

MINISTERIO DE SEGURIDAD PÚBLICA  
REPÚBLICA DE COSTA RICA  
**ESTUDIO DE HIDROLOGÍA BÁSICA DEL CAUCE DE AGUA DE LA MICROCUENCA EN  
QUE SE LOCALIZA EL ÁREA DE PROYECTO**

**PROYECTO:**

DELEGACIÓN POLICIAL CANTONAL DE JACÓ

**LOCALIZACIÓN**

PROVINCIA: PUNTARENAS

CANTÓN: GARABITO

DISTRITO: JACÓ

**DESARROLLADOR**

MINISTERIO DE SEGURIDAD PÚBLICA, REPÚBLICA DE COSTA RICA

**ESTUDIO A CARGO DE**



**PROFESIONAL RESPONSABLE:**

ING. JOSÉ PABLO PORRAS VELÁSQUEZ, DR. -ING.

CÉDULA: 1-0948-0740

COLEGIADO CFIA: IC-9300

CONSULTOR INDIVIDUAL SETENA: CI-301-12

VIGENCIA: 18 DE NOVIEMBRE DE 2022

**FECHA DE EMISIÓN**

28 DE ENERO DE 2021

2010C37-S-101-DOC-REV0

## PREFACIO

Participaron en la elaboración del presente informe los siguientes profesionales:

Ing. José Pablo Porras Velásquez, Dr.-Ing.  
Profesional Responsable  
Cédula 1-948-740  
Colegiado CFIA IC-9300  
Consultor Individual SETENA CI-301-12

Ing. María José Chacón Rodríguez  
Colegiado CFIA IC-22174

Control revisiones de documento					
Número de revisión	Fecha	Elaboró	Revisó	Aprobó	Descripción de cambios
0	28/01/21	P. Porras	P. Porras	P. Porras	Revisión de recomendaciones de niveles de implantación
0	20/11/20	M. Chacón / P. Porras	P. Porras	P. Porras	Versión final para entrega al Cliente

## RESPONSABILIDAD PROFESIONAL POR LA INFORMACIÓN APORTADA

El suscrito (a) José Pablo Porras Velásquez, portador de la cédula de identidad número 1-0948-0740, profesional en Ingeniería Civil Incorporado al Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica (CFIA), número de colegiado: IC-9300 consultor(a) inscrito(a) en la Secretaría Técnica Nacional Ambiental, según registro CI-301-12-SETENA, cuya vigencia se encuentra al día hasta el 18 de noviembre de 2022, manifiesto ser responsable directo de la información técnica científica que se aporta en el presente documento, la cual se elaboró para el proyecto denominado: Delegación Policial Cantonal de Jacó, el cual se desarrollará en el plano catastrado número: 6-2103252-2019, parte de la finca número: 6-223242-000.

En virtud de ello, someto el presente Estudio de Hidrología Básica del Cauce de Agua de la Microcuenca en que se localiza el AP, al conocimiento de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA), como autoridad en materia de Evaluación de Impacto Ambiental del Estado costarricense, con el objetivo que sea analizado y se constate que el mismo ha cumplido con los lineamientos técnicos y normativos establecidos. Tengo presente que en apego al artículo 5 del Decreto Ejecutivo 32712-MINAE, la información contenida en este estudio se presenta bajo el concepto de Declaración Jurada, a conocimiento y conciencia de que dicha información es actual y verdadera y que, en caso contrario, pueden derivarse consecuencias penales del hecho. Por lo cual, manifiesto que, de encontrarse alguna irregularidad en la información, seré responsable no sólo por esta falta, sino también por las consecuencias de decisión que a partir de la información suministrada pudiera incurrir la SETENA y el desarrollador.

Atentamente,

Ing. José Pablo Porras Velásquez, Dr.-Ing.  
Profesional Responsable  
Cédula 1-948-740  
Colegiado CFIA IC-9300  
Consultor Individual SETENA CI-301-12

## ÍNDICE

PREFACIO.....	I
RESPONSABILIDAD PROFESIONAL POR LA INFORMACIÓN APORTADA.....	II
ÍNDICE.....	III
<b>1. RESUMEN EJECUTIVO.....</b>	<b>1</b>
1.1 RESUMEN DE RESULTADOS .....	1
1.2 RESUMEN DE CONCLUSIONES TÉCNICAS .....	2
1.3 CONCLUSIÓN GENERAL SOBRE LA VIABILIDAD HIDROLÓGICA DEL TERRENO EN VIRTUD DE LA OBRA A DESARROLLAR.....	3
<b>2. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
2.1 DATOS SOBRE LA FINCA ESTUDIADA.....	4
2.2 COORDINACIÓN PROFESIONAL REALIZADA.....	4
2.3 OBJETIVOS.....	4
2.4 METODOLOGÍA .....	5
<b>3. SEGMENTO A: ANÁLISIS DE LA ESCORRENTÍA SUPERFICIAL EN EL ÁREA DE PROYECTO.....</b>	<b>6</b>
3.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	6
3.2 ESTIMACIÓN DE LA ESCORRENTÍA PARA LA CONDICIÓN BASE (SIN PROYECTO) .....	9
3.2.1 <i>Área de drenaje y coeficiente de escorrentía</i> .....	10
3.2.2 <i>Intensidad de la lluvia y tiempo de concentración</i> .....	11
3.2.3 <i>Cálculo de caudales máximos instantáneos</i> .....	16
3.3 ESTIMACIÓN DE LA ESCORRENTÍA PARA LA CONDICIÓN CON PROYECTO .....	16
3.3.1 <i>Área de drenaje y coeficiente de escorrentía</i> .....	18
3.3.2 <i>Intensidad de la lluvia y tiempo de concentración</i> .....	19
3.3.3 <i>Cálculo de caudales máximos instantáneos</i> .....	19
3.4 RESUMEN DE RESULTADOS .....	20
3.4.1 <i>Caudales aportados</i> .....	20
3.4.2 <i>Consecuencias para el cauce receptor</i> .....	20
<b>4. SEGMENTO B: ANÁLISIS HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA AMENAZA DE INUNDACIÓN.....</b>	<b>22</b>
4.1 CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCAS QUE TIENEN INFLUENCIA EN LA ZONA DEL PROYECTO .....	22
4.1.1 <i>Delimitación de la cuenca y caracterización morfométrica</i> .....	23
4.1.2 <i>Uso y cobertura del suelo</i> .....	26
4.1.3 <i>Caracterización climática regional</i> .....	28
4.1.4 <i>Condiciones del cauce de la quebrada Bonita y la quebrada sin nombre en el terreno en estudio</i> .....	36
4.2 ESTIMACIÓN DE CAUDALES DE DISEÑO .....	39
4.2.1 <i>Modelización hidrológica de la quebrada Bonita</i> .....	39
4.2.2 <i>Modelización hidrológica de la quebrada sin nombre</i> .....	47
4.3 MODELIZACIÓN HIDRÁULICA DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	54
4.3.1 <i>Modelización hidráulica en HEC-RAS</i> .....	54
4.3.2 <i>Estimación del coeficiente n de Manning</i> .....	56
4.3.3 <i>Modelo hidráulico de la quebrada Bonita</i> .....	60
4.3.4 <i>Resultados del modelo de HEC-RAS para la quebrada Bonita</i> .....	63
4.3.5 <i>Análisis de resultados hidráulicos para la quebrada Bonita</i> .....	65
4.3.6 <i>Modelo hidráulico de la quebrada sin nombre</i> .....	67
4.3.7 <i>Resultados del modelo de HEC-RAS para la quebrada sin nombre</i> .....	71

4.3.8	Análisis de resultados hidráulicos para la condición actual de la Quebrada sin nombre	74
4.3.9	Modelo hidráulico de la quebrada sin nombre considerando mejoras en las obras de los pasos de alcantarilla	74
4.3.10	Resultados del modelo de HEC-RAS para la quebrada sin nombre con la propuesta de mejora de los pasos de alcantarilla	76
4.3.11	Análisis de los resultados hidráulicos de las recomendaciones propuestas	79
<b>5.</b>	<b>EVALUACIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES HIDROLÓGICAS</b>	<b>80</b>
5.1	EVALUACIÓN DE RESULTADOS DEL SEGMENTO A	80
5.2	EVALUACIÓN DE RESULTADOS DEL SEGMENTO B	81
<b>6.</b>	<b>DISCUSIÓN SOBRE LOS GRADOS DE INCERTIDUMBRE Y ALCANCE DEL ESTUDIO</b>	<b>82</b>
6.1	APLICABILIDAD DE LOS RESULTADOS	82
6.2	TAREAS PENDIENTES PARA FASES POSTERIORES DEL PROYECTO	82
6.3	INCERTIDUMBRES NO RESUELTAS	82
6.4	CONCLUSIÓN GENERAL SOBRE LA VIABILIDAD HIDROLÓGICA DEL TERRENO EN VIRTUD DE LA OBRA A DESARROLLAR	83
<b>7.</b>	<b>REFERENCIAS</b>	<b>84</b>
<b>ANEXOS</b>		<b>86</b>

## 1. RESUMEN EJECUTIVO

Se analizó un terreno ubicado en el sector de Garabito, Puntarenas, donde se desarrollará la construcción de la delegación policial cantonal de Jacó, el cual cuenta con un área total de 7057 m<sup>2</sup>. Se evaluó la generación de escorrentía dentro del Área de Proyecto, para condiciones pre-desarrollo y post-desarrollo y su impacto sobre el cuerpo receptor, en específico para este caso un canal de drenaje afluente a la quebrada Bonita. Posteriormente se delimitó y caracterizó la cuenca hidrográfica de la quebrada Bonita, se estimaron caudales para diferentes períodos de retorno, se corrieron modelos hidráulicos unidimensionales para estimar niveles y extensión de la planicie de inundación y se evaluó la amenaza de inundación para el proyecto.

### 1.1 RESUMEN DE RESULTADOS

Los cálculos hidrológicos realizados para el desarrollo del Segmento A arrojaron los siguientes resultados:

- Considerando eventos de precipitación con períodos de retorno de entre 2 y 100 años, y duración de la lluvia igual al tiempo de concentración, el lote del proyecto genera caudales máximos de escorrentía superficial de entre 109 y 271 l/s para la condición base (sin proyecto).
- Estos caudales aumentarán a valores entre 164 y 386 l/s, según el período de retorno, una vez que se construya el proyecto, debido al aumento del coeficiente de escorrentía, producto de la impermeabilización parcial del terreno. Por lo tanto, la escorrentía generada en el AP experimentará un aumento de entre 55 y 115 l/s (51-42%) en los caudales desfogados al cuerpo receptor.
- El desfogue de las aguas pluviales del Proyecto se prevé que se realizará en el sistema pluvial de la urbanización en desarrollo. Como el lote del proyecto tiene colindancias con calle pública (con su respectivo cordón y caño y sistema pluvial) en los sectores norte y sur, se propone que, como parte del diseño final del Proyecto, se dividan las salidas de escorrentía pluvial en dos puntos, para distribuir el aporte de caudal de desfogue entre ambos puntos. Además, se debe verificar que las obras de desfogue pluvial de la urbanización, que están pendientes de construcción al momento de elaborar en presente estudio, tengan capacidad suficiente para evacuar de manera segura el caudal pico de escorrentía y transportar las aguas hacia la Quebrada sin nombre en su sector de canalización artificial.

En cuanto al “Segmento B”, se procedió a estimar caudales de creciente en el tramo de la quebrada/canal sin nombre que discurre en el lindero este del lote y para la quebrada Bonita, que se encuentra también en las cercanías del proyecto, mediante simulaciones precipitación-

escorrentía empleando el modelo del hidrograma unitario en el HEC-HMS. Los resultados obtenidos se resumen en el siguiente cuadro, los cuales corresponden a los picos de crecientes esperadas en las dos quebradas.

TR (años)	10	25	50	100
Caudal pico Queb. Sin nombre (m <sup>3</sup> /s) A=0.83 km <sup>2</sup>	12.30	15.70	18.40	22.10
Caudal pico Queb. Bonita (m <sup>3</sup> /s) A=9.33 km <sup>2</sup>	109.60	121.30	129.10	134.80

Una vez estimados los caudales, se procedió a realizar las simulaciones hidráulicas unidimensionales por medio del modelo HEC-RAS. A partir de los resultados de las simulaciones se determinó que el terreno donde se ubicará el proyecto no presenta potencial de inundación para los períodos de retorno analizados para el caso de la Quebrada Bonita. Para el caso de la Quebrada sin nombre canalizada, se presenta riesgo de inundación con la configuración actual de alcantarillas ubicadas en los pasos de las calles internas de la urbanización. Esto significa que, para poder desarrollar el terreno en estudio, se requieren modificaciones a las obras de paso de agua ubicadas en las calles tanto del sector norte como el sector sur del terreno del proyecto, con un cambio de configuración de múltiples alcantarillas circulares a un solo paso de sección rectangular tipo “box” de 4.0 m de ancho y 2.55 m de alto, además de un aumento del nivel de rasante de la calle interna del sector sur hasta llegar a la cota 7.4 msnm. La seguridad ante inundaciones del proyecto queda condicionada al cumplimiento de este requisito.

## 1.2 RESUMEN DE CONCLUSIONES TÉCNICAS

En cuanto a la generación de escorrentía en el terreno del AP, se concluye que se puede esperar un aumento de hasta un 51 % en el caudal de escurrimiento superficial proveniente del terreno a desarrollar, producto del cambio en la cobertura del suelo hacia un esquema con porcentajes mayores de impermeabilización. El efecto hidrológico es medio, debido al bajo porcentaje de impermeabilización (<50%) que supone el proyecto. Además, es un impacto esperado y previsto, debido a que el lote se encuentra dentro de una urbanización, la cual debió seguir los trámites y permisos definidos por ley. Los caudales de desfogue del proyecto, hacia el cuerpo receptor con el que colinda el terreno donde se encuentra, son de 164 y 386 l/s, según el período de retorno, una vez que se construya el proyecto.

El receptor del desfogue pluvial del proyecto será el sistema pluvial de la urbanización, que conducirá las aguas a desfogar finalmente en la canalización artificial de la quebrada sin nombre. Como se ha indicado, en el punto en que la finca desfoga en este cuerpo de agua, se define una microcuenca de 0.83 km<sup>2</sup>, con un área de drenaje más de 100 veces mayor al área del AP. Los resultados muestran que los caudales totales a desfogar representan apenas un 1.8%

del caudal pico de avenidas del cuerpo de agua receptor del desfogue y que el incremento representa un 1.8% de los picos de las avenidas. Por lo tanto, se puede concluir que el aporte generado por la descarga pluvial del AP es bajo comparado con los caudales asociados a una cuenca de este tamaño. Igualmente, debido a las grandes diferencias en los tiempos de concentración entre la cuenca de la quebrada sin nombre y el AP, se puede esperar que la concurrencia de picos de caudal generados en el AP y picos de creciente en la quebrada sin nombre sea improbable, por lo que el impacto del incremento de escorrentía superficial dentro del AP será prácticamente imperceptible para el cauce receptor.

En cuanto a la amenaza de inundación, a partir de los resultados de las simulaciones en la quebrada Bonita se determinó que el terreno donde se ubicará el proyecto no presenta potencial de inundación para los períodos de retorno analizados, gracias al dique de protección contra inundaciones que se ubica a lo largo de la margen derecha de la quebrada. Esto significa que, para poder desarrollar el terreno en estudio no se requieren obras de protección contra inundaciones ni previsiones particulares para atender una potencial amenaza de inundación por parte de la influencia de la quebrada Bonita. Además, dada la colindancia del terreno con la quebrada sin nombre (“Segmento B”), con los resultados de los análisis hidráulicos se determinó que el terreno donde se ubicará el proyecto presenta potencial de inundación para los períodos de retorno analizados, para las áreas donde se desarrollarán las edificaciones y la infraestructura, debido a la insuficiencia de las alcantarillas de paso que existen actualmente. Se requieren modificaciones a las obras de paso de las calles internas sobre la quebrada, para evitar los desbordamientos de caudal que pongan en riesgo las obras a construir.

### **1.3 CONCLUSIÓN GENERAL SOBRE LA VIABILIDAD HIDROLÓGICA DEL TERRENO EN VIRTUD DE LA OBRA A DESARROLLAR.**

Como conclusión general, se considera que el proyecto es viable desde un punto de vista hidrológico, ya que su impacto sobre la quebrada sin nombre será bajo, al ser el proyecto de área mucho menor que la de la cuenca; y porque la amenaza de inundación presente en el terreno se puede corregir con modificaciones en las obras de paso para evitar afectaciones a las obras de infraestructura propuestas para el proyecto. La viabilidad del proyecto queda sujeta a la aplicación de las medidas correctivas propuestas en este informe y a la ejecución de las obras de infraestructura pluvial de la urbanización, actualmente en construcción.



## 2. INTRODUCCIÓN

El presente es un informe con los resultados del Estudio de Hidrología Básica para un terreno ubicado en el sector de Jacó de Garabito, Puntarenas. El proyecto supone el desarrollo de un terreno con un área total de 7057 m<sup>2</sup>, para la construcción de la Delegación Policial Cantonal de Jacó.

El Proyecto consiste en el desarrollo de tres módulos consistentes en un área de alojamiento de 365 m<sup>2</sup>, un área de servicio de 92 m<sup>2</sup> y un área administrativa y de celdas de 510 m<sup>2</sup>. Considerando los tres módulos el área total de huella constructiva (edificaciones) es de alrededor de 967 m<sup>2</sup>, según información dada por el Ministerio de Seguridad Pública.

### 2.1 DATOS SOBRE LA FINCA ESTUDIADA

El proyecto Delegación Policial Cantonal de Jacó se desarrollará en una finca ubicada en el distrito 1° Jacó, cantón 11° Garabito, provincia 6ª Puntarenas, plano de catastro 6-2103252-2019, parte de la finca 6-223242-000. Coordenadas en sistema CRTM05 son Longitud 429249 Longitud 1066028. El plano catastrado del proyecto se incluye en el Anexo 1 del presente informe.

### 2.2 COORDINACIÓN PROFESIONAL REALIZADA

El Estudio de Hidrología Básica se coordinó directamente con el consorcio formado por las empresas Vieto S.A. y Consultorías Ambientales El Guayacán S.A., el cual está encargado de la coordinación de los estudios básicos para el proceso de evaluación ambiental para el desarrollador. El profesional que lidera y coordina la elaboración de los estudios ambientales para este proyecto por parte del consorcio es el Geóg. German Retana Calvo.

### 2.3 OBJETIVOS

El estudio tiene como objetivo general desarrollar los Segmentos A y B de la evaluación hidrológica de la cuenca donde se ubica el Área de Proyecto (AP), para lo que se requiere estimar la escorrentía generada en el terreno producto de su desarrollo y determinar posibles amenazas de inundación a las que el terreno pueda estar sujeto.

Como objetivos específicos se plantearon los siguientes:

- Valoración hidrológica general de la generación de escorrentía en el AP y su impacto sobre el cuerpo receptor.
- Valoración hidrológica e hidráulica de posibles amenazas de inundación a las que está sujeta el AP.

## 2.4 METODOLOGÍA

Para cumplir los objetivos anteriores, se siguió la siguiente metodología:

- Análisis hidrológico y estimación de la escorrentía superficial en el área de estudio, para períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años, para las siguientes condiciones:
  - Condición base (sin proyecto)
  - Condición con proyecto, según diseño de sitio
- Estimación de los caudales máximos instantáneos a ser desfogados por el proyecto, para períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años.
- Análisis hidrológico de las cuencas de la quebrada sin nombre y la Quebrada Bonita para la estimación de hidrogramas de crecientes y caudales máximos instantáneos de diseño para 10, 25, 50 y 100 años de período de retorno a través del modelado precipitación-escorrentía empleando el programa HEC-HMS. Los caudales instantáneos pico servirán de base de diseño para el análisis hidráulico del tramo de influencia de las quebradas sobre el terreno en estudio.
- Análisis hidráulico unidimensional de los tramos de estudio en la quebrada sin nombre y la quebrada Bonita, mediante la aplicación del modelo HEC-RAS. El modelo se generará con la información topográfica disponible, los caudales de diseño obtenidos a partir del análisis hidrológico y los parámetros de rugosidad estimados mediante la visita de campo y recomendaciones teóricas.
- Valoración de potenciales amenazas de inundación para el proyecto. Obtención de mapas de inundación para el terreno y determinación de áreas sujeta a amenaza de inundación, así como definición de elevaciones para las obras de desfogue del proyecto.

En los siguientes capítulos se presentan los resultados de los análisis y las recomendaciones planteadas.

### 3. SEGMENTO A: ANÁLISIS DE LA ESCORRENTÍA SUPERFICIAL EN EL ÁREA DE PROYECTO

#### 3.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El terreno donde se construirá el Proyecto se ubica en el distrito de Jacó, en el cantón de Garabito, provincia de Puntarenas, en el sector conocido como Finca Quebrada Bonita, dentro de un desarrollo urbanístico. La localización del Área de Proyecto (AP) se muestra en la Figura 3.1. La finca que compone el AP tiene un área total de 7057 m<sup>2</sup> según los datos catastrales y de 7056.8 m<sup>2</sup> según el replanteo en el sitio. El lote tiene frente a calle pública a lo largo de sus linderos norte y sur. Además, colinda al este con la zona de protección de la canalización artificial de la quebrada sin nombre que es a su vez afluente de la quebrada Bonita.

El lote se ubica en medio de una zona que está siendo urbanizada en este momento, con escasa vegetación y superficies compuestas por lastres, tal como se aprecia en el mapa de la Figura 3.2 y en la fotografía de la Figura 3.3.

Figura 3.1. Ubicación del Área de Proyecto (Hoja cartográfica escala 1:5000 SNIT)  
Cuadrícula CRTM-05

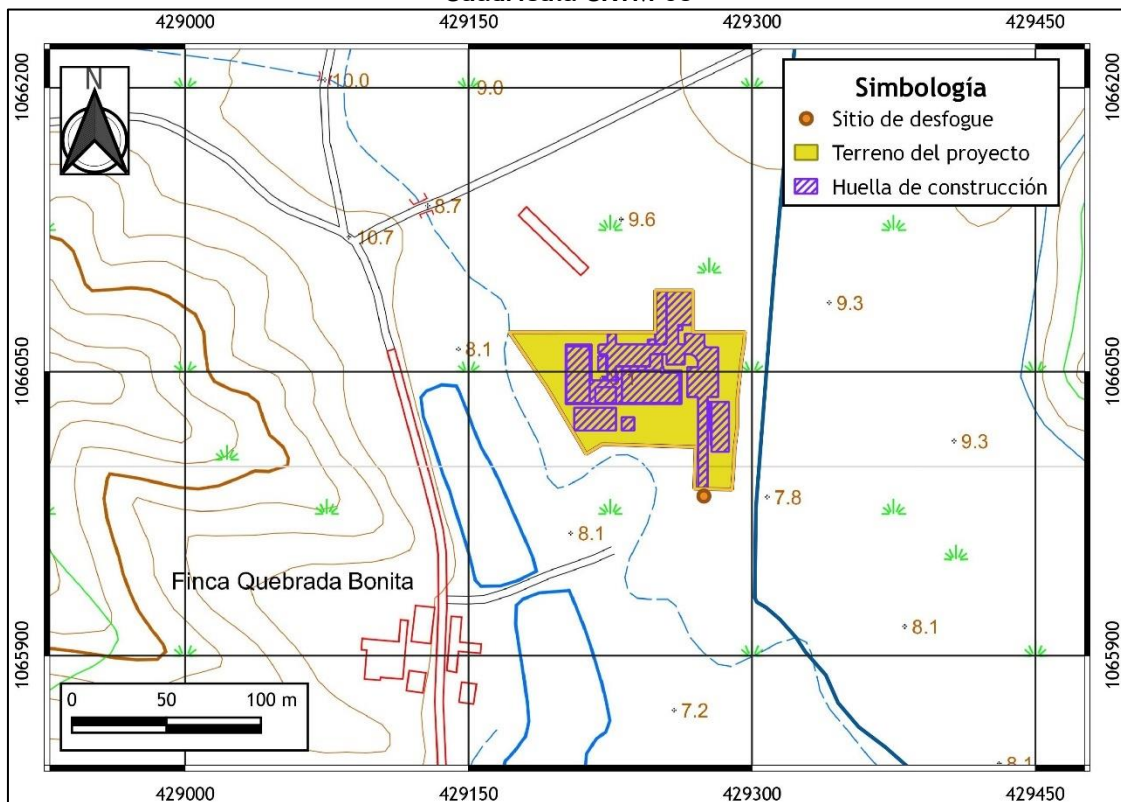


Figura 3.2. Detalle de ubicación del AP sobre imagen satelital (Google Earth, 2019)  
Cuadrícula CRTM-05

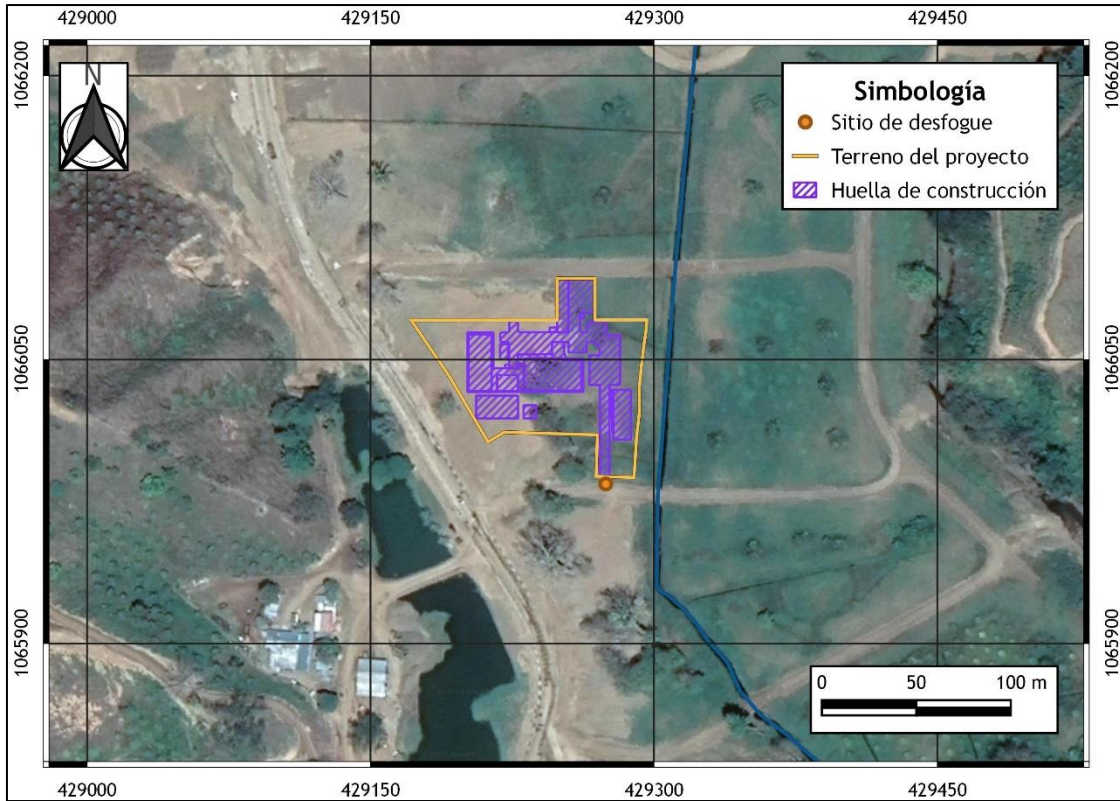
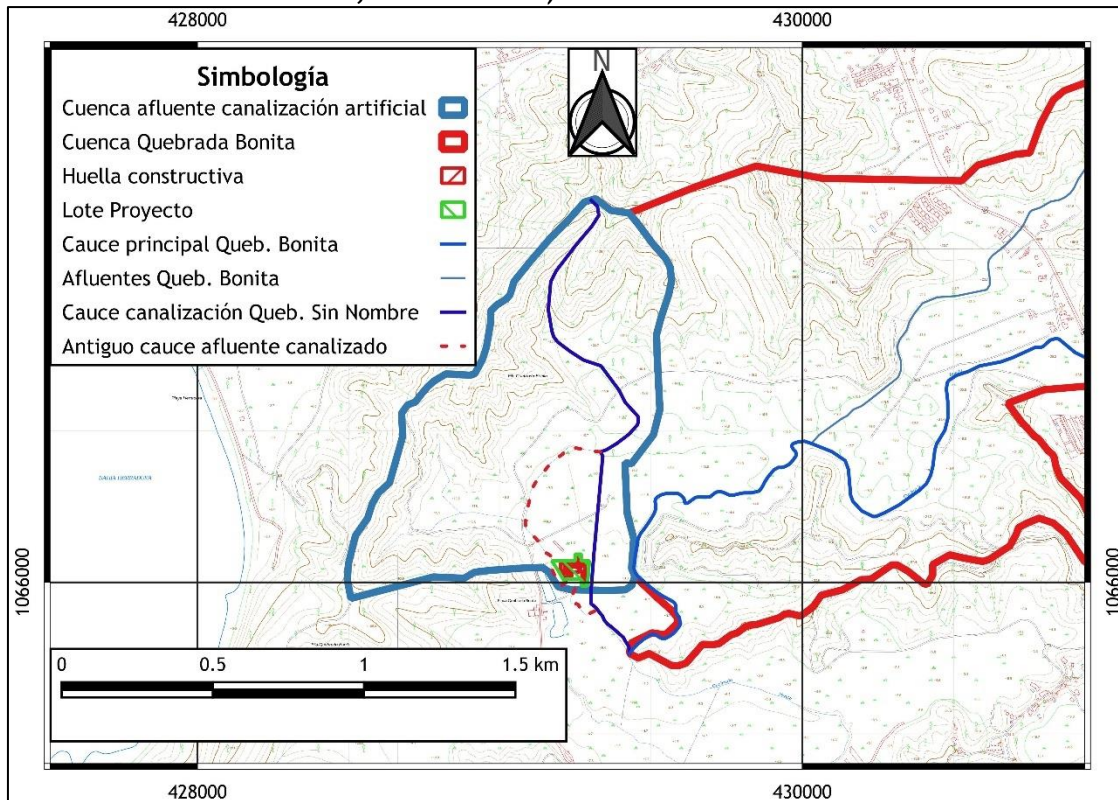


Figura 3.3. Vista general del lote del AP



El sector de la finca donde se ubica el AP es relativamente plano en topografía y tiene una ligera pendiente en la dirección sureste, la cual es la dirección predominante de drenaje. En el sector del proyecto discurren dos cuerpos de agua principales: el cauce principal de la quebrada Bonita y uno de sus afluentes, denominado para efectos de este informe como quebrada sin nombre. A partir de la información cartográfica, las imágenes satelitales de Google Earth y la visita al sitio, se determinó que este afluente sin nombre discurría naturalmente en un cauce ubicado en el sector oeste del proyecto, este cauce natural fue rellenado para el desarrollo de la urbanización dentro de la que se localiza el proyecto y sus aguas se encauzaron en un canal artificial que ahora está ubicado en el sector este de la finca (Figura 3.4). La escorrentía del sector es evacuada de forma distribuida hacia la canalización artificial de la quebrada sin nombre, que es el cuerpo de agua receptor dentro de cuya microcuenca se ubica el AP (Figura 3.4). En el punto de desfogue del AP, la microcuenca tiene un área de drenaje de 0.83 km<sup>2</sup>. Esta quebrada es afluente de la quebrada Bonita, la cual cuenta con una serie de afluentes pequeños y drenan una extensa zona del distrito de Jacó y desfoga directamente en Playa Jacó, a través de un estero.

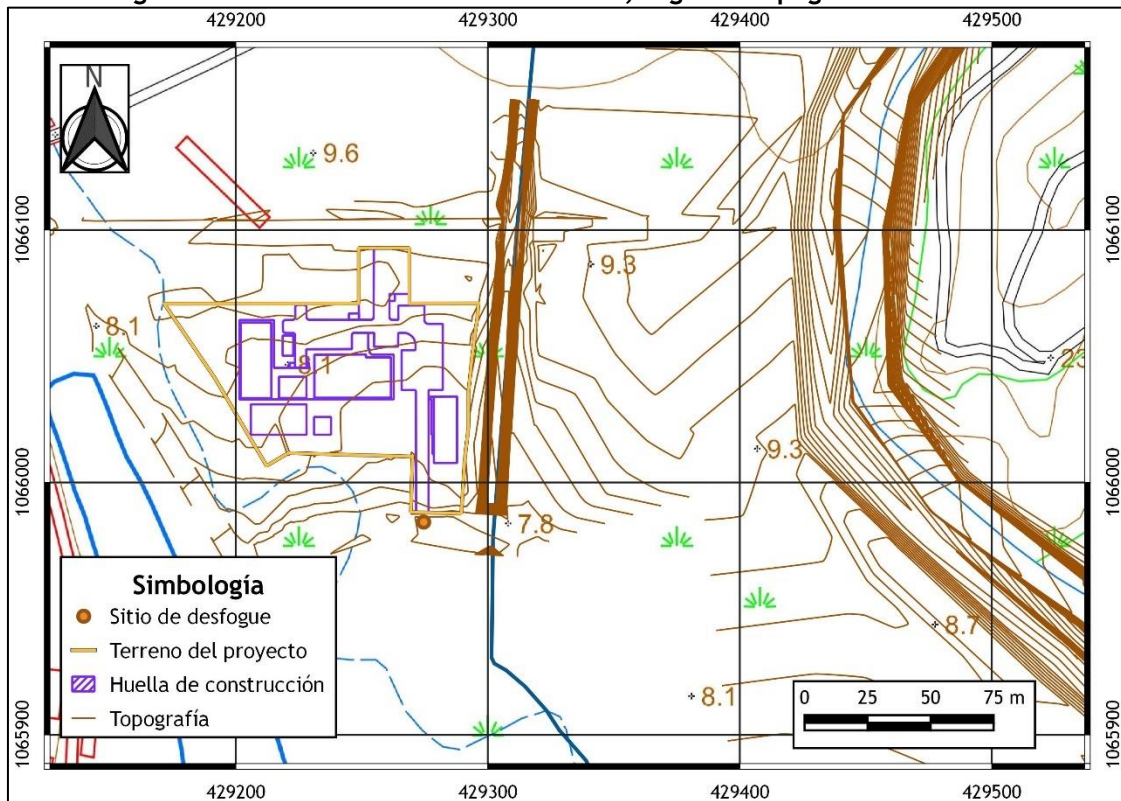
Figura 3.4. Contexto hidrográfico del AP: microcuenca de la quebrada sin nombre y parte de la cuenca de la quebrada Bonita (Hojas cartográficas 3244-NE-6, 3244-NW-5, 3244-NW-9, 3244-NW-10, escala 1:5000) Cuadrícula CRTM-05



### 3.2 ESTIMACIÓN DE LA ESCORRENTÍA PARA LA CONDICIÓN BASE (SIN PROYECTO)

El terreno del AP tiene una topografía relativamente plana, con pendiente general hacia el sector sur. De acuerdo con el levantamiento topográfico del lote y su distribución de elevaciones (Figura 3.5), en el lindero norte del lote, a lo largo de la calle pública, las elevaciones alcanzan los 8.5 msnm, mientras que en el sector sur, la elevación es de 7.5 msnm en su punto más bajo, lo cual representa una pendiente media cerca del 1.26 %. Toda la escorrentía superficial del lote se da en la dirección sureste, siendo el receptor final la quebrada sin nombre en el sector de canalización artificial, como se explicó en el apartado anterior. No existen aportes externos de escorrentía, ni de lotes vecinos ni de la calle pública.

Figura 3.5. Variación de elevación del AP, según la topografía del terreno



Con el fin de caracterizar la generación de escorrentía superficial dentro del Área de Proyecto, se realizaron cálculos de caudales máximos instantáneos utilizando los conceptos del Método Racional. Éste es el método estándar para realizar estimaciones de caudal para áreas pequeñas de drenaje y para problemas de hidrología urbana (Chow et.al. 1994, Viessman 2003, Bedient et.al. 2008).

El Método Racional se basa en el concepto de que el caudal máximo instantáneo de escorrentía superficial proveniente de un terreno es directamente proporcional a la intensidad máxima de la lluvia de una tormenta con una duración igual al tiempo de concentración del área de drenaje. La constante de proporcionalidad es el producto del área superficial de drenaje y de un coeficiente de escorrentía, definido por las pendientes del sitio y por la cobertura del suelo (CFIA, 2017):

$$Q_{max} = \frac{C * A * i_{tc}}{3600} \quad (1)$$

donde:

$Q_{m\acute{a}x}$  = caudal máximo instantáneo [l/s]

C = coeficiente de escorrentía

A = área superficial de drenaje [m<sup>2</sup>]

$i_{tc}$  = intensidad de la lluvia para el tiempo de concentración del área de drenaje [mm/hr].

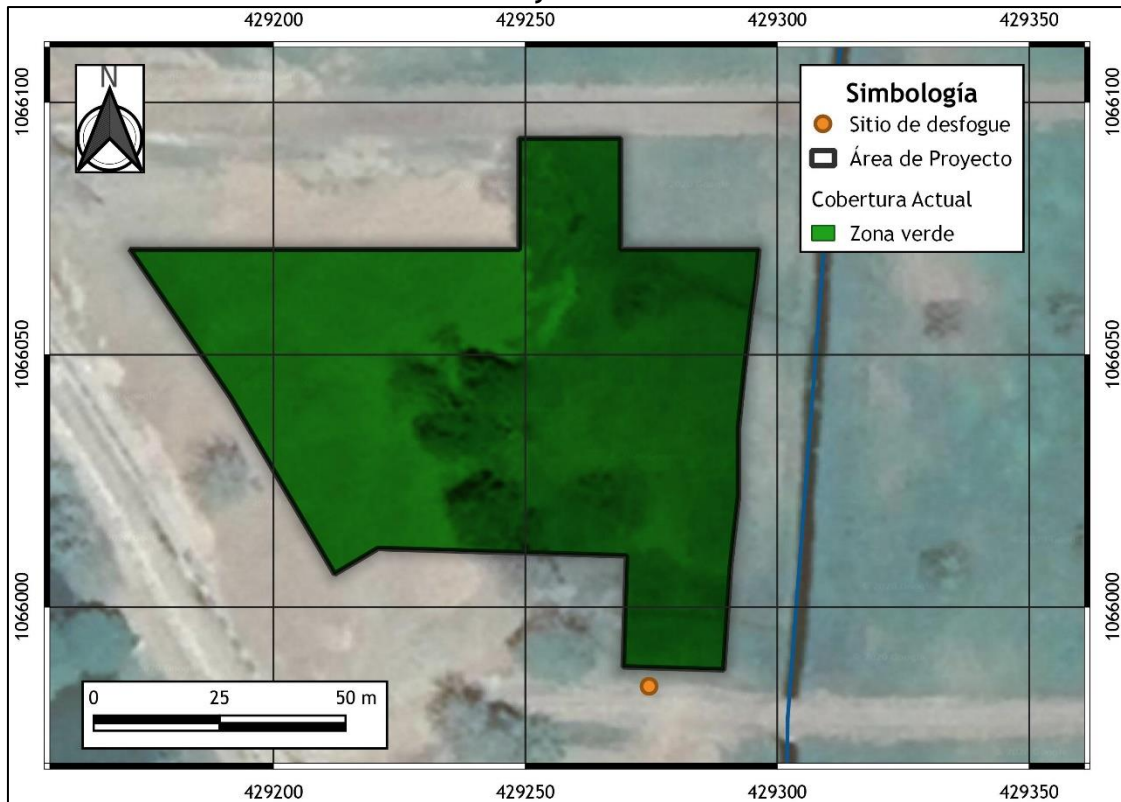
Para el cálculo de la escorrentía y del caudal máximo instantáneo de desfogue pluvial se analizaron períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años, como es usual para el análisis de sistemas de escorrentía urbana (Chow et.al. 1994). El detalle de los cálculos realizados se presenta en los siguientes párrafos.

### 3.2.1 Área de drenaje y coeficiente de escorrentía

Según datos del levantamiento topográfico de detalle y del replanteo de los linderos en sitio, el área del terreno a desarrollar es de 7057 m<sup>2</sup>, valor que será empleado como área total para todos los cálculos hidrológicos del presente estudio, debido a que no existen aportes externos de terrenos vecinos.

En cuanto al coeficiente de escorrentía, en su condición actual el lote presenta cobertura vegetal escasa. Para este tipo de cobertura se asignaron coeficientes de escorrentía para los períodos de retorno analizados, de acuerdo con referencias de literatura (Chow et.al. 1994, Viessman 2003, Bedient et.al. 2008). El Cuadro 3.1 muestra el resumen de esta estimación.

Figura 3.6. Cobertura actual del suelo en el AP, según clasificación realizada a partir de imagen satelital y visita al sitio



Cuadro 3.1. Caracterización de área de drenaje y coeficientes de escorrentía para la condición base (sin Proyecto)

Cobertura del suelo	Área (m <sup>2</sup> )	% Área	C <sub>E</sub> TR = 2 años	C <sub>E</sub> TR = 5 años	C <sub>E</sub> TR = 10 años	C <sub>E</sub> TR = 25 años	C <sub>E</sub> TR = 50 años	C <sub>E</sub> TR = 100 años
Zonas verdes	7057.00	100%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47

### 3.2.2 Intensidad de la lluvia y tiempo de concentración

Existen en la literatura relaciones intensidad-duración-frecuencia (i-d-f) para las precipitaciones en Costa Rica con las que es posible definir la intensidad de la lluvia de diseño para la estimación de caudales máximos instantáneos mediante la aplicación del Método Racional. Entre los estudios disponibles, los liderados por Wilhelm-Günther Vahrson de la Universidad Nacional son los utilizados como referencia estándar para la estimación de intensidades de lluvia para diseño (Vahrson, Alfaro y Arauz, 1992). Estos estudios presentan la



limitación que se han limitado a un puñado de estaciones pluviométricas representativas de los mayores centros urbanos del país, dejando por fuera vastas regiones de rurales que -como para el presente trabajo- son de interés para efectos de diseño hidrológico.

Para superar esta limitación Vahrson et.al. (1990) elaboraron un mapa con isoyetas de intensidad de la lluvia para Costa Rica, para duraciones de 15 minutos y período de retorno de 10 años (Figura 3.7). Este mapa permite contar con una útil visualización de la variabilidad espacial de las intensidades de lluvia. De acuerdo con este mapa, el Área de Proyecto se encuentra en una zona con intensidades de lluvia para 15 minutos y 10 años de 150 mm. Este valor se asemeja al reportado para la estación Puntarenas. De acuerdo con los mismos autores, las características de precipitaciones extremas de la ciudad de Puntarenas son similares a las que ocurren en la franja del Pacífico Central que va desde Costa de Pájaros hasta Parrita.

Para la ciudad de Puntarenas la relación i-d-f según Vahrson, Alfaro y Arauz (1992) se expresa analíticamente como:

$$i = 175,65 - 29,58 \times \ln(d) + (43,05 - 5,32 \times \ln(d)) \times \ln(TR) \quad (2)$$

donde i es la intensidad máxima (en mm/h), d la duración de la lluvia (en min) y TR el período de retorno (en años). En la Figura 3.8 se muestran las curvas i-d-f definidas para el sector Pacífico Central, para diferentes períodos de retorno.

Adicionalmente se cuenta con los estudios de i-d-f realizados por Nazareth Rojas (2011) para el Instituto Meteorológico Nacional. En las cercanías del proyecto se encuentra la estación mecánica Damas, para la que se tiene la siguiente expresión matemática según Rojas (2011):

$$i = 509.54 * T^{0.136} / D^{0.510} \quad (3)$$

donde i es la intensidad máxima (en mm/h), D la duración de la lluvia (en min) y T el período de retorno (en años). En la Figura 3.9 se muestran las curvas i-d-f definidas para la estación mecánica Damas, para diferentes períodos de retorno.

Adicional a estas fuentes de información de uso frecuente, se obtuvo información de acumulados máximos de lluvia en tiempos de 5, 10, 15 y 30 para la estación 78027 Puntarenas en el período 2001 - 2019, con estos datos se realizaron análisis estadísticos para obtener curvas i-d-f para esta estación, sin embargo, los resultados obtenidos se alejan de los valores obtenidos por Vahrson et al. (1992) y Rojas (2011), que se consideran fuentes confiables para la adecuada representación de eventos extremos de precipitación en el territorio nacional.

Para efectos del presente análisis se optó por utilizar los valores de i-d-f propuestos por Rojas (2011), ya que las estaciones Puntarenas y Damas se encuentran equidistantes del área del proyecto y el estudio de Rojas (2011) contempla una base de datos de precipitaciones más extensa que la utilizada por Vahrson et al. (1992), al ser un estudio más reciente.

Figura 3.7. Mapa de intensidades máximas anuales de corta duración y período de retorno de 10 años en Costa Rica (Fuente: Vahrson et. al., 1990)

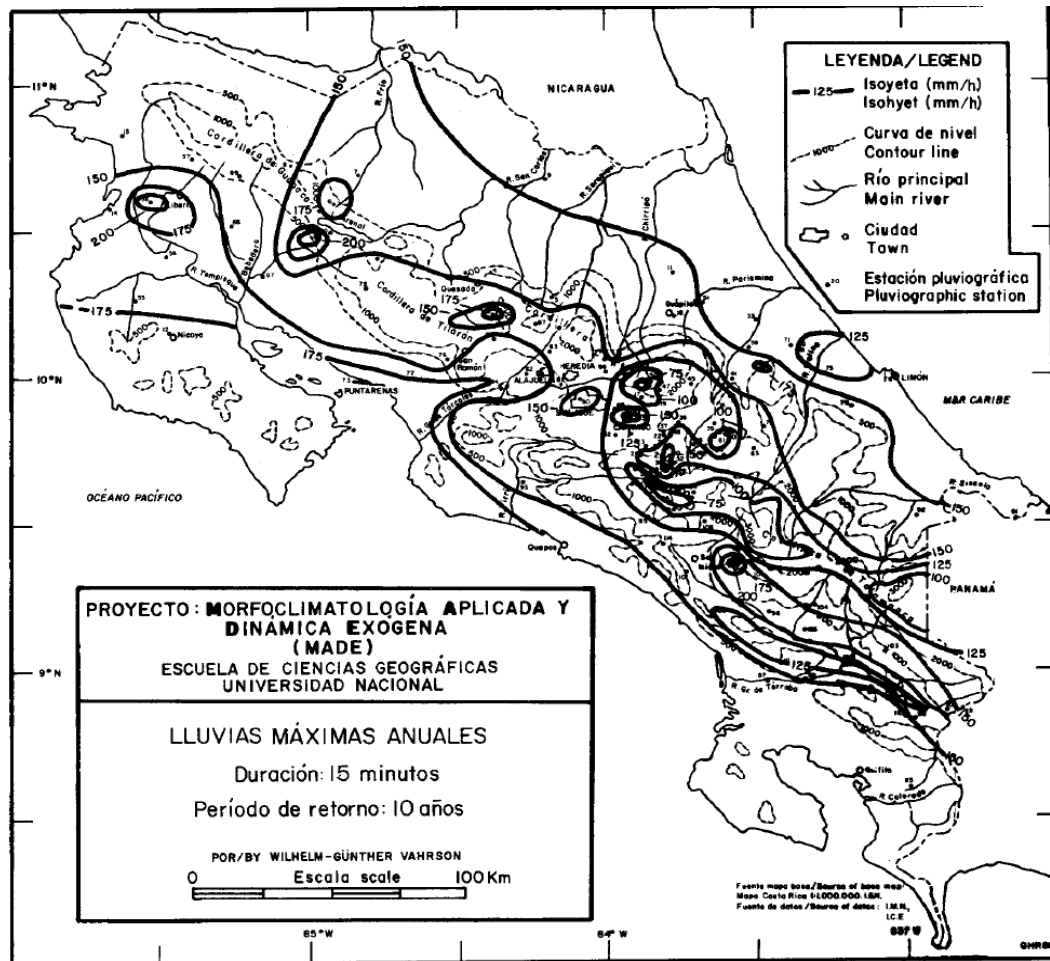


Figura 3.8. Curvas i-d-f para la estación Puntarenas. (Fuente: Vahrson et. al., 1992)

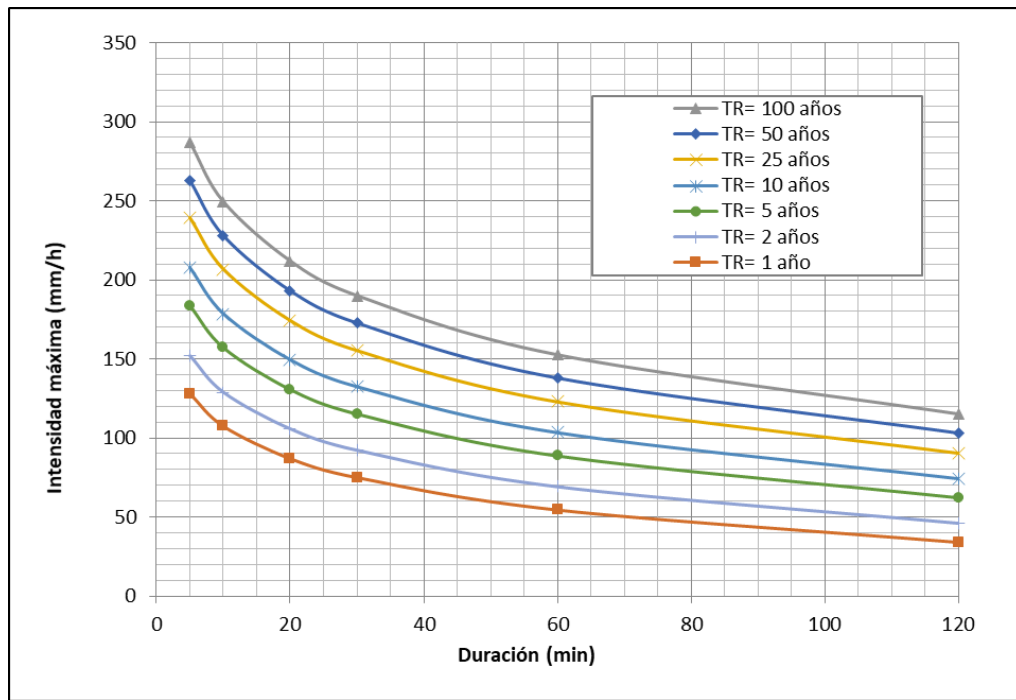
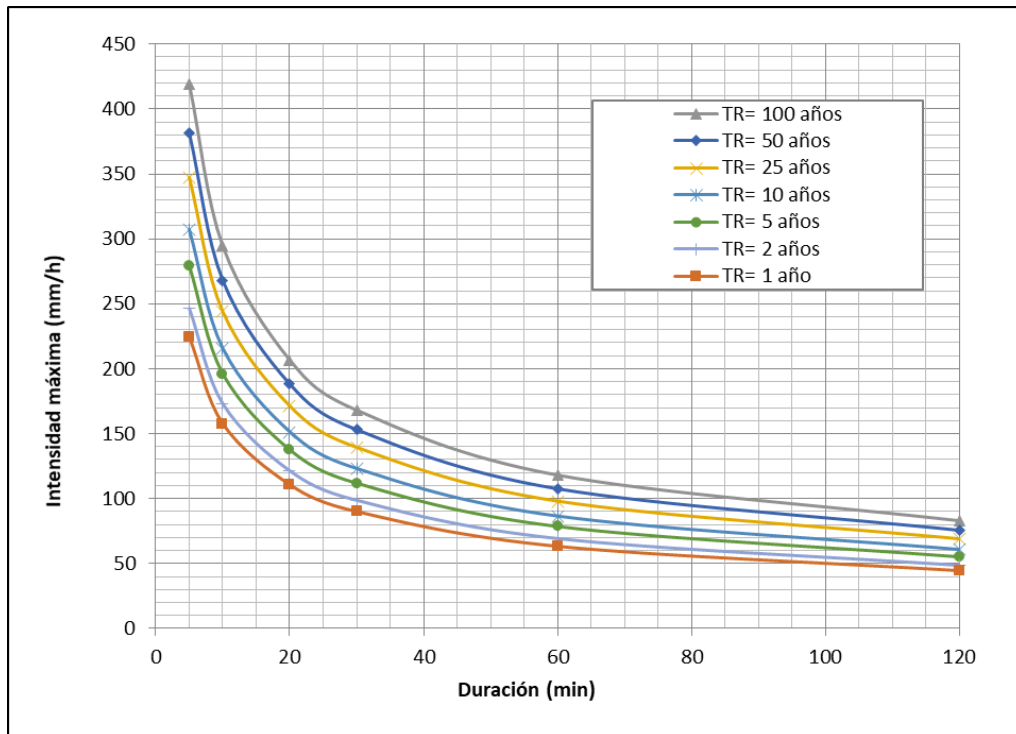


Figura 3.9. Curvas i-d-f para la estación Damas. (Fuente: Rojas, 2011)



El tiempo de concentración es el tiempo que se requiere, a partir del inicio de un evento de precipitación, para que toda el área de drenaje esté aportando escorrentía hasta el punto de control donde se quiere estimar el caudal. Este tiempo es importante ya que es el que determina la duración de la precipitación y la intensidad de la lluvia que se utilizará para la estimación de caudales.

Para la estimación del tiempo de concentración se dispone de diferentes metodologías y formulaciones reportadas en la literatura. Para el caso de áreas pequeñas sin un cauce definido y donde predomina el flujo en láminas sobre laderas (sheet flow) es posible utilizar la fórmula de onda cinemática (Bedient et.al., 2008), la cual permite estimar el tiempo de concentración en función de la longitud media del flujo, la pendiente media del área de drenaje, el coeficiente de rugosidad de Manning y la intensidad de la lluvia de diseño:

$$t_c = \frac{6,9}{i_e^{0,4}} \left( \frac{n \cdot L}{\sqrt{s}} \right)^{0,6} \quad (4)$$

donde  $t_c$  es el tiempo de concentración [min],  $n$  es el coeficiente de rugosidad de Manning,  $L$  la longitud media de flujo en superficie [m] y  $s$  la pendiente media de la superficie de drenaje. El término  $i_e$  representa la intensidad efectiva de la tormenta de diseño, en mm/h, la cual se puede aproximar mediante el producto de la intensidad de diseño y el respectivo coeficiente de escorrentía. La presencia de este término obliga a una solución iterativa para encontrar simultáneamente el tiempo de concentración y la intensidad de la lluvia, por lo que es necesario primero contar con un método de cálculo de la intensidad en función del período de retorno de diseño.

Mediante la aplicación conjunta de las fórmulas (3) y (4), fue posible estimar el tiempo de concentración y la intensidad de lluvia respectiva, para los períodos de retorno de interés. Se utilizó un coeficiente de Manning ponderado de 0,030 (FHWA 2001, Bedient et.al. 2008), una longitud máxima de drenaje de 75 m y una pendiente media de 1.26%, según el plano del sitio. Para efectos de los cálculos se consideró un único punto de desfogue en el sector sur del AP, que descarga hacia la infraestructura pluvial de la urbanización dispuesta en la calle pública, que a su vez desfoga en la quebrada sin nombre.

Con estos parámetros, se obtuvieron tiempos menores de 10 minutos, según el período de retorno. Según recomendación de la Norma Técnica para Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, Saneamiento y Pluvial del AyA (2017), para las estimaciones de sistemas pluviales no se deben usar tiempos de concentración menores a 10 minutos. Con base en estos resultados, se adoptó un valor de tiempo de concentración de 10 minutos para el

terreno, para proceder con los cálculos. A partir de este tiempo, se estimaron las intensidades de lluvia para períodos de retorno de entre 2 y 100 años, de acuerdo con la relación i-d-f de Damas (Rojas, 2011), tal como se muestra en el Cuadro 3.2.

**Cuadro 3.2. Intensidades de lluvia para diferentes períodos de retorno estimadas para el sitio para la condición base (sin Proyecto).**

Parámetro	TR 2 años	TR 5 años	TR 10 años	TR 25 años	TR 50 años	TR 100 años
Tiempo de concentración $t_c$ (min)	10	10	10	10	10	10
Intensidad de la lluvia $i$ (mm/hr)	173.03	195.99	215.37	243.95	268.06	294.56

### 3.2.3 Cálculo de caudales máximos instantáneos

Utilizando la ecuación (1) para la aplicación del Método Racional se estimaron los caudales máximos instantáneos para períodos de retorno de entre 2 y 100 años, para las condiciones actuales (sin Proyecto), tal como se muestra en el Cuadro 3.3. Estos caudales representan las tasas de escorrentía superficial que genera la propiedad en su condición actual, considerando la acumulación de dicha escorrentía en el punto más bajo de la propiedad, en su extremo sureste.

**Cuadro 3.3. Caudales máximos instantáneos de escorrentía en el punto actual de desfogue para la condición base (sin Proyecto).**

$A = 7057 \text{ m}^2$  Caudales en l/s

Parámetro	TR 2 años	TR 5 años	TR 10 años	TR 25 años	TR 50 años	TR 100 años
$C_E$	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47
$t_c$ (min)	10	10	10	10	10	10
$i_{tc}$ (mm/hr)	173.03	195.99	215.37	243.95	268.06	294.56
$Q$ (l/s)	109	131	156	191	231	271

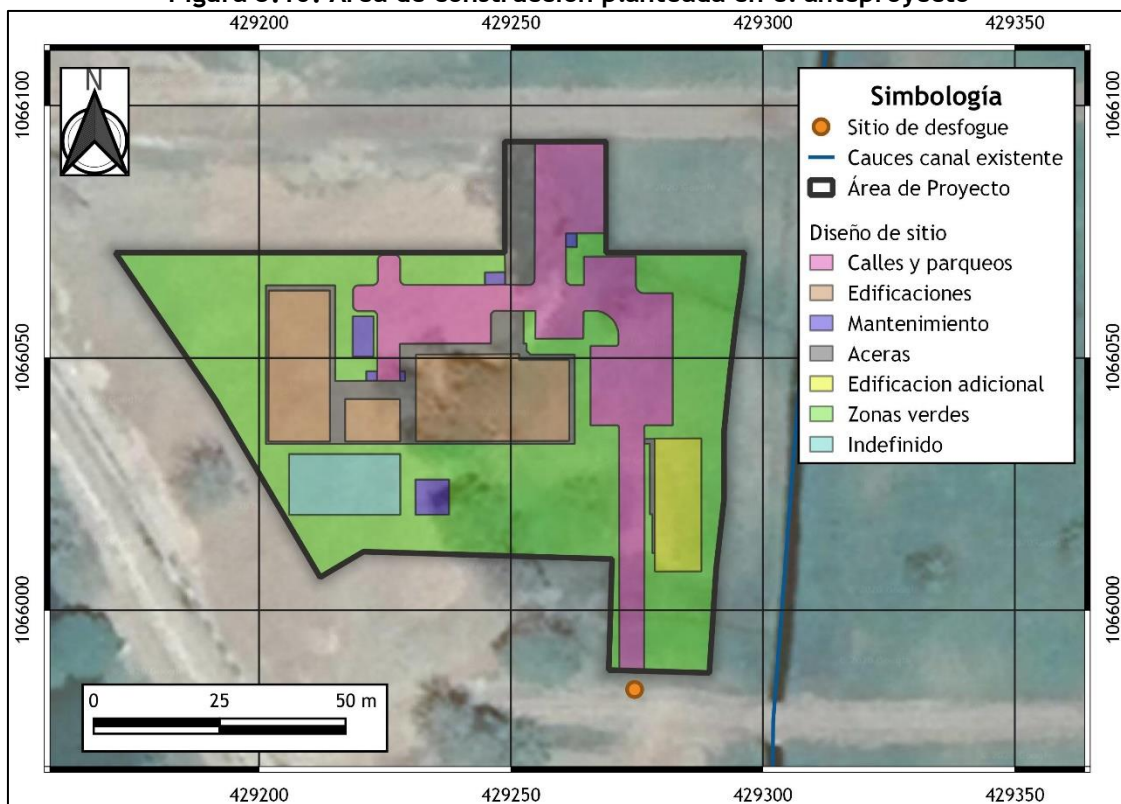
### 3.3 ESTIMACIÓN DE LA ESCORRENTÍA PARA LA CONDICIÓN CON PROYECTO

Una vez con el análisis hidrológico de la condición base (sin Proyecto) se procedió a realizar los cálculos hidrológicos para la condición esperada cuando el Proyecto esté construido. En esta condición, al darse un cambio en el uso del suelo hacia una mayor impermeabilización, es de

esperar que se incrementen los caudales máximos instantáneos de escorrentía producto de la precipitación. El nuevo uso del suelo planeado para el lote a desarrollar se muestra esquemáticamente en la Figura 3.10, de acuerdo con el diseño de sitio de anteproyecto proporcionado durante la elaboración de este informe.

Se debe mencionar que, aunque el punto de desfogue exacto no está especificado, se prevé que, al igual que en la condición actual (condición base, sin Proyecto), cuando el Proyecto esté construido las aguas desfogarán hacia los sistemas pluviales de la urbanización ubicados en las calles públicas en el sector norte y sur del AP, para efectos de los presentes cálculos se asumió un único punto de desfogue en el sector sur del AP.

Figura 3.10. Área de construcción planteada en el anteproyecto



El diseño de sitio proporcionado a CARBON Ingeniería durante la elaboración del presente estudio muestra la distribución preliminar de las estructuras y distintos espacios a construir, sin embargo, algunas de las obras parecen no estar incluidas en la tabla de áreas de huella constructiva y otras no cuentan con una descripción del tipo de materiales a utilizar, para efectos de los cálculos se propone la clasificación mostrada en el Cuadro 3.4, considerando un caso conservador del total de área de construcción con el potencial máximo de impermeabilización del terreno, lo cual representa un 51.6 % de cobertura con respecto al área total del lote.

Cuadro 3.4. Clasificación de las áreas constructivas del AP

Componente	Área (m <sup>2</sup> )	Porcentaje del AP	Tipo de cobertura escogido para el cálculo del coeficiente de escorrentía
Edificaciones	967.1	13.7%	Concreto/techo
Edificación adicional	242.7	3.4%	Concreto/techo
Calles, parqueos y aceras	2058.5	29.2%	Asfáltico
Zonas de ubicación equipos de mantenimiento y afines	102.9	1.5%	Concreto/techo
Área sin definición de tipo	267.0	3.8%	Concreto/techo
Zonas verdes	3418.2	48.4%	Zonas Verdes, Condición Buena Plano, 0-2%

### 3.3.1 Área de drenaje y coeficiente de escorrentía

El área de drenaje para la condición con Proyecto coincide con el área de la condición base, debido a que no hay nuevos aportes y a que todo el lote drenará hacia el mismo punto supuesto, como lo hace actualmente. El Cuadro 3.5 muestra la distribución de áreas dentro del lote para la condición post-desarrollo, así como los coeficientes de escorrentía asignados para cada área, para cada período de retorno analizado, según referencias de la literatura (Chow et.al. 1994, Viessman 2003, Bedient et.al. 2008). Se observa un incremento de entre un 41.7% y un 51.5% en los coeficientes de escorrentía ponderados con respecto a la condición base.

Cuadro 3.5. Caracterización de área de drenaje y coeficientes de escorrentía para la condición con Proyecto.

Cobertura del suelo	Área (m <sup>2</sup> )	% Área	C <sub>E</sub> TR = 2 años	C <sub>E</sub> TR = 5 años	C <sub>E</sub> TR = 10 años	C <sub>E</sub> TR = 25 años	C <sub>E</sub> TR = 50 años	C <sub>E</sub> TR = 100 años
Concreto/techo	1579.7	22%	0.75	0.8	0.83	0.88	0.92	0.97
Asfáltico	2058.5	29%	0.73	0.77	0.81	0.86	0.9	0.95
Zonas Verdes, Condición Buena Plano, 0-2%	3418.2	48%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36
Total/Ponderado	7056.4	100%	0.48	0.52	0.54	0.59	0.62	0.67

### 3.3.2 Intensidad de la lluvia y tiempo de concentración

Las intensidades de lluvia se calcularon con la misma relación i-d-f utilizada para la condición pre-desarrollo. Los tiempos de concentración para la condición post-desarrollo se recalcularon considerando el impacto que tendrá la impermeabilización sobre la aceleración de los flujos, de acuerdo con los principios de la ecuación de onda cinemática.

### 3.3.3 Cálculo de caudales máximos instantáneos

Empleando la ecuación (1) para la aplicación del Método Racional se estimaron los caudales máximos instantáneos de escorrentía para períodos de retorno de entre 2 y 100 años, para el Proyecto desarrollado, tal como se muestra en el Cuadro 3.6. Los valores obtenidos muestran un incremento de entre un 41.7 % y un 51.5 % en el caudal de escorrentía superficial con respecto a la condición base, el cual se explica por el incremento en el coeficiente de escorrentía del lote. Los caudales mostrados en el Cuadro 3.6 representan los caudales de desfogue total del Proyecto, para diferentes períodos de retorno, en el lindero sur del lote, directo al sistema pluvial de la urbanización que posteriormente desfoga en la quebrada sin nombre.

**Cuadro 3.6. Caudales máximos instantáneos de escorrentía en el punto de desfogue para la condición con Proyecto.**

A = 7057 m<sup>2</sup> Caudales en l/s

Parámetro	TR = 2 años	TR = 5 años	TR = 10 años	TR = 25 años	TR = 50 años	TR = 100 años
C <sub>E</sub>	0.48	0.52	0.54	0.59	0.62	0.67
t <sub>c</sub> (min)	10	10	10	10	10	10
i <sub>tc</sub> (mm/hr)	173.03	195.99	215.37	243.95	268.06	294.56
Q (l/s)	163.7	197.9	229.3	281.4	327.6	386.1
ΔQ (l/s)	55.1	67.3	73.1	90.1	96.4	114.7
ΔQ (%)	50.8%	51.5%	46.8%	47.1%	41.7%	42.3%



### 3.4 RESUMEN DE RESULTADOS

#### 3.4.1 Caudales aportados

Los cálculos hidrológicos presentados en los apartados anteriores arrojaron los siguientes resultados:

- Considerando eventos de precipitación con períodos de retorno de entre 2 y 100 años, y duración de la lluvia igual al tiempo de concentración, el lote del proyecto genera caudales máximos de escorrentía superficial de entre 109 y 271 l/s para la condición base (sin proyecto).
- Estos caudales aumentarán a valores entre 164 y 386 l/s, según el período de retorno, una vez que se construya el proyecto, debido al aumento del coeficiente de escorrentía, producto de la impermeabilización parcial del terreno. Por lo tanto, la escorrentía generada en el AP experimentará un aumento de entre 55 y 115 l/s (51-42%) en los caudales desfogados al cuerpo receptor.
- El desfogue de las aguas pluviales del Proyecto se prevé que se realizará en el sistema pluvial de la urbanización en desarrollo (con desfogue final en la quebrada sin nombre). Como el lote del proyecto tiene colindancias con calle pública (con su respectivo cordón y caño y sistema pluvial) en los sectores norte y sur, se propone que, como parte del diseño final del Proyecto, se dividan las salidas de escorrentía pluvial en dos puntos, para distribuir el aporte de caudal de desfogue entre ambos. Además, se debe verificar que las obras de desfogue pluvial de la urbanización, que están pendientes de construcción al momento de elaborar en presente estudio, tengan capacidad suficiente para evacuar de manera segura el caudal pico de escorrentía y transportar las aguas hacia la quebrada sin nombre en su sector de canalización artificial.

#### 3.4.2 Consecuencias para el cauce receptor

El cauce receptor del desfogue pluvial del proyecto será la quebrada sin nombre. Como se ha indicado en secciones anteriores, en el punto en que la finca desfoga en este cuerpo de agua, se define una microcuenca de 0.83 km<sup>2</sup>, con un área de drenaje más de 100 veces mayor al área del AP.

De acuerdo con los resultados del análisis del “Segmento B”, que se presentarán en el próximo capítulo, los caudales de crecientes de la quebrada sin nombre en el punto de desfogue se estiman entre 12.3 y 22.1 m<sup>3</sup>/s, para períodos de retorno de entre 10 y 100 años (Cuadro 3.7). En el mismo cuadro se incluyen los caudales máximos a desfogar por el proyecto en su condición post-desarrollo.

**Cuadro 3.7. Caudales máximos instantáneos (en m<sup>3</sup>/s) estimados para la cuenca definida en el punto de desfogue del proyecto y caudales máximos a desfogar en ese punto para la condición post-desarrollo del AP**

TR (años)	Caudal pico (m <sup>3</sup> /s)	Caudal desfogue condición post-desarrollo AP (m <sup>3</sup> /s)	Diferencial de caudal aportado por el AP para la condición post-desarrollo (m <sup>3</sup> /s)
10	12.30	0.23	0.073
25	15.70	0.28	0.090
50	18.40	0.33	0.096
100	22.10	0.39	0.115

Los resultados muestran que los caudales totales a desfogar representan un 1.8% del caudal pico de avenidas del cuerpo de agua receptor del desfogue y que el incremento representa un 0.6% de los picos de las avenidas. Por lo tanto, se puede concluir que el aporte generado por la descarga pluvial del AP es bajo comparado con los caudales asociados a una cuenca de este tamaño. Igualmente, debido a las diferencias en los tiempos de concentración entre la cuenca de la quebrada sin nombre y el AP, se puede esperar que la concurrencia de picos de caudal generados en el AP y picos de creciente en la quebrada sin nombre sea poco probable, por lo que el impacto del incremento de escorrentía superficial dentro del AP será prácticamente imperceptible para el cauce receptor final.

#### 4. SEGMENTO B: ANÁLISIS HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA AMENAZA DE INUNDACIÓN

##### 4.1 CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCAS QUE TIENEN INFLUENCIA EN LA ZONA DEL PROYECTO

Según se mencionó brevemente en el apartado 3.1, en el sector del proyecto discurren dos cuerpos de agua principales, el flujo principal de la quebrada Bonita y uno de sus afluentes, denominado para efectos de este informe como quebrada sin nombre. La quebrada Bonita es un curso fluvial ubicado al oeste de la ciudad de Jacó. Se origina en las inmediaciones del cerro Herradura y la Fila Negra y discurre en una dirección noreste-suroeste. La quebrada Bonita está compuesta por una serie de afluentes, entre ellos la quebrada sin nombre que también tiene influencia sobre el AP, la quebrada Bonita tiene su desembocadura en el océano Pacífico en el extremo oeste de Playa Jacó.

A partir de la información cartográfica, las imágenes satelitales de Google Earth y la visita al sitio, se determinó que afluente de la quebrada Bonita, denominado quebrada sin nombre, discurría naturalmente en un cauce ubicado en el sector oeste del AP. Este cauce natural fue rellenado para el desarrollo de la urbanización dentro de la que se localiza el AP y sus aguas se encauzaron en un canal artificial que ahora discurre en el sector este de la finca. Adicionalmente, en un sector aguas arriba del AP, donde confluyen los desfuegos pluviales de otras zonas de la urbanización, se conformó una rotonda/ laguna para recolección de las aguas y posterior encauce hacia el canal (ver Figura 4.1). Esta laguna funciona como una estructura de detención de los caudales, de modo que provoca un efecto de amortiguamiento del caudal pico máximo en avenidas para el sector del punto de control ubicado en el sector sur del AP.

Figura 4.1. Rotonda/laguna de recolección de aguas pluviales ubicada en el sector norte del AP



#### 4.1.1 Delimitación de la cuenca y caracterización morfométrica

Con base en la cartografía 1:5000 del SNIT (hojas 3244-I-NW-5, 3244-I-NW-9, 3244-I-NW-10, 3244-I-NE-1, 3244-I-NE-2, 3244-I-NE-6, 3245-II-SE-21, 3245-II-SE-22) y las curvas de nivel 1:50000 del Instituto Geográfico Nacional, se procedió a trazar la divisoria de aguas de la cuenca hidrográfica de la quebrada Bonita y la quebrada sin nombre, definidas en puntos de control aguas abajo del extremo sureste del Área de Proyecto (Figura 4.2). La cuenca de la quebrada sin nombre se subdividió en 2 subcuencas, para tomar en cuenta en los cálculos hidrológicos el efecto del tránsito de caudales en la rotonda/laguna de recolección de las aguas pluviales. En la Figura 4.3 se muestra un modelo de elevación digital de las cuencas.

Una vez delimitadas las cuencas, se procedió a calcular sus características morfológicas (parámetros geométricos, hipsométricos, del cauce principal y de la red de drenaje), tal como se resume en el Cuadro 4.1.

La cuenca de la quebrada Bonita, 9.33 km<sup>2</sup>, tiene una forma alargada y relativamente estrecha, que se ve reflejado en un índice de compacidad de Gravelius de 1.76. Presenta elevaciones que varían desde los 6.7 msnm en las cercanías del AP hasta los 580 msnm en su parte más alta. La red de drenaje es de tipo dendrítico, con varios afluentes a lo largo del recorrido del cauce principal. El cauce de la quebrada Bonita tiene una longitud de 9.63 km desde la divisoria hasta el punto de control. Su perfil se muestra en la Figura 4.4 y presenta una pendiente media de 1.49% según el criterio de Taylor y Schwarz.

La subcuenca superior de la quebrada sin nombre tiene un área de 0.63 km<sup>2</sup>, con una forma ligeramente alargada, que se ve reflejado en un índice de compacidad de Gravelius de 1.21. Presenta elevaciones que varían desde los 10.5 msnm en las cercanías del AP hasta los 160 msnm en su parte más alta. La red de drenaje es lineal, el cauce de la quebrada tiene 1.29 km de longitud. Su perfil se muestra en la Figura 4.5 y presenta una pendiente media de 1.49% según el criterio de Taylor y Schwarz.

La subcuenca inferior de la quebrada sin nombre tiene un área de 0.21 km<sup>2</sup>, con una forma alargada, que se ve reflejado en un índice de compacidad de Gravelius de 1.45. Presenta elevaciones que varían desde los 8.62 msnm en las cercanías del AP hasta los 10.5 msnm en su parte más alta. La red de drenaje es lineal, el cauce de la quebrada tiene 0.26 km de longitud. Su perfil se muestra en la Figura 4.6 y presenta una pendiente media de 0.72% según el criterio de Taylor y Schwarz.

Figura 4.2. Delimitación de las cuencas de la quebrada Bonita y la quebrada sin nombre, subdivisión de la cuenca de esta última en los sectores aguas arriba y debajo de la rotonda/laguna de recolección de aguas pluviales (Fuente: Hojas cartográficas escala 1:5000 3244-I-NW-5, 3244-I-NW-9, 3244-I-NW-10, 3244-I-NE-1, 3244-I-NE-2, 3244-I-NE-6, 3245-II-SE-21, 3245-II-SE-22, SNIT) Cuadrícula CRTM-05

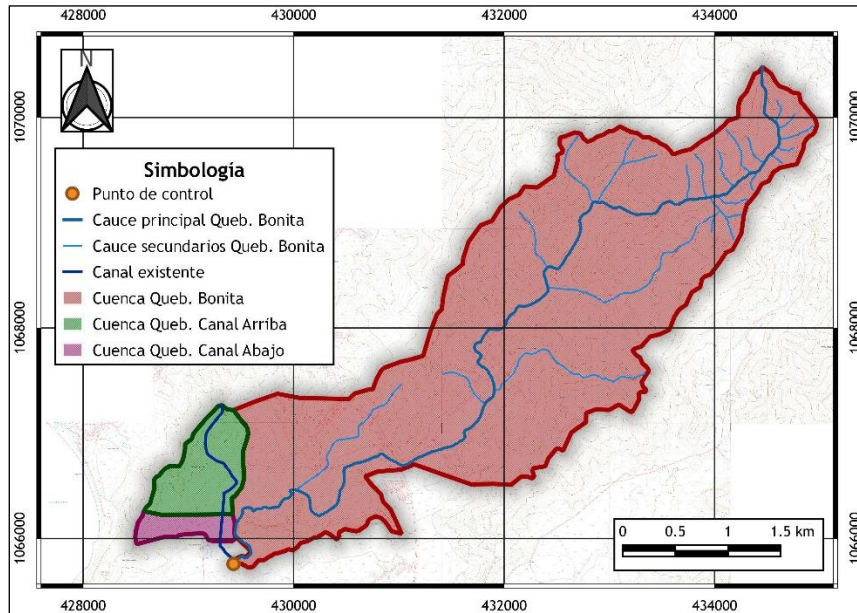
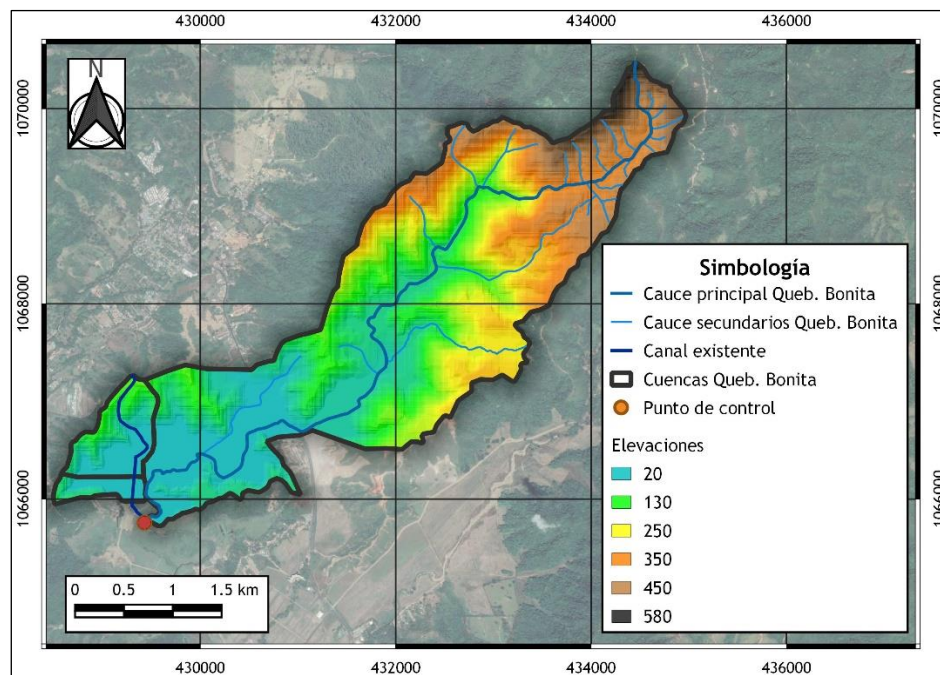


Figura 4.3. Modelo de elevación digital de las cuencas de la quebrada Bonita y la quebrada sin nombre (Fuente: Curvas 1:50000, IGN) Cuadrícula CRTM-05



Cuadro 4.1 Características principales de las cuencas de influencia en el AP

Característica	Cuenca Queb. Sin nombre arriba	Cuenca Queb. Sin nombre abajo	Cuenca Queb. Bonita
Área de drenaje (km <sup>2</sup> )	0.63	0.21	9.33
Perímetro (km)	3.43	2.41	19.16
Índice de compacidad de Gravelius	1.21	1.47	1.76
Factor de forma	0.38	3.10	0.10
Pendiente media de la cuenca (%)	15.96	10.04	19.20
Elevación media de la cuenca (msnm)	59.75	10.00	200.45
Elevación máxima de la cuenca (msnm)	160	10.5	580
Elevación mínima de la cuenca (msnm)	10.50	8.62	6.70
Longitud del cauce principal (km)	1.29	0.26	9.63
Elevación máxima (msnm)	160.00	10.40	580.00
Elevación mínima (msnm)	10.50	8.62	6.70
Pendiente media del cauce principal - Taylor y Schwarz (%)	3.67%	0.72%	1.49%
Pendiente media del cauce principal - aritmética (%)	11.58%	0.72%	5.95%
Número de orden de la cuenca	1	1	2
Longitud total de cauces (km)	1.29	0.26	22.31
Densidad de drenaje (km/km <sup>2</sup> )	2.06	1.24	2.39

Figura 4.4. Perfil de la quebrada Bonita hasta el punto de control de la cuenca (Fuente: Curvas 1:50000, IGN)

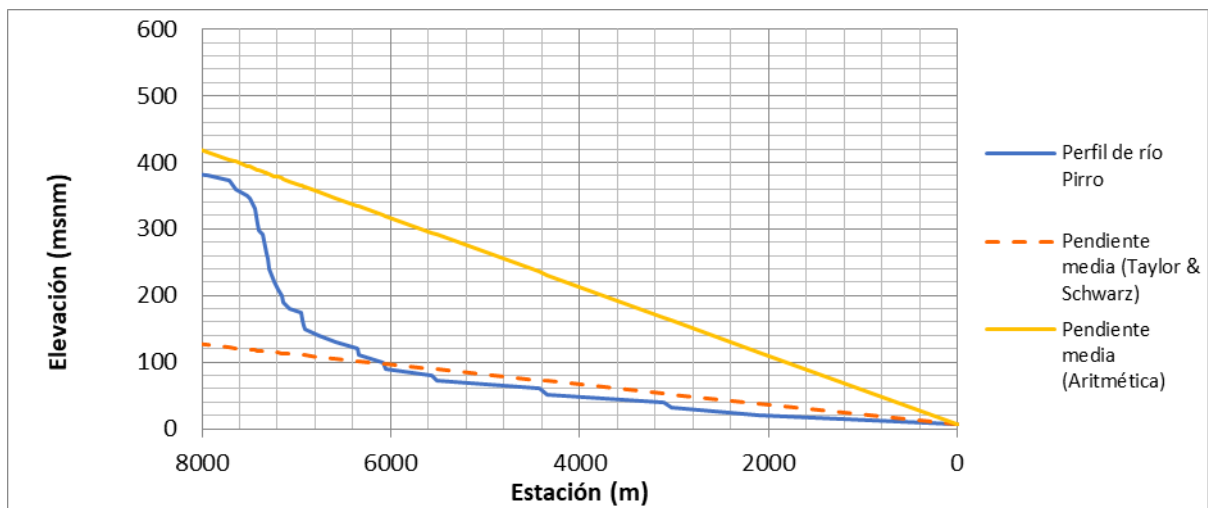


Figura 4.5. Perfil de la quebrada sin nombre hasta el punto de control en la rotonda/laguna de recolección de aguas pluviales (Fuente: Curvas 1:50000, IGN)

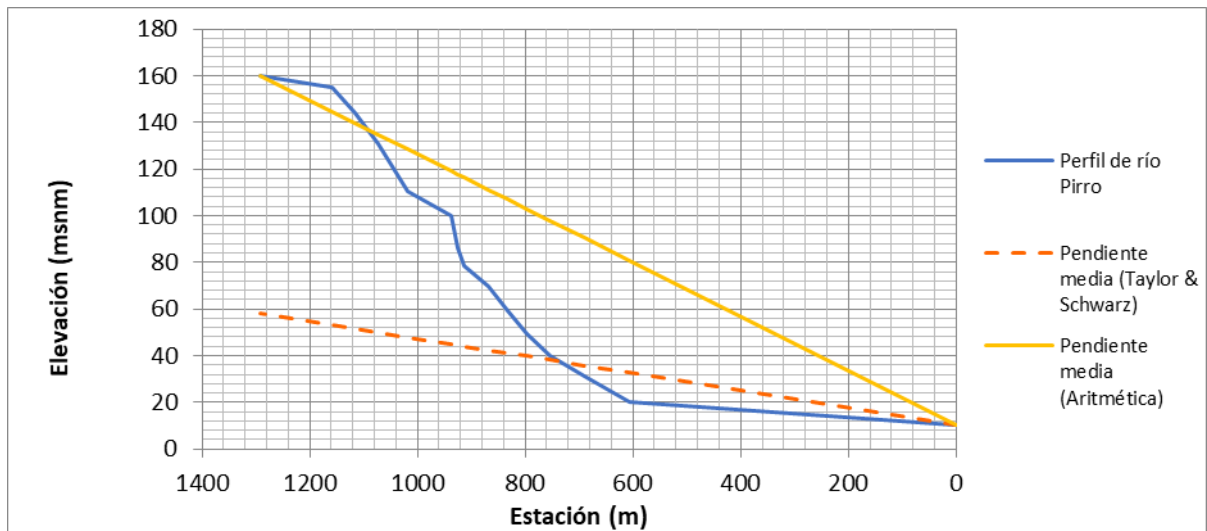
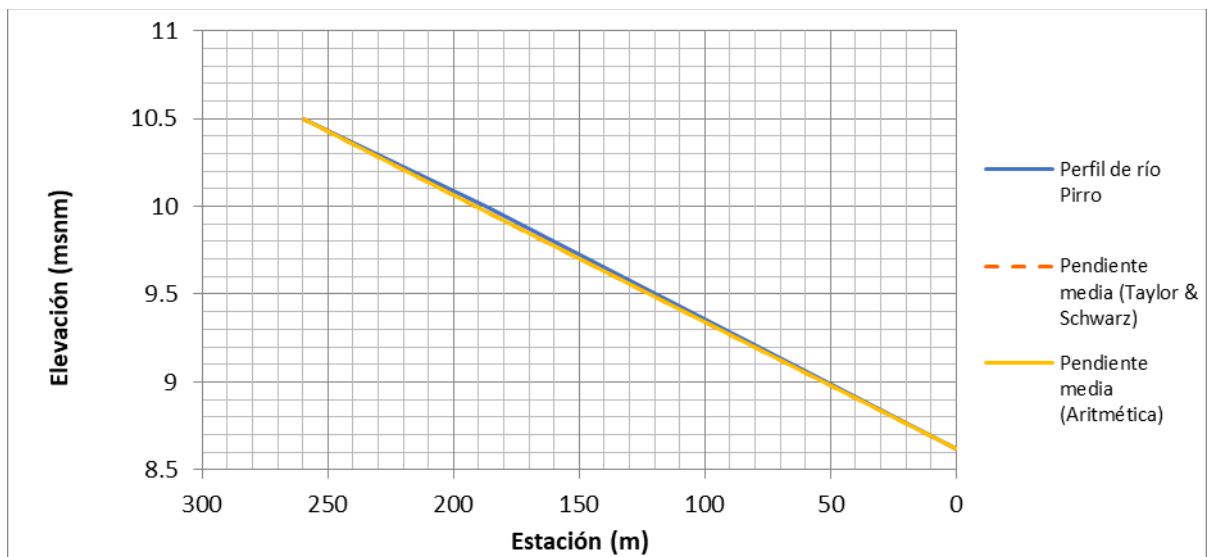


Figura 4.6. Perfil de la quebrada sin nombre hasta el punto de control en el sector sureste del AP (Fuente: Curvas 1:50000, IGN)



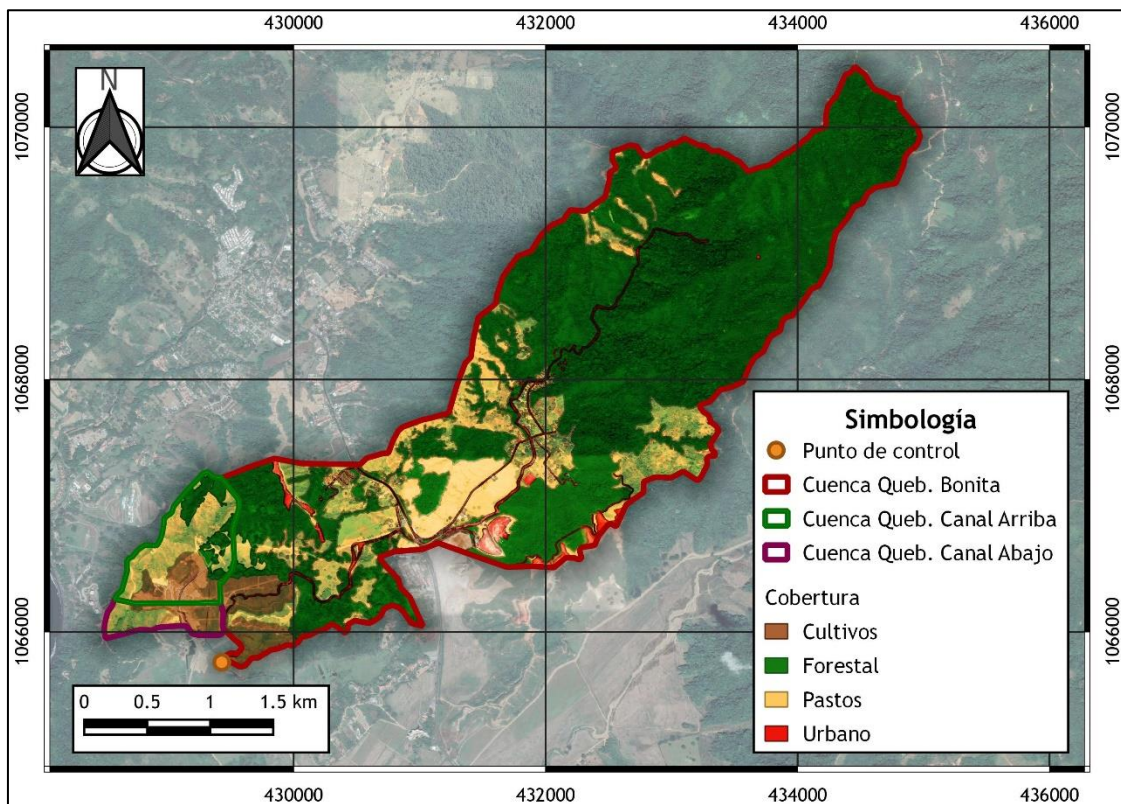
#### 4.1.2 Uso y cobertura del suelo

Para realizar una caracterización del uso y cobertura actuales de la cuenca de la quebrada Bonita y la quebrada sin nombre se recurrió al análisis de las imágenes satelitales disponibles por medio de la base de datos de Google Earth en internet y a las capas de cobertura de suelo del año 2017 disponibles en la base de datos en línea del SNIT. En la Figura 4.7 se muestra un

mosaico de las imágenes que abarcan el área de estudio y que corresponden al año 2019. Con base en la información existente, se realizó una clasificación de grandes grupos de coberturas del suelo, la cual se verificó mediante un muestreo aleatorio sistemático en una visita al sitio.

El mapeo de coberturas de suelo muestra que la cuenca de la quebrada Bonita presenta una importante cobertura forestal, que abarca el 71.5% del área de la cuenca. El área restante corresponde a zonas de pastos y cultivos y a una pequeña fracción urbana. Para el caso de las subcuencas de la quebrada sin nombre, la subcuenca superior presenta cobertura forestal, de pastos (53.5% del área total) y urbana (28.8% del área total); la subcuenca inferior presenta casi un 50% de su área con cobertura urbana, el área restante está compuesta por pastos y una pequeña franja forestal. Un resumen de las áreas que abarcan las principales coberturas de suelo identificadas para las cuencas se muestra en el Cuadro 4.2.

Figura 4.7. Mosaico de imágenes satelitales mostrando la cobertura del suelo del área de la cuenca de la quebrada Bonita y las subcuencas de la quebrada sin nombre (Fuente: Google Earth 2019)  
Cuadrícula CRTM-05





**Cuadro 4.2. Coberturas de suelo predominantes en las cuencas de influencia en el AP**

Cobertura	Queb. Bonita		Queb. Sin nombre arriba		Queb. Sin nombre abajo	
	km <sup>2</sup>	Porcentaje	km <sup>2</sup>	Porcentaje	km <sup>2</sup>	Porcentaje
Cultivos	0.19	2.06%	-	-	-	-
Forestal	6.67	71.51%	0.11	17.76%	0.01	2.47%
Pastos	2.06	22.12%	0.33	53.47%	0.10	47.87%
Urbano	0.40	4.30%	0.18	28.76%	0.10	49.67%
<b>Total</b>	<b>9.33</b>	<b>100.0%</b>	<b>0.63</b>	<b>100.0%</b>	<b>0.21</b>	<b>100.0%</b>

### 4.1.3 Caracterización climática regional

#### 4.1.3.1 *Clima*

Climatológicamente el área de estudio se encuentra dentro de la Región Pacífico Central (Figura 4.8), según la clasificación del Instituto Meteorológico Nacional (IMN) a partir de criterios regionales de temperatura, precipitación anual y comportamiento estacional de las precipitaciones (Solano y Villalobos, 1997). Dentro de la clasificación climática de Köppen, esta región representa una transición entre los tipos de clima Aw y Am, climas ecuatoriales con una estación seca bien definida en el invierno boreal (Aw) o una estación seca corta (Am) con un comportamiento tipo monzónico. En ambos casos, las temperaturas medias mensuales están siempre por encima de los 18°C y con precipitaciones durante la mayor parte del año.

La Región Pacífico Central se caracteriza por una notable heterogeneidad de temperaturas y precipitaciones, causada fundamentalmente por la configuración de las cadenas montañosas y por la marcada variabilidad altitudinal. El régimen de precipitaciones dentro de la región se ve afectado por la interacción entre los cerros costeros -que se constituye en una barrera orográfica hacia el noreste de la región- y la influencia marítima del Océano Pacífico. Cerca de la costa las precipitaciones tienden a ser mayores que en los valles intermontanos; asimismo la estación seca en el interior es bien marcada, mientras que en la costa apenas significa una reducción de la cantidad de precipitación.

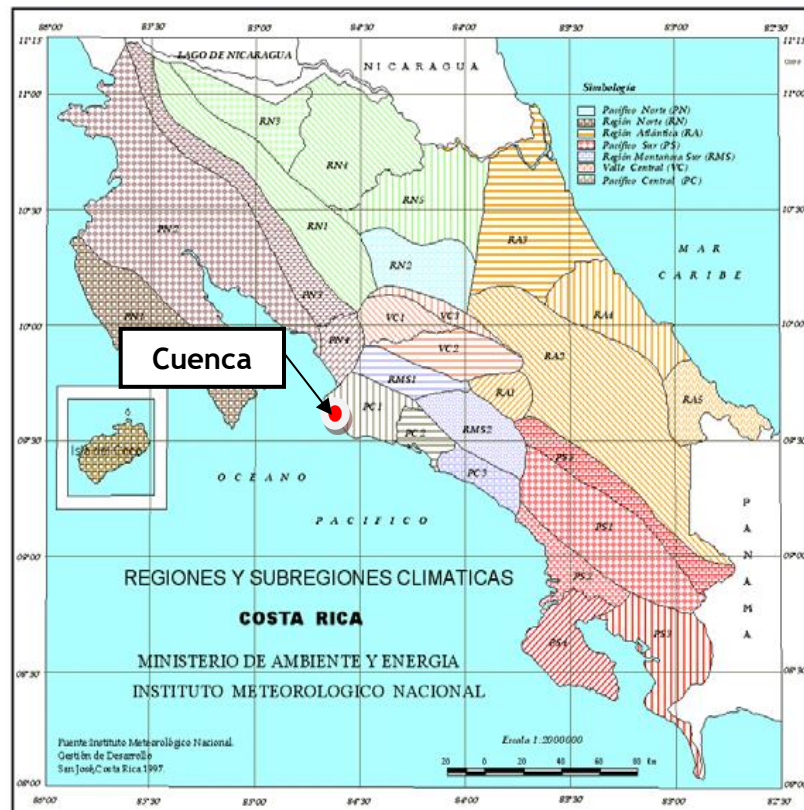
Las precipitaciones en esta región son de alta intensidad, provocadas por la humedad traída por los vientos alisios del suroeste, por la acción de las brisas marinas y por procesos convectivos (Brenes y Saborío, 1995). Entre julio y octubre los alisios del suroeste se intensifican cuando la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) se encuentra en su posición más septentrional, directamente sobre la latitud de Costa Rica. Las lluvias producidas por este mecanismo son usualmente torrenciales. Cuando la ZCIT se desplaza hacia el sur se inicia la estación seca en estos sectores; su duración es típicamente de 3 a 4 meses y las precipitaciones se reducen

significativamente (Brenes y Saborío, 1995). La variabilidad climática dentro la región Pacífico Central se puede describir mediante tres subregiones climáticas definidas por el IMN, como se muestra Cuadro 4.3 y en la Figura 4.8 (Solano y Villalobos, 1997). El Área de Proyecto -incluida la cuenca de la quebrada Bonita se ubica enteramente dentro de la subregión “PC1”.

**Cuadro 4.3. Características de las subregiones climáticas de la Región Pacífico Central (según Solano y Villalobos, 1997)**

Subregión	Precipitación media anual (mm)	Temperatura máxima media anual (°C)	Temperatura mínima media anual (°C)	Temperatura media anual (°C)	Promedio de días con lluvia	Período seco (meses)
PC1	3122	>30	18 a 23	28	140	3
PC2	3689	30	22	26	163	2
PC3	3923	25	19	22	148	3

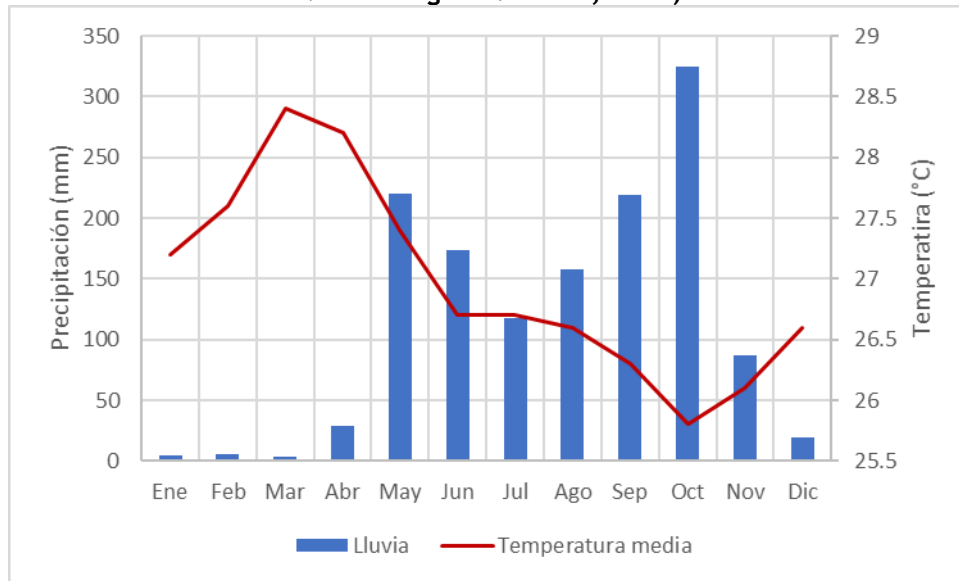
**Figura 4.8. Mapa de regiones y subregiones climáticas de Costa Rica - Instituto Meteorológico Nacional**  
 Fuente: Solano y Villalobos, 1997



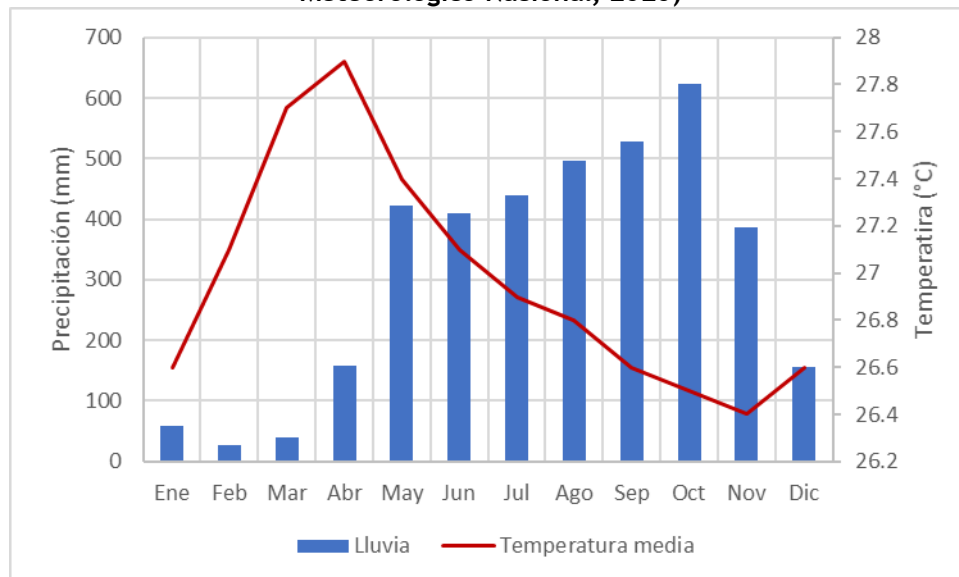
En la Figura 4.9 se muestra, de manera representativa para la zona de estudio, el climograma para la estación 78027 Puntarenas del Instituto Meteorológico Nacional, ubicada a 40 km de la

cuenca en estudio y en la Figura 4.10 se muestra el climograma para la estación 90013 Damas del Instituto Meteorológico Nacional, ubicada a 60 km de la cuenca del estudio.

**Figura 4.9. Climograma Estación 78027 Puntarenas Período 2002-2018 (según Instituto Meteorológico Nacional, 2020)**



**Figura 4.10. Climograma Estación 90013 Finca Damas Período 1991-2018 (según Instituto Meteorológico Nacional, 2020)**



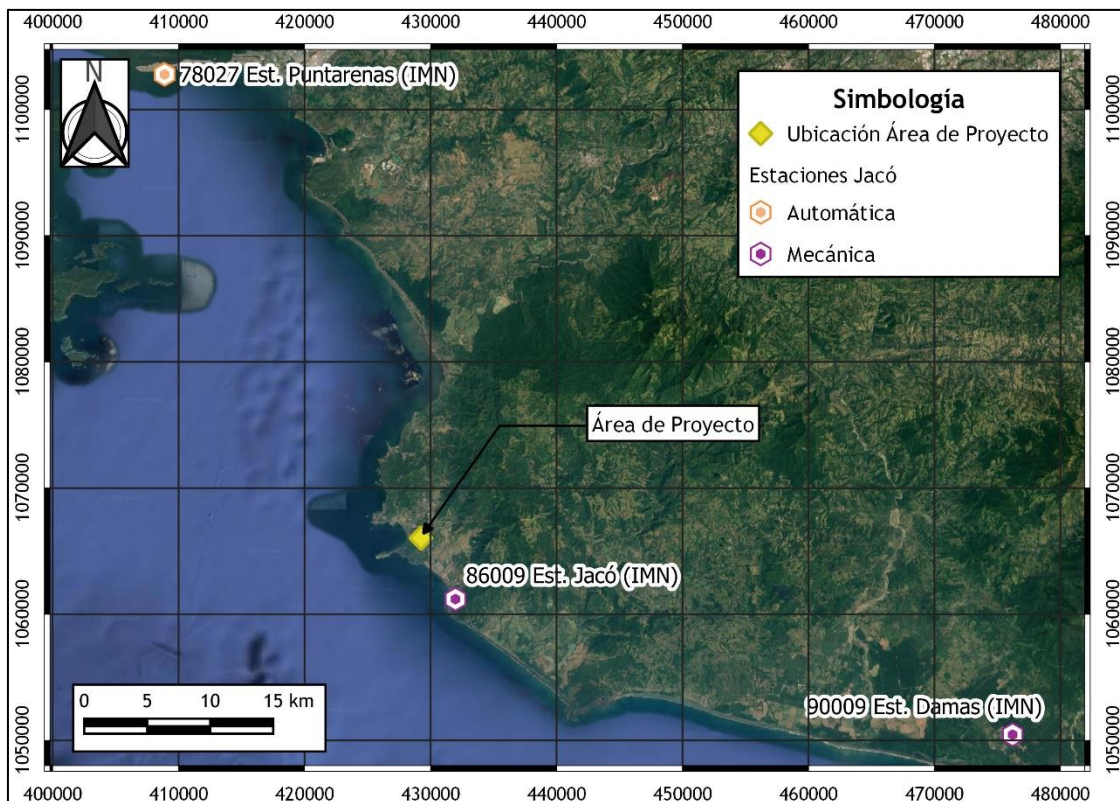
#### 4.1.3.2 Intensidades de precipitación

Las intensidades de precipitación utilizadas para los cálculos hidrológicos son las indicadas previamente en el apartado 3.2, correspondientes a la estación Damas.

#### 4.1.3.3 Precipitación máxima diaria

Como se mencionó antes, el Área de Proyecto se encuentra dentro de la subregión PC1, la cual es una zona de transición entre el clima del Pacífico Norte y el clima propiamente del Pacífico Central. El Instituto Meteorológico Nacional cuenta con estaciones pluviométricas, de las cuales la estación Puntarenas es representativa de la subregión más al sur del Pacífico Norte, mientras que la estación Damas (Quepos) lo es de la subregión PC2 del Pacífico Central. Puntarenas se ubica a 40 km del Área de Proyecto, mientras que la distancia desde Quepos es de 60 km (Figura 4.11). Es de esperar que la precipitación en el Área de Proyecto tenga características intermedias entre ambas. La información de precipitación media mensual para las dos estaciones consideradas se presenta en el Cuadro 4.4 así como en la Figura 4.12.

Figura 4.11. Estaciones meteorológicas del IMN localizadas en las cercanías del proyecto



**Cuadro 4.4. Precipitación media mensual (en mm) en estaciones cercanas a la cuenca del Río Copey (Fuente: IMN)**

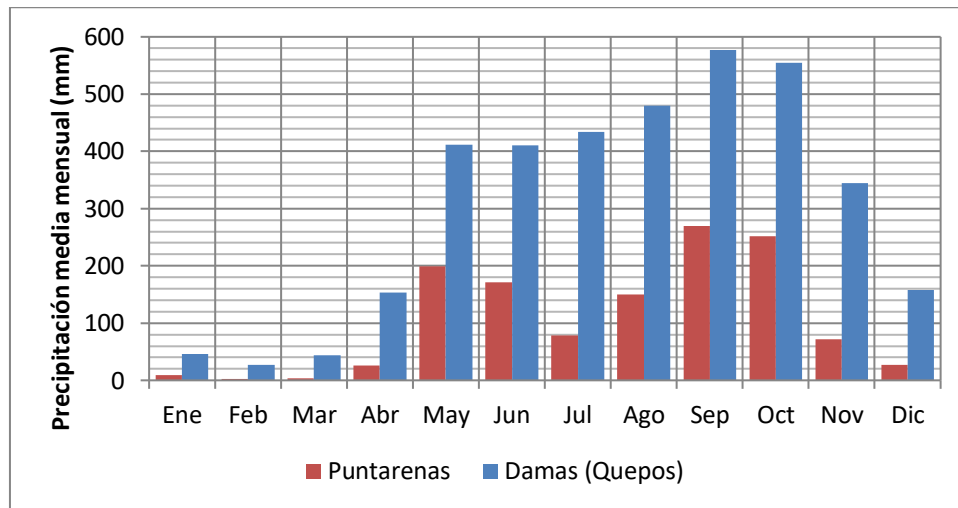
Estación Puntarenas (1997-2016)

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
9,6	2	3,1	26,1	198,9	172	78,3	150,4	269,8	251,6	71	26,5	1259,4

Estación Damas (Quepos) (1984-2016)

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
45,7	26,7	43,8	153,2	412	410	434,1	480	576,7	555,2	344	158,2	3639,9

**Figura 4.12. Precipitación media mensual en las estaciones Damas (Quepos) y Puntarenas, período 1984-2016. (Fuente: IMN)**



Resulta notorio, según los datos anteriores, que en Quepos llueve anualmente prácticamente el triple que en Puntarenas. Los patrones estacionales son muy similares, aunque conforme se avanza hacia el sur la época seca no es tan marcada, es más corta y se acusa la ausencia del “veranillo” del mes de julio. Podría deducirse que la precipitación en las quebradas de interés se asemeja más a la de la Est. Damas, que a la de Puntarenas.

Se contó con información de precipitación máxima diaria en las estaciones 78027 Puntarenas y 86009 Jacó. Para efectos del presente estudio se decidió utilizar la información de precipitación máxima diaria de la estación Jacó, debido a su cercanía con el AP. Las características de la información adquirida en el Instituto Meteorológico Nacional se muestran en el Cuadro 4.5.

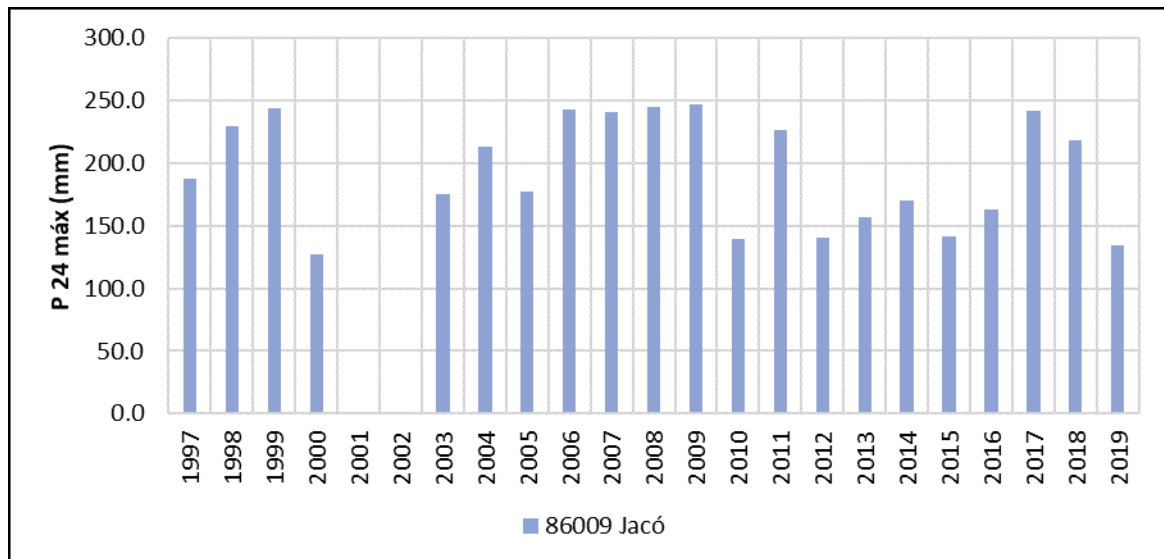
**Cuadro 4.5. Estaciones pluviométricas con información disponible para el análisis hidrológico de la cuenca del Perico**

Número	Estación	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)	Periodo
72101	Nicoya (Ext. Agrícola)	09° 58'20" N	84° 49'51.44" O	3	2001-2019
86009	Jacó	09° 35'48" N	84° 37'11" O	3	1997-2019

Con la información de lluvia máxima diaria es posible realizar un análisis probabilístico con el fin de determinar los valores de precipitación máxima para diferentes períodos de retorno, lo cual puede servir como insumo para derivar tormentas de diseño para la aplicación de modelos precipitación-escorrentía.

Para lo anterior, se procedió a transformar los datos de precipitación diaria ( $P_D$ ) en precipitación de 24 horas ( $P_{24}$ ) multiplicándolos por un factor de 1.16, correspondiente al ajuste de Weiss, tal como se recomienda en la literatura (Dwyer y Reed, 1995). Este ajuste obedece a que los datos reportados como lluvia diaria responden a una discretización sistemática de la lluvia en intervalos regulares de un día meteorológico, lo cual constituye un muestreo que puede dejar por fuera valores mayores de precipitación en períodos de 24 horas que no coinciden con los intervalos de medición. La Figura 4.13 muestra gráficamente los registros de  $P_{24}$  para la estación Jacó en el periodo de registro entre 1997 y 2019.

**Figura 4.13. Registros de precipitación máxima diaria de las estaciones del IMN, disponibles para el estudio**



Una vez con las series anuales de precipitaciones máximas de 24 horas ( $P_{24}$ ), se procedió a realizar un análisis estadístico con los datos de cada una de las estaciones meteorológicas con

la ayuda del programa Hydrognomon (Kozanis et.al. 2010), herramienta para realizar análisis de series de tiempo.

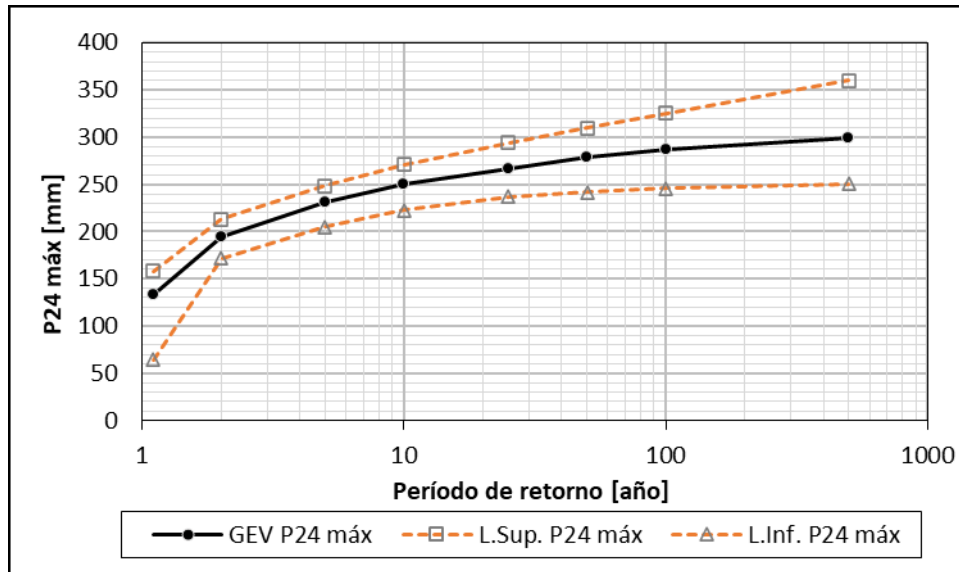
Debido a que se buscó determinar el valor de precipitaciones con valores de período de retorno altos se desarrolló un análisis estadístico de valores extremos, el cual se basa en los siguientes supuestos, según Beguería (2002):

- Los eventos climáticos o hidrológicos extremos son una variable aleatoria que puede ser expresada mediante una distribución de probabilidad.
- La serie de eventos extremos es independiente; es decir, la magnitud de cada suceso no tiene correlación con los sucesos anteriores.
- La distribución de probabilidad que explica el proceso extremo no varía en el tiempo, ni tampoco cambia en función de la magnitud de la variable.

En este caso, se hizo el análisis con los valores máximos diarios de precipitación en una serie de datos anuales. Una de las distribuciones que ha demostrado obtener resultados acertados en cuanto al análisis de valores extremos ha sido la distribución generalizada de valores extremos (GEV). Dicha distribución fue empleada para extrapolar la tendencia de la serie de datos de precipitación obtenidos de las estaciones del IMN.

Gracias a la herramienta Hydrognomon, se obtuvieron los resultados de dicha extrapolación para los cuales se determinaron, además, límites de confianza dentro de los cuales se debe encontrar el valor de la estimación. Los resultados se presentan gráficamente en la Figura 4.14.

Figura 4.14. Datos de precipitación estimada en función al período de retorno (TR), con sus respectivos límites de confianza para el registro de la estación 86009 Jacó



Cuadro 4.6. Ajuste GEV a los datos de precipitación máxima en 24 horas para la estación 86009 Jacó

TR (años)	Estimación (mm)	Límite inferior (mm)	Límite superior (mm)
1.1	134.0	64.6	158.4
2	194.1	171.5	213.2
5	231.8	204.8	248.7
10	250.3	222.6	270.6
25	267.2	236.8	294.4
50	278.4	241.9	309.9
100	286.5	246.0	325.6

Es así como se obtuvieron los valores de precipitación máxima diaria registrada en 24 horas para el área de estudio. Dicha precipitación es el insumo base para la obtención de tormentas de diseño a utilizar para cada uno de los períodos de retorno elegidos para la modelización precipitación-escorrentía que se presentará en el siguiente capítulo.



#### 4.1.4 Condiciones del cauce de la quebrada Bonita y la quebrada sin nombre en el terreno en estudio

Las condiciones actuales de la quebrada sin nombre a lo largo del lindero este del AP se observan en la Figura 4.15. El tramo del cauce de la quebrada que colinda con el terreno del proyecto tiene una configuración trapecial artificial, por las razones comentadas en los apartados anteriores, con un cauce excavado en los materiales naturales presentes en la zona. Los márgenes en este momento están cubiertas por vegetación. El desnivel entre el fondo del cauce y la terraza principal donde se proyectan las obras es de cerca de 2.9 m. Tanto en el sector norte como el sector sur del AP existen calles públicas de la urbanización en las que se colocaron baterías de alcantarillas para el paso del caudal que discurre por la quebrada, estas estructuras no parecen tener un diseño hidráulico y los métodos de colocación utilizados son muy artesanales. Como parte del presente informe se verificará que estas estructuras tengan capacidad hidráulica adecuada para trasegar los caudales pico producto de las avenidas.

Las condiciones actuales de la quebrada Bonita a lo largo del sector cercano al AP se observan en la Figura 4.16. El tramo del cauce de la quebrada ubicado en las cercanías del terreno no presenta obstrucciones ni obras hidráulicas que afecten los niveles del agua, el cauce está bien definido y sus márgenes están cubiertas por vegetación. En el sector de la margen derecha de la quebrada se conformó un dique de protección contra inundaciones del sector de la urbanización. El desnivel natural entre el fondo del cauce y el terreno de las planicies de inundación es en promedio de unos 3.0 m, el dique dispuesto en la margen derecha aumenta este desnivel entre 3.5 m y 3.7m, dependiendo del sector. Entre el punto de control utilizado para el análisis hidráulico y el sitio de la desembocadura en el mar de la quebrada hay una distancia de aproximadamente 2.6 km, en el apartado de modelización hidráulica se describirán los supuestos utilizados para tomar en cuenta la influencia de los niveles de marea en el análisis.

Cabe mencionar que la visita al sitio se realizó el día 03 de noviembre de 2020, los caudales presentes en ese momento corresponden a la afectación indirecta del huracán Eta en la zona.

Figura 4.15. Condiciones de la quebrada sin nombre en el sitio de estudio



Batería de alcantarillas para paso de la quebrada en el sector norte del AP, vista al cauce excavado en los materiales naturales de la zona, el AP se aprecia a la derecha de la fotografía



Batería de alcantarillas para paso de la quebrada en el sector sur del AP



Sector aguas abajo del paso de la quebrada en el sector sur del lote

Figura 4.16. Condiciones de la quebrada Bonita en las cercanías al sitio de estudio



Vistas del cauce de la quebrada Bonita, márgenes cubiertas por vegetación



Dique de protección existente en la margen derecha de la quebrada

## 4.2 ESTIMACIÓN DE CAUDALES DE DISEÑO

Las cuencas de la zona en estudio no cuentan con mediciones ni registros continuos de caudal, por lo que no se dispone de información directa para estimar los caudales de diseño para los tramos de quebrada que discurren en las cercanías del Área de Proyecto. Ante esta situación y por las diferencias en área de las quebradas, se realizaron análisis individuales para tomar en cuenta las características de cada cuenca.

### 4.2.1 Modelización hidrológica de la quebrada Bonita

Para el caso de la quebrada Bonita se decidió emplear un modelo agregado precipitación-escorrentía mediante el modelo HEC-HMS (modelo agregado de análisis de crecientes), para estimación de caudales máximos instantáneos en el sitio de interés a partir de tormentas de diseño y características de las cuencas. Se consideraron períodos de retorno de 10, 25, 50 y 100 años para efectos de diseño hidrológico.

Los modelos de precipitación-escorrentía son el método indirecto más usual para aplicar en los casos en que no existe información directa de caudales de avenida en una cuenca. El modelo HEC-HMS, desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos (USACE, 2000), es probablemente el modelo de simulación hidrológica más ampliamente utilizado y está diseñado para simular la escorrentía superficial que resulta de un evento de precipitación, mediante la representación de la cuenca como un sistema de componentes interconectados. El modelo HEC-HMS permite estimar, de manera agregada, los hidrogramas de crecientes resultantes de eventos de precipitación sobre la cuenca (“tormenta de diseño”) asociados a una recurrencia determinada (período de retorno).

El proceso de simulación en HEC-HMS se puede resumir en los siguientes pasos:

- Estimación de la tormenta de diseño media sobre la cuenca, para los períodos de retorno de interés
- Definición del modelo de cuenca
- Definición del modelo de abstracciones de precipitación
- Definición del modelo de transformación precipitación-escorrentía
- Corrida de las simulaciones del modelo y obtención de los hidrogramas de crecientes para los períodos de retorno de interés

#### 4.2.1.1 Estimación de tormentas de diseño

Para aplicar el método precipitación-escorrentía es necesario contar con una distribución temporal o hietograma característico de la región que permita obtener los pulsos de precipitación a distintos intervalos de tiempo. En casos donde no se cuente con tormentas

medidas en estaciones cercanas al sitio de estudio, existen hietogramas característicos dados en la literatura o metodologías que permiten estimar una distribución temporal de la precipitación a partir de las curvas i-d-f.

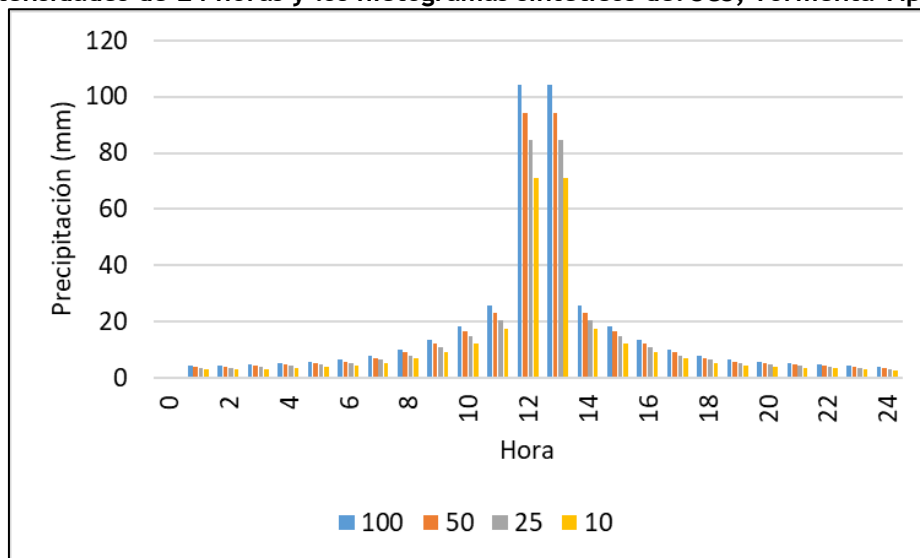
Para los Estados Unidos, el Soil Conservation Service (SCS) definió tormentas de diseño estándar de 24 horas, con distribuciones temporales que se representan en forma de curvas masa adimensionales (Chow et.al. 1994, Viessman y Lewis, 2002). Al aplicarlas a este sector del Pacífico Central de Costa Rica, se recomienda el uso de la distribución temporal de la tormenta tipo III, de acuerdo con un análisis comparativo entre las intensidades resultantes de este tipo de tormenta y las curvas i-d-f representativas de la zona.

Los valores de precipitaciones máximas en 24 horas empleadas para el estudio corresponden a los derivados para la estación Jacó, según se detalló en un apartado anterior, y se muestran en el Cuadro 4.7. En la Figura 4.17 muestran los hietogramas de las tormentas de diseño para los cuatro períodos de retorno considerados, discretizados en intervalos de 1 hora para efectos de presentación de la información.

**Cuadro 4.7. Precipitación en 24 horas empleada para el cálculo de tormentas de diseño**

TR (años)	Estimación (mm)
10	250.3
25	267.2
50	278.4
100	286.5

**Figura 4.17. Tormenta de diseño para la quebrada Bonita, elaboradas elaboradas a partir de las intensidades de 24 horas y los hietogramas sintéticos del SCS, Tormenta Tipo III**



#### 4.2.1.2 Modelo de abstracciones de la precipitación

Todo modelo de precipitación-escorrentía requiere, para el cálculo de caudales, la estimación del exceso de precipitación o precipitación efectiva, es decir, de la fracción de la lluvia que va a llegar a escurrir sobre la superficie de la cuenca. La diferencia entre la precipitación total producto de una tormenta y la precipitación efectiva corresponde a las denominadas abstracciones de precipitación, las cuales ocurren mediante dos procesos hidrológicos fundamentales: la infiltración en el subsuelo y la intercepción por parte de la vegetación y las superficies.

Las abstracciones de la precipitación fueron calculadas en el presente estudio empleando la metodología del número de curva (CN) del Soil Conservation Service (SCS) de los Estados Unidos. Se estimó un número de curva CN representativo para la cuenca de la quebrada Bonita, tomando en cuenta la distribución de tipos de suelo, cobertura del suelo y pendientes dentro de la región de análisis. La estimación de CN para la cuenca se realizó mediante la ponderación de los valores recomendados por Chow et.al. (1994) para las características de cobertura, tipo de suelo y pendientes de la cuenca (Cuadro 4.8). Se consideró que los suelos de la cuenca en estudio corresponden a los grupos hidrológicos B y C.

**Cuadro 4.8. Definición del número de curva CN para la cuenca de la quebrada Bonita**

Cobertura	Área		CN suelo tipo B	CN suelo tipo C	CN Ponderado
	km <sup>2</sup>	Porcentaje			
Cultivos	0.19	2.06%	71	78	74.5
Forestal	6.67	71.51%	55	70	62.5
Pastos	2.06	22.12%	61	74	67.5
Urbano	0.40	4.30%	85	90	87.5
<b>Total</b>	<b>9.33</b>	<b>100.0%</b>	<b>57.9</b>	<b>71.9</b>	<b>64.9</b>

Los valores de la tabla anterior corresponden a números de curva CN para condiciones antecedentes de humedad tipo II, es decir, condiciones intermedias de lluvia precedente al evento de diseño. Para considerar un posible efecto de saturación de los suelos producto de eventos previos de precipitación, la metodología del SCS define una condición antecedente de humedad tipo III, la cual corrige y aumenta los números de curva significativamente de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$CN(III) = \frac{23 * CN(II)}{10 + 0.13 * CN(II)} \quad (1)$$

Esta condición de humedad supone, sin embargo, un grado muy alto de saturación de los suelos; su combinación con una tormenta de diseño de baja recurrencia va a generar una creciente con un período de retorno aún mayor al estimado para la lluvia, por lo que no se aconseja esta corrección en el modelo.

Para la estimación de la intercepción se adoptó la recomendación del SCS mediante el concepto de abstracciones iniciales. Según esta metodología, las abstracciones iniciales ( $I_a$ , en mm) se pueden estimar como un porcentaje k de la retención potencial máxima de la cuenca ( $S$ , en mm), parámetro que a su vez es función del número de curva definido anteriormente:

$$S = \frac{25400 - 254 * CN}{CN} \quad (2)$$

$$I_a = k * S \quad (3)$$

Según las recomendaciones del SCS, tradicionalmente, se adopta un valor de  $k = 0.2$  para la estimación de las abstracciones iniciales. El resumen de estos parámetros se muestra en el Cuadro 4.9.

**Cuadro 4.9. Definición de retención potencial máxima y abstracciones iniciales para la cuenca de la quebrada Bonita**

Parámetro	Valor
Valor CN <sub>20</sub> ponderado	64.9
S <sub>20</sub> (mm)	137.19
I <sub>a,20</sub> (mm)	27.44

Una vez definido el número de curva CN y las abstracciones iniciales para la cuenca, el método del SCS permite un cálculo secuencial de la precipitación efectiva acumulada, a partir de los datos discretos de precipitación total, abstracciones iniciales y retención potencial máxima:

$$P_{e,ac} = \frac{(P - I_a)_{ac}^2}{(P - I_a)_{ac} + S} \quad (4)$$

Donde:

$P_{e,ac}$  = precipitación efectiva acumulada

$P$  = precipitación total acumulada

$S$  = retención potencial máxima

$I_a$  = abstracciones iniciales, todas cantidades en mm

De esta manera, a la precipitación total se le restan las abstracciones por intercepción e infiltración, obteniéndose el hietograma de precipitación efectiva que servirá de base para la transformación de la precipitación en escorrentía y para la estimación del hidrograma de crecientes.

#### **4.2.1.3      *Modelo de transformación precipitación-escorrentía***

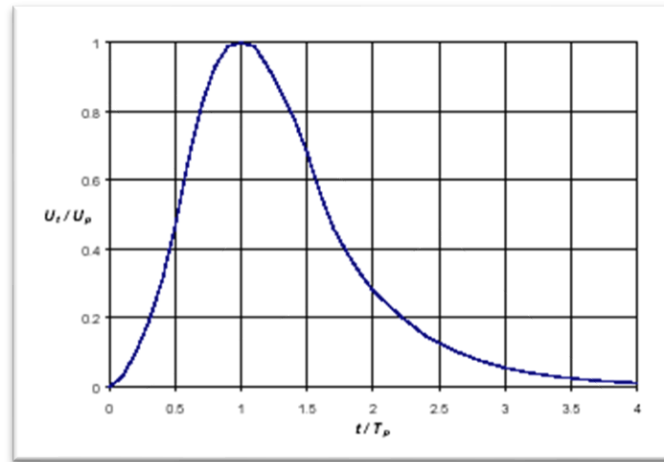
En los modelos de precipitación-escorrentía, después del cálculo de las abstracciones de precipitación, se procede a aplicarle a la precipitación efectiva una transformación para el cálculo de los caudales de escorrentía. Uno de los modelos de transformación más utilizados en la hidrología es el del hidrograma unitario, que es un modelo empírico originalmente propuesto por Sherman en 1932.

El modelo del hidrograma unitario es un modelo hidrológico lineal que representa la función de respuesta de pulso unitario para un sistema hidrológico. Mediante este modelo es posible deducir el hidrograma resultante de cualquier cantidad de exceso de precipitación (Chow et.al., 1994).

Existen diferentes modelos de hidrograma unitario. Dentro de los modelos disponibles está el hidrograma unitario adimensional del SCS, el cual es un hidrograma unitario sintético en el cual el caudal se expresa como la razón del caudal unitario  $U$  al caudal unitario pico  $U_p$  y el tiempo como la razón del tiempo al tiempo al pico  $t/T_p$ . Este hidrograma sintético adimensional fue derivado a partir de información de diversas cuencas y se muestra en la Figura 4.18 (Chow et.al., 1994).



Figura 4.18. Hidrograma unitario sintético adimensional del SCS



Los parámetros  $T_p$  y  $U_p$  dependen de características físicas de la cuenca; una vez estimados ambos para la cuenca o subcuenca de estudio, sólo basta con multiplicar las coordenadas del hidrograma unitario adimensional por los valores respectivos de  $T_p$  y  $U_p$  para obtener el correspondiente hidrograma unitario. Un hidrograma sintético de este tipo puede utilizarse para representar la transformación precipitación efectiva - escorrentía en cualquier cuenca. El caudal unitario pico  $U_p$  (en  $m^3/s\text{-mm}$ ) y el tiempo al pico  $T_p$  se relacionan según la siguiente expresión:

$$U_p = \frac{0.208 * A}{T_p} \quad (5)$$

donde:

$A$  = área de la cuenca, en  $km^2$   
 $T_p$  = el tiempo al pico, en horas

El tiempo al pico ( $T_p$ ) depende de la duración de la lluvia efectiva  $D$  y del tiempo de retardo  $t_{lag}$ , este último definido como la diferencia de tiempo entre el centro de masa de lluvia efectiva y el pico del hidrograma unitario:

$$T_p = \frac{D}{2} + t_{lag} \quad (6)$$

El tiempo de retardo  $t_{lag}$  es un parámetro que describe el tiempo de respuesta hidrológica de la cuenca, representando el tiempo en que se presenta el pico de caudal ante un evento de duración determinada. Este parámetro se obtiene usualmente a través de la calibración de la cuenca. Sin embargo, para cuencas no instrumentadas se pueden usar relaciones en función del tiempo de concentración de la cuenca.

Para la estimación de tiempo de concentración en pequeñas cuencas rurales, se recomienda como procedimiento estándar utilizar la ecuación de Kirpich, también conocida como la ecuación de California Culverts Practice (Chow et.al., 1994). Según esta ecuación, el tiempo de concentración  $t_c$  se puede estimar a partir de la pendiente media del cauce y de la longitud del cauce de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$t_c = 0.01947 * \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}} \quad (7)$$

Donde:

- $t_c$ : tiempo de concentración (en minutos)
- S: pendiente del cauce
- L: longitud del cauce (en m)

Para transformar este tiempo de concentración  $t_c$  en tiempo de retardo  $t_{lag}$ , el SCS propone la siguiente expresión:

$$t_{lag} = 0.6 * t_c \quad (8)$$

Se calcularon el tiempo de concentración y tiempo de retardo, caudal pico unitario y tiempo al pico para la cuenca en estudio. Los resultados se muestran en el Cuadro 4.10. Los cálculos se basaron en las características morfométricas (longitud de cauce principal, pendiente media del cauce) calculadas para la cuenca.

**Cuadro 4.10. Tiempo de respuesta y parámetros del hidrograma unitario estimados para la cuenca en estudio (Duración efectiva D = 15 minutos)**

Parámetro	Valor
Tiempo de concentración $t_c$ (min)	114.6
Tiempo de retardo $t_{lag}$ (min)	68.8
Caudal unitario pico $U_p$ ( $m^3/s$ -mm)	1.53
Tiempo al pico del H.U. $T_p$ (min)	76.3

Los parámetros anteriores permiten estimar el hidrograma unitario sintético para la cuenca en estudio. Para una duración efectiva de precipitación de 10 minutos para la cuenca de la quebrada Bonita (hietograma de precipitación efectiva discretizado cada 10 minutos) o para cualquier otra duración. Con base en estos parámetros el modelo HEC-HMS aplica los principios

de proporcionalidad y superposición para calcular el hidrograma de respuesta resultante de los hietogramas de diseño.

#### 4.2.1.4 Resultados del modelo HEC-HMS

Las simulaciones con el modelo HEC-HMS se realizaron, tal como se ha descrito en los apartados anteriores, con las siguientes condiciones:

- Modelo de precipitación: Tormentas (hietogramas) de diseño para períodos de retorno de 10, 25, 50 y 100 años, duraciones de 24 horas. Las tormentas se derivaron utilizando la metodología del hietograma característico del SCS tipo III a partir de la precipitación máxima diaria estimada para la estación 86009 Jacó.
- Modelo de abstracciones de precipitación del SCS. Número de curva para la cuenca según cobertura y tipo de suelo, para condiciones antecedentes de humedad tipo II. Abstracciones iniciales del 20% de la retención potencial máxima S de la cuenca.
- Modelo de transformación precipitación-escorrentía según el hidrograma unitario sintético adimensional del SCS. Tiempos de concentración y retardo calculados con la metodología del SCS y la ecuación de Kirpich.

Un resumen de los caudales obtenidos se muestra en el Cuadro 4.11. En el Anexo 2 se incluyen las salidas del programa HEC-HMS para cada simulación.

**Cuadro 4.11. Caudales máximos instantáneos (en m<sup>3</sup>/s) obtenidos a partir de las simulaciones en el modelo HEC-HMS para la cuenca en estudio**

TR (años)	Precipitación (mm)	CN <sub>00</sub>	Caudal pico (m <sup>3</sup> /s)
10	250.3	64.9	109.60
25	267.2		121.30
50	278.4		129.10
100	286.5		134.80

#### 4.2.2 Modelización hidrológica de la quebrada sin nombre

Para el caso de la quebrada sin nombre, ya que tiene un área total de 0.83 km<sup>2</sup>, se decidió realizar el cálculo de los caudales pico de avenida por medio del método racional. Este método se explicó ampliamente en el apartado 3.2 del presente informe.

Como se comentó en el apartado 4.1.1, en el sector al norte del AP se construyó una rotonda/laguna de recolección de los caudales de escorrentía provenientes de otras zonas de la urbanización, esta obra produce un efecto de retardo del pico de caudal en la zona superior de la cuenca de la quebrada sin nombre, de modo que el pico total de caudales máximos en el punto de control ubicado en el sector sur del AP será menor que el calculado mediante la aplicación directa de la fórmula Racional. Por esta razón se decidió realizar simulaciones de tránsito hidrológico en la rotonda/laguna.

Las simulaciones de la operación de la laguna se llevaron a cabo aplicando el método de tránsito hidrológico conocido como tránsito de piscina nivelada o método de Puls (Chow et.al., 1994), empleando para ello el módulo de tránsito de embalses del sistema de modelado hidrológico HEC-HMS.

Como entrada a la simulación, se generaron hidrogramas de diseño derivados mediante el Método Racional Modificado (Chow et.al, 1994). Este método es una extensión del Método Racional que permite construir de una forma simplificada hidrogramas que representan la respuesta de la cuenca al evento de intensidad efectiva constante que supone el método. Esto permite darle temporalidad a la ocurrencia del caudal pico y a la variación en el tiempo de los caudales durante la creciente.

El método permite la construcción de hidrogramas triangulares, definidos por un caudal pico  $Q_p$ , un tiempo al pico  $t_p$  y un tiempo base  $t_b$ . El caudal pico es el obtenido por el Método Racional, para una duración de lluvia igual al tiempo de concentración ( $d = t_c$ ); el tiempo al pico será igual a la duración de la lluvia, que a su vez es igual al tiempo de concentración ( $t_p = d = t_c$ ); y el tiempo base será dos veces el tiempo de concentración:  $t_b = 2 \times t_c$ .

Para el análisis se generaron hidrogramas triangulares para la subcuenca superior de la quebrada sin nombre, que será el insumo de entrada para el sistema de detención de la laguna, con una duración asociada al tiempo de concentración de esta subcuenca. Adicionalmente se generaron hidrogramas triangulares para la subcuenca inferior, que, si bien no es insumo de entrada para el tránsito, también aporta caudal al punto de control definido en el sector sur del AP.

Las características morfológicas de las subcuencas de la quebrada sin nombre se presentaron previamente en el Cuadro 4.1, las características de la cobertura de los suelos para el cálculo

del coeficiente de escorrentía se presentaron en el Cuadro 4.2. Para ambas subcuencas se calculó el tiempo de concentración mediante la fórmula a Kirpich con el valor de pendiente estimado con la fórmula de Taylor y Schwarz. Los resultados del cálculo de caudales máximos para las subcuencas de la quebrada sin nombre se muestran en el Cuadro 4.12 y el Cuadro 4.13.

**Cuadro 4.12. Caudales máximos instantáneos (en m<sup>3</sup>/s) obtenidos a partir del método racional para la subcuenca superior de la quebrada sin nombre**  
 $t_c$  estimado= 17.3 min

Parámetro	TR (años)					
	2	5	10	25	50	100
C	0.41	0.44	0.47	0.51	0.54	0.59
I (mm/hr)	131.02	148.41	163.08	184.73	202.99	223.05
Q (m <sup>3</sup> /s)	9.28	11.44	13.22	16.35	19.12	22.67

**Cuadro 4.13. Caudales máximos instantáneos (en m<sup>3</sup>/s) obtenidos a partir del método racional para la subcuenca inferior de la quebrada sin nombre**  
 $t_c$  estimado= 10 min

Parámetro	TR (años)					
	2	5	10	25	50	100
C	0.50	0.54	0.57	0.61	0.65	0.69
I (mm/hr)	173.03	195.99	215.37	243.95	268.06	294.56
Q (m <sup>3</sup> /s)	5.04	6.16	7.09	8.66	10.07	11.83

Una vez obtenidos los caudales máximos instantáneos se procedió a construir los hidrogramas triangulares para todos los periodos de retorno, para la subcuenca superior se construyó un hidrograma con tiempo total de 50 min, mientras que para la subcuenca inferior se utilizó un tiempo total de 20 min. Los hidrogramas se muestran en la Figura 4.19 y la Figura 4.20.

Figura 4.19. Hidrogramas de entrada para diferentes períodos de retorno provenientes de la subcuenca superior de la quebrada sin nombre  
 $d= 50 \text{ min}$

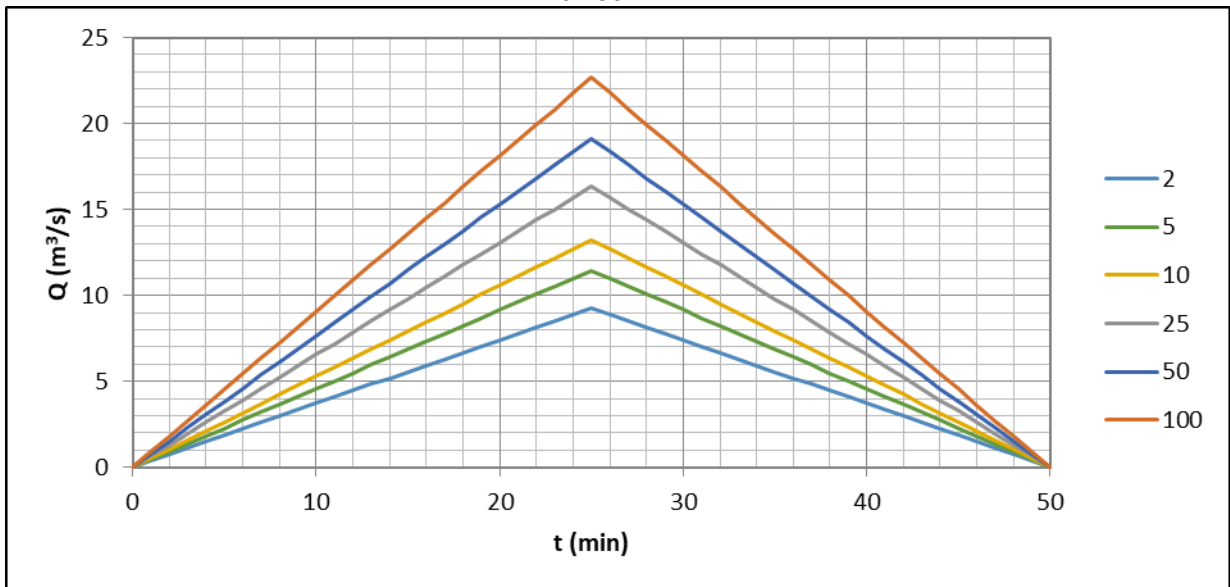
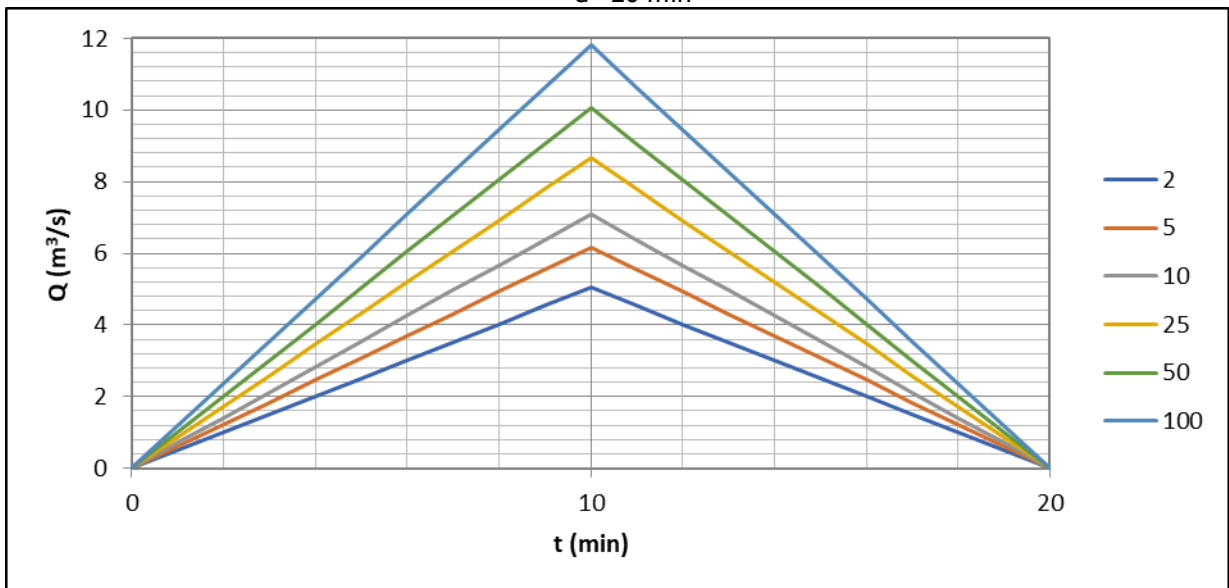


Figura 4.20. Hidrogramas de entrada para diferentes períodos de retorno provenientes de la subcuenca inferior de la quebrada sin nombre  
 $d= 20 \text{ min}$



Para el cálculo del tránsito hidrológico se requiere estimar una curva de descarga de la laguna en función del volumen contenido en la misma, asociado a la altura de agua, y la capacidad de descarga de las alcantarillas presentes en el sector de salida hacia el cauce excavado de la quebrada. La geometría real de esta laguna se desconoce, al igual que los diámetros y

elevaciones exactos de las alcantarillas de salida. Para efectos de los cálculos se estimaron los siguientes parámetros basados en la visita de campo:

- La laguna tiene una profundidad de 2 m desde el fondo hasta los niveles de calle circundantes, los taludes tienen una inclinación 2H:1V.
- La laguna tiene forma de cono truncado invertido, con un radio inferior de 17.0 m.
- Las alcantarillas de la salida consisten en 4 alcantarillas de concreto de 90 cm de diámetro interno, ubicadas a una elevación inicial de fondo de 0.0 msnf (metros sobre el nivel de fondo) y 2 alcantarillas de concreto de 60 cm de diámetro interno ubicadas a la elevación inicial de fondo de 0.7 msnf, la longitud de todas las alcantarillas es de 9.5 m, con una pendiente de fondo de 1.15%.

Figura 4.21. Insumos para la estimación de la curva de descarga de la laguna utilizada en el tránsito hidrológico





Con la geometría de la laguna definida se procedió a realizar los cálculos teóricos de volumen. Las fórmulas para el cálculo del área y volumen con respecto a la altura “H” son las siguientes.

$$A(H) = \pi * R(H)^2 \quad (9)$$

$$V(H) = \frac{1}{3}H * \pi(R^2 + R(H)^2 + R * R(H)) \quad (10)$$

$$R(H) = R + 2 * H \quad (11)$$

Donde:

R= radio inferior de la laguna, 17.0 m

H= altura del agua desde el fondo, m

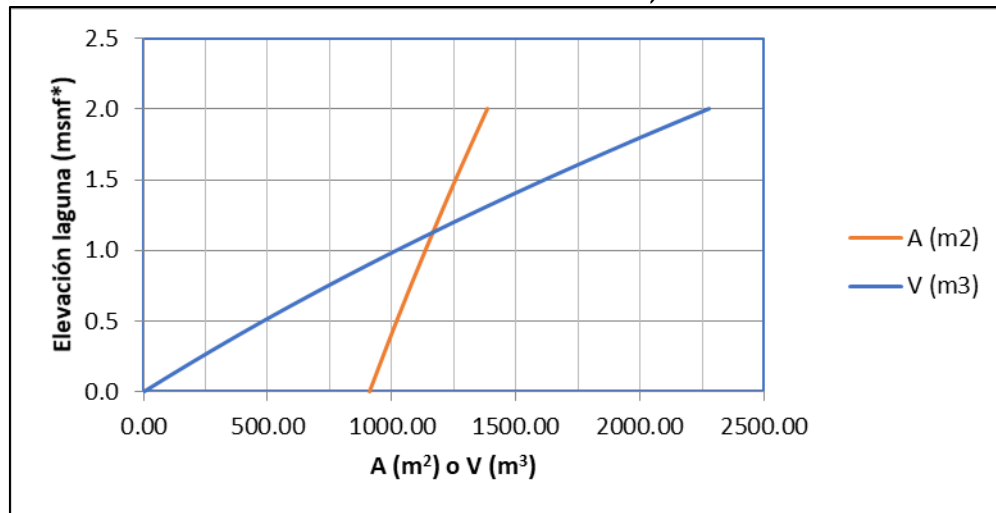
A(H)= área de la laguna a una altura H desde el fondo base “0”, m<sup>2</sup>

V(H): Volumen de la laguna a una altura H desde el fondo base “0”, m<sup>3</sup>

En la Figura 4.22 se muestran las curvas de área superficial y almacenamiento supuestas para la laguna.

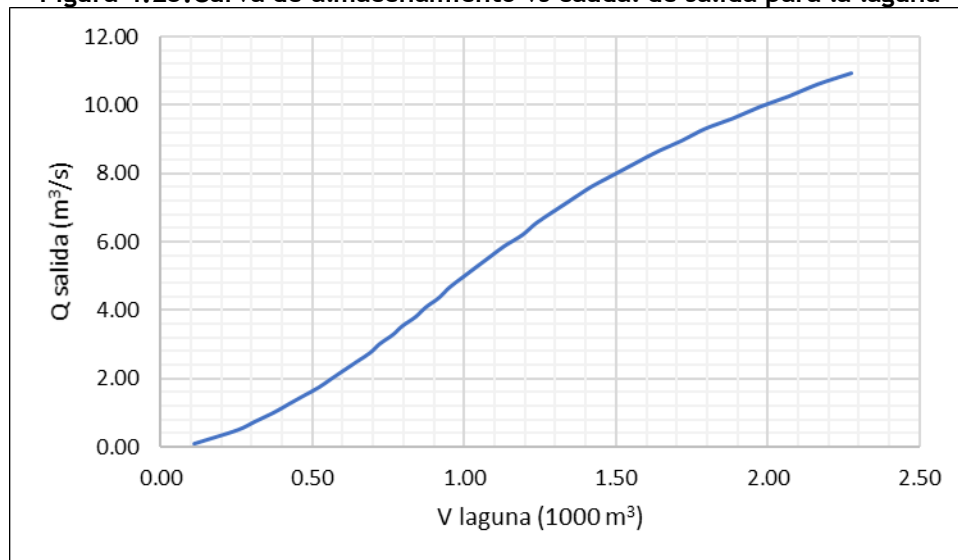


Figura 4.22. Curvas de área superficial y almacenamiento para la laguna (Elevaciones en metros sobre el nivel de fondo)



Con la geometría supuesta de las alcantarillas se calculó la curva de descarga de éstas asociada a la altura del agua respecto al fondo de laguna, esta curva de descarga se combinó con la curva de almacenamiento de la laguna para obtener una curva conjunta de volumen de almacenamiento vs caudal de salida, tal como se muestra en la Figura 4.23.

Figura 4.23. Curva de almacenamiento vs caudal de salida para la laguna



Se llevaron a cabo un total de 6 simulaciones, para los períodos de retorno calculados. En el Cuadro 4.14 se resumen los valores de entrada y salida de las simulaciones de tránsito de la laguna, incluyendo caudales pico y volúmenes almacenados, el Cuadro 4.15 muestra el resumen

del caudal resultante para el punto de control en el sector sur del AP, considerando la suma de los caudales de la subcuenca inferior y la subcuenca superior.

**Cuadro 4.14. Resumen de resultados de las simulaciones de la operación de la laguna de detención**

Parámetro	TR 2a	TR 5a	TR 10a	TR 25a	TR 50a	TR 100a
Q pico entrada de la subcuenca superior (m <sup>3</sup> /s)	9.3	11.4	13.2	16.4	19.1	22.7
Volumen total de entrada (m <sup>3</sup> )	13900	17200	19800	25400	28700	34000
Q pico salida (m <sup>3</sup> /s)	8.5	10.2	12.3	15.7	18.4	22.1
Volumen máximo utilizado (m <sup>3</sup> )	1600	2000	2400	2700	2900	3100
Nivel máximo en la laguna (msnf*)	1.49	1.8	2.00*	2.00*	2.00*	2.00*
Factor de reducción con respecto al caudal pico de entrada	0.09	0.11	0.07	0.04	0.04	0.03

\*Volumen de almacenamiento requerido supera el volumen máximo estimado para la laguna, se presentan desbordamientos hacia la calle circundante

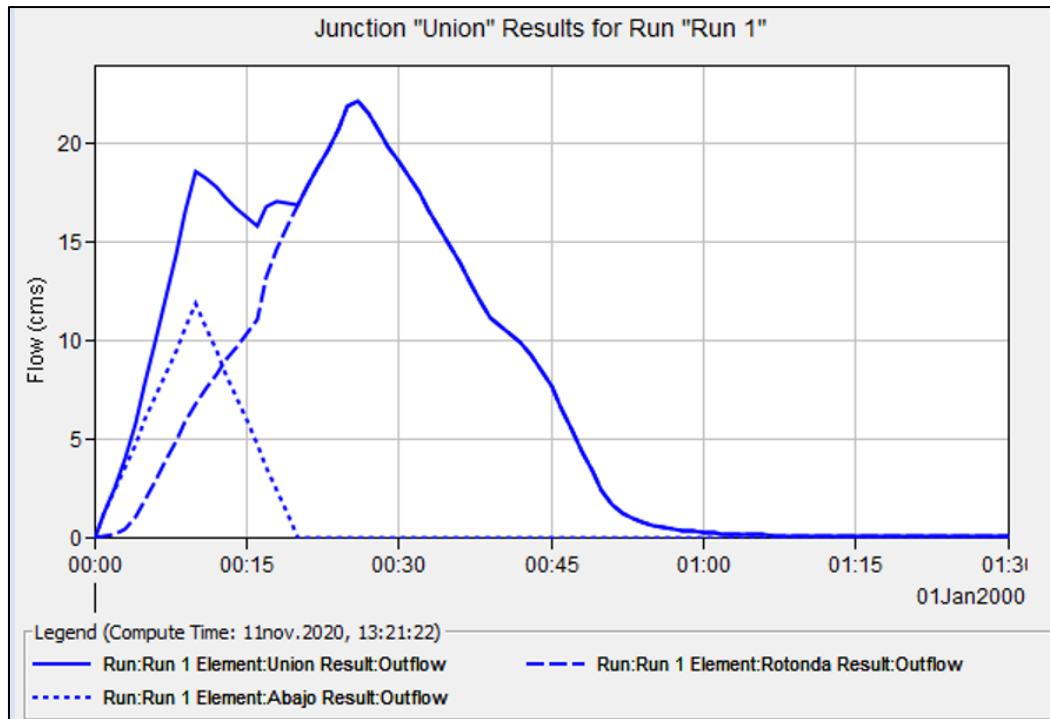
A partir de los supuestos utilizados para el análisis, se determinó que la laguna existente en la urbanización tiene capacidad de almacenamiento para crecientes de hasta 5 años de período de retorno; para crecientes con períodos de retorno mayores, el volumen estimado resulta insuficiente con la condición de salida de caudal según la configuración actual de las alcantarillas, de modo que la laguna sufrirá desbordamientos a las calles circundantes, que afectarán a las propiedades en su alrededor. En esa condición la calle funcionará como vertedor hasta encauzar nuevamente el flujo hacia el cauce excavado de la quebrada.

El resultado final del caudal pico máximo en el punto de control definido indica que, si bien la laguna no atenúa significativamente los caudales pico de entrada provenientes de la subcuenca superior, sí permite que el caudal pico de la subcuenca inferior quede desfasado respecto al pico de la cuenca superior (ver Figura 4.24), lo que se traduce en un caudal pico menor en el punto de control definido. Los resultados completos de este análisis se presentan en los anexos.

**Cuadro 4.15. Resumen de resultados de los caudales desfogados en el punto de control ubicado en el sector sur del AP considerando el efecto de la laguna de detención**

Parámetro	TR 2a	TR 5a	TR 10a	TR 25a	TR 50a	TR 100a
Q pico proveniente de la subcuenca superior (m <sup>3</sup> /s)	8.5	10.2	12.3	15.7	18.4	22.1
Q pico proveniente de la subcuenca inferior (m <sup>3</sup> /s)	5.0	6.2	7.1	8.7	10.1	11.8
Q pico resultante en el punto de control (m <sup>3</sup> /s)	8.5	10.2	12.3	15.7	18.4	22.1

Figura 4.24. Ejemplo de efecto de atenuación del caudal pico en el punto de control, caso TR= 100 años



### 4.3 MODELIZACIÓN HIDRÁULICA DEL ÁREA DE ESTUDIO

#### 4.3.1 Modelización hidráulica en HEC-RAS

El modelo seleccionado para la simulación hidráulica fue el programa HEC-RAS (River Analysis System del Hydrologic Engineering Center del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos). Este modelo unidimensional se basa en el cálculo de Flujo Gradualmente Variado (FGV) mediante la solución de la ecuación de energía en una dimensión. Considera las pérdidas de energía producto de la fricción a lo largo del cauce y de procesos de expansión y contracción del flujo. Para casos de Flujo Rápidamente Variado (FRV), como saltos hidráulicos, confluencias y flujo en puentes el modelo incorpora la solución de la ecuación de momentum del flujo. Las características específicas del modelo, su fundamento hidráulico y sus formulaciones y métodos de solución numéricos son tratados ampliamente en USACE (2010), documento que puede utilizarse como referencia hidráulica del modelo.

Para el río objeto del presente estudio, el uso de un modelo hidráulico unidimensional como el RAS es suficiente y adecuado para estimar las características del flujo, en particular los niveles para los caudales de diseño y los parámetros hidráulicos relacionados con los cálculos de socavación.

El modelo HEC-RAS requiere la inclusión de la geometría de las secciones transversales, a partir de las cuales se obtienen los parámetros hidráulicos de las secciones para el cálculo de las condiciones de flujo analizadas. Para lograr una correcta aplicación del modelo unidimensional, se utilizaron secciones transversales detalladas y se definieron tramos de análisis y separación de secciones adecuadas para la variación esperada del gradiente de energía en condición de crecientes.

La resistencia al flujo se modela mediante el coeficiente  $n$  de Manning, el cual puede ser variado a lo ancho de la sección transversal y a lo largo del tramo analizado. El modelo también requiere de la fijación de condiciones de frontera, las cuales se pueden especificar como condiciones de profundidad crítica o profundidad normal, como un nivel de agua conocido o como una curva de descarga, tanto aguas arriba como aguas abajo del tramo correspondiente. En el caso del presente estudio, se realizó el modelado en régimen permanente, es decir, sin considerar la variación del flujo en el tiempo.

El modelo supone que las secciones del río (tanto transversal como longitudinal) son fronteras rígidas y de esta forma distribuye la totalidad del caudal llenando horizontalmente la sección del río hasta alcanzar la capacidad hidráulica necesaria para la avenida que se está simulando. Estos cálculos los puede realizar en régimen supercrítico, régimen subcrítico o en un régimen mixto que evalúa las condiciones hidráulicas sección por sección.

HEC-RAS permite incluir puentes dentro de su modelo geométrico. Un módulo específico para tal fin permite incluir el puente como una sección transversal especial, pudiéndose incluir la geometría del cauce justo bajo el puente, de la superestructura y de los bastiones y pilas de puente. Junto con la geometría se puede especificar la rugosidad de este tramo y se pueden manejar una serie de variables sobre el método de resolución del flujo bajo el puente. Para una descripción más detallada de cómo el HEC-RAS modela el flujo bajo los puentes, se puede referir nuevamente a USACE (2010).

Los datos de entrada que utiliza el modelo HEC -RAS son la geometría del cauce y del puente (perfiles y secciones transversales obtenidos de las campañas topográficas); los coeficientes de rugosidad estimados para cada tramo de cauce según las observaciones en sitio; las condiciones de frontera, aguas arriba y aguas abajo del tramo, específicas para cada caso; y los caudales de diseño para los diferentes períodos de retorno a analizar.

Los resultados del modelo hidráulico se obtienen de manera tabulada como un resumen completo de las condiciones hidráulicas de cada sección transversal (niveles de agua y energía, caudal, velocidad, profundidad, área, radio hidráulico, número de Froude, entre otros) y también gráficamente en cada sección transversal y en el perfil del río.

#### 4.3.2 Estimación del coeficiente n de Manning

Los modelos hidráulicos en general, incluido el HEC-RAS, incluyen dentro de sus formulaciones numéricas un término que representa la resistencia al flujo en canales. Este término incluye a su vez un coeficiente de rugosidad, el cual representa el efecto de resistencia al flujo de las superficies del fondo y de las paredes del canal. Una de las ecuaciones de resistencia más utilizadas en la hidráulica fluvial es la ecuación de Manning, la cual se puede escribir como:

$$v = \frac{1}{n} * \sqrt{S} * R_H^{2/3} \quad (12)$$

Donde:

$v$  = velocidad media en la sección transversal (m/s)

$n$  = coeficiente de rugosidad de Manning

$S$  = pendiente de la línea de energía del flujo

$R_H$  = radio hidráulico de la sección transversal de flujo

En el caso de la ecuación de Manning, el parámetro  $n$  (llamado comúnmente "n de Manning") es el coeficiente de rugosidad utilizado, el cual representa las condiciones imperantes en la sección transversal y el cual depende de una cantidad de factores, como la rugosidad absoluta de los materiales en el lecho y los bancos del cauce, de las irregularidades del mismo, de la presencia de obstrucciones y vegetación, del régimen de transporte de sedimentos y del régimen de flujo.

Existen diversas metodologías para estimar el coeficiente de Manning en un cauce natural. Estas metodologías tienen en común el cálculo de un valor base de  $n$  en función de la rugosidad absoluta o de la granulometría de los materiales del lecho. Para ello existen metodologías empíricas y fórmulas analíticas.

Algunas de las fórmulas analíticas más comunes utilizadas para este fin tienen la forma y concepto de las ecuaciones de Strickler, Hey y Limerinos (Chang 1992, USACE 1994, USACE 2010, García 2007, entre otros):

- *Strickler:*

$$n = 0.0474 * k_s^{1/6} \quad (13)$$

Donde:

$k_s$  (en metros) está correlacionado con el tamaño de partícula, usualmente con el  $d_{50}$ .

Supone condiciones de lecho rígido y una variación de  $n$  sólo con la rugosidad absoluta del lecho.

- *Hey:*

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2.03 * \log \left( \frac{11.75 * R_H}{3.5 * d_{84}} \right) \quad (14)$$

$$n = \frac{R_H^{\frac{1}{6}} * \sqrt{f}}{8.86} \quad (15)$$

Donde:

$R_H$  = radio hidráulico del flujo

$d_{84}$  = tamaño de partícula (para el que el 84% del sedimento es más fino)

$f$  = factor de fricción de Darcy-Weisbach.

Esta ecuación es del tipo Keulegan para lecho rígido, ecuaciones semi-logarítmicas que se basan en la ecuación de Prandtl-von Karman ya que la fricción en la frontera del canal crea una capa de cortante similar a la capa límite en tuberías. Estas ecuaciones demuestran que la resistencia al flujo aumenta para tirantes bajos.

*Limerinos:*

$$n = \frac{0.0926 * R_H^{\frac{1}{6}}}{1.16 + 2 * \log \left( \frac{R_H}{d_{84}} \right)} \quad (16)$$

Esta ecuación está derivada para fondos móviles y materiales relativamente gruesos (arenas gruesas y gravas) y es aplicable sólo en la ausencia de formas de fondo (e.g. dunas) y en el régimen alto de transporte de sedimentos.

Existen asimismo otro tipo de metodologías, en donde el  $n$  base para un cauce se escoge empíricamente a través de tablas y fotografías que describen y muestran las características más relevantes de los cauces. Esta es una metodología muy generalizada y práctica, desarrollada inicialmente por Chow en 1959 y posteriormente desarrollada por Arcement y Schneider en su texto "Guide for selecting Manning's Roughness Coefficients for natural Channels and Flood Plains" (1989). Según estos autores, el valor de  $n$  de Manning para el cauce principal se obtiene de la siguiente fórmula, propuesta originalmente por Cowan (Chow, 1994):

$$n = (n_b + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) * m \quad (17)$$

Donde:

$n_b$  = es el valor de base para un canal recto, uniforme y liso conformado por materiales naturales

$n_1$  = factor de corrección para tomar en cuenta el efecto de las irregularidades presentes en la superficie

$n_2$  = valor para variaciones en forma y tamaño de la sección transversal del canal

$n_3$  = valor para obstrucciones presentes

$n_4$  = valor para presencia de vegetación y condiciones de flujo

$m$  = factor de corrección por el efecto de la sinuosidad a lo largo del cauce

Los autores recomiendan obtener los valores de  $n_b$  de una tabla que proponen (Cuadro 4.16), o realizar estimaciones con las ecuaciones analíticas como las referidas anteriormente:

**Cuadro 4.16. Valores base para la  $n$  de Manning (según Arcement y Schneider, 1989)**

Material del fondo	Tamaño medio del material (mm)	Valor base de $n$	
		Canal recto y uniforme	Canal liso
Concreto	---	0.012 - 0.018	0.011
Roca	---	---	0.025
Suelo firme	---	0.025 - 0.032	0.020
Arena gruesa	1-2	0.026 - 0.035	---
Gravas finas	---	---	0.024
Gravas	2-64	0.028 - 0.035	---
Gravas gruesas	---	---	0.026
Pequeños cantos rodados	64-256	0.030 - 0.050	---
Cantos rodados	>256	0.040 - 0.070	---

Los coeficientes de ajuste  $n_1$ ,  $n_2$ ,  $n_3$ ,  $n_4$  y  $m$ , se obtienen de tablas que los autores ofrecen para tal fin (Cuadro 4.17).

**Cuadro 4.17. Valores de ajuste para la estimación de la  $n$  de Manning (según Arcement y Schneider, 1989)**

*Grado de irregularidad ( $n_1$ )*

Grado de irregularidad	Valor de ajuste $n_1$
Liso	0.000
Menor	0.001 - 0.005
Moderada	0.006 - 0.010
Severa	0.011 - 0.020

*Variación en la sección transversal del cauce ( $n_2$ )*

Variación en la sección transversal del cauce	Valor de ajuste $n_2$
Gradual	0.000
Alternan ocasionalmente	0.001 - 0.005
Alternan frecuentemente	0.010 - 0.015

*Efecto de obstrucciones ( $n_3$ )*

Efecto de obstrucciones	Valor de ajuste $n_3$
Despreciable (ocupa menos del 5% del área de la sección transversal)	0.000 - 0.004
Menor (ocupa menos del 15% del área de la sección transversal)	0.005 - 0.015
Apreciable (ocupa entre el 15% y el 50% del área de la sección transversal)	0.020 - 0.030
Severo (ocupa más del 50% del área de la sección transversal)	0.040 - 0.050

*Cantidad de vegetación ( $n_4$ )*

Cantidad de vegetación	Valor de ajuste $n_4$
Pequeña	0.002 - 0.010
Mediana	0.010 - 0.025
Grande	0.025 - 0.050
Muy grande	0.050 - 0.100

*Grado de sinuosidad ( $m$ )*

Grado de sinuosidad	Valor de ajuste $m$
Menor (Relación entre longitud real del cauce y longitud en línea recta entre 1 y 1.2)	1
Apreciable (Relación entre longitud real del cauce y longitud en línea recta entre 1.2 y 1.5)	1.15
Severo (Relación entre longitud real del cauce y longitud en línea recta mayor a 1.5)	1.3



### 4.3.3 Modelo hidráulico de la quebrada Bonita

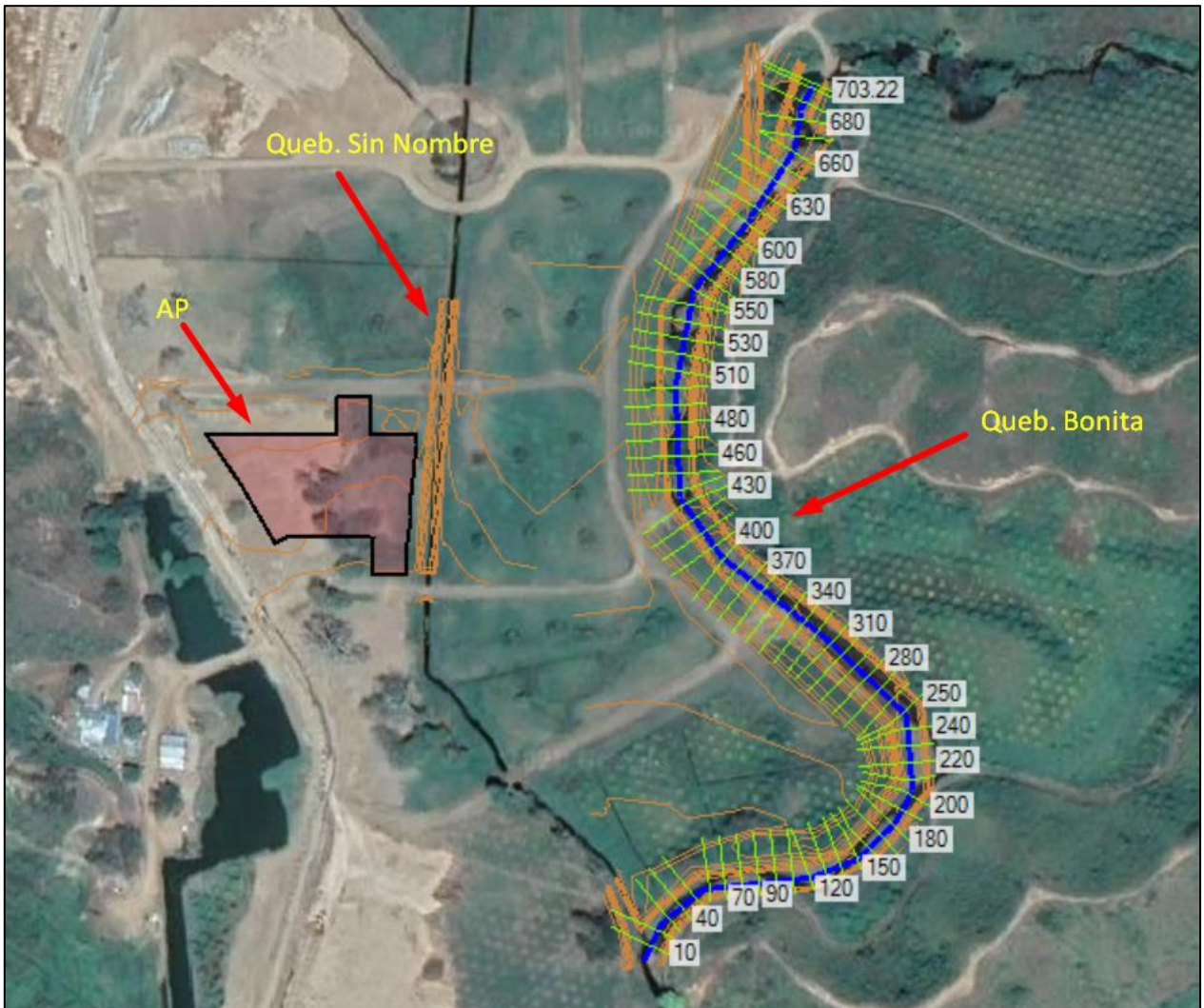
#### 4.3.3.1 Modelo en HEC-RAS

Para construir el modelo de la quebrada Bonita en el sitio de interés en el programa HEC-RAS se contó con el levantamiento topográfico de un tramo de 700 m de longitud. A partir del levantamiento topográfico se elaboró un plano topográfico detallado con curvas de nivel y se generó una superficie tridimensional del cauce. A partir de la superficie tridimensional digital se obtuvieron 71 secciones transversales topográficas, las cuales se emplearon para definir el modelo hidráulico del río. La Figura 4.25 muestra la planta del modelo en el programa HEC-RAS.

Se definieron condiciones de frontera aguas arriba y aguas abajo, para la condición de frontera aguas arriba se utilizó flujo uniforme (pendiente de 0.14%). Para la condición de frontera aguas abajo se debe tomar en cuenta el remanso que se produce en caso de que la creciente ocurra durante la marea alta, según los datos para el sector de playa Jacó, la marea alta alcanza un nivel de +3.0 m sobre el nivel de referencia del fondo del mar, considerando que la distancia hasta la desembocadura en el mar es de aproximadamente 2.6 km y asumiendo que el nivel del cauce en este punto es de -2.0 msnm, se calculó que el tramo tiene una pendiente de fondo de aproximadamente 0.25%, con estos datos y el nivel de referencia de la marea alta se estimó el nivel de control en la sección aguas abajo del modelo para los diferentes períodos de retorno, según se muestra en el Cuadro 4.18.

Se realizaron cálculos de régimen mixto, tanto supercrítico como subcrítico. Se evaluaron los caudales correspondientes a 10, 25, 50 y 100 años de período de retorno derivados a partir de las condiciones actuales de la cuenca. Un resumen de las características del modelo se presenta en el Cuadro 4.19. La asignación de coeficientes de rugosidad de Manning a las secciones transversales se detalla en el siguiente apartado.

Figura 4.25. Vista en planta del modelo de la quebrada Bonita en HEC-RAS



**Cuadro 4.18. Resumen de nivel de control por marea alta para los períodos de retorno analizados**

Parámetro	TR (años)			
	10	25	50	100
Q P24 (m <sup>3</sup> /s)	109.60	121.30	129.10	134.80
H control (m)	2.52	2.67	2.76	2.85
Prof. control (msnm)	7.07	7.22	7.31	7.40

**Cuadro 4.19. Resumen de parámetros del modelo de la quebrada Bonita en HEC-RAS**

Características geométricas	
Número de secciones	71
Estación aguas abajo	0+010.00
Estación aguas arriba	0+703.22
Condiciones de frontera	
Condición de frontera aguas abajo	Nivel de marea
Condición de frontera aguas arriba	Profundidad normal s = 0.14%
Condiciones de caudal	
Q <sub>10años</sub>	109.60
Q <sub>25años</sub>	121.30
Q <sub>50años</sub>	129.10
Q <sub>100años</sub>	134.80

#### 4.3.3.2 Coeficiente de n de Manning

Para el cauce de la quebrada Bonita, se tomó un valor de n base de 0.030, correspondiente a la textura y granulometría de los materiales presentes en el cauce (Figura 4.26). La irregularidad menor de las formas del canal, la presencia de obstrucciones, una cantidad baja de vegetación en el cauce y la baja sinuosidad del río dan como resultado un coeficiente de Manning de 0.035 en el cauce. Para las llanuras de inundación, ubicadas por encima de la línea topográfica del cauce principal se estimó un coeficiente de 0.05, que considera los efectos de vegetación. Se estima que en todo el tramo analizado las condiciones de rugosidad del cauce y las llanuras de inundación se conservan, por lo que se usó un valor general para todas las secciones transversales.

Cuadro 4.20. Valores finales del coeficiente n de Manning para la quebrada Bonita (según metodología y tablas de Arcement y Schneider, 1989)

Llanura inundación izquierda	Cauce principal	Llanura inundación derecha
0.05	0.035	0.05

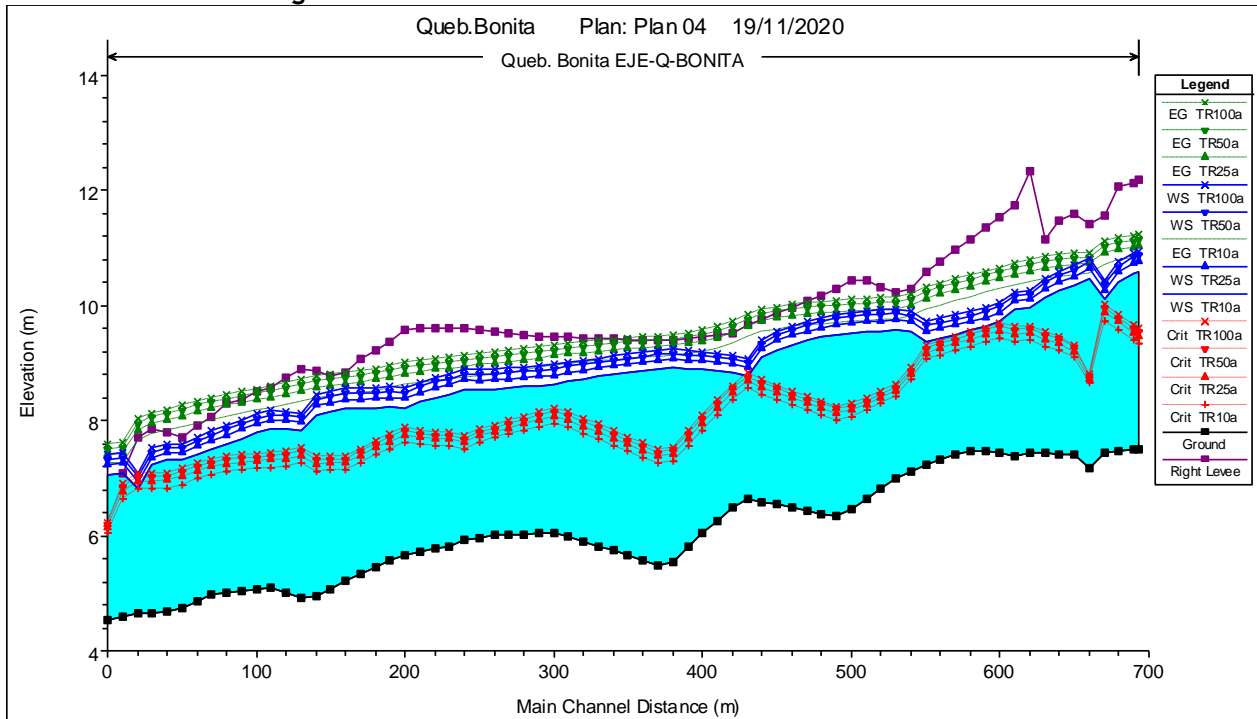
Figura 4.26. Condiciones del cauce de la quebrada Bonita en las cercanías del sitio de estudio



#### 4.3.4 Resultados del modelo de HEC-RAS para la quebrada Bonita

La Figura 4.27 muestra el perfil hidráulico de los resultados de HEC-RAS para los cuatro períodos de retorno utilizados. El tramo de la quebrada analizado presenta flujo subcrítico en prácticamente toda su extensión.

Figura 4.27. Perfil hidráulico de los resultados de HEC-RAS



La Figura 4.28 muestra el mapa de inundación del tramo de análisis para el período de retorno de 100 años. Se observa que la quebrada queda contenida dentro de su cauce a lo largo de todo el tramo analizado, sin causar afectación al terreno del proyecto. Este resultado depende en gran medida de que existe, a lo largo de toda la margen derecha, un dique que fue integrado por el desarrollador de la urbanización como recomendación de la CNE. Por lo tanto, el mantenimiento de este dique para preservar su integridad estructural es fundamental para la prevención de la amenaza de inundación para la urbanización y para el proyecto.

En el Anexo 3 se incluye el detalle de los resultados, para todas las secciones transversales incluidas en el modelo.

Figura 4.28. Mapa de Zonas Inundables Creciente TR=100 años en la quebrada Bonita, sector aledaño al Área de Proyecto



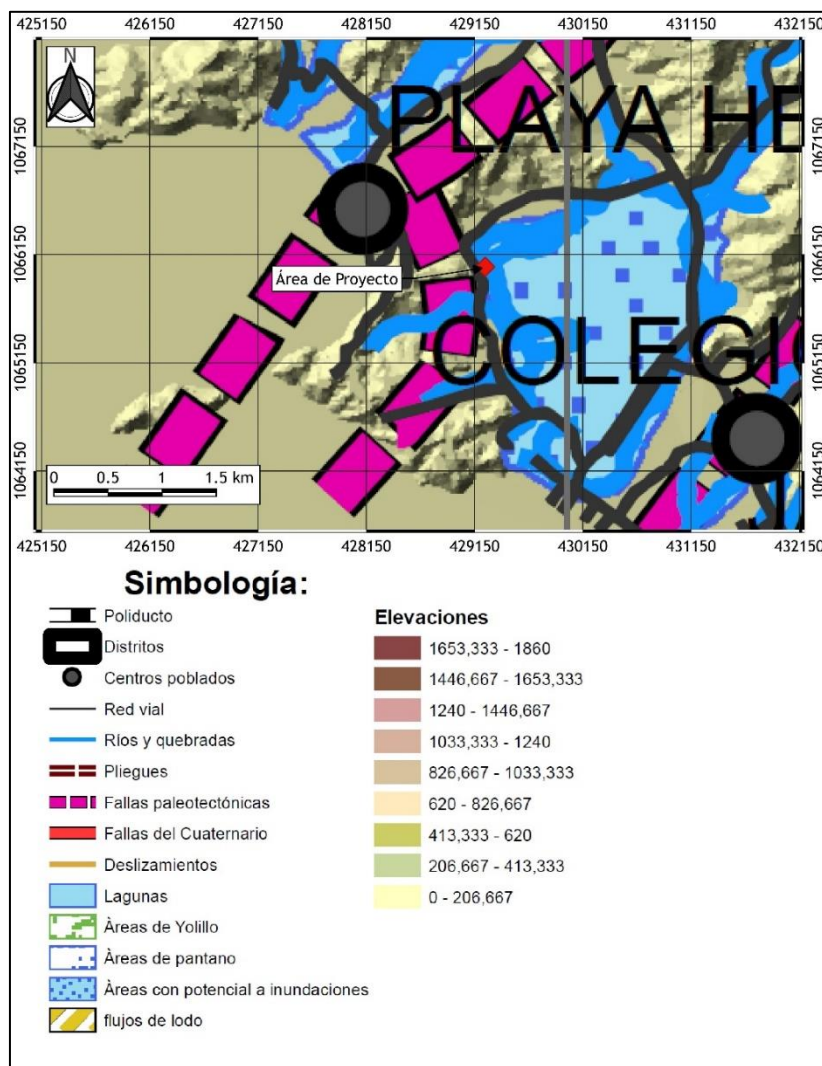
#### 4.3.5 Análisis de resultados hidráulicos para la quebrada Bonita

Las simulaciones hidráulicas del cauce de la quebrada Bonita y la planicie de inundación aledaña al terreno donde se desarrollará el proyecto, presentadas en los apartados anteriores, muestran que el terreno en análisis no está sujeto a amenaza de inundación, hasta para un período de retorno de 100 años, a raíz de eventos hidrometeorológicos que puedan darse en la cuenca de la quebrada Bonita. Según los cálculos hidrológicos e hidráulicos, la quebrada Bonita, en su condición actual, tiene suficiente capacidad para pasar los caudales estimados contenidos dentro de su cauce en el tramo de interés, gracias al dique de protección contra inundaciones que se ubica a lo largo de la margen derecha de la quebrada. Esto significa que, para poder

desarrollar el terreno en estudio no se requieren obras de protección contra inundaciones ni previsiones particulares para atender una potencial amenaza de inundación.

Los resultados del presente análisis hidrológico-hidráulico permiten contar con una evaluación de amenaza de inundación mucho más certera y específica que la que se presenta, por ejemplo, en el mapa de amenazas naturales potenciales del cantón de Garabito, elaborado por la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE) (Figura 4.29). En dicho mapa se aprecia que el AP se ubica parcialmente dentro de una mancha de inundación a lo largo de la quebrada Bonita, la cual debe entenderse como una delimitación preliminar de un potencial de inundación, que debe ser corroborada o -como en este caso, mejorada- con estudios de detalle como el que se presenta en este Informe.

Figura 4.29. Mapa de Amenazas Naturales de la CNE para el sector aledaño al Área de Proyecto



Pese a lo anterior, siempre es posible mencionar algunos aspectos que podrían hacer que los niveles de inundación de la quebrada varíen en el tiempo, y que deben ser observados y tomados en cuenta por los desarrolladores a la hora de plantear su proyecto:

- Cambios en el uso y cobertura del suelo de la cuenca, que hagan incrementar la magnitud o frecuencia de los caudales de crecientes.
- Cambios morfológicos en el cauce, que propicien socavación o agradación en el tramo de interés.
- Posibles obstrucciones de los puentes con material flotante.
- Cambios en la configuración geométrica del cauce.
- Afectación por crecientes en la quebrada causadas por fenómenos no meteorológicos (aludes, deslizamientos, represamientos).

Es imposible tener control sobre los aspectos anteriores, por lo que en el planteamiento del Proyecto se pueden tomar algunas previsiones como las siguientes:

- Acatar los retiros de ley con respecto al cauce de la quebrada.
- Evitar construcciones por debajo del nivel actual del terreno.
- Propiciar la reforestación y protección forestal en las márgenes del cauce.
- Coordinar dentro de la comunidad y con la Municipalidad para monitorear regularmente el estado del cauce, para prevenir la acumulación de basura y para dar mantenimiento al cauce (dragados, limpieza) cuando se juzgue necesario.

#### **4.3.6 Modelo hidráulico de la quebrada sin nombre**

##### **4.3.6.1 Modelo en HEC-RAS**

Para construir el modelo de la quebrada sin nombre en el sitio de interés en el programa HEC-RAS se contó con el levantamiento topográfico de un tramo de 180 m de longitud, este levantamiento tiene la limitación de que no incluye el tramo aguas abajo de las alcantarillas ubicadas en el sector sureste del AP, de modo que fue necesario generar una serie de secciones sintéticas, a partir de la información disponible en el tramo intermedio y la información topográfica de la confluencia de la quebrada sin nombre y la quebrada Bonita en un sector 222 m aguas abajo del AP. A partir del levantamiento topográfico se elaboró un plano topográfico detallado con curvas de nivel y se generó una superficie tridimensional del cauce. A partir de la superficie tridimensional digital se obtuvieron 16 secciones transversales topográficas directas y 28 secciones transversales sintéticas, las cuales se emplearon para definir el modelo hidráulico del río. La Figura 4.30 muestra la planta del modelo en el programa HEC-RAS. Adicionalmente,



dentro de estas secciones se incluyen las dos secciones transversales que representan las alcantarillas ubicadas en los sectores noreste y sureste del AP, mostradas en la Figura 4.31 y la Figura 4.32.

Se definieron condiciones de frontera aguas arriba aguas correspondientes a flujo uniforme (pendiente de 1.15%). Para la condición aguas abajo se definieron 2 escenarios de condición de frontera, un caso de profundidad crítica, en el que el flujo de la Quebrada Bonita no controla los niveles en el cauce de la quebrada sin nombre y un caso en el que el nivel de control aguas abajo está dado por la condición de marea alta y el caudal de avenida de 100 años de período de retorno para la quebrada Bonita. Se realizaron cálculos de régimen mixto, tanto supercrítico como subcrítico. Se evaluaron los caudales correspondientes a 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años de período de retorno derivados a partir de las condiciones actuales de la cuenca. Un resumen de las características del modelo se presenta en el Cuadro 4.21. La asignación de coeficientes de rugosidad de Manning a las secciones transversales se detalla en el siguiente apartado.

Figura 4.30. Vista en planta del modelo de la quebrada Bonita en HEC-RAS



Figura 4.31. Secciones representativas de las alcantarillas ubicadas en sector noreste del AP

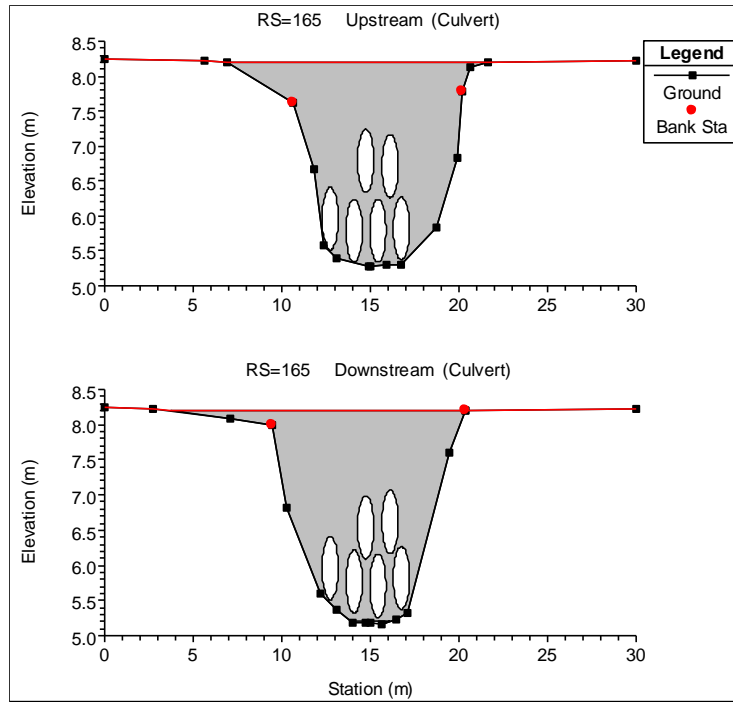
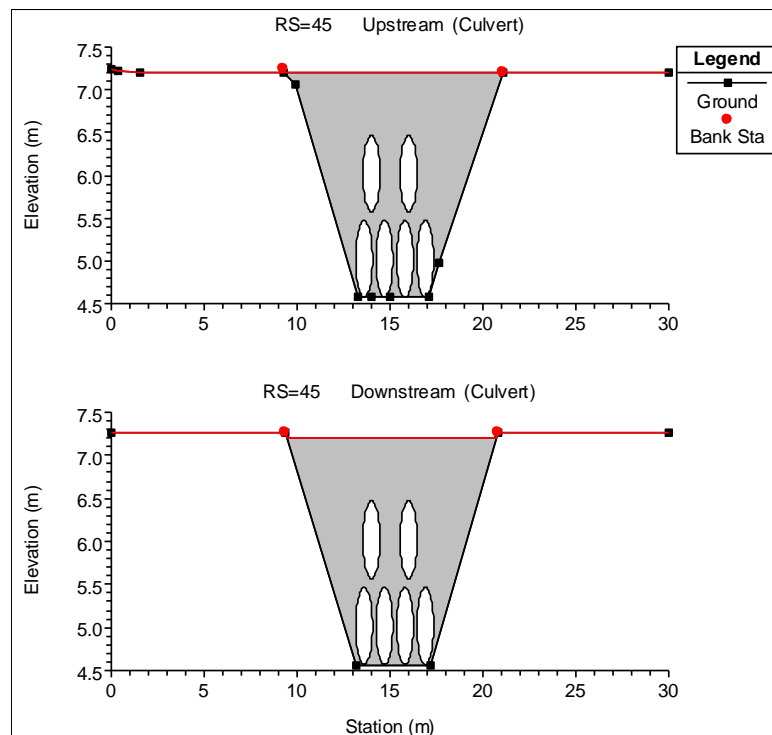


Figura 4.32. Secciones representativas de las alcantarillas ubicadas en el sector sureste del AP



**Cuadro 4.21. Resumen de parámetros del modelo de la quebrada sin nombre en HEC-RAS**

Características geométricas	
Número de secciones	44
Estación aguas abajo	0+020.00
Estación alcantarillas extremo sureste del AP	0+045.00
Estación alcantarillas extremo noreste del AP	0+165.00
Estación aguas arriba	0+214.96
Condiciones de frontera	
Condición de frontera aguas abajo	Profundidad crítica Nivel de marea 7.4 msnm
Condición de frontera aguas arriba	Profundidad normal $s = 1.15\%$
Condiciones de caudal	
$Q_{10\text{años}}$	12.30
$Q_{25\text{años}}$	15.70
$Q_{50\text{años}}$	18.40
$Q_{100\text{años}}$	22.10

#### 4.3.6.2 Coeficiente de $n$ de Manning

Para el cauce de la quebrada sin nombre, se tomó un valor de  $n$  base de 0.030, correspondiente a la textura y granulometría de los materiales presentes en el cauce (Figura 4.33). La irregularidad menor de las formas del canal, la presencia de obstrucciones, una cantidad baja de vegetación en el cauce y la baja sinuosidad del río dan como resultado un coeficiente de Manning de 0.035 en el cauce. Para las llanuras de inundación, ubicadas por encima de la línea topográfica del cauce principal se estimó un coeficiente de 0.05, que considera los efectos de vegetación y las estructuras presentes en la zona de protección del río. Se estima que en todo el tramo analizado las condiciones de rugosidad del cauce y las llanuras de inundación se conservan, por lo que se usó un valor general para todas las secciones transversales.

**Cuadro 4.22. Valores finales del coeficiente  $n$  de Manning para la quebrada sin nombre (según metodología y tablas de Arcement y Schneider, 1989)**

Llanura inundación izquierda	Cauce principal	Llanura inundación derecha
0.05	0.035	0.05

Figura 4.33. Condiciones del cauce de la quebrada sin nombre en las cercanías del sitio de estudio



#### 4.3.7 Resultados del modelo de HEC-RAS para la quebrada sin nombre

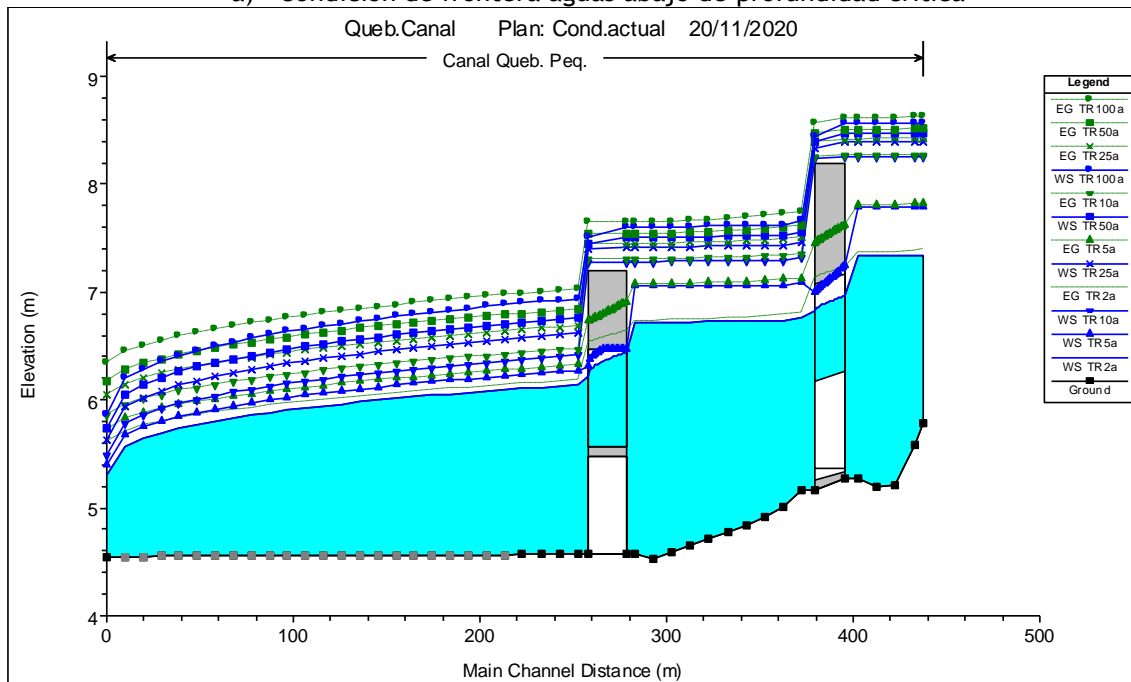
La Figura 4.34 muestra el perfil hidráulico de los resultados de HEC-RAS para los seis períodos de retorno utilizados. El tramo de la quebrada analizado muestra un comportamiento de flujo subcrítico. Se observa que, para los dos escenarios de condiciones de frontera analizados, las alcantarillas ubicadas en el sector presentan desbordamientos. Para el caso de la condición de frontera de profundidad crítica se presentan desbordamientos para avenidas con períodos de retorno mayores a 5 años; y para el caso de la condición de frontera de nivel de marea, se presentan desbordamientos para todos los períodos de retorno analizados, principalmente en la alcantarilla del sector sureste, donde el nivel de la calzada de la calle está en la elevación 7.2 msnm, 20 cm por debajo del nivel de marea supuesto.

La Figura 4.35 muestra el mapa de inundación del tramo de análisis para el período de retorno de 100 años. Se observa que para los dos escenarios de condición de frontera analizados la quebrada presenta desbordamientos en los sectores de los pasos de alcantarilla que producen afectación al terreno del proyecto en su lindero este, además de provocar desbordamientos hacia las calles en los linderos norte y sur del proyecto, que pueden causar afectaciones indirectas en el AP.

Los resultados completos del análisis hidráulico se presentan en los anexos.

Figura 4.34. Perfil hidráulico de los resultados de HEC-RAS

a) Condición de frontera aguas abajo de profundidad crítica



b) Condición de frontera aguas abajo de nivel de marea

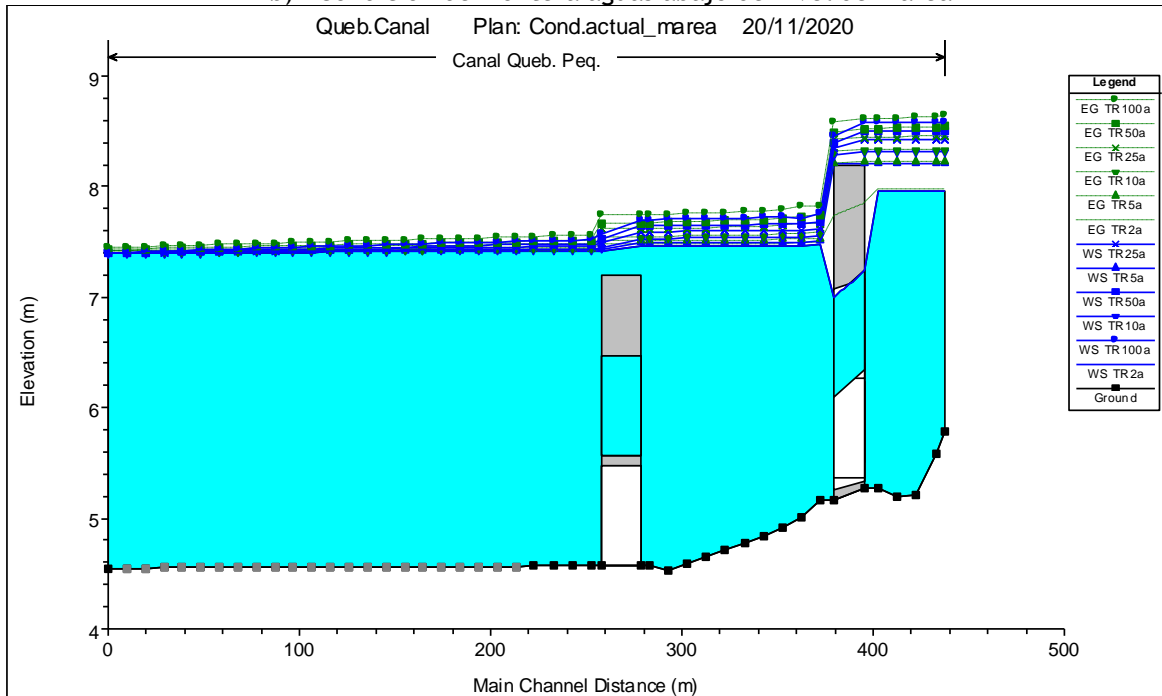
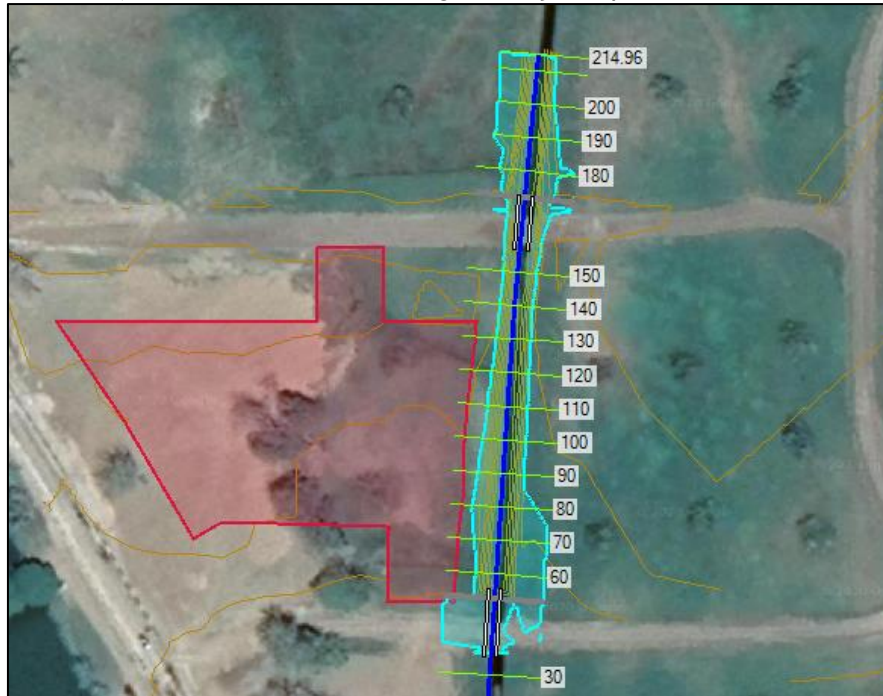
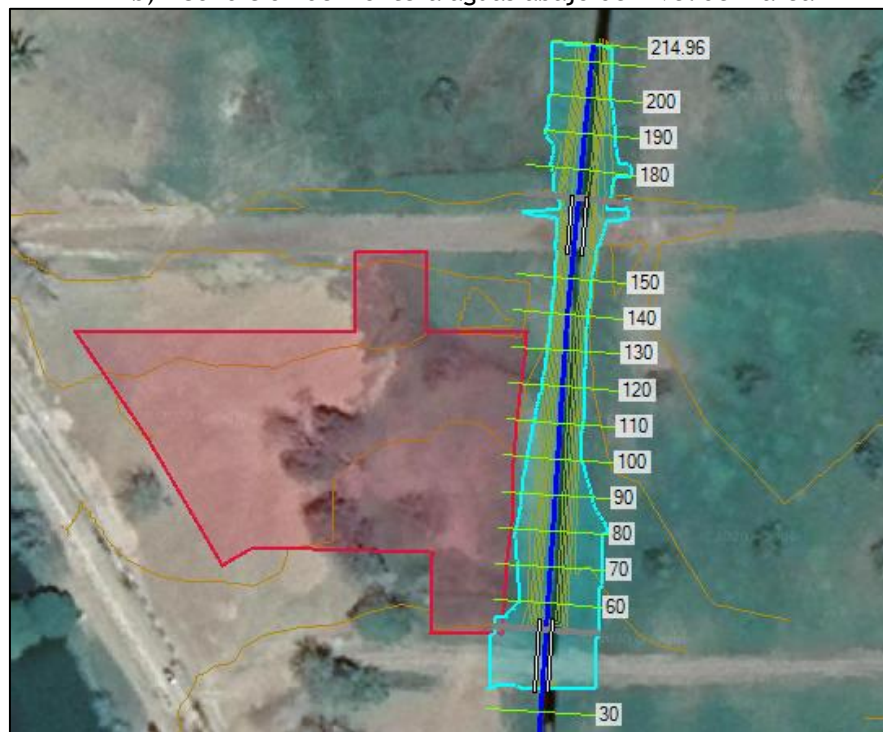


Figura 4.35. Mapa de Zonas Inundables Creciente TR=100 años en la quebrada sin nombre, sector aledaño al Área de Proyecto

a) Condición de frontera aguas abajo de profundidad crítica



b) Condición de frontera aguas abajo de nivel de marea



#### **4.3.8 Análisis de resultados hidráulicos para la condición actual de la Quebrada sin nombre**

Las simulaciones hidráulicas del cauce de la quebrada sin nombre y la planicie de inundación aledaña al terreno donde se desarrollará el proyecto, presentadas en los apartados anteriores, muestran que el terreno en análisis está sujeto a amenaza de inundación por parte de este cuerpo de agua, para todos los períodos de retorno analizados en el caso del escenario de condición de frontera aguas abajo con nivel de marea alta, a raíz de eventos hidrometeorológicos que puedan darse en la cuenca de la quebrada sin nombre.

Según los cálculos hidrológicos e hidráulicos, la quebrada sin nombre, en su condición actual, tiene capacidad insuficiente para pasar los caudales estimados contenidos dentro de su cauce en el tramo de interés. La principal causa de falta de capacidad del tramo está sujeta a la limitada capacidad hidráulica de los pasos de alcantarilla de los sectores noreste y sureste del AP. Esto significa que, para poder desarrollar el terreno en estudio, se requiere una readecuación de las estructuras de paso de alcantarilla, además de un aumento de la rasante de la calle en el sector sureste, para que en el escenario de remanso por condición de marea alta y avenida en el cauce de la quebrada Bonita este sector no se vea afectado por el aumento de los niveles de agua. En el siguiente apartado se detallará la propuesta geométrica preliminar de las estructuras que permiten el paso de caudales de una manera segura y que no produzca afectaciones al terreno a desarrollar y los demás lotes de la urbanización ubicados en las cercanías.

#### **4.3.9 Modelo hidráulico de la quebrada sin nombre considerando mejoras en las obras de los pasos de alcantarilla**

Debido a que las estructuras actuales de paso de alcantarilla tienen una capacidad hidráulica muy limitada, se analizó el tramo de la quebrada con una propuesta de estructuras rectangulares tipo “box”, con sección transversal de 4.0 m de ancho y 2.55 m de alto, adicionalmente se plantea aumentar el nivel de rasante de la calle en el sector sur del AP al nivel 7.4 msnm, las secciones planteadas para el análisis se muestran en la Figura 4.36 y la Figura 4.37.

Al igual que en el caso anterior se analizaron los dos escenarios de condición de frontera en el sector aguas abajo, sin embargo, se determinó como criterio de diseño para las alcantarillas que el caso de condición de frontera con nivel de remanso por marea alta y avenida de 100 años en la quebrada Bonita es muy poco probable que se combine con avenidas en la quebrada sin nombre para el mismo período de retorno, dadas las diferencias en área y tiempo de concentración entre las dos cuencas, de modo que se analizó ese caso únicamente para los caudales correspondientes a los períodos de retorno de 2 y 5 años en la quebrada sin nombre.

Figura 4.36. Secciones representativas de la propuesta geométrica de mejoras para el paso de alcantarillas en el sector noreste del AP

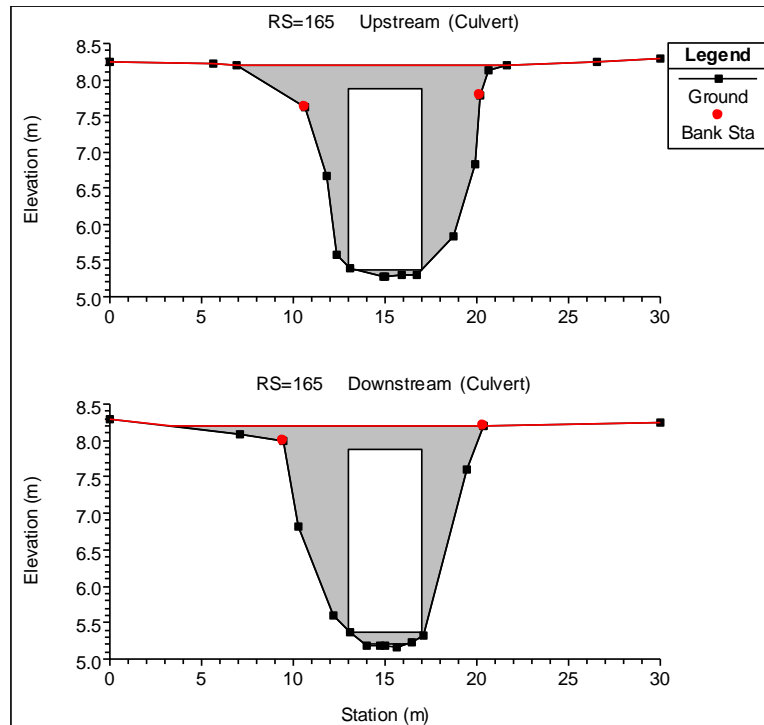
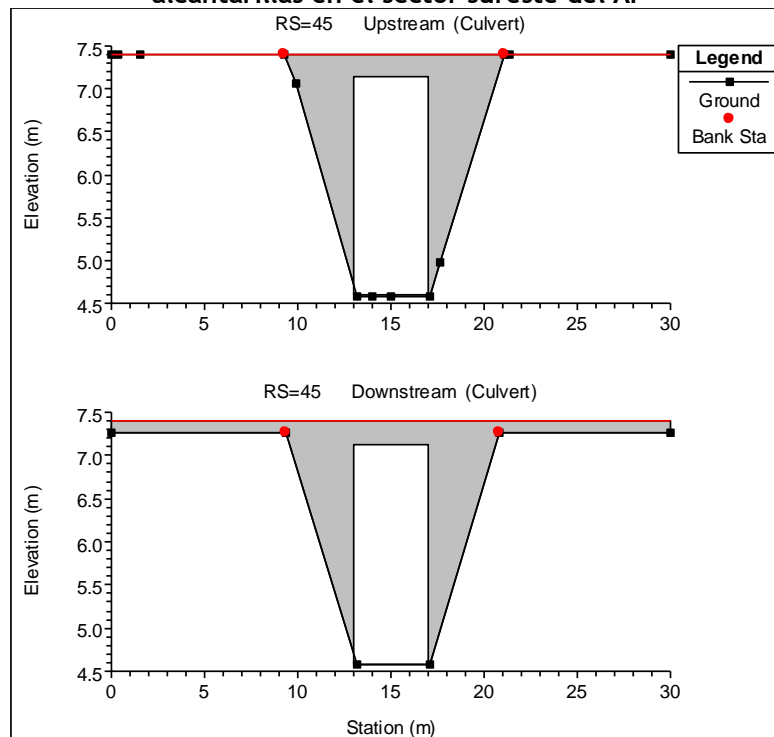


Figura 4.37. Secciones representativas de la propuesta geométrica de mejoras para el paso de alcantarillas en el sector sureste del AP





#### 4.3.10 Resultados del modelo de HEC-RAS para la quebrada sin nombre con la propuesta de mejora de los pasos de alcantarilla

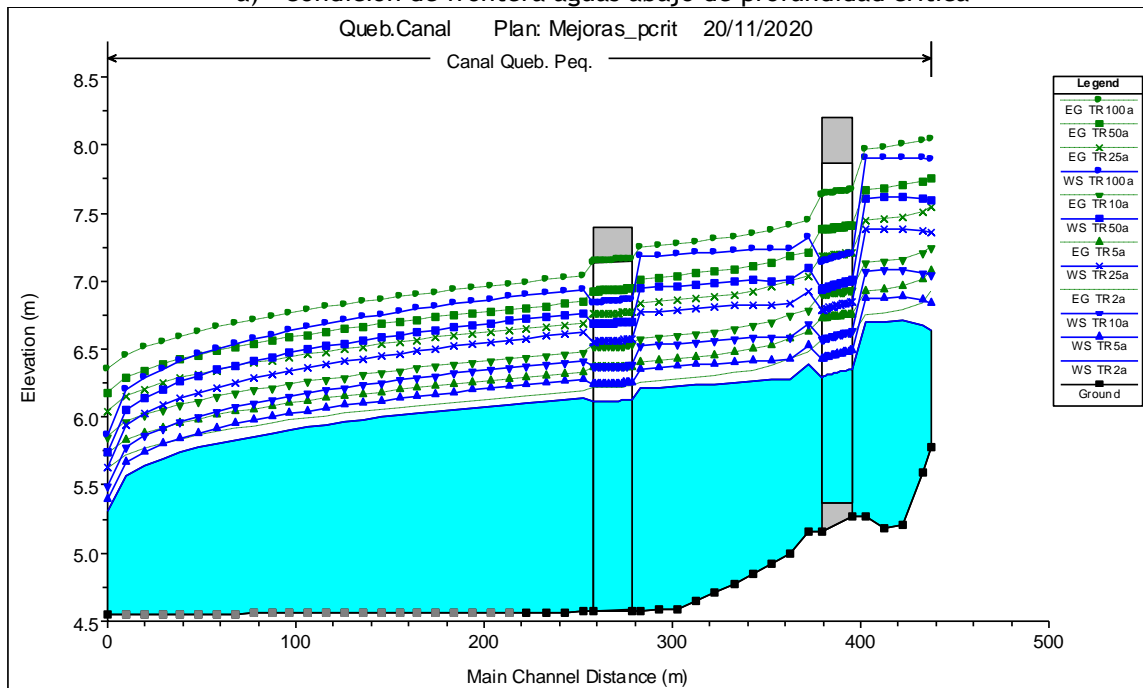
La Figura 4.38 muestra el perfil hidráulico de los resultados de HEC-RAS para los seis períodos de retorno utilizados y la Figura 4.39 muestra el mapa de inundación del tramo de análisis para el período de retorno de 100 años.. El tramo de la quebrada analizado muestra un comportamiento de flujo subcrítico. Se observa que la propuesta geométrica analizada permite el paso adecuado del caudal en el escenario en el que el nivel de la quebrada Bonita no controla el nivel en el cauce de la quebrada sin nombre, no se presentan desbordamientos en ningún sector del tramo.

En el caso del escenario de remanso de la creciente de la quebrada Bonita y el nivel de marea alta, se presentan desbordamientos en la calle y el nivel de agua alcanza un pequeño sector del AP en la esquina sureste, el nivel de agua en la zona ronda los 7.44 msnm. Dada la configuración de las calles, los terrenos colindantes de la urbanización y que el nivel mínimo del terreno del AP obtenido mediante el levantamiento topográfico se encuentra a la cota 7.5 msnm, se considera que esta condición poco frecuente es aceptable.

Como recomendación para evitar afectaciones en las obras que componen el proyecto, el nivel mínimo de éstas debe estar por encima de la elevación 7.5 msnm. Ya por asuntos geotécnicos se está recomendando una sobrelevación de 40 cm sobre el terreno natural, por lo que esta disposición ya permite lograr el resguardo necesario desde un punto de vista hidrológico.

Figura 4.38. Perfil hidráulico de los resultados de HEC-RAS

a) Condición de frontera aguas abajo de profundidad crítica



b) Condición de frontera aguas abajo de nivel de marea

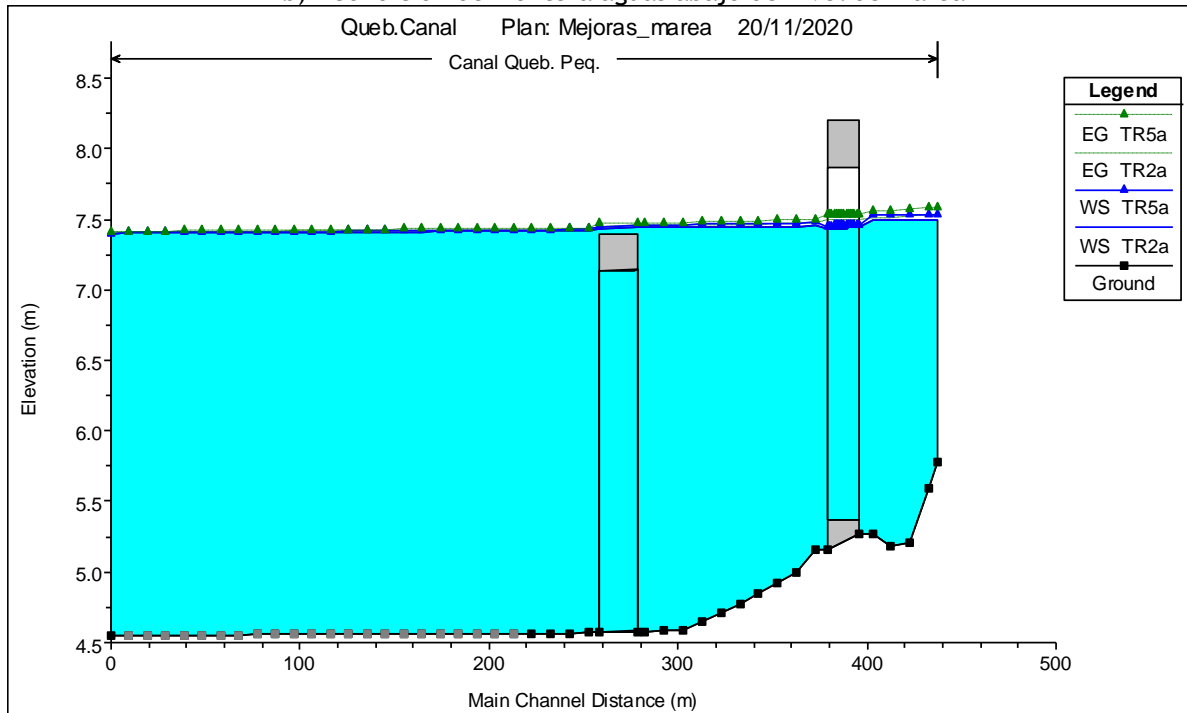
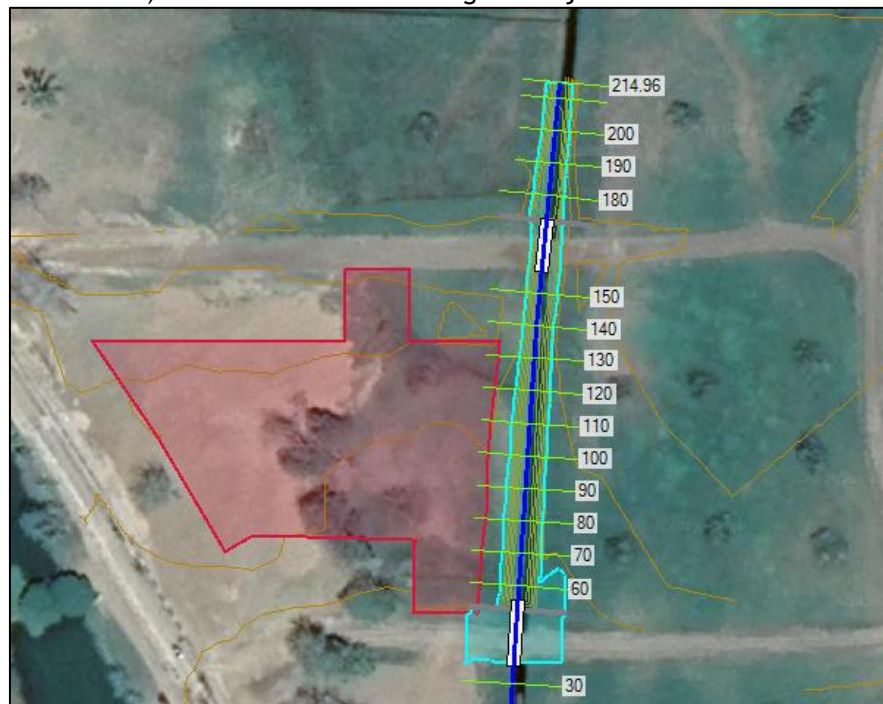


Figura 4.39. Mapa de Zonas Inundables Creciente TR=100 años en la quebrada sin nombre, sector aledaño al Área de Proyecto

a) Condición de frontera aguas abajo de profundidad crítica



b) Condición de frontera aguas abajo de nivel de marea



#### 4.3.11 Análisis de los resultados hidráulicos de las recomendaciones propuestas

Tal como se comentó en el apartado anterior, las mejoras geométricas propuestas para los pasos de alcantarilla en las inmediaciones del AP arrojan resultados hidráulicos satisfactorios, de manera que es posible mitigar la amenaza de inundación para el terreno producto de los eventos meteorológicos que afecten a la quebrada sin nombre. Para que el proyecto sea viable se recomienda realizar las mejoras propuestas y definir el nivel mínimo constructivo en una cota superior a los 7.5 msnm. Ya por asuntos geotécnicos se está recomendando una sobrelevación de 40 cm sobre el terreno natural, por lo que esta disposición ya permite lograr el resguardo necesario desde un punto de vista hidrológico.

En cuanto al desfogue, éste se propone ubicar en dos puntos, de manera que una parte de las aguas se dirija hacia el sistema pluvial de la pública en el sector norte del proyecto y la otra porción hacia el sistema pluvial en la calle sur del proyecto, esto con el objetivo de dividir el caudal pico esperado en dos porciones y no sobrecargar el sistema pluvial de la urbanización. Se debe asegurar que el sistema pluvial de la urbanización, que en este momento no está construido, tenga la capacidad adecuada para trasegar los caudales de escorrentía producidos por el AP.

## 5. EVALUACIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES HIDROLÓGICAS

Se analizó un terreno ubicado en el sector de Jacó en Garabito, Puntarenas, donde se desarrollará la construcción y equipamiento de la nueva sede de la Delegación Cantonal de la Fuerza Pública en Jacó, con un área total de 7057 m<sup>2</sup>. Se evaluó la generación de escorrentía dentro del Área de Proyecto, para condiciones pre-desarrollo y post-desarrollo.

### 5.1 EVALUACIÓN DE RESULTADOS DEL SEGMENTO A

En cuanto a la generación de escorrentía en el terreno del AP, se concluye que se puede esperar un aumento de hasta un 51 % en el caudal de escurrimiento superficial proveniente del terreno a desarrollar, producto del cambio en la cobertura del suelo hacia un esquema con porcentajes mayores de impermeabilización. El efecto hidrológico es medio, debido al bajo porcentaje de impermeabilización (<50%) que supone el proyecto. Los caudales de desfogue del proyecto, hacia el cuerpo receptor con el que colinda el terreno donde se encuentra, son de 164 y 386 l/s, según el período de retorno, una vez que se construya el proyecto.

El cauce receptor del desfogue pluvial del proyecto será el sistema pluvial de la urbanización que conducirá las aguas a desfogar finalmente en la canalización artificial de la quebrada sin nombre. Como se ha indicado en secciones anteriores, en el punto en que la finca desfoga en este cuerpo de agua, se define una microcuenca de 0.83 km<sup>2</sup>, con un área de drenaje más de 100 veces mayor al área del AP. Los resultados muestran que los caudales totales a desfogar representan apenas un 1.8% del caudal pico de avenidas del cuerpo de agua receptor del desfogue y que el incremento representa un 1.8% de los picos de las avenidas. Por lo tanto, se puede concluir que el aporte generado por la descarga pluvial del AP es bajo comparado con los caudales asociados a una cuenca de este tamaño. Igualmente, debido a las grandes diferencias en los tiempos de concentración entre la cuenca de la quebrada sin nombre y el AP, se puede esperar que la concurrencia de picos de caudal generados en el AP y picos de creciente en la quebrada sin nombre sea improbable, por lo que el impacto del incremento de escorrentía superficial dentro del AP será prácticamente imperceptible para el cauce receptor.

A efectos de reducir el impacto hidrológico del proyecto, se recomienda al desarrollador implementar el concepto de Desarrollo de Bajo Impacto (LID, por sus siglas en inglés). Este tipo de desarrollo se refiere a una serie de medidas estructurales y no estructurales que permiten concebir proyectos de desarrollo de terrenos que tengan el menor impacto hidrológico posible sobre su entorno. Estas medidas pueden involucrar el aumentar las zonas permeables, propiciar la infiltración y propiciar el retardo de las aguas pluviales antes de ser desfogadas al sistema pluvial de la urbanización, si las condiciones del terreno y consideraciones de diseño así lo permiten.

## 5.2 EVALUACIÓN DE RESULTADOS DEL SEGMENTO B

En cuanto a la amenaza de inundación, dada la cercanía del terreno con la quebrada Bonita (“Segmento B”), se procedió a estimar caudales de creciente en el tramo de la quebrada a lo largo del proyecto, mediante simulaciones precipitación-escorrentía empleando el modelo del hidrograma unitario en el HEC-HMS. El caudal resultante para una avenida con período de retorno de 100 años es de 134.8 m<sup>3</sup>/s.

Una vez estimados los caudales, se procedió a realizar las simulaciones hidráulicas unidimensionales por medio del modelo HEC-RAS tanto para la quebrada Bonita como para quebrada Sin Nombre.

A partir de los resultados de las simulaciones en la quebrada Bonita se determinó que el terreno donde se ubicará el proyecto no presenta potencial de inundación para los períodos de retorno analizados, gracias al dique de protección contra inundaciones que se ubica a lo largo de la margen derecha de la quebrada. Esto significa que, para poder desarrollar el terreno en estudio no se requieren obras de protección contra inundaciones ni previsiones particulares para atender una potencial amenaza de inundación por parte de la influencia de la quebrada Bonita.

A partir de los resultados de las simulaciones en la quebrada sin nombre se determinó que el terreno donde se ubicará el proyecto presenta potencial de inundación para los períodos de retorno analizados, para las áreas donde se desarrollarán las edificaciones y la infraestructura, debido a la insuficiencia de las alcantarillas de paso que existen actualmente. Se requieren modificaciones a las obras de paso de las calles internas sobre la quebrada, para evitar los desbordamientos de caudal que pongan en riesgo las obras a construir, se deben cambiar las alcantarillas existentes por estructuras tipo “box” rectangular de 4.0 m de ancho y 2.55 m de alto, adicionalmente se requiere aumentar el nivel de rasante de la calle ubicada en el sector del AP a la cota 7.4 msnm. Para que el proyecto sea viable se recomienda realizar las mejoras propuestas y definir el nivel mínimo constructivo en una cota superior a los 7.5 msnm.

## **6. DISCUSIÓN SOBRE LOS GRADOS DE INCERTIDUMBRE Y ALCANCE DEL ESTUDIO**

### **6.1 APLICABILIDAD DE LOS RESULTADOS**

Los resultados obtenidos en el presente estudio son aplicables solamente a la microcuenca se desarrollará el proyecto específico.

En cuanto al análisis de escorrentía del AP (Segmento A), los resultados suponen una cierta distribución del uso del suelo para el desarrollo del proyecto. Los resultados seguirán siendo aplicables en el tanto los porcentajes de áreas a desarrollar, y sus características, se mantengan, aun cuando haya cambios en la configuración y disposición de las obras.

En cuanto al análisis del “Segmento B”, estos resultados responden a las condiciones actuales de la cuenca y cauce de la quebrada Bonita y la quebrada sin nombre y se refieren a eventos de escorrentía producto de eventos hidrometeorológicos extremos. No deberían emplearse los resultados de este informe para el diseño de obras o estimaciones de inundaciones en otros sitios.

Se considera que los resultados obtenidos permiten contar con criterio suficiente para la evaluación de las condiciones e impactos hidrológicos del proyecto.

### **6.2 TAREAS PENDIENTES PARA FASES POSTERIORES DEL PROYECTO**

En cuanto a la evaluación hidrológica del proyecto, se considera que el presente estudio es suficiente para valorar el otorgamiento de la Viabilidad Ambiental.

En etapas posteriores, se deberá plantear el diseño detallado de los sistemas de manejo de escorrentía y aguas pluviales, conforme a la evaluación hidrológica planteada en el presente estudio.

### **6.3 INCERTIDUMBRES NO RESUELTAS**

En el desarrollo de las estimaciones hidrológicas e hidráulicas existen diversas fuentes de incertidumbre, entre las cuales se pueden citar las siguientes:

- Se aplicó el Método Racional para la estimación de caudales en el sitio del proyecto para las condiciones antes y después de la construcción. Si bien este método es una aproximación simplificada de las relaciones precipitación-escorrentía, permite estimar adecuadamente el caudal máximo de escorrentía en cuencas pequeñas. El tiempo de concentración, parámetro clave en este cálculo, se estimó a través de la metodología de onda cinemática, que brinda resultados confiables para cuencas pequeñas.

- El registro de precipitaciones del cual se derivaron las relaciones i-d-f empleadas en este estudio es relativamente corto, y la estación está ubicada a varios kilómetros de distancia del AP. Sin embargo, se comprobó que las intensidades resultantes son representativas del área de estudio y brindan resultados conservadores, adecuados para esta etapa del proyecto.
- Dada la ausencia de registros de caudales máximos en la quebrada Bonita y la quebrada sin nombre, fue necesario recurrir a métodos indirectos de estimación de escorrentía, como lo son las simulaciones precipitación-escorrentía. Para su aplicación, es necesario estimar tormentas de diseño, las cuales se derivaron a partir de información pluviográfica cercana. Se sabe que este tipo de métodos tiende a maximizar los picos de tormenta en un área dada, puesto que parte de la premisa de que la tormenta cubre la cuenca en su totalidad. Además, la metodología requiere de una serie de parámetros hidrológicos asociados a los tiempos de tránsito de la cuenca y a la cobertura y tipo de suelo, para lo cual se recurrió a la información cartográfica más reciente y detallada, y a métodos de cálculo probados en la práctica de la ingeniería hidrológica. Para sobrellevar el nivel de incertidumbre asociado a este cálculo, se aplicaron criterios hidrológicos conservadores y se contó con el criterio ingenieril producto de la experiencia en proyectos similares.
- Para los cálculos hidráulicos, la definición de la rugosidad del río ( $n$  de Manning) cuenta con un grado de incertidumbre asociado, debido a que no se cuenta con información granulométrica del lecho y de los márgenes del cauce. Se estimaron los  $n$  de Manning aplicando metodologías empíricas, las cuales se detallaron en el presente informe. Para sobrellevar el nivel de incertidumbre asociado a este cálculo, se contó con el criterio ingenieril producto de la experiencia en proyectos similares.

A pesar de las incertidumbres discutidas anteriormente, se considera que los resultados hidrológicos e hidráulicos son adecuados, ya que las magnitudes de caudales y niveles estimadas en este estudio son concordantes con las condiciones que se observan en el sitio.

#### **6.4 CONCLUSIÓN GENERAL SOBRE LA VIABILIDAD HIDROLÓGICA DEL TERRENO EN VIRTUD DE LA OBRA A DESARROLLAR.**

Como conclusión general, se considera que el proyecto es viable desde un punto de vista hidrológico, ya que su impacto sobre la quebrada sin nombre será bajo, al ser el proyecto de área mucho menor que la de la cuenca; y porque la amenaza de inundación presente en el terreno se puede corregir con modificaciones en las obras de paso para evitar afectaciones a las obras de infraestructura propuestas para el proyecto. La viabilidad del proyecto queda sujeta a la aplicación de las medidas correctivas propuestas en este informe y a la ejecución de las obras de infraestructura pluvial de la urbanización, actualmente en construcción.



## 7. REFERENCIAS

### Referencias bibliográficas:

Arcement, G.J., Schneider, V.R. (1989) Guide for Selecting Manning's Roughness Coefficients for Natural Channels and Flood Plains. United States Geological Survey WSP 2339. Washington, D.C. y Denver, Colorado.

Beguería, S. (2002). Revisión de métodos paramétricos para la estimación de la probabilidad de ocurrencia de eventos extremos en Climatología e hidrología: El uso de series de excedencias y su comparación con las series de máximos anuales. Grupo de Clima de la Asociación de Geógrafos Españoles, 83-92.

AyA (2017). Norma Técnica para Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, Saneamiento y Pluvial del AyA. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Publicado en el Alcance No. 227 a La Gaceta No. 180, Setiembre 2017, San José.

Bedient, P.B., Huber, W.C., Vieux, B.E. (2008) Hydrology and Floodplain Analysis. 4a Edición. Prentice Hall, New Jersey.

CFIA (2017) Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones. Edición 2017. Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica.

Chang, H. (1992) Fluvial Processes in River Engineering. Edición reimpressa y revisada en 2008. Krieger Publishing Company, Malabar, Florida.

Chow (1994) Hidráulica de Canales Abiertos. Edición en español. McGraw-Hill, Bogotá.

Chow, V.T., Maidment, D.R., Mays, L.W. (1994) Hidrología Aplicada. McGraw-Hill, Bogotá.

Dwyer, I.J., Reed, D.W. (1995). Allowance for Discretization in Hydrological and Environmental Risk Estimation. IH Report No. 126. Institute of Hydrology, Oxfordshire, Reino Unido.

García, M. (Ed.) (2007) Sedimentation Engineering. ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice No. 110. American Society of Civil Engineers, Reston, Virginia.

Hawkins, R.H., Ward, T.J., Woodward, D.E., Van Mullem, J.A. (2009) Curve Number Hydrology - State of the Practice. American Society of Civil Engineers.

Kozanis, S., Christofides, A., Mamassis, N., Efstratiadis, A., y Koutsoyiannis, D. (2010) Hydrognomon - open source software for the analysis of hydrological data, European Geosciences Union General Assembly 2010, Geophysical Research Abstracts, Vol. 12, Vienna, 12419, European Geosciences Union.

Rojas, N (2011) Curvas de Intensidad Duración Frecuencia de algunas estaciones meteorológicas automáticas. Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones, Instituto Meteorológico Nacional, San José.

Rojas, N (2011) Curvas de Intensidad Duración Frecuencia de algunas estaciones meteorológicas mecánicas. Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones, Instituto Meteorológico Nacional, San José.

Solano, J., Villalobos, R. (2001). Aspectos fisiográficos aplicados a un bosquejo de regionalización geográfico climático de Costa Rica. Tópicos de Meteorología y Oceanografía, 8(1):26-39,2001. San José.

USACE (1994) Hydraulic Design of Flood Control Channels. EM-1110-2-1601. U.S. Army Corps of Engineers, Washington, D.C.

USACE (2000) HEC-HMS Hydrologic Modeling System Technical Reference Manual. Hydrologic Engineering Center. U.S. Army Corps of Engineers, Davis, California.

USACE (2010) HEC-RAS River Analysis System Hydraulic Reference Manual. Version 4.1. Hydrologic Engineering Center. U.S. Army Corps of Engineers, Davis, California.

Vahrson, G.-W., Alfaro, M., Arauz, I. (1992) Curvas de Intensidad, Duración y Frecuencia para los Centros Urbanos más Importantes de Costa Rica. IV Congreso Nacional de Recursos Hidráulicos, San José.

Vahrson, G.-W., Dercksen, P. (1990) Intensidades Críticas de Lluvia para el Diseño de Obras de Conservación de Suelos en Costa Rica. Agronomía Costarricense: Número 14, Volumen 2. San José.

Viessman, W., Lewis, G.L. (2003) Introduction to Hydrology. 5ª Edición. Prentice Hall, New Jersey.

#### Otras referencias no bibliográficas:

Google Earth (software gratuito basado en internet)

Google Maps, maps.google.com

Instituto Geográfico Nacional, hojas cartográficas escala 1:50 000

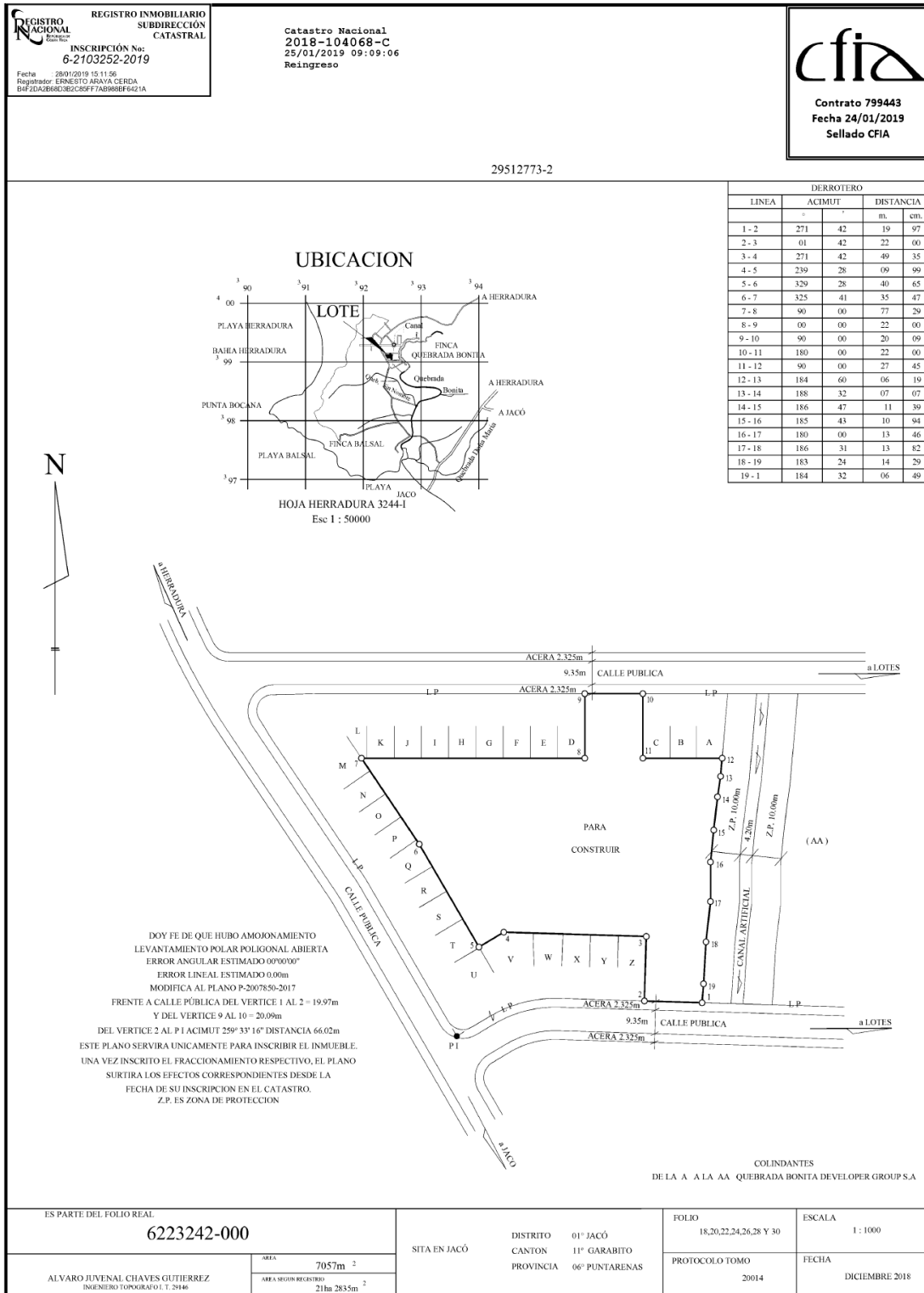
Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), Atlas Digital de Costa Rica 2008

SNIT, cartografía escala 1:5000

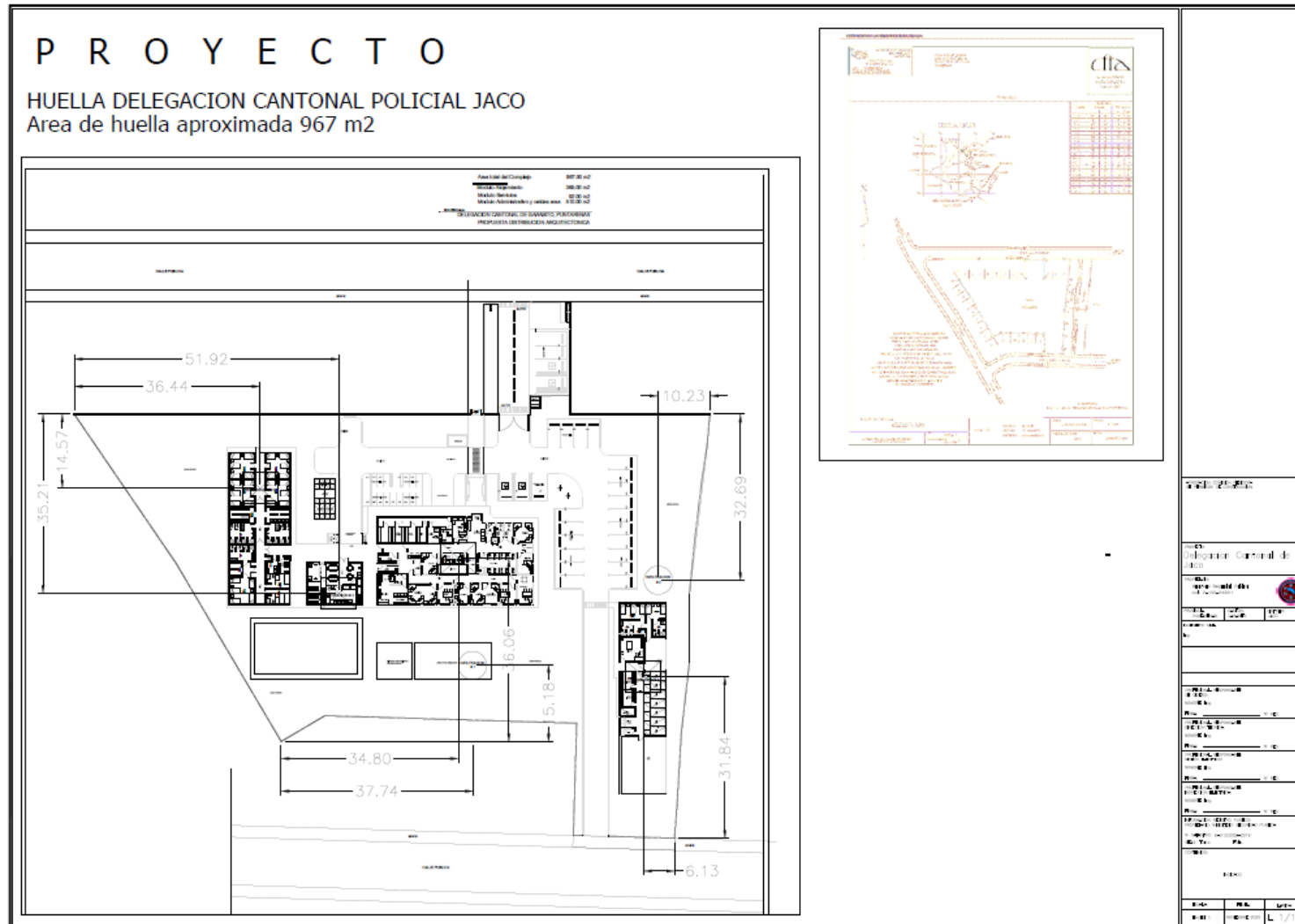
## ANEXOS

- 1) Anexo 1: Copia del plano de catastro
- 2) Anexo 2: Copia del diseño de sitio utilizado para el presente estudio
- 3) Anexo 3: Resultados del modelo HEC-HMS para la quebrada Bonita
- 4) Anexo 4: Resultados del modelo HEC-HMS para la quebrada sin nombre
- 5) Anexo 5: Resultados del modelo HEC-RAS para la quebrada Bonita
- 6) Anexo 6: Resultados del modelo HEC-RAS para la quebrada sin nombre

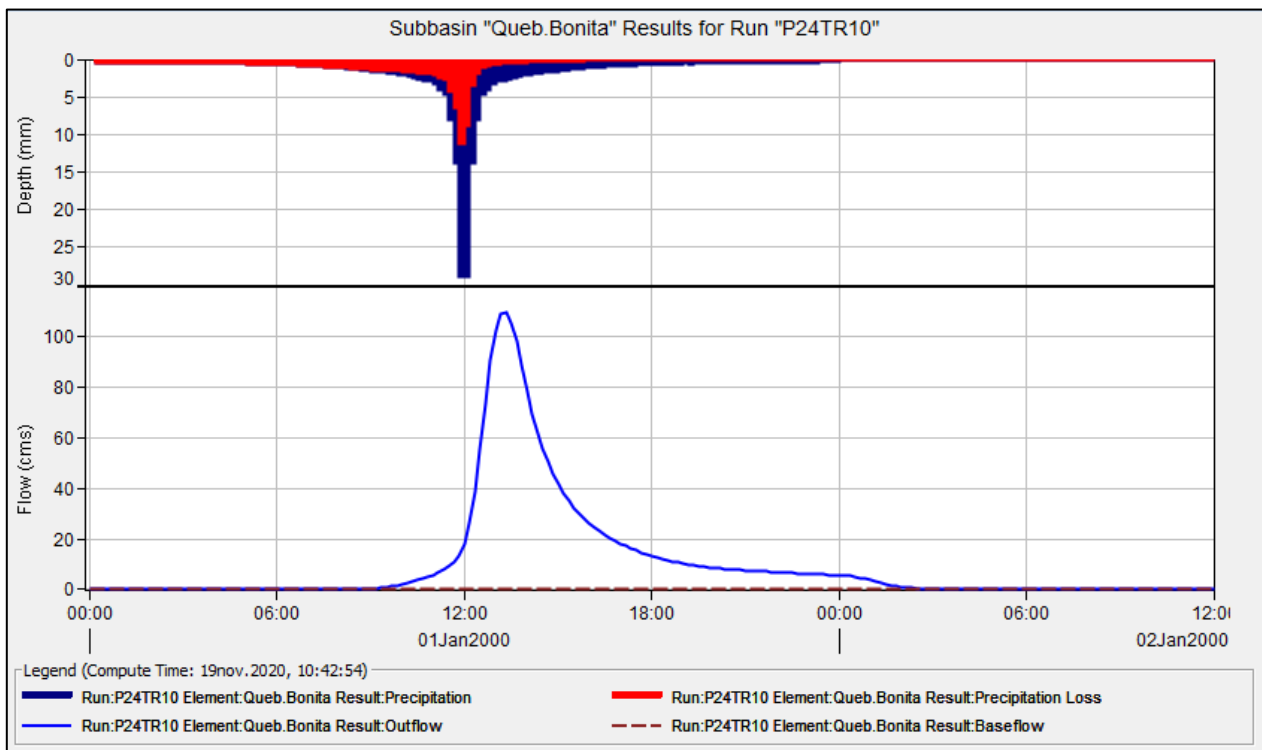
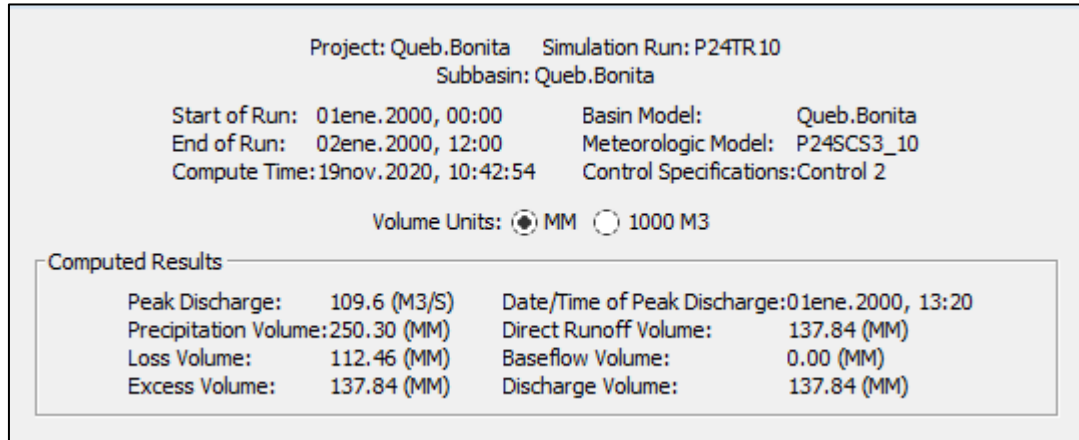
ANEXO 1: COPIA DEL PLANO DE CATASTRO



ANEXO 2: COPIA DEL DISEÑO DE SITIO DEL PROYECTO



ANEXO 3: RESULTADOS DEL MODELO HEC-HMS PARA LA QUEBRADA BONITA  
 TORMENTA DE DISEÑO PARA UN PERÍODO DE RETORNO DE 10 AÑOS



TORMENTA DE DISEÑO PARA UN PERÍODO DE RETORNO DE 25 AÑOS

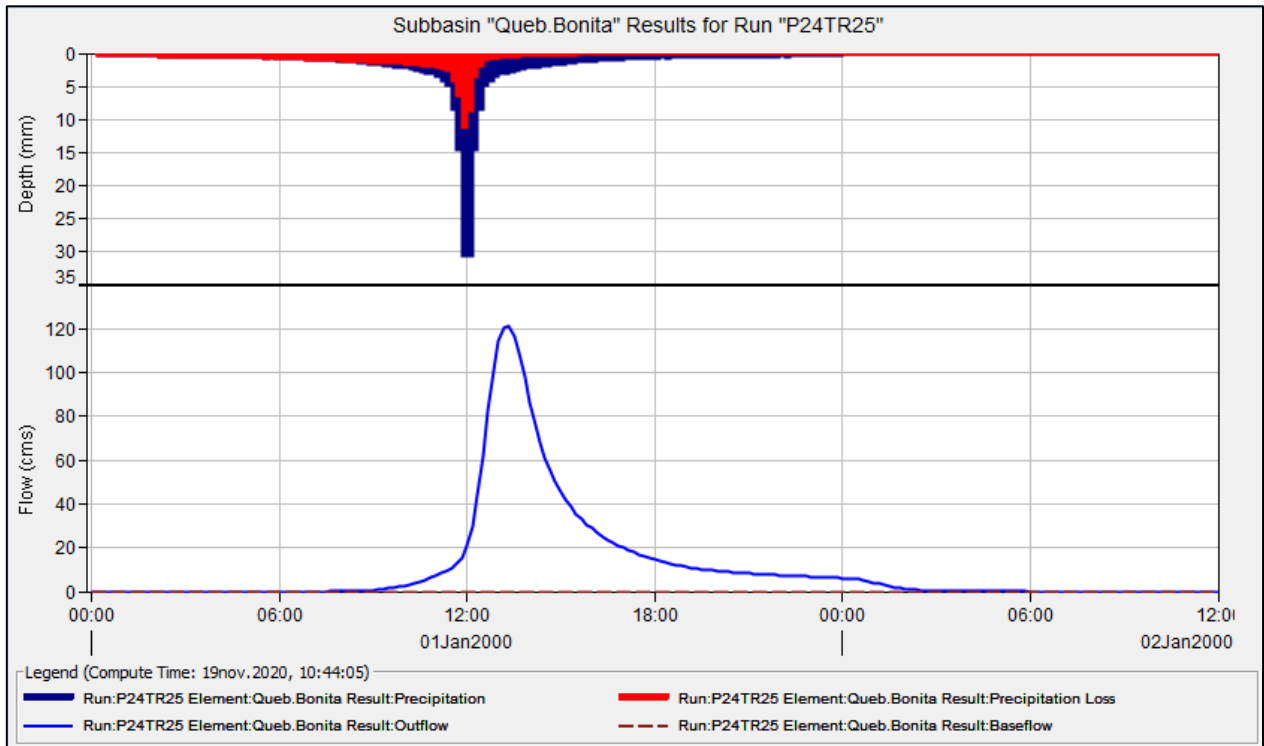
Project: Queb.Bonita    Simulation Run: P24TR25  
 Subbasin: Queb.Bonita

Start of Run: 01ene.2000, 00:00	Basin Model: Queb.Bonita
End of Run: 02ene.2000, 12:00	Meteorologic Model: P24SCS3_25
Compute Time: 19nov.2020, 10:44:05	Control Specifications: Control 2

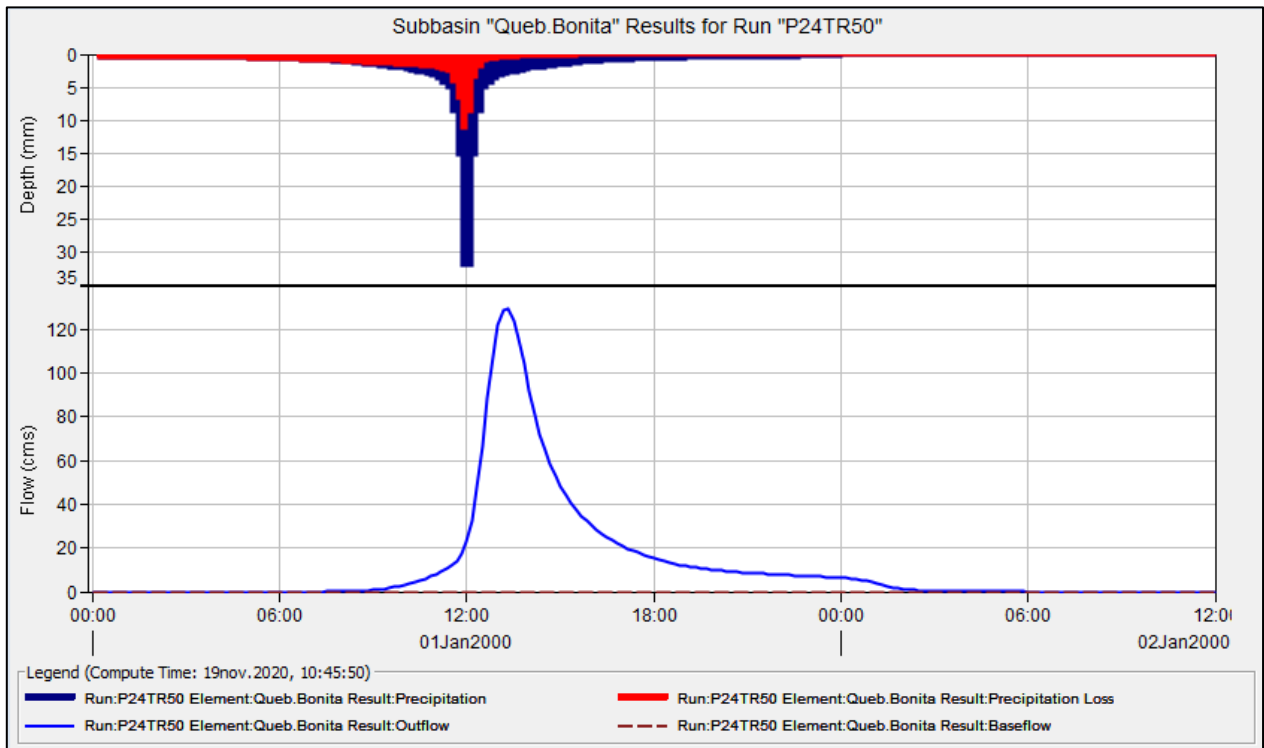
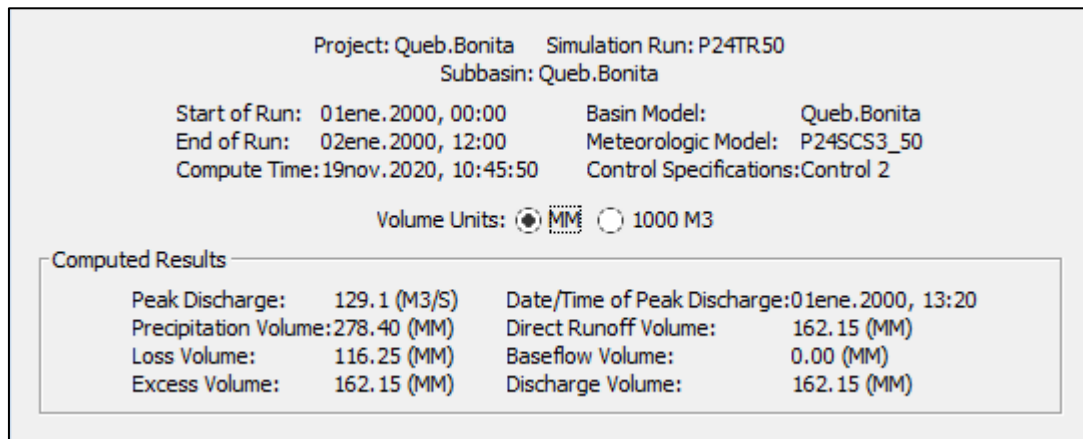
Volume Units:  MM     1000 M3

Computed Results

Peak Discharge: 121.3 (M3/S)	Date/Time of Peak Discharge: 01ene.2000, 13:20
Precipitation Volume: 267.20 (MM)	Direct Runoff Volume: 152.40 (MM)
Loss Volume: 114.80 (MM)	Baseflow Volume: 0.00 (MM)
Excess Volume: 152.40 (MM)	Discharge Volume: 152.40 (MM)

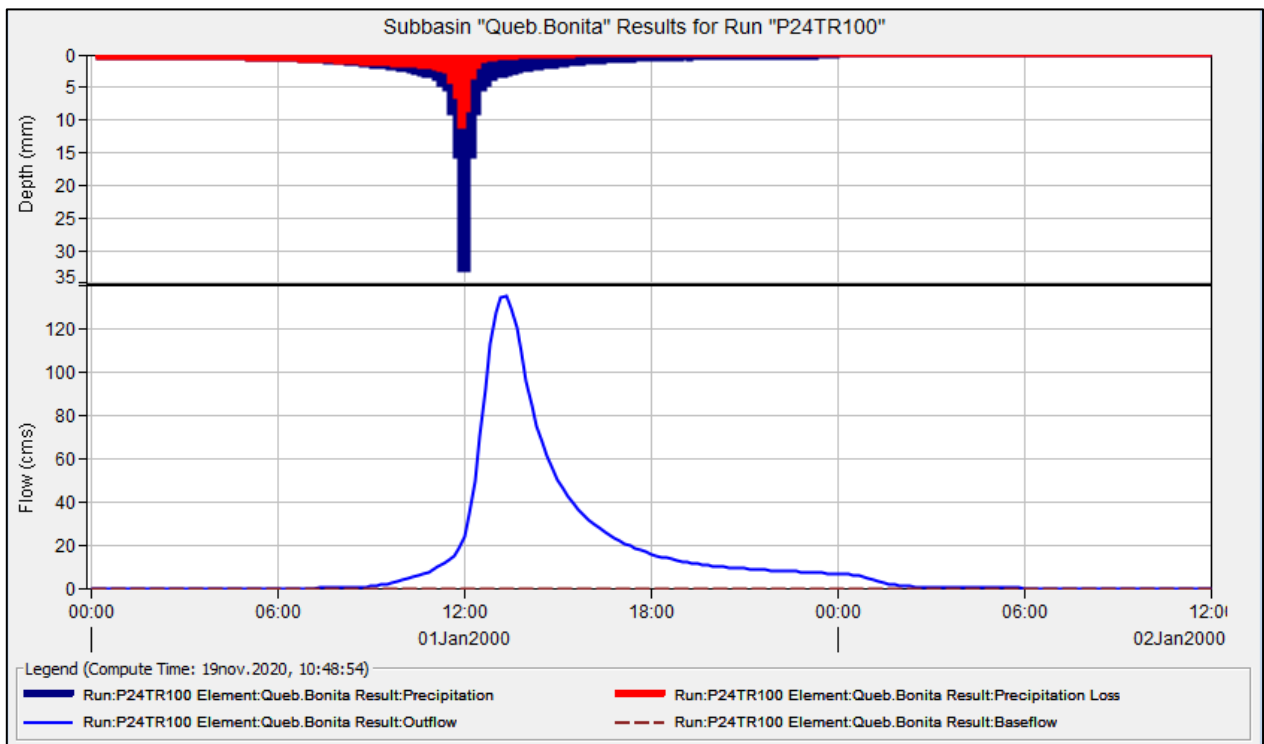
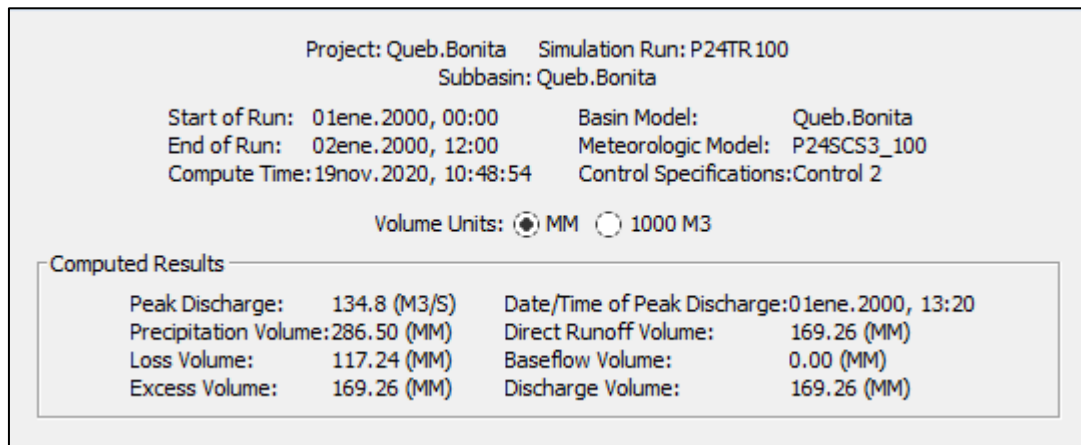


TORMENTA DE DISEÑO PARA UN PERÍODO DE RETORNO DE 50 AÑOS



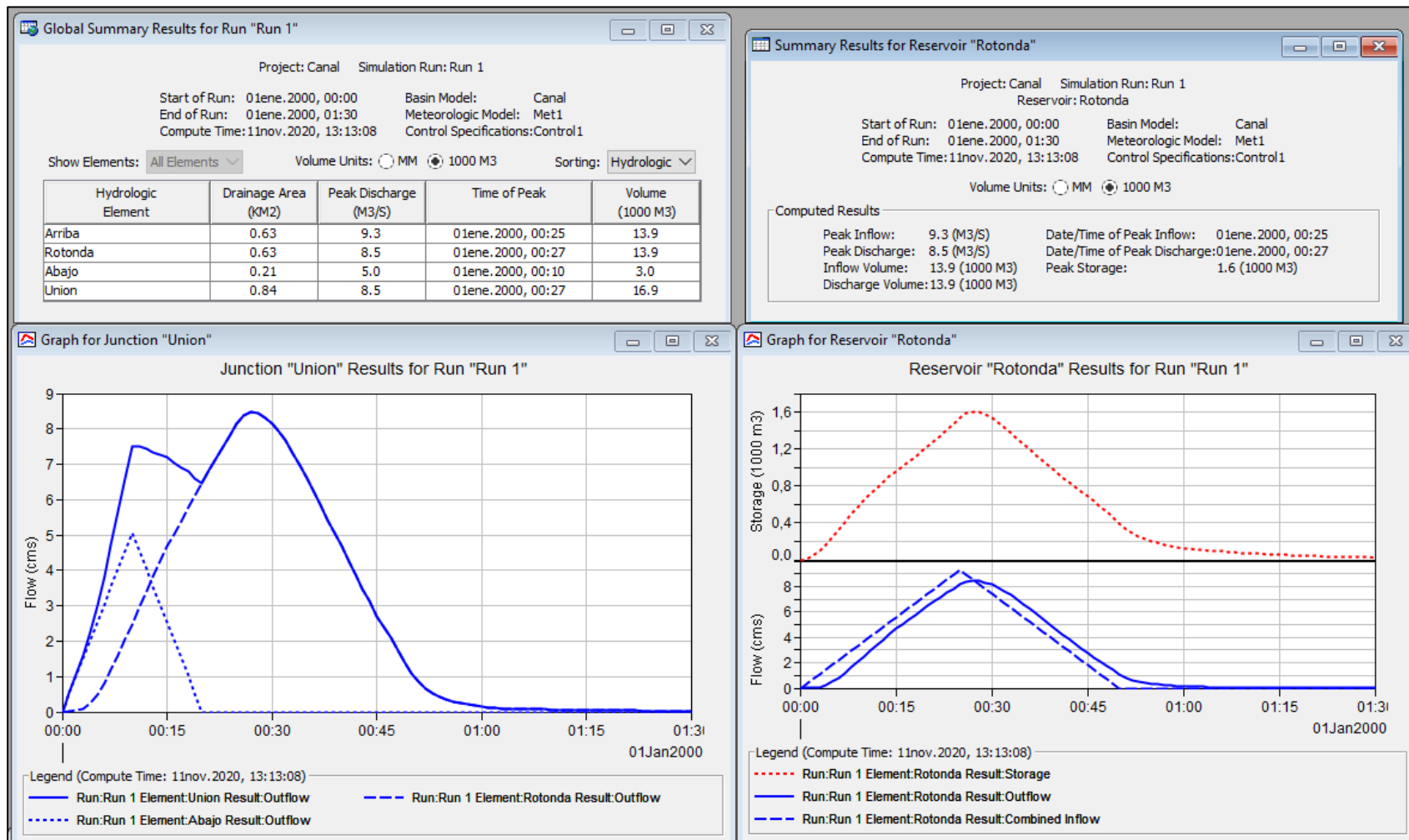


TORMENTA DE DISEÑO PARA UN PERÍODO DE RETORNO DE 100 AÑOS

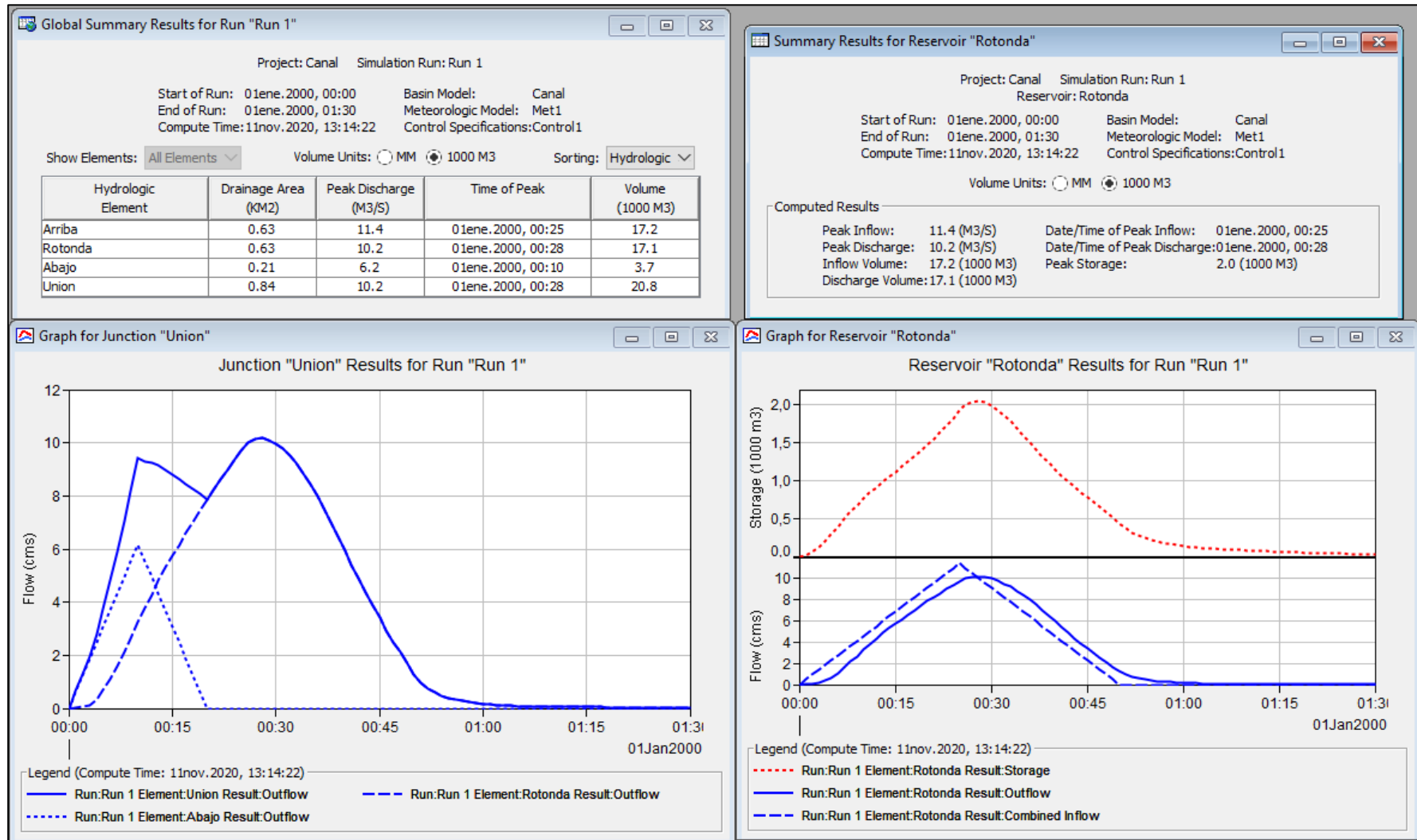


ANEXO 4: RESULTADOS DEL MODELO HEC-HMS PARA LA QUEBRADA SIN NOMBRE

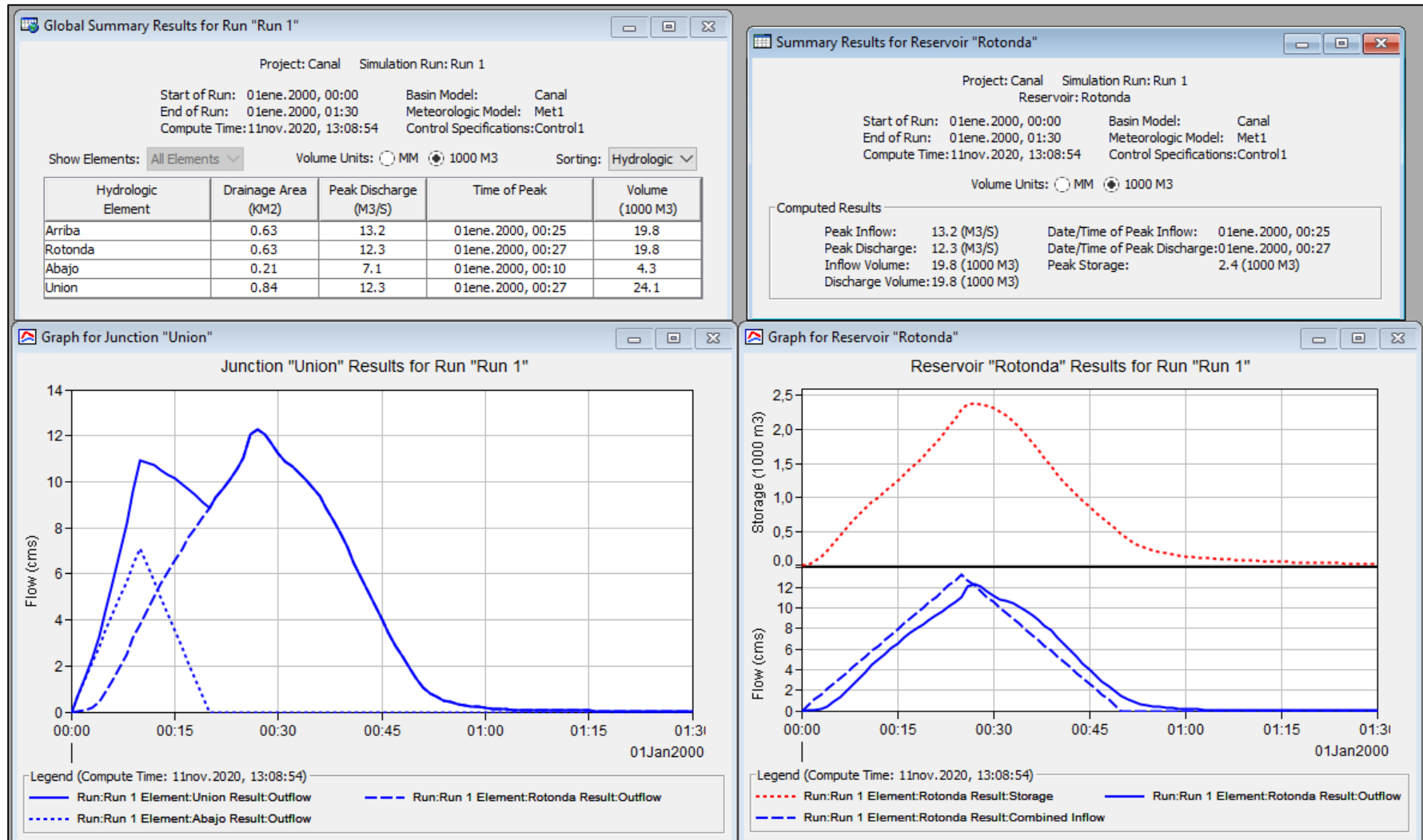
TORMENTA DE DISEÑO PARA UN PERÍODO DE RETORNO DE 2 AÑOS



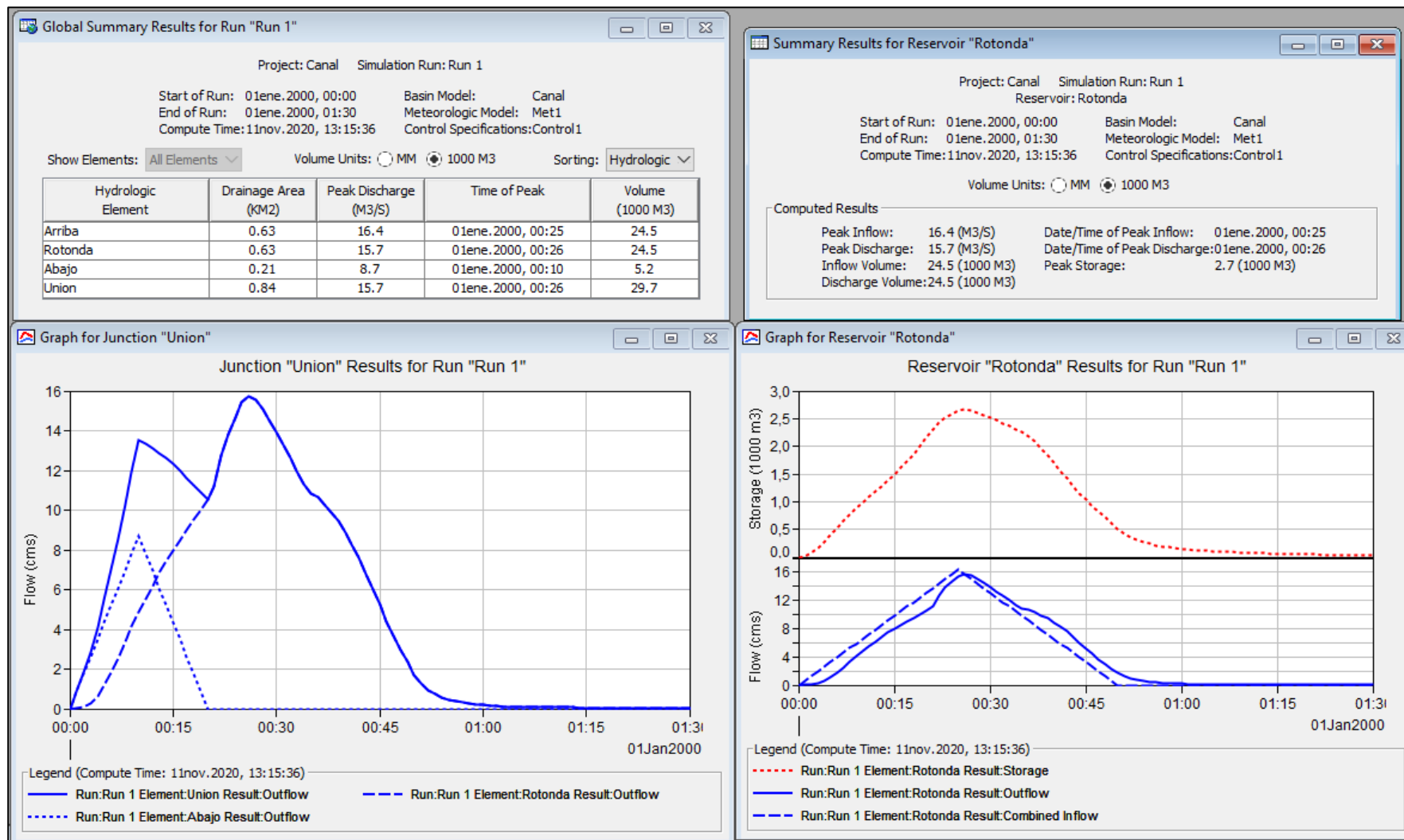
TORMENTA DE DISEÑO PARA UN PERÍODO DE RETORNO DE 5 AÑOS



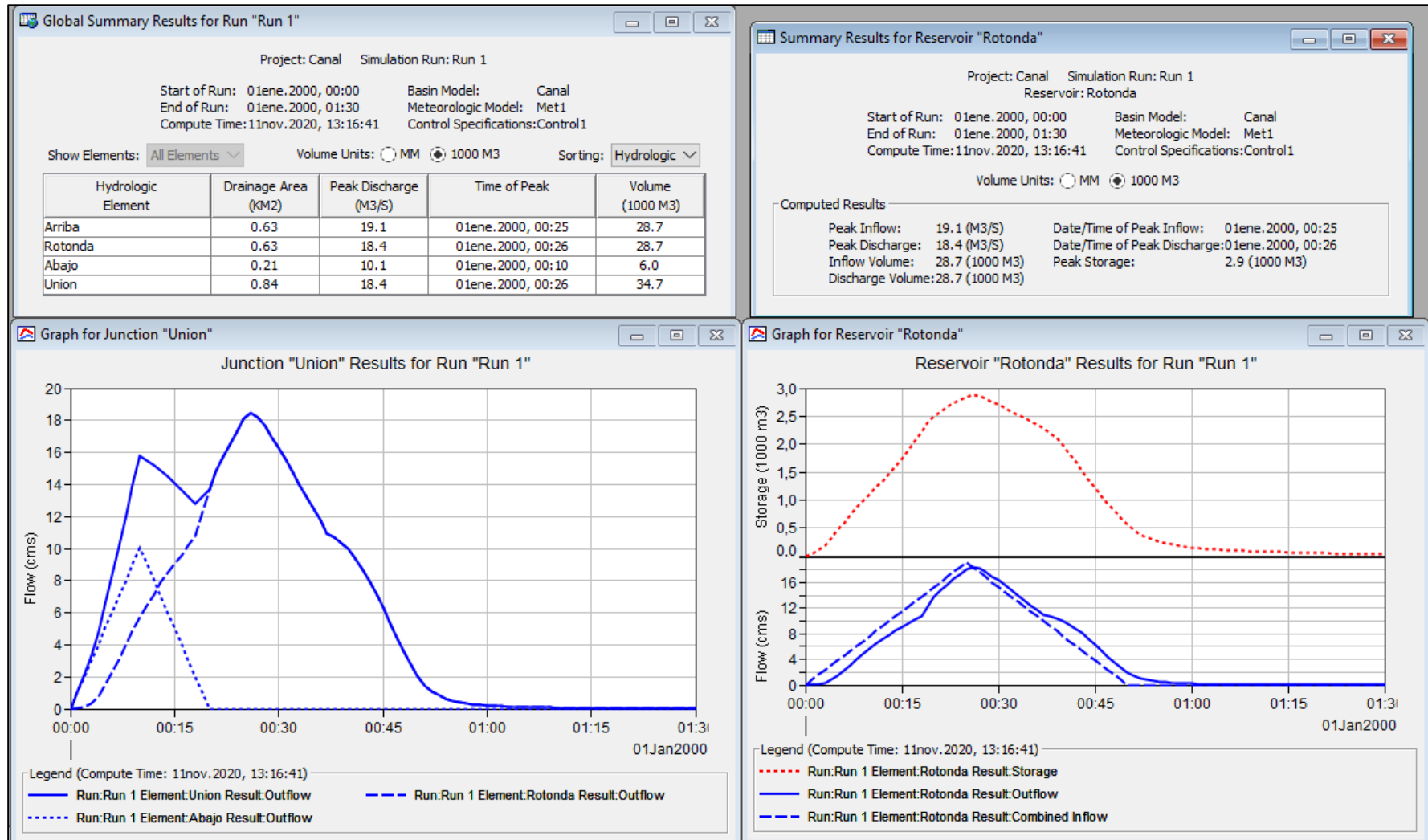
TORMENTA DE DISEÑO PARA UN PERÍODO DE RETORNO DE 10 AÑOS



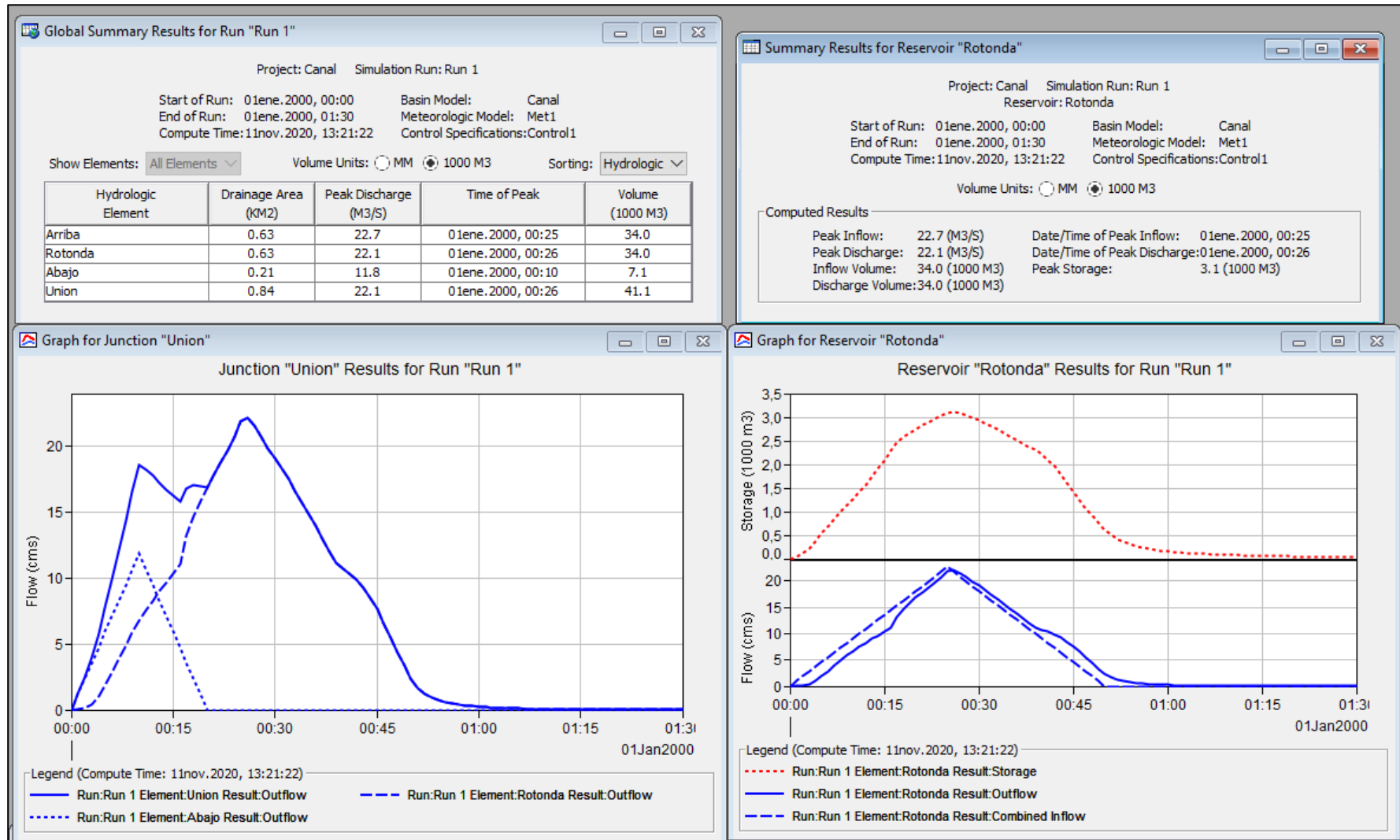
TORMENTA DE DISEÑO PARA UN PERÍODO DE RETORNO DE 25 AÑOS



TORMENTA DE DISEÑO PARA UN PERÍODO DE RETORNO DE 50 AÑOS



TORMENTA DE DISEÑO PARA UN PERÍODO DE RETORNO DE 100 AÑOS



ANEXO 5: RESULTADOS DEL MODELO HEC-RAS PARA LA QUEBRADA BONITA

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
EJE-Q-BONITA	703.22	TR10a	109.60	7.50	10.59	9.35	10.83	0.001893	2.17	50.89	22.81	0.43
EJE-Q-BONITA	703.22	TR25a	121.30	7.50	10.77	9.47	11.02	0.001890	2.24	54.84	22.99	0.43
EJE-Q-BONITA	703.22	TR50a	129.10	7.50	10.88	9.55	11.14	0.001888	2.29	57.39	23.11	0.43
EJE-Q-BONITA	703.22	TR100a	134.80	7.50	10.95	9.60	11.23	0.001888	2.33	59.20	23.20	0.44
EJE-Q-BONITA	700	TR10a	109.60	7.49	10.56	9.41	10.82	0.002150	2.28	48.41	22.06	0.46
EJE-Q-BONITA	700	TR25a	121.30	7.49	10.73	9.53	11.01	0.002138	2.35	52.53	24.76	0.46
EJE-Q-BONITA	700	TR50a	129.10	7.49	10.84	9.60	11.13	0.002126	2.40	55.29	24.88	0.46
EJE-Q-BONITA	700	TR100a	134.80	7.49	10.92	9.66	11.22	0.002117	2.43	57.25	24.97	0.46
EJE-Q-BONITA	690	TR10a	109.60	7.47	10.41	9.59	10.79	0.003426	2.73	40.47	20.02	0.57
EJE-Q-BONITA	690	TR25a	121.30	7.47	10.57	9.72	10.97	0.003379	2.81	44.01	22.50	0.57
EJE-Q-BONITA	690	TR50a	129.10	7.47	10.68	9.80	11.10	0.003340	2.86	46.51	23.78	0.57
EJE-Q-BONITA	690	TR100a	134.80	7.47	10.76	9.86	11.18	0.003315	2.89	48.39	25.47	0.57
EJE-Q-BONITA	680	TR10a	109.60	7.44	10.11	9.73	10.72	0.006520	3.44	31.82	15.66	0.77
EJE-Q-BONITA	680	TR25a	121.30	7.44	10.26	9.87	10.91	0.006402	3.55	34.37	17.83	0.77
EJE-Q-BONITA	680	TR50a	129.10	7.44	10.37	9.96	11.03	0.006302	3.60	36.24	19.26	0.77
EJE-Q-BONITA	680	TR100a	134.80	7.44	10.44	10.02	11.11	0.006217	3.64	37.70	20.30	0.76
EJE-Q-BONITA	670	TR10a	109.60	7.17	10.47	8.65	10.54	0.000557	1.22	90.00	33.00	0.24
EJE-Q-BONITA	670	TR25a	121.30	7.17	10.64	8.73	10.72	0.000564	1.27	95.74	33.26	0.24
EJE-Q-BONITA	670	TR50a	129.10	7.17	10.75	8.78	10.84	0.000569	1.30	99.47	33.38	0.24
EJE-Q-BONITA	670	TR100a	134.80	7.17	10.83	8.82	10.92	0.000571	1.32	102.14	33.45	0.24
EJE-Q-BONITA	660	TR10a	109.60	7.41	10.35	9.11	10.53	0.001500	1.87	58.71	24.06	0.38
EJE-Q-BONITA	660	TR25a	121.30	7.41	10.51	9.21	10.70	0.001506	1.93	62.71	24.31	0.38
EJE-Q-BONITA	660	TR50a	129.10	7.41	10.62	9.27	10.82	0.001509	1.98	65.32	24.47	0.39
EJE-Q-BONITA	660	TR100a	134.80	7.41	10.70	9.32	10.90	0.001511	2.01	67.21	24.58	0.39
EJE-Q-BONITA	650	TR10a	109.60	7.42	10.25	9.23	10.50	0.002247	2.20	49.71	21.38	0.46
EJE-Q-BONITA	650	TR25a	121.30	7.42	10.41	9.35	10.68	0.002251	2.28	53.16	21.62	0.46
EJE-Q-BONITA	650	TR50a	129.10	7.42	10.52	9.42	10.79	0.002252	2.33	55.41	21.78	0.47
EJE-Q-BONITA	650	TR100a	134.80	7.42	10.59	9.47	10.88	0.002253	2.36	57.04	21.90	0.47
EJE-Q-BONITA	640	TR10a	109.60	7.43	10.15	9.30	10.47	0.003082	2.50	43.78	19.74	0.54
EJE-Q-BONITA	640	TR25a	121.30	7.43	10.30	9.42	10.64	0.003097	2.59	46.89	20.12	0.54
EJE-Q-BONITA	640	TR50a	129.10	7.43	10.40	9.49	10.76	0.003101	2.64	48.94	20.37	0.54
EJE-Q-BONITA	640	TR100a	134.80	7.43	10.48	9.55	10.84	0.003102	2.67	50.42	20.55	0.54
EJE-Q-BONITA	630	TR10a	109.60	7.43	9.96	9.40	10.42	0.004558	2.99	36.69	17.01	0.65
EJE-Q-BONITA	630	TR25a	121.30	7.43	10.10	9.52	10.59	0.004584	3.11	39.06	17.09	0.66
EJE-Q-BONITA	630	TR50a	129.10	7.43	10.19	9.60	10.71	0.004588	3.18	40.63	17.14	0.66
EJE-Q-BONITA	630	TR100a	134.80	7.43	10.26	9.65	10.79	0.004598	3.23	41.73	17.18	0.66
EJE-Q-BONITA	620	TR10a	109.60	7.40	9.93	9.36	10.36	0.004780	2.93	37.36	18.51	0.66
EJE-Q-BONITA	620	TR25a	121.30	7.40	10.07	9.49	10.54	0.004805	3.03	40.06	18.95	0.66
EJE-Q-BONITA	620	TR50a	129.10	7.40	10.17	9.57	10.65	0.004797	3.08	41.90	19.25	0.67
EJE-Q-BONITA	620	TR100a	134.80	7.40	10.23	9.62	10.73	0.004795	3.12	43.21	19.46	0.67
EJE-Q-BONITA	610	TR10a	109.60	7.44	9.74	9.43	10.30	0.006830	3.30	33.16	18.19	0.78
EJE-Q-BONITA	610	TR25a	121.30	7.44	9.89	9.55	10.47	0.006644	3.38	35.88	18.56	0.78
EJE-Q-BONITA	610	TR50a	129.10	7.44	9.98	9.63	10.58	0.006530	3.43	37.67	18.79	0.77
EJE-Q-BONITA	610	TR100a	134.80	7.44	10.05	9.69	10.66	0.006443	3.46	38.99	18.97	0.77



MINISTERIO DE SEGURIDAD PÚBLICA  
**DELEGACIÓN POLICIAL CANTONAL DE JACÓ**  
 Informe de Estudio de Hidrología Básica

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
EJE-Q-BONITA	600	TR10a	109.60	7.47	9.65	9.36	10.22	0.007214	3.37	32.55	17.90	0.80
EJE-Q-BONITA	600	TR25a	121.30	7.47	9.80	9.49	10.40	0.006973	3.44	35.30	18.27	0.79
EJE-Q-BONITA	600	TR50a	129.10	7.47	9.90	9.56	10.51	0.006831	3.48	37.10	18.52	0.78
EJE-Q-BONITA	600	TR100a	134.80	7.47	9.97	9.62	10.60	0.006723	3.51	38.43	18.69	0.78
EJE-Q-BONITA	590	TR10a	109.60	7.48	9.57	9.30	10.15	0.007264	3.38	32.46	17.68	0.80
EJE-Q-BONITA	590	TR25a	121.30	7.48	9.73	9.41	10.33	0.007005	3.44	35.23	18.06	0.79
EJE-Q-BONITA	590	TR50a	129.10	7.48	9.83	9.49	10.45	0.006854	3.48	37.05	18.30	0.78
EJE-Q-BONITA	590	TR100a	134.80	7.48	9.90	9.54	10.53	0.006739	3.51	38.39	18.47	0.78
EJE-Q-BONITA	580	TR10a	109.60	7.40	9.50	9.22	10.08	0.007166	3.36	32.64	17.59	0.79
EJE-Q-BONITA	580	TR25a	121.30	7.40	9.66	9.34	10.26	0.006853	3.42	35.43	17.78	0.77
EJE-Q-BONITA	580	TR50a	129.10	7.40	9.76	9.41	10.38	0.006704	3.46	37.27	18.01	0.77
EJE-Q-BONITA	580	TR100a	134.80	7.40	9.84	9.46	10.46	0.006598	3.49	38.61	18.19	0.77
EJE-Q-BONITA	570	TR10a	109.60	7.32	9.44	9.14	10.00	0.007004	3.32	32.99	17.64	0.78
EJE-Q-BONITA	570	TR25a	121.30	7.32	9.60	9.26	10.19	0.006632	3.38	35.88	17.74	0.76
EJE-Q-BONITA	570	TR50a	129.10	7.32	9.71	9.33	10.31	0.006441	3.42	37.74	17.81	0.75
EJE-Q-BONITA	570	TR100a	134.80	7.32	9.78	9.38	10.39	0.006332	3.45	39.07	17.92	0.75
EJE-Q-BONITA	560	TR10a	109.60	7.24	9.38	9.06	9.93	0.006741	3.27	33.50	17.71	0.76
EJE-Q-BONITA	560	TR25a	121.30	7.24	9.55	9.17	10.12	0.006347	3.32	36.51	17.82	0.74
EJE-Q-BONITA	560	TR50a	129.10	7.24	9.66	9.25	10.24	0.006153	3.36	38.42	17.89	0.73
EJE-Q-BONITA	560	TR100a	134.80	7.24	9.74	9.30	10.32	0.006029	3.39	39.79	17.94	0.73
EJE-Q-BONITA	550	TR10a	109.60	7.11	9.54	8.71	9.80	0.002738	2.27	48.21	22.20	0.49
EJE-Q-BONITA	550	TR25a	121.30	7.11	9.72	8.80	9.99	0.002641	2.33	52.08	22.28	0.49
EJE-Q-BONITA	550	TR50a	129.10	7.11	9.83	8.87	10.11	0.002593	2.37	54.55	22.34	0.48
EJE-Q-BONITA	550	TR100a	134.80	7.11	9.91	8.91	10.20	0.002562	2.39	56.32	22.37	0.48
EJE-Q-BONITA	540	TR10a	109.60	6.99	9.58	8.43	9.76	0.001663	1.89	57.96	24.21	0.39
EJE-Q-BONITA	540	TR25a	121.30	6.99	9.75	8.52	9.95	0.001639	1.95	62.23	24.39	0.39
EJE-Q-BONITA	540	TR50a	129.10	6.99	9.86	8.58	10.07	0.001627	1.99	64.97	24.50	0.39
EJE-Q-BONITA	540	TR100a	134.80	6.99	9.94	8.63	10.15	0.001620	2.01	66.93	24.59	0.39
EJE-Q-BONITA	530	TR10a	109.60	6.82	9.56	8.29	9.74	0.001542	1.88	58.39	23.08	0.38
EJE-Q-BONITA	530	TR25a	121.30	6.82	9.74	8.39	9.93	0.001540	1.94	62.43	23.26	0.38
EJE-Q-BONITA	530	TR50a	129.10	6.82	9.85	8.45	10.05	0.001542	1.99	65.03	23.37	0.38
EJE-Q-BONITA	530	TR100a	134.80	6.82	9.93	8.50	10.14	0.001547	2.02	66.89	23.51	0.38
EJE-Q-BONITA	520	TR10a	109.60	6.64	9.55	8.18	9.73	0.001457	1.88	58.44	21.95	0.37
EJE-Q-BONITA	520	TR25a	121.30	6.64	9.72	8.28	9.91	0.001477	1.95	62.25	22.16	0.37
EJE-Q-BONITA	520	TR50a	129.10	6.64	9.83	8.34	10.03	0.001502	1.99	64.72	22.51	0.38
EJE-Q-BONITA	520	TR100a	134.80	6.64	9.91	8.39	10.12	0.001519	2.03	66.50	22.77	0.38
EJE-Q-BONITA	510	TR10a	109.60	6.47	9.53	8.07	9.71	0.001405	1.89	58.08	20.86	0.36
EJE-Q-BONITA	510	TR25a	121.30	6.47	9.70	8.18	9.90	0.001427	1.97	61.69	21.41	0.37
EJE-Q-BONITA	510	TR50a	129.10	6.47	9.81	8.24	10.02	0.001442	2.02	64.05	21.76	0.37
EJE-Q-BONITA	510	TR100a	134.80	6.47	9.89	8.29	10.10	0.001452	2.06	65.75	22.02	0.37
EJE-Q-BONITA	500	TR10a	109.60	6.33	9.50	8.02	9.70	0.001490	1.97	55.69	19.78	0.37
EJE-Q-BONITA	500	TR25a	121.30	6.33	9.67	8.13	9.88	0.001527	2.06	59.06	20.31	0.38
EJE-Q-BONITA	500	TR50a	129.10	6.33	9.77	8.20	10.00	0.001552	2.12	61.26	20.65	0.38
EJE-Q-BONITA	500	TR100a	134.80	6.33	9.85	8.25	10.09	0.001569	2.16	62.84	20.89	0.39

MINISTERIO DE SEGURIDAD PÚBLICA  
**DELEGACIÓN POLICIAL CANTONAL DE JACÓ**  
Informe de Estudio de Hidrología Básica

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
EJE-Q-BONITA	490	TR10a	109.60	6.38	9.45	8.10	9.68	0.001792	2.11	51.94	19.08	0.40
EJE-Q-BONITA	490	TR25a	121.30	6.38	9.61	8.22	9.86	0.001833	2.21	55.14	19.60	0.41
EJE-Q-BONITA	490	TR50a	129.10	6.38	9.72	8.29	9.98	0.001860	2.27	57.21	19.92	0.42
EJE-Q-BONITA	490	TR100a	134.80	6.38	9.79	8.35	10.07	0.001879	2.31	58.71	20.16	0.42
EJE-Q-BONITA	480	TR10a	109.60	6.44	9.39	8.18	9.65	0.002165	2.27	48.36	18.40	0.44
EJE-Q-BONITA	480	TR25a	121.30	6.44	9.55	8.30	9.84	0.002212	2.37	51.37	18.90	0.45
EJE-Q-BONITA	480	TR50a	129.10	6.44	9.66	8.37	9.96	0.002243	2.43	53.33	19.22	0.45
EJE-Q-BONITA	480	TR100a	134.80	6.44	9.73	8.43	10.04	0.002264	2.48	54.74	19.45	0.46
EJE-Q-BONITA	470	TR10a	109.60	6.49	9.32	8.27	9.63	0.002633	2.45	44.89	17.68	0.48
EJE-Q-BONITA	470	TR25a	121.30	6.49	9.48	8.38	9.81	0.002689	2.55	47.71	18.17	0.49
EJE-Q-BONITA	470	TR50a	129.10	6.49	9.58	8.46	9.93	0.002727	2.62	49.53	18.75	0.49
EJE-Q-BONITA	470	TR100a	134.80	6.49	9.65	8.52	10.01	0.002754	2.67	50.89	19.49	0.50
EJE-Q-BONITA	460	TR10a	109.60	6.54	9.23	8.36	9.59	0.003458	2.65	41.30	17.21	0.55
EJE-Q-BONITA	460	TR25a	121.30	6.54	9.39	8.48	9.77	0.003513	2.76	44.02	18.19	0.55
EJE-Q-BONITA	460	TR50a	129.10	6.54	9.48	8.56	9.89	0.003524	2.82	45.86	19.19	0.56
EJE-Q-BONITA	460	TR100a	134.80	6.54	9.56	8.61	9.97	0.003530	2.87	47.24	19.90	0.56
EJE-Q-BONITA	450	TR10a	109.60	6.59	9.09	8.46	9.54	0.004725	2.97	36.94	16.70	0.64
EJE-Q-BONITA	450	TR25a	121.30	6.59	9.24	8.58	9.72	0.004710	3.08	39.54	18.20	0.64
EJE-Q-BONITA	450	TR50a	129.10	6.59	9.34	8.66	9.84	0.004705	3.15	41.31	19.16	0.64
EJE-Q-BONITA	450	TR100a	134.80	6.59	9.40	8.72	9.92	0.004696	3.19	42.65	19.85	0.64
EJE-Q-BONITA	440	TR10a	109.60	6.64	8.78	8.56	9.46	0.008458	3.64	30.11	15.64	0.84
EJE-Q-BONITA	440	TR25a	121.30	6.64	8.92	8.68	9.64	0.008400	3.76	32.31	16.52	0.84
EJE-Q-BONITA	440	TR50a	129.10	6.64	9.01	8.76	9.76	0.008333	3.83	33.78	17.40	0.84
EJE-Q-BONITA	440	TR100a	134.80	6.64	9.07	8.83	9.84	0.008258	3.88	34.92	18.05	0.84
EJE-Q-BONITA	430	TR10a	109.60	6.50	8.83	8.36	9.34	0.005628	3.15	34.87	17.86	0.69
EJE-Q-BONITA	430	TR25a	121.30	6.50	8.98	8.48	9.52	0.005560	3.25	37.61	19.80	0.70
EJE-Q-BONITA	430	TR50a	129.10	6.50	9.07	8.56	9.63	0.005523	3.32	39.51	21.03	0.70
EJE-Q-BONITA	430	TR100a	134.80	6.50	9.14	8.61	9.71	0.005474	3.36	40.99	21.95	0.70
EJE-Q-BONITA	420	TR10a	109.60	6.27	8.86	8.09	9.26	0.003862	2.78	39.52	17.75	0.57
EJE-Q-BONITA	420	TR25a	121.30	6.27	9.01	8.22	9.44	0.003911	2.89	42.26	19.70	0.58
EJE-Q-BONITA	420	TR50a	129.10	6.27	9.10	8.30	9.55	0.003943	2.96	44.15	20.93	0.59
EJE-Q-BONITA	420	TR100a	134.80	6.27	9.17	8.35	9.63	0.003956	3.01	45.60	21.83	0.59
EJE-Q-BONITA	410	TR10a	109.60	6.04	8.89	7.82	9.20	0.002794	2.49	44.09	17.56	0.49
EJE-Q-BONITA	410	TR25a	121.30	6.04	9.03	7.95	9.38	0.002882	2.61	46.83	19.52	0.50
EJE-Q-BONITA	410	TR50a	129.10	6.04	9.13	8.03	9.49	0.002938	2.68	48.71	20.76	0.51
EJE-Q-BONITA	410	TR100a	134.80	6.04	9.19	8.08	9.57	0.002971	2.73	50.15	21.67	0.51
EJE-Q-BONITA	400	TR10a	109.60	5.81	8.90	7.57	9.16	0.002105	2.26	48.59	17.29	0.42
EJE-Q-BONITA	400	TR25a	121.30	5.81	9.05	7.69	9.34	0.002204	2.37	51.30	19.26	0.44
EJE-Q-BONITA	400	TR50a	129.10	5.81	9.14	7.76	9.45	0.002267	2.45	53.16	20.59	0.44
EJE-Q-BONITA	400	TR100a	134.80	5.81	9.21	7.82	9.53	0.002307	2.50	54.61	21.94	0.45
EJE-Q-BONITA	390	TR10a	109.60	5.54	8.92	7.30	9.13	0.001506	2.00	54.91	18.15	0.36
EJE-Q-BONITA	390	TR25a	121.30	5.54	9.07	7.41	9.30	0.001583	2.11	57.86	20.87	0.37
EJE-Q-BONITA	390	TR50a	129.10	5.54	9.17	7.49	9.41	0.001627	2.18	59.93	22.43	0.38
EJE-Q-BONITA	390	TR100a	134.80	5.54	9.24	7.54	9.49	0.001655	2.23	61.53	23.57	0.38

MINISTERIO DE SEGURIDAD PÚBLICA  
**DELEGACIÓN POLICIAL CANTONAL DE JACÓ**  
Informe de Estudio de Hidrología Básica

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
EJE-Q-BONITA	380	TR 10a	109.60	5.49	8.91	7.26	9.11	0.001444	2.00	55.17	19.49	0.35
EJE-Q-BONITA	380	TR25a	121.30	5.49	9.06	7.38	9.28	0.001517	2.11	58.27	21.91	0.37
EJE-Q-BONITA	380	TR50a	129.10	5.49	9.15	7.45	9.39	0.001563	2.18	60.43	23.45	0.37
EJE-Q-BONITA	380	TR 100a	134.80	5.49	9.22	7.51	9.47	0.001592	2.23	62.09	24.51	0.38
EJE-Q-BONITA	370	TR 10a	109.60	5.58	8.87	7.36	9.09	0.001583	2.08	53.35	21.41	0.38
EJE-Q-BONITA	370	TR25a	121.30	5.58	9.02	7.48	9.27	0.001652	2.20	56.70	23.59	0.39
EJE-Q-BONITA	370	TR50a	129.10	5.58	9.12	7.55	9.38	0.001695	2.27	58.98	24.70	0.39
EJE-Q-BONITA	370	TR 100a	134.80	5.58	9.18	7.61	9.46	0.001719	2.31	60.70	25.11	0.40
EJE-Q-BONITA	360	TR 10a	109.60	5.66	8.84	7.46	9.08	0.001857	2.15	52.04	23.04	0.41
EJE-Q-BONITA	360	TR25a	121.30	5.66	8.99	7.58	9.25	0.001900	2.25	55.63	24.47	0.42
EJE-Q-BONITA	360	TR50a	129.10	5.66	9.09	7.65	9.36	0.001921	2.31	58.03	25.05	0.42
EJE-Q-BONITA	360	TR 100a	134.80	5.66	9.16	7.71	9.44	0.001933	2.35	59.79	25.47	0.43
EJE-Q-BONITA	350	TR 10a	109.60	5.74	8.80	7.57	9.05	0.002061	2.22	50.83	24.19	0.44
EJE-Q-BONITA	350	TR25a	121.30	5.74	8.96	7.69	9.23	0.002102	2.32	54.55	24.76	0.44
EJE-Q-BONITA	350	TR50a	129.10	5.74	9.05	7.77	9.34	0.002107	2.37	56.99	25.34	0.45
EJE-Q-BONITA	350	TR 100a	134.80	5.74	9.12	7.82	9.42	0.002107	2.41	58.80	25.77	0.45
EJE-Q-BONITA	340	TR 10a	109.60	5.82	8.76	7.68	9.03	0.002279	2.30	49.73	24.76	0.46
EJE-Q-BONITA	340	TR25a	121.30	5.82	8.92	7.80	9.20	0.002297	2.38	53.57	25.27	0.47
EJE-Q-BONITA	340	TR50a	129.10	5.82	9.02	7.88	9.31	0.002303	2.44	56.09	25.63	0.47
EJE-Q-BONITA	340	TR 100a	134.80	5.82	9.09	7.93	9.39	0.002288	2.47	57.95	26.06	0.47
EJE-Q-BONITA	330	TR 10a	109.60	5.90	8.72	7.78	9.01	0.002512	2.38	48.71	25.32	0.49
EJE-Q-BONITA	330	TR25a	121.30	5.90	8.88	7.90	9.18	0.002493	2.45	52.71	25.84	0.49
EJE-Q-BONITA	330	TR50a	129.10	5.90	8.98	7.98	9.29	0.002479	2.49	55.32	26.18	0.50
EJE-Q-BONITA	330	TR 100a	134.80	5.90	9.05	8.04	9.37	0.002465	2.52	57.25	26.43	0.50
EJE-Q-BONITA	320	TR 10a	109.60	5.98	8.68	7.88	8.98	0.002764	2.45	47.74	25.87	0.52
EJE-Q-BONITA	320	TR25a	121.30	5.98	8.84	8.01	9.15	0.002694	2.51	51.92	26.40	0.52
EJE-Q-BONITA	320	TR50a	129.10	5.98	8.94	8.09	9.26	0.002653	2.55	54.65	26.75	0.52
EJE-Q-BONITA	320	TR 100a	134.80	5.98	9.02	8.15	9.34	0.002619	2.57	56.66	27.00	0.52
EJE-Q-BONITA	310	TR 10a	109.60	6.04	8.63	7.95	8.95	0.003088	2.55	46.23	25.89	0.56
EJE-Q-BONITA	310	TR25a	121.30	6.04	8.79	8.07	9.12	0.002962	2.59	50.51	26.44	0.55
EJE-Q-BONITA	310	TR50a	129.10	6.04	8.90	8.16	9.23	0.002891	2.63	53.30	26.79	0.55
EJE-Q-BONITA	310	TR 100a	134.80	6.04	8.97	8.21	9.31	0.002820	2.65	55.35	27.00	0.54
EJE-Q-BONITA	300	TR 10a	109.60	6.04	8.61	7.89	8.91	0.002933	2.48	46.85	25.93	0.54
EJE-Q-BONITA	300	TR25a	121.30	6.04	8.77	8.01	9.09	0.002801	2.53	51.15	26.36	0.53
EJE-Q-BONITA	300	TR50a	129.10	6.04	8.88	8.09	9.20	0.002730	2.57	53.94	26.63	0.53
EJE-Q-BONITA	300	TR 100a	134.80	6.04	8.95	8.15	9.28	0.002677	2.59	55.99	26.83	0.53
EJE-Q-BONITA	290	TR 10a	109.60	6.03	8.59	7.83	8.88	0.002764	2.42	47.45	25.72	0.52
EJE-Q-BONITA	290	TR25a	121.30	6.03	8.75	7.94	9.06	0.002650	2.47	51.75	26.23	0.52
EJE-Q-BONITA	290	TR50a	129.10	6.03	8.86	8.01	9.17	0.002587	2.51	54.54	26.51	0.52
EJE-Q-BONITA	290	TR 100a	134.80	6.03	8.93	8.07	9.25	0.002540	2.53	56.59	26.71	0.51
EJE-Q-BONITA	280	TR 10a	109.60	6.03	8.57	7.76	8.85	0.002605	2.36	48.10	25.24	0.51
EJE-Q-BONITA	280	TR25a	121.30	6.03	8.73	7.87	9.03	0.002510	2.42	52.33	25.88	0.50
EJE-Q-BONITA	280	TR50a	129.10	6.03	8.84	7.94	9.14	0.002458	2.45	55.09	26.28	0.50
EJE-Q-BONITA	280	TR 100a	134.80	6.03	8.92	7.99	9.22	0.002418	2.48	57.13	26.58	0.50

**MINISTERIO DE SEGURIDAD PÚBLICA**  
**DELEGACIÓN POLICIAL CANTONAL DE JACÓ**

Informe de Estudio de Hidrología Básica

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
EJE-Q-BONITA	270	TR 10a	109.60	6.02	8.55	7.70	8.82	0.002459	2.30	48.80	24.77	0.49
EJE-Q-BONITA	270	TR25a	121.30	6.02	8.72	7.80	9.00	0.002378	2.36	52.96	25.40	0.49
EJE-Q-BONITA	270	TR50a	129.10	6.02	8.82	7.87	9.11	0.002334	2.40	55.68	25.81	0.49
EJE-Q-BONITA	270	TR100a	134.80	6.02	8.90	7.92	9.19	0.002300	2.43	57.68	26.10	0.49
EJE-Q-BONITA	260	TR 10a	109.60	5.97	8.53	7.63	8.79	0.002324	2.24	49.56	24.29	0.48
EJE-Q-BONITA	260	TR25a	121.30	5.97	8.70	7.74	8.97	0.002254	2.31	53.66	24.93	0.48
EJE-Q-BONITA	260	TR50a	129.10	5.97	8.81	7.81	9.09	0.002217	2.35	56.33	25.34	0.48
EJE-Q-BONITA	260	TR100a	134.80	5.97	8.88	7.86	9.17	0.002188	2.37	58.31	25.64	0.47
EJE-Q-BONITA	250	TR 10a	109.60	5.91	8.54	7.51	8.76	0.001901	2.06	53.73	25.28	0.44
EJE-Q-BONITA	250	TR25a	121.30	5.91	8.71	7.62	8.94	0.001850	2.12	58.09	27.03	0.43
EJE-Q-BONITA	250	TR50a	129.10	5.91	8.82	7.68	9.05	0.001822	2.15	61.07	28.42	0.43
EJE-Q-BONITA	250	TR100a	134.80	5.91	8.90	7.73	9.14	0.001799	2.18	63.33	29.43	0.43
EJE-Q-BONITA	240	TR 10a	109.60	5.82	8.46	7.56	8.73	0.002479	2.29	47.94	22.73	0.49
EJE-Q-BONITA	240	TR25a	121.30	5.82	8.63	7.67	8.91	0.002413	2.36	51.73	23.39	0.49
EJE-Q-BONITA	240	TR50a	129.10	5.82	8.73	7.74	9.03	0.002377	2.40	54.21	23.81	0.49
EJE-Q-BONITA	240	TR100a	134.80	5.82	8.81	7.79	9.11	0.002349	2.43	56.05	24.12	0.49
EJE-Q-BONITA	230	TR 10a	109.60	5.77	8.41	7.57	8.70	0.002869	2.41	45.49	21.30	0.53
EJE-Q-BONITA	230	TR25a	121.30	5.77	8.57	7.68	8.88	0.002775	2.48	49.05	21.95	0.52
EJE-Q-BONITA	230	TR50a	129.10	5.77	8.67	7.75	9.00	0.002726	2.52	51.37	22.36	0.52
EJE-Q-BONITA	230	TR100a	134.80	5.77	8.75	7.80	9.08	0.002688	2.55	53.09	22.67	0.52
EJE-Q-BONITA	220	TR 10a	109.60	5.71	8.33	7.59	8.67	0.003387	2.58	42.51	20.39	0.57
EJE-Q-BONITA	220	TR25a	121.30	5.71	8.49	7.71	8.85	0.003324	2.64	45.90	20.83	0.57
EJE-Q-BONITA	220	TR50a	129.10	5.71	8.60	7.78	8.96	0.003290	2.68	48.10	21.11	0.57
EJE-Q-BONITA	220	TR100a	134.80	5.71	8.67	7.84	9.05	0.003259	2.71	49.73	21.32	0.57
EJE-Q-BONITA	210	TR 10a	109.60	5.65	8.22	7.63	8.62	0.004292	2.82	38.93	19.59	0.64
EJE-Q-BONITA	210	TR25a	121.30	5.65	8.38	7.75	8.80	0.004171	2.87	42.22	20.12	0.63
EJE-Q-BONITA	210	TR50a	129.10	5.65	8.49	7.82	8.92	0.004100	2.91	44.37	20.43	0.63
EJE-Q-BONITA	210	TR100a	134.80	5.65	8.57	7.88	9.00	0.004039	2.93	45.97	20.65	0.63
EJE-Q-BONITA	200	TR 10a	109.60	5.57	8.23	7.51	8.56	0.003438	2.54	43.16	21.60	0.57
EJE-Q-BONITA	200	TR25a	121.30	5.57	8.40	7.63	8.74	0.003327	2.59	46.88	22.21	0.57
EJE-Q-BONITA	200	TR50a	129.10	5.57	8.51	7.70	8.86	0.003264	2.62	49.31	22.60	0.57
EJE-Q-BONITA	200	TR100a	134.80	5.57	8.59	7.76	8.94	0.003213	2.64	51.12	22.88	0.56
EJE-Q-BONITA	190	TR 10a	109.60	5.46	8.21	7.40	8.52	0.003152	2.47	44.34	21.44	0.55
EJE-Q-BONITA	190	TR25a	121.30	5.46	8.38	7.52	8.71	0.003013	2.53	48.04	22.02	0.54
EJE-Q-BONITA	190	TR50a	129.10	5.46	8.49	7.60	8.82	0.002936	2.56	50.44	22.39	0.54
EJE-Q-BONITA	190	TR100a	134.80	5.46	8.57	7.65	8.91	0.002879	2.59	52.23	23.49	0.54
EJE-Q-BONITA	180	TR 10a	109.60	5.35	8.20	7.26	8.48	0.002670	2.34	46.87	21.53	0.51
EJE-Q-BONITA	180	TR25a	121.30	5.35	8.37	7.38	8.67	0.002640	2.40	50.60	22.18	0.51
EJE-Q-BONITA	180	TR50a	129.10	5.35	8.48	7.46	8.79	0.002622	2.43	53.04	22.59	0.51
EJE-Q-BONITA	180	TR100a	134.80	5.35	8.56	7.51	8.87	0.002602	2.46	54.85	22.89	0.51
EJE-Q-BONITA	170	TR 10a	109.60	5.20	8.20	7.14	8.45	0.002287	2.22	49.47	21.86	0.47
EJE-Q-BONITA	170	TR25a	121.30	5.20	8.37	7.26	8.64	0.002277	2.28	53.25	22.43	0.47
EJE-Q-BONITA	170	TR50a	129.10	5.20	8.48	7.34	8.75	0.002271	2.32	55.72	22.82	0.47
EJE-Q-BONITA	170	TR100a	134.80	5.20	8.56	7.39	8.84	0.002203	2.32	60.01	29.72	0.47

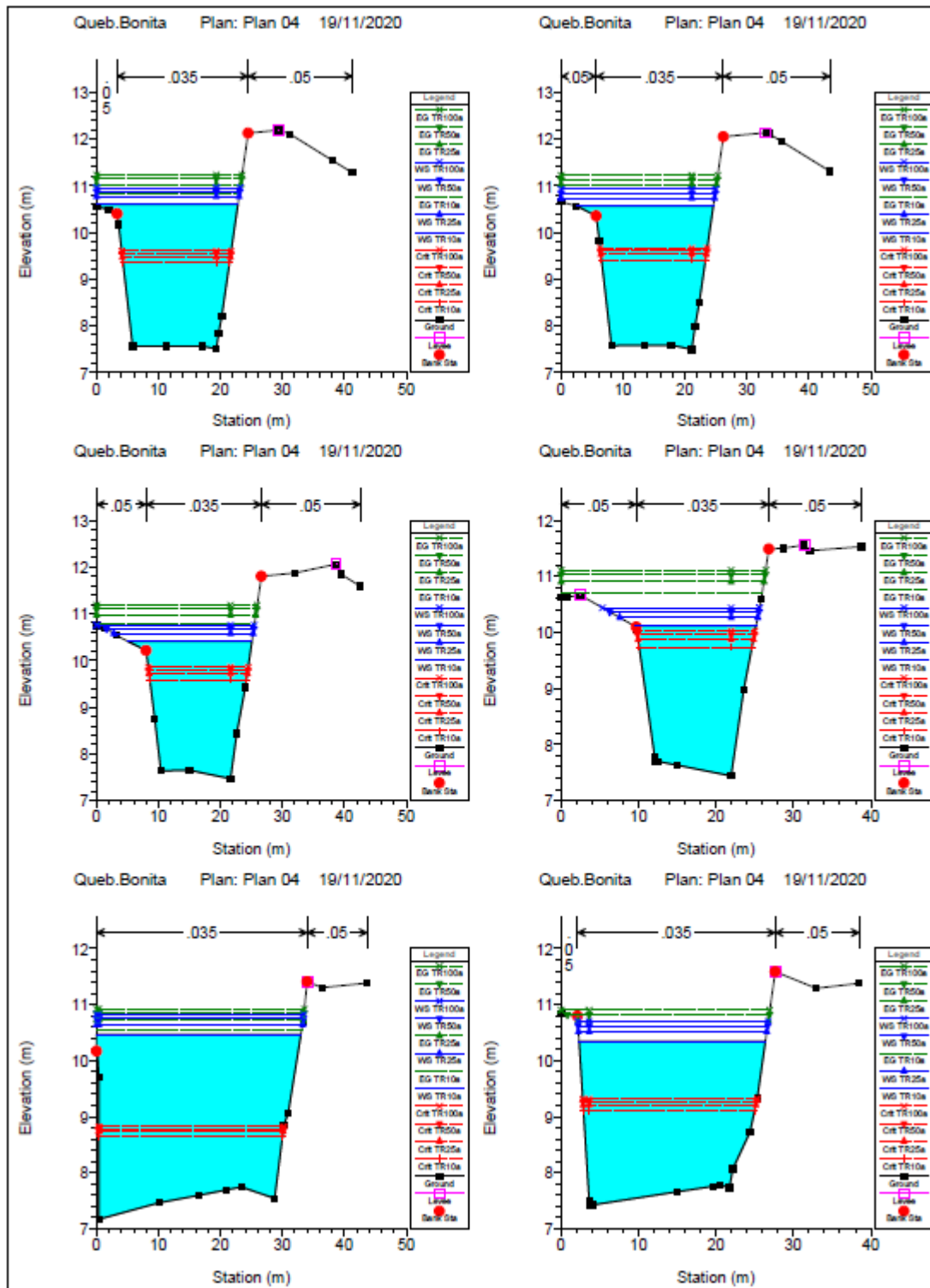
MINISTERIO DE SEGURIDAD PÚBLICA  
**DELEGACIÓN POLICIAL CANTONAL DE JACÓ**

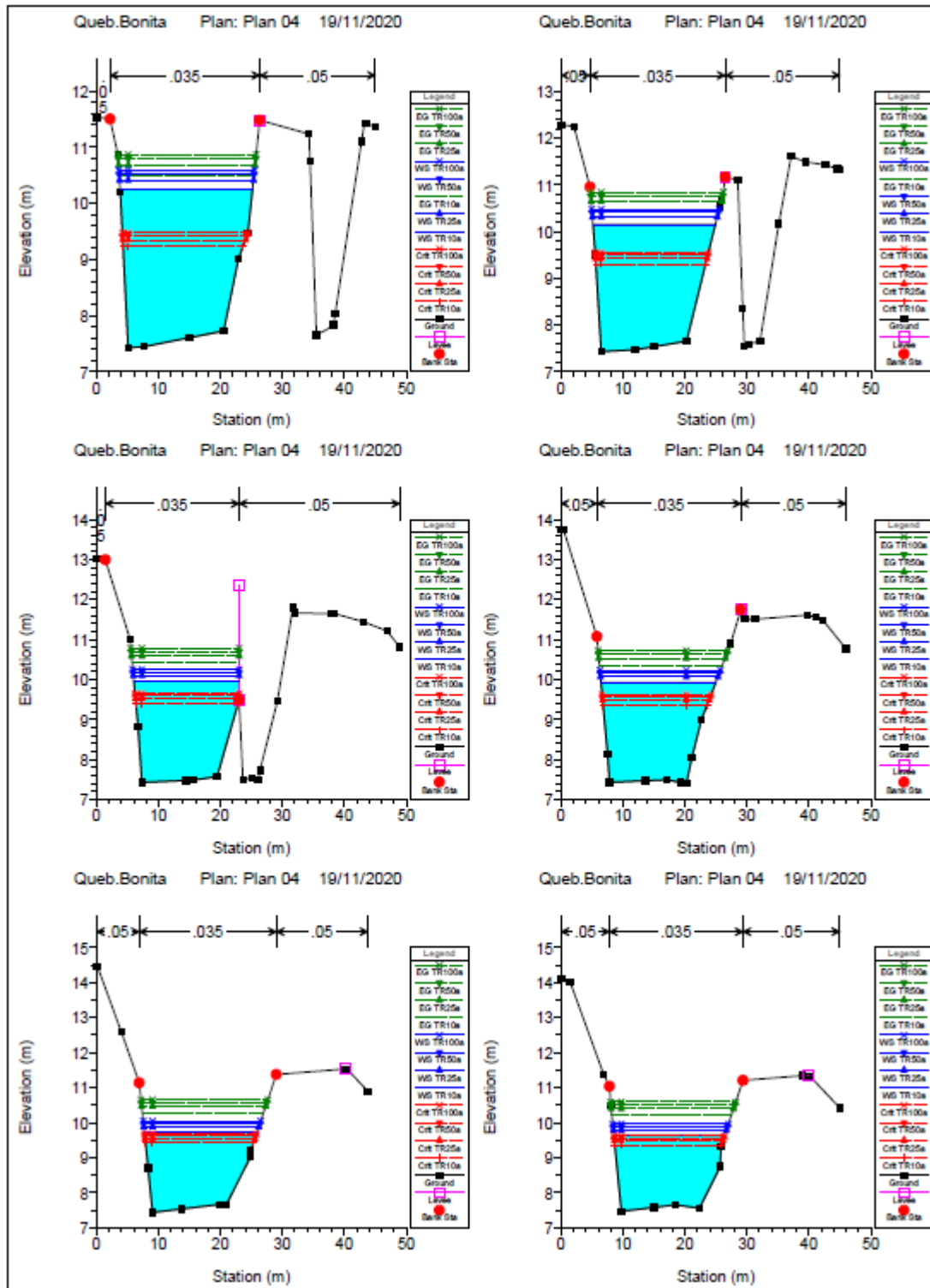
Informe de Estudio de Hidrología Básica

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
EJE-Q-BONITA	160	TR10a	109.60	5.06	8.14	7.13	8.42	0.002545	2.34	46.92	20.87	0.49
EJE-Q-BONITA	160	TR25a	121.30	5.06	8.31	7.26	8.61	0.002486	2.41	50.51	21.81	0.49
EJE-Q-BONITA	160	TR50a	129.10	5.06	8.42	7.34	8.73	0.002438	2.45	53.39	25.34	0.49
EJE-Q-BONITA	160	TR100a	134.80	5.06	8.50	7.39	8.81	0.002403	2.48	55.34	25.71	0.49
EJE-Q-BONITA	150	TR10a	109.60	4.95	8.10	7.11	8.39	0.002605	2.43	45.51	20.97	0.50
EJE-Q-BONITA	150	TR25a	121.30	4.95	8.26	7.24	8.58	0.002568	2.50	49.07	21.87	0.50
EJE-Q-BONITA	150	TR50a	129.10	4.95	8.37	7.32	8.70	0.002548	2.56	51.41	22.41	0.50
EJE-Q-BONITA	150	TR100a	134.80	4.95	8.44	7.38	8.78	0.002539	2.59	53.09	22.78	0.50
EJE-Q-BONITA	140	TR10a	109.60	4.92	7.84	7.25	8.34	0.004694	3.13	35.27	17.00	0.66
EJE-Q-BONITA	140	TR25a	121.30	4.92	7.98	7.38	8.52	0.004752	3.26	37.76	17.82	0.67
EJE-Q-BONITA	140	TR50a	129.10	4.92	8.07	7.47	8.64	0.004791	3.34	39.40	18.34	0.67
EJE-Q-BONITA	140	TR100a	134.80	4.92	8.14	7.53	8.72	0.004827	3.40	40.57	18.70	0.67
EJE-Q-BONITA	130	TR10a	109.60	5.01	7.84	7.21	8.28	0.004258	2.91	37.65	16.99	0.62
EJE-Q-BONITA	130	TR25a	121.30	5.01	7.99	7.33	8.46	0.004300	3.02	40.17	17.16	0.63
EJE-Q-BONITA	130	TR50a	129.10	5.01	8.08	7.41	8.57	0.004335	3.09	41.78	17.26	0.63
EJE-Q-BONITA	130	TR100a	134.80	5.01	8.15	7.46	8.65	0.004371	3.14	42.90	17.32	0.64
EJE-Q-BONITA	120	TR10a	109.60	5.09	7.84	7.19	8.22	0.003717	2.72	41.02	21.81	0.59
EJE-Q-BONITA	120	TR25a	121.30	5.09	8.00	7.31	8.40	0.003616	2.79	44.52	22.79	0.59
EJE-Q-BONITA	120	TR50a	129.10	5.09	8.10	7.38	8.51	0.003563	2.84	46.83	23.41	0.59
EJE-Q-BONITA	120	TR100a	134.80	5.09	8.17	7.43	8.59	0.003535	2.88	48.47	23.85	0.59
EJE-Q-BONITA	110	TR10a	109.60	5.08	7.78	7.18	8.18	0.003996	2.79	39.98	21.54	0.61
EJE-Q-BONITA	110	TR25a	121.30	5.08	7.94	7.29	8.36	0.003865	2.86	43.48	22.52	0.61
EJE-Q-BONITA	110	TR50a	129.10	5.08	8.04	7.37	8.47	0.003796	2.91	45.78	23.14	0.61
EJE-Q-BONITA	110	TR100a	134.80	5.08	8.11	7.42	8.55	0.003760	2.94	47.40	23.57	0.60
EJE-Q-BONITA	100	TR10a	109.60	5.04	7.69	7.16	8.13	0.004568	2.94	37.91	20.74	0.65
EJE-Q-BONITA	100	TR25a	121.30	5.04	7.85	7.28	8.31	0.004405	3.01	41.28	21.72	0.64
EJE-Q-BONITA	100	TR50a	129.10	5.04	7.95	7.35	8.42	0.004321	3.06	43.50	22.34	0.64
EJE-Q-BONITA	100	TR100a	134.80	5.04	8.02	7.41	8.50	0.004280	3.10	45.06	22.77	0.64
EJE-Q-BONITA	90	TR10a	109.60	5.01	7.59	7.12	8.08	0.005120	3.09	36.12	19.92	0.68
EJE-Q-BONITA	90	TR25a	121.30	5.01	7.75	7.24	8.26	0.004935	3.16	39.36	20.89	0.68
EJE-Q-BONITA	90	TR50a	129.10	5.01	7.85	7.32	8.37	0.004841	3.21	41.48	21.46	0.67
EJE-Q-BONITA	90	TR100a	134.80	5.01	7.92	7.38	8.45	0.004799	3.25	42.96	21.84	0.67
EJE-Q-BONITA	80	TR10a	109.60	4.97	7.50	7.07	8.02	0.005568	3.21	34.73	19.13	0.71
EJE-Q-BONITA	80	TR25a	121.30	4.97	7.65	7.19	8.20	0.005377	3.29	37.82	19.99	0.70
EJE-Q-BONITA	80	TR50a	129.10	4.97	7.75	7.28	8.32	0.005290	3.35	39.81	20.52	0.70
EJE-Q-BONITA	80	TR100a	134.80	4.97	7.82	7.33	8.40	0.005263	3.39	41.17	20.88	0.70
EJE-Q-BONITA	70	TR10a	109.60	4.86	7.41	6.99	7.96	0.005789	3.29	33.86	18.35	0.72
EJE-Q-BONITA	70	TR25a	121.30	4.86	7.56	7.12	8.14	0.005669	3.39	36.69	19.17	0.72
EJE-Q-BONITA	70	TR50a	129.10	4.86	7.66	7.21	8.26	0.005620	3.46	38.52	19.68	0.72
EJE-Q-BONITA	70	TR100a	134.80	4.86	7.72	7.27	8.34	0.005618	3.51	39.78	20.02	0.72
EJE-Q-BONITA	60	TR10a	109.60	4.75	7.32	6.88	7.90	0.005756	3.38	33.21	17.54	0.72
EJE-Q-BONITA	60	TR25a	121.30	4.75	7.45	7.03	8.08	0.005844	3.52	35.60	18.26	0.73
EJE-Q-BONITA	60	TR50a	129.10	4.75	7.54	7.12	8.20	0.005889	3.61	37.19	18.73	0.74
EJE-Q-BONITA	60	TR100a	134.80	4.75	7.60	7.18	8.28	0.005929	3.67	38.33	19.05	0.74

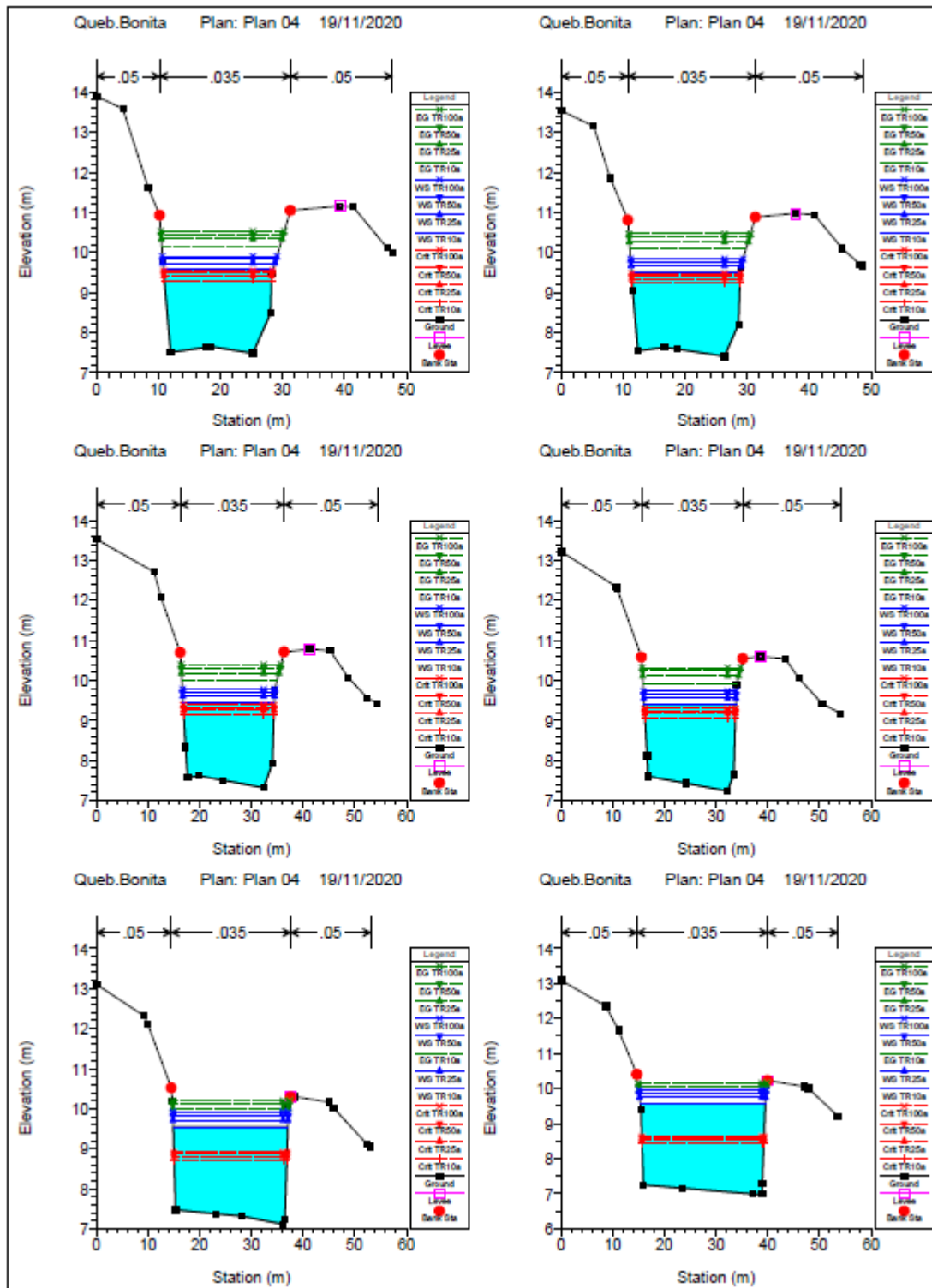
MINISTERIO DE SEGURIDAD PÚBLICA  
**DELEGACIÓN POLICIAL CANTONAL DE JACÓ**  
 Informe de Estudio de Hidrología Básica

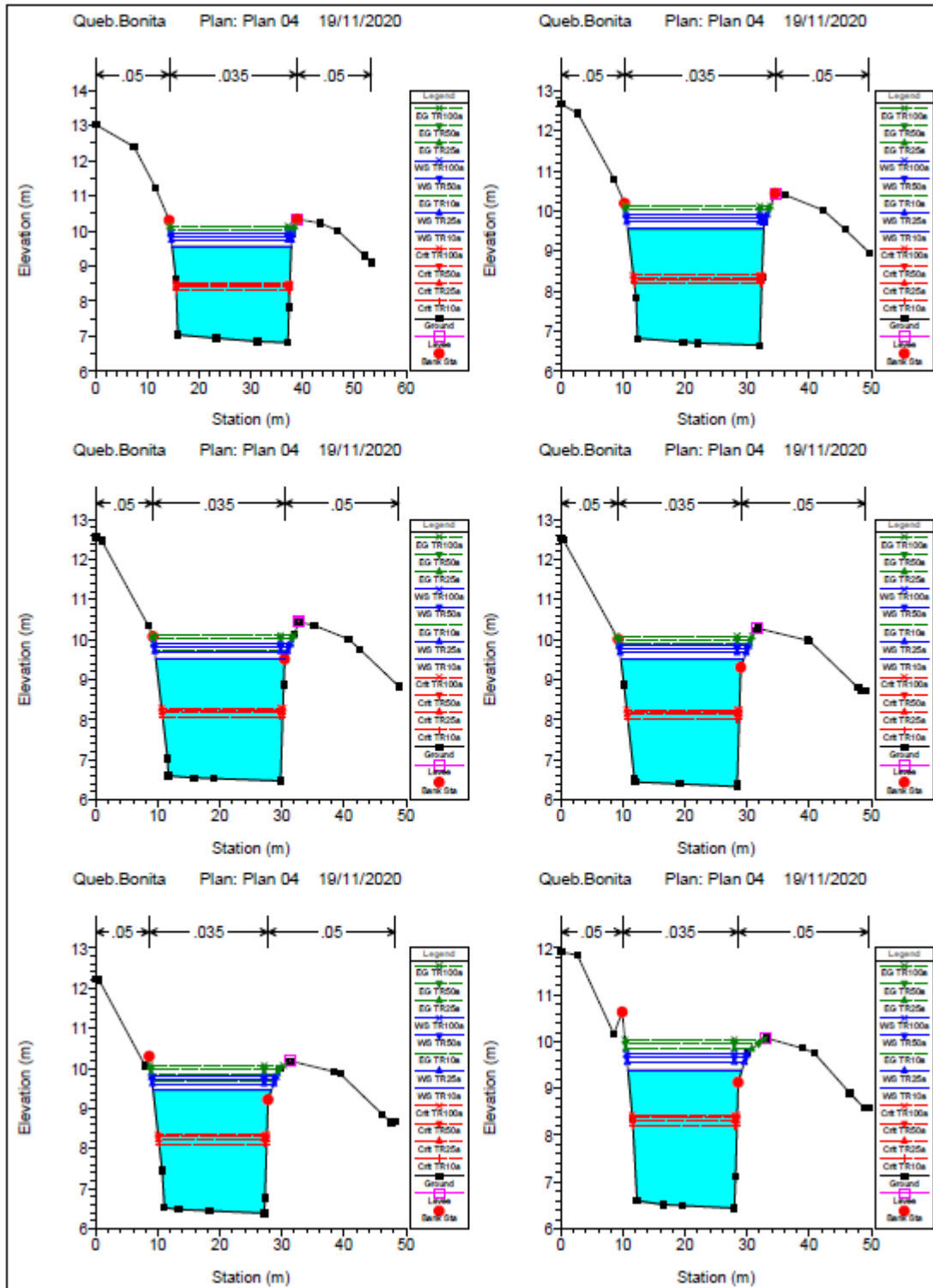
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
EJE-Q-BONITA	50	TR10a	109.60	4.67	7.31	6.82	7.82	0.005127	3.17	34.92	18.45	0.69
EJE-Q-BONITA	50	TR25a	121.30	4.67	7.45	6.95	8.00	0.005135	3.29	37.56	19.48	0.70
EJE-Q-BONITA	50	TR50a	129.10	4.67	7.54	7.04	8.12	0.005142	3.36	39.34	20.86	0.70
EJE-Q-BONITA	50	TR100a	134.80	4.67	7.60	7.09	8.20	0.005158	3.41	40.71	23.14	0.71
EJE-Q-BONITA	40	TR10a	109.60	4.67	7.22	6.81	7.77	0.005878	3.26	33.57	16.94	0.74
EJE-Q-BONITA	40	TR25a	121.30	4.67	7.36	6.94	7.94	0.005838	3.38	35.99	17.98	0.74
EJE-Q-BONITA	40	TR50a	129.10	4.67	7.45	7.03	8.06	0.005819	3.45	37.61	18.65	0.74
EJE-Q-BONITA	40	TR100a	134.80	4.67	7.52	7.08	8.14	0.005793	3.50	38.83	19.13	0.74
EJE-Q-BONITA	30	TR10a	109.60	4.66	6.81	6.81	7.66	0.011288	4.07	26.92	15.92	1.00
EJE-Q-BONITA	30	TR25a	121.30	4.66	6.94	6.94	7.83	0.011162	4.19	28.97	16.23	1.00
EJE-Q-BONITA	30	TR50a	129.10	4.66	7.02	7.02	7.95	0.011044	4.25	30.35	16.44	1.00
EJE-Q-BONITA	30	TR100a	134.80	4.66	7.08	7.08	8.03	0.011006	4.31	31.31	16.58	1.00
EJE-Q-BONITA	20	TR10a	109.60	4.60	7.10	6.65	7.27	0.002237	2.08	65.29	36.66	0.46
EJE-Q-BONITA	20	TR25a	121.30	4.60	7.25	6.77	7.43	0.002124	2.12	71.01	37.31	0.45
EJE-Q-BONITA	20	TR50a	129.10	4.60	7.35	6.85	7.53	0.002070	2.15	74.53	37.41	0.45
EJE-Q-BONITA	20	TR100a	134.80	4.60	7.44	6.91	7.62	0.001959	2.15	77.98	37.50	0.44
EJE-Q-BONITA	10	TR10a	109.60	4.55	7.07	6.05	7.25	0.001728	1.88	58.45	27.98	0.41
EJE-Q-BONITA	10	TR25a	121.30	4.55	7.22	6.14	7.41	0.001700	1.94	62.74	29.24	0.41
EJE-Q-BONITA	10	TR50a	129.10	4.55	7.31	6.20	7.51	0.001700	1.99	65.41	30.00	0.41
EJE-Q-BONITA	10	TR100a	134.80	4.55	7.40	6.24	7.60	0.001642	2.00	68.14	30.75	0.41

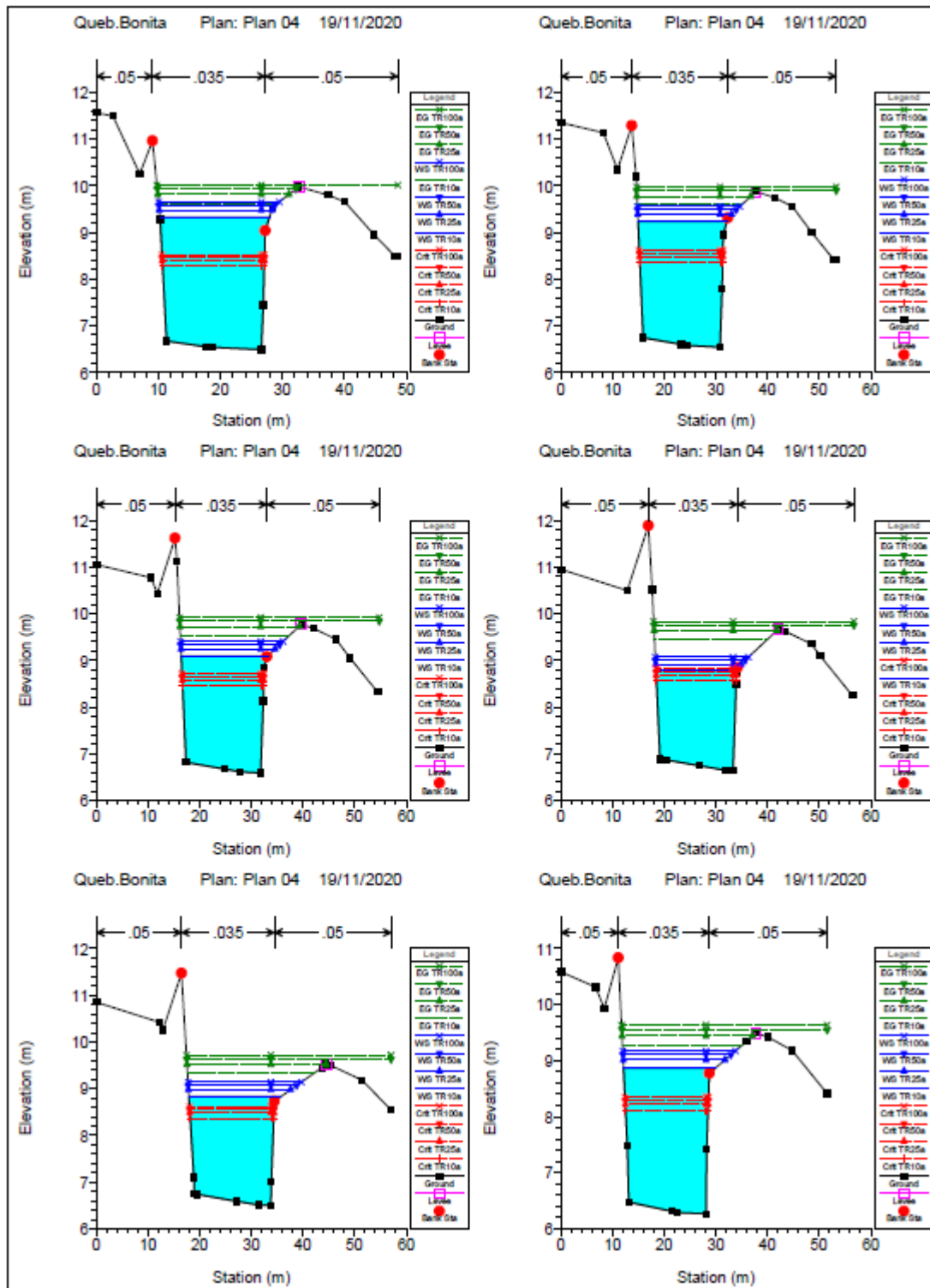


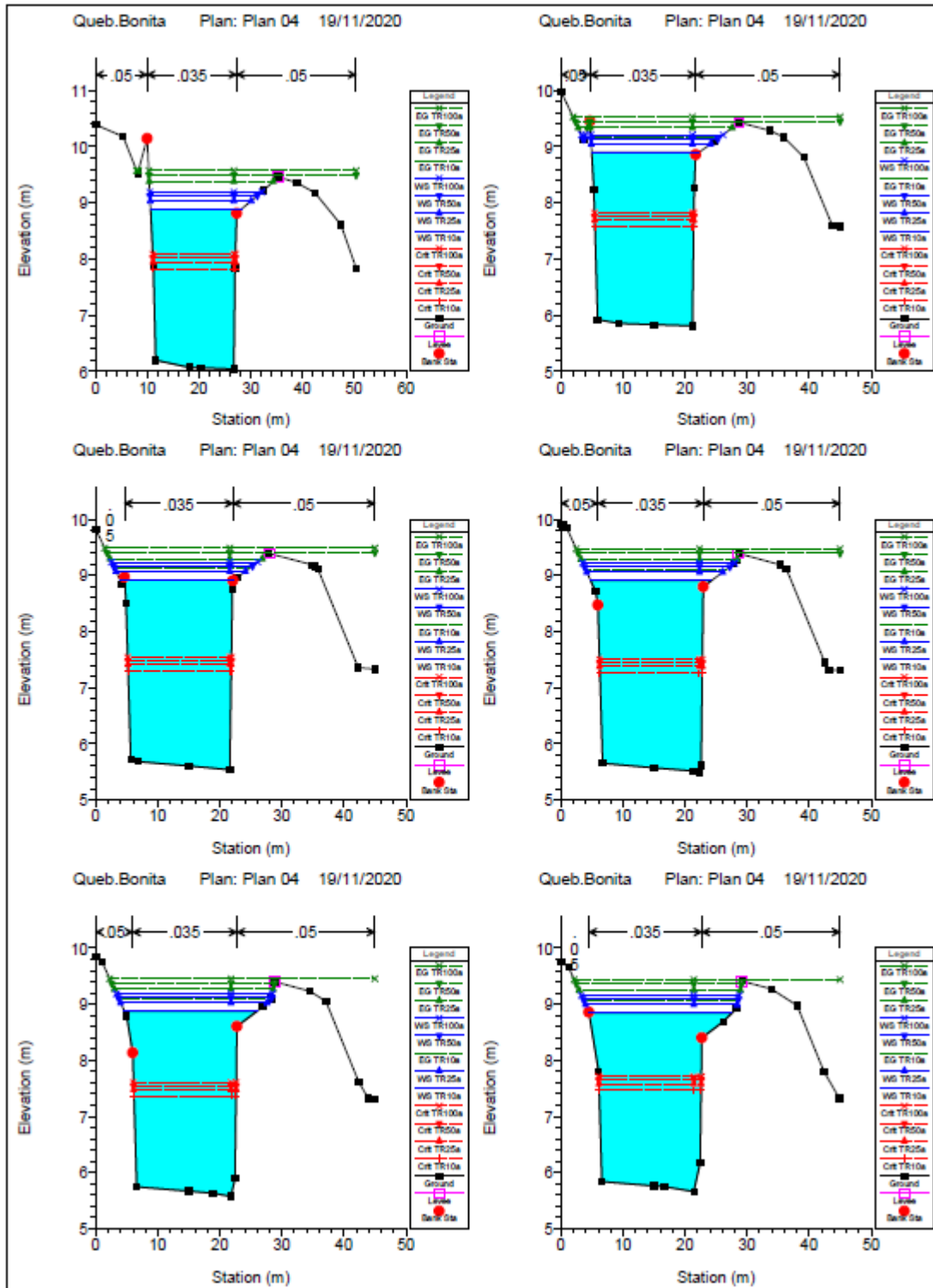


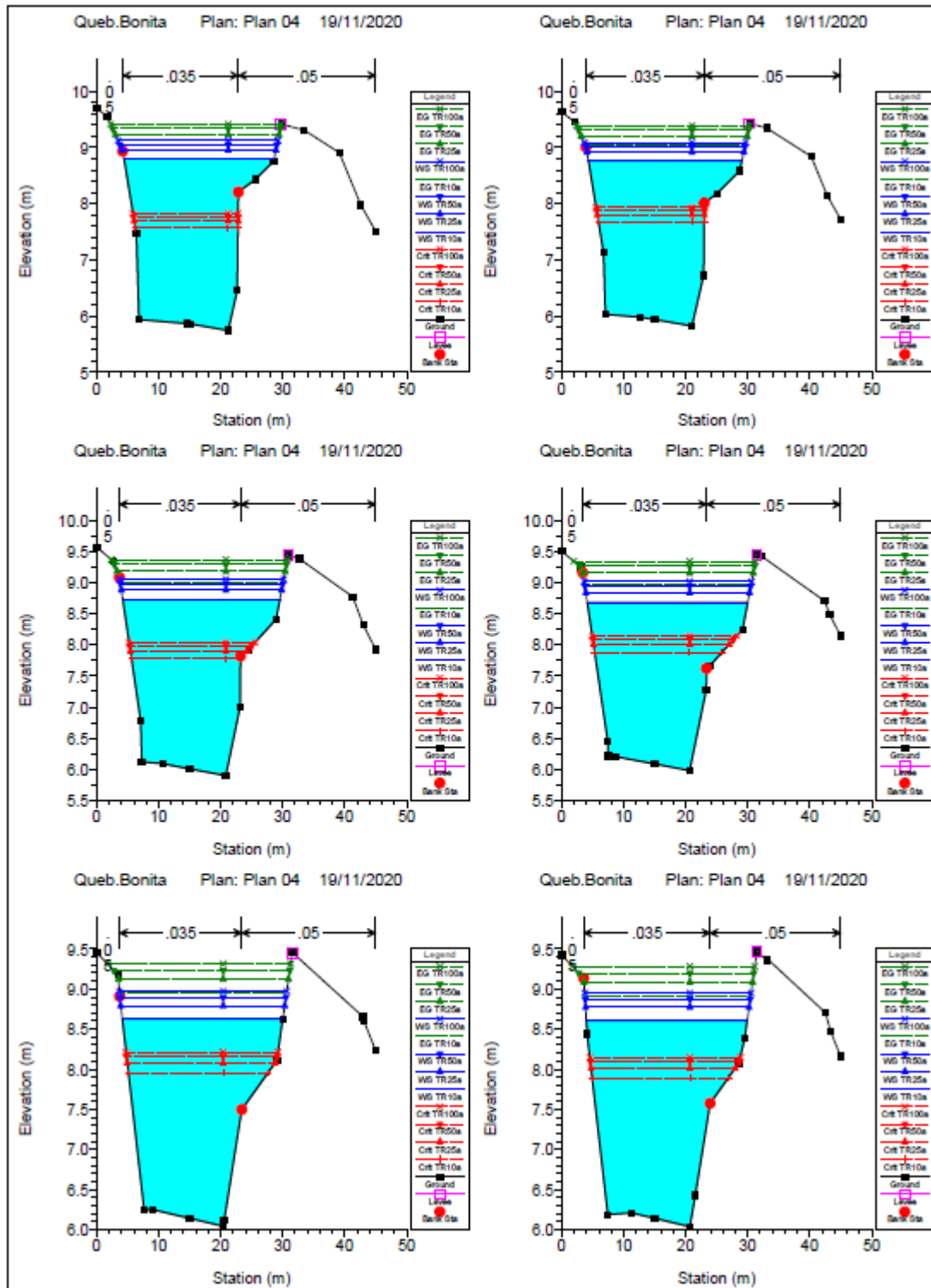


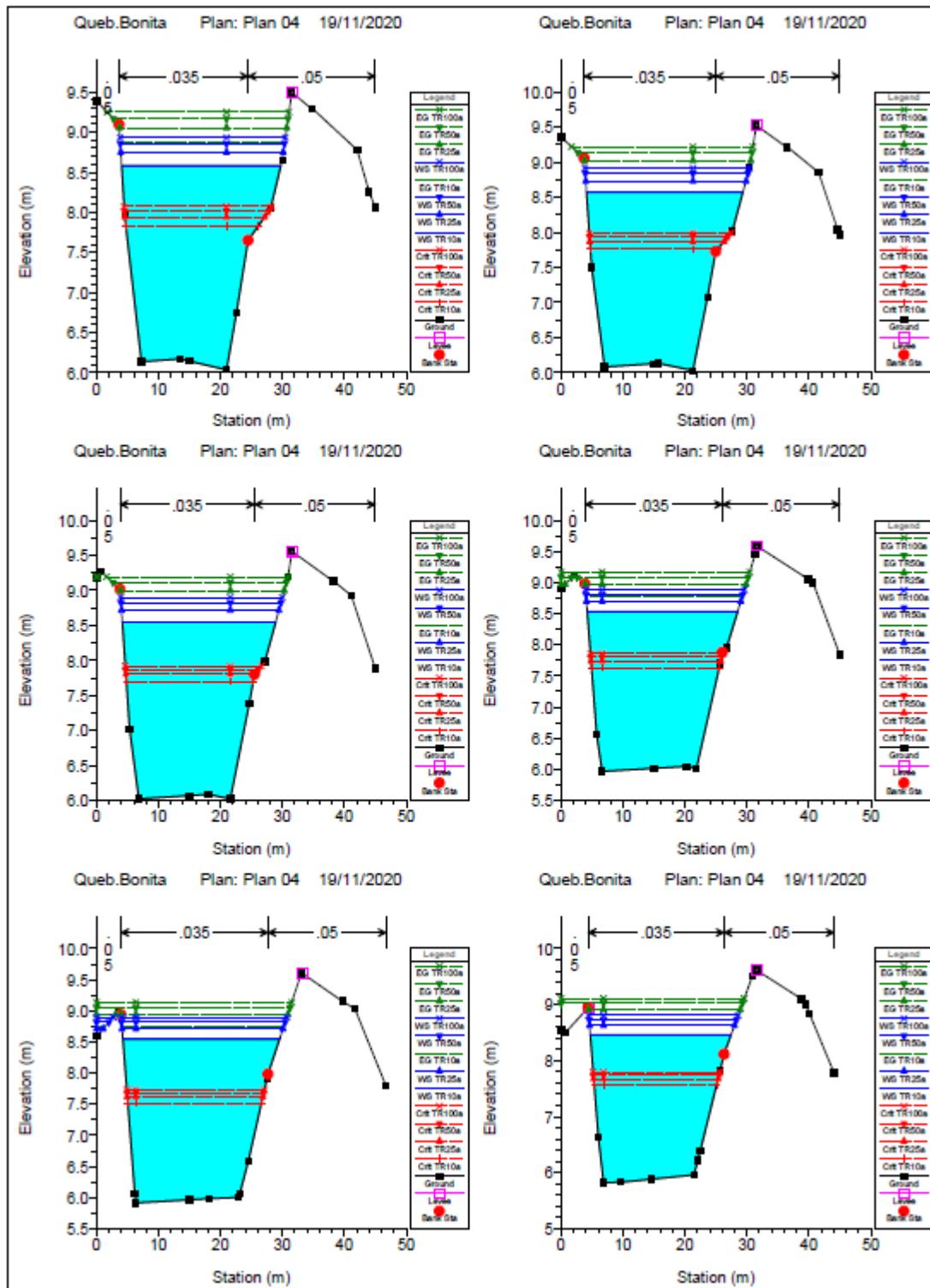


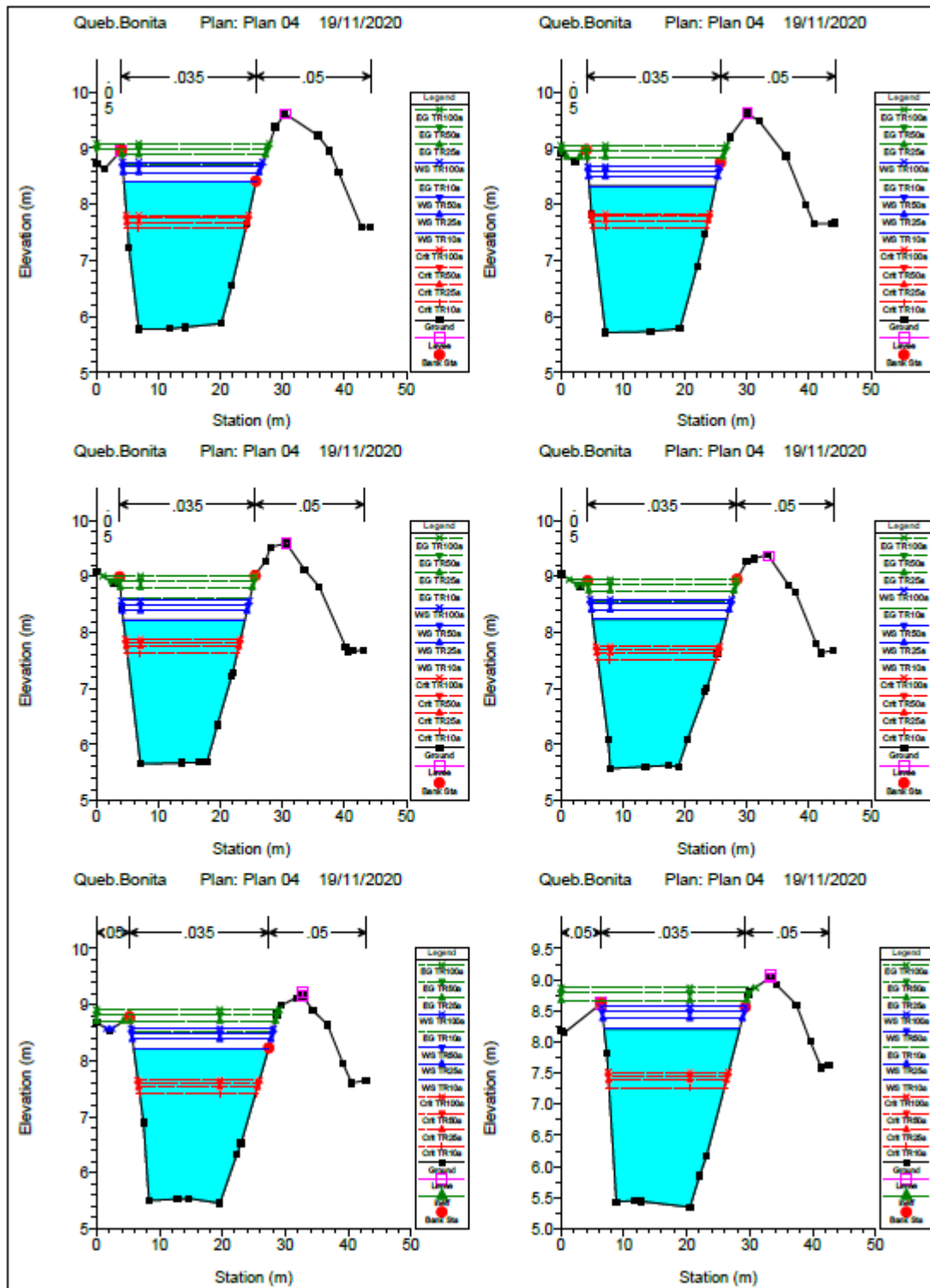


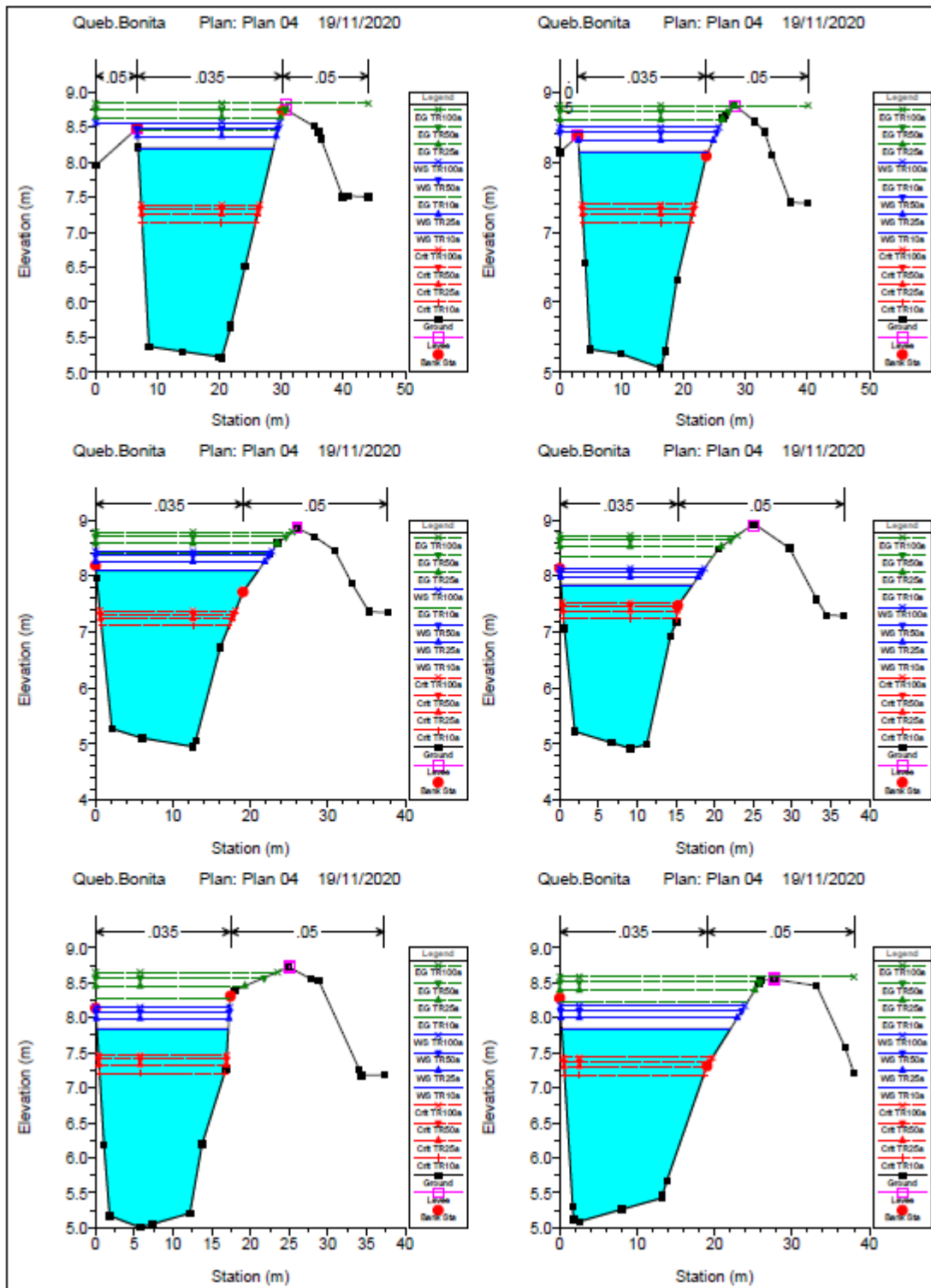




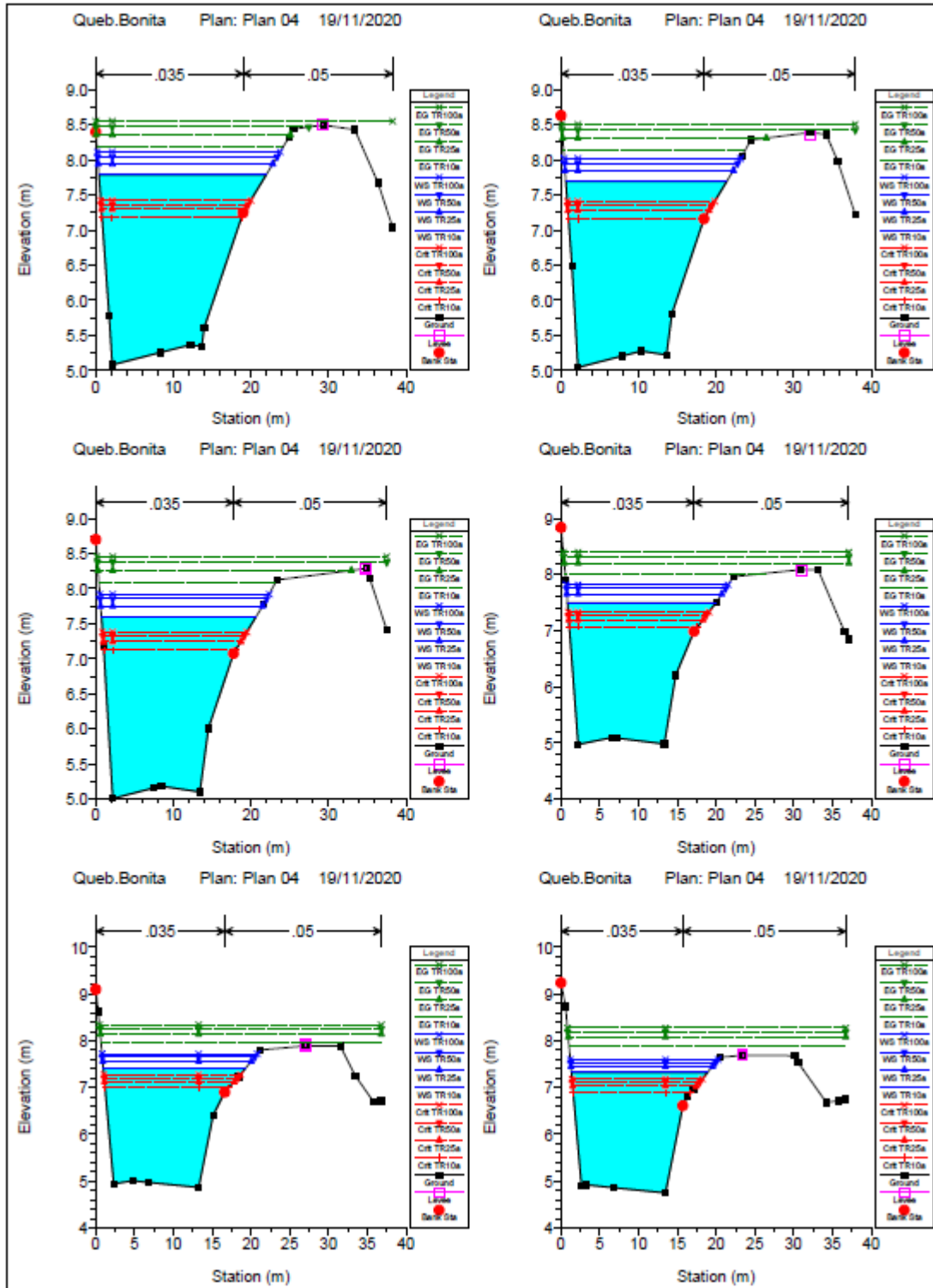


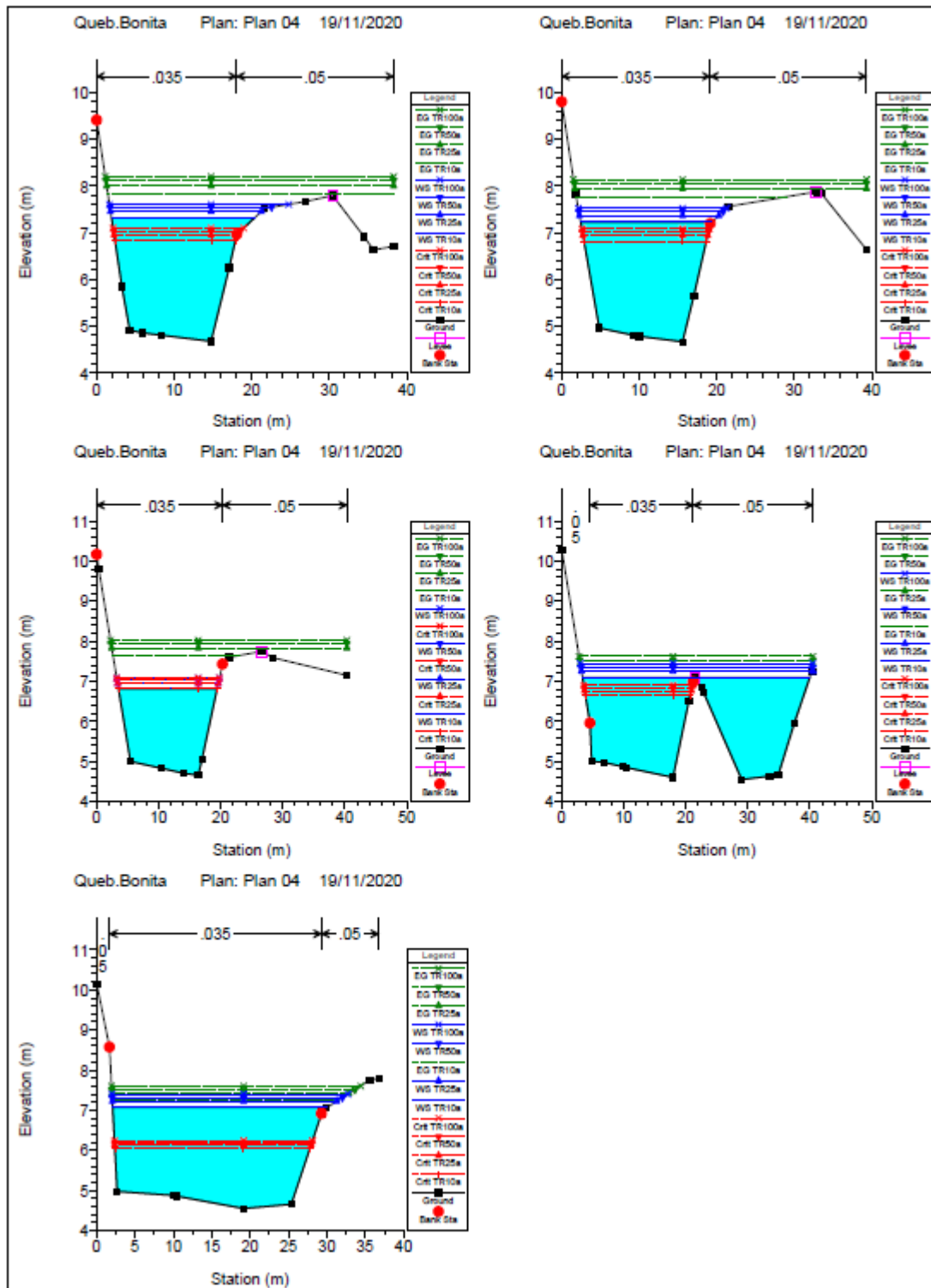












ANEXO 6: Resultados del Modelo HEC-RAS para la quebrada Sin Nombre  
 1. Condición actual, escenario de condición de frontera aguas abajo profundidad crítica

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
Queb. Peq.	214.96	TR2a	8.50	5.78	7.34	6.61	7.39	0.001372	1.03	8.26	7.65	0.32
Queb. Peq.	214.96	TR5a	10.20	5.78	7.78	6.70	7.82	0.000721	0.85	11.94	8.90	0.24
Queb. Peq.	214.96	TR10a	12.30	5.78	8.25	6.80	8.28	0.000445	0.75	16.36	10.20	0.19
Queb. Peq.	214.96	TR25a	15.70	5.78	8.39	6.94	8.43	0.000570	0.88	17.88	10.61	0.22
Queb. Peq.	214.96	TR50a	18.40	5.78	8.47	7.05	8.52	0.000688	0.98	18.80	15.92	0.24
Queb. Peq.	214.96	TR100a	22.10	5.78	8.57	7.18	8.63	0.000836	1.11	20.42	16.74	0.26
Queb. Peq.	210	TR2a	8.50	5.59	7.34		7.38	0.000976	0.92	9.24	7.65	0.27
Queb. Peq.	210	TR5a	10.20	5.59	7.78		7.82	0.000571	0.79	12.91	8.90	0.21
Queb. Peq.	210	TR10a	12.30	5.59	8.25		8.27	0.000376	0.71	17.33	10.20	0.17
Queb. Peq.	210	TR25a	15.70	5.59	8.39		8.43	0.000490	0.83	18.85	10.61	0.20
Queb. Peq.	210	TR50a	18.40	5.59	8.47		8.52	0.000591	0.93	20.00	16.29	0.22
Queb. Peq.	210	TR100a	22.10	5.59	8.57		8.63	0.000722	1.06	21.59	16.43	0.25
Queb. Peq.	200	TR2a	8.50	5.21	7.35		7.37	0.000500	0.73	11.65	8.00	0.19
Queb. Peq.	200	TR5a	10.20	5.21	7.79		7.81	0.000339	0.66	15.41	9.03	0.16
Queb. Peq.	200	TR10a	12.30	5.21	8.25		8.27	0.000251	0.62	19.85	10.21	0.14
Queb. Peq.	200	TR25a	15.70	5.21	8.40		8.42	0.000334	0.73	21.66	15.97	0.16
Queb. Peq.	200	TR50a	18.40	5.21	8.47		8.51	0.000407	0.83	22.91	16.08	0.18
Queb. Peq.	200	TR100a	22.10	5.21	8.57		8.62	0.000507	0.94	24.49	16.22	0.20
Queb. Peq.	190	TR2a	8.50	5.19	7.35		7.37	0.000358	0.64	13.27	8.70	0.17
Queb. Peq.	190	TR5a	10.20	5.19	7.79		7.80	0.000249	0.59	17.34	9.67	0.14
Queb. Peq.	190	TR10a	12.30	5.19	8.25		8.27	0.000186	0.56	22.00	10.86	0.12
Queb. Peq.	190	TR25a	15.70	5.19	8.40		8.42	0.000247	0.67	23.64	11.66	0.14
Queb. Peq.	190	TR50a	18.40	5.19	8.47		8.50	0.000304	0.75	24.72	15.87	0.16
Queb. Peq.	190	TR100a	22.10	5.19	8.57		8.61	0.000379	0.87	26.42	18.96	0.18
Queb. Peq.	180	TR2a	8.50	5.27	7.35	5.98	7.36	0.000285	0.59	14.49	9.07	0.15
Queb. Peq.	180	TR5a	10.20	5.27	7.79	6.05	7.80	0.000198	0.55	18.68	10.24	0.13
Queb. Peq.	180	TR10a	12.30	5.27	8.25	6.14	8.26	0.000139	0.53	24.02	12.95	0.11
Queb. Peq.	180	TR25a	15.70	5.27	8.40	6.26	8.42	0.000185	0.63	25.98	13.95	0.13
Queb. Peq.	180	TR50a	18.40	5.27	8.47	6.36	8.50	0.000228	0.72	27.09	14.48	0.14
Queb. Peq.	180	TR100a	22.10	5.27	8.57	6.47	8.61	0.000294	0.84	28.65	23.28	0.16
Queb. Peq.	165		Culvert									
Queb. Peq.	150	TR2a	8.50	5.16	6.77		6.81	0.000939	0.89	9.51	8.24	0.27
Queb. Peq.	150	TR5a	10.20	5.16	7.09		7.12	0.000656	0.83	12.26	8.85	0.23
Queb. Peq.	150	TR10a	12.30	5.16	7.32		7.35	0.000614	0.86	14.32	9.24	0.22
Queb. Peq.	150	TR25a	15.70	5.16	7.46		7.51	0.000779	1.00	15.65	9.49	0.25
Queb. Peq.	150	TR50a	18.40	5.16	7.55		7.62	0.000912	1.11	16.57	9.66	0.27
Queb. Peq.	150	TR100a	22.10	5.16	7.66		7.74	0.001110	1.25	17.63	9.87	0.30
Queb. Peq.	140	TR2a	8.50	5.00	6.74		6.80	0.001466	1.07	7.93	7.10	0.32
Queb. Peq.	140	TR5a	10.20	5.00	7.07		7.11	0.001013	0.98	10.42	8.06	0.27
Queb. Peq.	140	TR10a	12.30	5.00	7.29		7.35	0.000936	1.00	12.35	8.73	0.27
Queb. Peq.	140	TR25a	15.70	5.00	7.43		7.50	0.001187	1.16	13.56	9.12	0.30
Queb. Peq.	140	TR50a	18.40	5.00	7.52		7.60	0.001389	1.28	14.40	9.39	0.33
Queb. Peq.	140	TR100a	22.10	5.00	7.62		7.73	0.001688	1.44	15.35	9.68	0.37

**MINISTERIO DE SEGURIDAD PÚBLICA**  
**DELEGACIÓN POLICIAL CANTONAL DE JACÓ**  
Informe de Estudio de Hidrología Básica

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
Queb. Peq.	140	TR2a	8.50	5.00	6.74		6.80	0.001466	1.07	7.93	7.10	0.32
Queb. Peq.	140	TR5a	10.20	5.00	7.07		7.11	0.001013	0.98	10.42	8.06	0.27
Queb. Peq.	140	TR10a	12.30	5.00	7.29		7.35	0.000936	1.00	12.35	8.73	0.27
Queb. Peq.	140	TR25a	15.70	5.00	7.43		7.50	0.001187	1.16	13.56	9.12	0.30
Queb. Peq.	140	TR50a	18.40	5.00	7.52		7.60	0.001389	1.28	14.40	9.39	0.33
Queb. Peq.	140	TR100a	22.10	5.00	7.62		7.73	0.001688	1.44	15.35	9.68	0.37
Queb. Peq.	130	TR2a	8.50	4.92	6.74		6.78	0.000988	0.92	9.21	7.70	0.27
Queb. Peq.	130	TR5a	10.20	4.92	7.06		7.10	0.000713	0.86	11.90	8.66	0.23
Queb. Peq.	130	TR10a	12.30	4.92	7.29		7.33	0.000674	0.88	13.97	9.32	0.23
Queb. Peq.	130	TR25a	15.70	4.92	7.43		7.48	0.000866	1.03	15.26	9.71	0.26
Queb. Peq.	130	TR50a	18.40	4.92	7.52		7.59	0.001021	1.14	16.15	9.97	0.29
Queb. Peq.	130	TR100a	22.10	4.92	7.62		7.71	0.001252	1.29	17.16	10.26	0.32
Queb. Peq.	120	TR2a	8.50	4.85	6.73		6.77	0.000668	0.79	10.70	8.40	0.22
Queb. Peq.	120	TR5a	10.20	4.85	7.07		7.09	0.000499	0.75	13.62	9.33	0.20
Queb. Peq.	120	TR10a	12.30	4.85	7.30		7.33	0.000482	0.78	15.84	9.97	0.20
Queb. Peq.	120	TR25a	15.70	4.85	7.43		7.47	0.000627	0.91	17.23	10.35	0.23
Queb. Peq.	120	TR50a	18.40	4.85	7.52		7.57	0.000745	1.01	18.18	10.61	0.25
Queb. Peq.	120	TR100a	22.10	4.85	7.62		7.69	0.000920	1.15	19.26	10.89	0.28
Queb. Peq.	110	TR2a	8.50	4.78	6.73		6.76	0.000556	0.74	11.49	8.81	0.21
Queb. Peq.	110	TR5a	10.20	4.78	7.06		7.09	0.000421	0.70	14.57	9.77	0.18
Queb. Peq.	110	TR10a	12.30	4.78	7.29		7.32	0.000410	0.73	16.90	10.44	0.18
Queb. Peq.	110	TR25a	15.70	4.78	7.43		7.47	0.000536	0.86	18.34	10.83	0.21
Queb. Peq.	110	TR50a	18.40	4.78	7.52		7.57	0.000638	0.95	19.34	11.10	0.23
Queb. Peq.	110	TR100a	22.10	4.78	7.62		7.68	0.000791	1.08	20.46	11.39	0.26
Queb. Peq.	100	TR2a	8.50	4.72	6.73		6.75	0.000494	0.71	11.99	8.94	0.20
Queb. Peq.	100	TR5a	10.20	4.72	7.06		7.08	0.000380	0.67	15.12	9.90	0.17
Queb. Peq.	100	TR10a	12.30	4.72	7.29		7.32	0.000374	0.70	17.48	10.57	0.17
Queb. Peq.	100	TR25a	15.70	4.72	7.43		7.46	0.000491	0.83	18.93	10.96	0.20
Queb. Peq.	100	TR50a	18.40	4.72	7.52		7.56	0.000588	0.92	19.93	11.22	0.22
Queb. Peq.	100	TR100a	22.10	4.72	7.61		7.67	0.000723	1.05	21.09	12.52	0.25
Queb. Peq.	90	TR2a	8.50	4.65	6.73		6.75	0.000437	0.68	12.54	9.09	0.18
Queb. Peq.	90	TR5a	10.20	4.65	7.06		7.08	0.000340	0.65	15.72	10.03	0.17
Queb. Peq.	90	TR10a	12.30	4.65	7.29		7.31	0.000338	0.68	18.11	10.67	0.17
Queb. Peq.	90	TR25a	15.70	4.65	7.42		7.46	0.000447	0.80	19.56	11.05	0.19
Queb. Peq.	90	TR50a	18.40	4.65	7.51		7.55	0.000535	0.89	20.57	11.80	0.21
Queb. Peq.	90	TR100a	22.10	4.65	7.61		7.66	0.000659	1.02	21.81	13.50	0.24
Queb. Peq.	80	TR2a	8.50	4.59	6.72		6.74	0.000398	0.66	12.96	9.16	0.18
Queb. Peq.	80	TR5a	10.20	4.59	7.06		7.08	0.000314	0.63	16.17	10.10	0.16
Queb. Peq.	80	TR10a	12.30	4.59	7.29		7.31	0.000315	0.66	18.58	10.75	0.16
Queb. Peq.	80	TR25a	15.70	4.59	7.42		7.45	0.000418	0.78	20.03	11.14	0.19
Queb. Peq.	80	TR50a	18.40	4.59	7.51		7.55	0.000497	0.88	21.09	12.71	0.20
Queb. Peq.	80	TR100a	22.10	4.59	7.60		7.66	0.000611	1.00	22.51	18.43	0.23

**MINISTERIO DE SEGURIDAD PÚBLICA**  
**DELEGACIÓN POLICIAL CANTONAL DE JACÓ**  
Informe de Estudio de Hidrología Básica

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
Queb. Peq.	70	TR2a	8.50	4.53	6.72		6.74	0.000355	0.63	13.51	9.34	0.17
Queb. Peq.	70	TR5a	10.20	4.53	7.05		7.07	0.000285	0.61	16.79	10.28	0.15
Queb. Peq.	70	TR10a	12.30	4.53	7.28		7.30	0.000287	0.64	19.23	10.93	0.15
Queb. Peq.	70	TR25a	15.70	4.53	7.42		7.45	0.000383	0.76	20.71	11.30	0.18
Queb. Peq.	70	TR50a	18.40	4.53	7.50		7.54	0.000463	0.85	21.73	14.85	0.20
Queb. Peq.	70	TR100a	22.10	4.53	7.60		7.65	0.000562	0.96	23.71	22.73	0.22
Queb. Peq.	60	TR2a	8.50	4.57	6.72	5.34	6.74	0.000329	0.61	13.90	9.52	0.16
Queb. Peq.	60	TR5a	10.20	4.57	7.05	5.42	7.07	0.000265	0.59	17.25	10.46	0.15
Queb. Peq.	60	TR10a	12.30	4.57	7.28	5.52	7.30	0.000268	0.62	19.73	11.11	0.15
Queb. Peq.	60	TR25a	15.70	4.57	7.41	5.67	7.44	0.000359	0.74	21.22	11.49	0.17
Queb. Peq.	60	TR50a	18.40	4.57	7.50	5.77	7.54	0.000429	0.83	22.86	20.94	0.19
Queb. Peq.	60	TR100a	22.10	4.57	7.60	5.90	7.64	0.000524	0.94	24.89	21.27	0.21
Queb. Peq.	45		Culvert									
Queb. Peq.	30	TR2a	8.50	4.57	6.14		6.19	0.001098	0.94	9.01	8.10	0.29
Queb. Peq.	30	TR5a	10.20	4.57	6.27		6.32	0.001160	1.01	10.09	8.49	0.30
Queb. Peq.	30	TR10a	12.30	4.57	6.42		6.48	0.001226	1.08	11.34	8.93	0.31
Queb. Peq.	30	TR25a	15.70	4.57	6.62		6.69	0.001314	1.19	13.23	9.54	0.32
Queb. Peq.	30	TR50a	18.40	4.57	6.76		6.84	0.001373	1.26	14.63	9.98	0.33
Queb. Peq.	30	TR100a	22.10	4.57	6.94		7.03	0.001443	1.34	16.45	10.51	0.34
Queb. Peq.	20	TR2a	8.50	4.57	6.13		6.18	0.001106	0.94	9.01	8.17	0.29
Queb. Peq.	20	TR5a	10.20	4.57	6.26		6.31	0.001168	1.01	10.09	8.57	0.30
Queb. Peq.	20	TR10a	12.30	4.57	6.40		6.46	0.001232	1.08	11.35	9.01	0.31
Queb. Peq.	20	TR25a	15.70	4.57	6.61		6.68	0.001318	1.19	13.25	9.64	0.32
Queb. Peq.	20	TR50a	18.40	4.57	6.75		6.83	0.001376	1.25	14.66	10.08	0.33
Queb. Peq.	20	TR100a	22.10	4.57	6.93		7.02	0.001443	1.34	16.50	10.63	0.34
Queb. Peq.	10	TR2a	8.50	4.57	6.12		6.16	0.001117	0.94	9.00	8.25	0.29
Queb. Peq.	10	TR5a	10.20	4.57	6.25		6.30	0.001177	1.01	10.09	8.65	0.30
Queb. Peq.	10	TR10a	12.30	4.57	6.39		6.45	0.001239	1.08	11.36	9.10	0.31
Queb. Peq.	10	TR25a	15.70	4.57	6.59		6.66	0.001323	1.18	13.27	9.74	0.32
Queb. Peq.	10	TR50a	18.40	4.57	6.74		6.82	0.001379	1.25	14.69	10.19	0.33
Queb. Peq.	10	TR100a	22.10	4.57	6.91		7.00	0.001444	1.34	16.54	10.75	0.34
Queb. Peq.	0	TR2a	8.50	4.57	6.11		6.15	0.001127	0.94	9.00	8.32	0.29
Queb. Peq.	0	TR5a	10.20	4.57	6.24		6.29	0.001186	1.01	10.09	8.74	0.30
Queb. Peq.	0	TR10a	12.30	4.57	6.38		6.44	0.001247	1.08	11.37	9.19	0.31
Queb. Peq.	0	TR25a	15.70	4.57	6.58		6.65	0.001328	1.18	13.29	9.85	0.32
Queb. Peq.	0	TR50a	18.40	4.57	6.72		6.80	0.001382	1.25	14.72	10.30	0.33
Queb. Peq.	0	TR100a	22.10	4.57	6.90		6.99	0.001445	1.33	16.59	10.87	0.34
Queb. Peq.	-0.8695*	TR2a	8.50	4.57	6.10		6.14	0.001159	0.95	8.91	8.29	0.29
Queb. Peq.	-0.8695*	TR5a	10.20	4.57	6.22		6.28	0.001219	1.02	9.99	8.70	0.30
Queb. Peq.	-0.8695*	TR10a	12.30	4.57	6.36		6.43	0.001281	1.09	11.25	9.15	0.31
Queb. Peq.	-0.8695*	TR25a	15.70	4.57	6.57		6.64	0.001365	1.19	13.16	9.80	0.33
Queb. Peq.	-0.8695*	TR50a	18.40	4.57	6.71		6.79	0.001420	1.26	14.58	10.26	0.34
Queb. Peq.	-0.8695*	TR100a	22.10	4.57	6.88		6.97	0.001484	1.35	16.42	10.82	0.35

MINISTERIO DE SEGURIDAD PÚBLICA  
**DELEGACIÓN POLICIAL CANTONAL DE JACÓ**  
 Informe de Estudio de Hidrología Básica

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
Queb. Peq.	-1.7391*	TR2a	8.50	4.57	6.08		6.13	0.001197	0.97	8.80	8.24	0.30
Queb. Peq.	-1.7391*	TR5a	10.20	4.57	6.21		6.26	0.001259	1.03	9.87	8.65	0.31
Queb. Peq.	-1.7391*	TR10a	12.30	4.57	6.35		6.41	0.001322	1.11	11.12	9.11	0.32
Queb. Peq.	-1.7391*	TR25a	15.70	4.57	6.55		6.62	0.001407	1.21	13.01	9.75	0.33
Queb. Peq.	-1.7391*	TR50a	18.40	4.57	6.69		6.77	0.001463	1.28	14.42	10.20	0.34
Queb. Peq.	-1.7391*	TR100a	22.10	4.57	6.87		6.96	0.001529	1.36	16.24	10.77	0.35
Queb. Peq.	-2.6087*	TR2a	8.50	4.56	6.07		6.12	0.001235	0.98	8.70	8.20	0.30
Queb. Peq.	-2.6087*	TR5a	10.20	4.56	6.20		6.25	0.001298	1.04	9.76	8.61	0.31
Queb. Peq.	-2.6087*	TR10a	12.30	4.56	6.34		6.40	0.001363	1.12	11.00	9.06	0.32
Queb. Peq.	-2.6087*	TR25a	15.70	4.56	6.54		6.61	0.001451	1.22	12.86	9.70	0.34
Queb. Peq.	-2.6087*	TR50a	18.40	4.56	6.68		6.76	0.001507	1.29	14.26	10.15	0.35
Queb. Peq.	-2.6087*	TR100a	22.10	4.56	6.85		6.95	0.001575	1.38	16.06	10.71	0.36
Queb. Peq.	-3.4782*	TR2a	8.50	4.56	6.06		6.11	0.001275	0.99	8.60	8.16	0.31
Queb. Peq.	-3.4782*	TR5a	10.20	4.56	6.18		6.24	0.001341	1.06	9.65	8.57	0.32
Queb. Peq.	-3.4782*	TR10a	12.30	4.56	6.32		6.39	0.001408	1.13	10.87	9.01	0.33
Queb. Peq.	-3.4782*	TR25a	15.70	4.56	6.52		6.60	0.001497	1.23	12.71	9.65	0.34
Queb. Peq.	-3.4782*	TR50a	18.40	4.56	6.66		6.75	0.001555	1.31	14.09	10.10	0.35
Queb. Peq.	-3.4782*	TR100a	22.10	4.56	6.83		6.93	0.001624	1.39	15.88	10.65	0.36
Queb. Peq.	-4.3478*	TR2a	8.50	4.56	6.04		6.09	0.001319	1.00	8.49	8.12	0.31
Queb. Peq.	-4.3478*	TR5a	10.20	4.56	6.17		6.23	0.001386	1.07	9.53	8.52	0.32
Queb. Peq.	-4.3478*	TR10a	12.30	4.56	6.31		6.37	0.001455	1.15	10.74	8.96	0.33
Queb. Peq.	-4.3478*	TR25a	15.70	4.56	6.50		6.58	0.001546	1.25	12.56	9.60	0.35
Queb. Peq.	-4.3478*	TR50a	18.40	4.56	6.64		6.73	0.001606	1.32	13.93	10.04	0.36
Queb. Peq.	-4.3478*	TR100a	22.10	4.56	6.81		6.91	0.001676	1.41	15.70	10.60	0.37
Queb. Peq.	-5.2173*	TR2a	8.50	4.56	6.03		6.08	0.001370	1.01	8.38	8.07	0.32
Queb. Peq.	-5.2173*	TR5a	10.20	4.56	6.15		6.21	0.001439	1.09	9.40	8.47	0.33
Queb. Peq.	-5.2173*	TR10a	12.30	4.56	6.29		6.36	0.001509	1.16	10.59	8.91	0.34
Queb. Peq.	-5.2173*	TR25a	15.70	4.56	6.48		6.57	0.001603	1.27	12.40	9.54	0.35
Queb. Peq.	-5.2173*	TR50a	18.40	4.56	6.62		6.71	0.001664	1.34	13.74	9.99	0.36
Queb. Peq.	-5.2173*	TR100a	22.10	4.56	6.79		6.90	0.001736	1.43	15.49	10.53	0.38
Queb. Peq.	-6.0869*	TR2a	8.50	4.56	6.01		6.07	0.001423	1.03	8.26	8.03	0.32
Queb. Peq.	-6.0869*	TR5a	10.20	4.56	6.14		6.20	0.001494	1.10	9.27	8.42	0.33
Queb. Peq.	-6.0869*	TR10a	12.30	4.56	6.27		6.34	0.001566	1.18	10.45	8.86	0.35
Queb. Peq.	-6.0869*	TR25a	15.70	4.56	6.47		6.55	0.001663	1.28	12.23	9.48	0.36
Queb. Peq.	-6.0869*	TR50a	18.40	4.56	6.60		6.70	0.001725	1.36	13.56	9.93	0.37
Queb. Peq.	-6.0869*	TR100a	22.10	4.56	6.77		6.88	0.001798	1.45	15.29	10.47	0.38
Queb. Peq.	-6.9565*	TR2a	8.50	4.56	6.00		6.05	0.001481	1.04	8.14	7.98	0.33
Queb. Peq.	-6.9565*	TR5a	10.20	4.56	6.12		6.18	0.001554	1.12	9.14	8.37	0.34
Queb. Peq.	-6.9565*	TR10a	12.30	4.56	6.26		6.33	0.001629	1.19	10.30	8.80	0.35
Queb. Peq.	-6.9565*	TR25a	15.70	4.56	6.45		6.53	0.001728	1.30	12.06	9.42	0.37
Queb. Peq.	-6.9565*	TR50a	18.40	4.56	6.58		6.68	0.001791	1.38	13.38	9.86	0.38
Queb. Peq.	-6.9565*	TR100a	22.10	4.56	6.75		6.86	0.001866	1.47	15.08	10.40	0.39

MINISTERIO DE SEGURIDAD PÚBLICA  
**DELEGACIÓN POLICIAL CANTONAL DE JACÓ**  
Informe de Estudio de Hidrología Básica

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
Queb. Peq.	-6.9565*	TR2a	8.50	4.56	6.00		6.05	0.001481	1.04	8.14	7.98	0.33
Queb. Peq.	-6.9565*	TR5a	10.20	4.56	6.12		6.18	0.001554	1.12	9.14	8.37	0.34
Queb. Peq.	-6.9565*	TR10a	12.30	4.56	6.26		6.33	0.001629	1.19	10.30	8.80	0.35
Queb. Peq.	-6.9565*	TR25a	15.70	4.56	6.45		6.53	0.001728	1.30	12.06	9.42	0.37
Queb. Peq.	-6.9565*	TR50a	18.40	4.56	6.58		6.68	0.001791	1.38	13.38	9.86	0.38
Queb. Peq.	-6.9565*	TR100a	22.10	4.56	6.75		6.86	0.001866	1.47	15.08	10.40	0.39
Queb. Peq.	-7.8260*	TR2a	8.50	4.56	5.98		6.04	0.001545	1.06	8.02	7.92	0.34
Queb. Peq.	-7.8260*	TR5a	10.20	4.56	6.10		6.17	0.001621	1.13	9.00	8.31	0.35
Queb. Peq.	-7.8260*	TR10a	12.30	4.56	6.24		6.31	0.001697	1.21	10.15	8.75	0.36
Queb. Peq.	-7.8260*	TR25a	15.70	4.56	6.43		6.52	0.001799	1.32	11.88	9.36	0.37
Queb. Peq.	-7.8260*	TR50a	18.40	4.56	6.56		6.66	0.001864	1.40	13.18	9.80	0.38
Queb. Peq.	-7.8260*	TR100a	22.10	4.56	6.73		6.84	0.001940	1.49	14.87	10.34	0.40
Queb. Peq.	-8.6956*	TR2a	8.50	4.56	5.96		6.02	0.001620	1.08	7.88	7.87	0.34
Queb. Peq.	-8.6956*	TR5a	10.20	4.56	6.08		6.15	0.001698	1.15	8.85	8.25	0.36
Queb. Peq.	-8.6956*	TR10a	12.30	4.56	6.22		6.29	0.001777	1.23	9.98	8.68	0.37
Queb. Peq.	-8.6956*	TR25a	15.70	4.56	6.41		6.50	0.001881	1.34	11.69	9.29	0.38
Queb. Peq.	-8.6956*	TR50a	18.40	4.56	6.54		6.64	0.001948	1.42	12.97	9.73	0.39
Queb. Peq.	-8.6956*	TR100a	22.10	4.56	6.71		6.82	0.002026	1.51	14.63	10.26	0.40
Queb. Peq.	-9.5652*	TR2a	8.50	4.56	5.95		6.01	0.001698	1.10	7.75	7.81	0.35
Queb. Peq.	-9.5652*	TR5a	10.20	4.56	6.06		6.13	0.001779	1.17	8.70	8.19	0.36
Queb. Peq.	-9.5652*	TR10a	12.30	4.56	6.20		6.28	0.001860	1.25	9.81	8.62	0.38
Queb. Peq.	-9.5652*	TR25a	15.70	4.56	6.39		6.48	0.001968	1.37	11.49	9.23	0.39
Queb. Peq.	-9.5652*	TR50a	18.40	4.56	6.52		6.63	0.002036	1.44	12.76	9.66	0.40
Queb. Peq.	-9.5652*	TR100a	22.10	4.56	6.68		6.80	0.002116	1.54	14.40	10.19	0.41
Queb. Peq.	-10.434*	TR2a	8.50	4.56	5.93		5.99	0.001788	1.12	7.60	7.75	0.36
Queb. Peq.	-10.434*	TR5a	10.20	4.56	6.04		6.12	0.001872	1.19	8.54	8.13	0.37
Queb. Peq.	-10.434*	TR10a	12.30	4.56	6.18		6.26	0.001956	1.28	9.63	8.55	0.38
Queb. Peq.	-10.434*	TR25a	15.70	4.56	6.36		6.46	0.002066	1.39	11.29	9.15	0.40
Queb. Peq.	-10.434*	TR50a	18.40	4.56	6.50		6.61	0.002136	1.47	12.53	9.58	0.41
Queb. Peq.	-10.434*	TR100a	22.10	4.56	6.66		6.78	0.002219	1.56	14.14	10.10	0.42
Queb. Peq.	-11.304*	TR2a	8.50	4.56	5.91		5.97	0.001891	1.14	7.45	7.69	0.37
Queb. Peq.	-11.304*	TR5a	10.20	4.56	6.02		6.10	0.001978	1.22	8.37	8.06	0.38
Queb. Peq.	-11.304*	TR10a	12.30	4.56	6.15		6.24	0.002064	1.30	9.44	8.48	0.39
Queb. Peq.	-11.304*	TR25a	15.70	4.56	6.34		6.44	0.002177	1.42	11.07	9.08	0.41
Queb. Peq.	-11.304*	TR50a	18.40	4.56	6.47		6.58	0.002251	1.50	12.29	9.50	0.42
Queb. Peq.	-11.304*	TR100a	22.10	4.56	6.63		6.76	0.002336	1.59	13.88	10.02	0.43
Queb. Peq.	-12.173*	TR2a	8.50	4.56	5.88		5.95	0.002014	1.17	7.28	7.62	0.38
Queb. Peq.	-12.173*	TR5a	10.20	4.56	6.00		6.08	0.002104	1.25	8.18	7.99	0.39
Queb. Peq.	-12.173*	TR10a	12.30	4.56	6.13		6.22	0.002193	1.33	9.24	8.40	0.41
Queb. Peq.	-12.173*	TR25a	15.70	4.56	6.31		6.42	0.002311	1.45	10.83	8.99	0.42
Queb. Peq.	-12.173*	TR50a	18.40	4.56	6.44		6.56	0.002386	1.53	12.03	9.41	0.43
Queb. Peq.	-12.173*	TR100a	22.10	4.56	6.60		6.74	0.002474	1.63	13.59	9.92	0.44

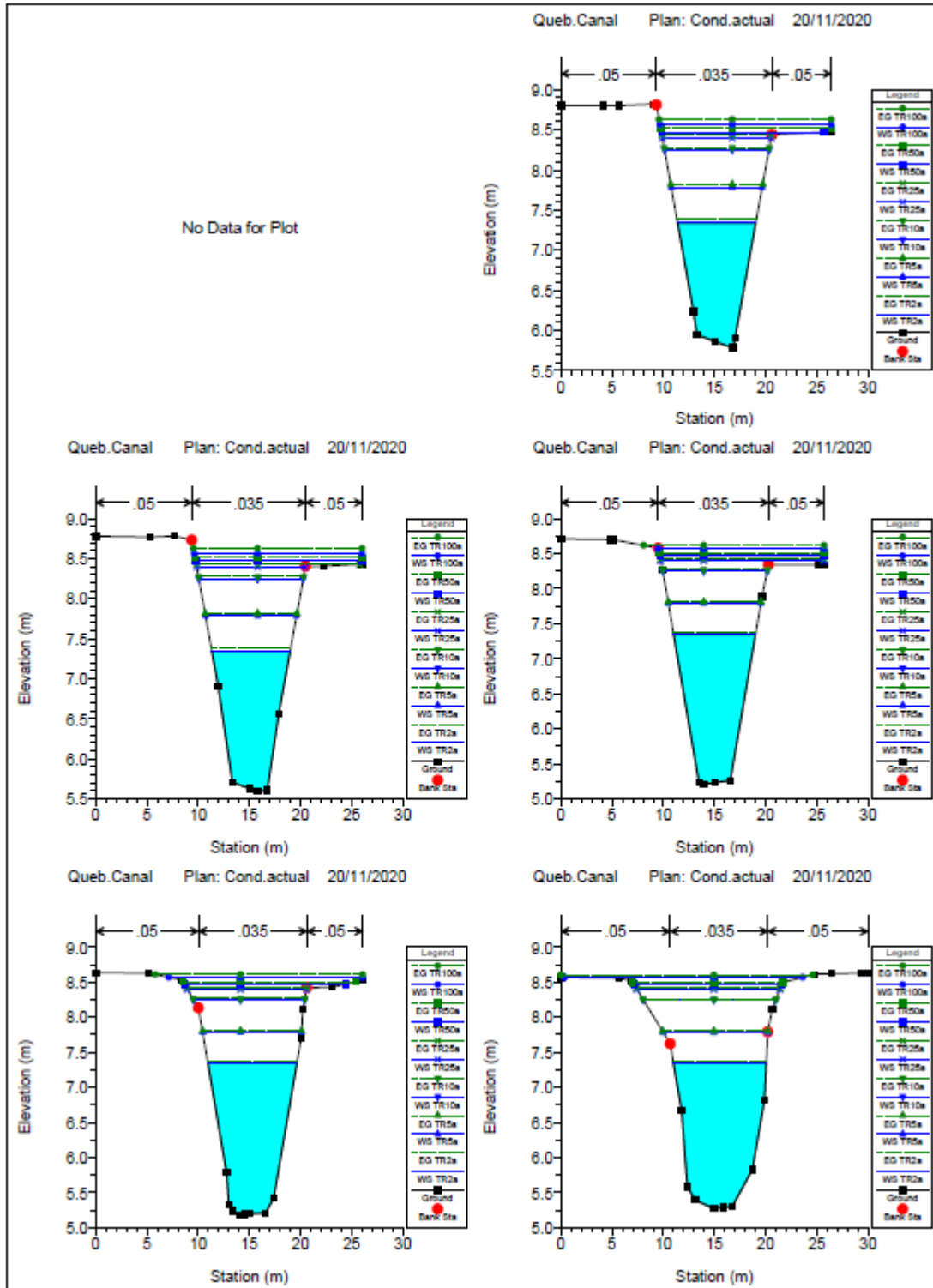
**MINISTERIO DE SEGURIDAD PÚBLICA**  
**DELEGACIÓN POLICIAL CANTONAL DE JACÓ**  
Informe de Estudio de Hidrología Básica

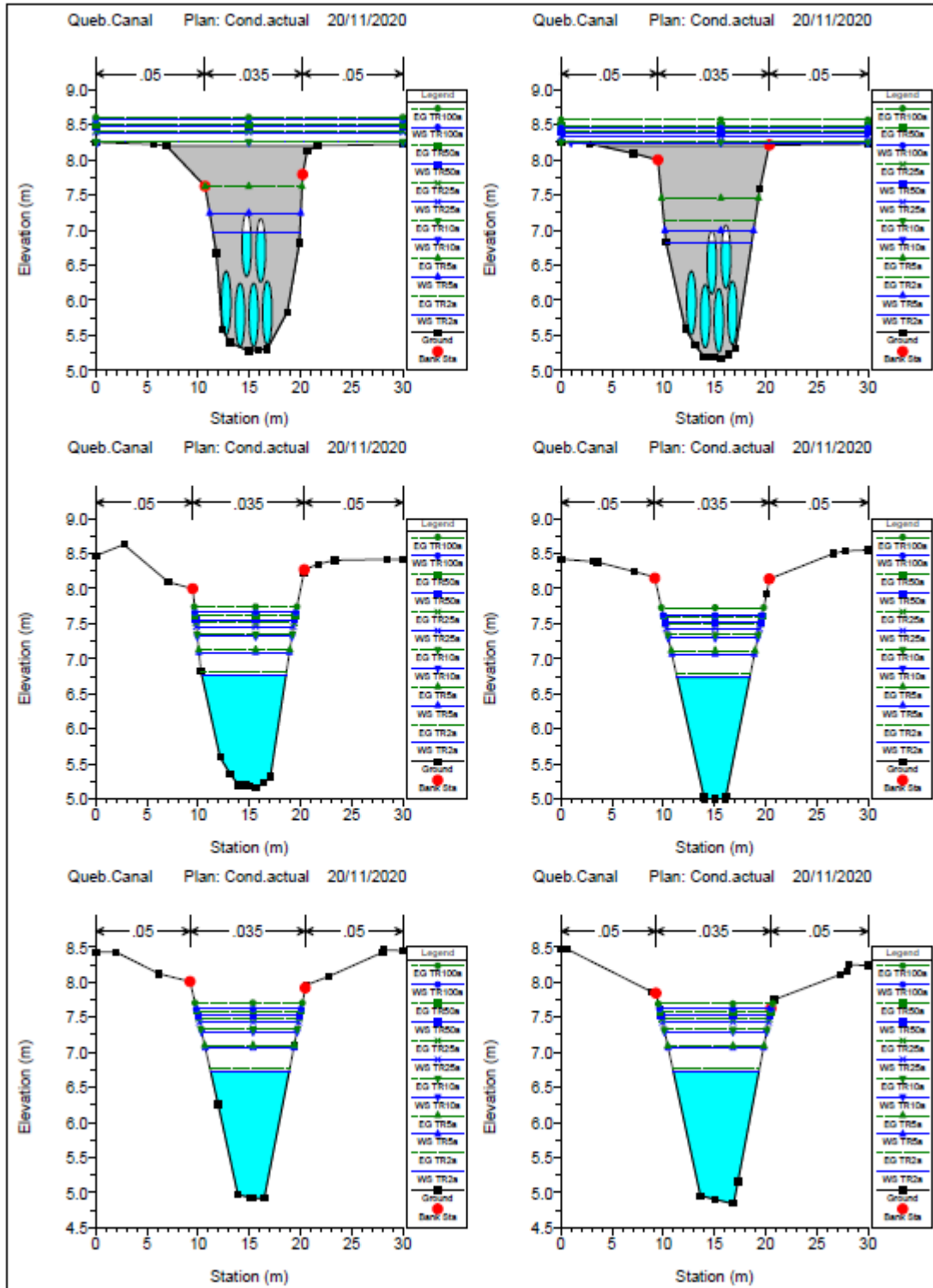
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Queb. Peq.	-13.043*	TR2a	8.50	4.56	5.86		5.93	0.002152	1.20	7.11	7.54	0.39
Queb. Peq.	-13.043*	TR5a	10.20	4.56	5.97		6.06	0.002246	1.28	7.99	7.91	0.41
Queb. Peq.	-13.043*	TR10a	12.30	4.56	6.10		6.20	0.002337	1.36	9.02	8.32	0.42
Queb. Peq.	-13.043*	TR25a	15.70	4.56	6.28		6.40	0.002461	1.48	10.59	8.90	0.43
Queb. Peq.	-13.043*	TR50a	18.40	4.56	6.41		6.54	0.002538	1.56	11.76	9.31	0.44
Queb. Peq.	-13.043*	TR100a	22.10	4.56	6.57		6.71	0.002628	1.66	13.29	9.83	0.46
Queb. Peq.	-13.913*	TR2a	8.50	4.55	5.83		5.91	0.002314	1.23	6.92	7.46	0.41
Queb. Peq.	-13.913*	TR5a	10.20	4.55	5.95		6.03	0.002412	1.31	7.78	7.82	0.42
Queb. Peq.	-13.913*	TR10a	12.30	4.55	6.07		6.17	0.002507	1.40	8.79	8.23	0.43
Queb. Peq.	-13.913*	TR25a	15.70	4.55	6.25		6.37	0.002636	1.52	10.32	8.80	0.45
Queb. Peq.	-13.913*	TR50a	18.40	4.55	6.38		6.51	0.002715	1.60	11.47	9.21	0.46
Queb. Peq.	-13.913*	TR100a	22.10	4.55	6.54		6.69	0.002807	1.70	12.97	9.72	0.47
Queb. Peq.	-14.782*	TR2a	8.50	4.55	5.81		5.89	0.002512	1.26	6.72	7.37	0.42
Queb. Peq.	-14.782*	TR5a	10.20	4.55	5.92		6.01	0.002616	1.35	7.56	7.73	0.44
Queb. Peq.	-14.782*	TR10a	12.30	4.55	6.04		6.15	0.002715	1.44	8.54	8.13	0.45
Queb. Peq.	-14.782*	TR25a	15.70	4.55	6.22		6.34	0.002848	1.56	10.03	8.70	0.47
Queb. Peq.	-14.782*	TR50a	18.40	4.55	6.35		6.48	0.002929	1.65	11.16	9.10	0.48
Queb. Peq.	-14.782*	TR100a	22.10	4.55	6.50		6.66	0.003023	1.75	12.62	9.60	0.49
Queb. Peq.	-15.652*	TR2a	8.50	4.55	5.77		5.86	0.002770	1.31	6.49	7.27	0.44
Queb. Peq.	-15.652*	TR5a	10.20	4.55	5.88		5.98	0.002879	1.40	7.30	7.62	0.46
Queb. Peq.	-15.652*	TR10a	12.30	4.55	6.01		6.12	0.002980	1.49	8.26	8.01	0.47
Queb. Peq.	-15.652*	TR25a	15.70	4.55	6.18		6.31	0.003117	1.62	9.71	8.57	0.49
Queb. Peq.	-15.652*	TR50a	18.40	4.55	6.31		6.45	0.003198	1.70	10.80	8.97	0.50
Queb. Peq.	-15.652*	TR100a	22.10	4.55	6.46		6.63	0.003300	1.81	12.22	9.47	0.51
Queb. Peq.	-16.521*	TR2a	8.50	4.55	5.74		5.83	0.003095	1.36	6.23	7.16	0.47
Queb. Peq.	-16.521*	TR5a	10.20	4.55	5.85		5.95	0.003209	1.45	7.02	7.50	0.48
Queb. Peq.	-16.521*	TR10a	12.30	4.55	5.97		6.09	0.003312	1.55	7.95	7.89	0.49
Queb. Peq.	-16.521*	TR25a	15.70	4.55	6.14		6.28	0.003451	1.68	9.35	8.44	0.51
Queb. Peq.	-16.521*	TR50a	18.40	4.55	6.26		6.42	0.003540	1.77	10.41	8.83	0.52
Queb. Peq.	-16.521*	TR100a	22.10	4.55	6.41		6.59	0.003645	1.88	11.78	9.32	0.53
Queb. Peq.	-17.391*	TR2a	8.50	4.55	5.70		5.80	0.003534	1.43	5.94	7.02	0.50
Queb. Peq.	-17.391*	TR5a	10.20	4.55	5.80		5.92	0.003652	1.52	6.70	7.36	0.51
Queb. Peq.	-17.391*	TR10a	12.30	4.55	5.92		6.05	0.003753	1.62	7.59	7.74	0.52
Queb. Peq.	-17.391*	TR25a	15.70	4.55	6.09		6.25	0.003906	1.76	8.94	8.28	0.54
Queb. Peq.	-17.391*	TR50a	18.40	4.55	6.21		6.38	0.003996	1.85	9.95	8.66	0.55
Queb. Peq.	-17.391*	TR100a	22.10	4.55	6.36		6.55	0.004103	1.96	11.28	9.14	0.56
Queb. Peq.	-18.260*	TR2a	8.50	4.55	5.64		5.76	0.004190	1.52	5.59	6.86	0.54
Queb. Peq.	-18.260*	TR5a	10.20	4.55	5.75		5.88	0.004309	1.62	6.31	7.19	0.55
Queb. Peq.	-18.260*	TR10a	12.30	4.55	5.86		6.01	0.004419	1.72	7.16	7.56	0.56
Queb. Peq.	-18.260*	TR25a	15.70	4.55	6.03		6.20	0.004575	1.86	8.44	8.08	0.58
Queb. Peq.	-18.260*	TR50a	18.40	4.55	6.14		6.34	0.004664	1.96	9.41	8.46	0.59
Queb. Peq.	-18.260*	TR100a	22.10	4.55	6.29		6.51	0.004772	2.07	10.67	8.92	0.60

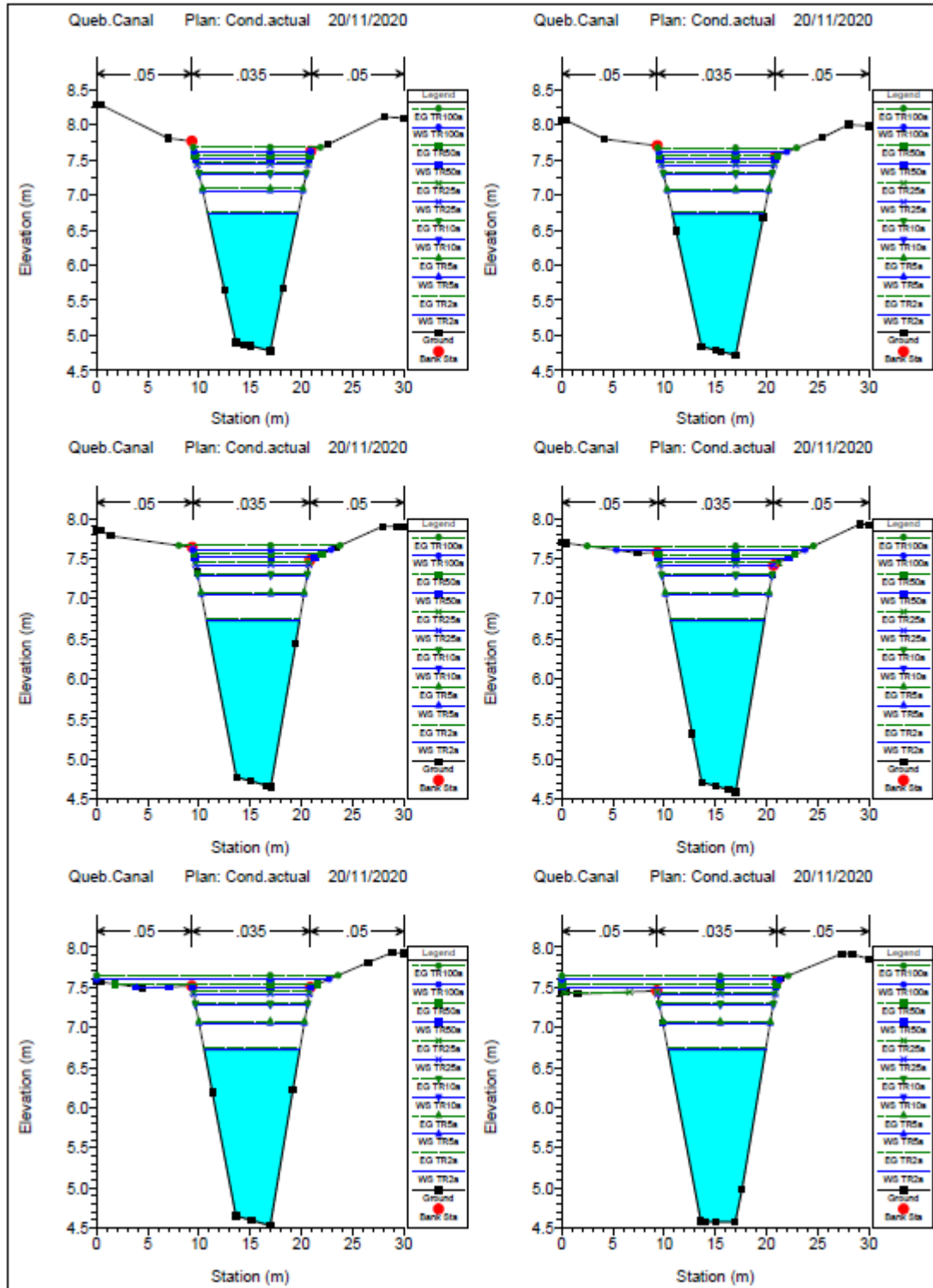


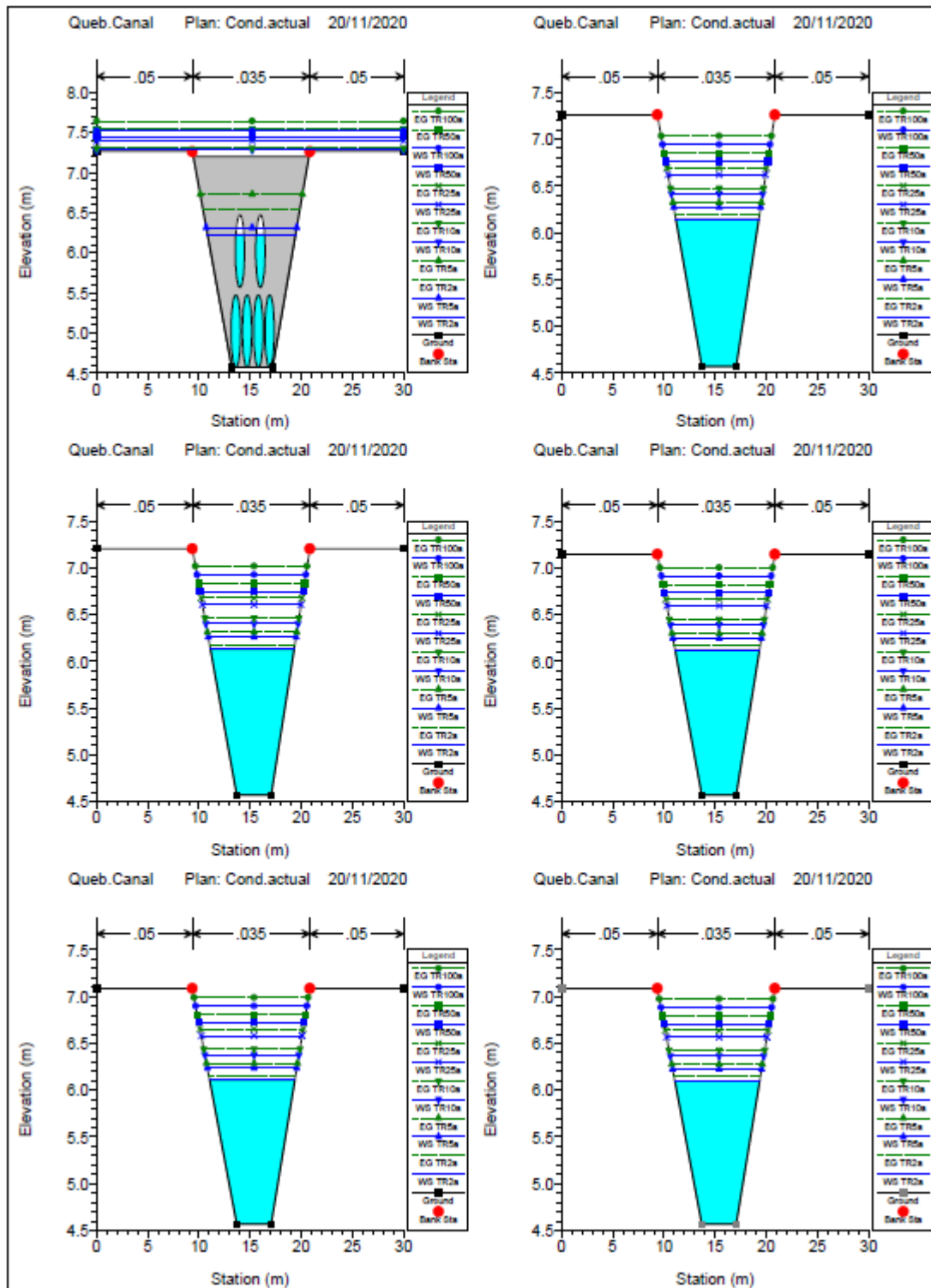
MINISTERIO DE SEGURIDAD PÚBLICA  
**DELEGACIÓN POLICIAL CANTONAL DE JACÓ**  
 Informe de Estudio de Hidrología Básica

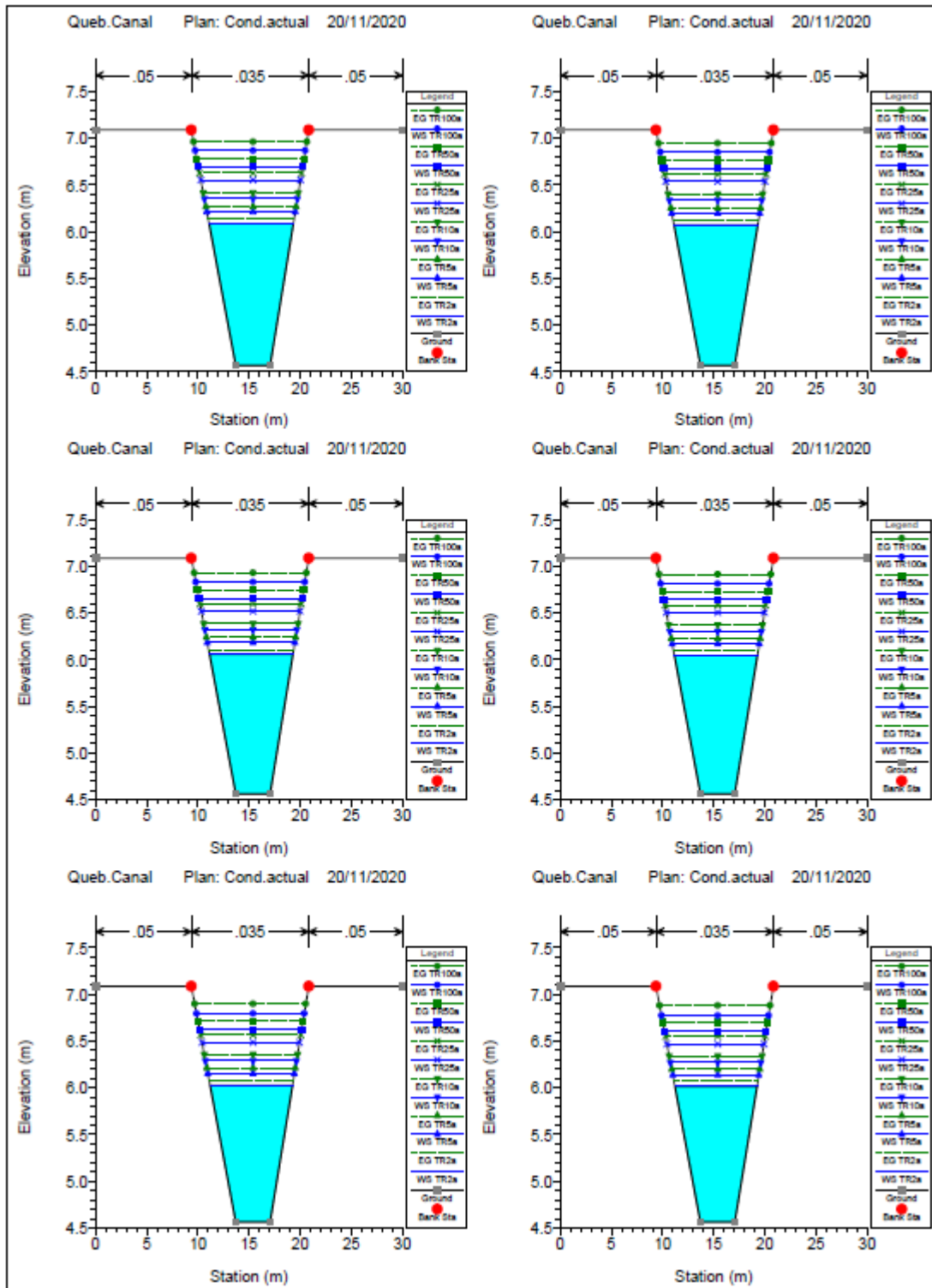
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Queb. Peq.	-19.130*	TR2a	8.50	4.55	5.57	5.31	5.71	0.005392	1.67	5.10	6.63	0.61
Queb. Peq.	-19.130*	TR5a	10.20	4.55	5.67	5.40	5.83	0.005504	1.77	5.77	6.95	0.62
Queb. Peq.	-19.130*	TR10a	12.30	4.55	5.78	5.50	5.96	0.005612	1.87	6.56	7.30	0.63
Queb. Peq.	-19.130*	TR25a	15.70	4.55	5.94	5.64	6.15	0.005744	2.02	7.77	7.81	0.65
Queb. Peq.	-19.130*	TR50a	18.40	4.55	6.06	5.74	6.29	0.005798	2.12	8.69	8.18	0.66
Queb. Peq.	-19.130*	TR100a	22.10	4.55	6.20	5.87	6.45	0.005893	2.24	9.87	8.63	0.67
Queb. Peq.	-20	TR2a	8.50	4.55	5.31	5.31	5.61	0.015883	2.44	3.48	5.79	1.01
Queb. Peq.	-20	TR5a	10.20	4.55	5.40	5.40	5.73	0.015500	2.56	3.99	6.07	1.01
Queb. Peq.	-20	TR10a	12.30	4.55	5.49	5.49	5.86	0.015143	2.68	4.60	6.38	1.01
Queb. Peq.	-20	TR25a	15.70	4.55	5.64	5.64	6.05	0.014687	2.84	5.53	6.83	1.01
Queb. Peq.	-20	TR50a	18.40	4.55	5.74	5.74	6.18	0.014391	2.95	6.25	7.16	1.01
Queb. Peq.	-20	TR100a	22.10	4.55	5.87	5.87	6.35	0.013876	3.06	7.23	7.59	1.00

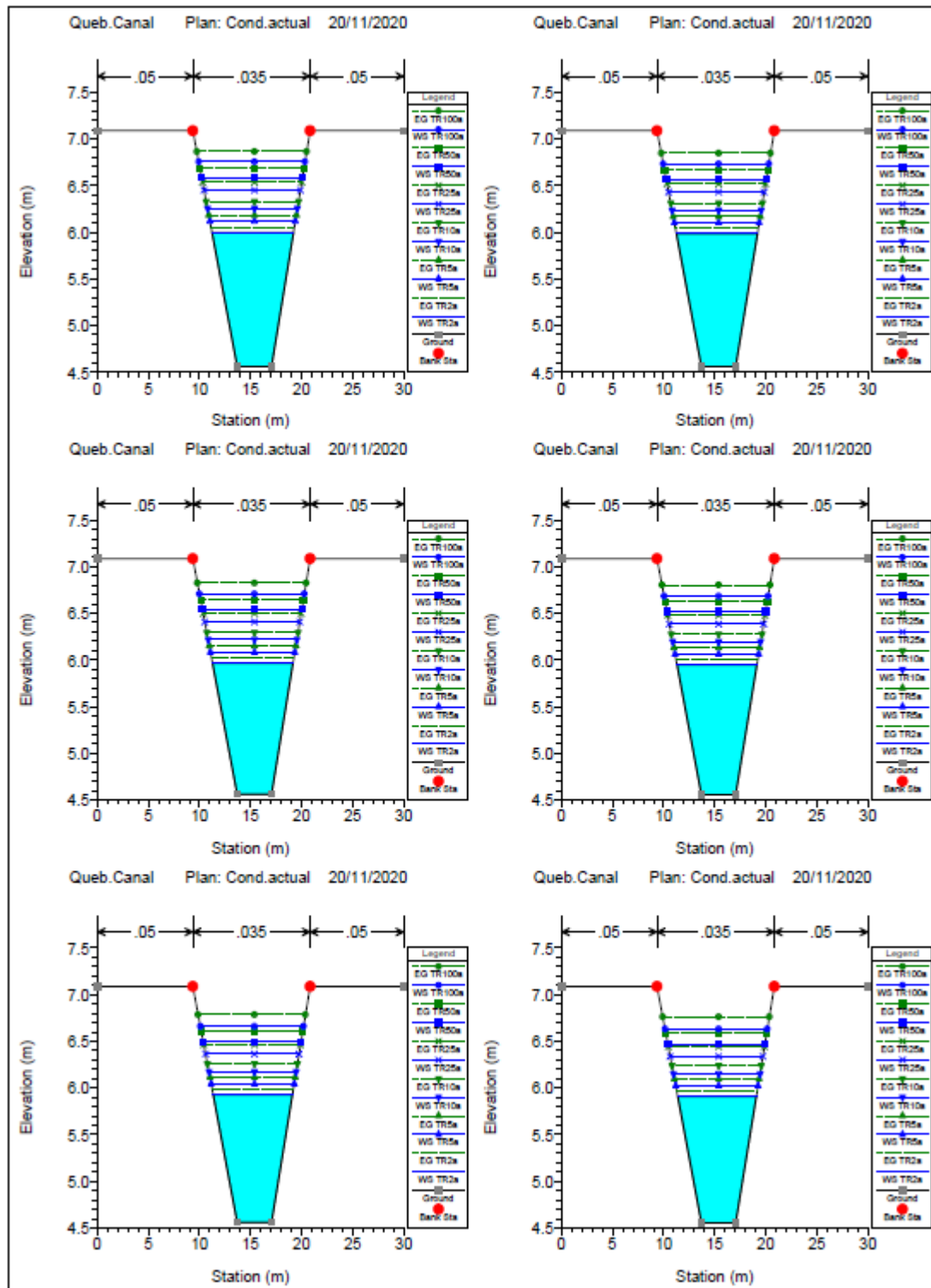


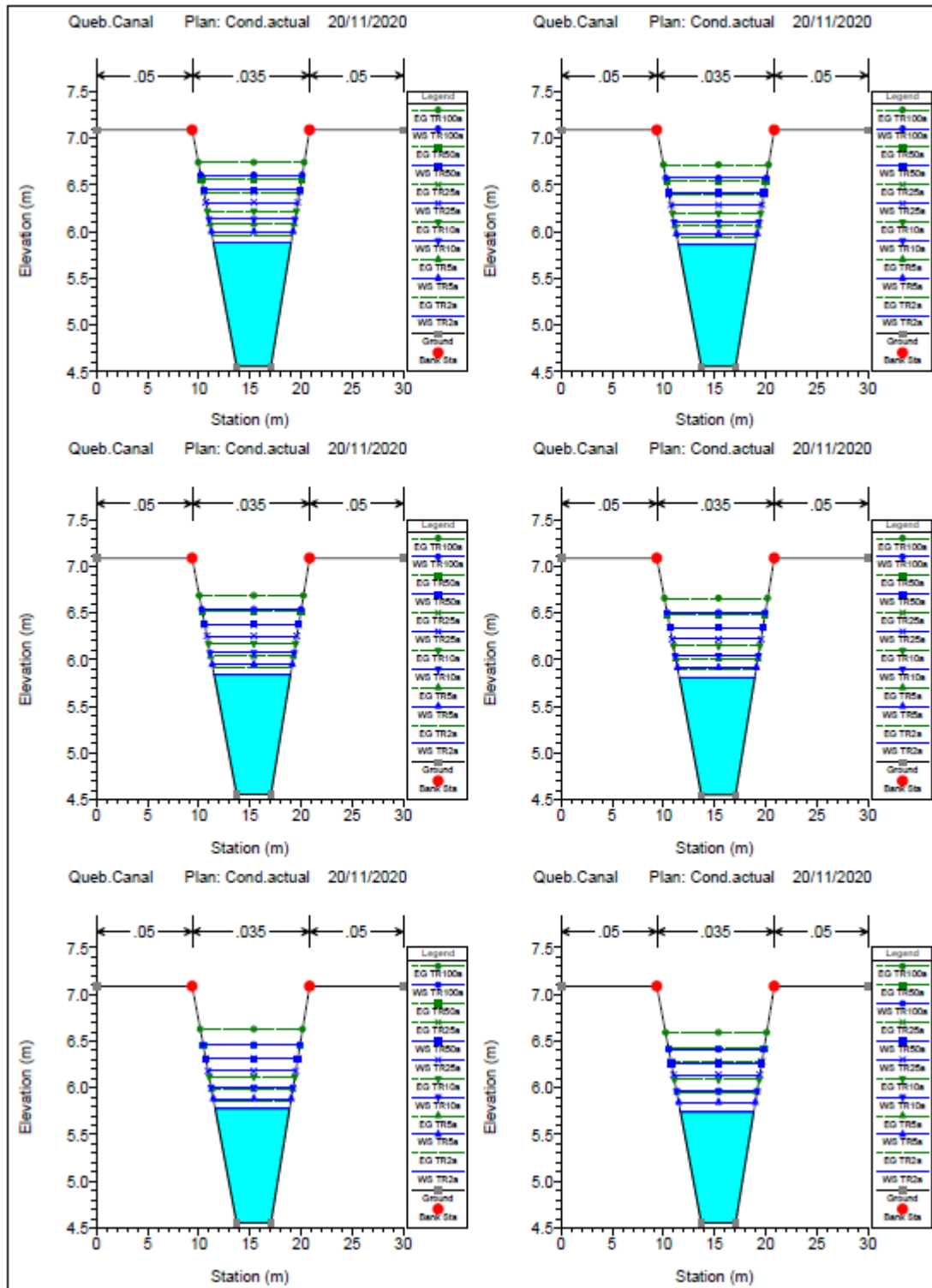




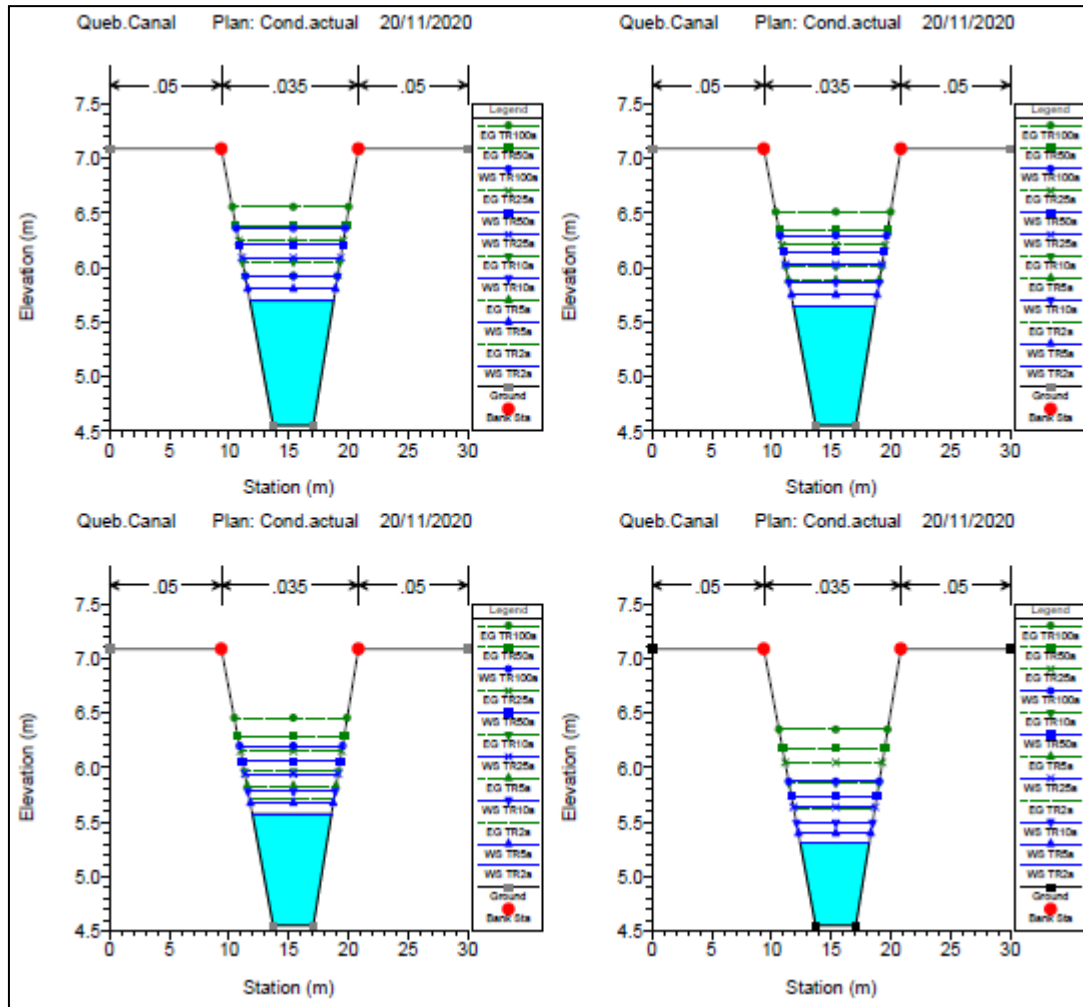












2. Condición actual, escenario de condición de frontera aguas abajo profundidad de marea alta

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m)	
Queb. Peq.	214.96	TR2a	8.50	5.78	7.96	6.61	7.98	0.000354	0.63	13.55	9.39	0.17
Queb. Peq.	214.96	TR5a	10.20	5.78	8.21	6.70	8.23	0.000329	0.64	15.93	10.08	0.16
Queb. Peq.	214.96	TR10a	12.30	5.78	8.31	6.80	8.34	0.000401	0.72	17.01	10.38	0.18
Queb. Peq.	214.96	TR25a	15.70	5.78	8.42	6.94	8.46	0.000544	0.86	18.19	10.70	0.21
Queb. Peq.	214.96	TR50a	18.40	5.78	8.50	7.05	8.54	0.000659	0.97	19.21	16.64	0.23
Queb. Peq.	214.96	TR100a	22.10	5.78	8.58	7.18	8.64	0.000823	1.11	20.57	16.76	0.26
Queb. Peq.	210	TR2a	8.50	5.59	7.96		7.98	0.000289	0.59	14.52	9.39	0.15
Queb. Peq.	210	TR5a	10.20	5.59	8.21		8.22	0.000277	0.60	16.90	10.08	0.15
Queb. Peq.	210	TR10a	12.30	5.59	8.31		8.33	0.000341	0.68	17.98	10.38	0.17
Queb. Peq.	210	TR25a	15.70	5.59	8.42		8.46	0.000467	0.82	19.21	15.03	0.20
Queb. Peq.	210	TR50a	18.40	5.59	8.50		8.54	0.000567	0.92	20.40	16.33	0.22
Queb. Peq.	210	TR100a	22.10	5.59	8.58		8.63	0.000712	1.05	21.73	16.44	0.24
Queb. Peq.	200	TR2a	8.50	5.21	7.96		7.97	0.000180	0.50	17.03	9.46	0.12
Queb. Peq.	200	TR5a	10.20	5.21	8.21		8.22	0.000183	0.53	19.42	10.10	0.12
Queb. Peq.	200	TR10a	12.30	5.21	8.31		8.33	0.000231	0.60	20.49	10.38	0.14
Queb. Peq.	200	TR25a	15.70	5.21	8.42		8.45	0.000319	0.72	22.12	16.01	0.16
Queb. Peq.	200	TR50a	18.40	5.21	8.50		8.53	0.000392	0.82	23.30	16.12	0.18
Queb. Peq.	200	TR100a	22.10	5.21	8.58		8.62	0.000500	0.94	24.63	16.37	0.20
Queb. Peq.	190	TR2a	8.50	5.19	7.96		7.97	0.000133	0.45	19.05	9.94	0.10
Queb. Peq.	190	TR5a	10.20	5.19	8.21		8.22	0.000136	0.47	21.54	10.62	0.10
Queb. Peq.	190	TR10a	12.30	5.19	8.31		8.33	0.000170	0.54	22.69	11.20	0.12
Queb. Peq.	190	TR25a	15.70	5.19	8.42		8.45	0.000238	0.66	23.99	11.82	0.14
Queb. Peq.	190	TR50a	18.40	5.19	8.50		8.53	0.000293	0.75	25.12	16.73	0.16
Queb. Peq.	190	TR100a	22.10	5.19	8.58		8.62	0.000374	0.86	26.59	19.26	0.18
Queb. Peq.	180	TR2a	8.50	5.27	7.96	5.98	7.97	0.000103	0.42	20.56	11.20	0.09
Queb. Peq.	180	TR5a	10.20	5.27	8.21	6.05	8.22	0.000102	0.45	23.47	12.65	0.09
Queb. Peq.	180	TR10a	12.30	5.27	8.31	6.14	8.33	0.000127	0.52	24.84	13.37	0.10
Queb. Peq.	180	TR25a	15.70	5.27	8.42	6.26	8.44	0.000177	0.63	26.39	14.14	0.12
Queb. Peq.	180	TR50a	18.40	5.27	8.50	6.36	8.52	0.000221	0.71	27.44	14.65	0.14
Queb. Peq.	180	TR100a	22.10	5.27	8.58	6.47	8.61	0.000290	0.83	28.85	23.86	0.16
Queb. Peq.	165		Culvert									
Queb. Peq.	150	TR2a	8.50	5.16	7.48		7.49	0.000222	0.54	15.81	9.52	0.13
Queb. Peq.	150	TR5a	10.20	5.16	7.51		7.53	0.000302	0.63	16.14	9.58	0.16
Queb. Peq.	150	TR10a	12.30	5.16	7.55		7.58	0.000409	0.74	16.55	9.65	0.18
Queb. Peq.	150	TR25a	15.70	5.16	7.62		7.67	0.000594	0.91	17.25	9.79	0.22
Queb. Peq.	150	TR50a	18.40	5.16	7.68		7.74	0.000745	1.03	17.83	9.91	0.25
Queb. Peq.	150	TR100a	22.10	5.16	7.75		7.83	0.000968	1.19	18.53	10.05	0.28
Queb. Peq.	140	TR2a	8.50	5.00	7.47		7.49	0.000325	0.61	13.90	9.23	0.16
Queb. Peq.	140	TR5a	10.20	5.00	7.50		7.53	0.000443	0.72	14.20	9.32	0.19
Queb. Peq.	140	TR10a	12.30	5.00	7.54		7.57	0.000602	0.84	14.56	9.44	0.22
Queb. Peq.	140	TR25a	15.70	5.00	7.60		7.66	0.000877	1.03	15.18	9.63	0.26
Queb. Peq.	140	TR50a	18.40	5.00	7.66		7.73	0.001102	1.17	15.70	9.78	0.30
Queb. Peq.	140	TR100a	22.10	5.00	7.72		7.81	0.001436	1.35	16.31	9.96	0.34

**MINISTERIO DE SEGURIDAD PÚBLICA**  
**DELEGACIÓN POLICIAL CANTONAL DE JACÓ**  
Informe de Estudio de Hidrología Básica

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
Queb. Peq.	130	TR.2a	8.50	4.92	7.47		7.48	0.000238	0.54	15.62	9.82	0.14
Queb. Peq.	130	TR.5a	10.20	4.92	7.50		7.52	0.000325	0.64	15.94	9.91	0.16
Queb. Peq.	130	TR.10a	12.30	4.92	7.54		7.57	0.000443	0.75	16.33	10.02	0.19
Queb. Peq.	130	TR.25a	15.70	4.92	7.60		7.65	0.000650	0.92	16.99	10.21	0.23
Queb. Peq.	130	TR.50a	18.40	4.92	7.66		7.71	0.000819	1.05	17.54	10.36	0.26
Queb. Peq.	130	TR.100a	22.10	4.92	7.72		7.79	0.001073	1.22	18.18	10.54	0.30
Queb. Peq.	120	TR.2a	8.50	4.85	7.47		7.48	0.000173	0.48	17.61	10.46	0.12
Queb. Peq.	120	TR.5a	10.20	4.85	7.50		7.52	0.000237	0.57	17.94	10.55	0.14
Queb. Peq.	120	TR.10a	12.30	4.85	7.54		7.56	0.000324	0.67	18.36	10.66	0.16
Queb. Peq.	120	TR.25a	15.70	4.85	7.60		7.64	0.000477	0.82	19.06	10.84	0.20
Queb. Peq.	120	TR.50a	18.40	4.85	7.66		7.70	0.000601	0.94	19.65	11.04	0.22
Queb. Peq.	120	TR.100a	22.10	4.85	7.72		7.78	0.000782	1.09	20.34	11.29	0.26
Queb. Peq.	110	TR.2a	8.50	4.78	7.47		7.48	0.000148	0.45	18.76	10.95	0.11
Queb. Peq.	110	TR.5a	10.20	4.78	7.50		7.51	0.000203	0.53	19.11	11.04	0.13
Queb. Peq.	110	TR.10a	12.30	4.78	7.54		7.56	0.000277	0.63	19.54	11.15	0.15
Queb. Peq.	110	TR.25a	15.70	4.78	7.60		7.63	0.000409	0.77	20.27	11.34	0.18
Queb. Peq.	110	TR.50a	18.40	4.78	7.66		7.70	0.000516	0.88	20.89	12.02	0.21
Queb. Peq.	110	TR.100a	22.10	4.78	7.72		7.77	0.000673	1.02	21.67	13.17	0.24
Queb. Peq.	100	TR.2a	8.50	4.72	7.47		7.48	0.000135	0.44	19.38	11.08	0.11
Queb. Peq.	100	TR.5a	10.20	4.72	7.50		7.51	0.000185	0.52	19.73	11.17	0.12
Queb. Peq.	100	TR.10a	12.30	4.72	7.54		7.56	0.000254	0.61	20.16	11.28	0.15
Queb. Peq.	100	TR.25a	15.70	4.72	7.60		7.63	0.000374	0.75	20.91	12.26	0.18
Queb. Peq.	100	TR.50a	18.40	4.72	7.65		7.69	0.000471	0.86	21.58	13.24	0.20
Queb. Peq.	100	TR.100a	22.10	4.72	7.71		7.76	0.000615	0.99	22.43	14.97	0.23
Queb. Peq.	90	TR.2a	8.50	4.65	7.47		7.47	0.000123	0.42	20.04	11.18	0.10
Queb. Peq.	90	TR.5a	10.20	4.65	7.50		7.51	0.000169	0.50	20.39	11.54	0.12
Queb. Peq.	90	TR.10a	12.30	4.65	7.53		7.55	0.000230	0.59	20.84	12.20	0.14
Queb. Peq.	90	TR.25a	15.70	4.65	7.60		7.62	0.000339	0.73	21.65	13.30	0.17
Queb. Peq.	90	TR.50a	18.40	4.65	7.65		7.69	0.000427	0.83	22.37	14.82	0.19
Queb. Peq.	90	TR.100a	22.10	4.65	7.71		7.76	0.000555	0.97	23.39	19.24	0.22
Queb. Peq.	80	TR.2a	8.50	4.59	7.46		7.47	0.000114	0.41	20.56	11.94	0.10
Queb. Peq.	80	TR.5a	10.20	4.59	7.50		7.51	0.000156	0.49	20.93	12.49	0.11
Queb. Peq.	80	TR.10a	12.30	4.59	7.53		7.55	0.000213	0.58	21.41	13.17	0.13
Queb. Peq.	80	TR.25a	15.70	4.59	7.60		7.62	0.000313	0.71	22.34	17.74	0.16
Queb. Peq.	80	TR.50a	18.40	4.59	7.65		7.68	0.000393	0.81	23.35	21.50	0.18
Queb. Peq.	80	TR.100a	22.10	4.59	7.71		7.75	0.000510	0.94	24.75	25.44	0.21
Queb. Peq.	70	TR.2a	8.50	4.53	7.46		7.47	0.000105	0.40	21.25	11.44	0.09
Queb. Peq.	70	TR.5a	10.20	4.53	7.49		7.51	0.000144	0.47	21.60	11.97	0.11
Queb. Peq.	70	TR.10a	12.30	4.53	7.53		7.55	0.000197	0.56	22.21	19.16	0.13
Queb. Peq.	70	TR.25a	15.70	4.53	7.59		7.62	0.000288	0.69	23.53	22.58	0.16
Queb. Peq.	70	TR.50a	18.40	4.53	7.64		7.68	0.000360	0.78	24.71	23.52	0.18
Queb. Peq.	70	TR.100a	22.10	4.53	7.70		7.75	0.000466	0.91	26.13	24.59	0.20

**MINISTERIO DE SEGURIDAD PÚBLICA**  
**DELEGACIÓN POLICIAL CANTONAL DE JACÓ**  
Informe de Estudio de Hidrología Básica

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
Queb. Peq.	60	TR2a	8.50	4.57	7.46	5.34	7.47	0.000098	0.39	22.06	20.89	0.09
Queb. Peq.	60	TR5a	10.20	4.57	7.49	5.42	7.50	0.000134	0.46	22.69	20.93	0.11
Queb. Peq.	60	TR10a	12.30	4.57	7.53	5.52	7.55	0.000182	0.54	23.46	20.98	0.12
Queb. Peq.	60	TR25a	15.70	4.57	7.59	5.67	7.61	0.000267	0.67	24.76	21.16	0.15
Queb. Peq.	60	TR50a	18.40	4.57	7.64	5.77	7.67	0.000334	0.76	25.86	22.11	0.17
Queb. Peq.	60	TR100a	22.10	4.57	7.70	5.90	7.74	0.000434	0.88	27.18	23.21	0.19
Queb. Peq.	45	Culvert										
Queb. Peq.	30	TR2a	8.50	4.57	7.42		7.43	0.000091	0.38	24.72	30.00	0.09
Queb. Peq.	30	TR5a	10.20	4.57	7.43		7.44	0.000129	0.46	24.95	30.00	0.11
Queb. Peq.	30	TR10a	12.30	4.57	7.44		7.45	0.000183	0.55	25.31	30.00	0.13
Queb. Peq.	30	TR25a	15.70	4.57	7.46		7.48	0.000284	0.69	26.01	30.00	0.16
Queb. Peq.	30	TR50a	18.40	4.57	7.48		7.51	0.000372	0.79	26.67	30.00	0.18
Queb. Peq.	30	TR100a	22.10	4.57	7.52		7.56	0.000499	0.93	27.71	30.00	0.21
Queb. Peq.	20	TR2a	8.50	4.57	7.42		7.42	0.000085	0.37	26.01	30.00	0.09
Queb. Peq.	20	TR5a	10.20	4.57	7.43		7.44	0.000121	0.45	26.24	30.00	0.10
Queb. Peq.	20	TR10a	12.30	4.57	7.44		7.45	0.000171	0.53	26.59	30.00	0.12
Queb. Peq.	20	TR25a	15.70	4.57	7.46		7.48	0.000266	0.67	27.27	30.00	0.15
Queb. Peq.	20	TR50a	18.40	4.57	7.48		7.51	0.000349	0.77	27.91	30.00	0.18
Queb. Peq.	20	TR100a	22.10	4.57	7.51		7.55	0.000469	0.91	28.92	30.00	0.20
Queb. Peq.	10	TR2a	8.50	4.57	7.42		7.42	0.000080	0.37	27.31	30.00	0.08
Queb. Peq.	10	TR5a	10.20	4.57	7.42		7.43	0.000113	0.44	27.54	30.00	0.10
Queb. Peq.	10	TR10a	12.30	4.57	7.44		7.45	0.000160	0.52	27.87	30.00	0.12
Queb. Peq.	10	TR25a	15.70	4.57	7.46		7.48	0.000249	0.65	28.53	30.00	0.15
Queb. Peq.	10	TR50a	18.40	4.57	7.48		7.51	0.000327	0.76	29.16	30.00	0.17
Queb. Peq.	10	TR100a	22.10	4.57	7.51		7.55	0.000440	0.89	30.15	30.00	0.20
Queb. Peq.	0	TR2a	8.50	4.57	7.42		7.42	0.000074	0.36	28.59	30.00	0.08
Queb. Peq.	0	TR5a	10.20	4.57	7.42		7.43	0.000105	0.43	28.81	30.00	0.10
Queb. Peq.	0	TR10a	12.30	4.57	7.43		7.45	0.000150	0.51	29.13	30.00	0.12
Queb. Peq.	0	TR25a	15.70	4.57	7.46		7.48	0.000233	0.64	29.78	30.00	0.14
Queb. Peq.	0	TR50a	18.40	4.57	7.48		7.50	0.000306	0.74	30.39	30.00	0.17
Queb. Peq.	0	TR100a	22.10	4.57	7.51		7.54	0.000412	0.87	31.36	30.00	0.19
Queb. Peq.	-0.8695*	TR2a	8.50	4.57	7.42		7.42	0.000074	0.36	28.58	30.00	0.08
Queb. Peq.	-0.8695*	TR5a	10.20	4.57	7.42		7.43	0.000105	0.43	28.79	30.00	0.10
Queb. Peq.	-0.8695*	TR10a	12.30	4.57	7.43		7.45	0.000150	0.51	29.10	30.00	0.12
Queb. Peq.	-0.8695*	TR25a	15.70	4.57	7.45		7.47	0.000234	0.64	29.72	30.00	0.14
Queb. Peq.	-0.8695*	TR50a	18.40	4.57	7.47		7.50	0.000308	0.74	30.31	30.00	0.17
Queb. Peq.	-0.8695*	TR100a	22.10	4.57	7.50		7.54	0.000415	0.87	31.24	30.00	0.19
Queb. Peq.	-1.7391*	TR2a	8.50	4.57	7.42		7.42	0.000074	0.36	28.55	30.00	0.08
Queb. Peq.	-1.7391*	TR5a	10.20	4.57	7.42		7.43	0.000106	0.43	28.76	30.00	0.10
Queb. Peq.	-1.7391*	TR10a	12.30	4.57	7.43		7.44	0.000150	0.51	29.05	30.00	0.12
Queb. Peq.	-1.7391*	TR25a	15.70	4.57	7.45		7.47	0.000235	0.64	29.65	30.00	0.14
Queb. Peq.	-1.7391*	TR50a	18.40	4.57	7.47		7.50	0.000310	0.74	30.21	30.00	0.17
Queb. Peq.	-1.7391*	TR100a	22.10	4.57	7.50		7.54	0.000419	0.87	31.11	30.00	0.19

**MINISTERIO DE SEGURIDAD PÚBLICA**  
**DELEGACIÓN POLICIAL CANTONAL DE JACÓ**  
Informe de Estudio de Hidrología Básica

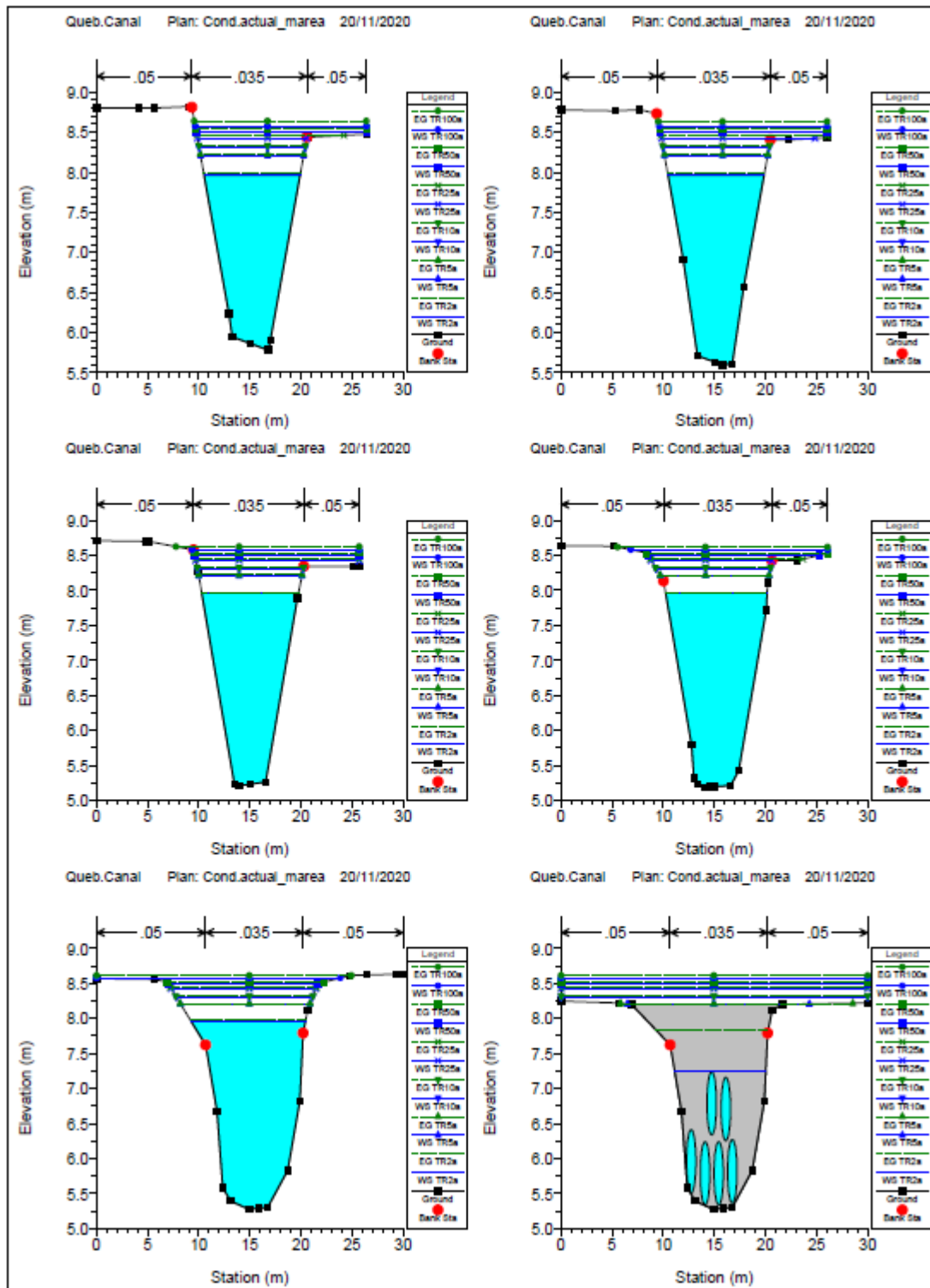
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Queb. Peq.	-2.6087*	TR.2a	8.50	4.56	7.41		7.42	0.000075	0.36	28.54	30.00	0.08
Queb. Peq.	-2.6087*	TR.5a	10.20	4.56	7.42		7.43	0.000106	0.43	28.73	30.00	0.10
Queb. Peq.	-2.6087*	TR.10a	12.30	4.56	7.43		7.44	0.000151	0.51	29.02	30.00	0.12
Queb. Peq.	-2.6087*	TR.25a	15.70	4.56	7.45		7.47	0.000236	0.64	29.58	30.00	0.15
Queb. Peq.	-2.6087*	TR.50a	18.40	4.56	7.47		7.49	0.000312	0.74	30.12	30.00	0.17
Queb. Peq.	-2.6087*	TR.100a	22.10	4.56	7.50		7.53	0.000423	0.87	30.99	30.00	0.20
Queb. Peq.	-3.4782*	TR.2a	8.50	4.56	7.41		7.42	0.000075	0.36	28.52	30.00	0.08
Queb. Peq.	-3.4782*	TR.5a	10.20	4.56	7.42		7.43	0.000106	0.43	28.71	30.00	0.10
Queb. Peq.	-3.4782*	TR.10a	12.30	4.56	7.43		7.44	0.000151	0.51	28.98	30.00	0.12
Queb. Peq.	-3.4782*	TR.25a	15.70	4.56	7.45		7.47	0.000237	0.64	29.52	30.00	0.15
Queb. Peq.	-3.4782*	TR.50a	18.40	4.56	7.46		7.49	0.000313	0.74	30.04	30.00	0.17
Queb. Peq.	-3.4782*	TR.100a	22.10	4.56	7.49		7.53	0.000426	0.88	30.86	30.00	0.20
Queb. Peq.	-4.3478*	TR.2a	8.50	4.56	7.41		7.42	0.000075	0.36	28.51	30.00	0.08
Queb. Peq.	-4.3478*	TR.5a	10.20	4.56	7.42		7.43	0.000106	0.43	28.68	30.00	0.10
Queb. Peq.	-4.3478*	TR.10a	12.30	4.56	7.43		7.44	0.000151	0.51	28.94	30.00	0.12
Queb. Peq.	-4.3478*	TR.25a	15.70	4.56	7.44		7.46	0.000238	0.64	29.46	30.00	0.15
Queb. Peq.	-4.3478*	TR.50a	18.40	4.56	7.46		7.49	0.000315	0.75	29.95	30.00	0.17
Queb. Peq.	-4.3478*	TR.100a	22.10	4.56	7.49		7.52	0.000430	0.88	30.74	30.00	0.20
Queb. Peq.	-5.2173*	TR.2a	8.50	4.56	7.41		7.42	0.000075	0.36	28.49	30.00	0.08
Queb. Peq.	-5.2173*	TR.5a	10.20	4.56	7.42		7.43	0.000106	0.43	28.65	30.00	0.10
Queb. Peq.	-5.2173*	TR.10a	12.30	4.56	7.43		7.44	0.000152	0.51	28.90	30.00	0.12
Queb. Peq.	-5.2173*	TR.25a	15.70	4.56	7.44		7.46	0.000239	0.64	29.39	30.00	0.15
Queb. Peq.	-5.2173*	TR.50a	18.40	4.56	7.46		7.48	0.000317	0.75	29.85	30.00	0.17
Queb. Peq.	-5.2173*	TR.100a	22.10	4.56	7.48		7.52	0.000434	0.88	30.61	30.00	0.20
Queb. Peq.	-6.0869*	TR.2a	8.50	4.56	7.41		7.42	0.000075	0.36	28.47	30.00	0.08
Queb. Peq.	-6.0869*	TR.5a	10.20	4.56	7.42		7.43	0.000106	0.43	28.63	30.00	0.10
Queb. Peq.	-6.0869*	TR.10a	12.30	4.56	7.42		7.44	0.000152	0.51	28.86	30.00	0.12
Queb. Peq.	-6.0869*	TR.25a	15.70	4.56	7.44		7.46	0.000240	0.65	29.32	30.00	0.15
Queb. Peq.	-6.0869*	TR.50a	18.40	4.56	7.45		7.48	0.000319	0.75	29.76	30.00	0.17
Queb. Peq.	-6.0869*	TR.100a	22.10	4.56	7.48		7.52	0.000438	0.88	30.48	30.00	0.20
Queb. Peq.	-6.9565*	TR.2a	8.50	4.56	7.41		7.42	0.000075	0.36	28.46	30.00	0.08
Queb. Peq.	-6.9565*	TR.5a	10.20	4.56	7.42		7.42	0.000107	0.43	28.60	30.00	0.10
Queb. Peq.	-6.9565*	TR.10a	12.30	4.56	7.42		7.44	0.000153	0.51	28.82	30.00	0.12
Queb. Peq.	-6.9565*	TR.25a	15.70	4.56	7.44		7.46	0.000241	0.65	29.25	30.00	0.15
Queb. Peq.	-6.9565*	TR.50a	18.40	4.56	7.45		7.48	0.000321	0.75	29.67	30.00	0.17
Queb. Peq.	-6.9565*	TR.100a	22.10	4.56	7.47		7.51	0.000442	0.89	30.35	30.00	0.20
Queb. Peq.	-7.8260*	TR.2a	8.50	4.56	7.41		7.42	0.000075	0.36	28.44	30.00	0.08
Queb. Peq.	-7.8260*	TR.5a	10.20	4.56	7.41		7.42	0.000107	0.43	28.58	30.00	0.10
Queb. Peq.	-7.8260*	TR.10a	12.30	4.56	7.42		7.43	0.000153	0.51	28.78	30.00	0.12
Queb. Peq.	-7.8260*	TR.25a	15.70	4.56	7.44		7.46	0.000242	0.65	29.19	30.00	0.15
Queb. Peq.	-7.8260*	TR.50a	18.40	4.56	7.45		7.48	0.000323	0.75	29.58	30.00	0.17
Queb. Peq.	-7.8260*	TR.100a	22.10	4.56	7.47		7.51	0.000446	0.89	30.22	30.00	0.20

**MINISTERIO DE SEGURIDAD PÚBLICA**  
**DELEGACIÓN POLICIAL CANTONAL DE JACÓ**  
Informe de Estudio de Hidrología Básica

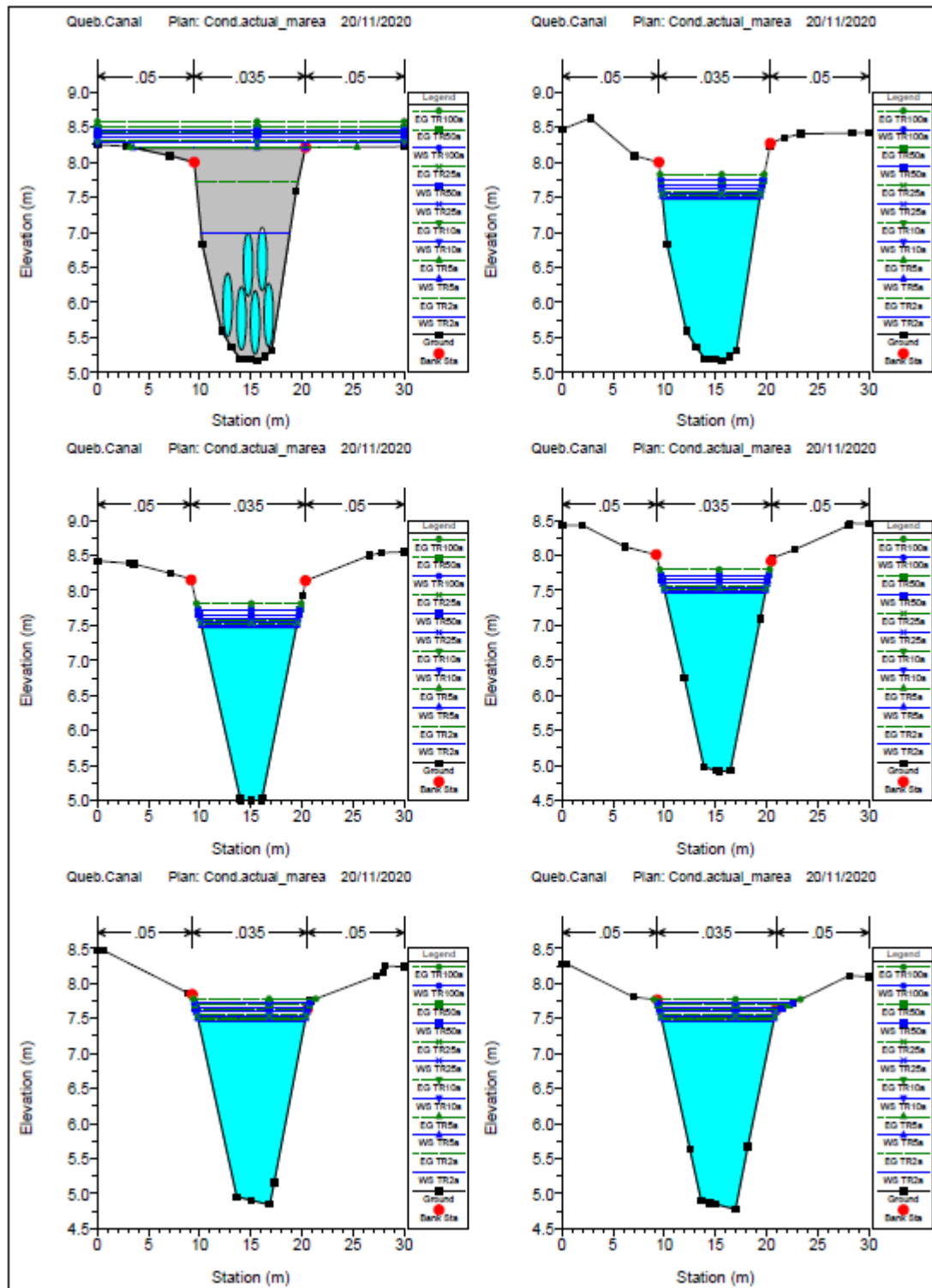
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Queb. Peq.	-8.6956*	TR2a	8.50	4.56	7.41		7.42	0.000075	0.36	28.42	30.00	0.08
Queb. Peq.	-8.6956*	TR5a	10.20	4.56	7.41		7.42	0.000107	0.43	28.55	30.00	0.10
Queb. Peq.	-8.6956*	TR10a	12.30	4.56	7.42		7.43	0.000154	0.51	28.74	30.00	0.12
Queb. Peq.	-8.6956*	TR25a	15.70	4.56	7.43		7.45	0.000243	0.65	29.12	30.00	0.15
Queb. Peq.	-8.6956*	TR50a	18.40	4.56	7.44		7.47	0.000326	0.75	29.48	30.00	0.17
Queb. Peq.	-8.6956*	TR100a	22.10	4.56	7.46		7.50	0.000450	0.89	30.08	30.00	0.20
Queb. Peq.	-9.5652*	TR2a	8.50	4.56	7.41		7.41	0.000075	0.36	28.41	30.00	0.08
Queb. Peq.	-9.5652*	TR5a	10.20	4.56	7.41		7.42	0.000107	0.43	28.53	30.00	0.10
Queb. Peq.	-9.5652*	TR10a	12.30	4.56	7.42		7.43	0.000154	0.51	28.70	30.00	0.12
Queb. Peq.	-9.5652*	TR25a	15.70	4.56	7.43		7.45	0.000244	0.65	29.05	30.00	0.15
Queb. Peq.	-9.5652*	TR50a	18.40	4.56	7.44		7.47	0.000327	0.76	29.39	30.00	0.17
Queb. Peq.	-9.5652*	TR100a	22.10	4.56	7.46		7.50	0.000454	0.89	29.95	30.00	0.20
Queb. Peq.	-10.434*	TR2a	8.50	4.56	7.41		7.41	0.000075	0.36	28.39	30.00	0.08
Queb. Peq.	-10.434*	TR5a	10.20	4.56	7.41		7.42	0.000107	0.43	28.50	30.00	0.10
Queb. Peq.	-10.434*	TR10a	12.30	4.56	7.42		7.43	0.000154	0.51	28.66	30.00	0.12
Queb. Peq.	-10.434*	TR25a	15.70	4.56	7.43		7.45	0.000245	0.65	28.99	30.00	0.15
Queb. Peq.	-10.434*	TR50a	18.40	4.56	7.44		7.47	0.000330	0.76	29.30	30.00	0.17
Queb. Peq.	-10.434*	TR100a	22.10	4.56	7.46		7.49	0.000458	0.90	29.81	30.00	0.20
Queb. Peq.	-11.304*	TR2a	8.50	4.56	7.41		7.41	0.000075	0.36	28.38	30.00	0.08
Queb. Peq.	-11.304*	TR5a	10.20	4.56	7.41		7.42	0.000107	0.43	28.48	30.00	0.10
Queb. Peq.	-11.304*	TR10a	12.30	4.56	7.42		7.43	0.000155	0.51	28.62	30.00	0.12
Queb. Peq.	-11.304*	TR25a	15.70	4.56	7.43		7.45	0.000247	0.65	28.92	30.00	0.15
Queb. Peq.	-11.304*	TR50a	18.40	4.56	7.43		7.46	0.000332	0.76	29.21	30.00	0.17
Queb. Peq.	-11.304*	TR100a	22.10	4.56	7.45		7.49	0.000463	0.90	29.68	30.00	0.20
Queb. Peq.	-12.173*	TR2a	8.50	4.56	7.41		7.41	0.000075	0.36	28.36	30.00	0.08
Queb. Peq.	-12.173*	TR5a	10.20	4.56	7.41		7.42	0.000108	0.43	28.44	30.00	0.10
Queb. Peq.	-12.173*	TR10a	12.30	4.56	7.41		7.43	0.000155	0.52	28.58	30.00	0.12
Queb. Peq.	-12.173*	TR25a	15.70	4.56	7.42		7.44	0.000248	0.65	28.84	30.00	0.15
Queb. Peq.	-12.173*	TR50a	18.40	4.56	7.43		7.46	0.000334	0.76	29.10	30.00	0.17
Queb. Peq.	-12.173*	TR100a	22.10	4.56	7.45		7.48	0.000467	0.90	29.53	30.00	0.20
Queb. Peq.	-13.043*	TR2a	8.50	4.56	7.41		7.41	0.000075	0.36	28.34	30.00	0.08
Queb. Peq.	-13.043*	TR5a	10.20	4.56	7.41		7.42	0.000108	0.43	28.42	30.00	0.10
Queb. Peq.	-13.043*	TR10a	12.30	4.56	7.41		7.43	0.000156	0.52	28.54	30.00	0.12
Queb. Peq.	-13.043*	TR25a	15.70	4.56	7.42		7.44	0.000249	0.65	28.78	30.00	0.15
Queb. Peq.	-13.043*	TR50a	18.40	4.56	7.43		7.46	0.000336	0.76	29.01	30.00	0.17
Queb. Peq.	-13.043*	TR100a	22.10	4.56	7.44		7.48	0.000472	0.91	29.39	30.00	0.21
Queb. Peq.	-13.913*	TR2a	8.50	4.55	7.41		7.41	0.000075	0.36	28.33	30.00	0.08
Queb. Peq.	-13.913*	TR5a	10.20	4.55	7.41		7.42	0.000108	0.43	28.40	30.00	0.10
Queb. Peq.	-13.913*	TR10a	12.30	4.55	7.41		7.42	0.000156	0.52	28.50	30.00	0.12
Queb. Peq.	-13.913*	TR25a	15.70	4.55	7.42		7.44	0.000250	0.66	28.71	30.00	0.15
Queb. Peq.	-13.913*	TR50a	18.40	4.55	7.42		7.45	0.000338	0.76	28.92	30.00	0.17
Queb. Peq.	-13.913*	TR100a	22.10	4.55	7.44		7.48	0.000476	0.91	29.25	30.00	0.21

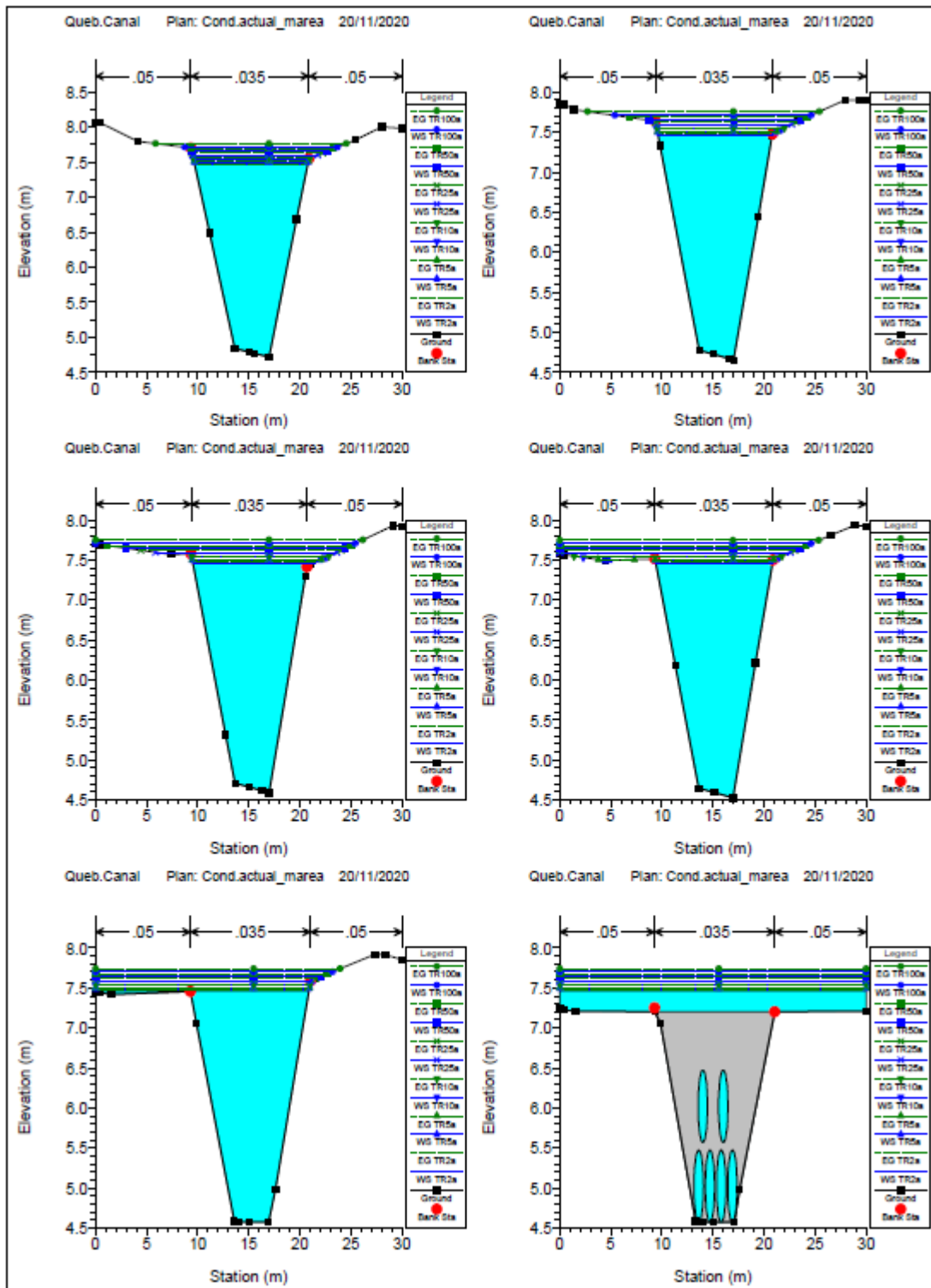
MINISTERIO DE SEGURIDAD PÚBLICA  
**DELEGACIÓN POLICIAL CANTONAL DE JACÓ**  
 Informe de Estudio de Hidrología Básica

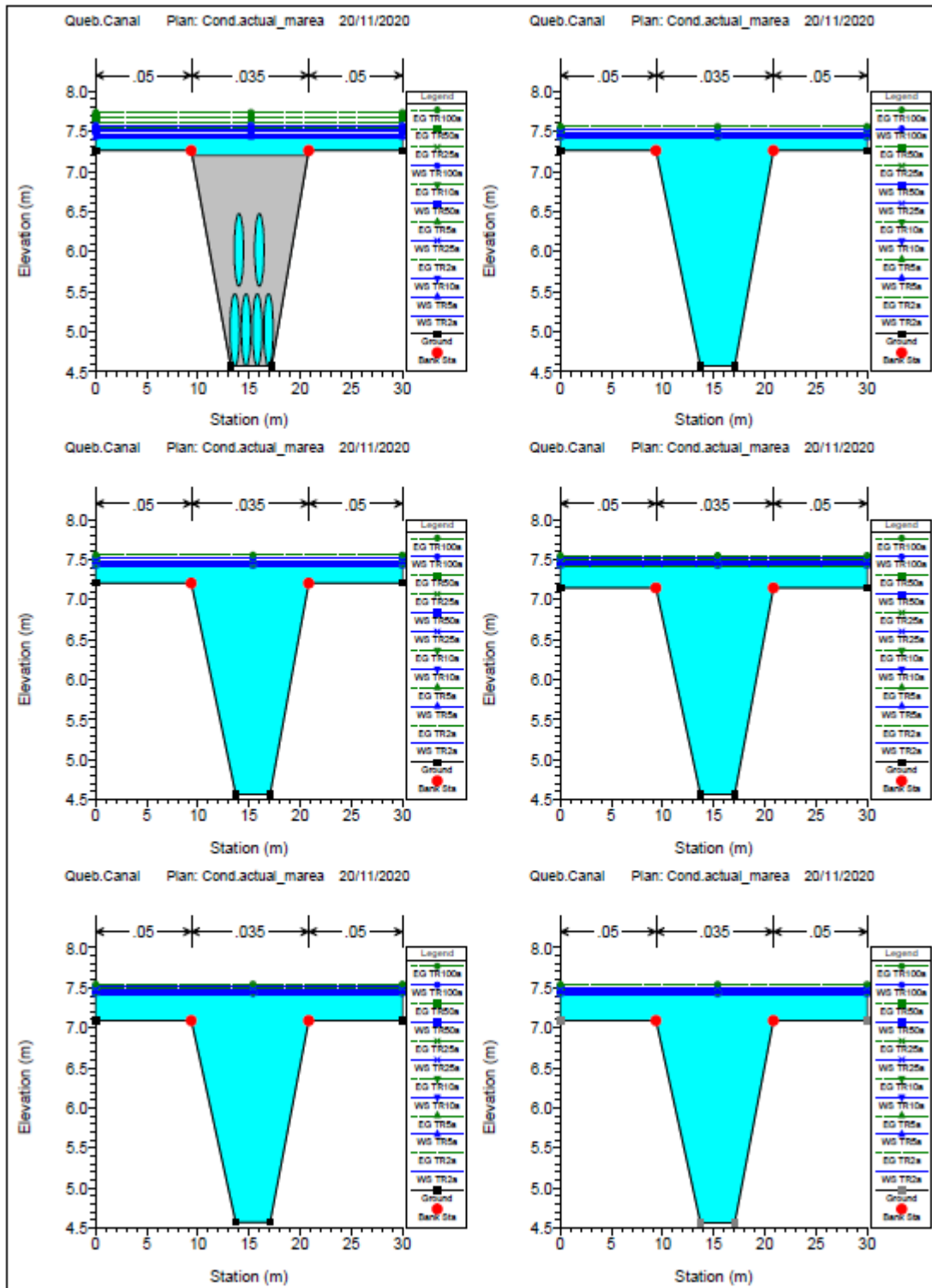
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Queb. Peq.	-14.782*	TR.2a	8.50	4.55	7.40		7.41	0.000075	0.36	28.31	30.00	0.08
Queb. Peq.	-14.782*	TR.5a	10.20	4.55	7.41		7.42	0.000108	0.43	28.37	30.00	0.10
Queb. Peq.	-14.782*	TR.10a	12.30	4.55	7.41		7.42	0.000156	0.52	28.46	30.00	0.12
Queb. Peq.	-14.782*	TR.25a	15.70	4.55	7.42		7.44	0.000251	0.66	28.64	30.00	0.15
Queb. Peq.	-14.782*	TR.50a	18.40	4.55	7.42		7.45	0.000341	0.77	28.82	30.00	0.17
Queb. Peq.	-14.782*	TR.100a	22.10	4.55	7.43		7.47	0.000481	0.91	29.11	30.00	0.21
Queb. Peq.	-15.652*	TR.2a	8.50	4.55	7.40		7.41	0.000076	0.36	28.29	30.00	0.08
Queb. Peq.	-15.652*	TR.5a	10.20	4.55	7.41		7.41	0.000108	0.43	28.34	30.00	0.10
Queb. Peq.	-15.652*	TR.10a	12.30	4.55	7.41		7.42	0.000157	0.52	28.41	30.00	0.12
Queb. Peq.	-15.652*	TR.25a	15.70	4.55	7.41		7.43	0.000253	0.66	28.57	30.00	0.15
Queb. Peq.	-15.652*	TR.50a	18.40	4.55	7.42		7.45	0.000343	0.77	28.71	30.00	0.17
Queb. Peq.	-15.652*	TR.100a	22.10	4.55	7.43		7.47	0.000486	0.92	28.96	30.00	0.21
Queb. Peq.	-16.521*	TR.2a	8.50	4.55	7.40		7.41	0.000076	0.36	28.28	30.00	0.08
Queb. Peq.	-16.521*	TR.5a	10.20	4.55	7.40		7.41	0.000109	0.43	28.31	30.00	0.10
Queb. Peq.	-16.521*	TR.10a	12.30	4.55	7.41		7.42	0.000157	0.52	28.37	30.00	0.12
Queb. Peq.	-16.521*	TR.25a	15.70	4.55	7.41		7.43	0.000254	0.66	28.50	30.00	0.15
Queb. Peq.	-16.521*	TR.50a	18.40	4.55	7.41		7.44	0.000346	0.77	28.62	30.00	0.18
Queb. Peq.	-16.521*	TR.100a	22.10	4.55	7.42		7.46	0.000491	0.92	28.82	30.00	0.21
Queb. Peq.	-17.391*	TR.2a	8.50	4.55	7.40		7.41	0.000076	0.36	28.26	30.00	0.08
Queb. Peq.	-17.391*	TR.5a	10.20	4.55	7.40		7.41	0.000109	0.43	28.29	30.00	0.10
Queb. Peq.	-17.391*	TR.10a	12.30	4.55	7.40		7.42	0.000158	0.52	28.34	30.00	0.12
Queb. Peq.	-17.391*	TR.25a	15.70	4.55	7.41		7.43	0.000255	0.66	28.43	30.00	0.15
Queb. Peq.	-17.391*	TR.50a	18.40	4.55	7.41		7.44	0.000348	0.77	28.52	30.00	0.18
Queb. Peq.	-17.391*	TR.100a	22.10	4.55	7.42		7.46	0.000496	0.92	28.67	30.00	0.21
Queb. Peq.	-18.260*	TR.2a	8.50	4.55	7.40		7.41	0.000076	0.36	28.25	30.00	0.08
Queb. Peq.	-18.260*	TR.5a	10.20	4.55	7.40		7.41	0.000109	0.43	28.27	30.00	0.10
Queb. Peq.	-18.260*	TR.10a	12.30	4.55	7.40		7.42	0.000158	0.52	28.30	30.00	0.12
Queb. Peq.	-18.260*	TR.25a	15.70	4.55	7.41		7.43	0.000256	0.66	28.36	30.00	0.15
Queb. Peq.	-18.260*	TR.50a	18.40	4.55	7.41		7.44	0.000350	0.77	28.42	30.00	0.18
Queb. Peq.	-18.260*	TR.100a	22.10	4.55	7.41		7.45	0.000502	0.93	28.52	30.00	0.21
Queb. Peq.	-19.130*	TR.2a	8.50	4.55	7.40		7.41	0.000076	0.36	28.22	30.00	0.08
Queb. Peq.	-19.130*	TR.5a	10.20	4.55	7.40		7.41	0.000109	0.43	28.23	30.00	0.10
Queb. Peq.	-19.130*	TR.10a	12.30	4.55	7.40		7.41	0.000158	0.52	28.25	30.00	0.12
Queb. Peq.	-19.130*	TR.25a	15.70	4.55	7.40		7.42	0.000258	0.66	28.28	30.00	0.15
Queb. Peq.	-19.130*	TR.50a	18.40	4.55	7.40		7.43	0.000353	0.78	28.31	30.00	0.18
Queb. Peq.	-19.130*	TR.100a	22.10	4.55	7.41		7.45	0.000507	0.93	28.36	30.00	0.21
Queb. Peq.	-20	TR.2a	8.50	4.55	7.40	5.31	7.41	0.000076	0.36	28.21	30.00	0.08
Queb. Peq.	-20	TR.5a	10.20	4.55	7.40	5.40	7.41	0.000109	0.43	28.21	30.00	0.10
Queb. Peq.	-20	TR.10a	12.30	4.55	7.40	5.49	7.41	0.000159	0.52	28.21	30.00	0.12
Queb. Peq.	-20	TR.25a	15.70	4.55	7.40	5.64	7.42	0.000259	0.66	28.21	30.00	0.15
Queb. Peq.	-20	TR.50a	18.40	4.55	7.40	5.74	7.43	0.000356	0.78	28.21	30.00	0.18
Queb. Peq.	-20	TR.100a	22.10	4.55	7.40	5.87	7.44	0.000513	0.93	28.21	30.00	0.21

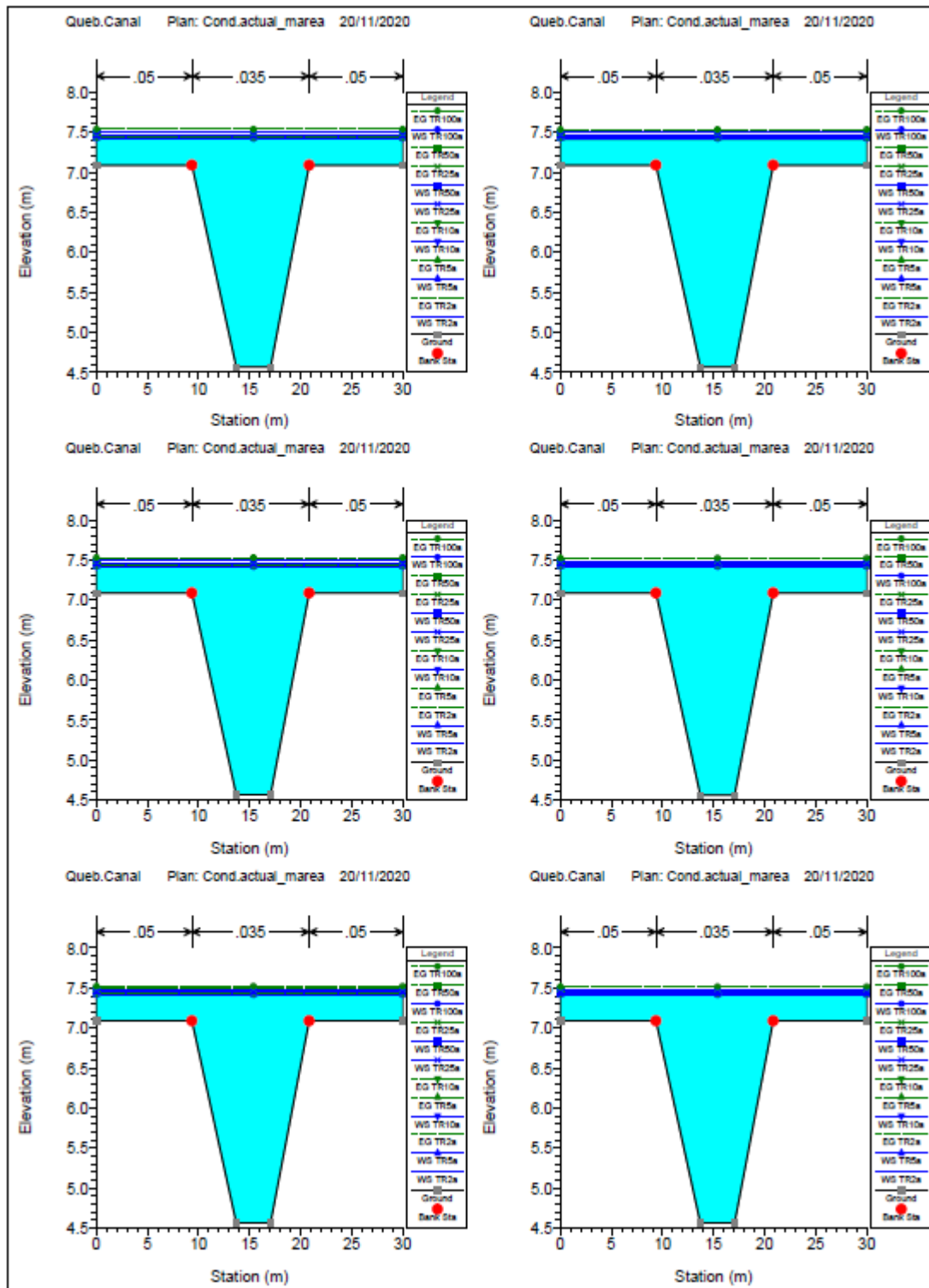


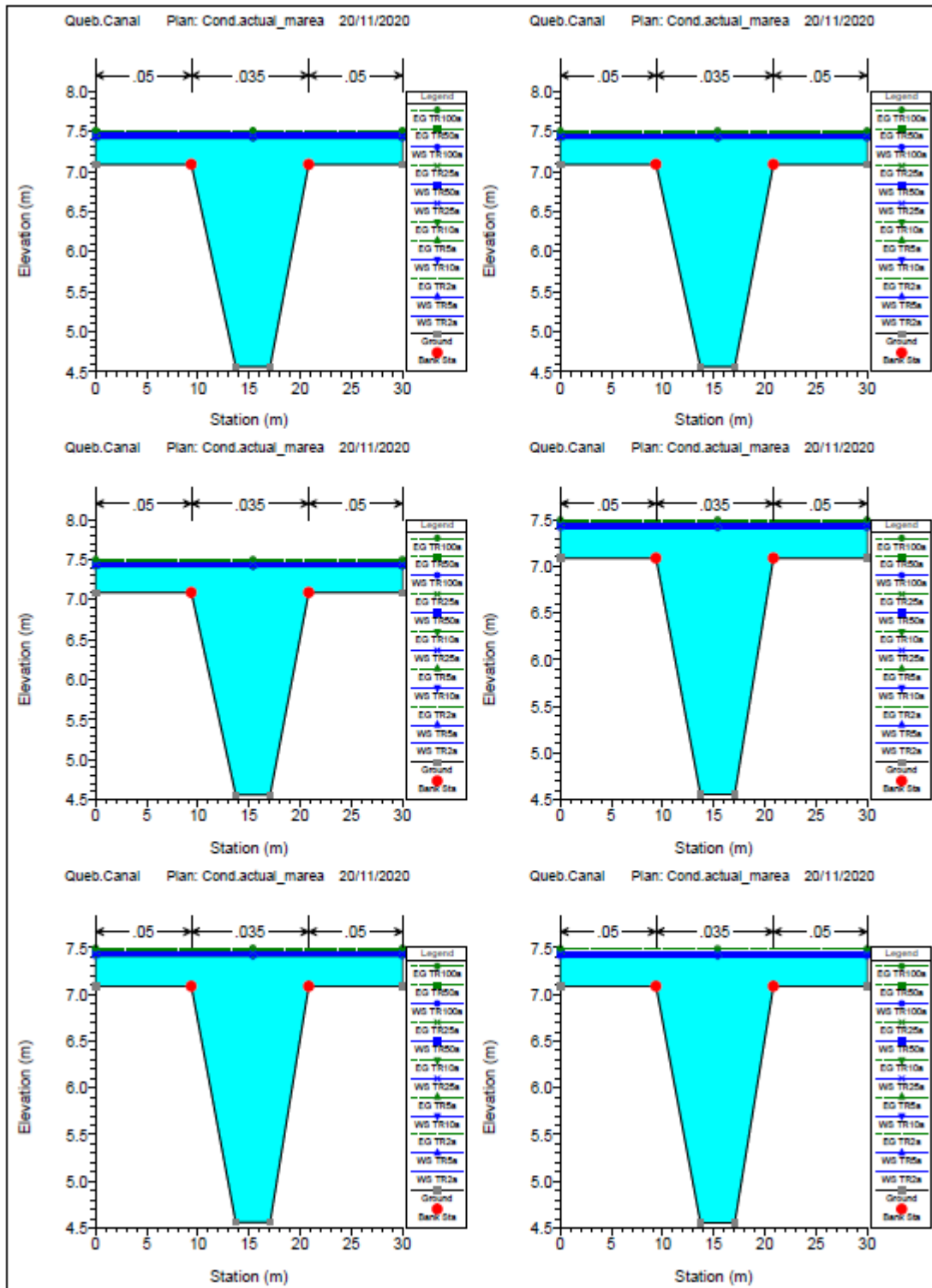


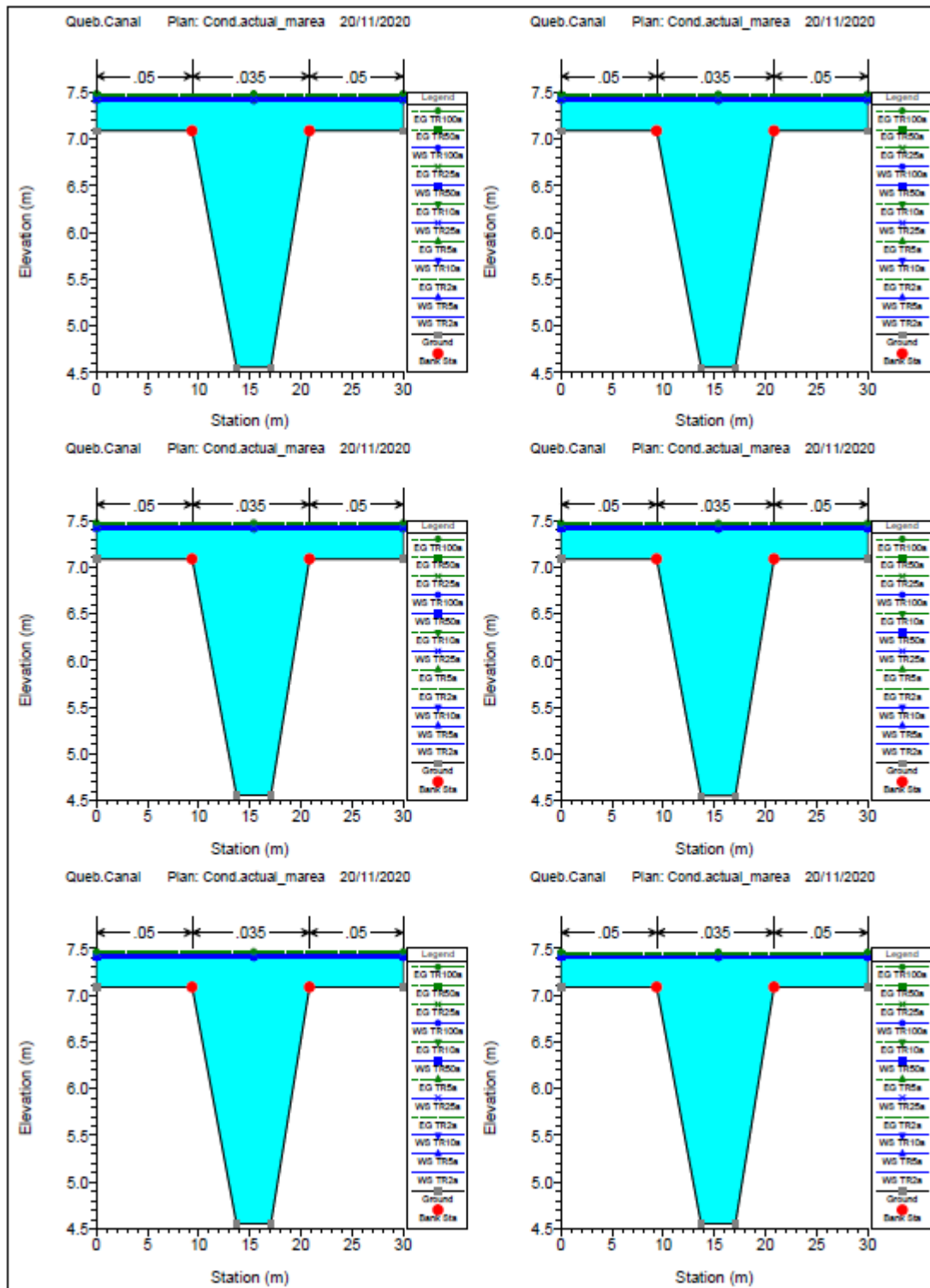


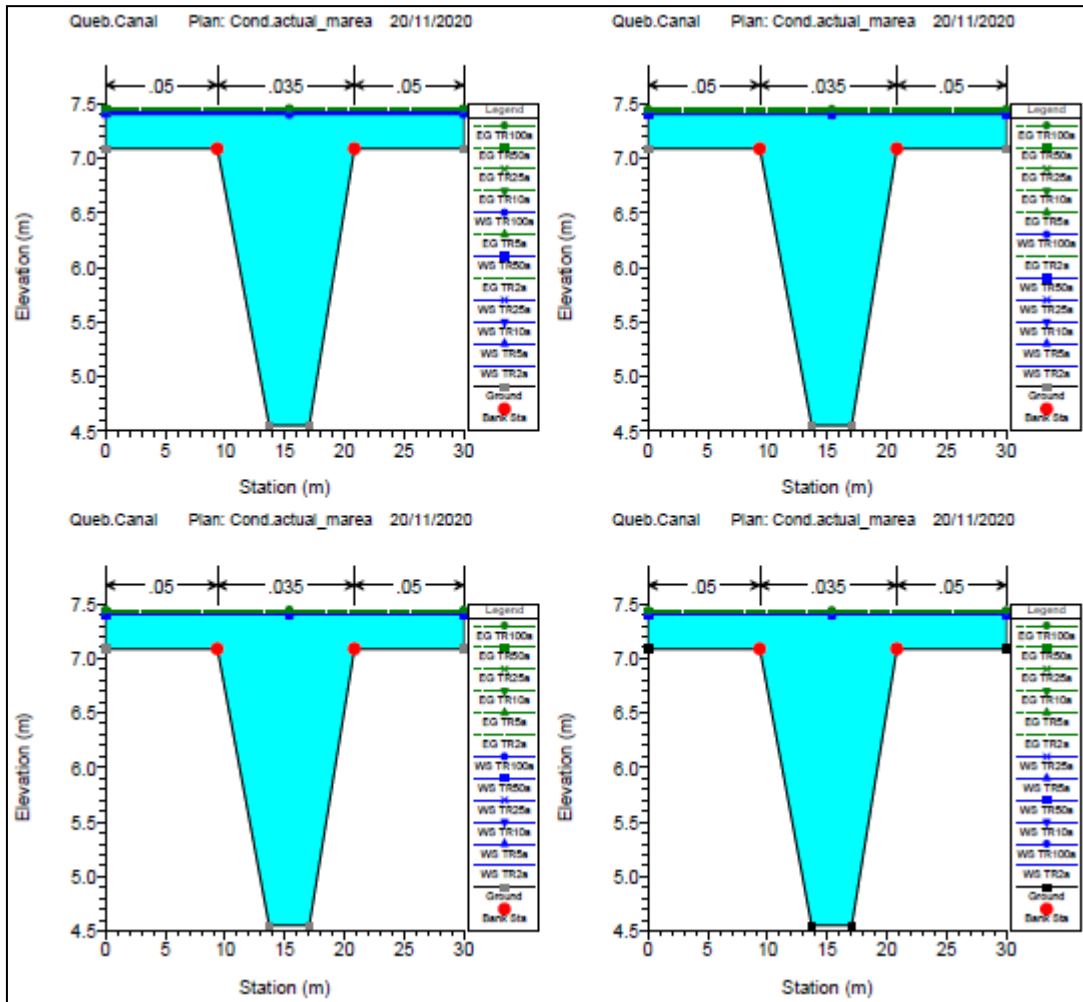












### 3. Condición mejorada, escenario de condición de frontera aguas abajo profundidad crítica

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
Queb. Peq.	214.96	TR2a	8.50	5.78	6.63	6.61	6.92	0.014588	2.39	3.56	5.66	0.96
Queb. Peq.	214.96	TR5a	10.20	5.78	6.83	6.70	7.07	0.009348	2.16	4.73	6.21	0.79
Queb. Peq.	214.96	TR10a	12.30	5.78	7.05	6.80	7.25	0.006544	2.00	6.14	6.82	0.67
Queb. Peq.	214.96	TR25a	15.70	5.78	7.36	6.94	7.54	0.004420	1.86	8.43	7.71	0.57
Queb. Peq.	214.96	TR50a	18.40	5.78	7.60	7.05	7.76	0.003498	1.79	10.31	8.37	0.51
Queb. Peq.	214.96	TR100a	22.10	5.78	7.90	7.18	8.04	0.002711	1.71	12.95	9.21	0.46
Queb. Peq.	210	TR2a	8.50	5.59	6.68		6.84	0.005932	1.78	4.78	5.83	0.63
Queb. Peq.	210	TR5a	10.20	5.59	6.85		7.01	0.004872	1.74	5.85	6.29	0.58
Queb. Peq.	210	TR10a	12.30	5.59	7.06		7.21	0.004020	1.71	7.20	6.86	0.53
Queb. Peq.	210	TR25a	15.70	5.59	7.37		7.51	0.003129	1.66	9.46	7.73	0.48
Queb. Peq.	210	TR50a	18.40	5.59	7.60		7.73	0.002649	1.63	11.31	8.38	0.45
Queb. Peq.	210	TR100a	22.10	5.59	7.90		8.03	0.002181	1.59	13.93	9.22	0.41
Queb. Peq.	200	TR2a	8.50	5.21	6.71		6.78	0.001987	1.21	7.02	6.50	0.37
Queb. Peq.	200	TR5a	10.20	5.21	6.88		6.96	0.001886	1.25	8.17	6.90	0.37
Queb. Peq.	200	TR10a	12.30	5.21	7.08		7.16	0.001764	1.28	9.61	7.37	0.36
Queb. Peq.	200	TR25a	15.70	5.21	7.38		7.47	0.001587	1.31	11.96	8.09	0.34
Queb. Peq.	200	TR50a	18.40	5.21	7.61		7.70	0.001464	1.33	13.86	8.62	0.33
Queb. Peq.	200	TR100a	22.10	5.21	7.91		8.00	0.001321	1.34	16.51	9.32	0.32
Queb. Peq.	190	TR2a	8.50	5.19	6.70		6.76	0.001358	1.04	8.17	7.19	0.31
Queb. Peq.	190	TR5a	10.20	5.19	6.88		6.94	0.001307	1.08	9.46	7.60	0.31
Queb. Peq.	190	TR10a	12.30	5.19	7.08		7.14	0.001242	1.11	11.04	8.07	0.30
Queb. Peq.	190	TR25a	15.70	5.19	7.39		7.45	0.001141	1.15	13.62	8.79	0.30
Queb. Peq.	190	TR50a	18.40	5.19	7.61		7.68	0.001067	1.17	15.68	9.32	0.29
Queb. Peq.	190	TR100a	22.10	5.19	7.91		7.98	0.000971	1.19	18.52	9.86	0.28
Queb. Peq.	180	TR2a	8.50	5.27	6.70	5.98	6.74	0.001126	0.95	8.95	7.99	0.29
Queb. Peq.	180	TR5a	10.20	5.27	6.87	6.05	6.92	0.001065	0.98	10.38	8.36	0.28
Queb. Peq.	180	TR10a	12.30	5.27	7.08	6.14	7.13	0.000995	1.02	12.11	8.66	0.27
Queb. Peq.	180	TR25a	15.70	5.27	7.38	6.26	7.44	0.000911	1.06	14.83	9.13	0.27
Queb. Peq.	180	TR50a	18.40	5.27	7.61	6.35	7.67	0.000860	1.09	16.96	9.47	0.26
Queb. Peq.	180	TR100a	22.10	5.27	7.91	6.47	7.97	0.000759	1.12	19.95	10.89	0.25
Queb. Peq.	165		Culvert									
Queb. Peq.	150	TR2a	8.50	5.16	6.39		6.47	0.002675	1.30	6.55	7.25	0.44
Queb. Peq.	150	TR5a	10.20	5.16	6.53		6.62	0.002516	1.34	7.62	7.62	0.43
Queb. Peq.	150	TR10a	12.30	5.16	6.69		6.79	0.002374	1.38	8.89	8.04	0.42
Queb. Peq.	150	TR25a	15.70	5.16	6.93		7.03	0.002194	1.44	10.87	8.57	0.41
Queb. Peq.	150	TR50a	18.40	5.16	7.10		7.21	0.002083	1.49	12.37	8.87	0.40
Queb. Peq.	150	TR100a	22.10	5.16	7.32		7.44	0.001970	1.54	14.35	9.25	0.39
Queb. Peq.	140	TR2a	8.50	5.00	6.28		6.43	0.005070	1.70	5.01	5.78	0.58
Queb. Peq.	140	TR5a	10.20	5.00	6.43		6.58	0.004751	1.74	5.87	6.20	0.57
Queb. Peq.	140	TR10a	12.30	5.00	6.59		6.75	0.004429	1.78	6.92	6.67	0.56
Queb. Peq.	140	TR25a	15.70	5.00	6.83		7.00	0.004013	1.82	8.61	7.37	0.54
Queb. Peq.	140	TR50a	18.40	5.00	7.01		7.18	0.003740	1.85	9.94	7.88	0.53
Queb. Peq.	140	TR100a	22.10	5.00	7.23		7.41	0.003417	1.87	11.79	8.54	0.51



**MINISTERIO DE SEGURIDAD PÚBLICA**  
**DELEGACIÓN POLICIAL CANTONAL DE JACÓ**  
Informe de Estudio de Hidrología Básica

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
Queb. Peq.	130	TR.2a	8.50	4.92	6.27		6.38	0.003215	1.43	5.95	6.36	0.47
Queb. Peq.	130	TR.5a	10.20	4.92	6.42		6.53	0.003086	1.48	6.91	6.78	0.47
Queb. Peq.	130	TR.10a	12.30	4.92	6.58		6.70	0.002949	1.52	8.07	7.26	0.46
Queb. Peq.	130	TR.25a	15.70	4.92	6.83		6.95	0.002757	1.58	9.92	7.97	0.45
Queb. Peq.	130	TR.50a	18.40	4.92	7.00		7.14	0.002621	1.62	11.37	8.48	0.45
Queb. Peq.	130	TR.100a	22.10	4.92	7.23		7.37	0.002449	1.65	13.37	9.13	0.44
Queb. Peq.	120	TR.2a	8.50	4.85	6.27		6.34	0.002063	1.20	7.08	7.09	0.38
Queb. Peq.	120	TR.5a	10.20	4.85	6.42		6.50	0.002015	1.25	8.16	7.50	0.38
Queb. Peq.	120	TR.10a	12.30	4.85	6.58		6.67	0.001961	1.30	9.45	7.97	0.38
Queb. Peq.	120	TR.25a	15.70	4.85	6.83		6.92	0.001882	1.37	11.47	8.66	0.38
Queb. Peq.	120	TR.50a	18.40	4.85	7.00		7.11	0.001821	1.41	13.06	9.15	0.38
Queb. Peq.	120	TR.100a	22.10	4.85	7.23		7.34	0.001738	1.45	15.21	9.79	0.37
Queb. Peq.	110	TR.2a	8.50	4.78	6.26		6.32	0.001703	1.11	7.64	7.43	0.35
Queb. Peq.	110	TR.5a	10.20	4.78	6.40		6.47	0.001678	1.16	8.77	7.86	0.35
Queb. Peq.	110	TR.10a	12.30	4.78	6.57		6.65	0.001647	1.21	10.12	8.35	0.35
Queb. Peq.	110	TR.25a	15.70	4.78	6.82		6.90	0.001594	1.28	12.26	9.06	0.35
Queb. Peq.	110	TR.50a	18.40	4.78	7.00		7.08	0.001551	1.32	13.92	9.58	0.35
Queb. Peq.	110	TR.100a	22.10	4.78	7.22		7.32	0.001489	1.37	16.18	10.24	0.35
Queb. Peq.	100	TR.2a	8.50	4.72	6.25		6.30	0.001488	1.06	8.01	7.55	0.33
Queb. Peq.	100	TR.5a	10.20	4.72	6.39		6.46	0.001483	1.11	9.16	7.98	0.33
Queb. Peq.	100	TR.10a	12.30	4.72	6.56		6.63	0.001471	1.17	10.54	8.45	0.33
Queb. Peq.	100	TR.25a	15.70	4.72	6.81		6.88	0.001443	1.24	12.70	9.16	0.34
Queb. Peq.	100	TR.50a	18.40	4.72	6.98		7.07	0.001416	1.28	14.38	9.68	0.34
Queb. Peq.	100	TR.100a	22.10	4.72	7.21		7.30	0.001371	1.33	16.67	10.35	0.33
Queb. Peq.	90	TR.2a	8.50	4.65	6.24		6.29	0.001297	1.01	8.42	7.71	0.31
Queb. Peq.	90	TR.5a	10.20	4.65	6.38		6.44	0.001306	1.06	9.60	8.13	0.31
Queb. Peq.	90	TR.10a	12.30	4.65	6.55		6.61	0.001308	1.12	11.00	8.60	0.32
Queb. Peq.	90	TR.25a	15.70	4.65	6.80		6.87	0.001297	1.19	13.19	9.29	0.32
Queb. Peq.	90	TR.50a	18.40	4.65	6.98		7.05	0.001281	1.23	14.90	9.79	0.32
Queb. Peq.	90	TR.100a	22.10	4.65	7.20		7.29	0.001250	1.28	17.22	10.43	0.32
Queb. Peq.	80	TR.2a	8.50	4.59	6.23		6.27	0.001158	0.97	8.76	7.77	0.29
Queb. Peq.	80	TR.5a	10.20	4.59	6.37		6.43	0.001180	1.03	9.94	8.18	0.30
Queb. Peq.	80	TR.10a	12.30	4.59	6.54		6.60	0.001194	1.08	11.35	8.66	0.30
Queb. Peq.	80	TR.25a	15.70	4.59	6.79		6.85	0.001200	1.16	13.56	9.34	0.31
Queb. Peq.	80	TR.50a	18.40	4.59	6.97		7.04	0.001194	1.20	15.28	9.85	0.31
Queb. Peq.	80	TR.100a	22.10	4.59	7.19		7.27	0.001174	1.26	17.61	10.49	0.31
Queb. Peq.	70	TR.2a	8.50	4.59	6.22		6.26	0.001061	0.94	9.05	7.92	0.28
Queb. Peq.	70	TR.5a	10.20	4.59	6.36		6.41	0.001086	1.00	10.25	8.34	0.29
Queb. Peq.	70	TR.10a	12.30	4.59	6.53		6.59	0.001105	1.05	11.69	8.81	0.29
Queb. Peq.	70	TR.25a	15.70	4.59	6.78		6.84	0.001116	1.13	13.93	9.50	0.30
Queb. Peq.	70	TR.50a	18.40	4.59	6.96		7.03	0.001114	1.17	15.68	10.01	0.30
Queb. Peq.	70	TR.100a	22.10	4.59	7.19		7.26	0.001099	1.22	18.05	10.65	0.30

MINISTERIO DE SEGURIDAD PÚBLICA  
**DELEGACIÓN POLICIAL CANTONAL DE JACÓ**  
 Informe de Estudio de Hidrología Básica

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
Queb. Peq.	60	TR2a	8.50	4.57	6.21	5.34	6.25	0.000949	0.90	9.43	8.09	0.27
Queb. Peq.	60	TR5a	10.20	4.57	6.36	5.42	6.40	0.000978	0.96	10.66	8.50	0.27
Queb. Peq.	60	TR10a	12.30	4.57	6.52	5.52	6.58	0.001001	1.01	12.12	8.98	0.28
Queb. Peq.	60	TR25a	15.70	4.57	6.77	5.67	6.83	0.001020	1.09	14.41	9.67	0.28
Queb. Peq.	60	TR50a	18.40	4.57	6.95	5.77	7.01	0.001022	1.14	16.19	10.17	0.29
Queb. Peq.	60	TR100a	22.10	4.57	7.18	5.90	7.25	0.001014	1.19	18.60	10.82	0.29
Queb. Peq.	45		Culvert									
Queb. Peq.	30	TR2a	8.50	4.57	6.14		6.19	0.001098	0.94	9.01	8.10	0.29
Queb. Peq.	30	TR5a	10.20	4.57	6.27		6.32	0.001160	1.01	10.09	8.49	0.30
Queb. Peq.	30	TR10a	12.30	4.57	6.42		6.48	0.001225	1.08	11.34	8.93	0.31
Queb. Peq.	30	TR25a	15.70	4.57	6.62		6.69	0.001314	1.19	13.23	9.55	0.32
Queb. Peq.	30	TR50a	18.40	4.57	6.76		6.84	0.001373	1.26	14.63	9.98	0.33
Queb. Peq.	30	TR100a	22.10	4.57	6.94		7.03	0.001443	1.34	16.45	10.51	0.34
Queb. Peq.	20	TR2a	8.50	4.57	6.13		6.18	0.001106	0.94	9.01	8.17	0.29
Queb. Peq.	20	TR5a	10.20	4.57	6.26		6.31	0.001168	1.01	10.09	8.57	0.30
Queb. Peq.	20	TR10a	12.30	4.57	6.40		6.46	0.001232	1.08	11.35	9.01	0.31
Queb. Peq.	20	TR25a	15.70	4.57	6.61		6.68	0.001318	1.18	13.25	9.64	0.32
Queb. Peq.	20	TR50a	18.40	4.57	6.75		6.83	0.001376	1.25	14.66	10.08	0.33
Queb. Peq.	20	TR100a	22.10	4.57	6.93		7.02	0.001444	1.34	16.49	10.63	0.34
Queb. Peq.	10	TR2a	8.50	4.57	6.12		6.16	0.001117	0.94	9.00	8.25	0.29
Queb. Peq.	10	TR5a	10.20	4.57	6.25		6.30	0.001177	1.01	10.09	8.65	0.30
Queb. Peq.	10	TR10a	12.30	4.57	6.39		6.45	0.001239	1.08	11.36	9.10	0.31
Queb. Peq.	10	TR25a	15.70	4.57	6.59		6.66	0.001323	1.18	13.27	9.74	0.32
Queb. Peq.	10	TR50a	18.40	4.57	6.74		6.82	0.001379	1.25	14.69	10.19	0.33
Queb. Peq.	10	TR100a	22.10	4.57	6.91		7.00	0.001444	1.34	16.54	10.75	0.34
Queb. Peq.	0	TR2a	8.50	4.57	6.11		6.15	0.001127	0.94	9.00	8.32	0.29
Queb. Peq.	0	TR5a	10.20	4.57	6.24		6.29	0.001185	1.01	10.09	8.74	0.30
Queb. Peq.	0	TR10a	12.30	4.57	6.38		6.44	0.001246	1.08	11.37	9.19	0.31
Queb. Peq.	0	TR25a	15.70	4.57	6.58		6.65	0.001328	1.18	13.29	9.85	0.32
Queb. Peq.	0	TR50a	18.40	4.57	6.72		6.80	0.001382	1.25	14.72	10.30	0.33
Queb. Peq.	0	TR100a	22.10	4.57	6.90		6.99	0.001445	1.33	16.59	10.87	0.34
Queb. Peq.	-0.8695*	TR2a	8.50	4.57	6.10		6.14	0.001159	0.95	8.91	8.29	0.29
Queb. Peq.	-0.8695*	TR5a	10.20	4.57	6.22		6.28	0.001219	1.02	9.99	8.70	0.30
Queb. Peq.	-0.8695*	TR10a	12.30	4.57	6.36		6.43	0.001281	1.09	11.25	9.15	0.31
Queb. Peq.	-0.8695*	TR25a	15.70	4.57	6.57		6.64	0.001365	1.19	13.16	9.80	0.33
Queb. Peq.	-0.8695*	TR50a	18.40	4.57	6.71		6.79	0.001420	1.26	14.58	10.26	0.34
Queb. Peq.	-0.8695*	TR100a	22.10	4.57	6.88		6.97	0.001484	1.35	16.42	10.82	0.35
Queb. Peq.	-1.7391*	TR2a	8.50	4.57	6.08		6.13	0.001197	0.97	8.80	8.24	0.30
Queb. Peq.	-1.7391*	TR5a	10.20	4.57	6.21		6.26	0.001258	1.03	9.87	8.65	0.31
Queb. Peq.	-1.7391*	TR10a	12.30	4.57	6.35		6.41	0.001322	1.11	11.12	9.11	0.32
Queb. Peq.	-1.7391*	TR25a	15.70	4.57	6.55		6.62	0.001407	1.21	13.01	9.75	0.33
Queb. Peq.	-1.7391*	TR50a	18.40	4.57	6.69		6.77	0.001463	1.28	14.41	10.20	0.34
Queb. Peq.	-1.7391*	TR100a	22.10	4.57	6.87		6.96	0.001529	1.36	16.24	10.77	0.35

MINISTERIO DE SEGURIDAD PÚBLICA  
**DELEGACIÓN POLICIAL CANTONAL DE JACÓ**  
 Informe de Estudio de Hidrología Básica

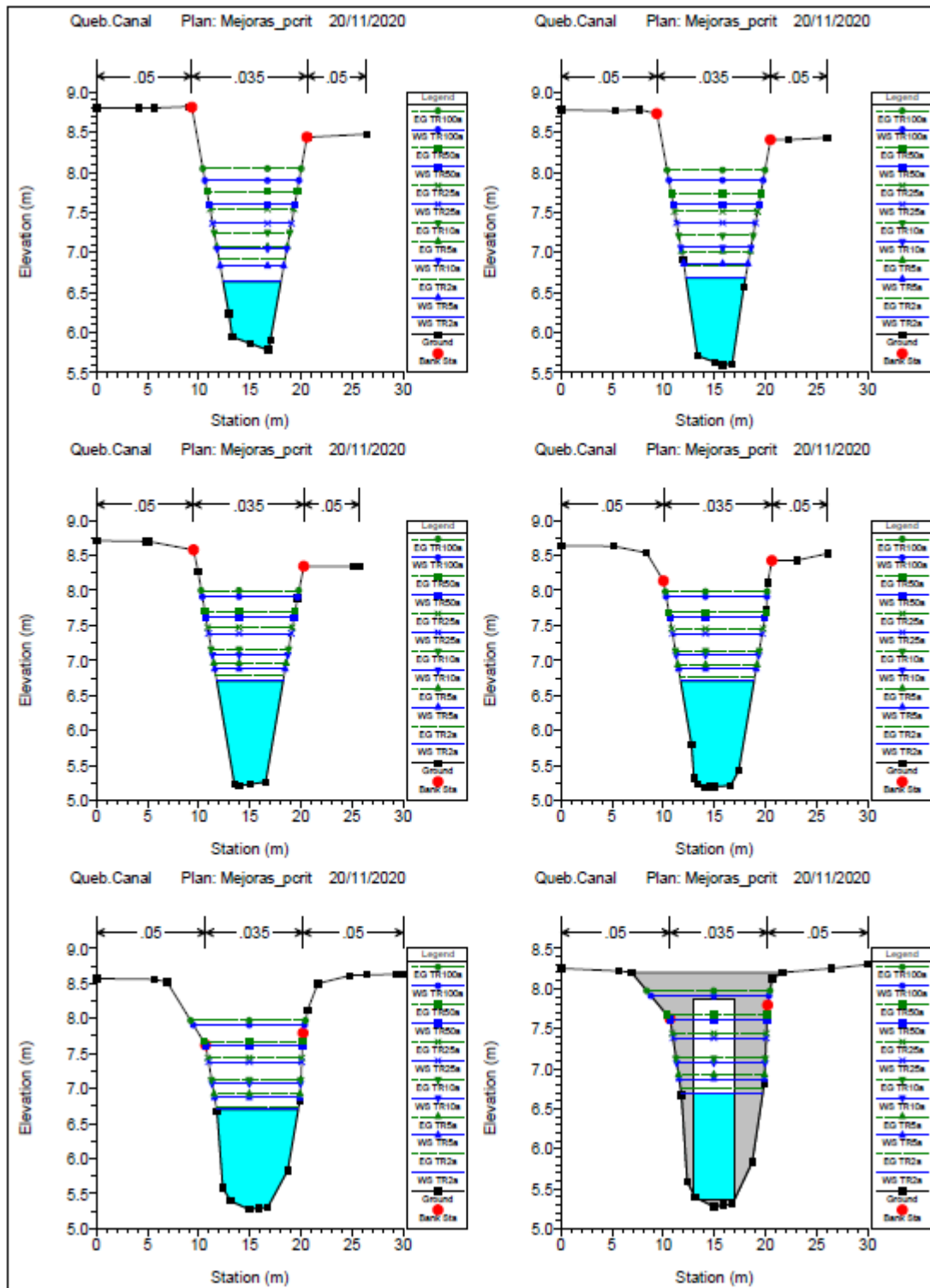
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Queb. Peq.	-2.6087*	TR.2a	8.50	4.56	6.07		6.12	0.001235	0.98	8.70	8.20	0.30
Queb. Peq.	-2.6087*	TR.5a	10.20	4.56	6.20		6.25	0.001298	1.04	9.76	8.61	0.31
Queb. Peq.	-2.6087*	TR.10a	12.30	4.56	6.34		6.40	0.001363	1.12	11.00	9.06	0.32
Queb. Peq.	-2.6087*	TR.25a	15.70	4.56	6.54		6.61	0.001450	1.22	12.86	9.70	0.34
Queb. Peq.	-2.6087*	TR.50a	18.40	4.56	6.68		6.76	0.001508	1.29	14.26	10.15	0.35
Queb. Peq.	-2.6087*	TR.100a	22.10	4.56	6.85		6.95	0.001575	1.38	16.06	10.71	0.36
Queb. Peq.	-3.4782*	TR.2a	8.50	4.56	6.06		6.11	0.001275	0.99	8.60	8.16	0.31
Queb. Peq.	-3.4782*	TR.5a	10.20	4.56	6.18		6.24	0.001340	1.06	9.65	8.57	0.32
Queb. Peq.	-3.4782*	TR.10a	12.30	4.56	6.32		6.39	0.001407	1.13	10.87	9.01	0.33
Queb. Peq.	-3.4782*	TR.25a	15.70	4.56	6.52		6.60	0.001497	1.23	12.72	9.65	0.34
Queb. Peq.	-3.4782*	TR.50a	18.40	4.56	6.66		6.75	0.001556	1.31	14.09	10.10	0.35
Queb. Peq.	-3.4782*	TR.100a	22.10	4.56	6.83		6.93	0.001624	1.39	15.88	10.65	0.36
Queb. Peq.	-4.3478*	TR.2a	8.50	4.56	6.04		6.09	0.001319	1.00	8.49	8.12	0.31
Queb. Peq.	-4.3478*	TR.5a	10.20	4.56	6.17		6.23	0.001385	1.07	9.53	8.52	0.32
Queb. Peq.	-4.3478*	TR.10a	12.30	4.56	6.31		6.37	0.001454	1.15	10.74	8.96	0.33
Queb. Peq.	-4.3478*	TR.25a	15.70	4.56	6.50		6.58	0.001546	1.25	12.56	9.60	0.35
Queb. Peq.	-4.3478*	TR.50a	18.40	4.56	6.64		6.73	0.001606	1.32	13.93	10.04	0.36
Queb. Peq.	-4.3478*	TR.100a	22.10	4.56	6.81		6.91	0.001676	1.41	15.70	10.60	0.37
Queb. Peq.	-5.2173*	TR.2a	8.50	4.56	6.03		6.08	0.001370	1.01	8.38	8.07	0.32
Queb. Peq.	-5.2173*	TR.5a	10.20	4.56	6.15		6.21	0.001438	1.09	9.40	8.47	0.33
Queb. Peq.	-5.2173*	TR.10a	12.30	4.56	6.29		6.36	0.001509	1.16	10.59	8.91	0.34
Queb. Peq.	-5.2173*	TR.25a	15.70	4.56	6.49		6.57	0.001603	1.27	12.40	9.54	0.35
Queb. Peq.	-5.2173*	TR.50a	18.40	4.56	6.62		6.71	0.001665	1.34	13.74	9.98	0.36
Queb. Peq.	-5.2173*	TR.100a	22.10	4.56	6.79		6.90	0.001736	1.43	15.49	10.53	0.38
Queb. Peq.	-6.0869*	TR.2a	8.50	4.56	6.01		6.07	0.001423	1.03	8.26	8.03	0.32
Queb. Peq.	-6.0869*	TR.5a	10.20	4.56	6.14		6.20	0.001493	1.10	9.27	8.42	0.33
Queb. Peq.	-6.0869*	TR.10a	12.30	4.56	6.27		6.34	0.001566	1.18	10.45	8.86	0.35
Queb. Peq.	-6.0869*	TR.25a	15.70	4.56	6.47		6.55	0.001662	1.28	12.23	9.48	0.36
Queb. Peq.	-6.0869*	TR.50a	18.40	4.56	6.60		6.70	0.001725	1.36	13.56	9.92	0.37
Queb. Peq.	-6.0869*	TR.100a	22.10	4.56	6.77		6.88	0.001798	1.45	15.29	10.47	0.38
Queb. Peq.	-6.9565*	TR.2a	8.50	4.56	6.00		6.05	0.001481	1.04	8.14	7.98	0.33
Queb. Peq.	-6.9565*	TR.5a	10.20	4.56	6.12		6.18	0.001553	1.12	9.14	8.37	0.34
Queb. Peq.	-6.9565*	TR.10a	12.30	4.56	6.26		6.33	0.001628	1.19	10.30	8.80	0.35
Queb. Peq.	-6.9565*	TR.25a	15.70	4.56	6.45		6.53	0.001727	1.30	12.06	9.42	0.37
Queb. Peq.	-6.9565*	TR.50a	18.40	4.56	6.58		6.68	0.001792	1.38	13.37	9.86	0.38
Queb. Peq.	-6.9565*	TR.100a	22.10	4.56	6.75		6.86	0.001866	1.47	15.08	10.40	0.39
Queb. Peq.	-7.8260*	TR.2a	8.50	4.56	5.98		6.04	0.001545	1.06	8.02	7.92	0.34
Queb. Peq.	-7.8260*	TR.5a	10.20	4.56	6.10		6.17	0.001620	1.13	9.00	8.31	0.35
Queb. Peq.	-7.8260*	TR.10a	12.30	4.56	6.24		6.31	0.001697	1.21	10.15	8.75	0.36
Queb. Peq.	-7.8260*	TR.25a	15.70	4.56	6.43		6.52	0.001798	1.32	11.88	9.36	0.37
Queb. Peq.	-7.8260*	TR.50a	18.40	4.56	6.56		6.66	0.001865	1.40	13.18	9.80	0.38
Queb. Peq.	-7.8260*	TR.100a	22.10	4.56	6.73		6.84	0.001941	1.49	14.87	10.34	0.40

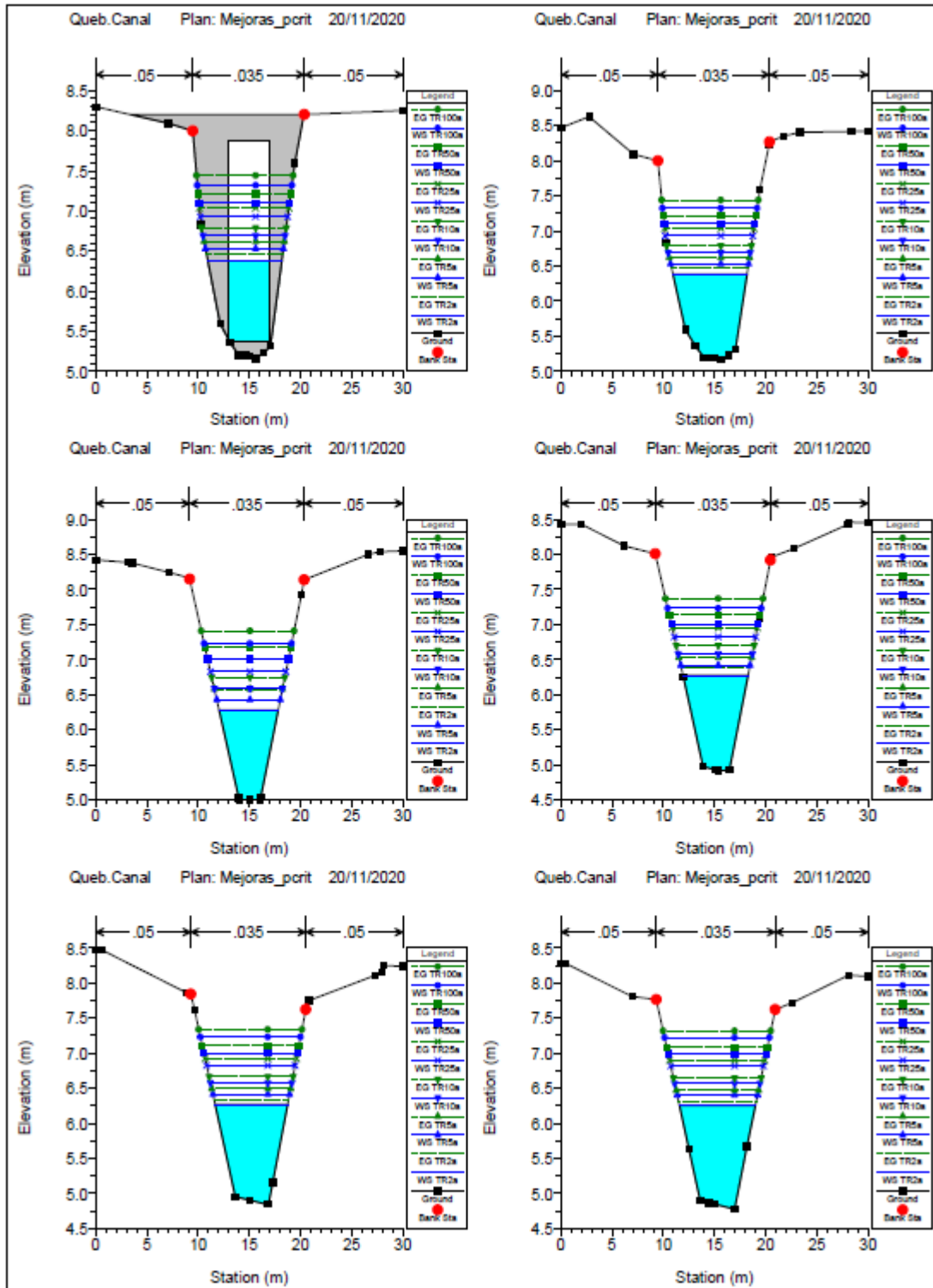
MINISTERIO DE SEGURIDAD PÚBLICA  
**DELEGACIÓN POLICIAL CANTONAL DE JACÓ**  
 Informe de Estudio de Hidrología Básica

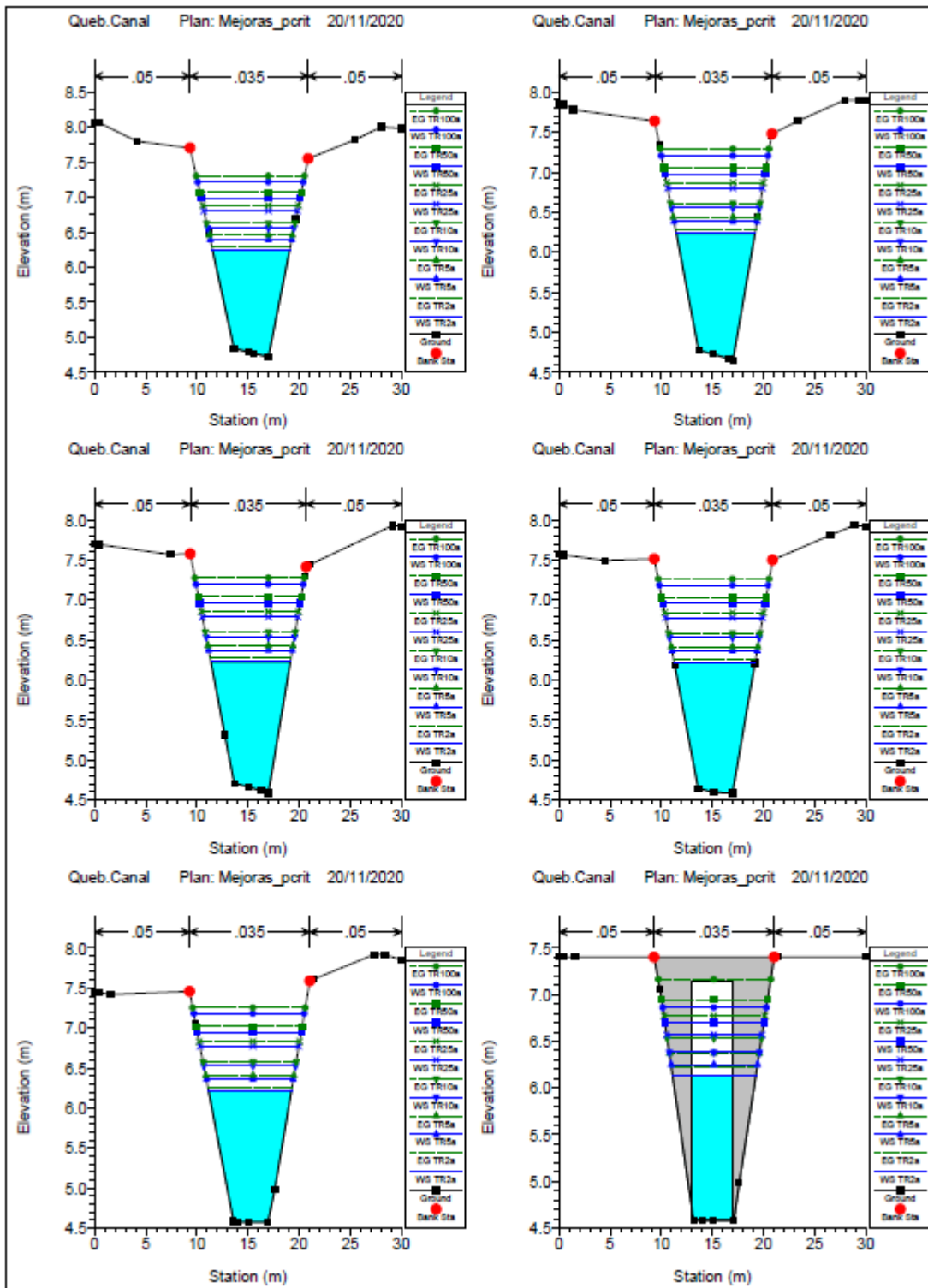
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Queb. Peq.	-8.6956*	TR2a	8.50	4.56	5.96		6.02	0.001620	1.08	7.88	7.87	0.34
Queb. Peq.	-8.6956*	TR5a	10.20	4.56	6.08		6.15	0.001697	1.15	8.85	8.25	0.36
Queb. Peq.	-8.6956*	TR10a	12.30	4.56	6.22		6.29	0.001776	1.23	9.98	8.68	0.37
Queb. Peq.	-8.6956*	TR25a	15.70	4.56	6.41		6.50	0.001880	1.34	11.69	9.30	0.38
Queb. Peq.	-8.6956*	TR50a	18.40	4.56	6.54		6.64	0.001948	1.42	12.97	9.73	0.39
Queb. Peq.	-8.6956*	TR100a	22.10	4.56	6.71		6.82	0.002026	1.51	14.63	10.26	0.40
Queb. Peq.	-9.5652*	TR2a	8.50	4.56	5.95		6.01	0.001698	1.10	7.75	7.81	0.35
Queb. Peq.	-9.5652*	TR5a	10.20	4.56	6.06		6.13	0.001778	1.17	8.70	8.19	0.36
Queb. Peq.	-9.5652*	TR10a	12.30	4.56	6.20		6.28	0.001860	1.25	9.81	8.62	0.38
Queb. Peq.	-9.5652*	TR25a	15.70	4.56	6.39		6.48	0.001967	1.37	11.50	9.23	0.39
Queb. Peq.	-9.5652*	TR50a	18.40	4.56	6.52		6.63	0.002037	1.44	12.76	9.65	0.40
Queb. Peq.	-9.5652*	TR100a	22.10	4.56	6.68		6.80	0.002116	1.54	14.40	10.19	0.41
Queb. Peq.	-10.434*	TR2a	8.50	4.56	5.93		5.99	0.001788	1.12	7.60	7.75	0.36
Queb. Peq.	-10.434*	TR5a	10.20	4.56	6.04		6.12	0.001871	1.19	8.54	8.13	0.37
Queb. Peq.	-10.434*	TR10a	12.30	4.56	6.18		6.26	0.001955	1.28	9.63	8.55	0.38
Queb. Peq.	-10.434*	TR25a	15.70	4.56	6.36		6.46	0.002065	1.39	11.29	9.15	0.40
Queb. Peq.	-10.434*	TR50a	18.40	4.56	6.50		6.61	0.002137	1.47	12.53	9.58	0.41
Queb. Peq.	-10.434*	TR100a	22.10	4.56	6.66		6.78	0.002220	1.56	14.14	10.10	0.42
Queb. Peq.	-11.304*	TR2a	8.50	4.56	5.91		5.97	0.001891	1.14	7.45	7.69	0.37
Queb. Peq.	-11.304*	TR5a	10.20	4.56	6.02		6.10	0.001976	1.22	8.37	8.06	0.38
Queb. Peq.	-11.304*	TR10a	12.30	4.56	6.15		6.24	0.002063	1.30	9.44	8.48	0.39
Queb. Peq.	-11.304*	TR25a	15.70	4.56	6.34		6.44	0.002176	1.42	11.08	9.08	0.41
Queb. Peq.	-11.304*	TR50a	18.40	4.56	6.47		6.58	0.002251	1.50	12.29	9.50	0.42
Queb. Peq.	-11.304*	TR100a	22.10	4.56	6.63		6.76	0.002337	1.59	13.88	10.02	0.43
Queb. Peq.	-12.173*	TR2a	8.50	4.56	5.88		5.95	0.002014	1.17	7.28	7.62	0.38
Queb. Peq.	-12.173*	TR5a	10.20	4.56	6.00		6.08	0.002103	1.25	8.18	7.99	0.39
Queb. Peq.	-12.173*	TR10a	12.30	4.56	6.13		6.22	0.002192	1.33	9.24	8.40	0.41
Queb. Peq.	-12.173*	TR25a	15.70	4.56	6.31		6.42	0.002310	1.45	10.84	8.99	0.42
Queb. Peq.	-12.173*	TR50a	18.40	4.56	6.44		6.56	0.002387	1.53	12.03	9.41	0.43
Queb. Peq.	-12.173*	TR100a	22.10	4.56	6.60		6.74	0.002474	1.63	13.59	9.92	0.44
Queb. Peq.	-13.043*	TR2a	8.50	4.56	5.86		5.93	0.002152	1.20	7.11	7.54	0.39
Queb. Peq.	-13.043*	TR5a	10.20	4.56	5.97		6.06	0.002244	1.28	7.99	7.91	0.41
Queb. Peq.	-13.043*	TR10a	12.30	4.56	6.10		6.20	0.002336	1.36	9.02	8.32	0.42
Queb. Peq.	-13.043*	TR25a	15.70	4.56	6.28		6.40	0.002460	1.48	10.59	8.90	0.43
Queb. Peq.	-13.043*	TR50a	18.40	4.56	6.41		6.54	0.002540	1.56	11.76	9.31	0.44
Queb. Peq.	-13.043*	TR100a	22.10	4.56	6.57		6.71	0.002629	1.66	13.29	9.83	0.46
Queb. Peq.	-13.913*	TR2a	8.50	4.55	5.83		5.91	0.002314	1.23	6.92	7.46	0.41
Queb. Peq.	-13.913*	TR5a	10.20	4.55	5.95		6.04	0.002409	1.31	7.79	7.82	0.42
Queb. Peq.	-13.913*	TR10a	12.30	4.55	6.07		6.17	0.002507	1.40	8.80	8.23	0.43
Queb. Peq.	-13.913*	TR25a	15.70	4.55	6.25		6.37	0.002635	1.52	10.32	8.80	0.45
Queb. Peq.	-13.913*	TR50a	18.40	4.55	6.38		6.51	0.002717	1.60	11.47	9.21	0.46
Queb. Peq.	-13.913*	TR100a	22.10	4.55	6.54		6.69	0.002808	1.70	12.97	9.72	0.47

**MINISTERIO DE SEGURIDAD PÚBLICA**  
**DELEGACIÓN POLICIAL CANTONAL DE JACÓ**  
Informe de Estudio de Hidrología Básica

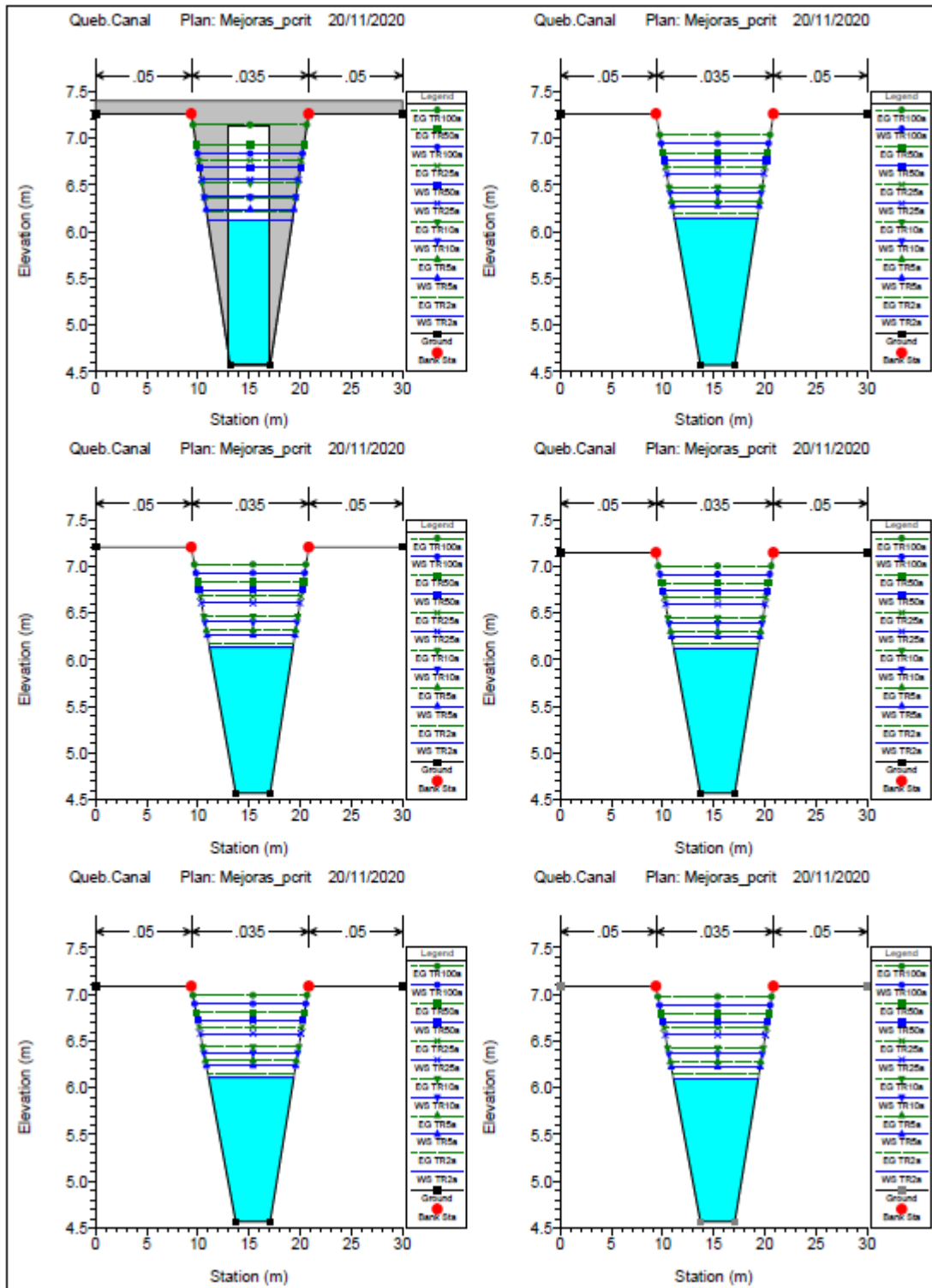
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Queb. Peq.	-14.782*	TR2a	8.50	4.55	5.81		5.89	0.002512	1.26	6.72	7.37	0.42
Queb. Peq.	-14.782*	TR5a	10.20	4.55	5.92		6.01	0.002613	1.35	7.56	7.73	0.44
Queb. Peq.	-14.782*	TR10a	12.30	4.55	6.04		6.15	0.002714	1.44	8.54	8.13	0.45
Queb. Peq.	-14.782*	TR25a	15.70	4.55	6.22		6.34	0.002846	1.56	10.04	8.70	0.46
Queb. Peq.	-14.782*	TR50a	18.40	4.55	6.34		6.48	0.002930	1.65	11.15	9.10	0.48
Queb. Peq.	-14.782*	TR100a	22.10	4.55	6.50		6.66	0.003024	1.75	12.62	9.60	0.49
Queb. Peq.	-15.652*	TR2a	8.50	4.55	5.77		5.86	0.002770	1.31	6.49	7.27	0.44
Queb. Peq.	-15.652*	TR5a	10.20	4.55	5.88		5.98	0.002875	1.40	7.30	7.62	0.46
Queb. Peq.	-15.652*	TR10a	12.30	4.55	6.01		6.12	0.002979	1.49	8.26	8.01	0.47
Queb. Peq.	-15.652*	TR25a	15.70	4.55	6.18		6.31	0.003114	1.62	9.71	8.58	0.49
Queb. Peq.	-15.652*	TR50a	18.40	4.55	6.31		6.45	0.003200	1.70	10.80	8.97	0.50
Queb. Peq.	-15.652*	TR100a	22.10	4.55	6.46		6.63	0.003301	1.81	12.22	9.47	0.51
Queb. Peq.	-16.521*	TR2a	8.50	4.55	5.74		5.83	0.003095	1.36	6.23	7.16	0.47
Queb. Peq.	-16.521*	TR5a	10.20	4.55	5.85		5.95	0.003204	1.45	7.02	7.50	0.48
Queb. Peq.	-16.521*	TR10a	12.30	4.55	5.97		6.09	0.003310	1.55	7.95	7.89	0.49
Queb. Peq.	-16.521*	TR25a	15.70	4.55	6.14		6.28	0.003448	1.68	9.36	8.44	0.51
Queb. Peq.	-16.521*	TR50a	18.40	4.55	6.26		6.42	0.003543	1.77	10.40	8.83	0.52
Queb. Peq.	-16.521*	TR100a	22.10	4.55	6.41		6.59	0.003646	1.88	11.78	9.31	0.53
Queb. Peq.	-17.391*	TR2a	8.50	4.55	5.70		5.80	0.003534	1.43	5.94	7.02	0.50
Queb. Peq.	-17.391*	TR5a	10.20	4.55	5.80		5.92	0.003645	1.52	6.70	7.36	0.51
Queb. Peq.	-17.391*	TR10a	12.30	4.55	5.92		6.05	0.003751	1.62	7.59	7.74	0.52
Queb. Peq.	-17.391*	TR25a	15.70	4.55	6.09		6.25	0.003901	1.76	8.94	8.28	0.54
Queb. Peq.	-17.391*	TR50a	18.40	4.55	6.21		6.38	0.004000	1.85	9.95	8.66	0.55
Queb. Peq.	-17.391*	TR100a	22.10	4.55	6.36		6.55	0.004105	1.96	11.27	9.14	0.56
Queb. Peq.	-18.260*	TR2a	8.50	4.55	5.64		5.76	0.004190	1.52	5.59	6.86	0.54
Queb. Peq.	-18.260*	TR5a	10.20	4.55	5.75		5.88	0.004299	1.62	6.31	7.19	0.55
Queb. Peq.	-18.260*	TR10a	12.30	4.55	5.86		6.01	0.004415	1.72	7.16	7.56	0.56
Queb. Peq.	-18.260*	TR25a	15.70	4.55	6.03		6.20	0.004567	1.86	8.44	8.08	0.58
Queb. Peq.	-18.260*	TR50a	18.40	4.55	6.14		6.34	0.004670	1.96	9.40	8.46	0.59
Queb. Peq.	-18.260*	TR100a	22.10	4.55	6.29		6.51	0.004775	2.07	10.67	8.92	0.61
Queb. Peq.	-19.130*	TR2a	8.50	4.55	5.57	5.31	5.71	0.005392	1.67	5.10	6.63	0.61
Queb. Peq.	-19.130*	TR5a	10.20	4.55	5.67		5.83	0.005511	1.77	5.77	6.95	0.62
Queb. Peq.	-19.130*	TR10a	12.30	4.55	5.78		5.96	0.005605	1.87	6.57	7.30	0.63
Queb. Peq.	-19.130*	TR25a	15.70	4.55	5.94	5.64	6.15	0.005730	2.02	7.77	7.81	0.65
Queb. Peq.	-19.130*	TR50a	18.40	4.55	6.06	5.74	6.29	0.005808	2.12	8.68	8.18	0.66
Queb. Peq.	-19.130*	TR100a	22.10	4.55	6.20	5.87	6.45	0.005912	2.24	9.86	8.63	0.67
Queb. Peq.	-20	TR2a	8.50	4.55	5.31	5.31	5.61	0.015883	2.44	3.48	5.79	1.01
Queb. Peq.	-20	TR5a	10.20	4.55	5.40	5.40	5.73	0.015499	2.56	3.99	6.07	1.01
Queb. Peq.	-20	TR10a	12.30	4.55	5.49	5.49	5.86	0.015143	2.68	4.60	6.38	1.01
Queb. Peq.	-20	TR25a	15.70	4.55	5.64	5.64	6.05	0.014687	2.84	5.53	6.83	1.01
Queb. Peq.	-20	TR50a	18.40	4.55	5.74	5.74	6.18	0.014390	2.95	6.25	7.16	1.01
Queb. Peq.	-20	TR100a	22.10	4.55	5.87	5.87	6.35	0.013875	3.06	7.23	7.59	1.00

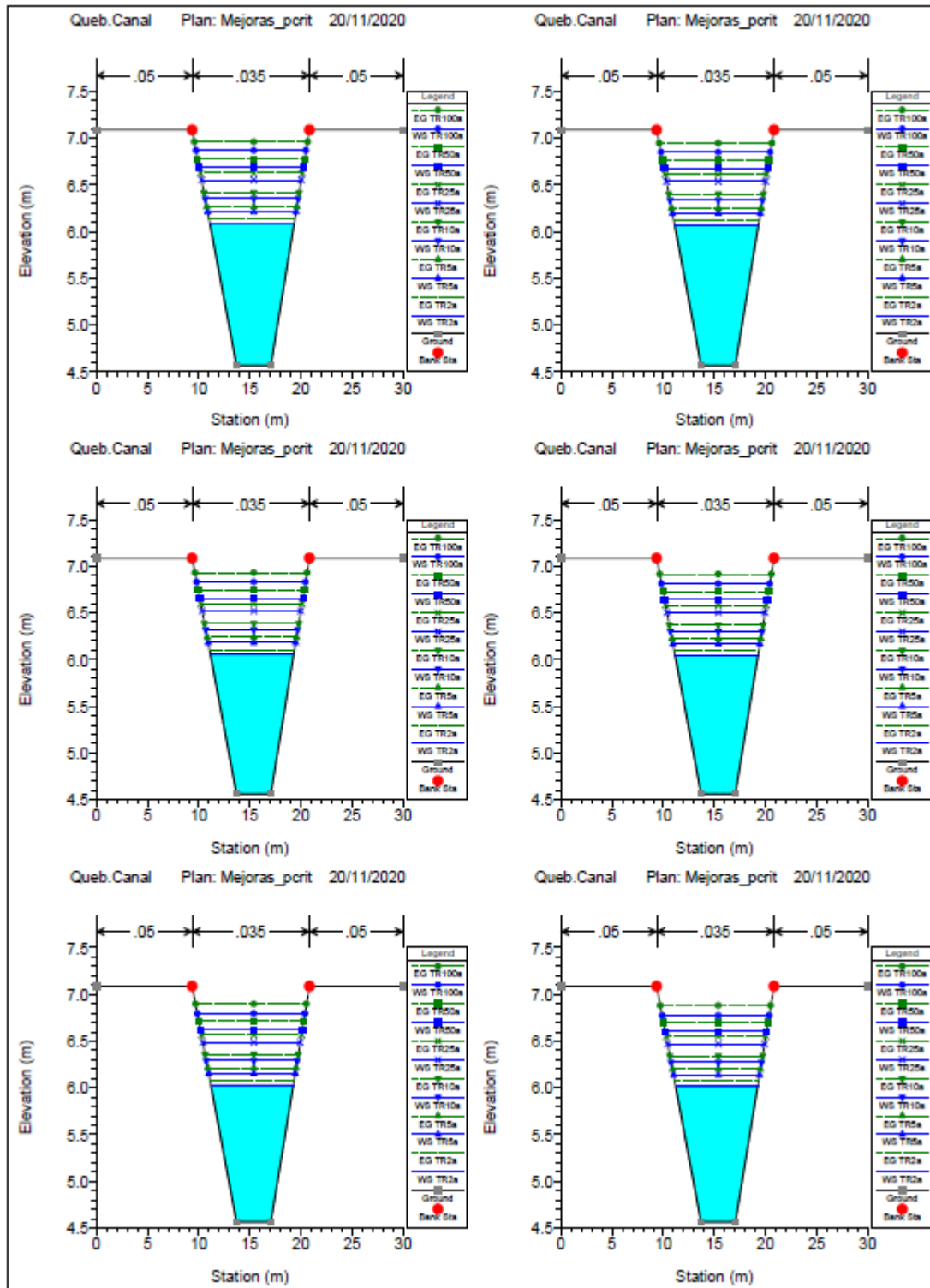


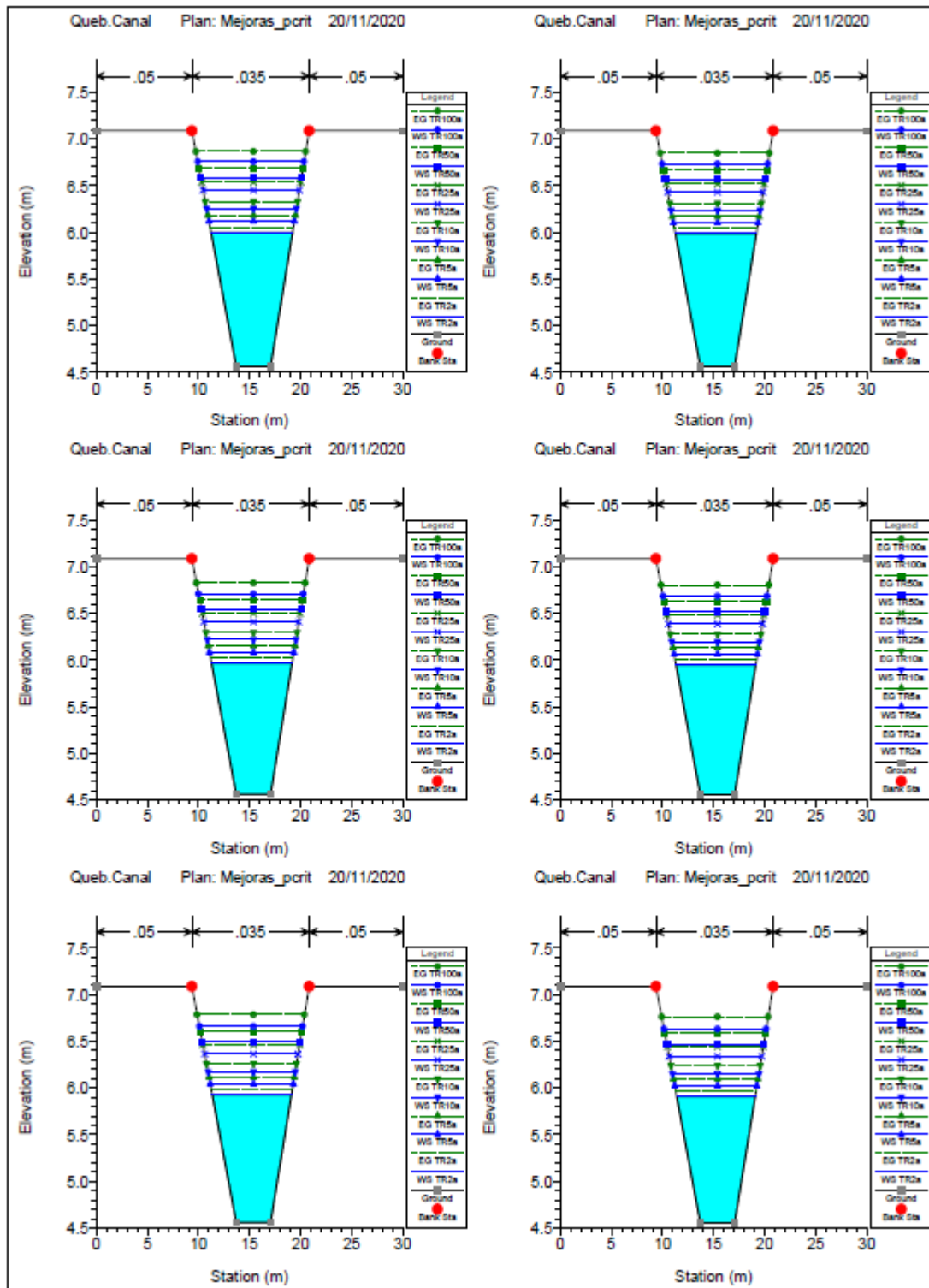


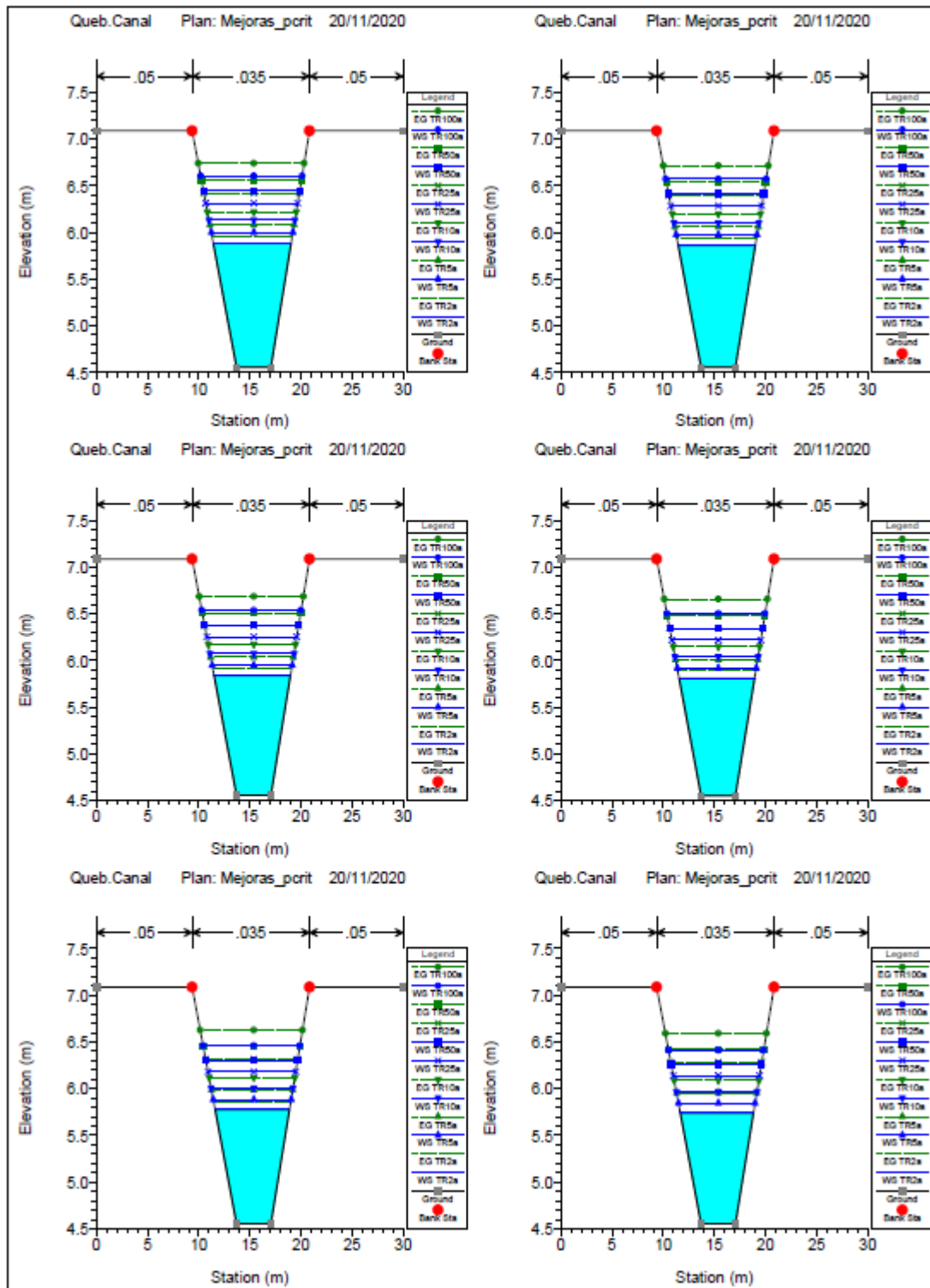


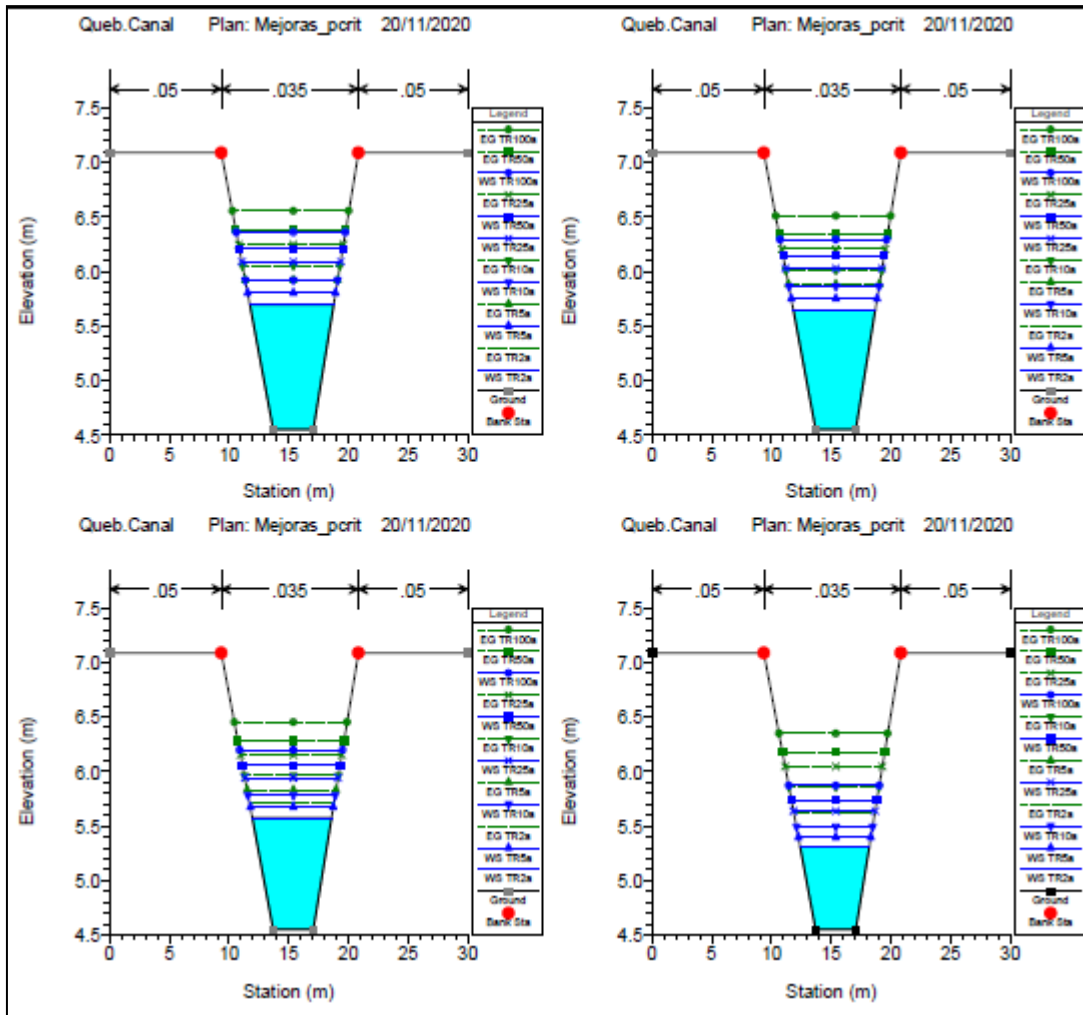












4. Condición mejorada, escenario de condición de frontera aguas abajo profundidad de marea alta

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
Queb. Peq.	214.96	TR2a	8.50	5.78	7.49	6.61	7.53	0.000948	0.90	9.45	8.07	0.27
Queb. Peq.	214.96	TR5a	10.20	5.78	7.53	6.70	7.58	0.001251	1.05	9.75	8.18	0.31
Queb. Peq.	210	TR2a	8.50	5.59	7.49		7.53	0.000705	0.82	10.42	8.07	0.23
Queb. Peq.	210	TR5a	10.20	5.59	7.53		7.58	0.000938	0.95	10.73	8.18	0.27
Queb. Peq.	200	TR2a	8.50	5.21	7.49		7.52	0.000382	0.66	12.87	8.35	0.17
Queb. Peq.	200	TR5a	10.20	5.21	7.53		7.56	0.000514	0.77	13.20	8.44	0.20
Queb. Peq.	190	TR2a	8.50	5.19	7.50		7.51	0.000277	0.58	14.60	9.05	0.15
Queb. Peq.	190	TR5a	10.20	5.19	7.53		7.56	0.000373	0.68	14.95	9.14	0.17
Queb. Peq.	180	TR2a	8.50	5.27	7.49	5.98	7.51	0.000221	0.54	15.86	9.30	0.13
Queb. Peq.	180	TR5a	10.20	5.27	7.53	6.05	7.55	0.000299	0.63	16.23	9.35	0.15
Queb. Peq.	165		Culvert									
Queb. Peq.	150	TR2a	8.50	5.16	7.46		7.47	0.000230	0.54	15.62	9.48	0.14
Queb. Peq.	150	TR5a	10.20	5.16	7.48		7.50	0.000319	0.64	15.83	9.52	0.16
Queb. Peq.	140	TR2a	8.50	5.00	7.45		7.47	0.000337	0.62	13.72	9.17	0.16
Queb. Peq.	140	TR5a	10.20	5.00	7.47		7.49	0.000470	0.73	13.89	9.23	0.19
Queb. Peq.	130	TR2a	8.50	4.92	7.45		7.46	0.000247	0.55	15.43	9.76	0.14
Queb. Peq.	130	TR5a	10.20	4.92	7.47		7.49	0.000344	0.65	15.61	9.81	0.17
Queb. Peq.	120	TR2a	8.50	4.85	7.45		7.46	0.000179	0.49	17.40	10.40	0.12
Queb. Peq.	120	TR5a	10.20	4.85	7.47		7.48	0.000250	0.58	17.59	10.45	0.14
Queb. Peq.	110	TR2a	8.50	4.78	7.45		7.46	0.000153	0.46	18.54	10.89	0.11
Queb. Peq.	110	TR5a	10.20	4.78	7.47		7.48	0.000213	0.54	18.74	10.94	0.13
Queb. Peq.	100	TR2a	8.50	4.72	7.45		7.46	0.000139	0.44	19.16	11.02	0.11
Queb. Peq.	100	TR5a	10.20	4.72	7.46		7.48	0.000195	0.53	19.36	11.07	0.13
Queb. Peq.	90	TR2a	8.50	4.65	7.45		7.45	0.000127	0.43	19.81	11.11	0.10
Queb. Peq.	90	TR5a	10.20	4.65	7.46		7.48	0.000178	0.51	20.01	11.17	0.12
Queb. Peq.	80	TR2a	8.50	4.59	7.44		7.45	0.000118	0.42	20.32	11.57	0.10
Queb. Peq.	80	TR5a	10.20	4.59	7.46		7.47	0.000164	0.50	20.52	11.89	0.12
Queb. Peq.	70	TR2a	8.50	4.59	7.44		7.45	0.000110	0.41	20.89	11.38	0.10
Queb. Peq.	70	TR5a	10.20	4.59	7.46		7.47	0.000154	0.48	21.09	11.43	0.11
Queb. Peq.	60	TR2a	8.50	4.57	7.44	5.34	7.45	0.000101	0.39	21.64	18.34	0.09
Queb. Peq.	60	TR5a	10.20	4.57	7.46	5.42	7.47	0.000141	0.47	21.98	20.89	0.11
Queb. Peq.	45		Culvert									
Queb. Peq.	30	TR2a	8.50	4.57	7.42		7.43	0.000091	0.38	24.72	30.00	0.09
Queb. Peq.	30	TR5a	10.20	4.57	7.43		7.44	0.000129	0.46	24.95	30.00	0.11
Queb. Peq.	20	TR2a	8.50	4.57	7.42		7.42	0.000085	0.37	26.01	30.00	0.09
Queb. Peq.	20	TR5a	10.20	4.57	7.43		7.44	0.000121	0.45	26.24	30.00	0.10

MINISTERIO DE SEGURIDAD PÚBLICA  
**DELEGACIÓN POLICIAL CANTONAL DE JACÓ**  
 Informe de Estudio de Hidrología Básica

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
Queb. Peq.	10	TR.2a	8.50	4.57	7.42		7.42	0.000080	0.37	27.31	30.00	0.08
Queb. Peq.	10	TR.5a	10.20	4.57	7.42		7.43	0.000113	0.44	27.54	30.00	0.10
Queb. Peq.	0	TR.2a	8.50	4.57	7.42		7.42	0.000074	0.36	28.59	30.00	0.08
Queb. Peq.	0	TR.5a	10.20	4.57	7.42		7.43	0.000105	0.43	28.81	30.00	0.10
Queb. Peq.	-0.8695*	TR.2a	8.50	4.57	7.42		7.42	0.000074	0.36	28.58	30.00	0.08
Queb. Peq.	-0.8695*	TR.5a	10.20	4.57	7.42		7.43	0.000105	0.43	28.79	30.00	0.10
Queb. Peq.	-1.7391*	TR.2a	8.50	4.57	7.42		7.42	0.000074	0.36	28.55	30.00	0.08
Queb. Peq.	-1.7391*	TR.5a	10.20	4.57	7.42		7.43	0.000106	0.43	28.76	30.00	0.10
Queb. Peq.	-2.6087*	TR.2a	8.50	4.56	7.41		7.42	0.000075	0.36	28.54	30.00	0.08
Queb. Peq.	-2.6087*	TR.5a	10.20	4.56	7.42		7.43	0.000106	0.43	28.73	30.00	0.10
Queb. Peq.	-3.4782*	TR.2a	8.50	4.56	7.41		7.42	0.000075	0.36	28.52	30.00	0.08
Queb. Peq.	-3.4782*	TR.5a	10.20	4.56	7.42		7.43	0.000106	0.43	28.71	30.00	0.10
Queb. Peq.	-4.3478*	TR.2a	8.50	4.56	7.41		7.42	0.000075	0.36	28.51	30.00	0.08
Queb. Peq.	-4.3478*	TR.5a	10.20	4.56	7.42		7.43	0.000106	0.43	28.68	30.00	0.10
Queb. Peq.	-5.2173*	TR.2a	8.50	4.56	7.41		7.42	0.000075	0.36	28.49	30.00	0.08
Queb. Peq.	-5.2173*	TR.5a	10.20	4.56	7.42		7.43	0.000106	0.43	28.65	30.00	0.10
Queb. Peq.	-6.0869*	TR.2a	8.50	4.56	7.41		7.42	0.000075	0.36	28.47	30.00	0.08
Queb. Peq.	-6.0869*	TR.5a	10.20	4.56	7.42		7.43	0.000106	0.43	28.63	30.00	0.10
Queb. Peq.	-6.9565*	TR.2a	8.50	4.56	7.41		7.42	0.000075	0.36	28.46	30.00	0.08
Queb. Peq.	-6.9565*	TR.5a	10.20	4.56	7.42		7.42	0.000107	0.43	28.60	30.00	0.10
Queb. Peq.	-7.8260*	TR.2a	8.50	4.56	7.41		7.42	0.000075	0.36	28.44	30.00	0.08
Queb. Peq.	-7.8260*	TR.5a	10.20	4.56	7.41		7.42	0.000107	0.43	28.58	30.00	0.10
Queb. Peq.	-8.6956*	TR.2a	8.50	4.56	7.41		7.42	0.000075	0.36	28.42	30.00	0.08
Queb. Peq.	-8.6956*	TR.5a	10.20	4.56	7.41		7.42	0.000107	0.43	28.55	30.00	0.10
Queb. Peq.	-9.5652*	TR.2a	8.50	4.56	7.41		7.41	0.000075	0.36	28.41	30.00	0.08
Queb. Peq.	-9.5652*	TR.5a	10.20	4.56	7.41		7.42	0.000107	0.43	28.53	30.00	0.10
Queb. Peq.	-10.434*	TR.2a	8.50	4.56	7.41		7.41	0.000075	0.36	28.39	30.00	0.08
Queb. Peq.	-10.434*	TR.5a	10.20	4.56	7.41		7.42	0.000107	0.43	28.50	30.00	0.10
Queb. Peq.	-11.304*	TR.2a	8.50	4.56	7.41		7.41	0.000075	0.36	28.38	30.00	0.08
Queb. Peq.	-11.304*	TR.5a	10.20	4.56	7.41		7.42	0.000107	0.43	28.48	30.00	0.10
Queb. Peq.	-12.173*	TR.2a	8.50	4.56	7.41		7.41	0.000075	0.36	28.36	30.00	0.08
Queb. Peq.	-12.173*	TR.5a	10.20	4.56	7.41		7.42	0.000108	0.43	28.44	30.00	0.10
Queb. Peq.	-13.043*	TR.2a	8.50	4.56	7.41		7.41	0.000075	0.36	28.34	30.00	0.08
Queb. Peq.	-13.043*	TR.5a	10.20	4.56	7.41		7.42	0.000108	0.43	28.42	30.00	0.10
Queb. Peq.	-13.913*	TR.2a	8.50	4.55	7.41		7.41	0.000075	0.36	28.33	30.00	0.08
Queb. Peq.	-13.913*	TR.5a	10.20	4.55	7.41		7.42	0.000108	0.43	28.40	30.00	0.10

MINISTERIO DE SEGURIDAD PÚBLICA  
**DELEGACIÓN POLICIAL CANTONAL DE JACÓ**  
 Informe de Estudio de Hidrología Básica

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
Queb. Peq.	-14.782*	TR2a	8.50	4.55	7.40		7.41	0.000075	0.36	28.31	30.00	0.08
Queb. Peq.	-14.782*	TR5a	10.20	4.55	7.41		7.42	0.000108	0.43	28.37	30.00	0.10
Queb. Peq.	-15.652*	TR2a	8.50	4.55	7.40		7.41	0.000076	0.36	28.29	30.00	0.08
Queb. Peq.	-15.652*	TR5a	10.20	4.55	7.41		7.41	0.000108	0.43	28.34	30.00	0.10
Queb. Peq.	-16.521*	TR2a	8.50	4.55	7.40		7.41	0.000076	0.36	28.28	30.00	0.08
Queb. Peq.	-16.521*	TR5a	10.20	4.55	7.40		7.41	0.000109	0.43	28.31	30.00	0.10
Queb. Peq.	-17.391*	TR2a	8.50	4.55	7.40		7.41	0.000076	0.36	28.26	30.00	0.08
Queb. Peq.	-17.391*	TR5a	10.20	4.55	7.40		7.41	0.000109	0.43	28.29	30.00	0.10
Queb. Peq.	-18.260*	TR2a	8.50	4.55	7.40		7.41	0.000076	0.36	28.25	30.00	0.08
Queb. Peq.	-18.260*	TR5a	10.20	4.55	7.40		7.41	0.000109	0.43	28.27	30.00	0.10
Queb. Peq.	-19.130*	TR2a	8.50	4.55	7.40		7.41	0.000076	0.36	28.22	30.00	0.08
Queb. Peq.	-19.130*	TR5a	10.20	4.55	7.40		7.41	0.000109	0.43	28.23	30.00	0.10
Queb. Peq.	-20	TR2a	8.50	4.55	7.40	5.31	7.41	0.000076	0.36	28.21	30.00	0.08
Queb. Peq.	-20	TR5a	10.20	4.55	7.40	5.40	7.41	0.000109	0.43	28.21	30.00	0.10



