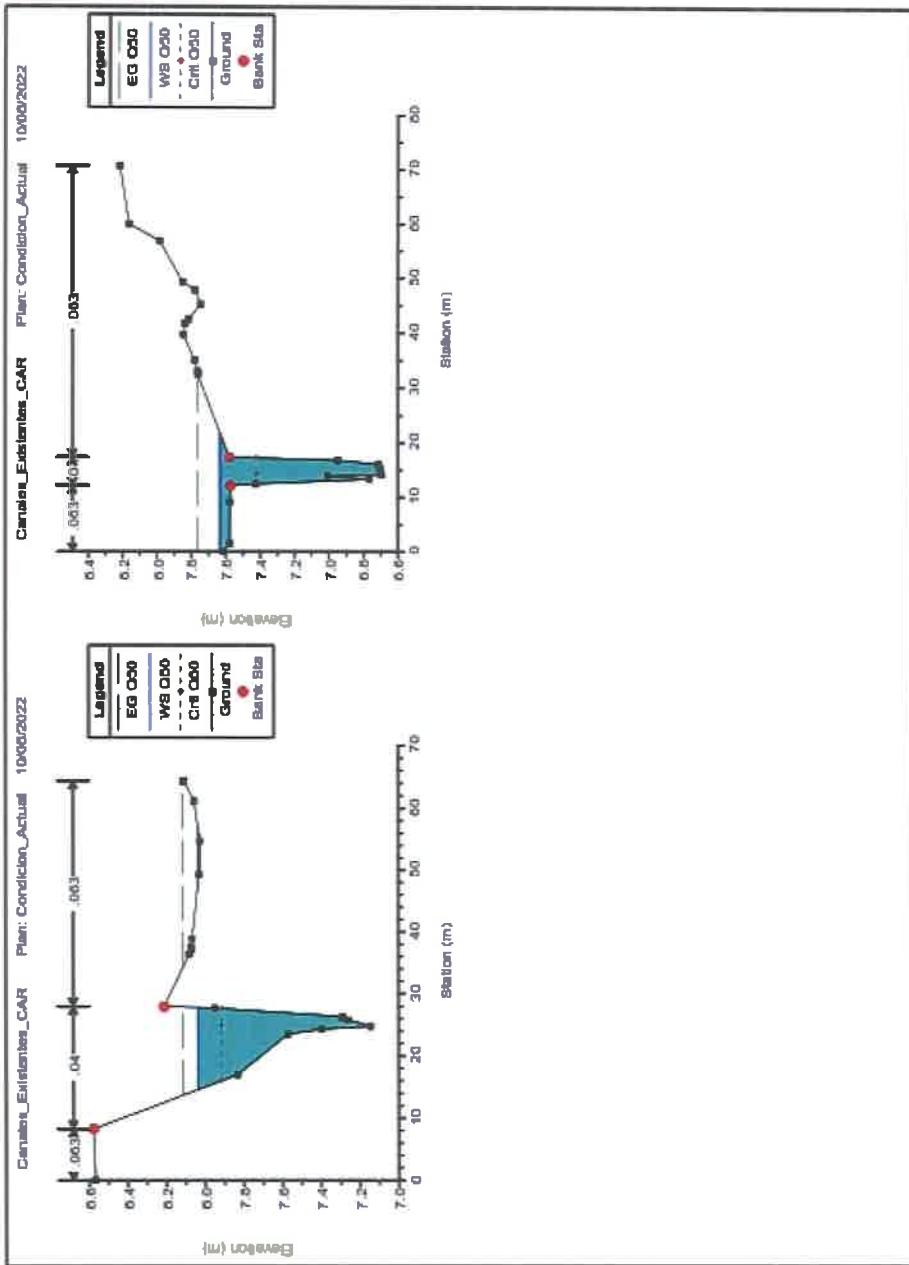




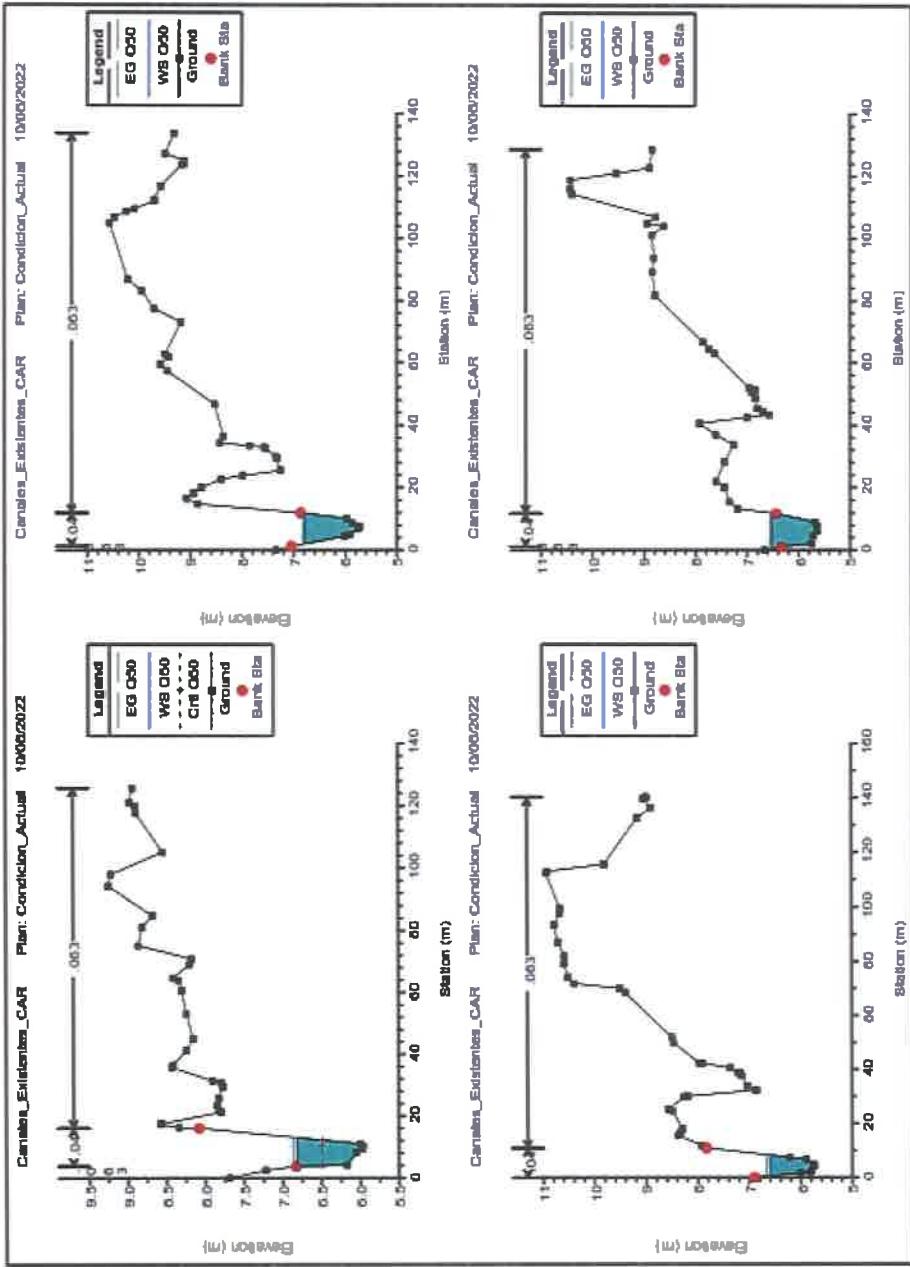
CANAL No.2- EXISTENTE

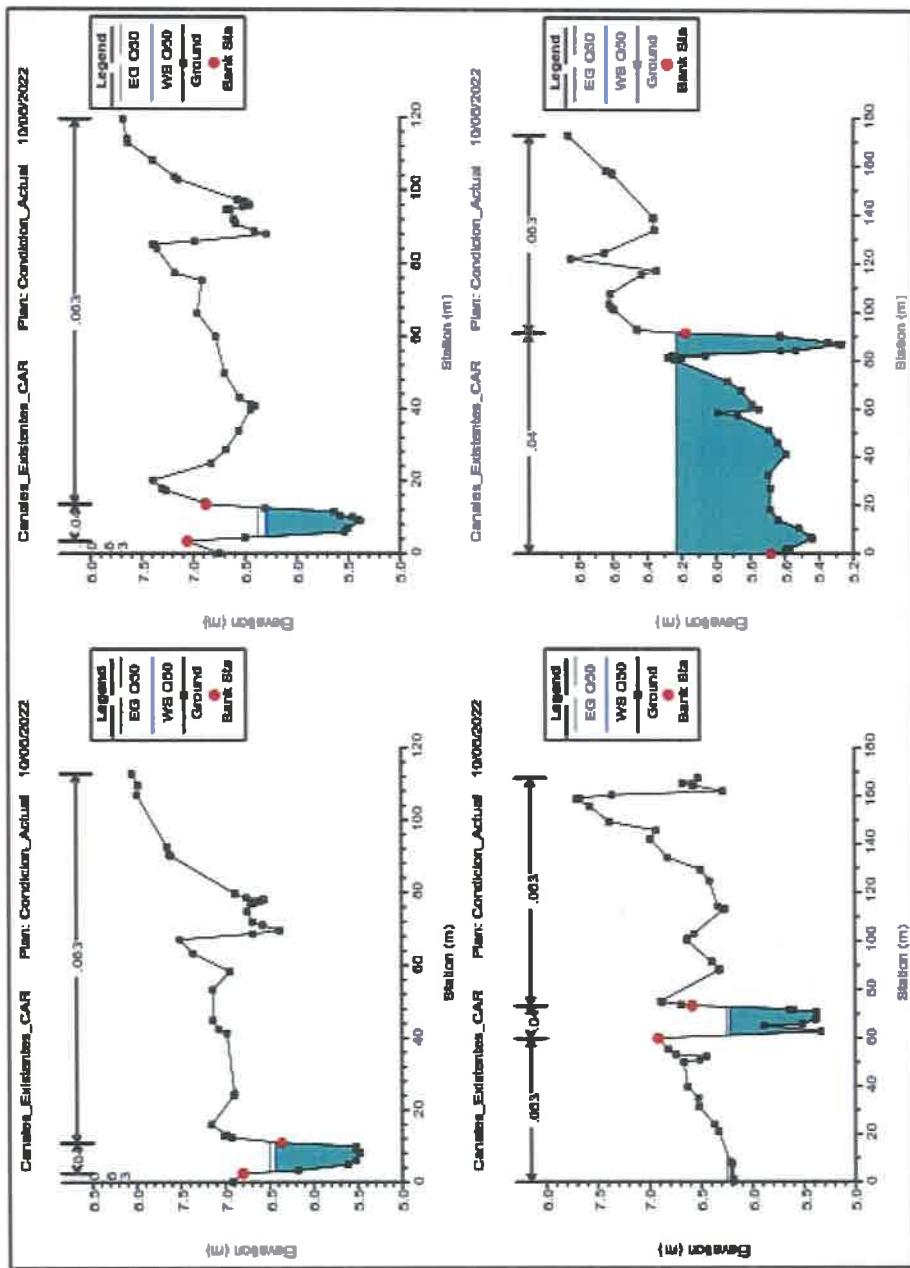


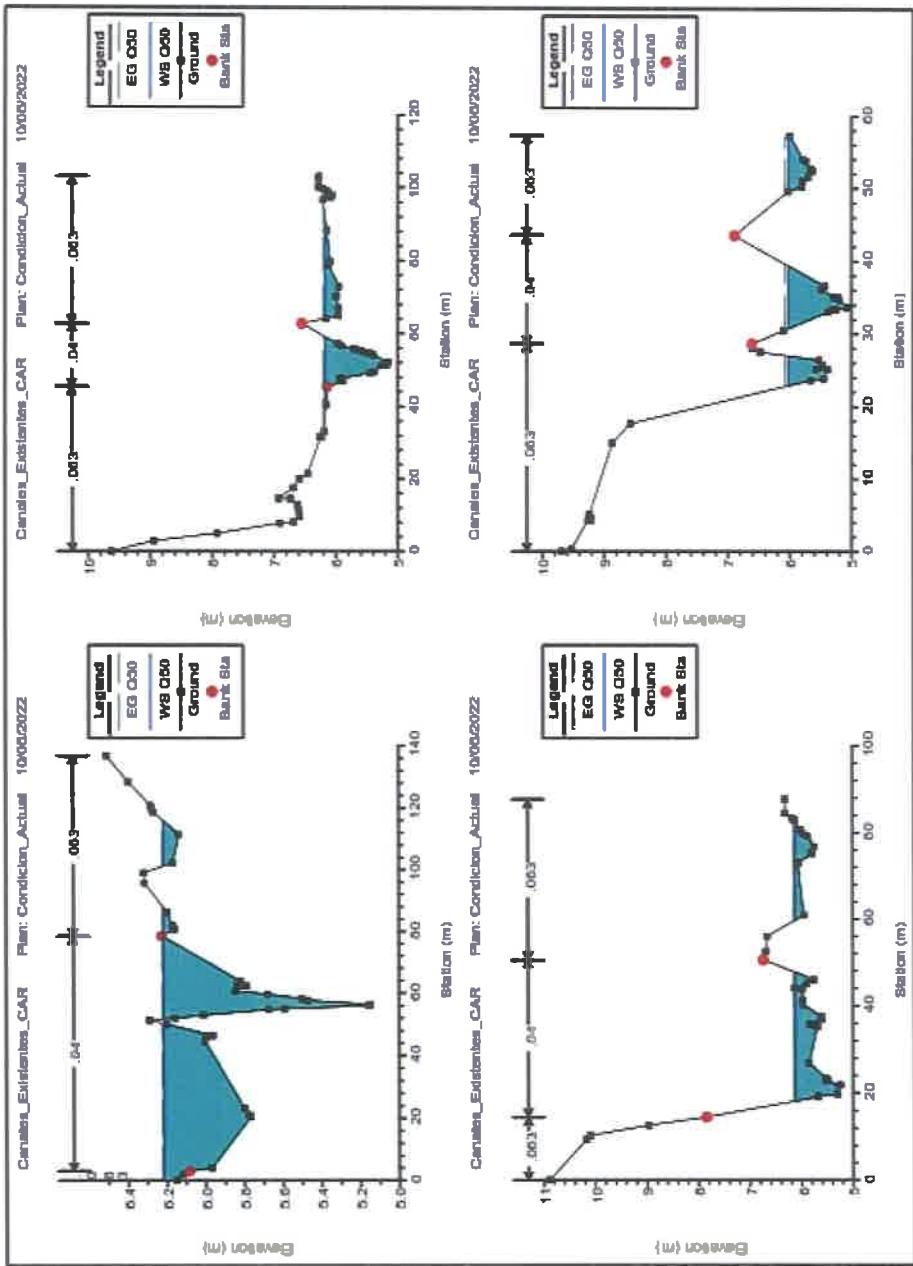


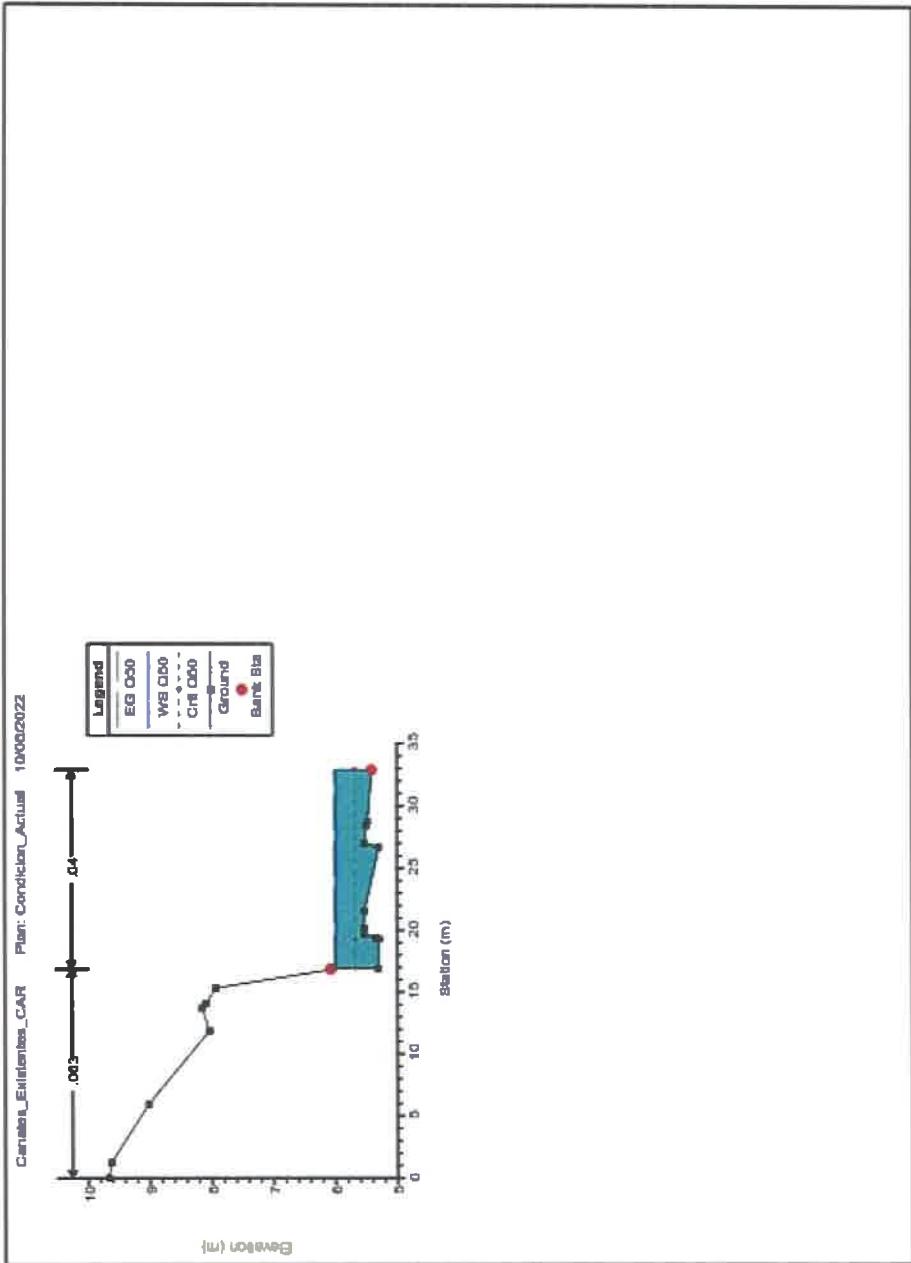


CANAL No.3 EXISTENTE

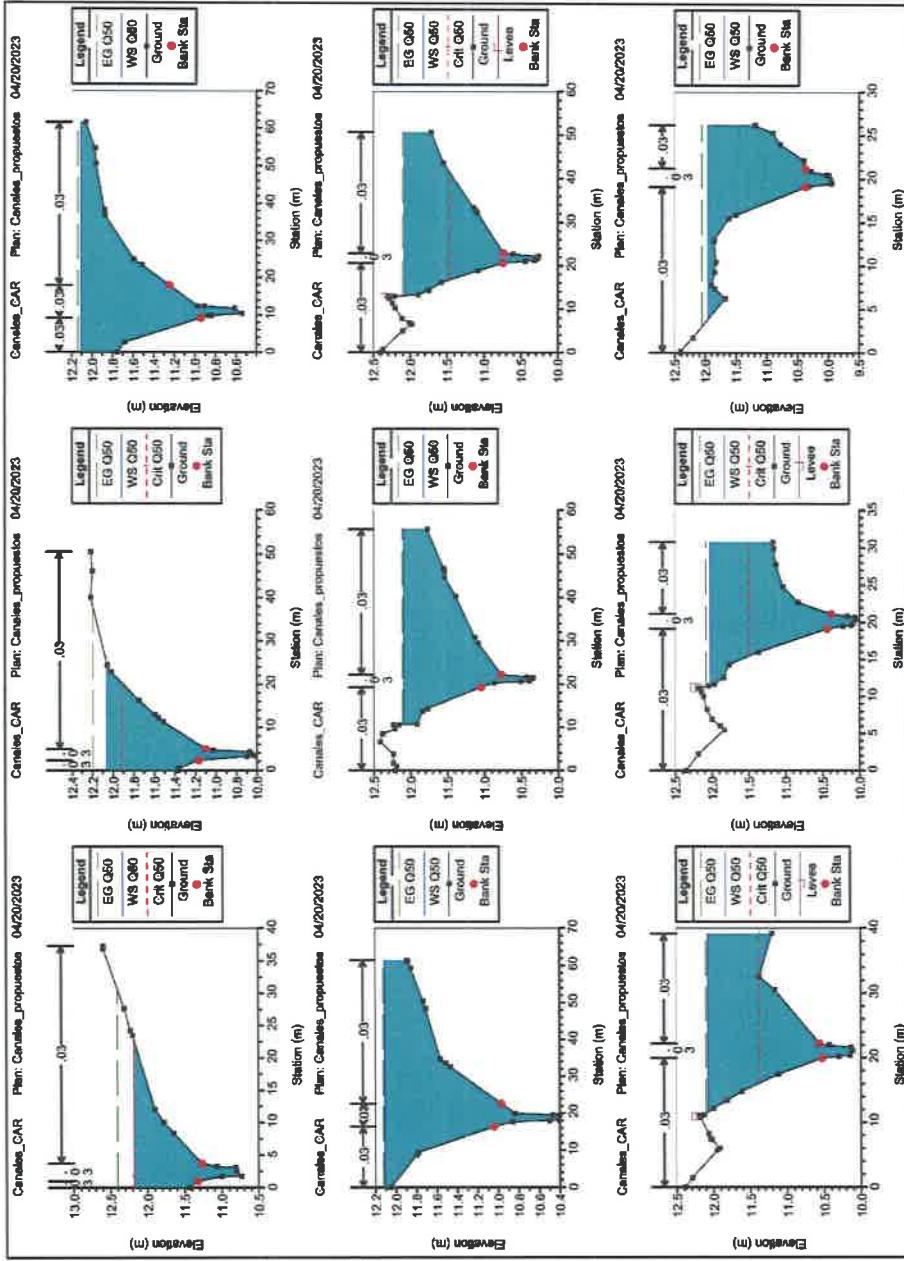


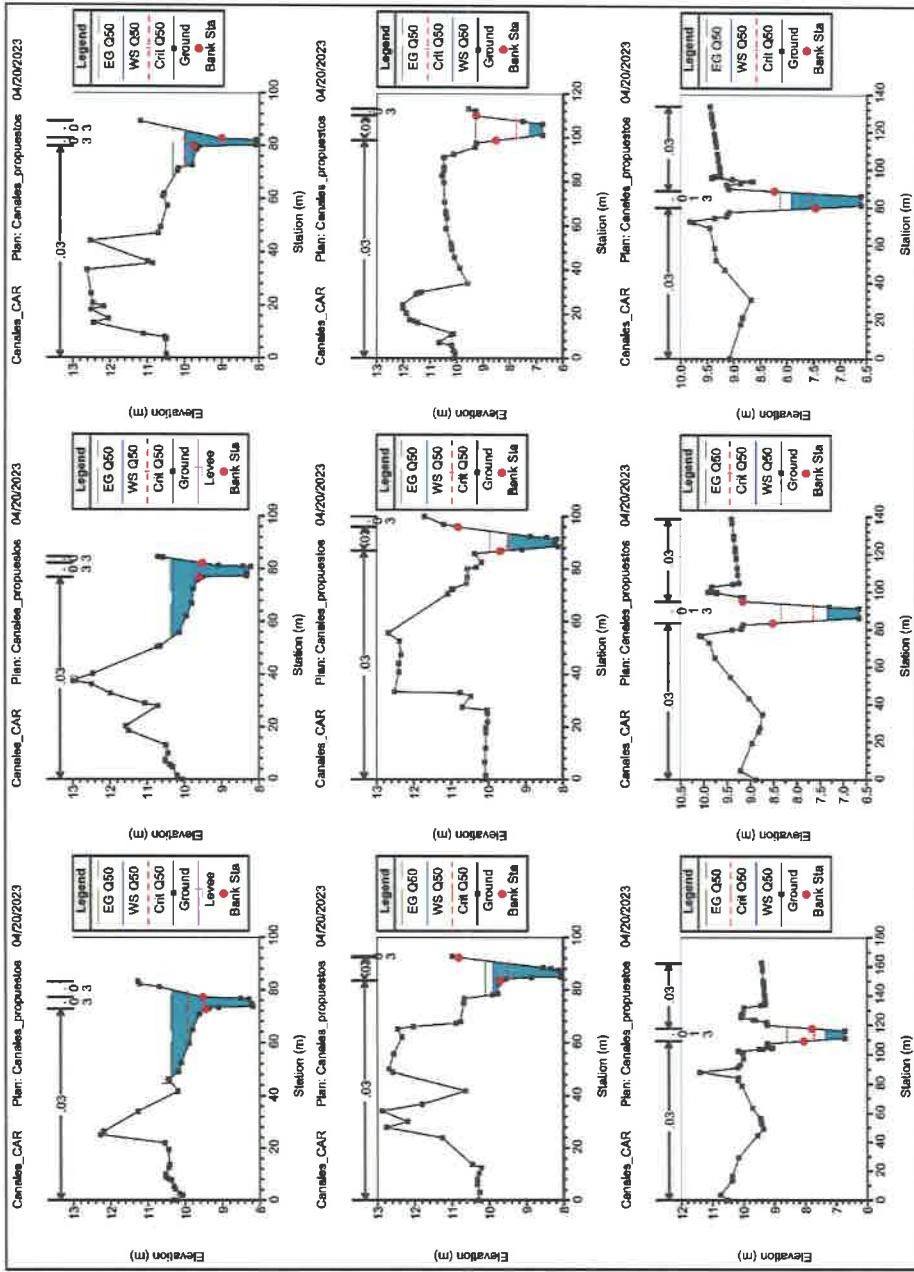


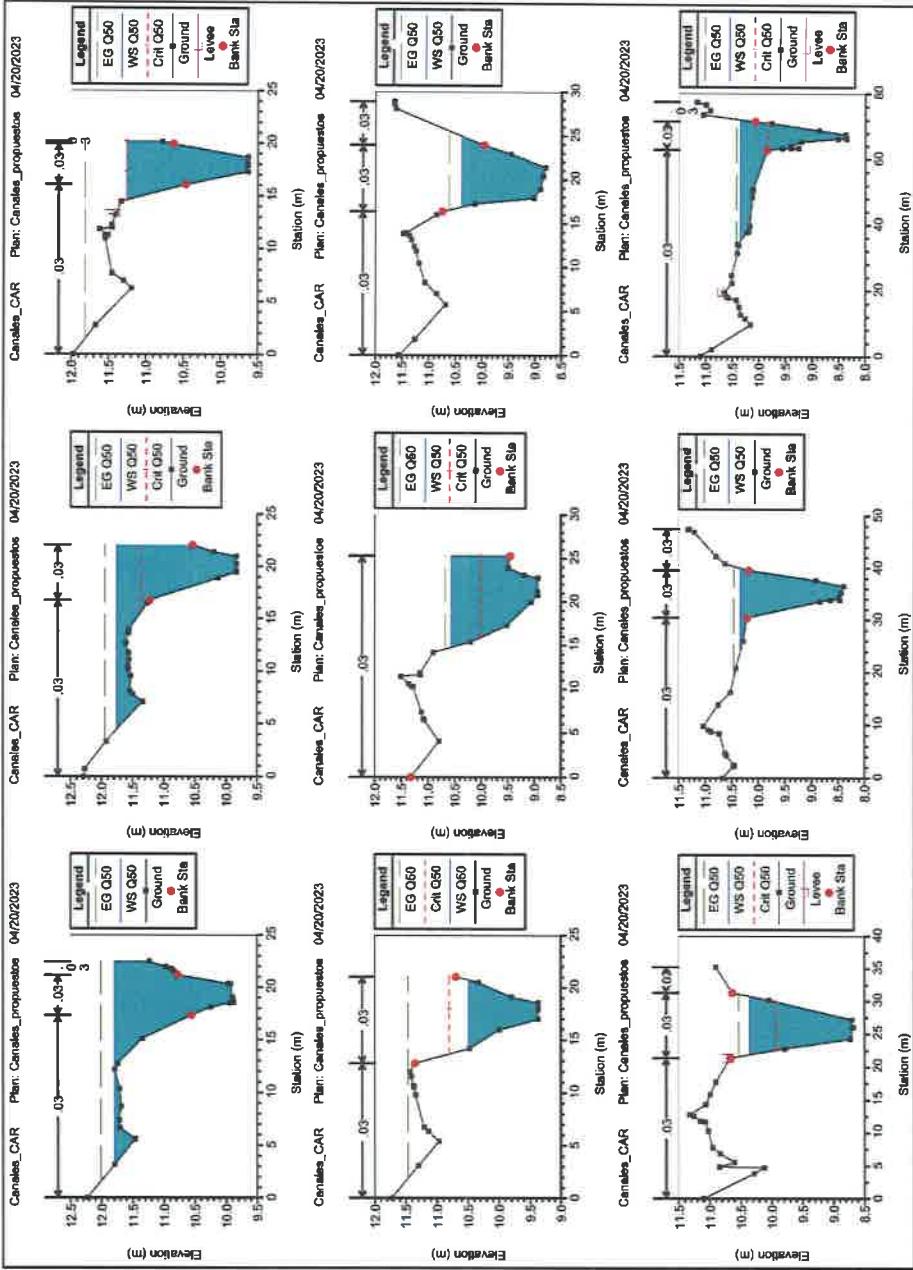


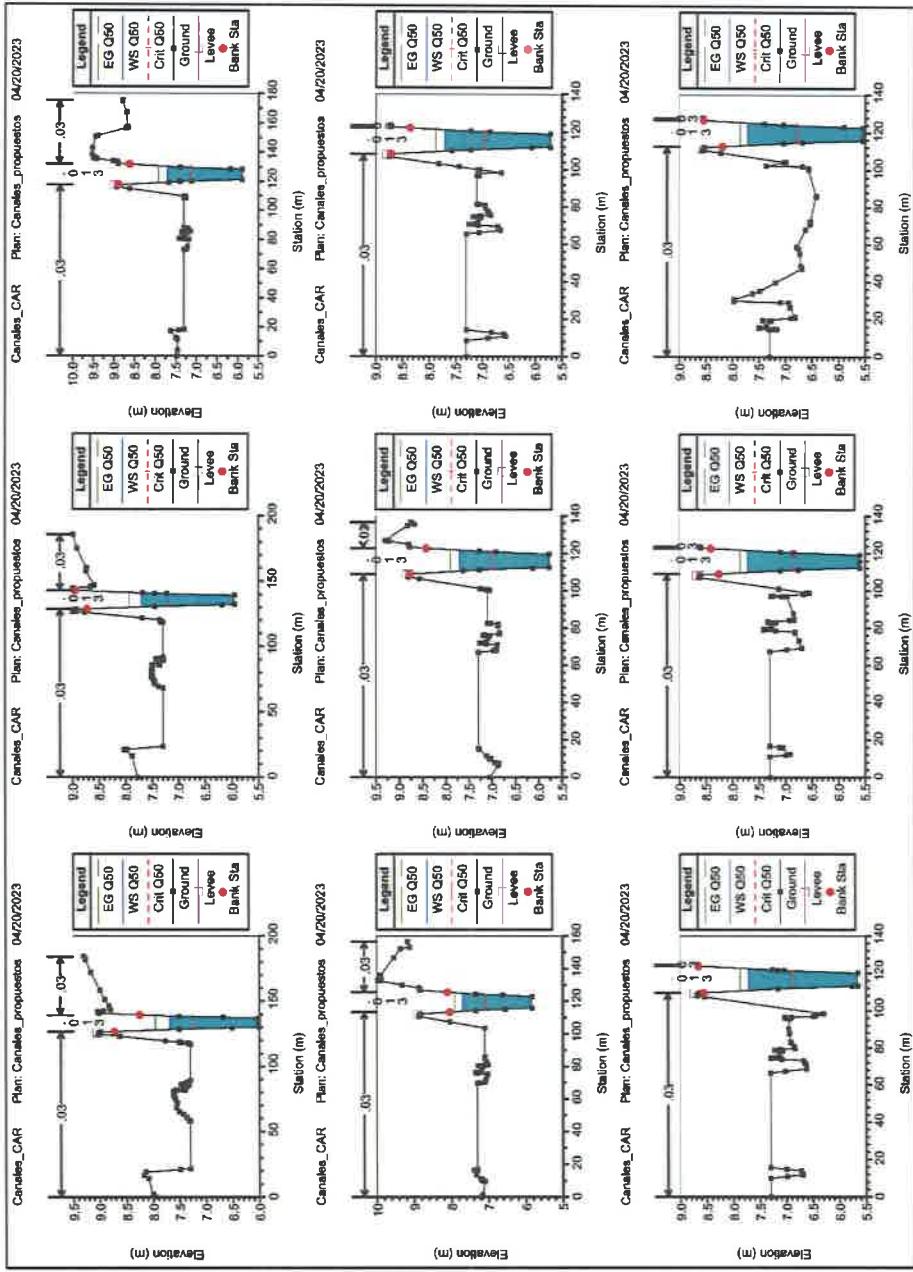


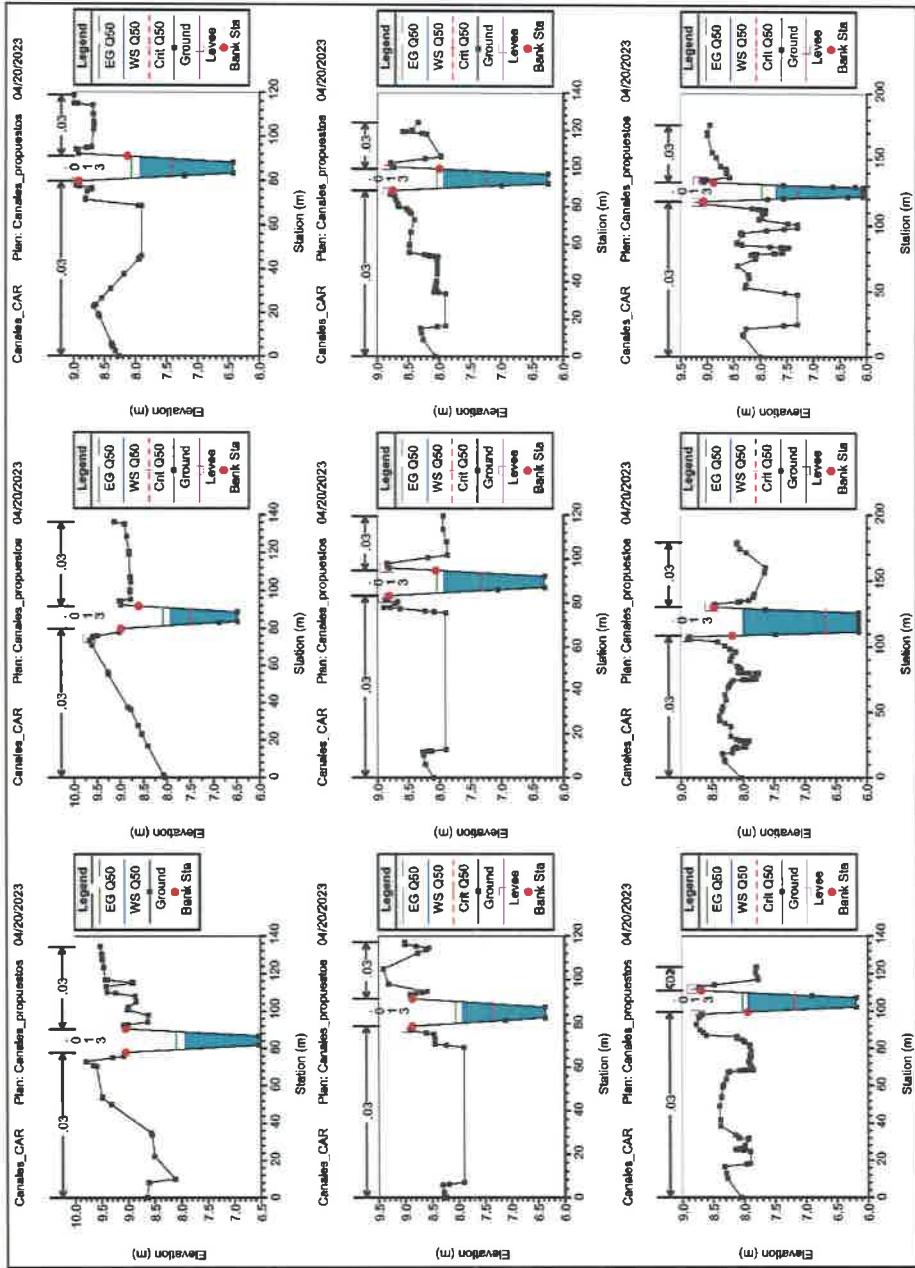
CANAL No.1 PROYECTADO

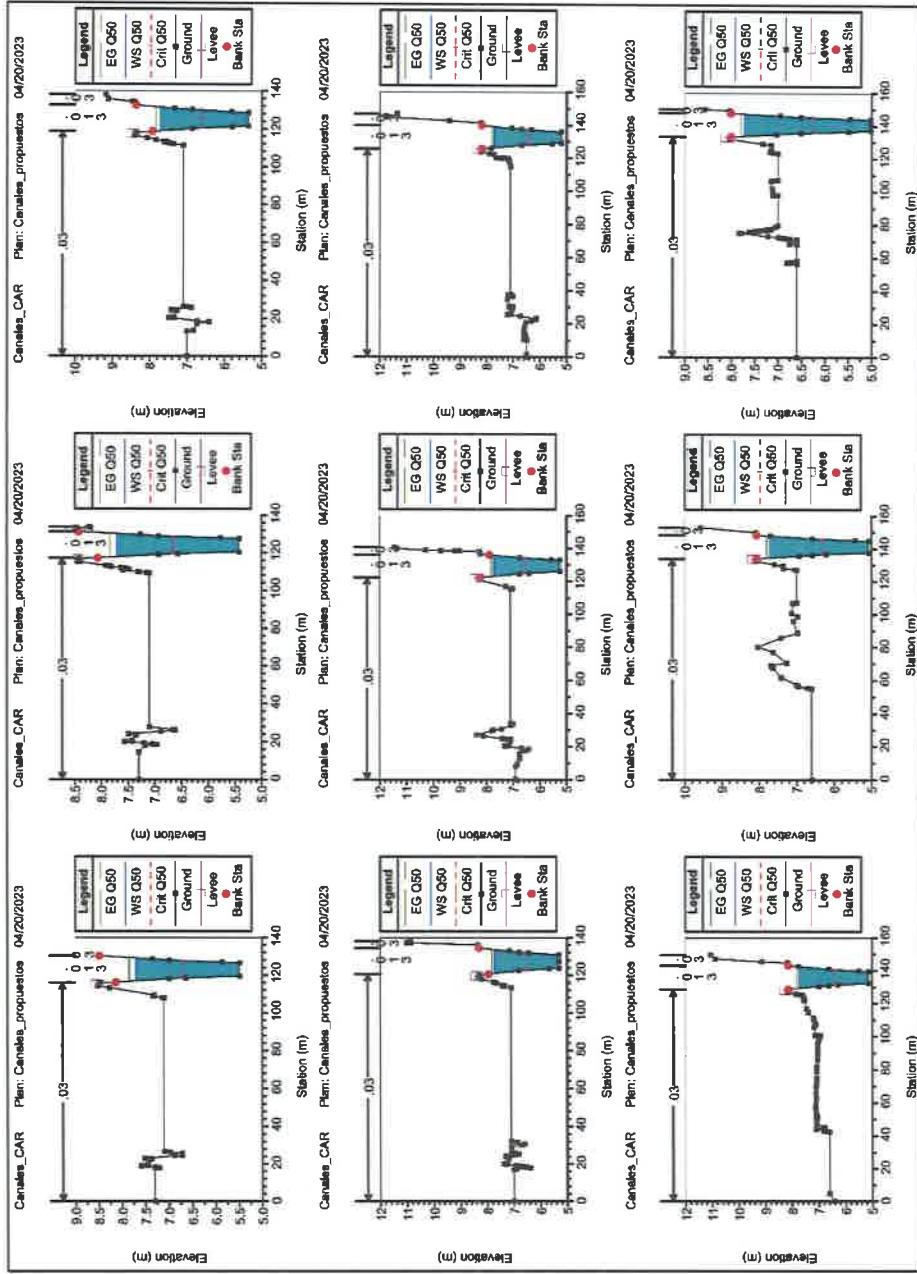


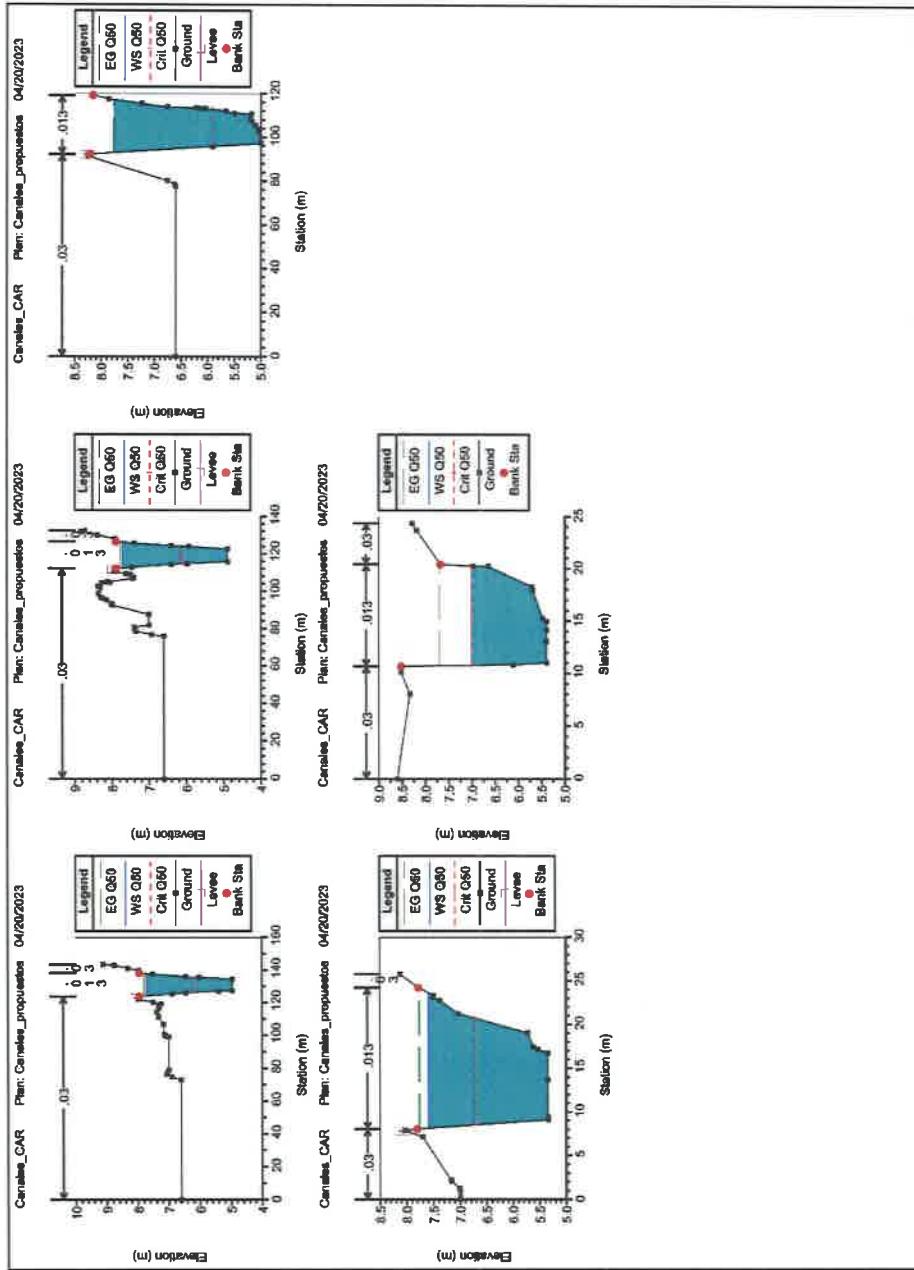




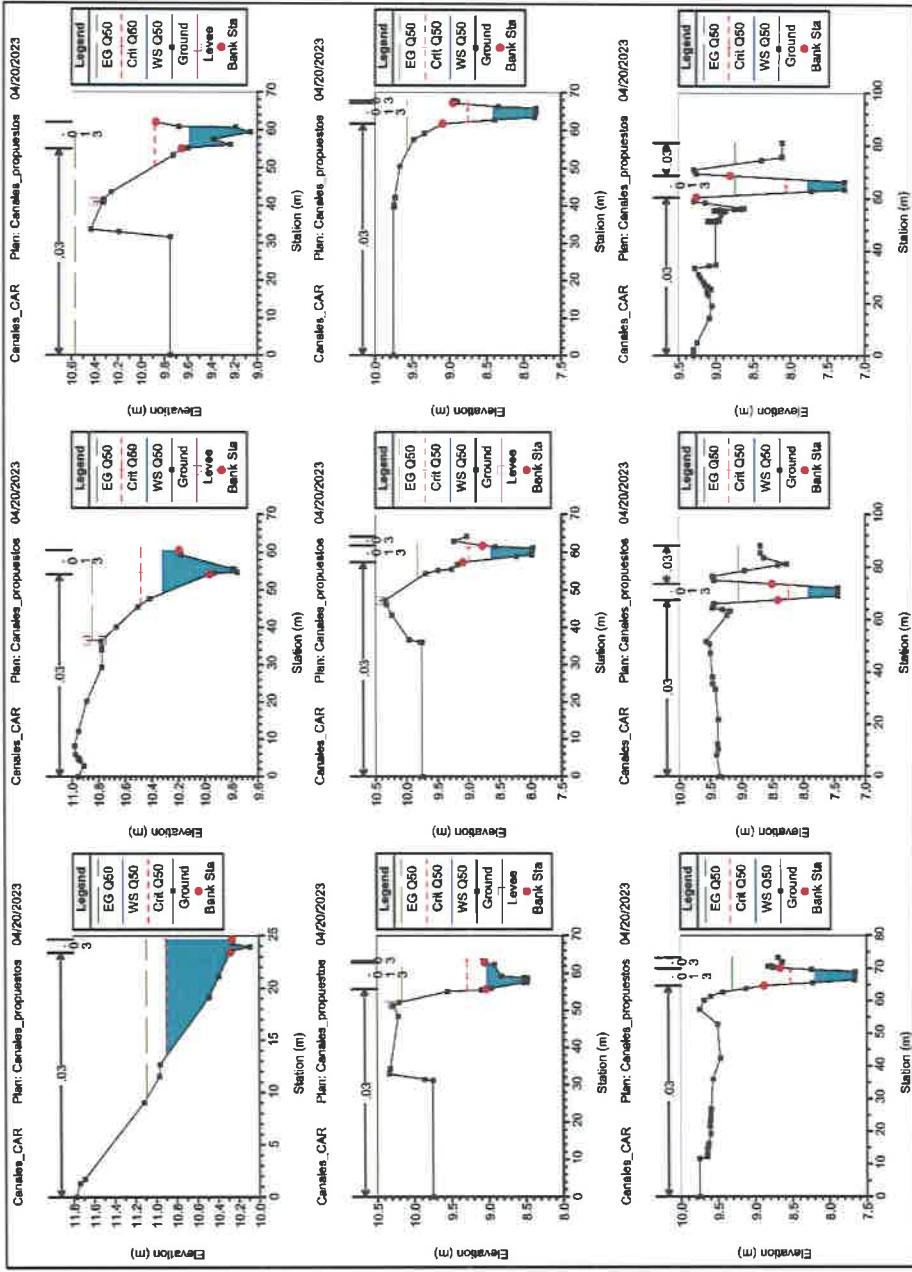


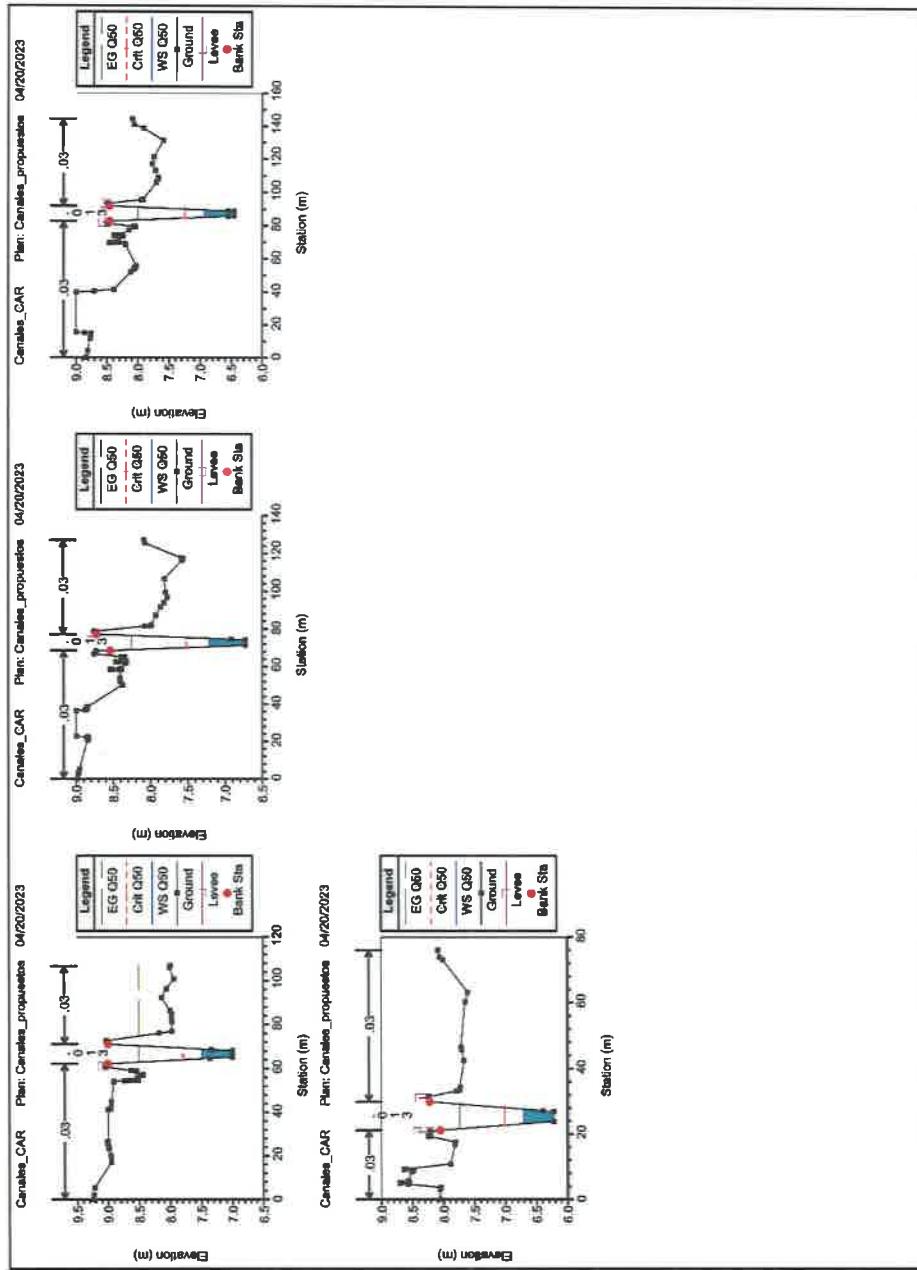




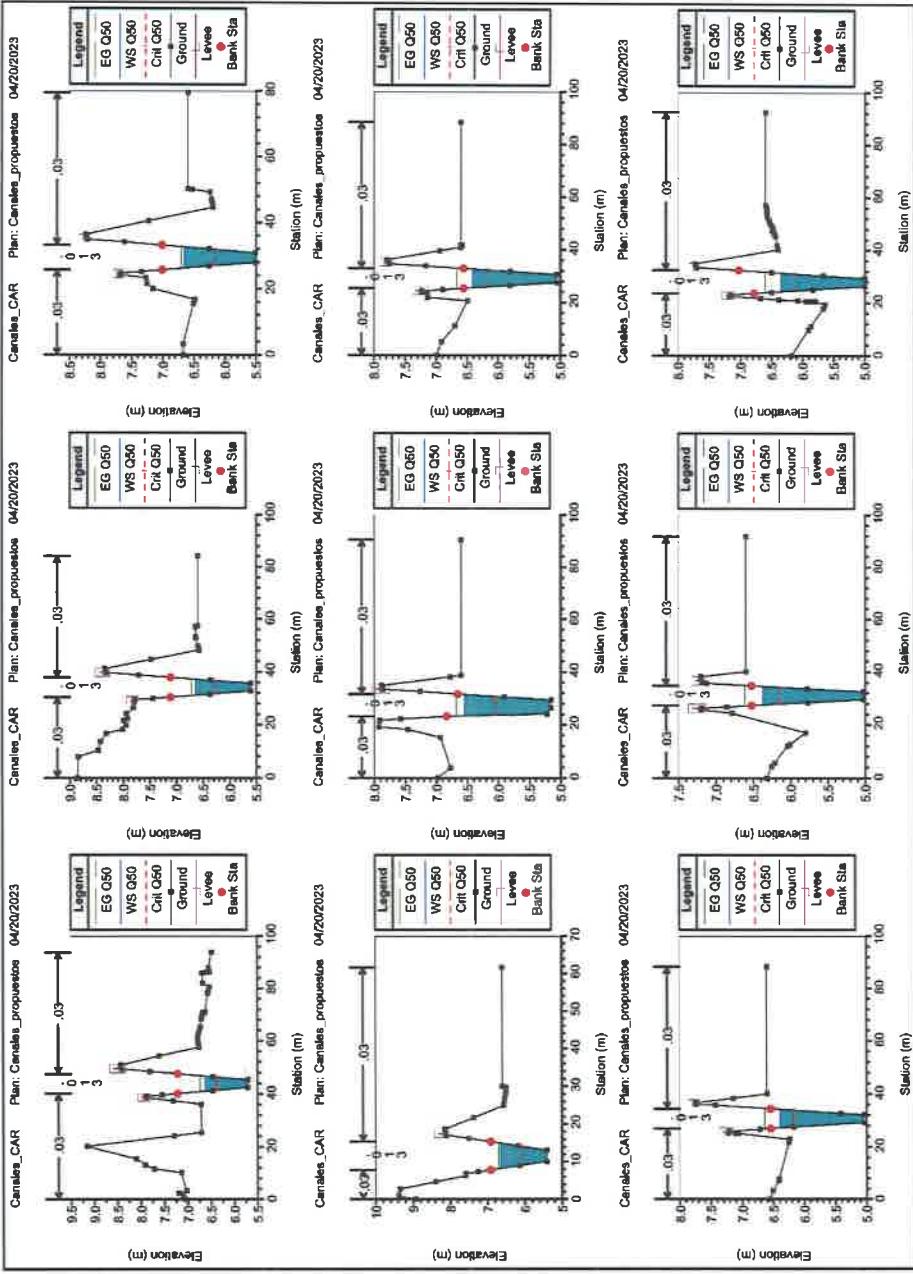


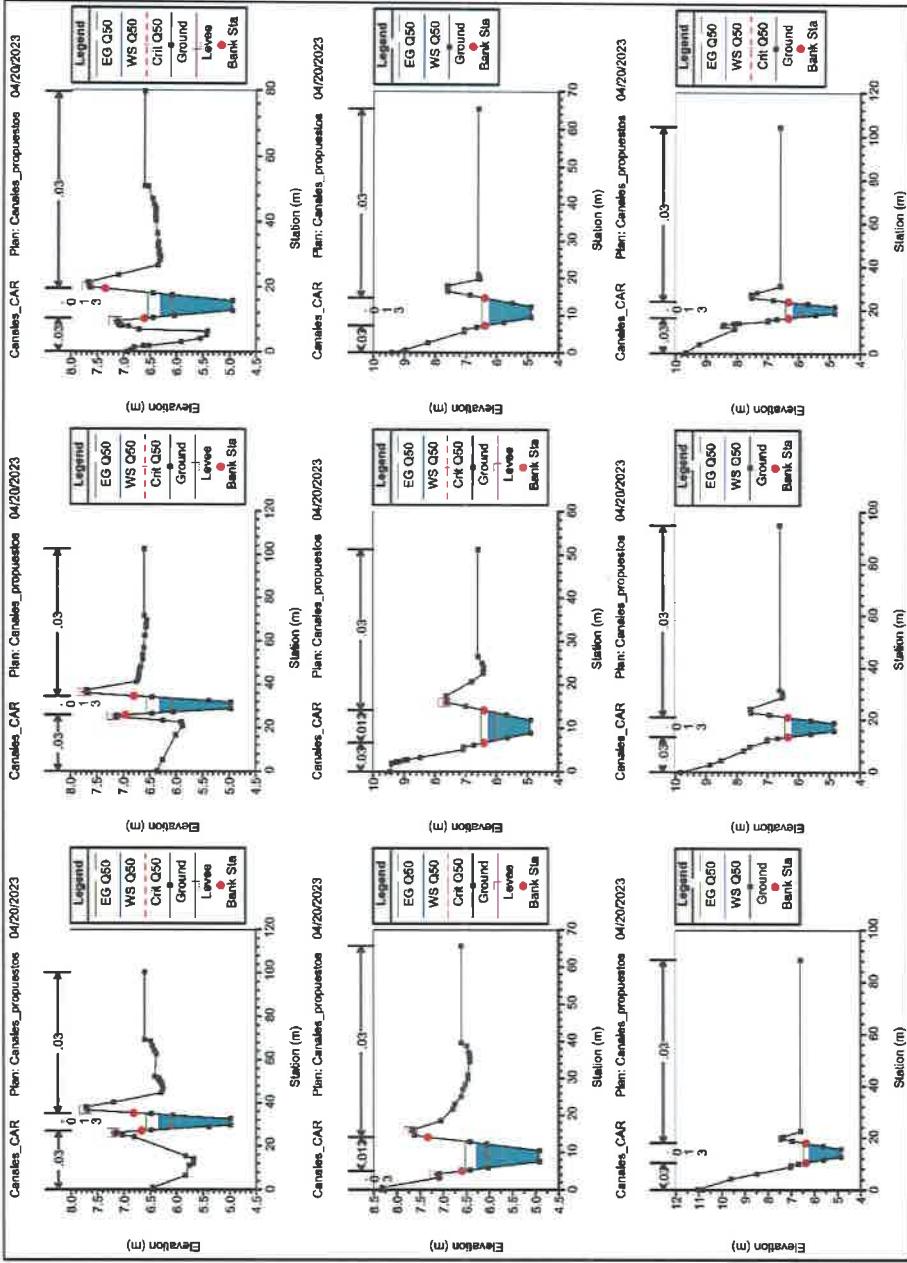
CANAL No.2 PROYECTADO



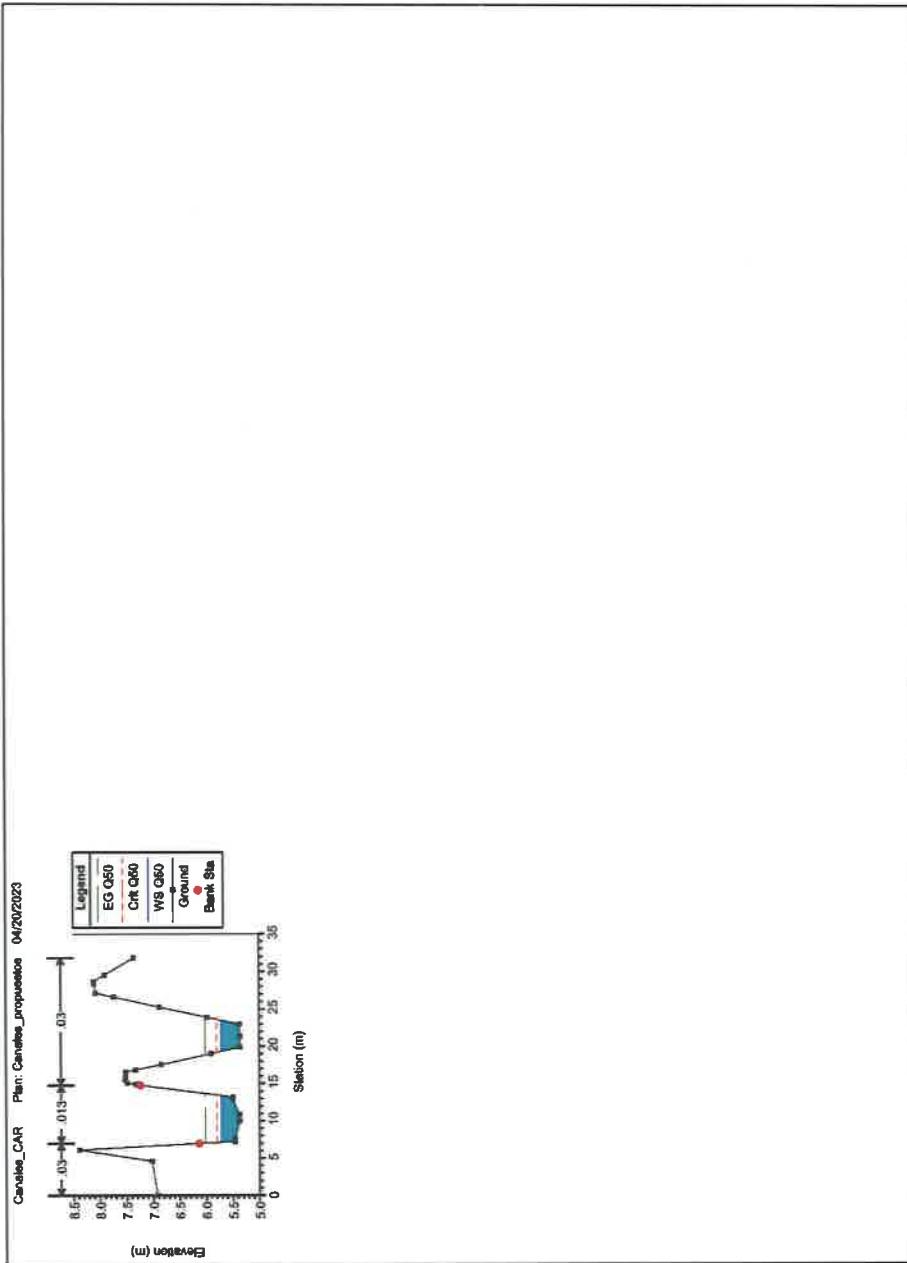


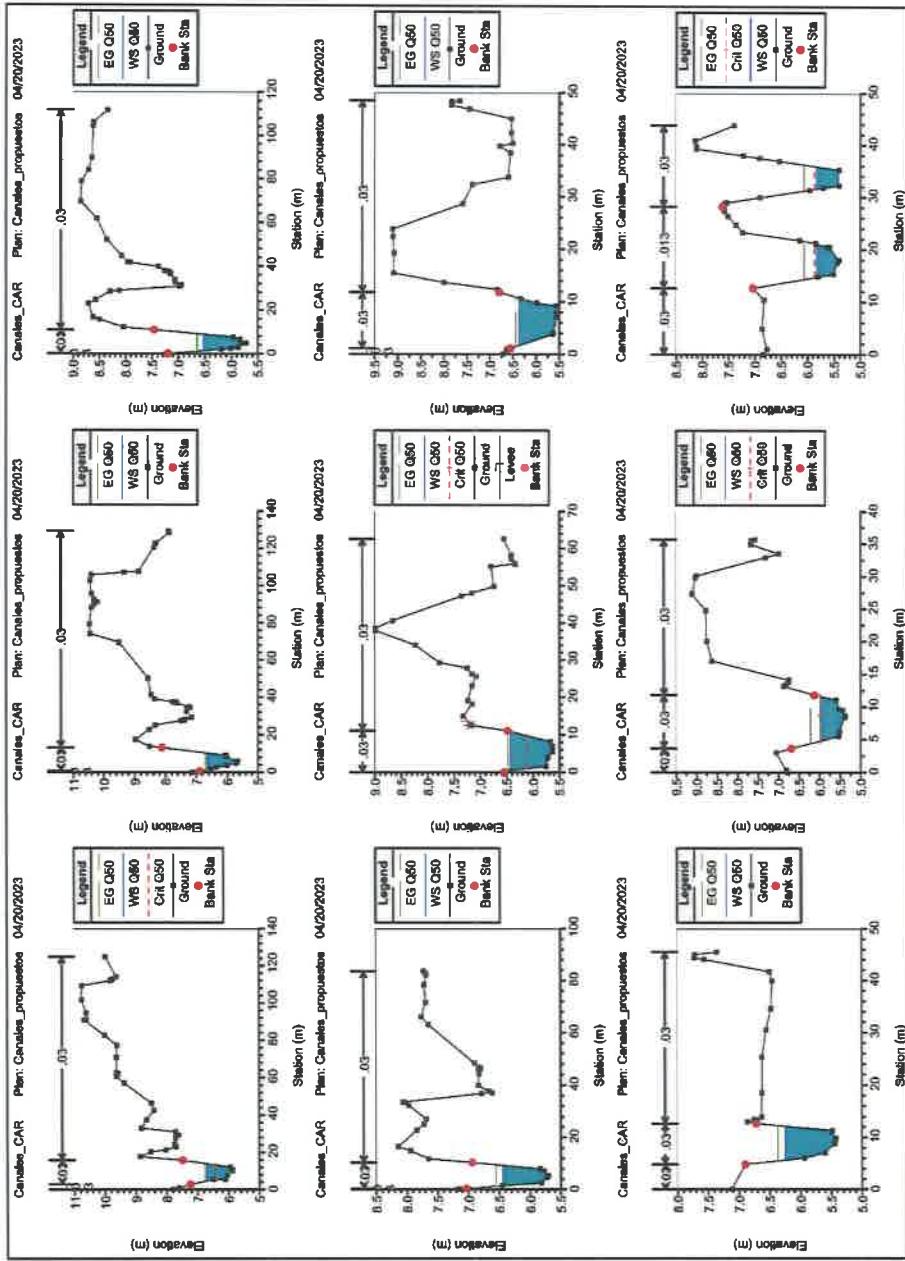
CANAL No.3 PROYECTADO





CANAL No.4 EXISTENTE





CONDICION EXISTENTE

Datos de Salida del Modelo

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Canal_01	1176.88	Q50	19.37	11.25	12.75	12.75	13.09	0.019569	2.57	7.72	12.07	1.00
Canal_01	1165.93	Q50	19.37	11.10	12.55	12.64	12.87	0.018538	2.93	11.14	29.68	0.97
Canal_01	1150	Q50	19.37	10.89	12.30	12.43	12.62	0.013887	2.72	11.05	33.22	0.89
Canal_01	1127.49	Q50	19.37	10.65	12.37	11.99	12.42	0.002008	1.21	27.85	54.12	0.36
Canal_01	1100	Q50	19.37	10.49	12.36		12.38	0.000837	0.81	40.48	66.49	0.23
Canal_01	1050	Q50	19.37	10.30	12.32		12.35	0.000569	0.73	36.01	46.53	0.20
Canal_01	999.98	Q50	19.37	10.06	12.23		12.30	0.001446	1.16	20.35	24.07	0.29
Canal_01	959.04	Q50	19.37	9.91	11.89	11.55	12.17	0.006937	2.42	10.41	17.03	0.63
Canal_01	924.89	Q50	19.37	9.66	11.48	11.48	11.85	0.012162	2.81	8.89	16.88	0.74
Canal_01	896.99	Q50	19.37	9.16	10.50	10.71	11.24	0.040426	3.82	5.16	7.87	1.43
Canal_01	881.91	Q50	19.37	8.77	10.84	10.23	10.99	0.003320	1.72	12.32	12.76	0.45
Canal_01	862.3	Q50	19.37	8.75	10.50	10.35	10.86	0.010719	2.71	7.74	8.03	0.79
Canal_01	839.49	Q50	19.37	8.44	10.59		10.68	0.002272	1.38	15.75	20.90	0.37
Canal_01	813.21	Q50	19.37	8.36	10.57		10.63	0.001307	1.09	25.28	49.98	0.29
Canal_01	781.37	Q50	19.37	8.20	10.54		10.59	0.001193	1.19	31.11	64.29	0.26
Canal_01	750	Q50	19.37	8.06	10.11	9.78	10.47	0.009953	2.71	8.20	11.97	0.68
Canal_01	713.69	Q50	19.37	8.13	9.86	9.52	10.12	0.008039	2.23	8.67	7.56	0.67
Canal_01	685.56	Q50	19.37	7.77	9.59	9.59	9.85	0.011530	2.42	11.26	25.73	0.74
Canal_01	658.32	Q50	19.37	7.54	9.07	8.77	9.18	0.004301	1.68	18.01	38.68	0.50
Canal_01	630.65	Q50	19.37	7.23	9.03		9.08	0.002260	1.19	30.87	71.71	0.35
Canal_01	600	Q50	19.37	6.95	8.86	8.27	8.98	0.003497	1.65	18.05	61.47	0.44
Canal_01	550	Q50	19.37	7.08	8.66	8.36	8.77	0.004928	1.58	18.29	65.98	0.52
Canal_01	489.89	Q50	19.37	6.81	8.69		8.69	0.000303	0.43	61.37	93.08	0.14
Canal_01	443.97	Q50	31.62	6.47	8.63		8.66	0.001075	1.04	58.52	82.09	0.27
Canal_01	400	Q50	31.62	6.09	8.53	8.13	8.60	0.001945	1.46	48.40	98.26	0.35
Canal_01	350	Q50	31.62	5.98	8.22	8.19	8.41	0.008363	2.24	24.14	60.76	0.67
Canal_01	288.98	Q50	31.62	5.79	8.23		8.25	0.000693	0.85	82.81	142.95	0.21
Canal_01	250	Q50	31.62	5.73	8.23		8.23	0.000234	0.39	129.63	173.25	0.12
Canal_01	200	Q50	31.62	5.56	8.22		8.22	0.000268	0.44	130.48	168.84	0.12
Canal_01	150	Q50	31.62	5.22	8.21		8.21	0.000152	0.42	159.64	192.72	0.10
Canal_01	100	Q50	31.62	5.03	8.20		8.21	0.000074	0.28	213.38	223.88	0.07
Canal_01	50	Q50	31.62	5.00	8.20		8.20	0.000085	0.29	191.94	178.30	0.07
Canal_01	13.88	Q50	31.62	5.21	8.20		8.20	0.000011	0.15	308.77	172.37	0.03
Canal_01	3.44	Q50	45.40	5.34	8.08		8.19	0.001480	1.48	31.37	14.38	0.30
Canal_01	0	Q50	45.40	5.38	7.92	7.13	8.17	0.004502	2.19	20.88	11.73	0.49

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Canal_02	255.2	Q50	6.13	9.73	10.66	10.54	10.81	0.012394	1.73	3.55	6.37	0.74
Canal_02	234.16	Q50	6.13	9.31	10.25	10.25	10.46	0.023016	2.04	3.04	7.47	1.01
Canal_02	212.31	Q50	6.13	8.81	9.64	9.67	9.89	0.028949	2.25	2.75	6.81	1.12
Canal_02	188.43	Q50	6.13	7.97	9.26	9.02	9.36	0.006177	1.42	4.43	8.30	0.55
Canal_02	165.78	Q50	6.13	7.92	8.97		9.17	0.011570	1.98	3.10	3.97	0.71
Canal_02	139.21	Q50	6.13	7.72	8.78		8.91	0.006960	1.60	3.94	7.32	0.59
Canal_02	116.08	Q50	6.13	7.61	8.72		8.77	0.003718	0.97	7.50	24.22	0.42
Canal_02	83.28	Q50	6.13	7.33	8.36	8.36	8.54	0.015329	2.00	4.00	11.64	0.84
Canal_02	55.79	Q50	6.13	7.15	8.04	7.92	8.11	0.008809	1.22	5.11	23.37	0.63
Canal_02	14.96	Q50	6.13	6.70	7.63	7.42	7.76	0.008007	1.62	4.46	21.72	0.62

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Canal_03	345.48	Q50	6.51	5.96	6.81	6.49	6.87	0.003544	1.08	6.03	9.21	0.43
Canal_03	332.42	Q50	6.51	5.72	6.78		6.83	0.002434	0.95	6.84	9.74	0.36
Canal_03	292.82	Q50	6.51	5.74	6.59		6.68	0.005775	1.36	4.81	7.61	0.54
Canal_03	262.5	Q50	6.51	5.63	6.53		6.57	0.001875	0.85	7.69	11.45	0.32
Canal_03	231.16	Q50	6.51	5.48	6.43		6.49	0.003057	1.10	5.97	8.69	0.40
Canal_03	198.52	Q50	6.51	5.38	6.30		6.37	0.004431	1.24	5.27	7.75	0.48
Canal_03	162.69	Q50	6.51	5.33	6.21		6.25	0.002385	0.88	7.52	19.36	0.35
Canal_03	125.57	Q50	6.51	5.27	6.23		6.23	0.000081	0.14	45.73	89.69	0.06
Canal_03	88.43	Q50	6.51	5.15	6.22		6.22	0.000528	0.27	25.22	100.56	0.15
Canal_03	69.25	Q50	6.51	5.16	6.17		6.20	0.002799	0.84	10.11	49.04	0.37
Canal_03	45.24	Q50	6.51	5.24	6.13		6.14	0.001670	0.53	14.73	52.61	0.27
Canal_03	23.02	Q50	6.51	5.06	6.02		6.08	0.005571	1.12	7.60	20.32	0.52
Canal_03	8.33	Q50	6.51	5.29	6.00	5.69	6.02	0.002001	0.72	9.03	15.99	0.31

CONDICION PROYECTADA

Datos de Salida del Modelo

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
canal descarga 1	1060	Q50	18.24	10.34	12.10		12.12	0.000353	0.75	34.19	44.95	0.20
canal descarga 1	1040	Q50	18.24	10.26	12.09	11.46	12.11	0.000353	0.81	32.05	37.51	0.20
canal descarga 1	1020	Q50	18.24	10.11	12.07	11.37	12.10	0.000427	0.96	26.81	27.60	0.22
canal descarga 1	1000	Q50	18.24	10.05	12.03	11.49	12.09	0.000892	1.42	18.46	19.29	0.33
canal descarga 1	980	Q50	18.24	9.94	11.96		12.06	0.001404	1.74	15.41	22.34	0.41
canal descarga 1	960	Q50	18.24	9.88	11.80		12.01	0.002658	2.23	11.25	19.39	0.55
canal descarga 1	940	Q50	18.24	9.83	11.76	11.36	11.95	0.003237	2.04	10.88	17.64	0.53
canal descarga 1	920	Q50	18.24	9.63	11.26	11.26	11.81	0.008515	3.37	5.82	5.57	0.93
canal descarga 1	900	Q50	18.24	9.37	10.49	10.80	11.47	0.034782	4.36	4.18	6.56	1.75
canal descarga 1	880	Q50	18.24	8.93	10.57	10.00	10.68	0.001846	1.46	12.46	10.53	0.43
canal descarga 1	860	Q50	18.24	8.80	10.39		10.62	0.003815	2.14	8.70	8.13	0.62
canal descarga 1	840	Q50	18.24	8.68	10.36	9.92	10.53	0.003089	1.86	9.82	8.91	0.56
canal descarga 1	820	Q50	18.24	8.39	10.34		10.47	0.001839	1.56	12.10	16.24	0.44
canal descarga 1	800	Q50	18.24	8.35	10.35	9.82	10.42	0.001346	1.33	18.28	36.79	0.38
canal descarga 1	780	Q50	18.24	8.18	10.34	9.93	10.40	0.000999	1.31	20.56	32.62	0.31
canal descarga 1	760	Q50	18.24	8.23	10.31	9.61	10.38	0.000984	1.29	19.80	29.69	0.31
canal descarga 1	740	Q50	18.24	8.09	10.00	10.00	10.31	0.006101	2.71	8.53	13.80	0.67
canal descarga 1	720	Q50	18.24	8.04	9.89	9.46	10.10	0.004001	2.07	9.36	12.53	0.61
canal descarga 1	700	Q50	18.24	8.13	9.48	9.48	9.95	0.010926	3.05	5.98	6.41	1.01
canal descarga 1	680	Q50	18.24	6.78	7.28	7.77	9.29	0.110894	6.28	2.90	6.51	3.00
canal descarga 1	660	Q50	18.24	6.72	7.34	7.71	8.58	0.010116	4.94	3.69	6.85	2.15
canal descarga 1	640	Q50	18.24	6.66	7.34	7.65	8.34	0.007307	4.43	4.12	7.05	1.85
canal descarga 1	620	Q50	18.24	6.60	7.91	7.59	8.12	0.000679	2.02	9.17	8.95	0.62
canal descarga 1	600	Q50	18.24	6.54	7.92		8.10	0.000606	1.87	9.77	9.15	0.58
canal descarga 1	580	Q50	18.24	6.48	7.92	7.48	8.08	0.000518	1.77	10.33	9.33	0.54
canal descarga 1	560	Q50	18.24	6.42	7.93	7.42	8.07	0.000445	1.67	10.91	9.51	0.50
canal descarga 1	540	Q50	18.24	6.36	7.93	7.36	8.06	0.000385	1.59	11.49	9.69	0.47
canal descarga 1	520	Q50	18.24	6.31	7.93	7.30	8.04	0.000335	1.51	12.07	9.87	0.44
canal descarga 1	500	Q50	18.24	6.25	7.93	7.24	8.04	0.000293	1.44	12.67	10.05	0.41
canal descarga 1	480	Q50	18.24	6.19	7.93	7.18	8.03	0.000257	1.37	13.28	10.23	0.38
canal descarga 1	460	Q50	18.24	6.13	7.99	6.66	8.00	0.000031	0.56	32.48	20.37	0.14
canal descarga 1	440	Q50	33.17	6.07	7.70	7.29	7.97	0.000696	2.30	14.40	10.61	0.63
canal descarga 1	420	Q50	33.17	6.01	7.69	7.26	7.96	0.000671	2.28	14.52	10.48	0.62
canal descarga 1	400	Q50	33.17	5.95	7.70	7.19	7.94	0.000583	2.17	15.29	10.74	0.58
canal descarga 1	380	Q50	33.17	5.90	7.70	7.13	7.92	0.000520	2.08	15.95	10.92	0.55
canal descarga 1	360	Q50	33.17	5.84	7.70	7.08	7.91	0.000463	2.00	16.63	11.10	0.52
canal descarga 1	340	Q50	33.17	5.78	7.71	7.02	7.89	0.000414	1.92	17.31	11.29	0.49
canal descarga 1	320	Q50	33.17	5.72	7.71	6.96	7.88	0.000372	1.84	18.00	11.47	0.47
canal descarga 1	300	Q50	33.17	5.66	7.71	6.90	7.87	0.000334	1.77	18.71	11.65	0.45
canal descarga 1	280	Q50	33.17	5.60	7.71	6.84	7.86	0.000302	1.71	19.41	11.83	0.43
canal descarga 1	260	Q50	33.17	5.54	7.71	6.78	7.85	0.000274	1.65	20.13	12.01	0.41
canal descarga 1	240	Q50	33.17	5.48	7.71	6.72	7.84	0.000248	1.59	20.86	12.19	0.39
canal descarga 1	220	Q50	33.17	5.42	7.72	6.66	7.84	0.000225	1.54	21.60	12.37	0.37
canal descarga 1	200	Q50	33.17	5.37	7.72	6.60	7.83	0.000205	1.48	22.35	12.55	0.36
canal descarga 1	180	Q50	33.17	5.31	7.72	6.54	7.82	0.000188	1.44	23.11	12.73	0.34
canal descarga 1	160	Q50	33.17	5.25	7.72	6.49	7.82	0.000172	1.39	23.87	12.91	0.33
canal descarga 1	140	Q50	33.17	5.19	7.72	6.43	7.81	0.000157	1.35	24.65	13.09	0.31
canal descarga 1	120	Q50	33.17	5.13	7.72	6.37	7.81	0.000144	1.30	25.44	13.27	0.30
canal descarga 1	100	Q50	33.17	5.07	7.72	6.31	7.80	0.000133	1.26	26.24	13.45	0.29
canal descarga 1	80	Q50	33.17	5.01	7.72	6.25	7.80	0.000123	1.23	26.92	13.57	0.28
canal descarga 1	60	Q50	33.17	4.95	7.72	6.19	7.80	0.000113	1.19	27.86	13.81	0.27
canal descarga 1	40	Q50	33.17	4.90	7.72	6.13	7.79	0.000104	1.16	28.69	13.99	0.26
canal descarga 1	20	Q50	33.17	5.01	7.75	5.91	7.78	0.000031	0.67	49.58	24.22	0.15
canal descarga 1	6	Q50	48.20	5.33	7.59	6.71	7.76	0.000334	1.84	26.18	15.49	0.45
canal descarga 1	2	Q50	48.20	5.39	7.01	7.01	7.71	0.001945	3.70	13.04	9.49	1.01

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
canal descarga 2	280	Q50	8.19	10.09	10.90	10.90	11.09	0.013102	2.20	4.24	11.16	0.85
canal descarga 2	260	Q50	8.19	9.76	10.32	10.48	10.85	0.008843	3.40	3.05	11.55	1.88
canal descarga 2	240	Q50	8.19	9.06	9.58	9.88	10.57	0.015721	4.40	1.86	5.58	2.43
canal descarga 2	220	Q50	8.19	8.47	9.02	9.29	10.16	0.024883	4.74	1.73	6.88	3.02
canal descarga 2	200	Q50	8.19	7.96	8.63	8.99	9.82	0.012162	4.84	1.69	3.31	2.16
canal descarga 2	180	Q50	8.19	7.83	8.41	8.76	9.57	0.012242	4.76	1.72	3.64	2.21
canal descarga 2	160	Q50	8.19	7.65	8.19	8.52	9.31	0.012322	4.68	1.75	3.93	2.24
canal descarga 2	140	Q50	8.19	7.44	7.91	8.23	9.04	0.014168	4.72	1.73	4.40	2.40
canal descarga 2	120	Q50	8.19	7.26	7.76	8.05	8.75	0.011500	4.39	1.86	4.49	2.18
canal descarga 2	100	Q50	8.19	7.00	7.49	7.79	8.51	0.012018	4.46	1.84	4.47	2.22
canal descarga 2	80	Q50	8.19	6.73	7.21	7.52	8.26	0.012496	4.52	1.81	4.46	2.26
canal descarga 2	60	Q50	8.19	6.46	6.94	7.25	8.00	0.012843	4.56	1.79	4.44	2.29
canal descarga 2	40	Q50	8.19	6.22	6.71	7.01	7.74	0.012297	4.50	1.82	4.47	2.25

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
canal descarga 3	360	Q50	5.91	5.71	6.63	6.37	6.74	0.000664	1.47	4.02	5.76	0.56
canal descarga 3	340	Q50	5.91	5.61	6.64	6.26	6.72	0.000439	1.27	4.67	6.08	0.46
canal descarga 3	320	Q50	5.91	5.51	6.65	6.17	6.71	0.000304	1.11	5.33	6.40	0.39
canal descarga 3	300	Q50	5.91	5.41	6.65	6.07	6.70	0.000218	0.98	6.01	6.71	0.33
canal descarga 3	280	Q50	14.95	5.16	6.55	6.05	6.68	0.000447	1.62	9.25	8.05	0.48
canal descarga 3	260	Q50	14.95	5.06	6.41	6.18	6.66	0.000989	2.20	6.81	7.06	0.71
canal descarga 3	240	Q50	14.95	5.04	6.39	6.16	6.64	0.000993	2.20	6.80	7.06	0.72
canal descarga 3	220	Q50	14.95	5.02	6.37	6.14	6.62	0.000992	2.20	6.80	7.06	0.71
canal descarga 3	200	Q50	14.95	5.00	6.35	6.12	6.60	0.000992	2.20	6.80	7.06	0.71
canal descarga 3	180	Q50	14.95	4.98	6.33	6.10	6.58	0.000992	2.20	6.80	7.06	0.71
canal descarga 3	160	Q50	14.95	4.96	6.31	6.08	6.56	0.000999	2.20	6.78	7.05	0.72
canal descarga 3	140	Q50	14.95	4.94	6.29	6.06	6.54	0.000997	2.20	6.79	7.05	0.72
canal descarga 3	120	Q50	14.95	4.92	6.27	6.04	6.52	0.000996	2.20	6.79	7.05	0.72
canal descarga 3	100	Q50	14.95	4.90	6.25	6.02	6.50	0.000996	2.20	6.79	7.05	0.72
canal descarga 3	80	Q50	14.95	4.88	6.23		6.48	0.000998	2.20	6.79	7.05	0.72
canal descarga 3	60	Q50	14.95	4.86	6.21		6.46	0.000999	2.20	6.79	7.05	0.72
canal descarga 3	40	Q50	14.95	4.84	6.19		6.44	0.001000	2.20	6.78	7.05	0.72
canal descarga 3	20	Q50	14.95	4.82	6.17	5.94	6.42	0.001002	2.21	6.78	7.05	0.72

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
canal descarga 4	180	Q50	6.51	5.87	6.71	6.43	6.78	0.002535	1.16	5.62	9.38	0.48
canal descarga 4	160	Q50	6.51	5.67	6.65		6.72	0.002695	1.22	5.36	8.81	0.50
canal descarga 4	140	Q50	6.51	5.72	6.53		6.65	0.004864	1.54	4.22	7.54	0.66
canal descarga 4	120	Q50	6.51	5.70	6.45		6.55	0.004055	1.43	4.54	7.87	0.60
canal descarga 4	100	Q50	6.51	5.63	6.43	6.12	6.49	0.001903	1.02	6.37	10.50	0.42
canal descarga 4	80	Q50	6.51	5.54	6.37		6.44	0.002436	1.16	5.60	9.06	0.47
canal descarga 4	60	Q50	6.51	5.42	6.24		6.37	0.004579	1.59	4.11	6.49	0.64
canal descarga 4	40	Q50	6.51	5.38	5.99	5.99	6.22	0.012320	2.12	3.08	6.82	1.01
canal descarga 4	20	Q50	6.51	5.41	5.83	5.87	6.07	0.004980	2.46	3.47	10.49	1.40
canal descarga 4	12	Q50	6.51	5.37	5.72	5.80	6.02	0.006567	2.67	3.16	10.47	1.57

References

Giroud, J., Plusquellec, H., & Blond, E. (2023). Design of canals lined with geomembranes. *E3S Web of Conferences*, 368, 1001.
10.1051/e3sconf/202336801001

MOP. (2021). *MANUAL DE REQUISITOS PARA LA REVISIÓN DE PLANOS (Tercera edición)*



MODIFICACION AL PROYECTO CATEGORÍA I

Estudio, Diseño, Construcción, Equipamiento y Financiamiento del Centro de Alto Rendimiento del Deporte Panameño, aprobado mediante resolución DRPM-SEIA-147-2022, DEL 21 DE NOVIEMBRE DE 2022.



Monitoreo de la calidad de agua



REPORTE DE MUESTREO Y ANÁLISIS DE AGUAS SUPERFICIALES

CONSORCIO DEPORTE PANAMEÑO Llano Bonito, Ave. José Arango, Juan Diaz

FECHA DE MUESTREO: 15 de mayo de 2024

FECHA DE ANÁLISIS: Del 15 al 21 de mayo de 2024

NÚMERO DE INFORME: 2024-198-111-001v1

NÚMERO DE PROPUESTA: 2024-198-001v0

REDACTADO POR: Ing. Yoeli Romero

REVISADO POR: Licdo. Alexander Polo



CIENCIAS BIOLÓGICAS
Elkjaer A. Gonzalez O.
C.T. Idoneidad N° 1559



Alexander Polo Aparicio
Químico
Ced 8-459-582 Idoneidad No. 0266

Contenido	Página
Sección 1: Datos generales de la empresa	3
Sección 2: Método de medición	3
Sección 3: Resultado de Análisis de la Muestra	4
Sección 4: Conclusiones	5
Sección 5: Equipo técnico	5
ANEXO 1: Fotografía del muestreo	6
ANEXO 2: Cadena de Custodia del Muestreo	7

Sección 1: Datos generales de la empresa

Empresa	Consorcio Deporte Panameño
Proyecto	Muestreo y análisis de aguas superficiales
Dirección	Llano Bonito, Ave. José Arango, Juan Diaz
Contacto	Licda. Yanilka Bustos
Fecha de Recepción de la Muestra	15 de mayo de 2024

Sección 2: Método de medición

Norma aplicable	Decreto Ejecutivo No.75 del 4 de junio de 2008, por el cual se dicta la norma primaria para uso recreativo con y sin contacto directo.
Método:	Ver sección 3 de resultados en la columna referente a los métodos utilizados.
Procedimiento técnico	PT-35 Procedimiento de Muestreo de Aguas
Condiciones Ambientales durante el muestreo	Ver Anexo 2 (Observaciones)

Sección 3: Resultado de Análisis de la Muestra

Identificación de la Muestra	04200-24
Nombre de la Muestra	Canal 1, tam 3
Coordinadas	17P 669082 UTM 998652

PARÁMETRO	SÍMBOLO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADO	INCERTIDUMBRE	L.M.C.	LÍMITE MÁXIMO
Aceites y Grasas	AyG	mg/L	SM 5520 B	1,40	± 0,09	1,40	< 10,00
Coliformes Fecales	C.F.	UFC/100 mL	SM 9220 D	100,00	± 0,02	1,00	< 250,00
Coliformes Totales	C.T.	UFC/100 mL	SM 9223 B	> 241 960,00	(*)	1,00	N.A.
Conductividad Eléctrica	C.E.	µS/cm	SM 2510 B	311,20	± 0,06	0,90	N.A.
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO ₅	mg/L	SM 5210 B	5,90	± 0,02	1,00	< 3,00
Oxígeno Disuelto**	OD	mg/L	SM 4500 O G	10,51	± 0,05	2,00	> 7,00
Potencial de Hidrógeno	pH	UpH	SM 4500 H ⁺ B	8,40	± 0,02	0,10	6,50 – 8,50
Sólidos Suspendidos Totales	S.S.T.	mg/L	SM 2540 D	< 7,00	(*)	7,00	< 50,00
Temperatura	°T	°C	SM 2550 B	33,40	± 0,02	-20,00	± 3,00°C
Turbiedad	UNT	UNT	SM 2130 B	3,08	± 0,03	0,07	< 50,00

Notas:

- Los parámetros que están dentro del alcance de la acreditación para los análisis los puede ubicar en nuestra resolución de aprobación por parte del Consejo Nacional de Acreditación, en la siguiente dirección: <https://envirolabonline.com/nuestra-empresa/>
- La incertidumbre reportada corresponde a un nivel de confianza del 95% (K=2).
- L.M.C.: Límite mínimo de cuantificación.
- N.A: No Aplica.
- N.M.: No medido.
- (*) Incertidumbre no calculada
- ** Parámetros que no están dentro del alcance de acreditación
- La(s) muestra(s) se mantendrá(n) en custodia por diez (10) días calendario luego de la recepción de este reporte por parte del cliente, concluido este período se desechará(n). Se considera dentro de los diez días calendario, los tiempos de preservación de cada parámetro (de acuerdo al método de análisis aplicado).
- Los resultados presentados en este documento solo corresponden a la(s) muestra(s) analizada(s).
- Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización escrita de ENVIROLAB, S.A.

Sección 4: Conclusiones

1. Se realizó el muestreo y análisis de una (1) muestra de agua superficial.
2. Para la muestra (04200-24) uno (1) de los parámetros está fuera del límite permitido en el Decreto Ejecutivo No.75 del 4 de junio de 2008, por el cual se dicta la norma primaria para uso recreativo con y sin contacto directo.

Sección 5: Equipo técnico

Nombre	Cargo	Identificación
Candelario Sánchez	Técnico de Campo	8-773-187

ANEXO 1: Fotografía del muestreo



ANEXO 2: Cadena de Custodia del Muestreo

CADENA DE CUSTODIA													
			PT-38-05 v.5 Tel: 271-7253 / 523-7522 Email: correo@envirolab.com.co www.envirolab.com.co										
			Nº 954			CNA							
NOMBRE DEL CLIENTE: CONSORCIO DEPORTE PAVIMENTO PROYECTO: NUESTRA SIMPLE ASEP DIRECCIÓN: CLANZO BONITO RESPONSABLE DEL PROYECTO: JNG. VANILCA BUSTOS			Sección A Tipo de Muestra 1. Agua residual 2. Agua superficial 3. Agua salina 4. Agua potable 5. Agua subterránea 6. Sedimento 7. Suelo 8. Lodos 9. Alimentos 10. Otras			Sección B Tipo de Muestra 1. Agua residual 2. Agua superficial 3. Agua salina 4. Agua potable 5. Agua subterránea 6. Sedimento 7. Suelo 8. Lodos 9. Alimentos 10. Otras			Sección C Área Receptora 1. Natural 2. Alcanillado 3. Suelo 4. Otras				
S	Identificación de la muestra	Fecha del muestreo	Hora de muestreo	Nº de muestra	Datos de campo				A	B	C	Análisis a realizar	
					T _H	T _{FC}	TN [mg/l]	Cloro residual [mg/l]					Conductividad [µmho]
1	CAÑAL 1 TRAMO 3	2024/05/15T:00440	5	8:40 35,4	-	-	-	10.51	-	S	2	%	TP 669002 EN 99.8652
Observaciones: Cielo Nublado												Temperatura de preservación de la muestra	
Entregado por: <i>Carolina Gómez</i>		Fecha: 2024/05/15		Hora: 12:15 P.M.		Nº de plan de muestreo: 202405-704							
Recibido por: <i>Alison Ramírez</i>		Fecha: 2024/05/15		Hora: 12:45 P.M.		Muestreador (firmar): <i>Carolina</i>							

--- FIN DEL DOCUMENTO ---

**EnviroLab S.A., sólo se hace responsable por los resultados de los puntos monitoreados y descritos en este informe.

POG

MODIFICACION AL PROYECTO CATEGORÍA I

Estudio, Diseño, Construcción, Equipamiento y Financiamiento del Centro de Alto Rendimiento del Deporte Panameño, aprobado mediante resolución DRPM-SEIA-147-2022, DEL 21 DE NOVIEMBRE DE 2022.



Copia de cédula del Representante Legal

POB



REPÚBLICA DE PANAMÁ
TRIBUNAL ELECTORAL

Miguel Angel
Ordoñez Paredes

NOMBRE USUAL
FECHA DE NACIMIENTO 10-NOV-1983
LUGAR DE NACIMIENTO PANAMA, PANAMA
SEXO M TIPO DE SANGRE
EXPEDIDA 16-MAR-2022 EXPIRA 16-MAR-2037



8-770-969



16-03-2022

TE TRIBUNAL
ELECTORAL

DIRECCIÓN NACIONAL DE AFILIACIÓN



8-770-969



11888N0020



Yo, Gabriel E. Fernández de Marco, Notario Público Décimo del Circuito
de la Provincia de Panamá, con Cédula de Identidad No. 8-731-2200

CERTIFICO:

Que he colejado detenida y minuciosamente esta copia fotostática de su
original por lo que la he encontrado en todo conforme.

05 SEP 2024

Panamá

Lic. Gabriel E. Fernández de Marco
Notario Público Décimo



401281566



IDPANA012815669<<<<<<<<<<<<
6902254M3806292PAN<<<<<<<<<<<2
ABADIA<HENNE<<FELIX<GUILLERMO<



Yo, Gabriel E. Fernández de Marco. Notario Público Décimo del Circuito de la Provincia de Panamá, con Cédula de Identidad No. 8-731-2200

CERTIFICO:

Que he colejado detenida y minuciosamente esta copia fotostática con su original por lo que la he encontrado en todo conforme.

23 SEP 2024

Panamá

Lic. Gabriel E. Fernández de Marco
Notario Público Décimo



Ministerio de Ambiente

No.



R.U.C.: 8-NT-2-5498 D.V.: 75

77049

Dirección de Administración y Finanzas

Recibo de Cobro

Información General

<u>Hemos Recibido De</u>	PANDEPORTES (INSTITUTO PANAMEÑO DE DEPORTES) / 8 NT-1-12501 DV-53	<u>Fecha del Recibo</u>	2024-9-23
<u>Administración Regional</u>	Dirección Regional MiAMBIENTE Panamá Metro	<u>Guia / P. Aprov.</u>	
<u>Agencia / Parque</u>	Ventanilla Tesorería	<u>Tipo de Cliente</u>	Contado
<u>Efectivo / Cheque</u>		<u>No. de Cheque</u>	
	Slip de deposito No.		B/. 175.00
	Slip de deposito No.		B/. 3.00
<u>La Suma De</u>	CIENTO SETENTA Y OCHO BALBOAS CON 00/100		B/. 178.00

Detalle de las Actividades

Cantidad	Unidad	Cód. Act.	Actividad	Precio Unitario	Precio Total
1		1.3.2.1	Evaluaciones de Estudios Ambientales, Categoría	B/. 175.00	B/. 175.00
1		3.5	Paz y Salvo	B/. 3.00	B/. 3.00
Monto Total					B/. 178.00

Observaciones

CANCELAR MODIFICACION EST. DE IMPACTO AMBIENTAL CAT.I Y PAZ Y SALVO

Dia	Mes	Año	Hora
23	09	2024	01:19:09 PM

Firma


Nombre del Cajero Edma Tuñon



IMP 1

810

GOBIERNO NACIONAL
★ CON PASO FIRME ★
MINISTERIO DE AMBIENTE

REPÚBLICA DE PANAMÁ
MINISTERIO DE AMBIENTE
Dirección de Administración y Finanzas

Certificado de Paz y Salvo

Nº 249949

Fecha de Emisión:

15	01	2025
(día / mes / año)		

Fecha de Válidez:

14	02	2025
(día / mes / año)		

La Dirección de Administración y Finanzas, certifica que la Empresa:

INSTITUTO PANAMEÑO DE DEPORTES

Representante Legal:

MIGUEL ORDOÑEZ

Inscrita

8 NT-1-12301

Se encuentra PAZ y SALVO, con el Ministerio del Ambiente, a la
fecha de expedición de esta certificación.

Certificación, válida por 30 días



Jefe de la Sección de Tesorería.



MODIFICACION AL PROYECTO CATEGORÍA I

Estudio, Diseño, Construcción, Equipamiento y Financiamiento del Centro de Alto Rendimiento del Deporte Panameño, aprobado mediante resolución DRPM-SEIA-147-2022, DEL 21 DE NOVIEMBRE DE 2022.

PRM



Vigencia Ambiental



DIRECCIÓN REGIONAL DE PANAMÁ METROPOLITANA

Edificio 501, Ave. Ascanio Villalaz
Altos de Curundú, Ancón, Panamá

Panamá, 07 de enero de 2025
DRPM-032-2025

Ingeniero
ERICK MARTINEZ
Gerente de Proyecto
Consorcio Deporte Panameño
E. S. D

Respetado Ing. Martínez:

En respuesta a su solicitud mediante nota No.1373-DG-DAI-2024, remitida a la Dirección Regional de Panamá Metropolitana del Ministerio de Ambiente concerniente a certificación de vigencia del Estudio de Impacto Ambiental Cat I, del proyecto denominado **“ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO Y FINANCIAMIENTO DEL CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO DEL DEPORTE PANAMEÑO”** aprobado mediante la Resolución DRPM-SEIA-147-2022 de 21 de noviembre de 2022.

Le informamos que una vez realizada inspección de campo se elevó consulta a la Dirección de Verificación del Desempeño Ambiental sobre el criterio de vigencia del mismo, en base a Informe Técnico N°023-2024 de inspección realizada el 14 de mayo de 2024, informándonos mediante memorando DIVEDA-DCVCA-357-2024 fechado 04 de junio de 2024, que el proyecto en mención se encuentra vigente.

Adicional, le recordamos que las medidas del instrumento de gestión ambiental de la Resolución de aprobación y de las normativas ambientales que apliquen a la actividad, son de estricto cumplimiento, tal cual se menciona el Artículo 15, del texto único de la Ley 41 del 01 de julio de 1998, señala en su Artículo 107: *“El incumplimiento de las normativas de calidad ambiental, del Estudio de Impacto Ambiental, a su Plan de Manejo Ambiental a su resolución de aprobación, del programa de adecuación y manejo ambiental, de la presente Ley, las leyes y demás normas complementarias constituyen infracción administrativa. Dicha infracción será sancionada por el Ministerio de Ambiente con amonestación escrita y/o suspensión temporal o definitiva de la empresa y/o multa, según sea el caso y gravedad de la infracción, sin prejuicio de las sanciones principales dispuestas en las normas complementarias existentes”*.



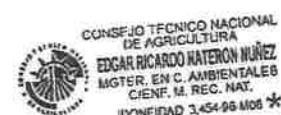
(P3)

Cualquier adición o modificación al proyecto, que no esté incluida en el Estudio de Impacto Ambiental aprobado, deberá cumplir con la normativa ambiental que rige el proceso de Evaluación de Estudio de Impacto Ambiental, siendo presentada y evaluada por el Ministerio de Ambiente.

Destacamos que la presente nota no exime al promotor y sus contratistas del cumplimiento de las normativas, procedimientos, permisos, autorizaciones o cualquier otro trámite que aplique a la calidad frente al Ministerio de Ambiente u otras autoridades e instituciones con competencia en el proyecto aprobado. Ministerio de Ambiente se reserva el derecho de realizar inspecciones ambientales cuando así considere necesario.

Atentamente,


EDGAR R. NATERON N.
Director Regional, encargado





EN/Ed/ma

PLF

MODIFICACION AL PROYECTO CATEGORÍA I

Estudio, Diseño, Construcción, Equipamiento y Financiamiento del Centro de Alto Rendimiento del Deporte Panameño, aprobado mediante resolución DRPM-SEIA-147-2022, DEL 21 DE NOVIEMBRE DE 2022.



Canales aprobados anteproyecto