




**A18. ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA  
QDA. SIN NOMBRE. SUBESTACIÓN PANAMÁ III**

---

			
			
CLIENTE: <div style="text-align: center;">  </div>		<b>AGRUPACION SABANITAS PANAMÁ</b>	
PROYECTO: <b>L.T. 230 kV SABANITAS – PANAMÁ III Y SUBESTACIONES ASOCIADAS</b>			
LINEA/SUBESTACIÓN: <b>Subestacion Panama III</b>			
TÍTULO: <b>INFORME DE ESTUDIO HIDROLOGICO</b>			
ELAB.: <b>JMA</b>	VERIF.: <b>JCO</b>	APROB.: <b>JLC</b>	FECHA: <b>11/11/2021</b>
Nº DEL DOCUMENTO: <b>C8SE201306 - E-OC-ESU02-00</b>			REVISIÓN: <b>00</b>








A.2. A.

SEARCHED INDEXED

SERIALIZED FILED

FBI - NEW YORK

MAY 1968



# ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO QDA. SIN NOMBRE

PROYECTO:  
SUB ESTACIÓN PANAMÁ III

Realizado por:

Ing. RICARDO GÜETE  
C.I.N° 2008-006-110

Ingeniero Civil  
**RICARDO E. GÜETE CALDERON**  
**INGENIERO CIVIL**  
**C.I.N° 2008-006-110**  
Noviembre 2021



**FIRMA**

**Ley 15 del 26 de enero de 1959**  
**Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura**



## TABLA DE CONTENIDO

<u>Introducción</u> .....	6
<u>Objetivos del proyecto</u> .....	8
<b>1</b> <u>Localización de la microcuenca en estudio</u> .....	9
1.1 <u>Microcuenca de la quebrada Sin Nombre</u> .....	9
1.2 <u>Cuenca hidrográfica entre los ríos Caimito y Juan Díaz</u> .....	9
<b>2</b> <u>Análisis Hidrológico</u> .....	12
2.1 <u>Caracterización de la Microcuenca Quebrada Sin Nombre</u> .....	12
2.1.1 <u>Geología y Geomorfología</u> .....	12
2.1.2 <u>Textura</u> .....	14
2.1.3 <u>Capacidad agrológica de los suelos</u> .....	17
2.1.4 <u>Cobertura boscosa y uso de suelo</u> .....	18
2.2 <u>Clima</u> .....	20
2.2.1 <u>Clima Tropical con estación seca prolongada:</u> .....	21
2.3 <u>Zonas de vida</u> .....	21
2.3.1 <u>Bosque Húmedo Tropical:</u> .....	22
2.4 <u>Parámetros biofísicos</u> .....	23
2.5 <u>Régimen de Precipitación</u> .....	24
2.5.1 <u>Precipitación promedio</u> .....	24
2.5.2 <u>Estaciones pluviométricas de referencia</u> .....	25
2.6 <u>Régimen de Caudales</u> .....	28
2.6.1 <u>Caudal promedio</u> .....	28
2.6.2 <u>Estaciones hidrológicas de referencia</u> .....	30
2.7 <u>Caudales extremos</u> .....	34
2.7.1 <u>Método Racional</u> .....	34
<b>3</b> <u>Simulación Hidráulica</u> .....	37
3.1 <u>Perfil Longitudinal del tramo de estudio de la Quebrada Sin Nombre</u> .....	39
3.2 <u>Resultados Condiciones Naturales</u> .....	40
3.2.1 <u>Q10 años</u> .....	40
3.2.2 <u>Q20 años</u> .....	44
3.2.3 <u>Q50 años</u> .....	48
3.2.4 <u>Q100 años</u> .....	52
<b>4</b> <u>Conclusiones y recomendaciones</u> .....	56

<u>4.1</u>	<u>Conclusiones</u> .....	56
<u>4.2</u>	<u>Recomendaciones</u> .....	57
<u>5</u>	<u>Referencias Bibliográficas</u> .....	58
<u>APENDICE A</u>	.....	59
<u>APENDICE B</u>	.....	87



## TABLA DE FIGURAS

<u>Figura No. 1. Geomorfología Microcuenca Qda. Sin Nombre</u> .....	10
<u>Figura No. 2. Mapa de localización regional de la microcuenca de estudio y del proyecto de Subestación Panamá III</u> .....	12
<u>Figura No. 3. Geología Microcuenca Qda. Sin Nombre</u> .....	14
<u>Figura No. 4. Geomorfología Microcuenca Qda. Sin Nombre</u> .....	15
<u>Figura No. 5. Textura de los Suelos</u> .....	16
<u>Figura No. 6. Textura de suelos de la microcuenca de estudio</u> .....	17
<u>Figura No. 7. Capacidad agrológica de la microcuenca de la quebrada sin nombre</u> .....	19
<u>Figura No. 8. Cobertura y uso de los suelos en la microcuenca de la quebrada sin nombre</u> .....	21
<u>Figura No. 9. Zonas de vida de la República de Panamá según Holdridge</u> .....	23
<u>Figura No. 10. Régimen de precipitación en el área de estudio</u> .....	25
<u>Figura No. 11. Régimen mensual de precipitación de la estación de Hato Pintado (142-020)</u> .....	27
<u>Figura No. 12. Régimen de precipitación mensual de la estación Las Cumbres (1971-1996)</u> .....	29
<u>Figura No. 13. Escorrentía de la microcuenca de estudio</u> .....	30
<u>Figura No. 14. Régimen de caudales promedios mensuales de la estación del río Matasnillo (142-01-01)</u> .....	32
<u>Figura No. 15. Régimen de caudales promedios mensuales de la estación del río Tocumen (144-01-01)</u> .....	33
<u>Figura No. 16. Mapa de estaciones hidrometeorológicas cercana a la microcuenca de estudio de la Quebrada Sin Nombre</u> .....	34
<u>Figura No. 17. Curva de Intensidad-Duración-Frecuencia de estación meteorológica de Hato Pintado</u> .....	37
<u>Figura No. 18. Vista de Planta del Modelo Hidráulico en Hec-Ras con modelo de elevación generado con topografía y batimetría</u> .....	39
<u>Figura No. 19. Perfil longitudinal tramo de estudio de la quebrada Sin Nombre</u> .....	40
<u>Figura No. 20. Sección transversal de tramo de la quebrada Sin Nombre</u> .....	40
<u>Figura No. 21. Perfil longitudinal de tramo de la quebrada Sin Nombre (recurrencia de 10 años)</u> .....	41
<u>Figura No. 22. Sección Transversal tramo de la quebrada Sin Nombre (recurrencia de 10 años)</u> .....	41
<u>Figura No. 23. Tramo d la quebrada Sin Nombre bajo una recurrencia de 10 años</u> .....	42
<u>Figura No. 24. Mapa de planicie de inundación de tramo de la Quebrada Sin Nombre bajo una recurrencia de 10 años</u> .....	44
<u>Figura No. 25. Perfil longitudinal de tramo de la quebrada Sin Nombre (recurrencia de 20 años)</u> .....	45
<u>Figura No. 26. Sección Transversal tramo de la quebrada Sin Nombre (recurrencia de 20 años)</u> .....	45
<u>Figura No. 27. Tramo d la quebrada Sin Nombre bajo una recurrencia de 20 años</u> .....	46
<u>Figura No. 28. Mapa de planicie de inundación de tramo de la Quebrada Sin Nombre bajo una recurrencia de 20 años</u> .....	48
<u>Figura No. 29. Perfil longitudinal de tramo de la quebrada Sin Nombre (recurrencia de 50 años)</u> .....	49
<u>Figura No. 30. Sección Transversal tramo de la quebrada Sin Nombre (recurrencia de 50 años)</u> .....	49
<u>Figura No. 31. Tramo d la quebrada Sin Nombre bajo una recurrencia de 50 años</u> .....	50
<u>Figura No. 32. Mapa de planicie de inundación de tramo de la Quebrada Sin Nombre bajo una recurrencia de 50 años</u> .....	52
<u>Figura No. 33. Perfil longitudinal de tramo de la quebrada Sin Nombre (recurrencia de 100 años)</u> .....	53
<u>Figura No. 34. Sección Transversal tramo de la quebrada Sin Nombre (recurrencia de 100 años)</u> .....	53
<u>Figura No. 35. Tramo d la quebrada Sin Nombre bajo una recurrencia de 100 años</u> .....	54
<u>Figura No. 36. Mapa de planicie de inundación de tramo de la Quebrada Sin Nombre bajo una recurrencia de 100 años</u> .....	56

## TABLA DE CUADROS

<u>Cuadro No. 1. Clasificación geológica del área de estudio.....</u>	13
<u>Cuadro No. 2. Clasificación geomorfológica del área de estudio.....</u>	15
<u>Cuadro No. 3. Textura de los suelos del área de estudio. ....</u>	17
<u>Cuadro No. 4. Cobertura y uso de suelos del área de estudio.....</u>	20
<u>Cuadro No. 5. Cálculo de tiempo de concentración y coeficiente de almacenamiento. ....</u>	24
<u>Cuadro No. 6. Variables hidráulicas de secciones del tramo de la quebrada Sin Nombre (10 años). ....</u>	42
<u>Cuadro No. 7. Variables hidráulicas de secciones del tramo de la quebrada Sin Nombre (20 años). ....</u>	46
<u>Cuadro No. 8. Variables hidráulicas de secciones del tramo de la quebrada Sin Nombre (50 años). ....</u>	50
<u>Cuadro No. 9. Variables hidráulicas de secciones del tramo de la quebrada Sin Nombre (100 años). ....</u>	54

## Introducción

Con el propósito de evaluar el comportamiento hidrológico e hidráulico en la microcuenca de la quebrada Sin Nombre, la Empresa Grupo Elecnor ha solicitado la elaboración de un estudio hidrológico e hidráulico sobre el área de influencia del proyecto Subestación Panamá III ubicado en el corregimiento de Ancón, distrito y provincia de Panamá.

Dicha solicitud contempla la elaboración de un estudio hidrológico y la modelación hidráulica para un tramo de este cuerpo de agua, lo cual permite la estimación tanto de los caudales promedios utilizando como referencia la información hidrológica de estaciones cercanas y para caudales extremos la implementación del método racional, como los niveles de inundación para los diferentes períodos de recurrencia (10, 20, 50 y 100 años) solicitados.

Para la elaboración de este estudio se hace necesaria la implementación del modelo hidráulico (HEC-RAS) y la utilización del software para Sistemas de Información Geográfica (ARC-GIS), así como también la información espacial suministrada por el cliente, la cual tiene una referencia espacial WGS84 Zona 17N (World Geodesic System 84).



**Objetivos del proyecto**

- Evaluar el comportamiento hidrológico de la microcuenca de la Quebrada Sin Nombre.
- Estimar los caudales promedios utilizando como referencia información hidrológica cercana a la microcuenca de estudio.
- Estimar el caudal para diferentes períodos de retorno para 10, 20, 50 y 100 años que drenan al área de influencia del proyecto mediante la aplicación del método racional.
- Realizar la simulación hidráulica utilizando el modelo **HEC-RAS** de las condiciones de terreno naturales de un tramo de la quebrada Sin Nombre.
- Elaborar mapa de planicie de inundación para los diferentes períodos de recurrencia.
- Dimensionar la capacidad hidráulica necesaria para un período de recurrencia de 100 años.
- Presentar la tabla de resultados de los parámetros hidráulicos de más relevancia para indicar el comportamiento bajo las condiciones de frontera del modelo.

## **1 Localización de la microcuenca en estudio**

El proyecto denominado "Sub Estación Panamá III", se encuentra localizado geográficamente a 79°32'43.28" de longitud oeste y 9° 2'51.97" de latitud norte. El proyecto está ubicado aproximadamente a 1.5 kilómetros de la garita de peaje Madden sobre la Autopista Panamá - Colón (Autopista Don Alberto Motta Cardoze) en el corregimiento de Ancón, perteneciente al distrito y provincia de Panamá.

### **1.1 Microcuenca de la quebrada Sin Nombre**

La microcuenca de la Qda. Sin Nombre cuenta con un área de 3.005 hectáreas (0.03005 Km<sup>2</sup>), pertenece a la región hídrica del Pacífico Central, los cursos de agua de esta región hídrica desembocan en el océano Pacífico y sus cuencas hidrográficas presentan menores intensidades de lluvias. Sus niveles de precipitación predominan en el rango entre los 1,000 y 3,500 mm.

El curso de agua principal de esta microcuenca es la Quebrada Sin Nombre, cuya longitud aproximada es de 191 metros desde su nacimiento (170 m.s.n.m) hasta el punto de interés de este estudio, posteriormente continúa su curso hasta la confluencia con el río Mocambo.

Jerárquicamente esta microcuenca pertenece a la subcuenca del río Mocambo y forma parte de la Cuenca hidrográfica entre los ríos Caimito y Juan Díaz, designada con el número 142 según el Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano (PHCA). En la figura No. 1 se presenta el mapa de la red de drenaje de la microcuenca de la Quebrada Sin Nombre y en la figura No. 2 el mapa de localización regional.

### **1.2 Cuenca hidrográfica entre los ríos Caimito y Juan Díaz**

Se sitúa en la vertiente del Pacífico, dentro de la provincia de Panamá y ocupa una superficie de 383 km<sup>2</sup>, representando el 0,51 % del territorio nacional. Sus coordenadas geográficas son 8° 50' y 9° 05' de latitud norte y 79° 30' y 79° 40' de longitud oeste. Limita

al norte con la Cuenca del río Chagres, al sur con la Bahía de Panamá, al este con la cuenca del río Juan Díaz y al oeste con la cuenca del río Caimito.

El cauce principal de esta cuenca hidrográfica es el río Matasnillo, con una longitud total de 6 km en un recorrido que realiza desde las montañas hasta la bahía de Panamá, en el Océano Pacífico.

La elevación media de la cuenca es de 67 msnm y el punto más alto se encuentra al suroeste de la cuenca a una elevación máxima de 507 msnm. La cuenca registra una precipitación media anual de 2 122 mm. Las lluvias disminuyen gradualmente desde la parte media de la cuenca con 2 500 mm hacia el litoral con precipitaciones de 1 500 mm/año. El 86 % de la lluvia ocurre entre los meses de mayo a noviembre.



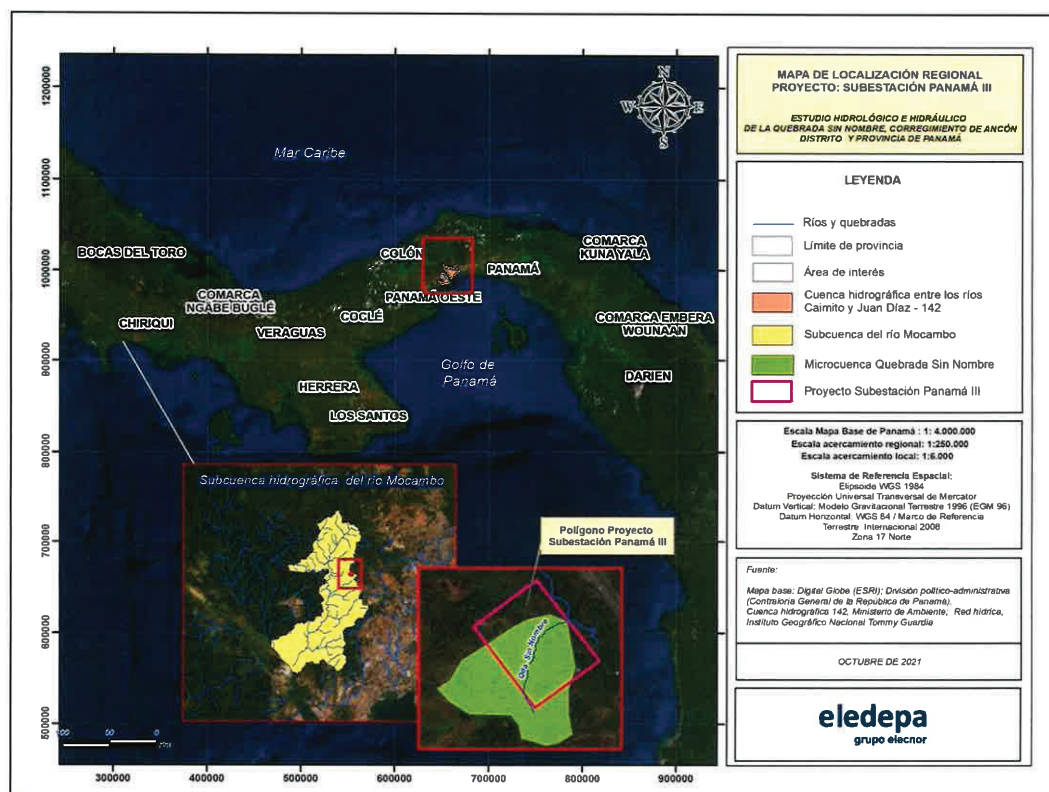


Figura No. 2. Mapa de localización regional de la microcuenca de estudio y del proyecto de Subestación Panamá III.



## **2 Análisis Hidrológico**

### **2.1 Caracterización de la Microcuenca Quebrada Sin Nombre**

#### **2.1.1 Geología y Geomorfología**

Evolutivamente en el Istmo de Panamá se dieron violentos fenómenos de erupciones volcánicas y regresiones marinas que transformaron las antiguas zonas de mar profundo en poco profundo. Al darse este cambio en sus condiciones ambientales y sumado a ello la intensa actividad volcánica, se dio origen a las características formaciones geológicas.

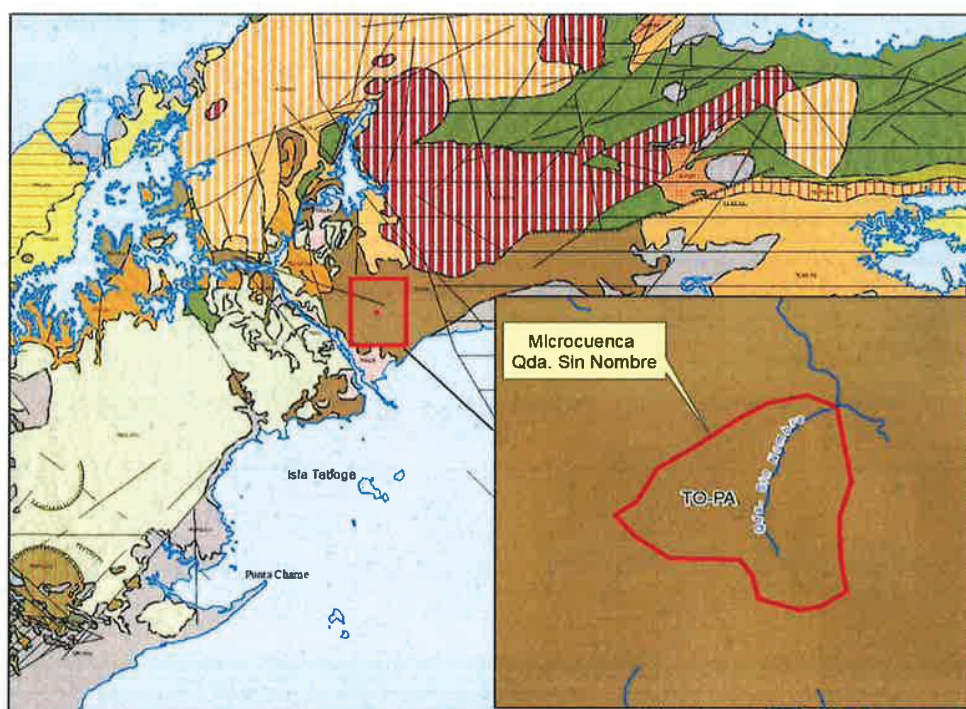
Los suelos de la de microcuenca de la quebrada Sin Nombre, pertenecen al grupo Panamá, el cual se identifica con el símbolo TO-PA y ha sido nombrada como Panamá Fase Volcánica, las formaciones de este grupo geológico, contiene rocas del Terciario Oligoceno tanto volcánicas como sedimentarias tales como: Aglomerados, tobas continentales, areniscas, calizas, lutitas, conglomerados, piroclásticos, andesitas y basaltos. Las anotaciones geológicas, describen la heterogeneidad extrema, de los sedimentos que conforman el Oligoceno, estos sedimentos se han clasificado como pertinentes a dos distintos tipos: depósitos marinos y sedimentos terrestre, consistiendo los últimos de clásticos volcánicos, despojos y sedimentos marinos de aguas poco profundas.

En cuanto a geomorfología se refiere, la superficie de drenaje de la microcuenca de la quebrada Sin Nombre está conformada en su mayoría por rocas sedimentarias del Terciario tales como basaltos, Caliza, lutita, conglomerado, arenisca, etc.

A continuación, se muestra un cuadro resumen con las características principales de las formaciones geológicas y geomorfológicas, presentes en la microcuenca de la quebrada Sin Nombre:

Geología						
Grupo	Formación	Símbolo	Formas	Significado	Área (ha)	%
Panamá	Panamá (fase volcánica)	TO-PA	Volcánicas	Andesita, aglomerado, tobas de grano fino, conglomerado depositado por corrientes.	3.0057	100
<b>TOTAL</b>					<b>3.0057</b>	<b>100</b>

Cuadro No. 1. Clasificación geológica del área de estudio.

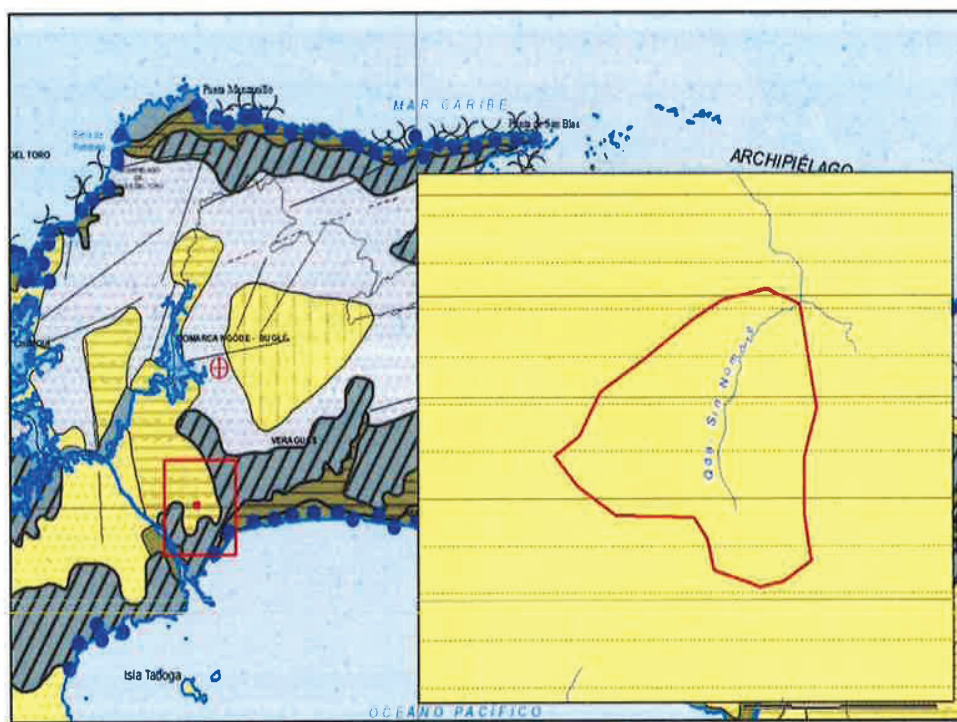


**Figura No. 3.** Geología Microcuenca Qda. Sin Nombre. Fuente: Atlas Ambiental de la República de Panamá. (MIAMBIENTE)



Geomorfología				
Tipo	Morfo cronología	Litología	Área (ha)	%
Tierra	Terciario	Rocas Sedimentarias (Caliza, lutita, conglomerado, arenisca, etc.)	3.0057	100
<b>TOTAL</b>			<b>3.0057</b>	<b>100</b>

**Cuadro No. 2.** Clasificación geomorfológica del área de estudio. **Fuente:** Este Estudio, con datos del Ministerio de Ambiente de la República de Panamá.



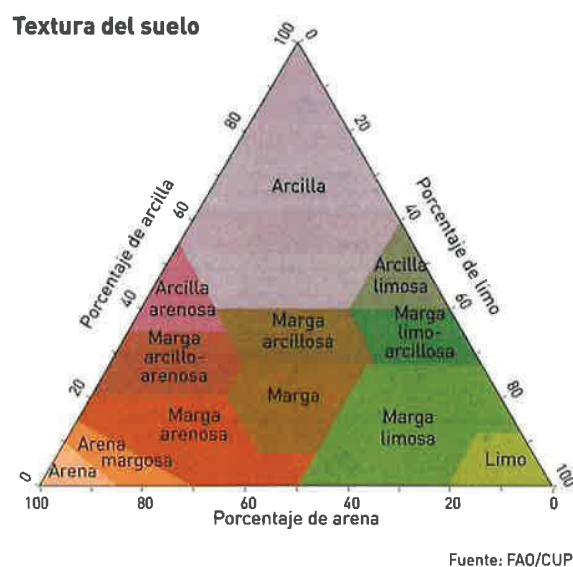
**Figura No. 4.** Geomorfología Microcuenca Qda. Sin Nombre. Fuente: Atlas Ambiental de la República de Panamá. (MIAMBIENTE)

### 2.1.2 Textura

Hablar de textura en los suelos es hablar básicamente del contenido de partículas o las cantidades relativas de arena, limo y arcilla presentes en los mismos.

La textura, además es un factor indicador de la facilidad con la que se pueden trabajar los suelos, la cantidad de aire y agua que estos retienen y la velocidad con que esta última puede penetrarlos.

De acuerdo a su textura los suelos pueden ser: francos, arcillosos, arenosos y limosos. Sin embargo, de acuerdo con el porcentaje de partículas que estos presenten pueden dividirse en:



**Figura No. 5.** Textura de los Suelos.

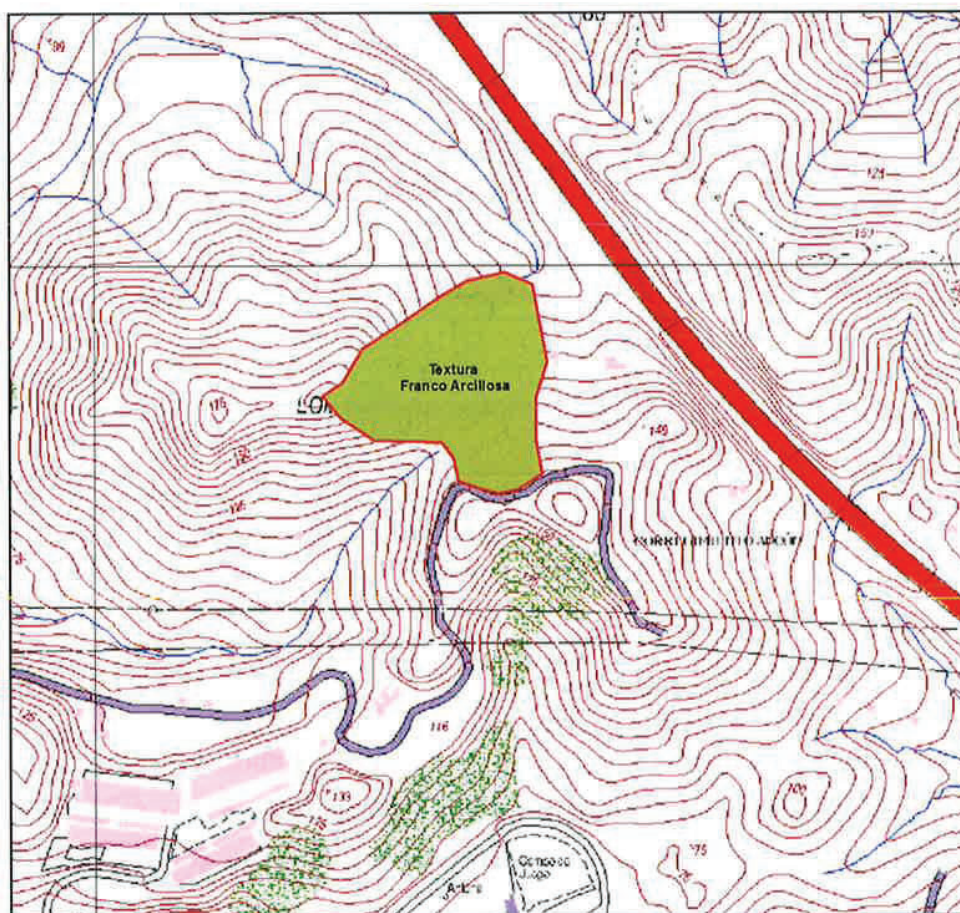
Los suelos de la microcuenca de la quebrada Sin Nombre son de tipo Franco Arcillosos, estos suelos son predominantes en la parte alta y media de la subcuenca del río Mocambo, además de ser muy representativos en las áreas protegidas Parque Nacional Camino de Cruces y Soberanía, así como también en la provincia de Darién.

Los suelos francos son suelos con mayor productividad agrícola, ya que tiene una proporción de arena, limo y arcilla idónea para los cultivos, sin embargo, los suelos

franco arcillosos se caracterizan por tener más arcilla de lo que se considera óptimo, lo que les da una textura algo más suave que la del franco-arenoso, pero se diferencia de él por el color que es más oscuro, y por ser más moldeable.

TEXTURA	Área (has)	%
Franco Arcilloso	3.0057	100
<b>TOTAL</b>	<b>3.0057</b>	<b>100</b>

**Cuadro No. 3.** Textura de los suelos del área de estudio.



**Figura No. 6.** Textura de suelos de la microcuenca de estudio.

**Fuente:** Este Estudio, con datos del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá IDIAP.

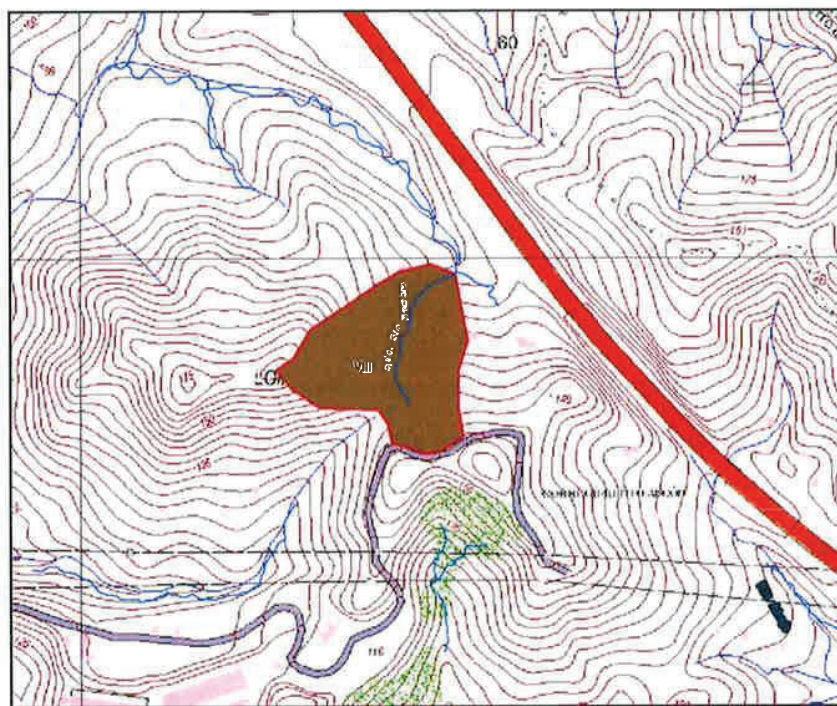
### 2.1.3 Capacidad agrológica de los suelos

La República de Panamá adoptó el Sistema Norteamericano de Clasificación de Tierras (Land Capability), elaborado por el Servicio de Conservación de Suelos de la Secretaría de Agricultura de los Estados Unidos.

De acuerdo con este sistema, los suelos se clasifican en ocho clases de tierras y se designan con números romanos, que van del I al VIII. Las tierras de Clase I son las tierras óptimas, es decir, que no tienen limitaciones y a medida que aumentan las limitaciones se designan progresivamente con números romanos hasta la Clase VIII. Las tierras de las Clases I a IV son de uso agrícola. Las Clases II y III tienen algunas limitaciones, y la Clase IV es marginal para la agricultura. Las Clases V, VI y VII son para uso forestal, frutales o pastos. La Clase VIII son tierras destinadas a parques, áreas de esparcimiento, reservas y otras.

La capacidad agrológica de los suelos de la microcuenca Qda. Sin Nombre, ha sido categorizada como Clase VIII (No arable, con limitaciones que impiden su uso en la producción de plantas comerciales). La gran mayoría de los suelos de esta clase son improductivos a excepción de los manglares. Estos suelos no pueden dedicarse a ninguna actividad agraria de carácter económico, únicamente son adecuadas para mejora y desarrollo de la vegetación natural, y, en consecuencia, para paisajismo y esparcimiento.





**Figura No. 7.** Capacidad agrológica de la microcuenca de la quebrada sin nombre.

**Fuente:** Este Estudio, con datos del Ministerio de Ambiente de la República de Panamá.

#### 2.1.4 Cobertura boscosa y uso de suelo

La Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM), hoy elevada a Ministerio de Ambiente (MIAMBIENTE), en el marco del programa ONU-REDD2, con el apoyo técnico y financiero de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), en el año 2012 publicó el Mapa de Cobertura y uso de la tierra, el cual contempla un sistema de clasificación de 32 categorías definidas mediante la implementación de una metodología semiautomatizada de clasificación de imágenes satelitales y la verificación de puntos de control en campo.

De acuerdo con esta información oficial, en los suelos de la superficie de drenaje de la microcuenca de la quebrada Sin Nombre, existe una predominancia de uso del 79% de suelos en categoría de Bosque latifoliado mixto secundario y 21% con destinación de uso de áreas a Vegetación herbácea, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Cobertura y/o uso del suelo	Área (has)	%
Bosque latifoliado mixto secundario	2.38	79
Vegetación herbácea	0.62	21
<b>TOTAL</b>	<b>3.0057</b>	<b>100</b>

**Cuadro No. 4.** Cobertura y uso de suelos del área de estudio.

A continuación, se describen las categorías de cobertura y uso de los suelos encontrados dentro del área de estudio:

#### **Bosque secundario:**

Bosque en un estado sucesional anterior al bosque maduro, que se desarrolló después de que toda o la mayoría de la vegetación original fue eliminada por actividades humanas y/o fenómenos naturales. Corresponde a estados sucesionales que no presentan características de rastrojo ni de bosque maduro.

El bosque secundario se caracteriza por:

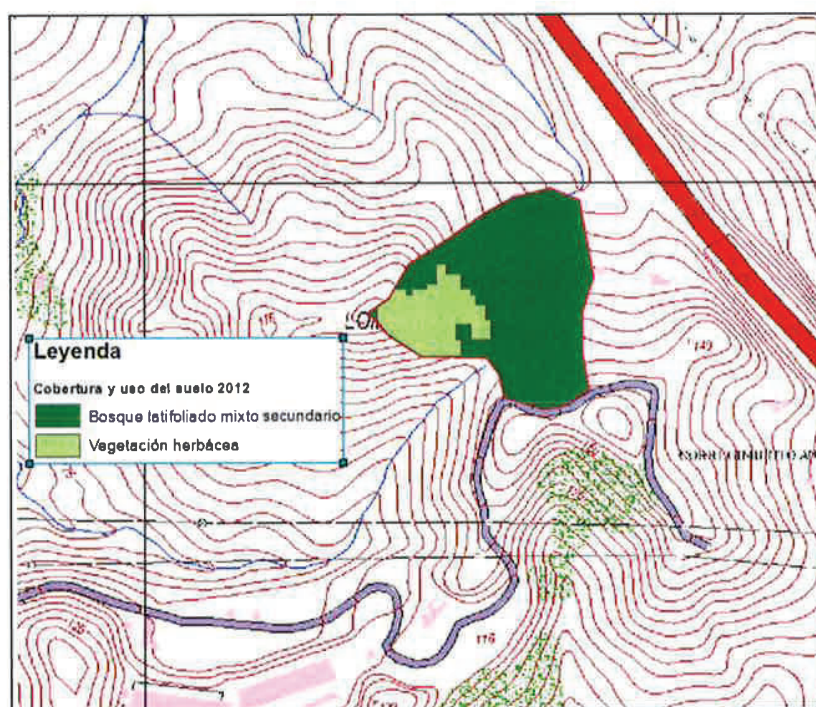
- Mayor presencia de especies pioneras.
- Poca presencia de árboles con copas grandes.
- Mayor proporción del área basal concentrada en clases diamétricas medias y bajas.
- Mayor presencia de sotobosque.

El bosque secundario se distingue del rastrojo por tener una altura promedio mayor a 5 metros y una cobertura de dosel superior al 30 por ciento. Se considera también como bosque secundario a los rastrojos con altura menor a 5 metros que hayan sido declarados para fines forestales.

### Vegetación herbácea:

Está dominada por formaciones de vegetación herbácea natural no inundable en diferentes

densidades y sustratos, las cuales forman una cobertura mayor de 70%. Esta categoría se distingue de la categoría “Pastos” por no tener influencia de pastoreo.



**Figura No. 8.** Cobertura y uso de los suelos en la microcuenca de la quebrada sin nombre.

**Fuente:** Este Estudio, con datos del Ministerio de Ambiente de la República de Panamá.

## 2.2 Clima

La República de Panamá está ubicada en la Zona de Convergencia Intertropical próxima al Ecuador. Su superficie territorial está orientada de Este a Oeste y sus costas son bañadas por los océanos Atlántico y Pacífico.

Uno de los aspectos básicos en la definición del clima es la orografía del lugar, ya que el relieve no sólo afecta el régimen térmico, produciendo disminución de la



temperatura del aire con la altura, sino que afecta la circulación atmosférica de la región y modifica el régimen pluviométrico general.

Según la clasificación climática del Dr. Alberto McKay (2000) publicada en el Atlas Ambiental de la República de Panamá (2010); la microcuenca de la quebrada Sin Nombre presenta un clima Tropical con estación seca prolongada.

### **2.2.1 Clima Tropical con estación seca prolongada:**

Este clima se caracteriza por ser cálido, sus temperaturas medias oscilan entre los 27 a 28°C. y sus totales pluviométricos anuales son inferiores a 2,500 mm, siendo estos los más bajos de todo el país. La estación seca presenta fuertes vientos, con predominio de nubes medias y altas; hay baja humedad relativa y fuerte evaporación.

Este tipo de clima se presenta en el Valle de Tonosí, en las tierras bajas del derrame hidrográfico del golfo de Panamá, en las islas de este golfo y en las cuencas de los ríos Bayano, Chucunaque, Tuira y Sambú.

## **2.3 Zonas de vida**

Las zonas de vida son “un grupo de asociaciones vegetales dentro de una división natural del clima, que se hacen teniendo en cuenta las condiciones edáficas, las etapas de sucesión y que tienen una fisonomía similar en cualquier parte del mundo” (Holdridge).

Existen diferentes sistemas de clasificación, entre las que encontramos:

- El sistema de Merrian
- El sistema de Holdridge

De acuerdo con el Sistema de clasificación de Holdridge, en Panamá existen 12 zonas de vida que son:

Zona de vida	Siglas <sup>a</sup>	Superficie (km <sup>2</sup> )	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)
Bosque húmedo montano bajo	bh-MB	30.71 (0.04%)	> 12	< 2,000
Bosque húmedo premontano	bh-PM	2,299.6 (3.07%)	> 24	1,450 - 2,000
Bosque húmedo tropical	bh-T	29,899.9 (40%)	24 - 26	1,850 - 3,400
Bosque muy húmedo montano	bmh-M	5.82 (0.007%)	6 - 12	2,000
Bosque muy húmedo montano bajo	bmh-MB	183.71 (0.25%)	12 - 18	2,000 - 4,000
Bosque muy húmedo premontano	bmh-PM	13,153.5 (17.55%)	17.5	2,000 - 4,000
Bosque muy húmedo tropical	bmh-T	16,809.6 (22.17%)	25.5 - 26	3,800 - 4,000
Bosque pluvial montano	bp-M	211.12 (0.28%)	6 - 12	> 2,000
Bosque pluvial montano bajo	bp-MB	1,619.54 (2.16%)	10.8 - 13.5	> 4,000
Bosque pluvial premontano	bp-PM	7,441.98 (9.93%)	18 - 24	4,000 - 5,500
Bosque seco premontano	bs-PM	612.51 (0.82%)	18 - 24	< 1,100
Bosque seco tropical	bs-T	2,847.74 (3.8%)	18 - 24	1,100 - 1,850

Figura No. 9. Zonas de vida de la República de Panamá según Holdridge.

Considerando la información anterior, la microcuenca de la quebrada Sin nombre se encuentra inmersa dentro de la zona de vida clasificada como Bosque húmedo tropical (bh-T).

### 2.3.1 Bosque Húmedo Tropical:

Esta es la zona de vida más representativa de la República de Panamá, ocupa una extensión total en el país de 24530 kilómetros cuadrados, correspondiente al 32% de la misma.

Geográficamente se localiza tanto en la vertiente Atlántica como Pacífica del país, específicamente en las provincias de Panamá, Colón, Coclé, Darién, Chiriquí, Veraguas, Bocas del Toro y Los Santos.

Sus temperaturas oscilan entre los 24 y 26 °C y su nivel de precipitación anual va de los 1850 a 3400 mm.

## 2.4 Parámetros biofísicos

Para realizar el análisis del proyecto se estimaron una serie de parámetros geomorfológicos de la microcuenca de estudio. Por medio de las herramientas de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), se determinaron una serie de variables como área, longitud de drenajes, cotas inferiores y superiores, pendientes, tiempo de concentración y otros. En el cuadro No. 1 se muestran los datos estimados para la microcuenca de la quebrada Sin Nombre. Los métodos implementados para el tiempo de concentración se refieren al método 1 de California Culverts Practice (1942) y método 2 de Kirpich (1940).

Area =	0.0301 km <sup>2</sup>		
Longitud =	0.20 km	656.00 pies	0.1242 mi
Cota Alta =	172.00	msnm	
Cota Baja =	100.00	msnm	
S prom =	36.00 %		
H =	72.00 m	236.16 pies	
		Metodo 1	Metodo 2
tc =		1.71 min	1.71 min
tc prom =	1.71 min		
tc prom =	0.03 hr		
Coef. Alm. =	0.01 hr		

**Cuadro No. 5.** Cálculo de tiempo de concentración y coeficiente de almacenamiento.

En donde:

Área: área de drenaje hasta el sitio del proyecto.

Longitud: longitud del drenaje del proyecto.

Cota Alta: Cota alta dentro del área de drenaje del proyecto.

Cota Baja: Cota baja dentro del área de drenaje del proyecto.

S prom: Pendiente promedio (porcentualmente).

H: Diferencial entre la cota alta y cota baja.

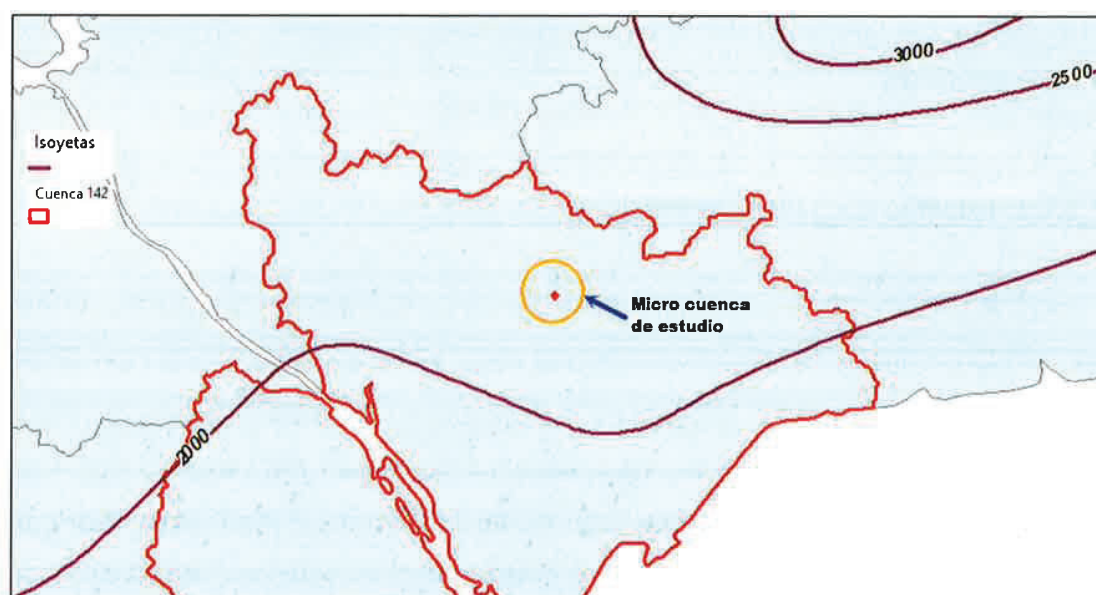
Tc: tiempo de concentración en minutos y horas.

Coef. Alm: Coeficiente de Almacenamiento en horas

## **2.5 Régimen de Precipitación**

### **2.5.1 Precipitación promedio**

El régimen de precipitación del área de estudio corresponde un rango entre 2,000 y 2,500 mm, con tendencia más próxima a valores cercanos a 2,200 mm, los cuales fueron estimados utilizando la información de las isoyetas del Balance Hídrico Superficial de Panamá para el período (1971-2002). Las isoyetas son líneas de igual precipitación que permiten conocer el comportamiento de la lluvia en promedio anual de una cuenca, subcuenca, microcuenca o área de estudio determinada. En la figura No. 10 se muestra la ubicación de la microcuenca de estudio con respecto a las líneas de isoyetas del período indicado.



**Figura No. 10.** Régimen de precipitación en el área de estudio. Fuente: Balance Hídrico Superficial de la de Panamá Período (1971-2002), Año 2008.

La distribución de la lluvia durante el año es variable en función de la estación seca y lluviosa, teniendo la primera durante los primeros meses del año entre enero y abril (iniciando en diciembre en algunos años), y con el régimen de lluvia de mayor relevancia durante los meses de mayo a noviembre, con una recesión durante los meses de junio a julio debido a la canícula o veranillo de San Juan, que se produce generalmente durante finales de junio y principios de julio, en donde se registran los mayores registros de temperatura. Los mayores registros de lluvia se producen durante los meses de septiembre, octubre y noviembre con rango entre 230-350 mm aproximadamente, utilizando como referencia la estación de Las Cumbres 144-004.

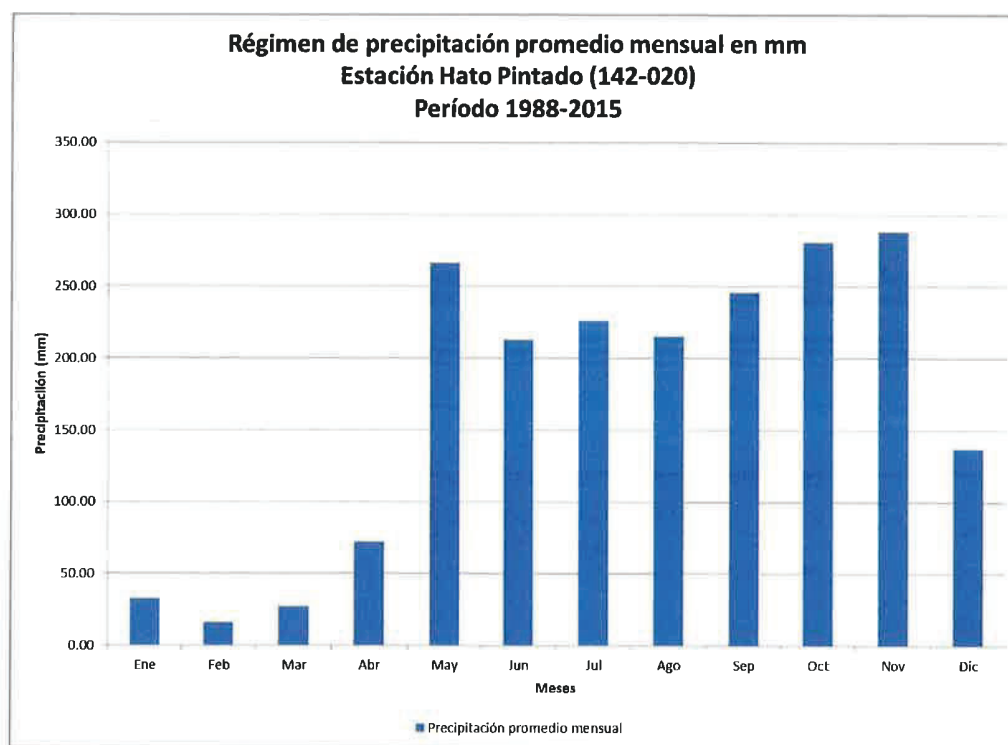
### 2.5.2 Estaciones pluviométricas de referencia

Los datos de las estaciones pluviométricas utilizadas como referencia cerca de la microcuenca de estudio fueron suministrados por la Dirección de Hidrometeorología de la Empresa de Transmisión eléctrica (ETESA). Las estaciones son Hato Pintado

(142-020) y Las Cumbres (144-004), a continuación se presenta información sobre ambas estaciones.

#### **2.5.2.1 Estación Hato Pintado 142-020**

La estación Hato Pintado se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas 9° 00' 33" de latitud norte y 79° 30' 52" de longitud oeste, en la parte media de la Cuenca del río Matasnillo (Cuenca 142), ubicada en el corregimiento de Pueblo Nuevo, distrito y provincia de Panamá. La estación está operativa desde el año 1987 hasta la fecha con un régimen de precipitación promedio anual de 2,000 mm. El régimen de lluvia se divide en dos estaciones muy marcadas, la estación seca durante los meses de enero a abril con registros de lluvia mensuales que van de 16 a 72 mm y luego está la estación lluviosa que se da entre mayo y diciembre en donde generalmente da inicio en mayo con registros promedios cercanos a 260 mm con una recesión, luego con valores cercanos a 225 mm mensuales durante los meses de junio a septiembre y luego con rangos entre 280-288 mm durante los meses donde la estación lluviosa se intensifica, para luego entrar en una recesión hacia la entrada de la estación seca en diciembre con valores promedio mensuales de 130 mm aproximadamente. En la figura No. 11 se presenta el gráfico del comportamiento de la lluvia durante el período de 1988-2015 en donde se cuenta con información completa de la estación y en el Apéndice B se presenta un cuadro con los datos suministrados por ETESA. La estación de Hato Pintado se encuentra ubicada a una distancia aproximada de 5.5 Kms lo que permite relacionar el régimen de lluvia de dicha estación con el comportamiento de la microcuenca y lo cual también se corroborará con la información de Balance Hídrico Superficial de la República de Panamá para el período 1971-2002.



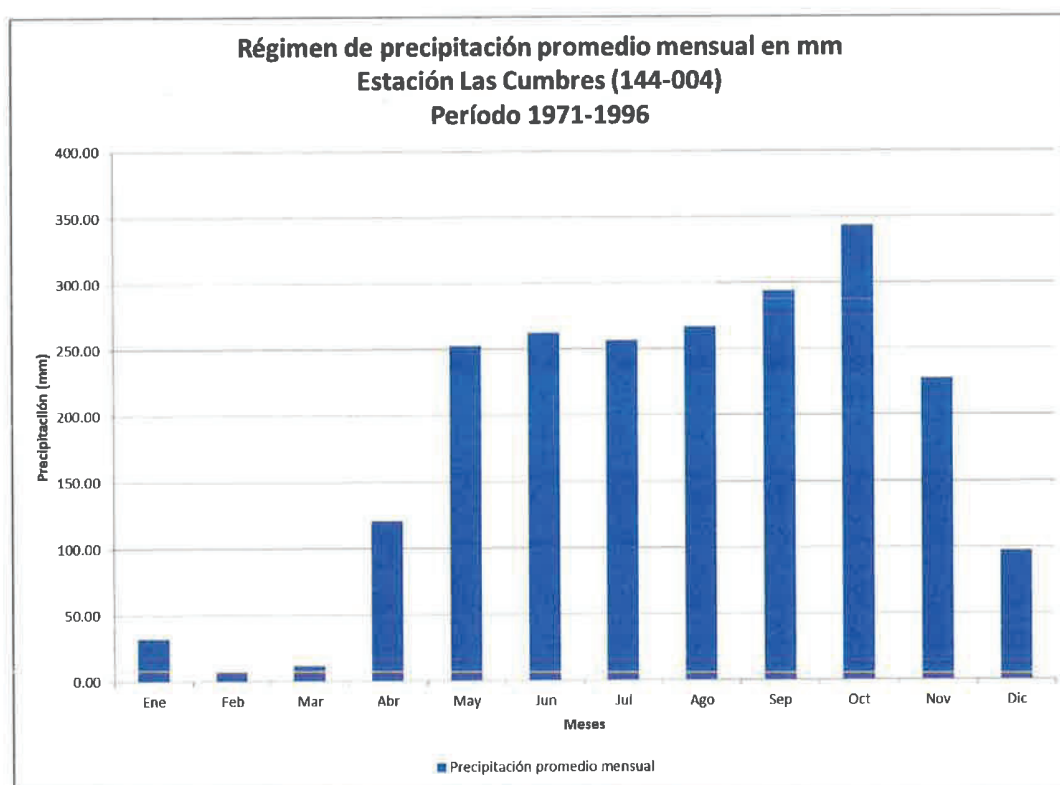
**Figura No. 11.** Régimen mensual de precipitación de la estación de Hato Pintado (142-020). Fuente: Datos de Hidrometeorología de ETESA.

#### 2.5.2.2 Estación Las Cumbres 144-004

La estación Las Cumbres se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas 9° 05' 00" de latitud norte y 79° 32' 00" de longitud oeste, a una elevación de 200 msnm, en la parte alta de la cuenca del río Juan Díaz (Cuenca 144), la cual limita en el parte agua de la Cuenca 142, ubicada en el corregimiento de Las Cumbres, distrito y provincia de Panamá. La estación estuvo operativa desde el año 1970 hasta el año 1997 con un régimen de precipitación promedio anual de 2,200 mm. El régimen de lluvia se divide en dos estaciones muy marcadas, la estación seca durante los meses de diciembre a enero con registros de lluvia mensuales que van de 7 a 97 mm y luego se da una transición a la estación lluviosa con registro promedio mensual de 120 mm, luego con un registro promedio de 260 mm durante los meses de mayo a agosto, con los



máximos registros mensuales en septiembre con 294 mm, octubre con 343 mm y diciembre con 227 mm. En la figura No. 12 se presenta el gráfico del comportamiento de la lluvia durante el período de 1971-1996 en donde se cuenta con información completa de la estación y en el Apéndice B se presenta un cuadro con los datos suministrados por ETESA. La estación de Las Cumbres se encuentra ubicada a una distancia aproximada de 4 Km, en la parte alta de la Cuenca 142, en la cual está ubicada la microcuenca de estudio.

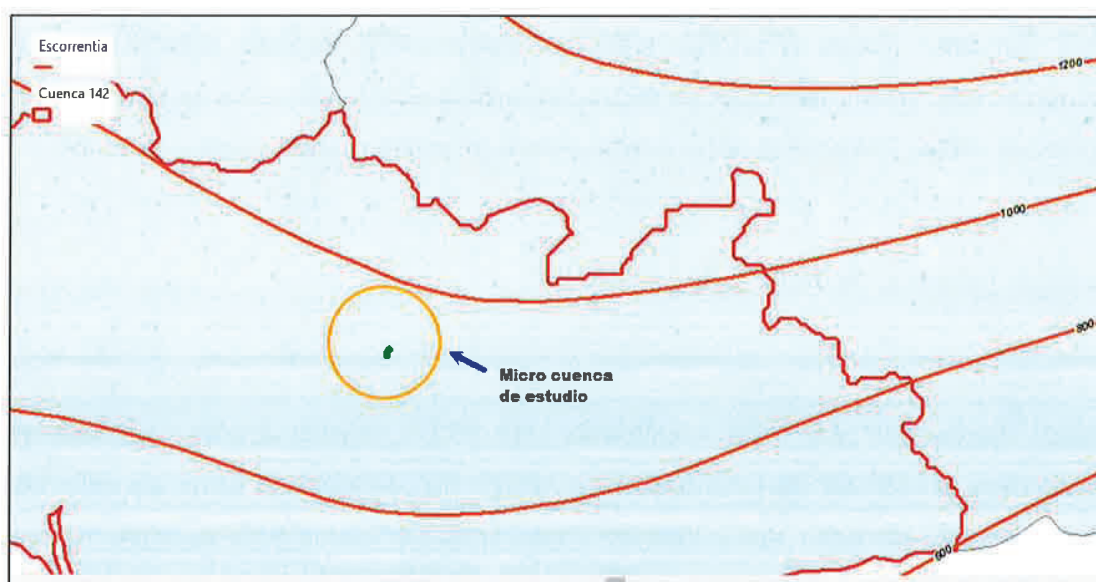


**Figura No. 12.** Régimen de precipitación mensual de la estación Las Cumbres (1971-1996). Fuente: Datos de Hidrometeorología de ETESA.

## 2.6 Régimen de Caudales

### 2.6.1 Caudal promedio

Para la estimación de los caudales promedios de la microcuenca de la quebrada Sin Nombre se tomó como referencia la información de las líneas de escorrentía del Balance Hídrico Superficial de Panamá para el período (1971-2002), la cual permite estimar el caudal promedio anual de dicha fuente hídrica. En la figura No. 13 se presentan las líneas de escorrentía con respecto a la ubicación de la microcuenca de estudio en donde se toma como referencia el valor de 900 mm para la estimación del caudal promedio, en donde para el área de 3.005 hectareas, se obtiene un caudal promedio de 0.86 litros/segundo ( $0.00086 \text{ m}^3/\text{s}$ ) con un rendimiento de  $28.5 \text{ l/s/Km}^2$ . Dado que las estaciones hidrológicas de referencia estuvieron operativas durante el período de 1960 a 1980, se utiliza la metodología de estimación del caudal promedio de la microcuenca de estudio con la información del Balance Hídrico Superficial el cual cuenta con información estadística robusta (32 años).



**Figura No. 13.** Escorrentía de la microcuenca de estudio. Fuente: Balance Hídrico Superficial de la de Panamá Período (1971-2002), Año 2008.

La ecuación para la estimación del caudal promedio de la microcuenca Sin Nombre es la siguiente:

$$Q_{\text{prom}} = A \cdot R \cdot 1000 / T$$

En donde:

A = Área de la microcuenca en Km<sup>2</sup>.

R = Escorrentía de la microcuenca en mm.

T = Tiempo en segundos durante el año.

El valor de 1000 es para la conversión a m<sup>3</sup>.

## 2.6.2 Estaciones hidrológicas de referencia

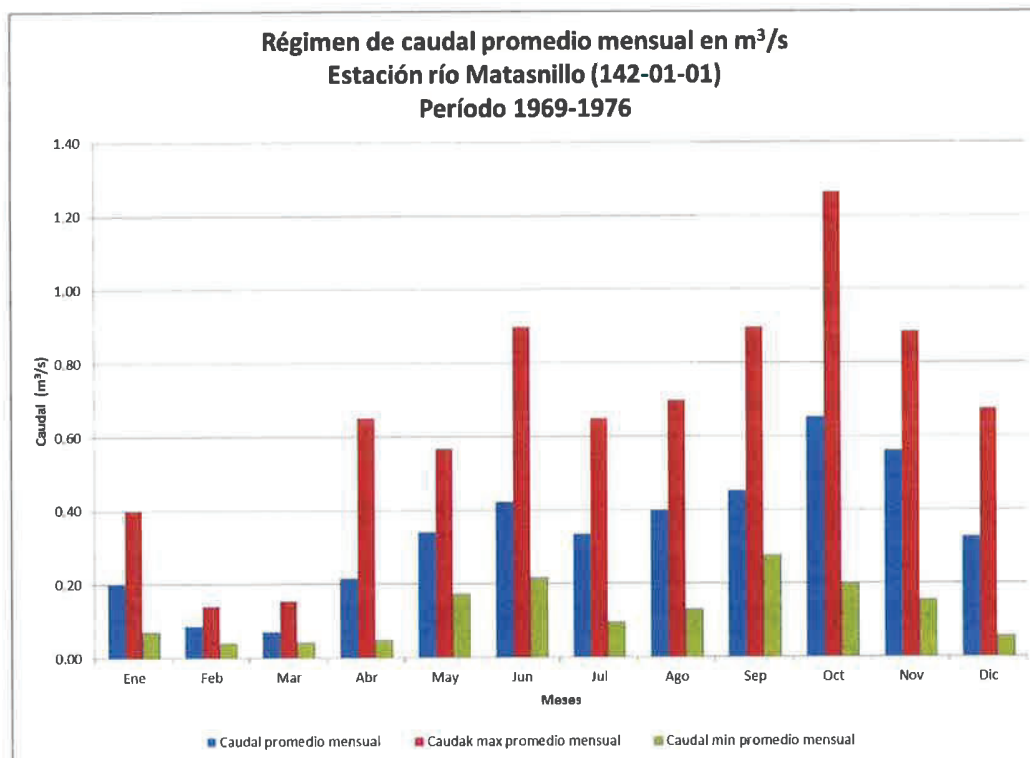
Los datos de las estaciones hidrológicas Matasnillo (142-01-01) y Tocumen (144-01-01) utilizadas como referencia para la elaboración de este estudio, fueron suministrados por la Dirección de Hidrometeorología de la Empresa de Transmisión eléctrica (ETESA). A continuación se presenta información sobre ambas estaciones.

### 2.6.2.1 Estación río Matasnillo 142-01-01

La estación del río Matasnillo fue una estación hidrométrica que estuvo operativa desde agosto del año 1968 a enero de año 1977, ubicada en las coordenadas geográficas 8° 59' 00" de latitud norte y 79° 31' 00" de longitud oeste, en calle 50, corregimiento de Bella Vista, distrito y provincia de Panamá. La estación estuvo operativa de manera continua dentro de la Cuenca 142 por un período de 10 años, con un área de drenaje de 7.8 Km<sup>2</sup> y elevación de 3 msnm, teniendo un caudal

promedio de 340 litros por segundo ( $0.34 \text{ m}^3/\text{s}$ ). El rendimiento de la subcuenca del río Matasnillo en función del período de información registrada es de  $43.6 \text{ l/s/Km}^2$ , el cual solo debe ser utilizando como referencia con respecto al rendimiento estimado de la microcuenca de estudio de  $28.5 \text{ l/s/Km}^2$  por el período de medición de la estación (1968-1977) con respecto al período de la estimación del caudal promedio de la microcuenca (1971-2002). La información registrada en la estación de Matasnillo permite tener conocimiento de comportamiento a nivel mensual de los caudales con un rango durante la estación seca en los meses de enero a abril entre  $0.07 \text{ m}^3/\text{s}$  y  $0.22 \text{ m}^3/\text{s}$  y luego con rango de valores durante la estación lluviosa de mayo a diciembre entre  $0.33 \text{ m}^3/\text{s}$  y  $0.65 \text{ m}^3/\text{s}$ , registrándose los mayores valores durante los meses de octubre y noviembre con valores de  $0.65 \text{ m}^3/\text{s}$  y  $0.56 \text{ m}^3/\text{s}$  respectivamente. En la figura No. 14 se presenta el gráfico del comportamiento del caudal promedio mensual, al igual que los promedios máximos y mínimos durante el período de operación de la estación y en el Apéndice B se presenta un cuadro con los datos suministrados por ETESA.



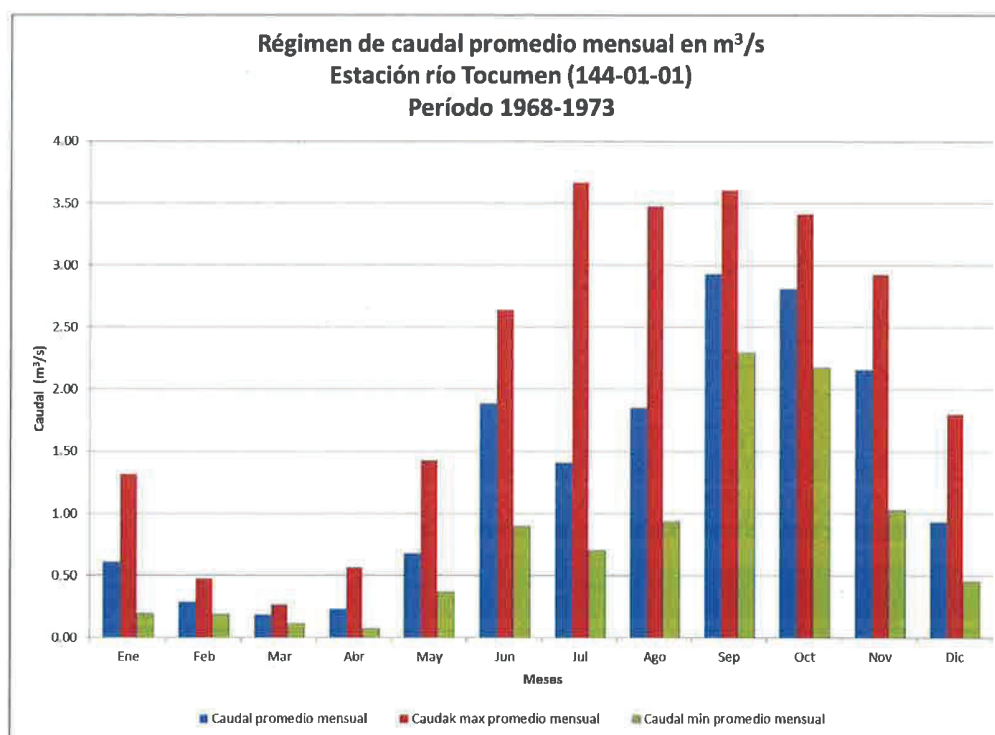


**Figura No. 14.** Régimen de caudales promedios mensuales de la estación del río Matasnillo (142-01-01). Fuente: Datos de Hidrometeorología de ETESA.

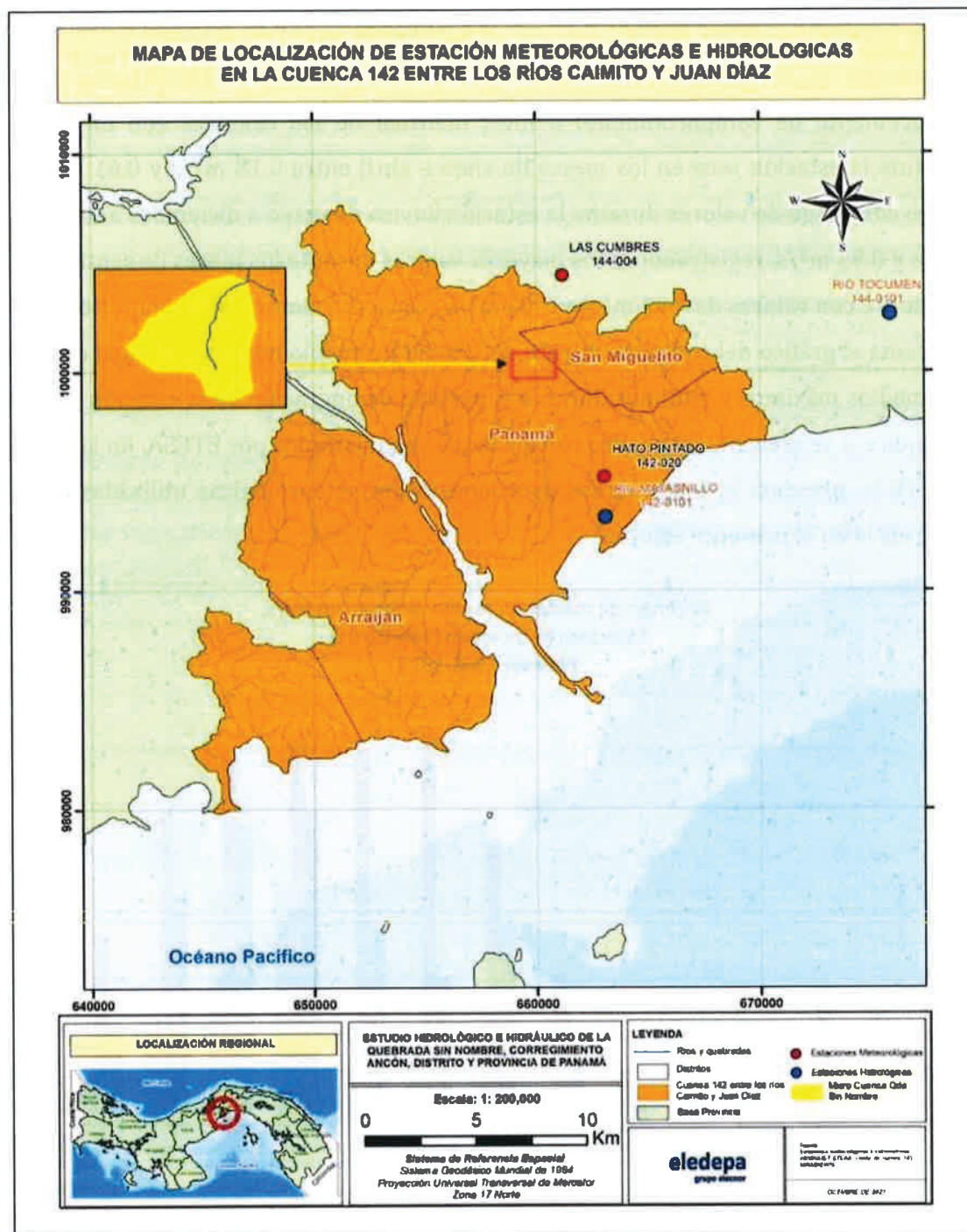
### 2.6.2.2 Estación río Tocumen 144-01-01

La estación del río Tocumen fue una estación hidrométrica que estuvo operativa desde octubre del año 1964 a abril de año 1974, ubicada en las coordenadas geográficas 9° 04' 00" de latitud norte y 79° 24' 00" de longitud oeste, ubicada en el corregimiento de Tocumen, distrito y provincia de Panamá. La estación estuvo operativa de manera irregular dentro de la Cuenca 144 por un período de 11 años pero con datos faltantes durante su registro e inactividad en cuanto a su operación en algunos momentos, con un área de drenaje de 26.6 Km<sup>2</sup> y elevación de 9 msnm, teniendo un caudal promedio de 1,180 litros por segundo (1.18 m<sup>3</sup>/s). El rendimiento de la subcuenca del río Tocumen en función del período de información registrada es de 44.36 l/s/Km<sup>2</sup>, el cual tiene un comportamiento similar al de la subcuenca del río Matasnillo, lo cual se

debe por una parte a que ambas teniendo un período de registro similar y por otra parte a que son cuencas vecinas (Cuenca 144 y Cuenca 142) y su régimen hidrológico es similar. La información registrada en la estación de Matasnillo permite tener conocimiento de comportamiento a nivel mensual de los caudales con un rango durante la estación seca en los meses de enero a abril entre  $0.18 \text{ m}^3/\text{s}$  y  $0.61 \text{ m}^3/\text{s}$  y luego con rango de valores durante la estación lluviosa de mayo a diciembre entre  $0.68 \text{ m}^3/\text{s}$  y  $0.93 \text{ m}^3/\text{s}$ , registrándose los mayores valores durante los meses de septiembre y octubre con valores de  $2.93 \text{ m}^3/\text{s}$  y  $2.81 \text{ m}^3/\text{s}$  respectivamente. En la figura No. 15 se presenta el gráfico del comportamiento del caudal promedio mensual, al igual que los promedios máximos y mínimos durante el período de operación de la estación y en el Apéndice B se presenta un cuadro con los datos suministrados por ETESA. En la figura No. 16 se presenta el mapa de las estaciones hidrometeorológicas utilizadas como referencia en el presente estudio.



**Figura No. 15.** Régimen de caudales promedios mensuales de la estación del río Tocumen (144-01-01).  
 Fuente: Datos de Hidrometeorología de ETESA.



**Figura No. 16.** Mapa de estaciones hidrometeorológicas cercana a la microcuenca de estudio de la Quebrada Sin Nombre.

## 2.7 Caudales extremos

### 2.7.1 Método Racional

Para obtener el caudal de diseño utilizado como base para la simulación hidráulica se aplicó el método racional, ya que permite obtener los caudales para diferentes períodos de retorno en cuencas que cuenten con un área de drenaje inferior a 250 Hectáreas, este método es comúnmente aplicado en drenajes urbanos donde se aplican canales para el drenaje natural de las aguas pluviales.

La microcuenca de estudio cuenta con un área de 3.005 Hectáreas, por lo que es aplicable el método racional.

El método racional para la evaluación del caudal consiste en la aplicación de la siguiente expresión:

$$Q = CIA / 360$$

Donde

Q = Caudal en la sección considerada m<sup>3</sup>/seg.

C = Coeficiente de escorrentía o de flujo superficial de la cuenca.

I = Intensidad media de la lluvia sobre el área de la cuenca tributaria para la sección, mm/hora

Donde 360 es un factor para transformar las unidades resultantes (Ha\*mm / hora) a (m<sup>3</sup>/s).

En forma resumida, el cálculo de los caudales de las aguas pluviales, utilizando el método racional, requiere la determinación de los siguientes datos básicos.



Relación intensidad precipitación-duración del aguacero de diseño, para utilizarla como base del proyecto.

El probable estado futuro de la cuenca vertiente, es decir; el porcentaje de superficie impermeable que puede esperarse cuando el distrito se haya desarrollado lo previsto.

El coeficiente de escorrentía, que relaciona el caudal máximo de escorrentía en cualquier punto con la intensidad de la lluvia durante el tiempo de concentración para ese punto.

El tiempo probable requerido para que el agua fluya por la superficie del terreno desde el punto más alejado de la cuenca, hasta el punto de análisis, conocido como tiempo de concentración.

Al estimar el caudal de escorrentía mediante el método racional se supone que el valor de la intensidad media de la lluvia a utilizar en los cálculos es el correspondiente a la duración de aquella igual al tiempo de concentración.

La intensidad de la lluvia ha sido determinada utilizando como referencia las curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia de la estación meteorológica de Hato Pintado, la cual se encuentra ubicada a una distancia de 5.5 Kms aproximadamente, pero cuyo régimen de lluvia es homogéneo con una precipitación promedio anual de aproximadamente 2,000<sup>1</sup> mm.

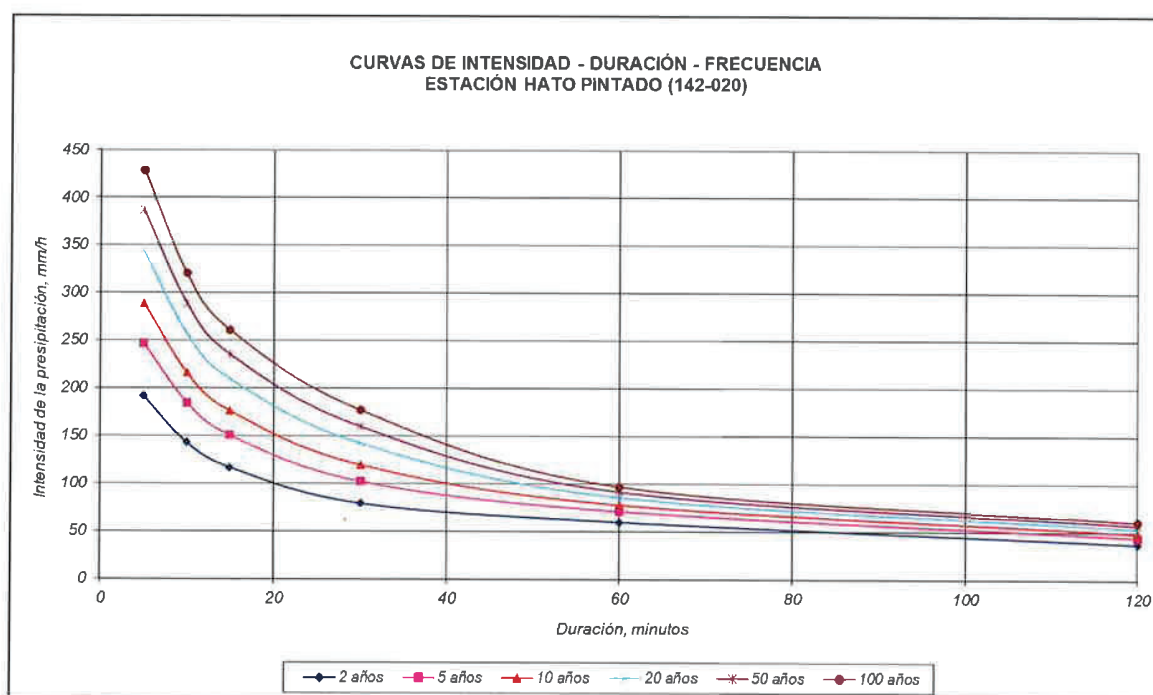
Para el coeficiente de escorrentía, analizando el desarrollo de la zona de estudio, se estimó un valor de 85% de la microcuenca analizada, por lo que se asigna un coeficiente de 0.85 para los cálculos. El valor corresponde a la referencia del manual de aprobación de planos del Ministerio de Obras Públicas (MOP) de Panamá, el cual se aplicada para áreas sub-urbanas y de rápido crecimiento, el cual es aplicable a la microcuenca de estudio en función la extensión territorial no tan amplia con respecto

---

<sup>1</sup> Según información del Balance Hídrico Superficial de Panamá de período 1971-2002.

al desarrollo del proyecto de la subestación eléctrica que conlleva la modificación del uso de suelo y por ende el aumento de la relación lluvia/escorrentía.

Para la determinación de la Intensidad de la lluvia (mm/hora), se utilizó como referencia la curva de Intensidad-Duración-Frecuencia de la estación meteorológica de Santiago (Ver Figura No. 17). El valor utilizado corresponde a la intensidad de la tormenta de duración de 1 hora y la recurrencia de eventos de 10, 10, 50 y 100 años, con valores de 77.99, 85.98, 91.62 y 97.03 mm/hr respectivamente.



**Figura No. 17.** Curva de Intensidad-Duración-Frecuencia de estación meteorológica de Hato Pintado.

Una vez estimado todas las variables para estimar el caudal mediante el método racional se aplica la ecuación :

$$Q_{10 \text{ años}} = CIA/360$$

$$Q_{10 \text{ años}} = 0.85 \cdot 77.99 \text{ mm/hr} \cdot 3.005 \text{ Ha}$$

$$Q_{10 \text{ años}} = 0.55 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{20 \text{ años}} = CIA/360$$

$$Q_{20 \text{ años}} = 0.85 * 85.98 \text{ mm/hr} * 3.005 \text{ Ha}$$

$$Q_{20 \text{ años}} = 0.61 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{50 \text{ años}} = CIA/360$$

$$Q_{50 \text{ años}} = 0.85 * 91.62 \text{ mm/hr} * 3.005 \text{ Ha}$$

$$Q_{50 \text{ años}} = 0.65 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{100 \text{ años}} = CIA/360$$

$$Q_{100 \text{ años}} = 0.85 * 97.03 \text{ mm/hr} * 3.005 \text{ Ha}$$

$$Q_{100 \text{ años}} = 0.69 \text{ m}^3/\text{s}$$

### 3 Simulación Hidráulica

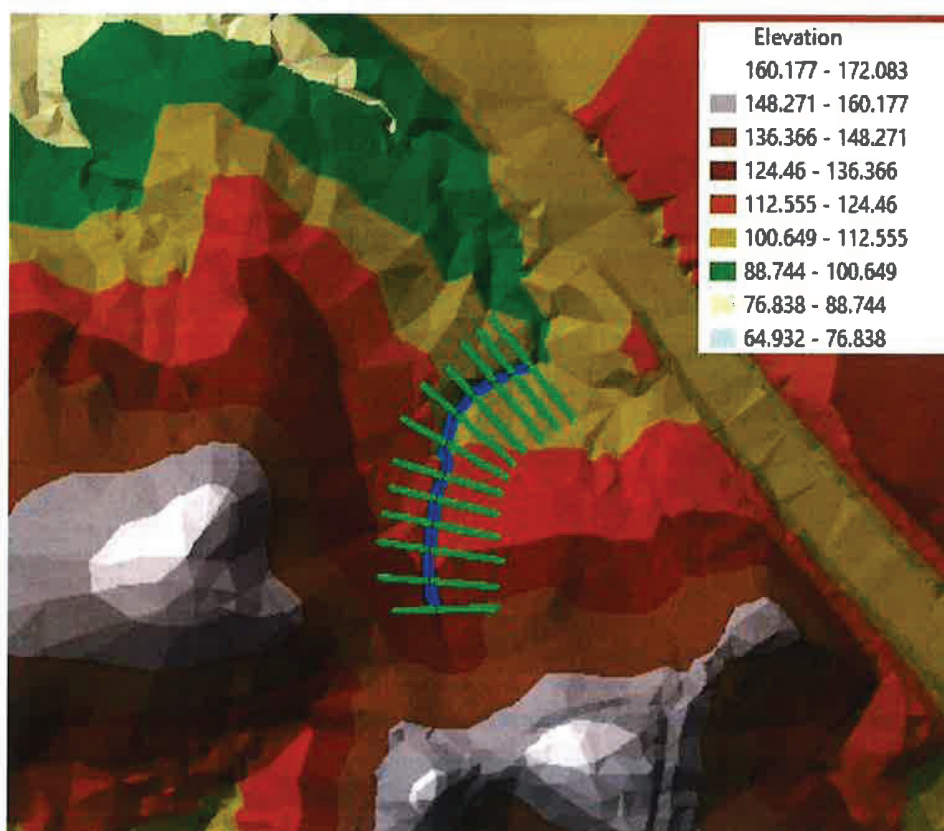
En esta sección se presentan los resultados obtenidos luego de la simulación hidráulica con HEC-RAS, de un tramo de la quebrada Sin Nombre de aproximadamente 170 metros bajo recurrencias de 10, 20, 50 y 100 años.

El modelo HEC-RAS, permite realizar simulaciones de cuerpos de agua ya sean naturales o artificiales (canales u otros), que se unen para confluir en un punto o que tienen bifurcaciones. En este capítulo veremos el análisis y resultados de la simulación realizada tomando en cuenta el análisis hidrológico y la estimación del caudal por el método racional.

Se utilizaron los caudales obtenidos mediante el método racional para los diferentes períodos de retorno: **0.55 m<sup>3</sup>/s** (Tr = 10 años), **0.61 m<sup>3</sup>/s** (Tr = 20 años), **0.65 m<sup>3</sup>/s** (Tr = 50 años), y **0.69 m<sup>3</sup>/s** (Tr = 100 años). Las condiciones de borde del modelo se tomaron en base a la pendiente normal del cauce de 27 m de diferencial de elevación por cada 170 m de longitud del cauce.

Se aplicaron rugosidades en el lecho del cauce de la quebrada de  $n_1 = 0.030$  y en los bancos de  $n_2 = 0.035$ , tomando en cuenta las condiciones del cauce de tierra canalizado y su planicie que puede ser variable, tomando como referencia los cuadros para valores típicos de coeficiente de Manning en la literatura de **"Hidráulica de Canales Abiertos"** (Chow, 1959).

En la figura No. 18 se muestra el esquema de los canales en el modelo hec-ras, con las secciones transversales generadas, en una vista de planta.



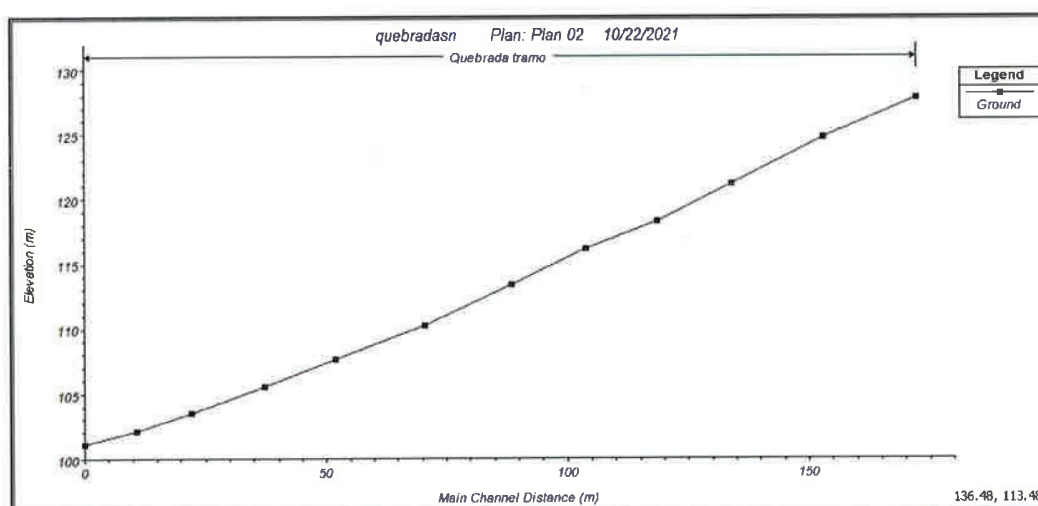
**Figura No. 18.** Vista de Planta del Modelo Hidráulico en Hec-Ras con modelo de elevación generado con topografía y batimetría.



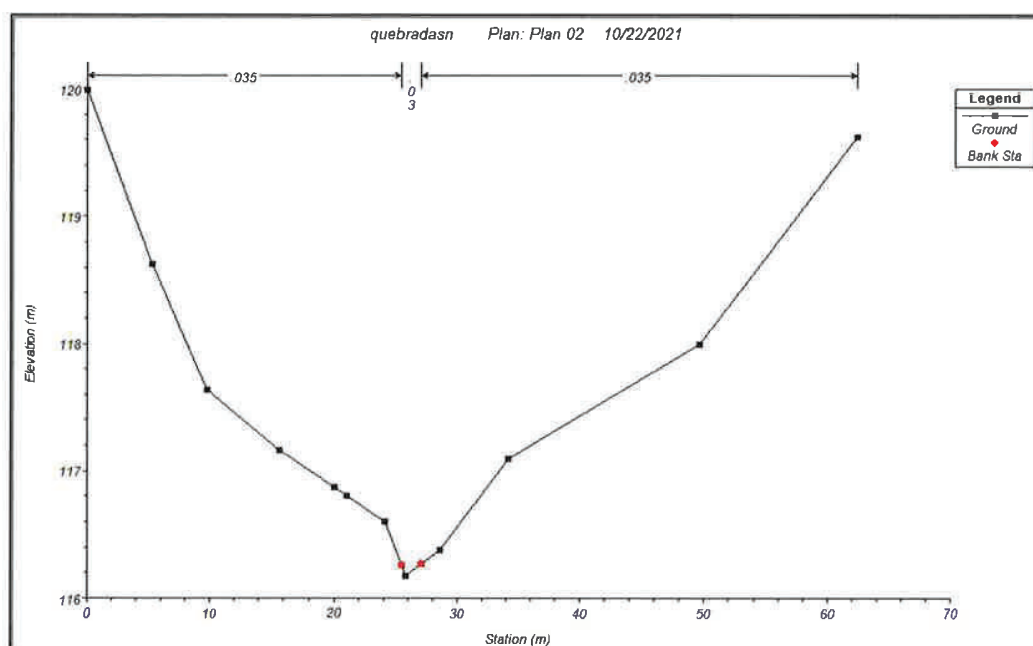
Las condiciones de borde del modelo son un parámetro importante dentro de la simulación por tanto el análisis hidráulico se divide en cuatro (4) escenarios, en función de los períodos de recurrencia de los caudales mencionados.

En las siguientes figuras se presentan los perfiles longitudinales del tramo de la quebrada El Veneno al igual que otros parámetros que forman parte del modelo de estudio

### 3.1 Perfil Longitudinal del tramo de estudio de la Quebrada Sin Nombre.



**Figura No. 19.** Perfil longitudinal tramo de estudio de la quebrada Sin Nombre.

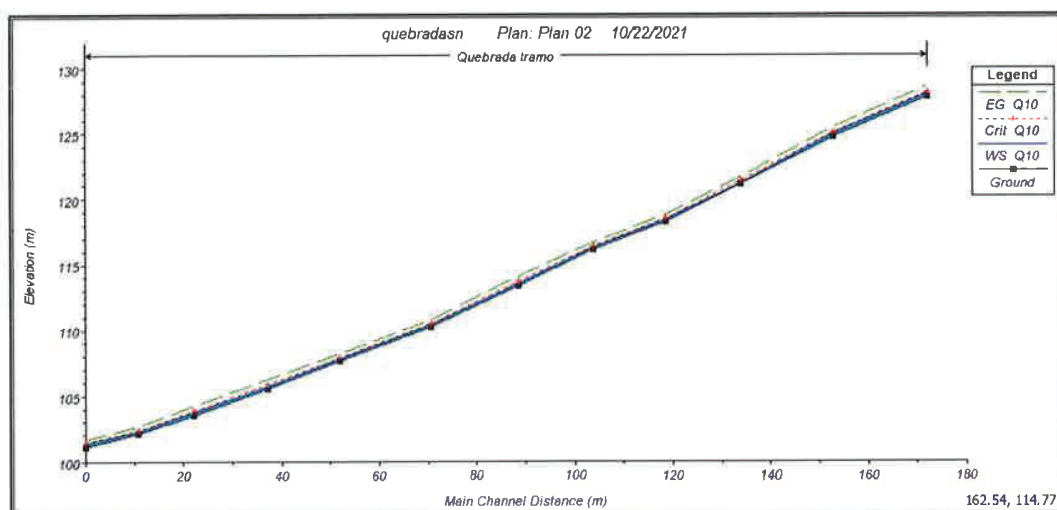


**Figura No. 20.** Sección transversal de tramo de la quebrada Sin Nombre.

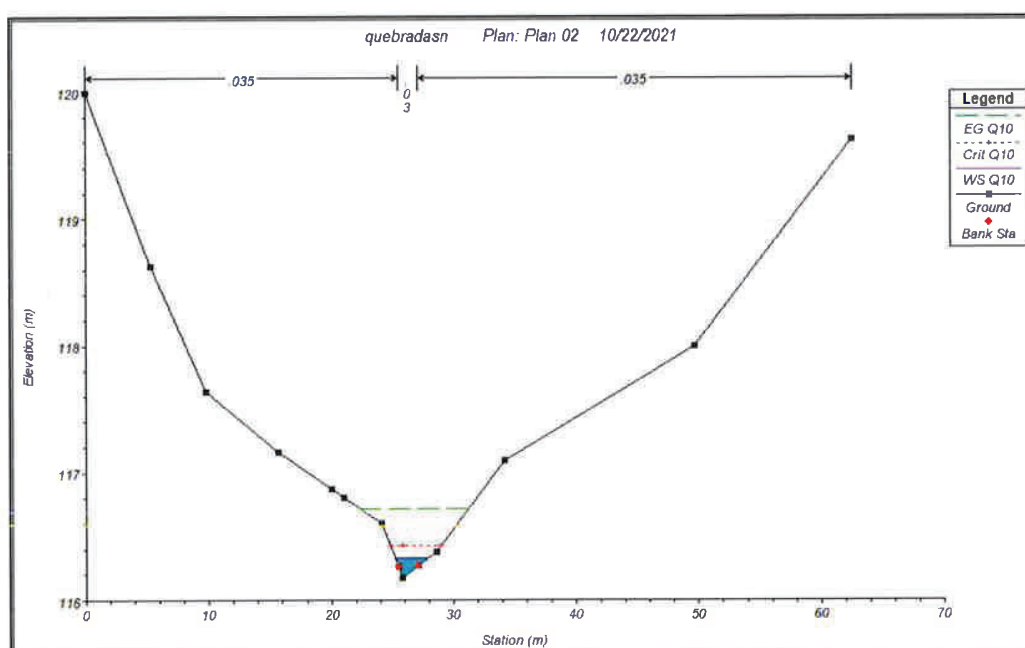
### 3.2 Resultados Condiciones Naturales

A continuación se presentan los resultados de la simulación con Hec-Ras para los diferentes escenarios de caudal para las recurrencias de 10, 20, 50 y 100 años:

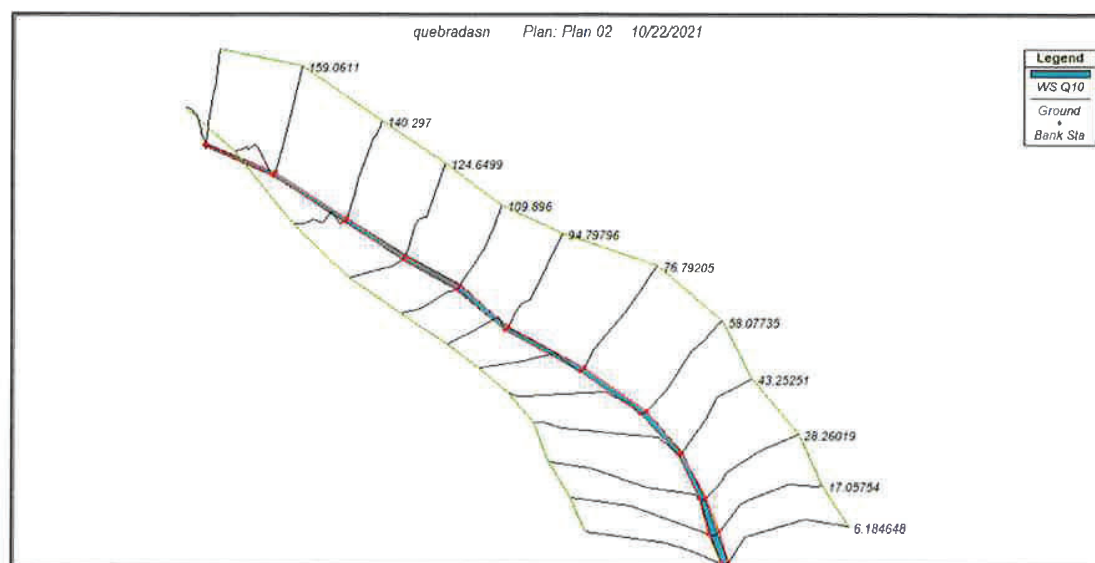
#### 3.2.1 Q10 años



**Figura No. 21.** Perfil longitudinal de tramo de la quebrada Sin Nombre (recurrencia de 10 años).



**Figura No. 22.** Sección Transversal tramo de la quebrada Sin Nombre (recurrencia de 10 años).



**Figura No. 23.** Tramo d la quebrada Sin Nombre bajo una recurrencia de 10 años.

En el cuadro No. 6 se presentan variables hidráulicas de las secciones que forman parte del tramo simulado de la quebrada Sin nombre para caudal con período de recurrencia de 10 años.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Yn (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
tramo	178.20	Q10	0.55	127.77	128.04	0.27	3.24	0.17	1.27	2.84
tramo	159.06	Q10	0.55	124.78	124.99	0.21	2.98	0.18	1.78	2.95
tramo	140.30	Q10	0.55	121.12	121.27	0.15	2.99	0.18	2.33	3.36
tramo	124.65	Q10	0.55	118.27	118.43	0.16	2.91	0.21	2.72	2.82
tramo	109.90	Q10	0.55	116.17	116.33	0.16	2.84	0.22	2.71	2.72
tramo	94.80	Q10	0.55	113.41	113.6	0.19	3.22	0.17	1.76	3.3
tramo	76.79	Q10	0.55	110.23	110.4	0.17	2.87	0.19	1.83	2.84
tramo	58.08	Q10	0.55	107.7	107.84	0.14	2.55	0.22	2.23	2.57
tramo	43.25	Q10	0.55	105.5	105.76	0.26	3.09	0.18	1.36	2.63
tramo	28.26	Q10	0.55	103.52	103.77	0.25	2.98	0.18	1.49	2.71
tramo	17.06	Q10	0.55	102.1	102.33	0.23	2.68	0.21	1.85	2.57
tramo	6.18	Q10	0.55	101.1	101.36	0.26	2.3	0.24	1.81	2.02

**Cuadro No. 6.** Variables hidráulicas de secciones del tramo de la quebrada Sin Nombre (10 años).



El tirante hidráulico en el tramo simulado oscila entre 0.14 y 0.27 metros, con velocidades que varían entre 2.30 m/s y 3.24 m/s, lo que implica que bajo una recurrencia de 10 años velocidades permisibles. Los bajos valores del tirante hidráulico indican que para una recurrencia de 10 años no existe un riesgo de inundación asociado, al igual que por el espejo de agua producido cuyo valor máximo es de 2.71 m. El flujo es supercrítico, lo cual va relacionado con la pendiente pronunciada sobre el tramo de la quebrada simulado. A continuación detallamos cada uno de los enunciados que forman parte de la tabla:

**Reach:** Se refiere al tramo del río, quebrada o canal que se pretende simular.

**RiverSta:** Estacionamiento del río, donde la K equivale a Kilómetros,

**Profile:** En este caso se refiere al escenario hidrológico en este caso una recurrencia o caudal con recurrencia de 10 años.

**Qttotal:** Se refiere al caudal que forma parte del perfil.

**Min Ch El:** Elevación mínima del canal o cauce.

**W.S. Elev:** Es quizás la variable más importante en este caso, se refiere al nivel de superficie de agua o la elevación a la que llega el agua en cada sección transversal.

**Yn:** Tirante hidráulico de la sección ( $W.S. Elev - Min Ch El$ )

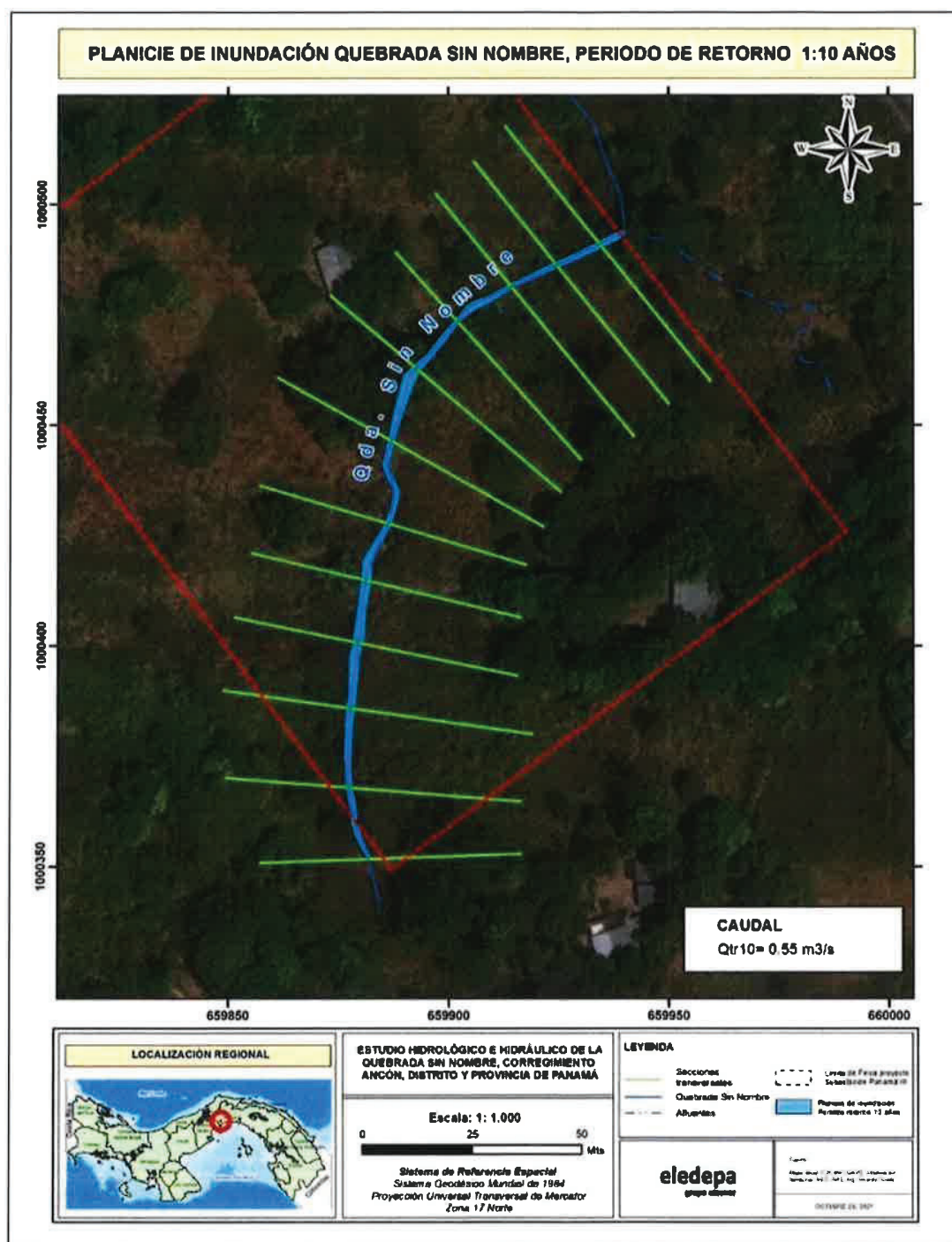
**Vel Chnnl:** Velocidad en el cauce o canal.

**Flow Area:** Área del flujo.

**Top Width:** Espejo de agua.

**Froude # Chl:** Número de Froude (define si un flujo es crítica o supercrítico).

En la figura No. 24 se presenta el mapa de planicie de inundación de tramo de la quebrada Sin Nombre para una recurrencia de 10 años.



**Figura No. 24.** Mapa de planicie de inundación de tramo de la Quebrada Sin Nombre bajo una recurrencia de 10 años.

### 3.2.2 Q20 años

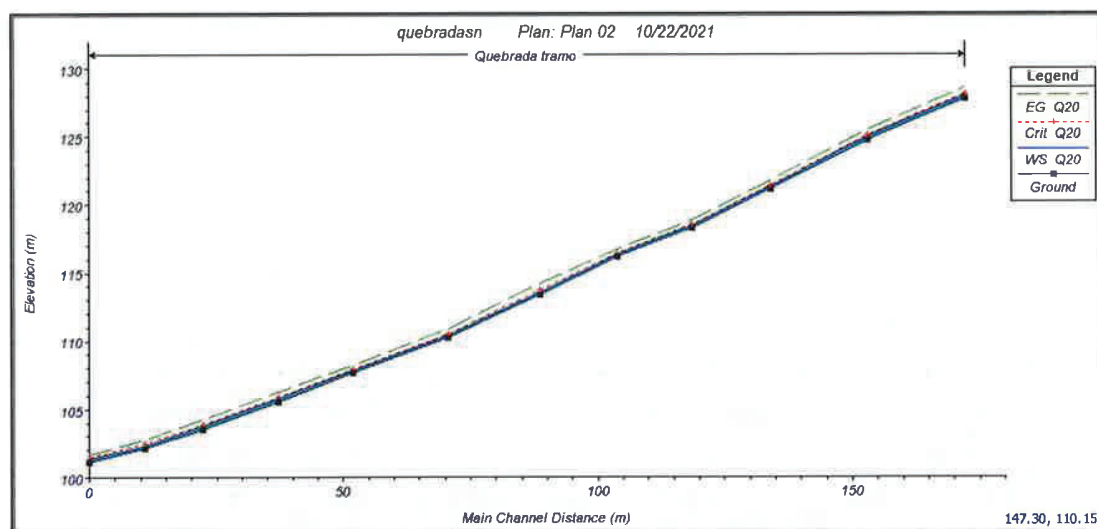


Figura No. 25. Perfil longitudinal de tramo de la quebrada Sin Nombre (recurrencia de 20 años).

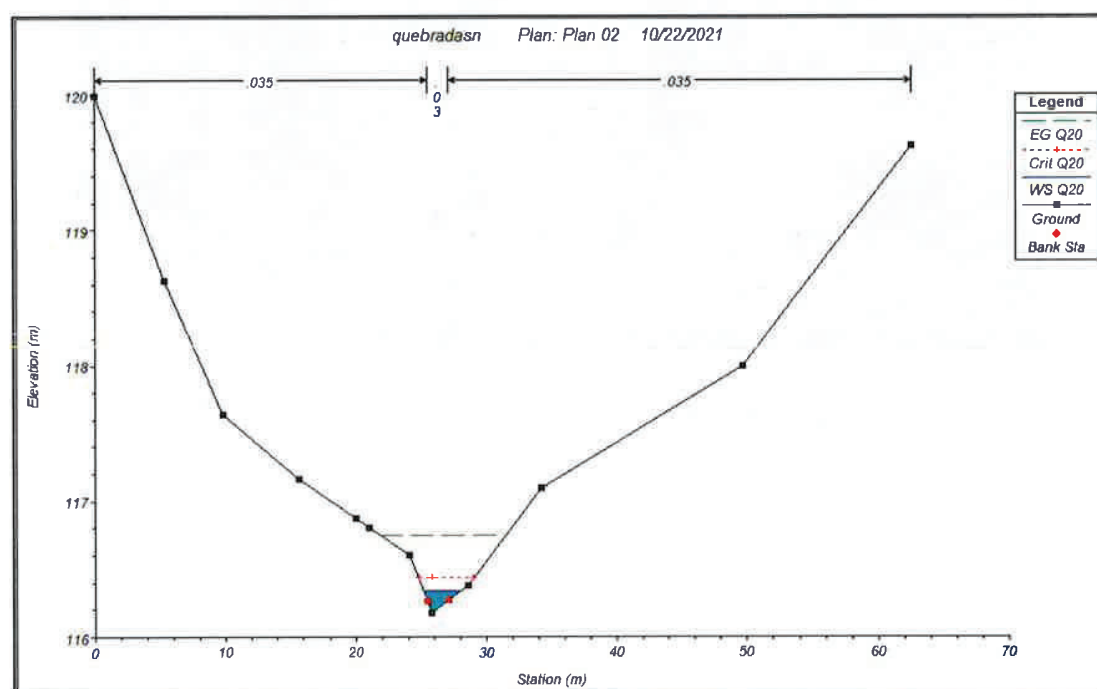
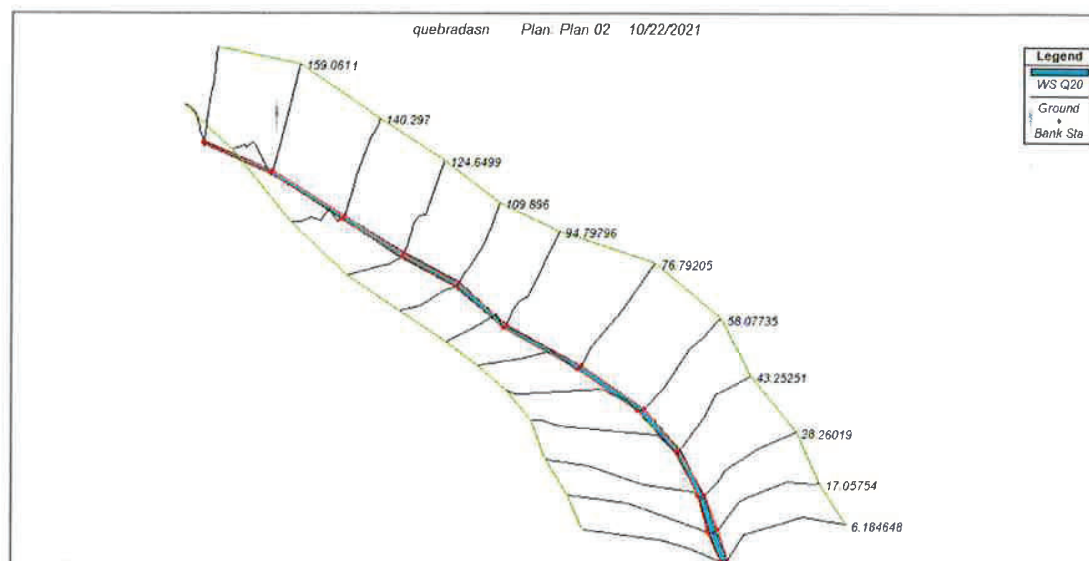


Figura No. 26. Sección Transversal tramo de la quebrada Sin Nombre (recurrencia de 20 años).



**Figura No. 27.** Tramo d la quebrada Sin Nombre bajo una recurrencia de 20 años.

En el cuadro No. 7 se presentan variables hidráulicas de las secciones que forman del tramo simulado de la quebrada Sin Nombre para caudal con recurrencia de 20 años.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Yn (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
tramo	178.20	Q20	0.61	127.77	128.05	0.28	3.33	0.18	1.32	2.86
tramo	159.06	Q20	0.61	124.78	125	0.22	3.06	0.2	1.85	2.97
tramo	140.30	Q20	0.61	121.12	121.28	0.16	3.08	0.2	2.41	3.38
tramo	124.65	Q20	0.61	118.27	118.43	0.16	3.02	0.23	2.82	2.85
tramo	109.90	Q20	0.61	116.17	116.34	0.17	2.95	0.23	2.82	2.74
tramo	94.80	Q20	0.61	113.41	113.61	0.2	3.31	0.18	1.83	3.33
tramo	76.79	Q20	0.61	110.23	110.41	0.18	2.96	0.21	1.89	2.86
tramo	58.08	Q20	0.61	107.7	107.85	0.15	2.64	0.23	2.28	2.59
tramo	43.25	Q20	0.61	105.5	105.77	0.27	3.19	0.19	1.41	2.64
tramo	28.26	Q20	0.61	103.52	103.78	0.26	3.08	0.2	1.55	2.75
tramo	17.06	Q20	0.61	102.1	102.34	0.24	2.75	0.22	1.92	2.58
tramo	6.18	Q20	0.61	101.1	101.37	0.27	2.37	0.26	1.88	2.04

**Cuadro No. 7.** Variables hidráulicas de secciones del tramo de la quebrada Sin Nombre (20 años).

El tirante hidráulico en el tramo simulado oscila entre 0.15 y 0.28 metros, con velocidades que varían entre 2.37 m/s y 3.33 m/s, lo que implica bajo una recurrencia de 20 años velocidades permisibles. Los bajos valores del tirante hidráulico indican



que para una recurrencia de 20 años no existe un riesgo de inundación asociado, al igual que por el espejo de agua producido cuyo valor máximo es de 2.83 m. El flujo es supercrítico, lo cual va relacionado con la pendiente pronunciada sobre el tramo de la quebrada simulado. A continuación detallamos cada uno de los enunciados que forman parte de la tabla:

Reach: Se refiere al tramo del río, quebrada o canal que se pretende simular.

RiverSta: Estacionamiento del río, donde la K equivale a Kilómetros,

Profile: En este caso se refiere al escenario hidrológico en este caso una recurrencia o caudal con recurrencia de 20 años.

Qttotal: Se refiere al caudal que forma parte del perfil.

Min Ch El: Elevación mínima del canal o cauce.

W.S. Elev: Es quizás la variable más importante en este caso, se refiere al nivel de superficie de agua o la elevación a la que llega el agua en cada sección transversal.

Yn: Tirante hidráulico de la sección ( $W.S. Elev - Min Ch El$ )

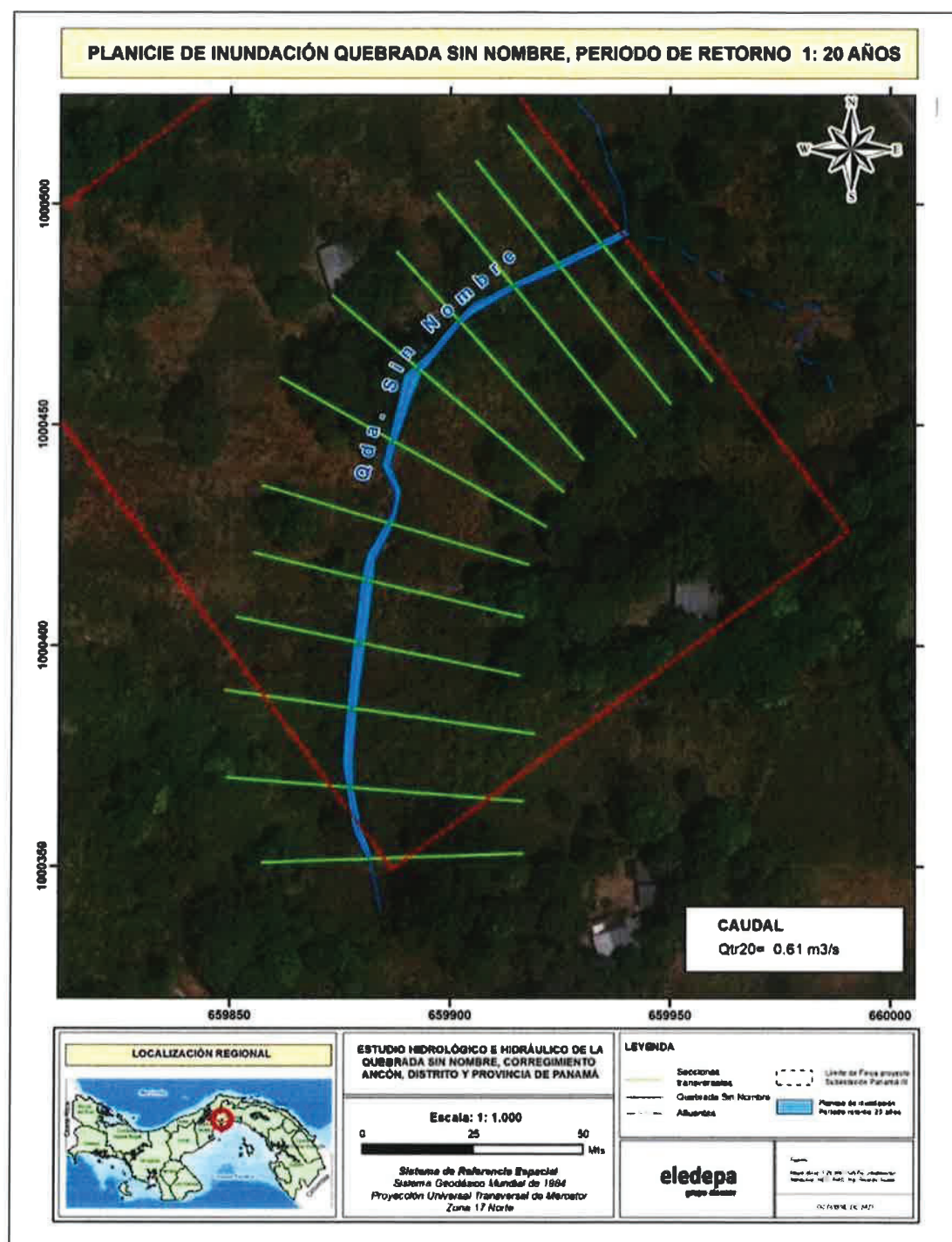
Vel Chnnl: Velocidad en el cauce o canal.

Flow Area: Área del flujo.

Top Width: Espejo de agua.

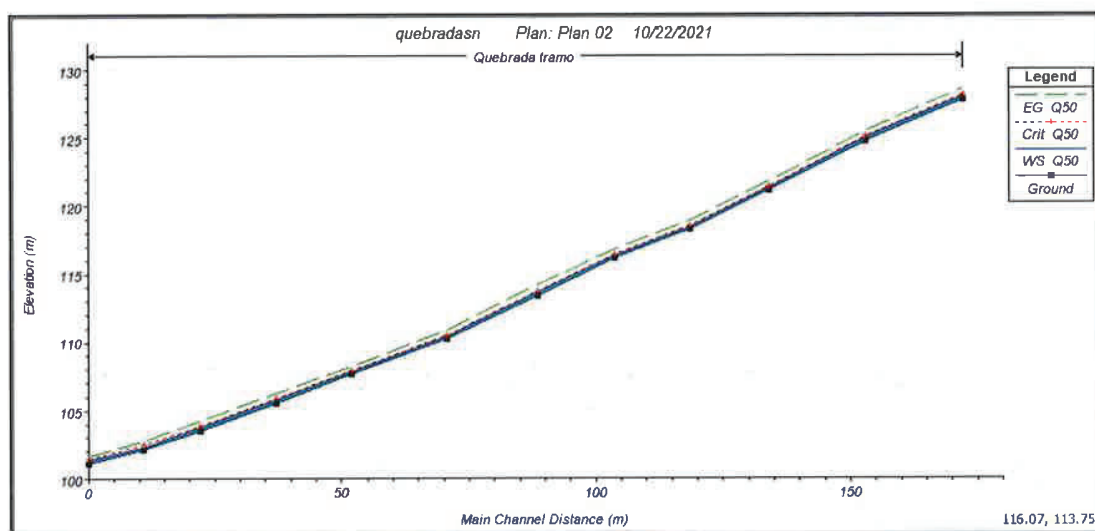
Froude # Chl: Número de Froude (define si un flujo es crítica o supercrítico).

En la figura No. 28 se presentan el mapa de planicie de inundación de tramo de la quebrada Sin Nombre para una recurrencia de 20 años.

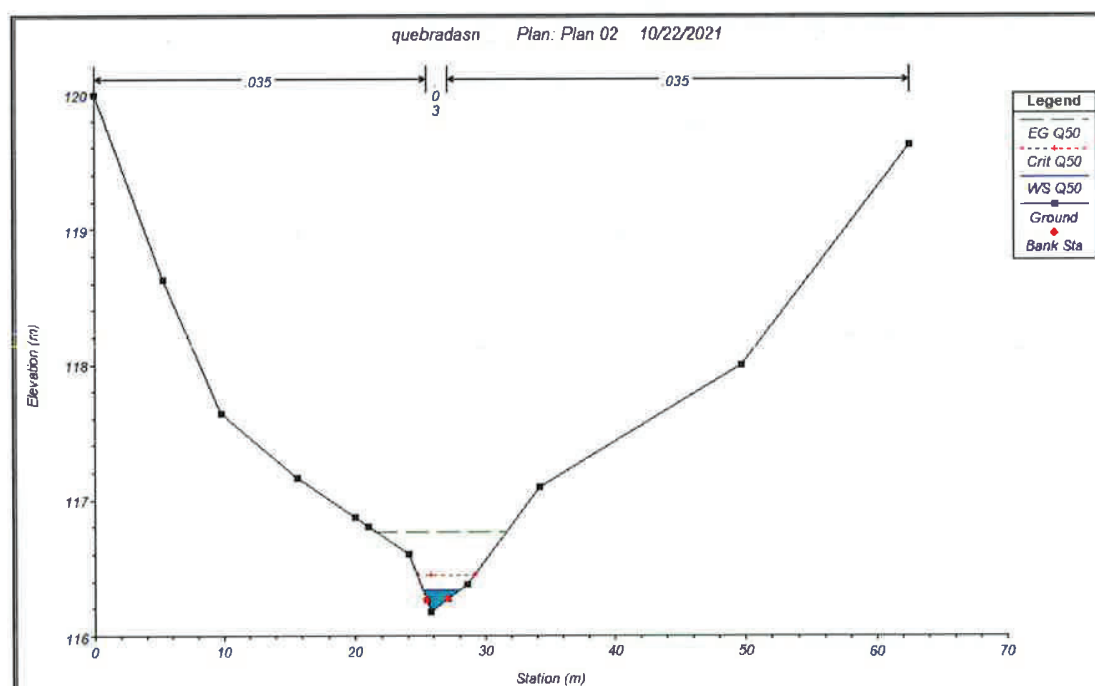


**Figura No. 28.** Mapa de planicie de inundación de tramo de la Quebrada Sin Nombre bajo una recurrencia de 20 años.

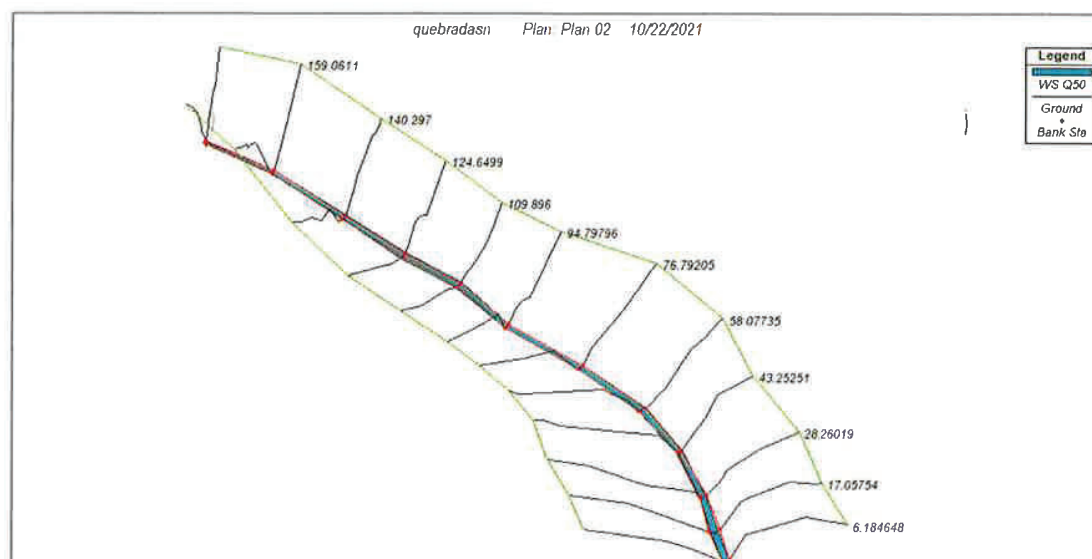
### 3.2.3 Q50 años



**Figura No. 29.** Perfil longitudinal de tramo de la quebrada Sin Nombre (recurrencia de 50 años).



**Figura No. 30.** Sección Transversal tramo de la quebrada Sin Nombre (recurrencia de 50 años).



**Figura No. 31.** Tramo d la quebrada Sin Nombre bajo una recurrencia de 50 años.

En el cuadro No. 8 se presentan variables hidráulicas de las secciones que forman del tramo simulado de la quebrada Sin Nombre para un caudal con recurrencia de 50 años.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Yn (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
tramo	178.20	Q50	0.65	127.77	128.05	0.28	3.38	0.19	1.36	2.87
tramo	159.06	Q50	0.65	124.78	125	0.22	3.11	0.21	1.89	2.99
tramo	140.30	Q50	0.65	121.12	121.28	0.16	3.14	0.21	2.45	3.39
tramo	124.65	Q50	0.65	118.27	118.43	0.16	3.09	0.24	2.89	2.87
tramo	109.90	Q50	0.65	116.17	116.34	0.17	3.01	0.24	2.89	2.75
tramo	94.80	Q50	0.65	113.41	113.62	0.21	3.36	0.19	1.87	3.34
tramo	76.79	Q50	0.65	110.23	110.42	0.19	3.01	0.22	1.93	2.87
tramo	58.08	Q50	0.65	107.7	107.85	0.15	2.71	0.24	2.31	2.6
tramo	43.25	Q50	0.65	105.5	105.78	0.28	3.27	0.2	1.44	2.65
tramo	28.26	Q50	0.65	103.52	103.78	0.26	3.14	0.21	1.58	2.77
tramo	17.06	Q50	0.65	102.1	102.35	0.25	2.79	0.23	1.97	2.59
tramo	6.18	Q50	0.65	101.1	101.38	0.28	2.42	0.27	1.92	2.04

**Cuadro No. 8.** Variables hidráulicas de secciones del tramo de la quebrada Sin Nombre (50 años).

El tirante hidráulico en el tramo simulado oscila entre 0.15 y 0.28 metros, con velocidades que varían entre 2.42 m/s y 3.38 m/s, lo que implica que bajo una recurrencia de 50 años velocidades permisibles. Los bajos valores del tirante hidráulico indican que para una recurrencia de 50 años no existe un riesgo de inundación asociado, al igual que por el espejo de agua producido cuyo valor máximo es de 3.39 m. El flujo es supercrítico, lo cual va relacionado con la pendiente pronunciada sobre el tramo de la quebrada simulado. A continuación detallamos cada uno de los enunciados que forman parte de la tabla:

Reach: Se refiere al tramo del río, quebrada o canal que se pretende simular.

RiverSta: Estacionamiento del río, donde la K equivale a Kilómetros,

Profile: Se refiere al escenario hidrológico en este caso un caudal con recurrencia de 50 años.

Qttotal: Se refiere al caudal que forma parte del perfil.

Min Ch El: Elevación mínima del canal o cauce.

W.S. Elev: Es quizás la variable más importante en este caso, se refiere al nivel de superficie de agua o la elevación a la que llega el agua en cada sección transversal.

Yn: Tirante hidráulico de la sección (W.S. Elev – Min Ch El)

Vel Chnnl: Velocidad en el cauce o canal.

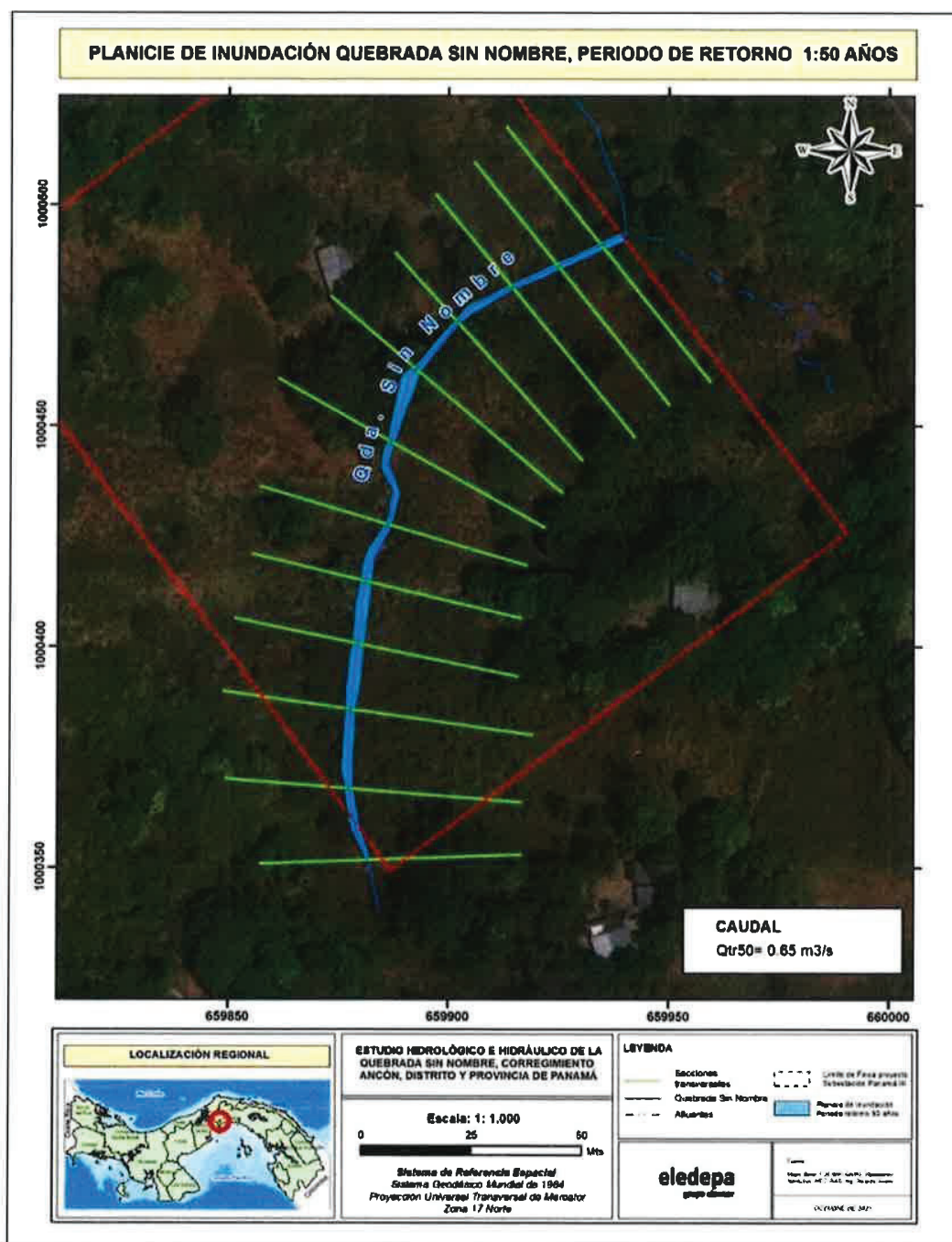
Flow Area: Área del flujo.

Top Width: Espejo de agua.

Froude # Chl: Número de Froude (define si un flujo es crítica o supercrítico).

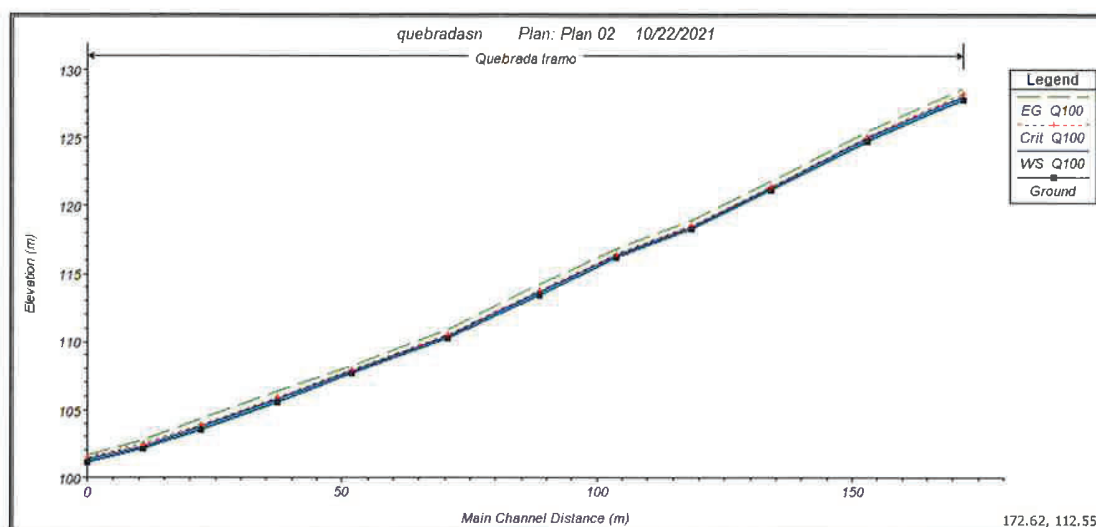


En la figura No. 32 se presentan el mapa de planicie de inundación de tramo de la quebrada Sin Nombre para una recurrencia de 50 años.

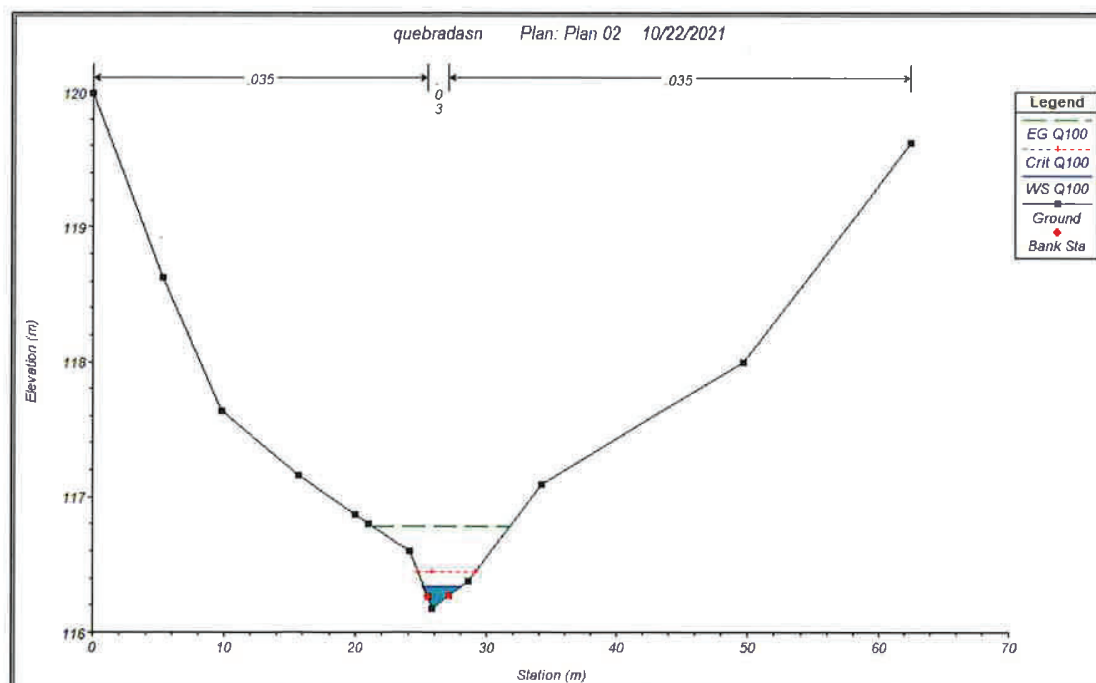


**Figura No. 32.** Mapa de planicie de inundación de tramo de la Quebrada Sin Nombre bajo una recurrencia de 50 años.

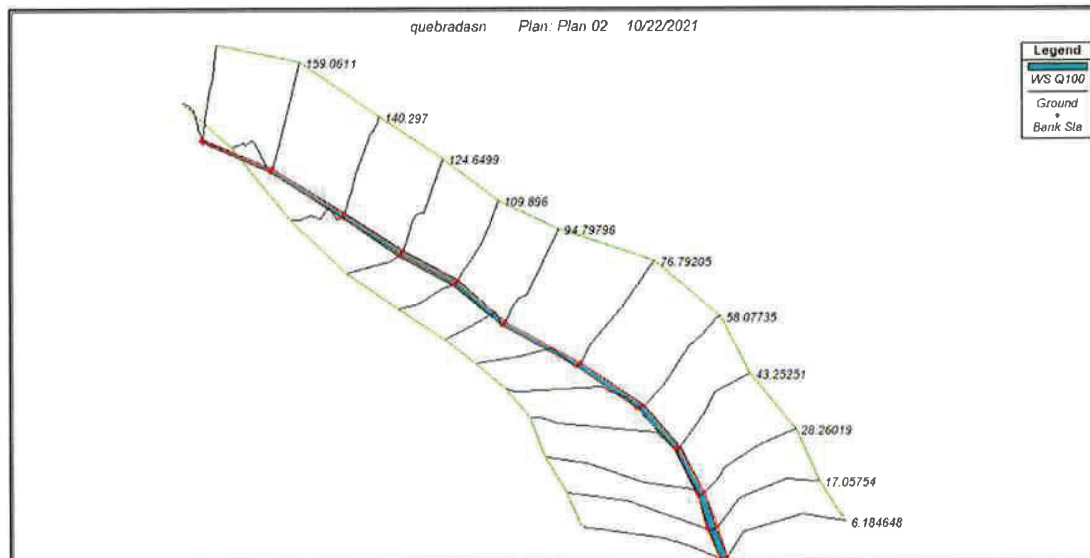
### 3.2.4 Q100 años



**Figura No. 33.** Perfil longitudinal de tramo de la quebrada Sin Nombre (recurrencia de 100 años).



**Figura No. 34.** Sección Transversal tramo de la quebrada Sin Nombre (recurrencia de 100 años).



**Figura No. 35.** Tramo d la quebrada Sin Nombre bajo una recurrencia de 100 años.

En el cuadro No. 9 se presentan variables hidráulicas de las secciones que forman parte del tramo simulado de la quebrada Sin Nombre, para un caudal con recurrencia de 100 años..

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Yn (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
tramo	178.20	Q100	0.69	127.77	128.06	0.29	3.43	0.2	1.39	2.88
tramo	159.06	Q100	0.69	124.78	125.01	0.23	3.16	0.22	1.93	3
tramo	140.30	Q100	0.69	121.12	121.29	0.17	3.2	0.22	2.5	3.4
tramo	124.65	Q100	0.69	118.27	118.44	0.17	3.16	0.25	2.95	2.89
tramo	109.90	Q100	0.69	116.17	116.34	0.17	3.07	0.26	2.95	2.77
tramo	94.80	Q100	0.69	113.41	113.62	0.21	3.41	0.2	1.91	3.35
tramo	76.79	Q100	0.69	110.23	110.42	0.19	3.06	0.23	1.97	2.89
tramo	58.08	Q100	0.69	107.7	107.86	0.16	2.77	0.25	2.34	2.61
tramo	43.25	Q100	0.69	105.5	105.79	0.29	3.34	0.21	1.47	2.66
tramo	28.26	Q100	0.69	103.52	103.79	0.27	3.2	0.22	1.62	2.8
tramo	17.06	Q100	0.69	102.1	102.35	0.25	2.83	0.24	2.02	2.6
tramo	6.18	Q100	0.69	101.1	101.38	0.28	2.48	0.28	1.95	2.06

**Cuadro No. 9.** Variables hidráulicas de secciones del tramo de la quebrada Sin Nombre (100 años).

El tirante hidráulico en el tramo simulado oscila entre 0.16 y 0.29 metros, con velocidades que varían entre 2.48 m/s y 3.43 m/s, lo que implica que bajo una recurrencia de 100 años velocidades permisibles. Los bajos valores del tirante hidráulico indican que para una recurrencia de 100 años no existe un riesgo de inundación asociado, al igual que por el espejo de agua producido cuyo valor máximo es de 2.96 m. El flujo es supercrítico, lo cual va relacionado con la pendiente pronunciada sobre el tramo de la quebrada simulado. A continuación detallamos cada uno de los enunciados que forman parte de la tabla:

Reach: Se refiere al tramo del río, quebrada o canal que se pretende simular.

RiverSta: Estacionamiento del río, donde la K equivale a Kilómetros,

Profile: En este caso se refiere al escenario hidrológico en este caso una recurrencia o caudal con recurrencia de 100 años.

Qtotal: Se refiere al caudal que forma parte del perfil.

Min Ch El: Elevación mínima del canal o cauce.

W.S. Elev: Es quizás la variable más importante en este caso, se refiere al nivel de superficie de agua o la elevación a la que llega el agua en cada sección transversal.

Yn: Tirante hidráulico de la sección (W.S. Elev – Min Ch El)

Vel Chnnl: Velocidad en el cauce o canal.

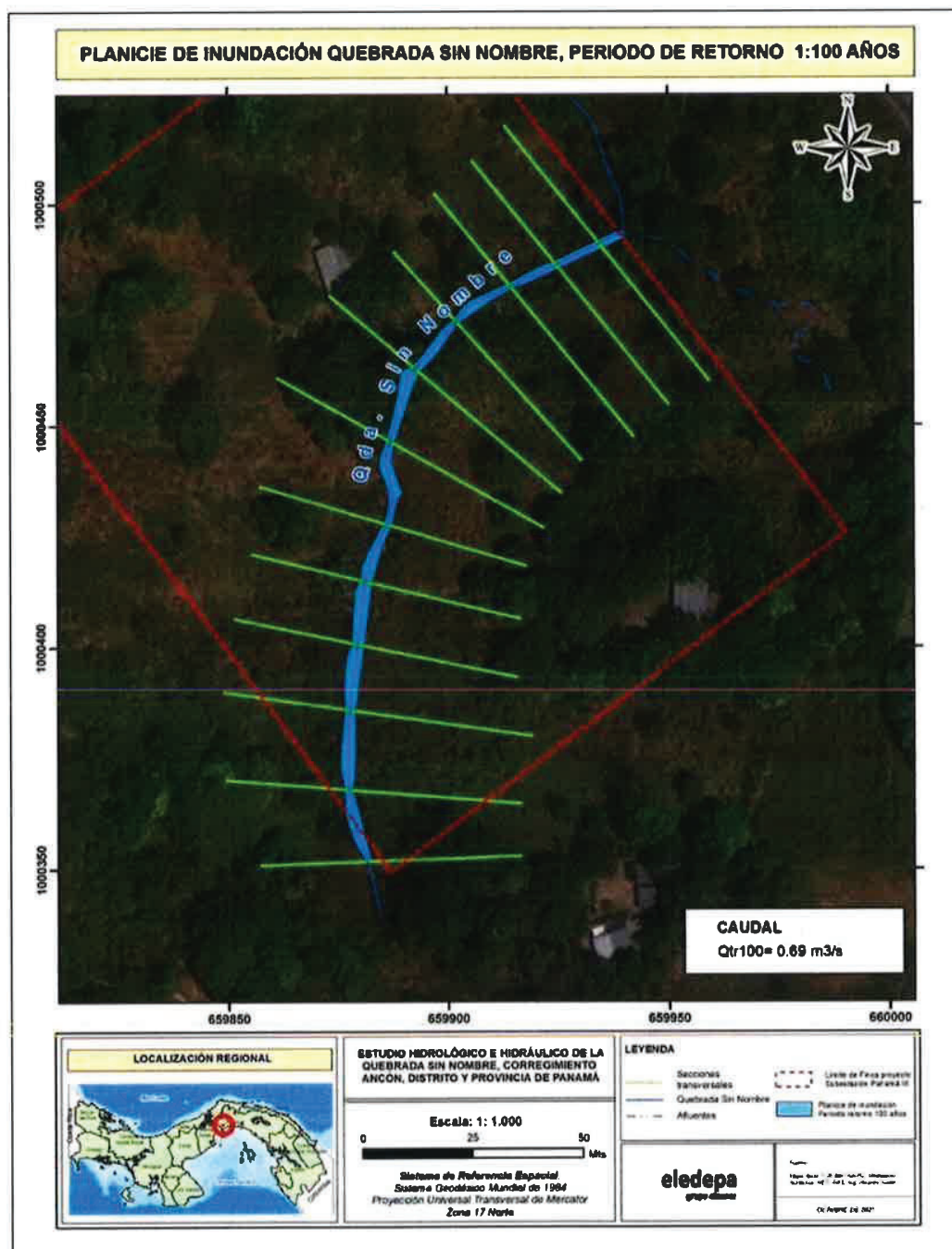
Flow Area: Área del flujo.

Top Width: Espejo de agua.

Froude # Chl: Número de Froude (define si un flujo es crítica o supercrítico).

En la figura No. 36 se presentan el mapa de planicie de inundación de tramo de la quebrada El Veneno para una recurrencia de 100 años.





**Figura No. 36.** Mapa de planicie de inundación de tramo de la Quebrada Sin Nombre bajo una recurrencia de 100 años.

## **4 Conclusiones y recomendaciones**

### **4.1 Conclusiones**

1. El tramo simulado de la quebrada Sin Nombre cuenta con la capacidad para transitar los caudales con recurrencias de 10, 20, 50 y 100 años.
2. Los caudales obtenidos mediante el método racional y que fueron utilizados en la simulación hidráulica fueron los siguientes: 0.55 m<sup>3</sup>/s (Tr = 10 años), 0.61 m<sup>3</sup>/s (Tr = 20 años), 0.65 m<sup>3</sup>/s (Tr = 50 años) y 0.69 m<sup>3</sup>/s (Tr = 100 años).
3. Los resultados obtenidos con la simulación hidráulica con Hec-Ras indican que el tirante máximo de agua para las secciones del tramo de la quebrada Sin Nombre no superan 0.29 para el caudal de 0.69 m<sup>3</sup>/s, que corresponde al escenario más crítico.
4. El espejo de agua de mayor magnitud en una de las secciones del tramo de la quebrada Sin Nombre equivale a 2.96 m para el escenario más crítico con recurrencia de 100 años.
5. La implementación de Arcg-GIS fue fundamental para el análisis espacial hidrológico de la subcuenta del proyecto, al igual que para la estimación de variables geomorfológicas y la elaboración de los mapas.

#### **4.2 Recomendaciones**

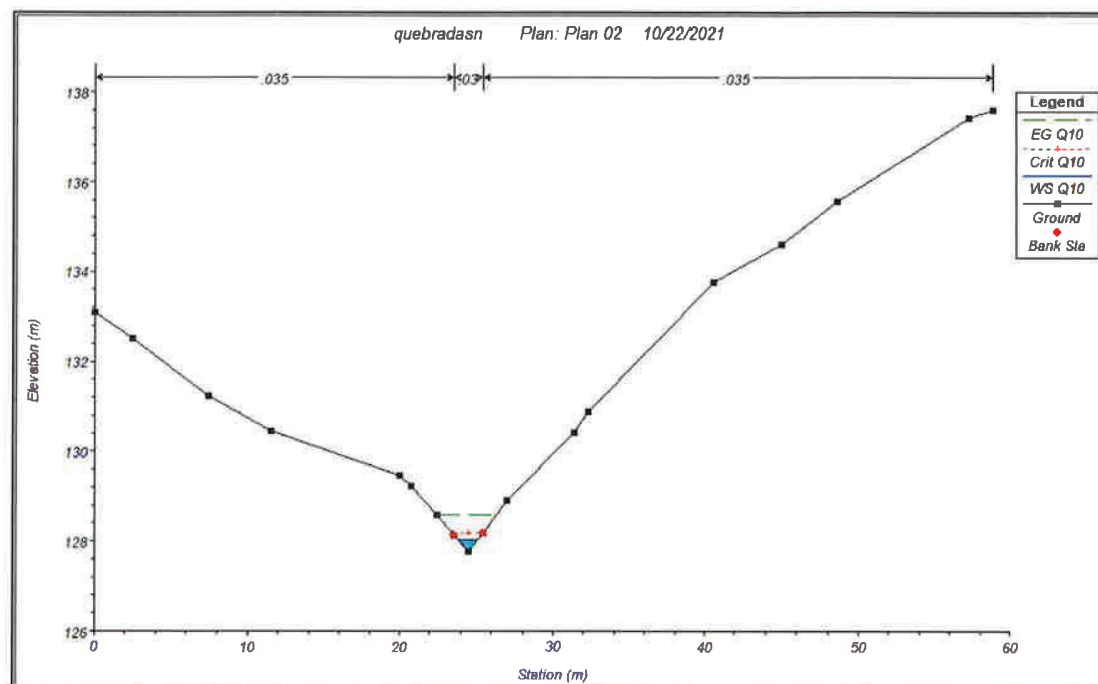
1. Es recomendable mantener vegetación en la servidumbre del canal en caso que se opte por esa opción de obra en cauce para evitar la erosión y sedimentación ante eventos extremos.

## 5 Referencias Bibliográficas

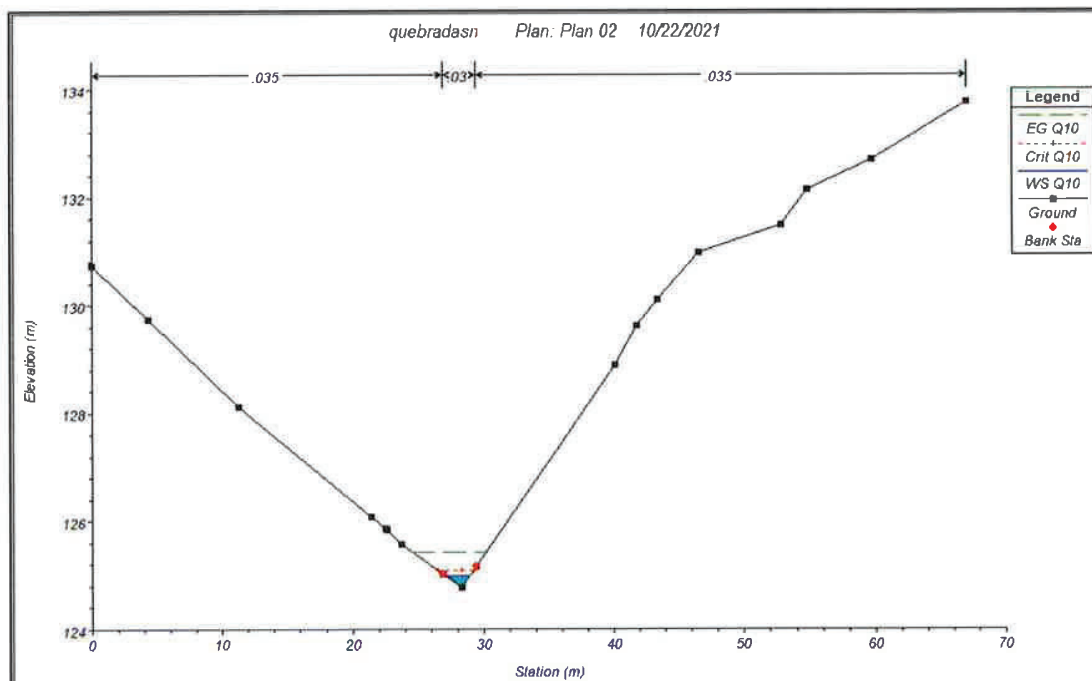
- Chow, V. T., 1959, Open Channel Hydraulics, McGraw-Hill, New Cork.
- Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A., Departamento de Hidrometeorología,
- Balance Hídrico Superficial de Panamá para el período (1971-2002), 2008.
- Hydrologic Engineering Center, 2008, HEC-RAS, River Analysis System, User's Manual, U. S. Army Corps of Engineering, Davis, CA
- Manual de Usuario de Hec-Georas.
- Ministerio de Obras Públicas (2003). Manual de Requisitos para Revisión de Planos. Panamá.
- Ministerio de Ambiente (2010). Atlas Ambiental de la República de Panamá. Panamá.

**APENDICE A****Secciones Transversales del tramo de Estudio  
Quebrada SN para recurrencia de 10 años**

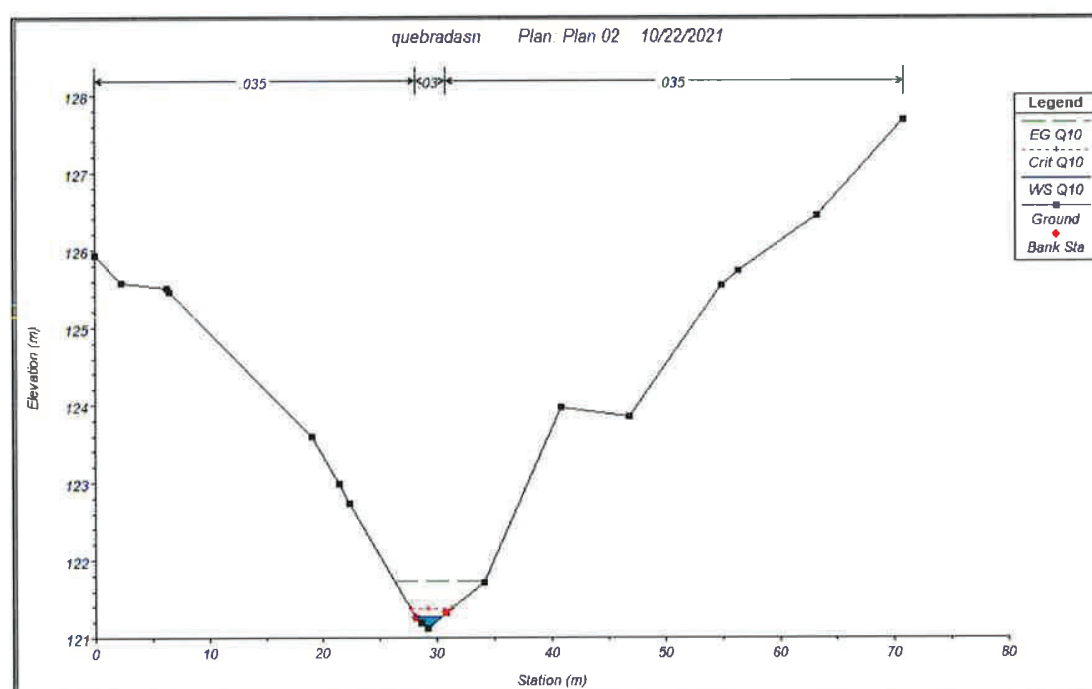




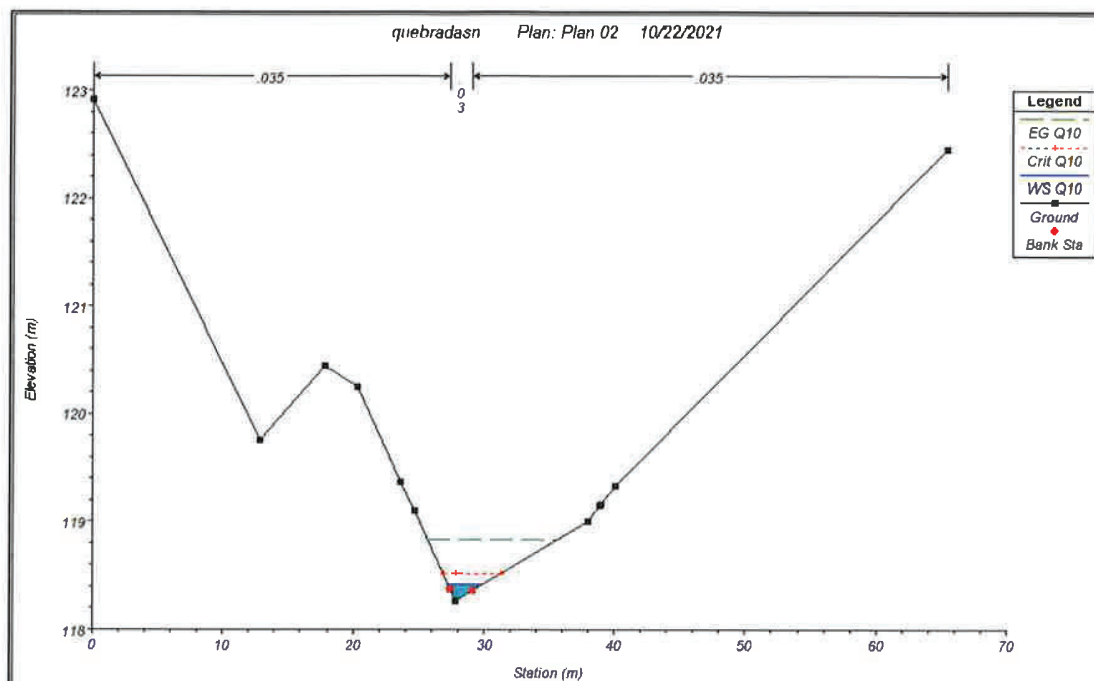
Estación 178.20



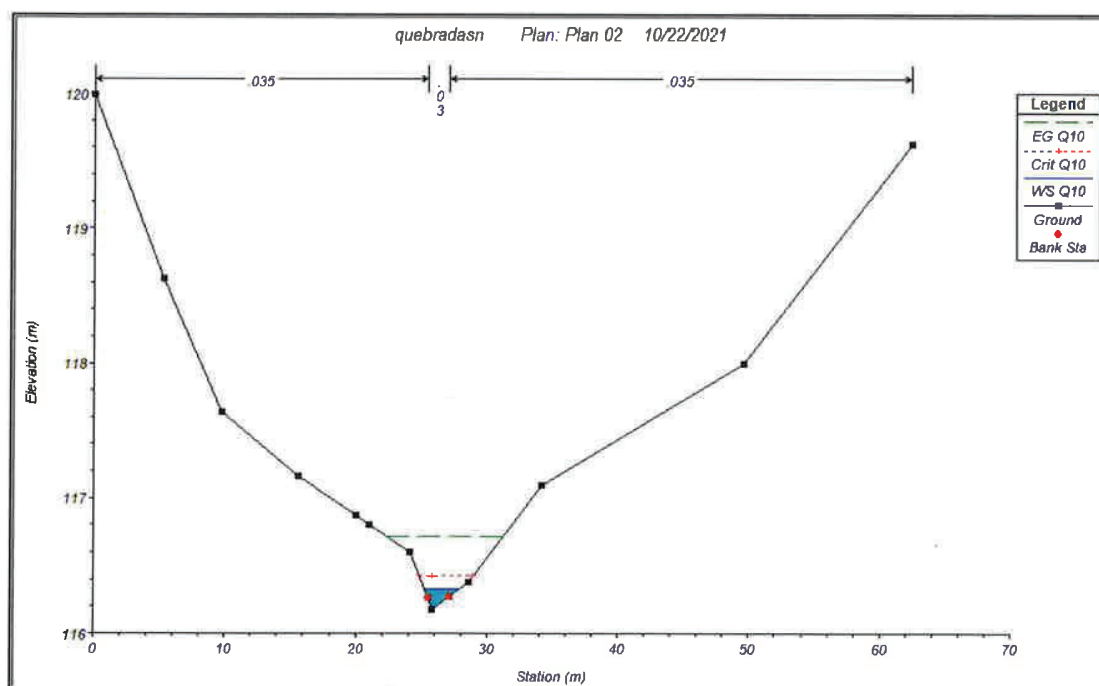
Estación 159.06



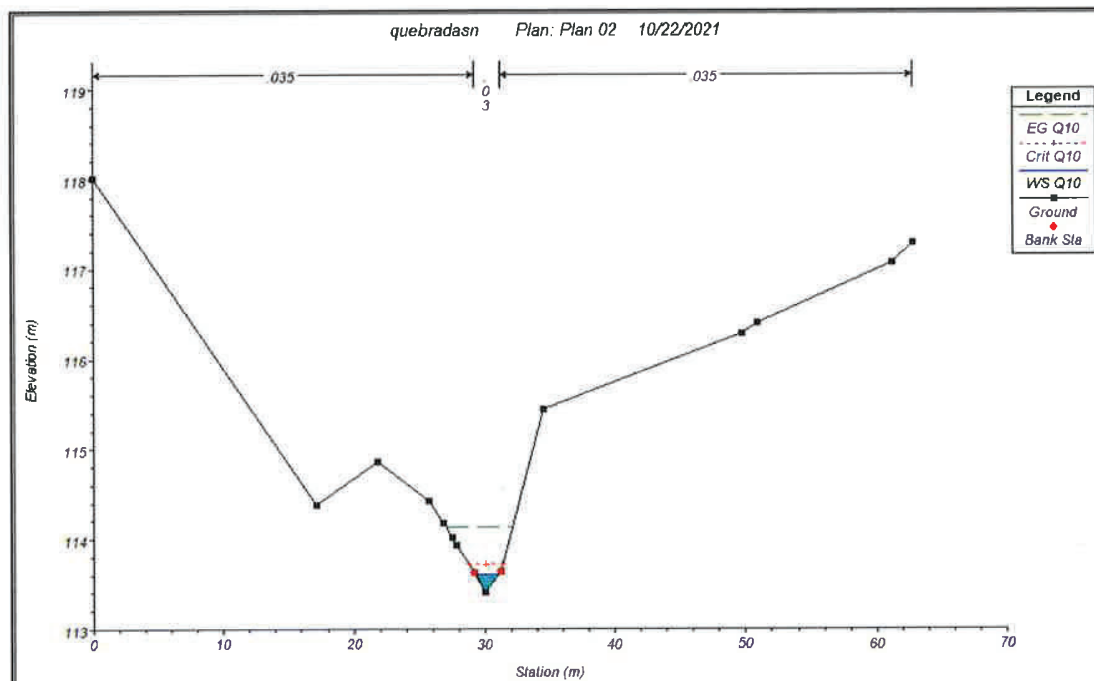
Estación 140.29



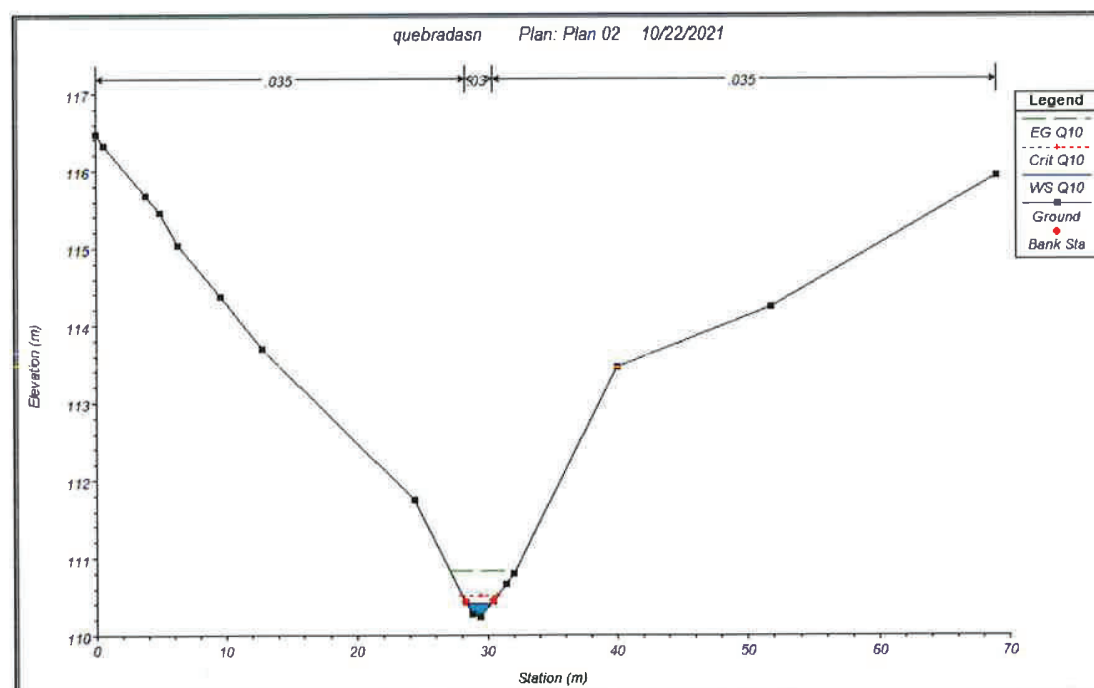
Estación 124.65



Estación 109.89



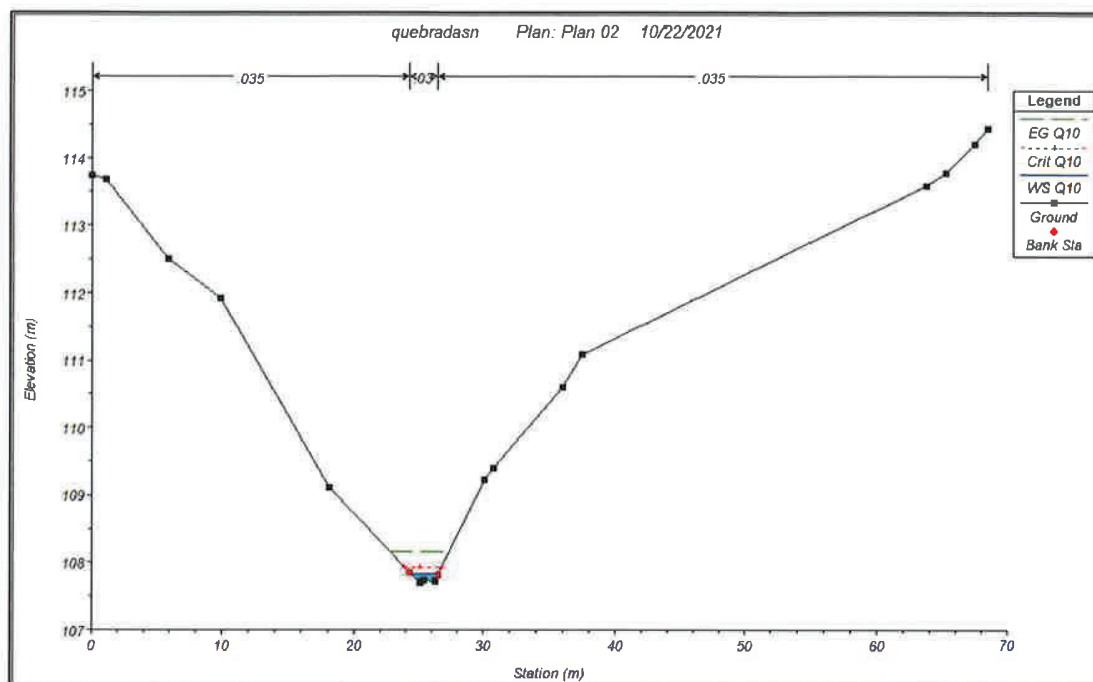
Estación 94.79



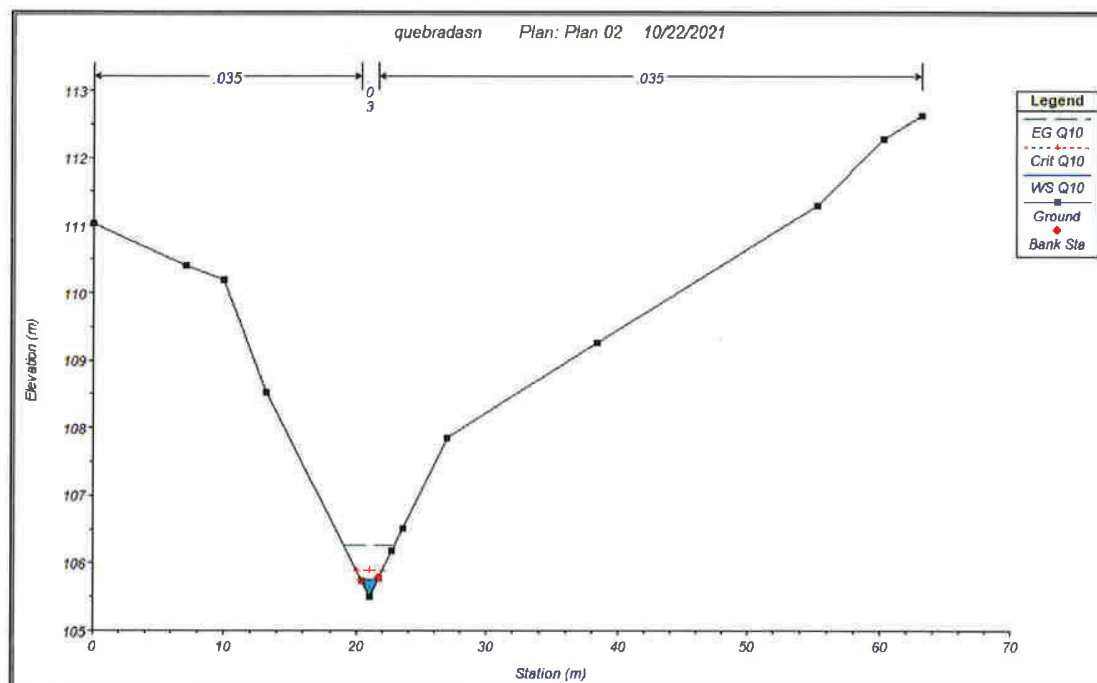
Estación 76.79

## ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO QUEBRADA SIN NOMBRE

**eledepa**  
grupo elecnor



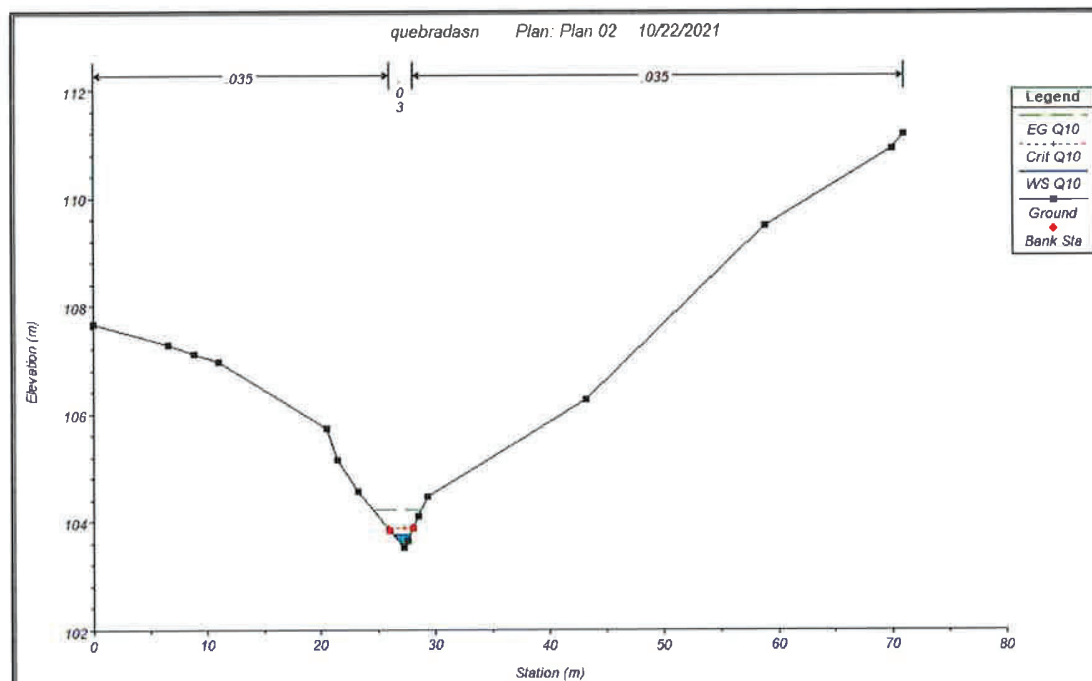
Estación 58.07



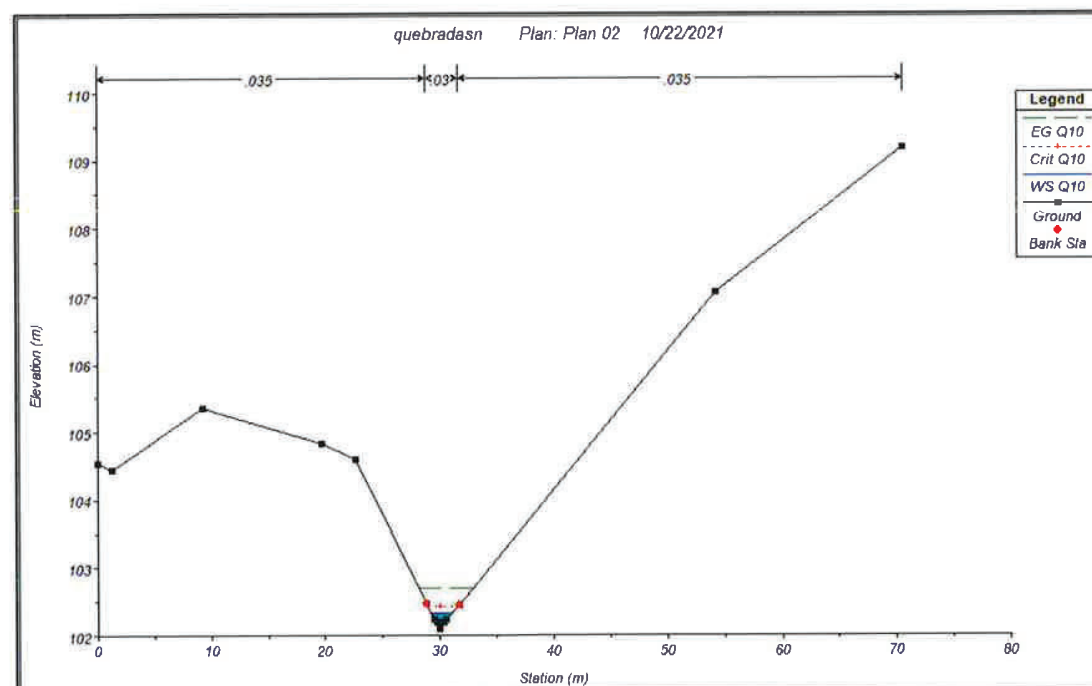
Estación 43.25



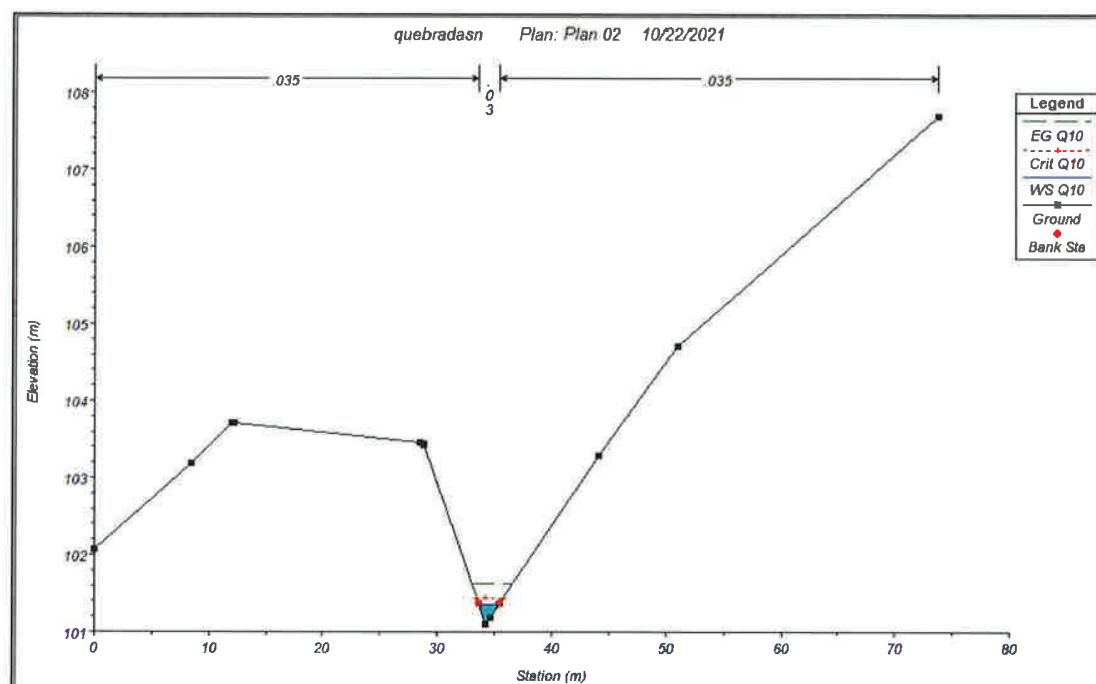
## ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO QUEBRADA SIN NOMBRE

**eledepa**  
 grupo elecnor


Estación 28.26



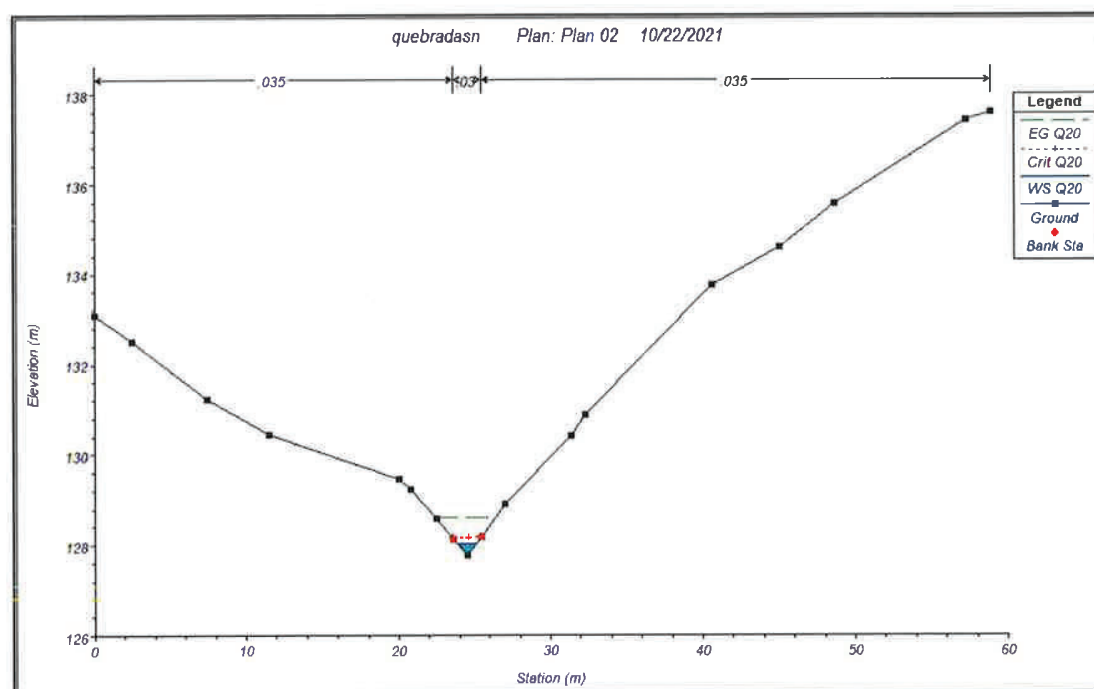
Estación 17.05



Estación 6.18

## Secciones Transversales del tramo de Estudio

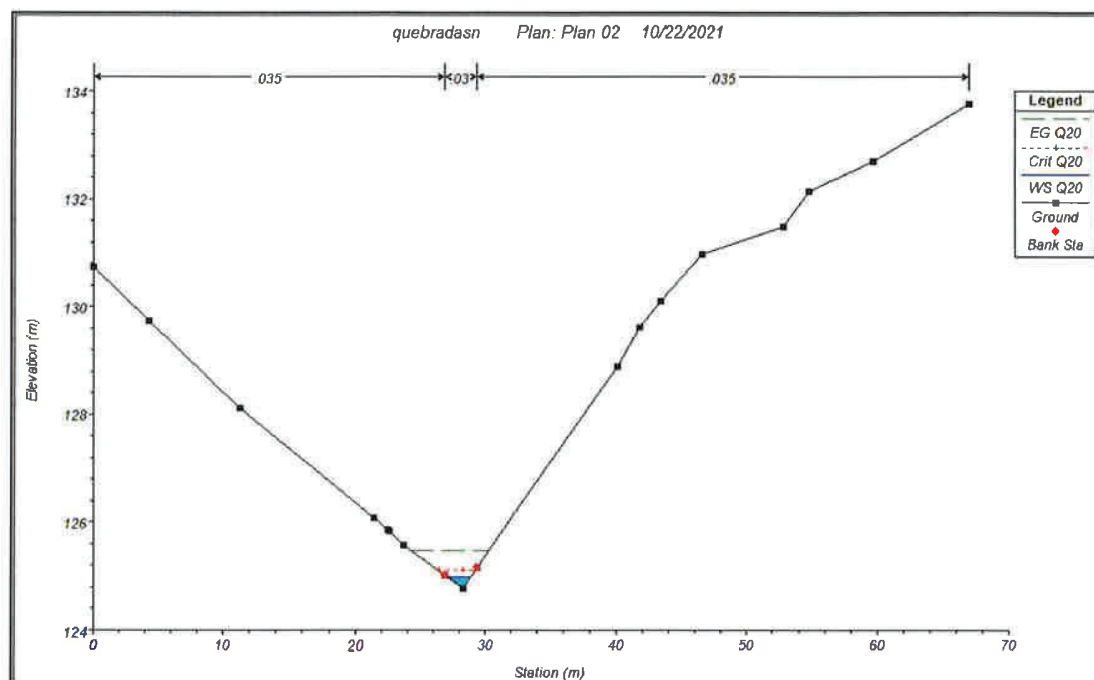
### Quebrada SN para recurrencia de 20 años



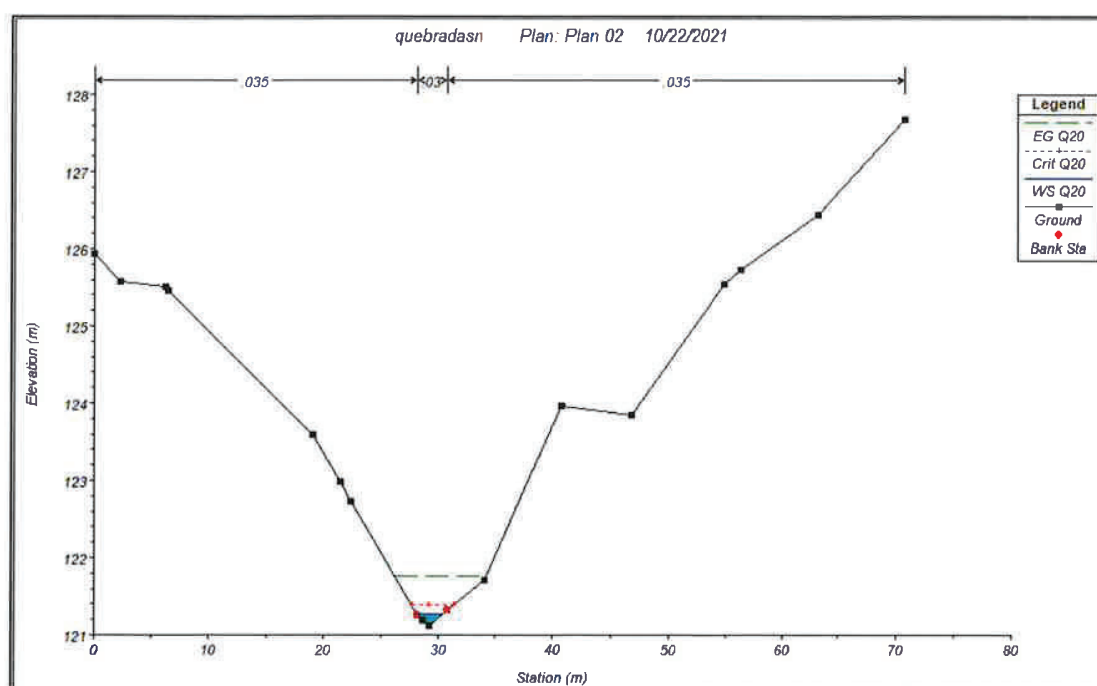
Estación 178.20

## ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO QUEBRADA SIN NOMBRE

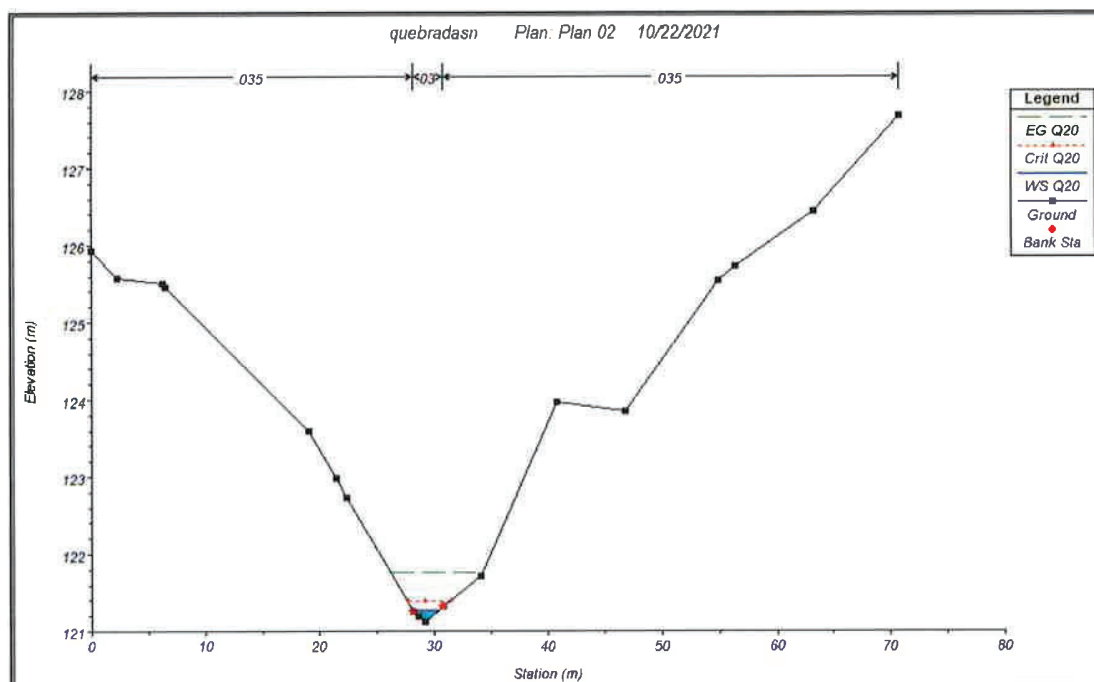
**eledepa**  
grupo elecnor



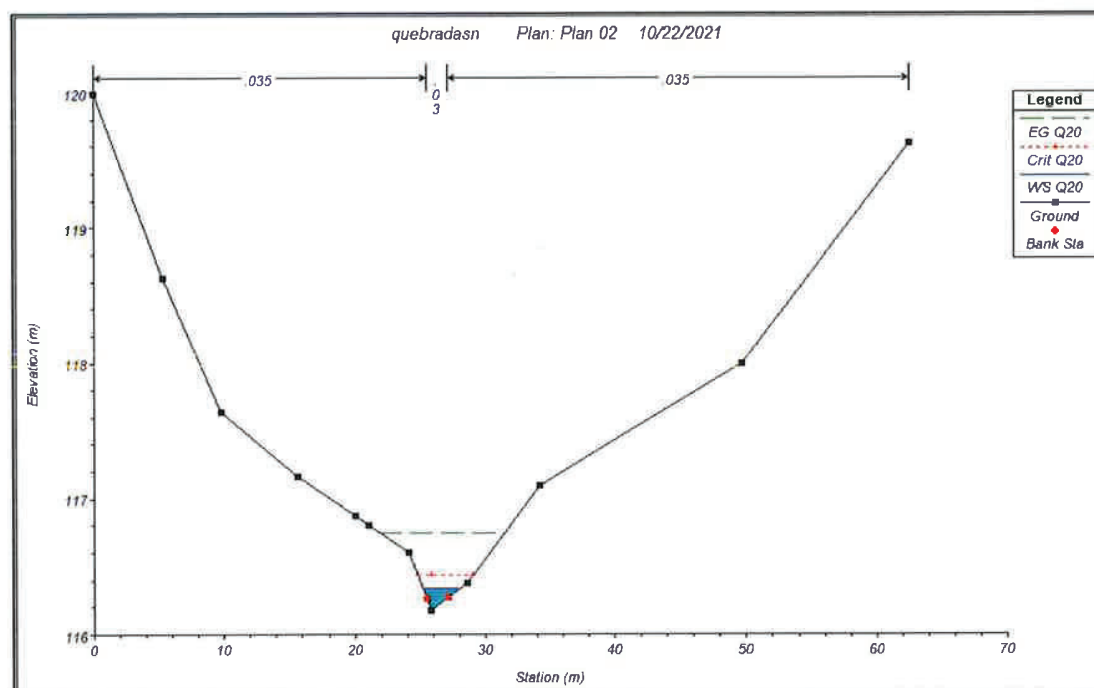
Estación 159.06



Estación 140.29

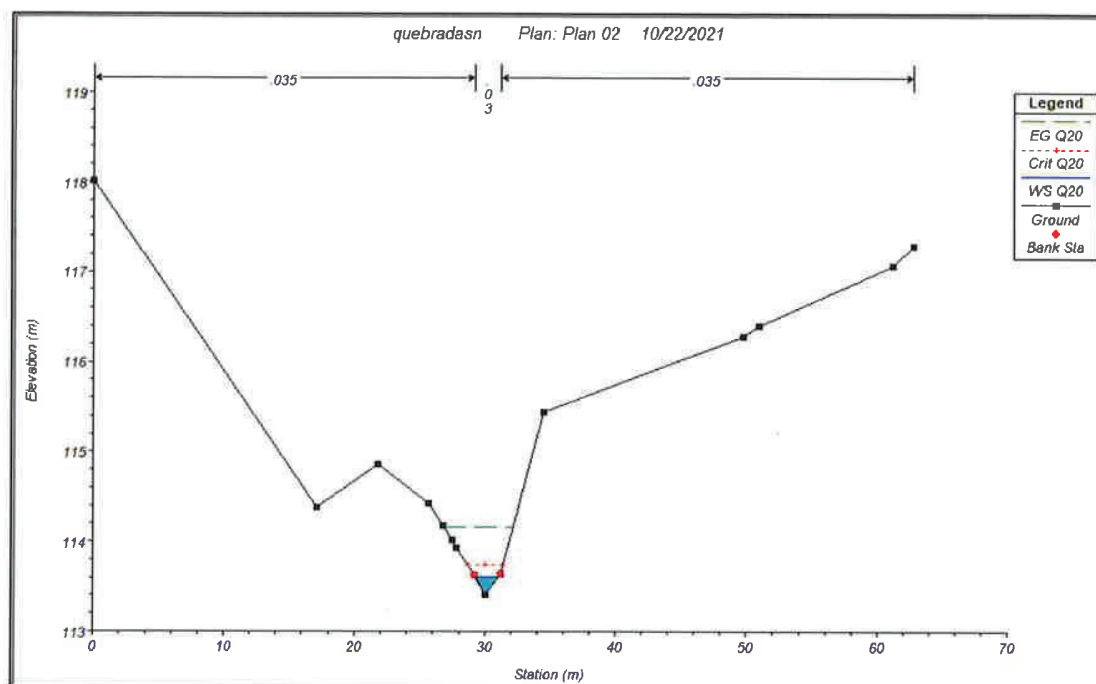


Estación 124.65

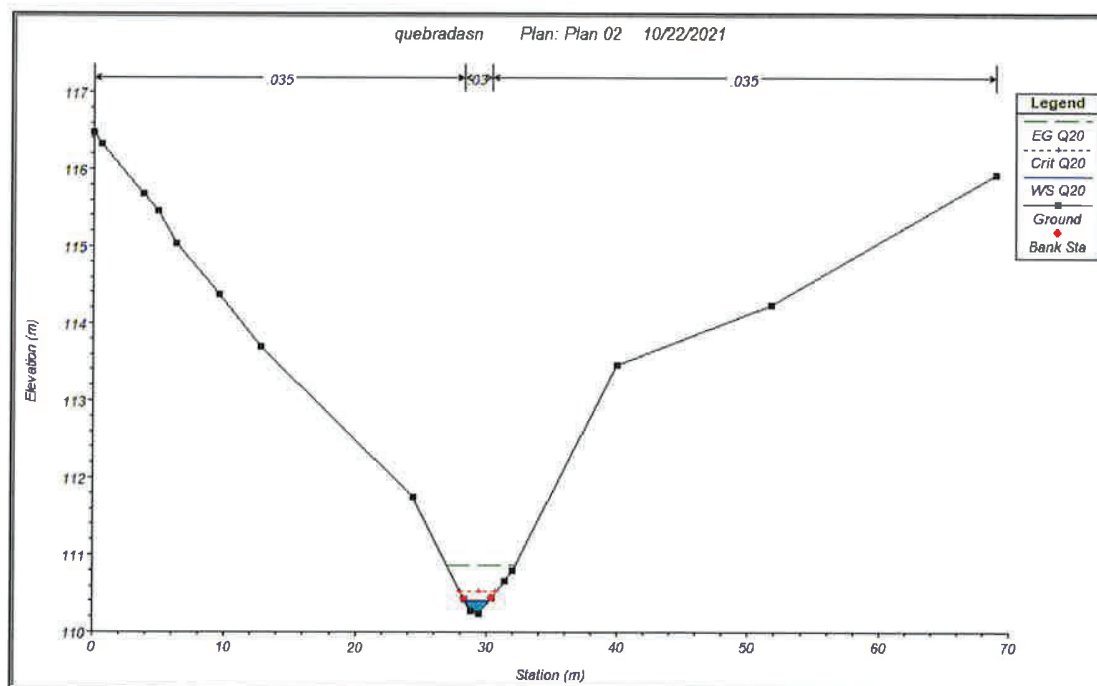


Estación 109.89

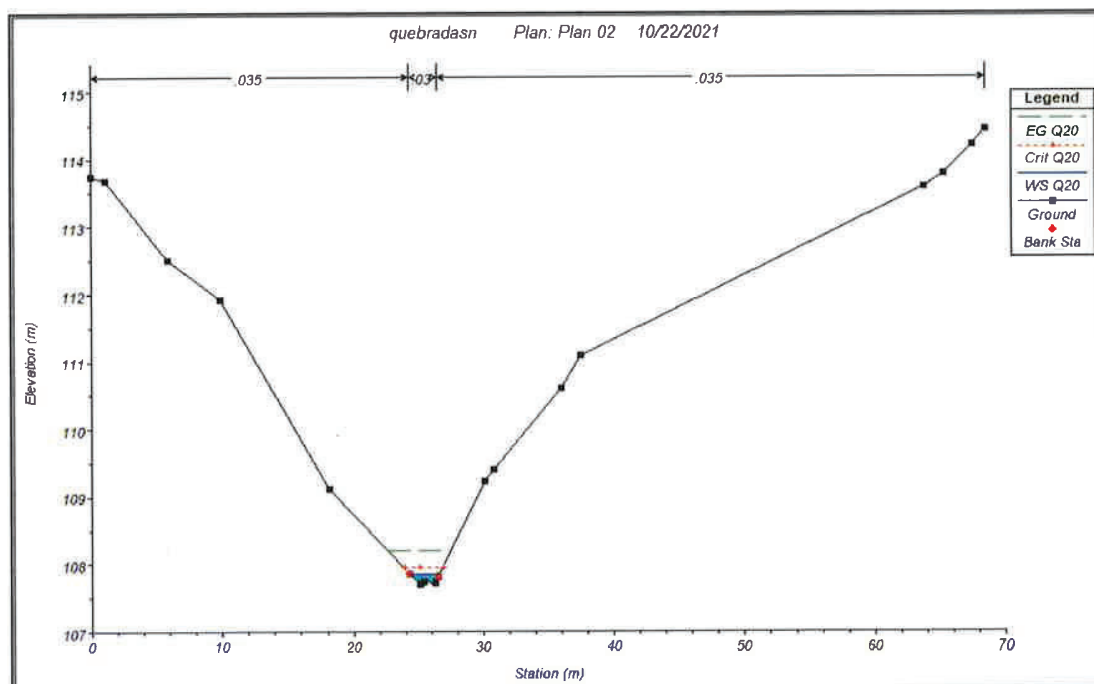




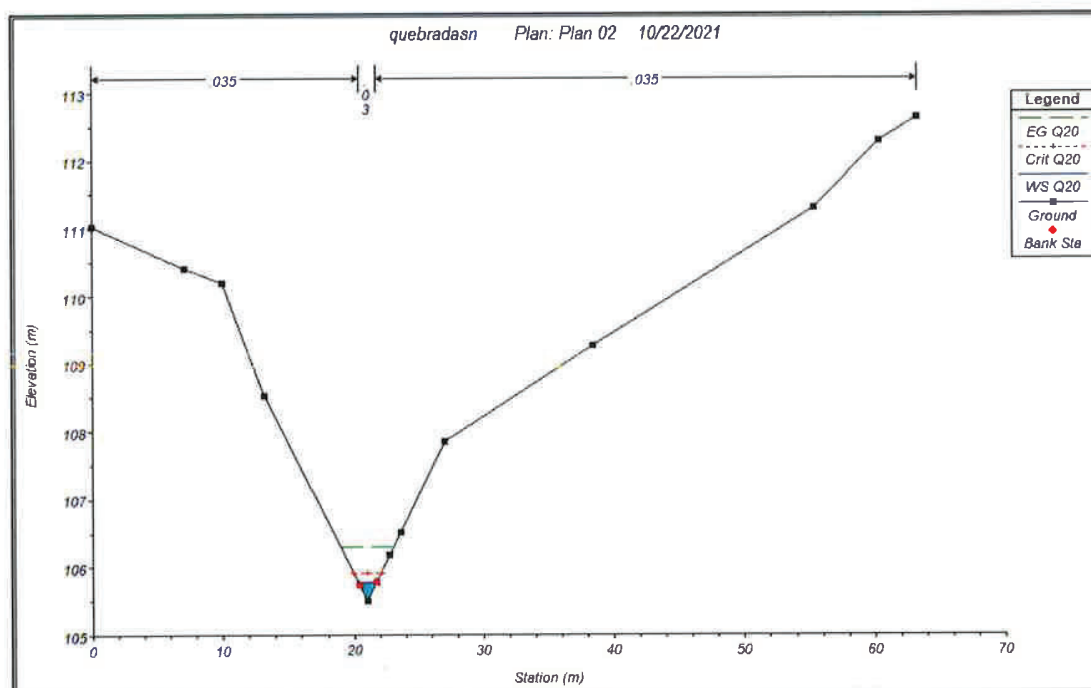
Estación 94.79



Estación 76.79



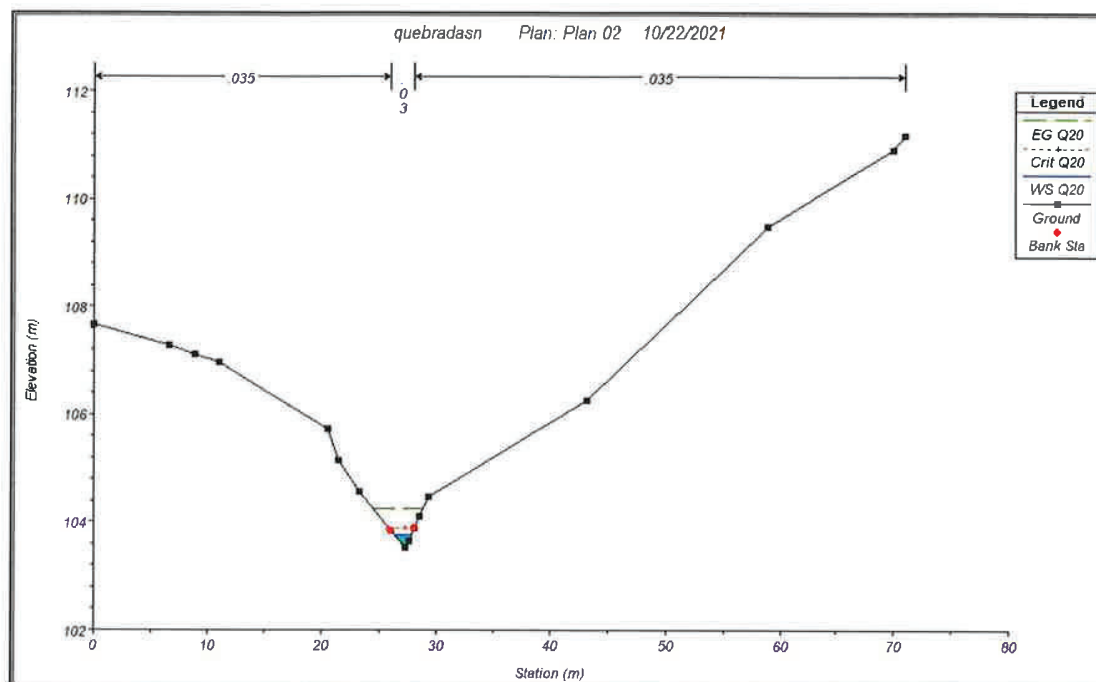
Estación 58.07



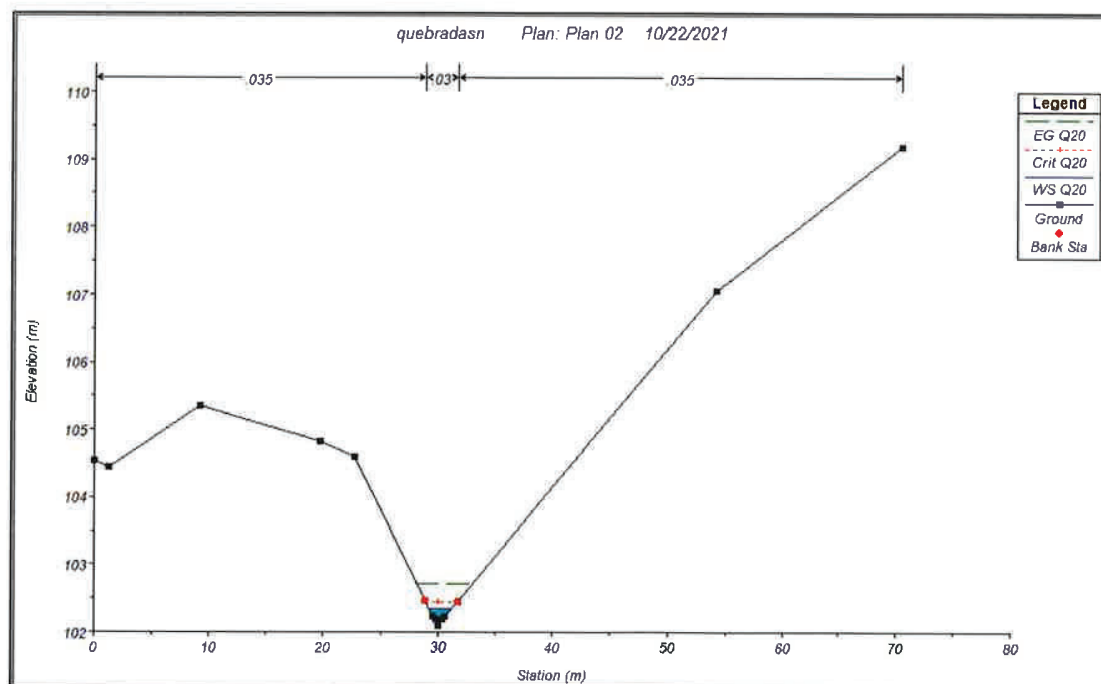
Estación 43.25

## ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO QUEBRADA SIN NOMBRE

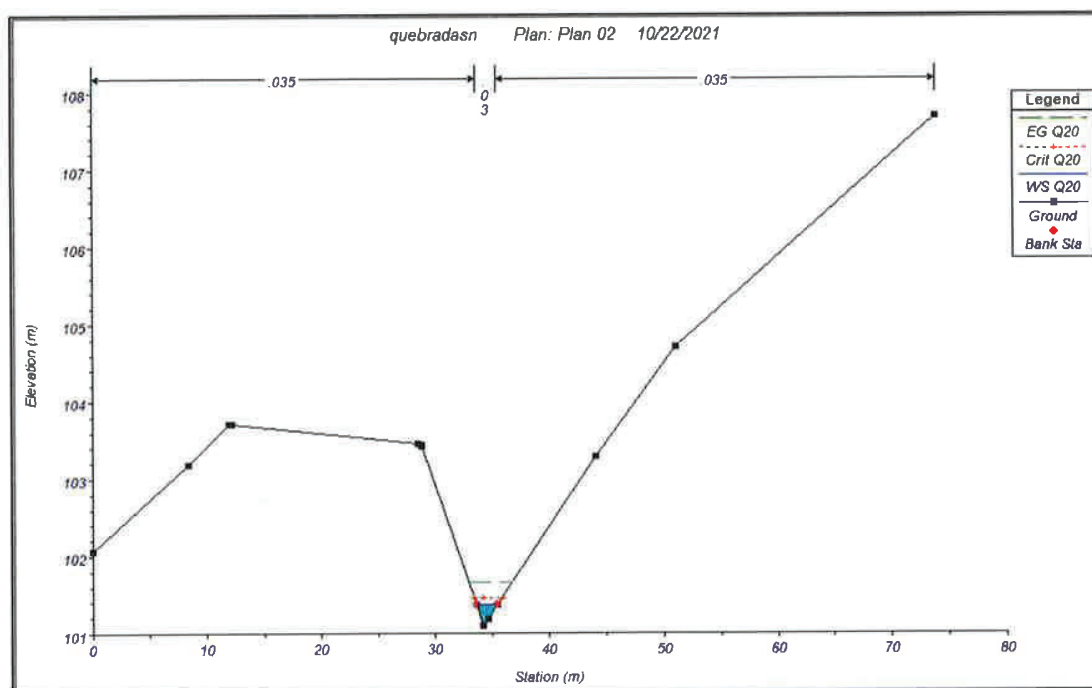
**eledepa**  
grupo elecnor



Estación 28.26



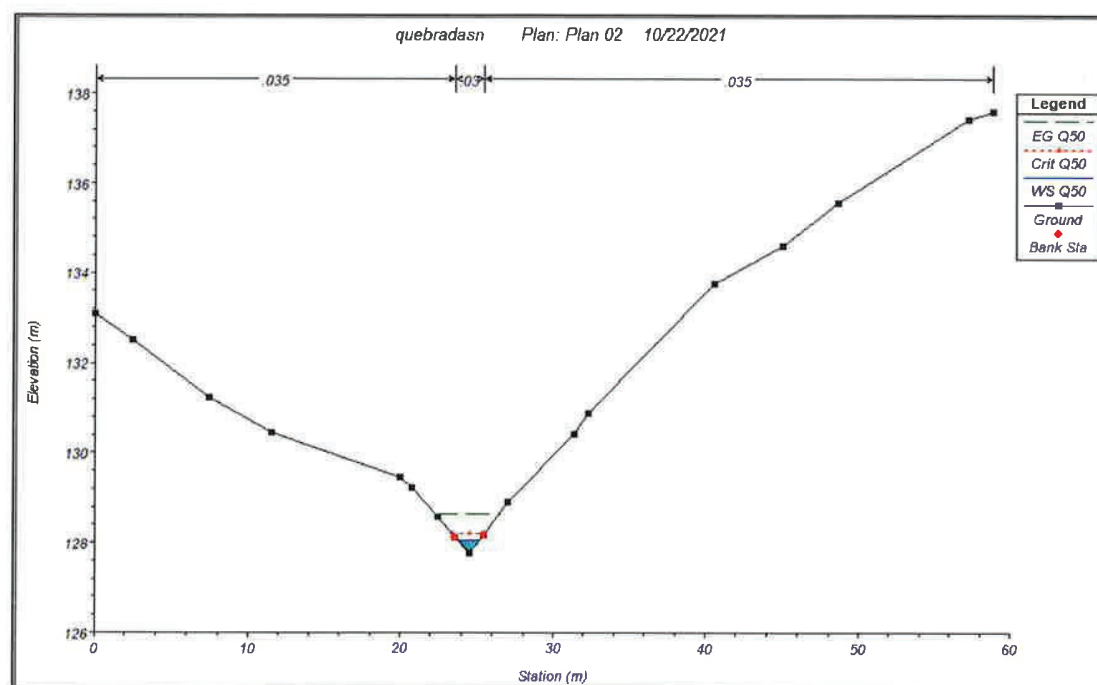
Estación 17.05



Estación 6.18

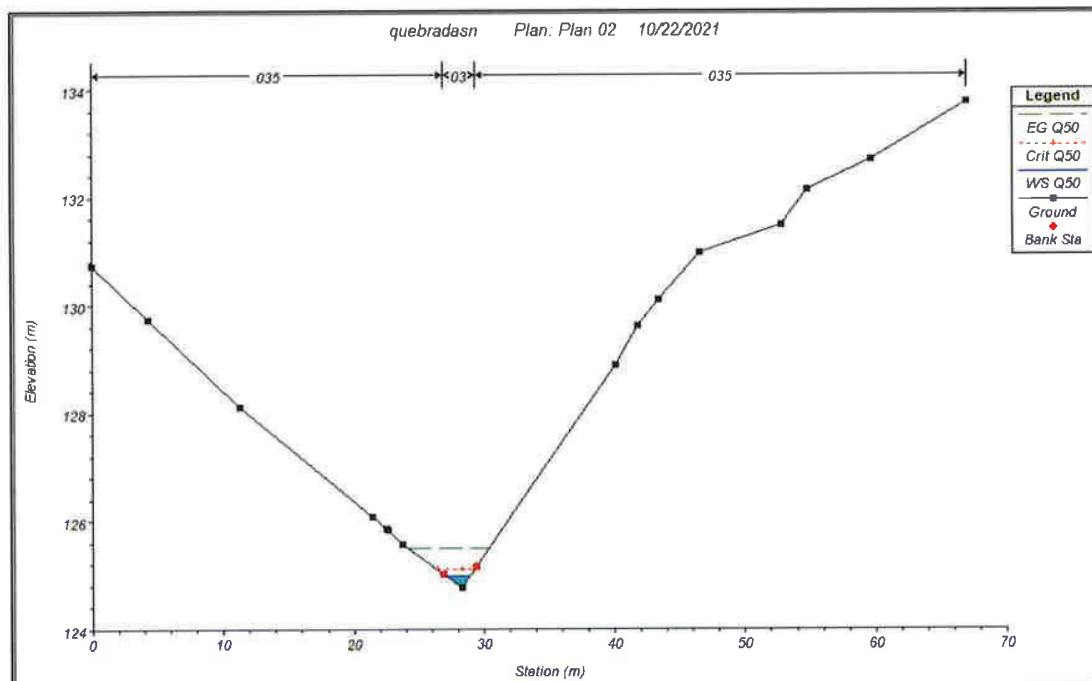
## Secciones Transversales del tramo de Estudio

### Quebrada SN para recurrencia de 50 años

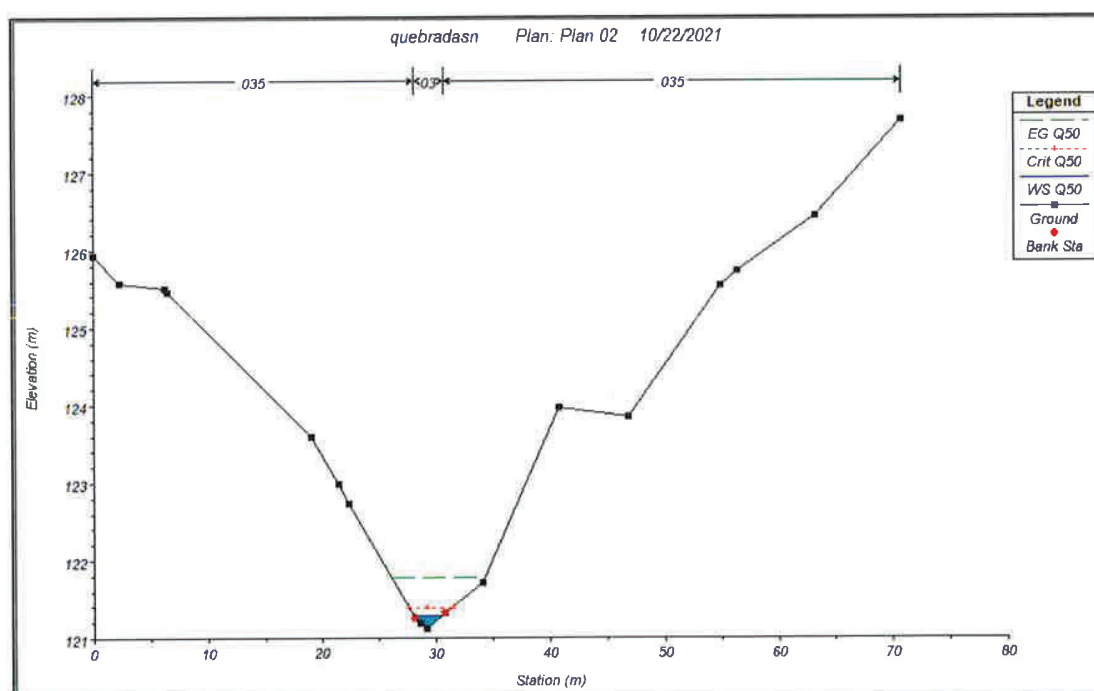


Estación 178.20





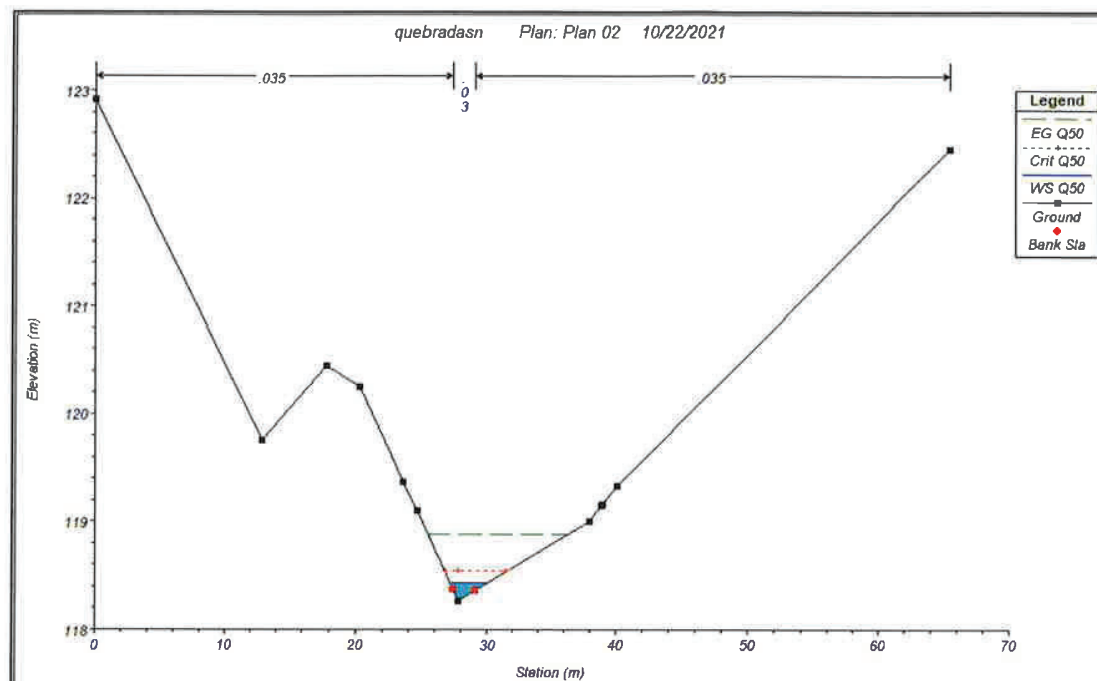
Estación 159.06



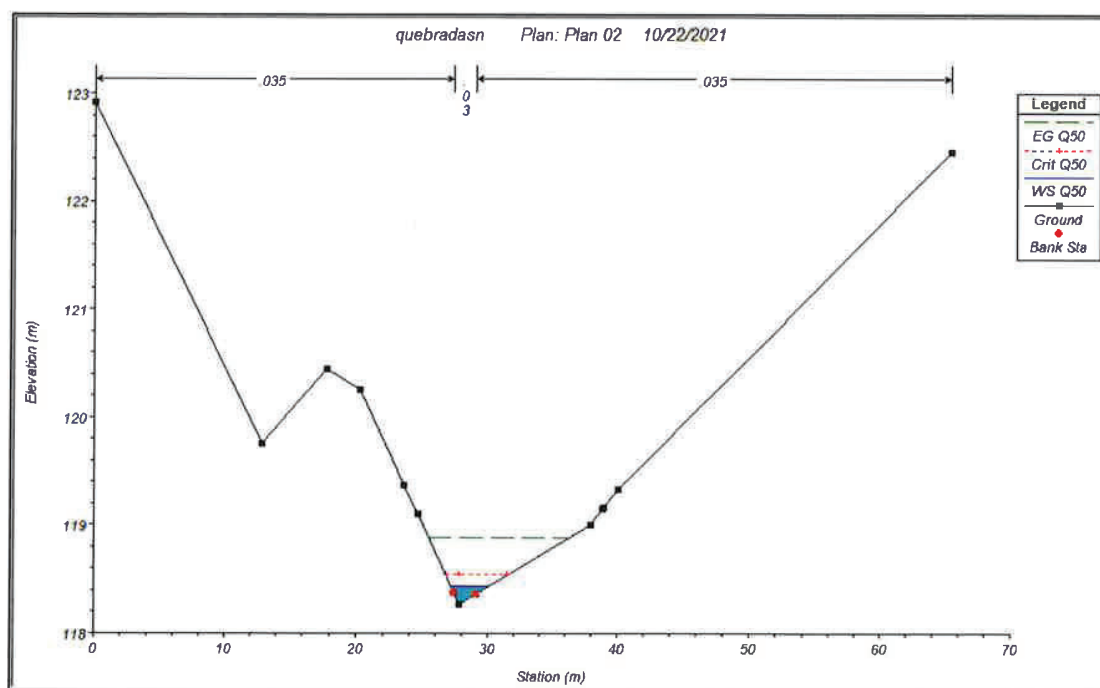
Estación 140.29

## ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO QUEBRADA SIN NOMBRE

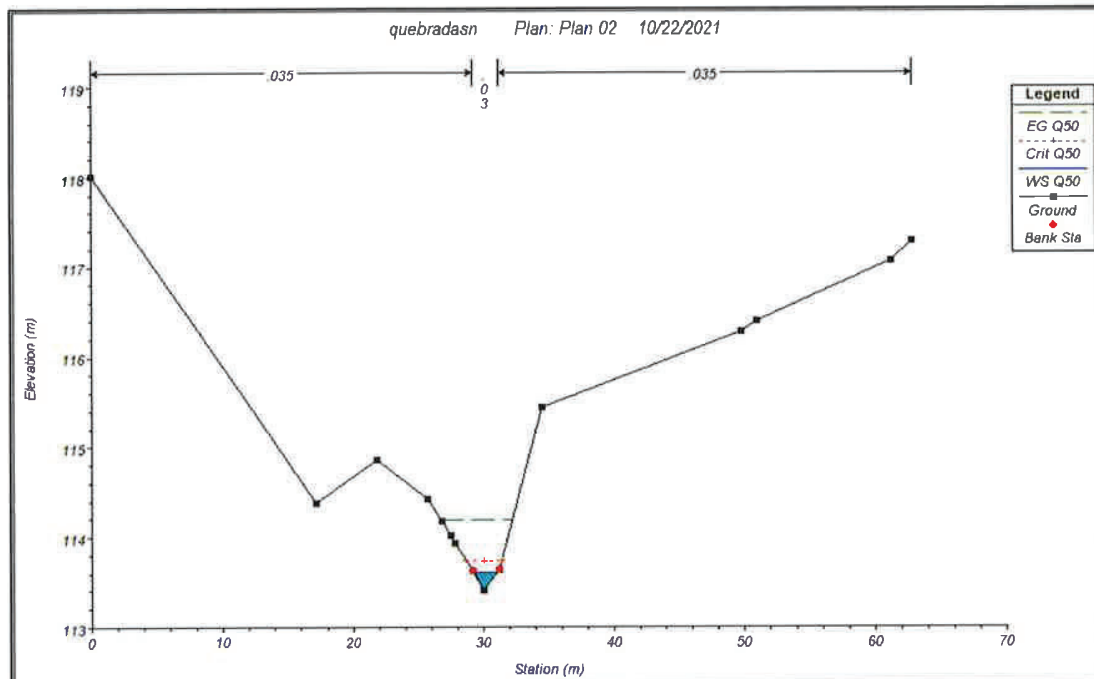
**eledepa**  
grupo elecnor



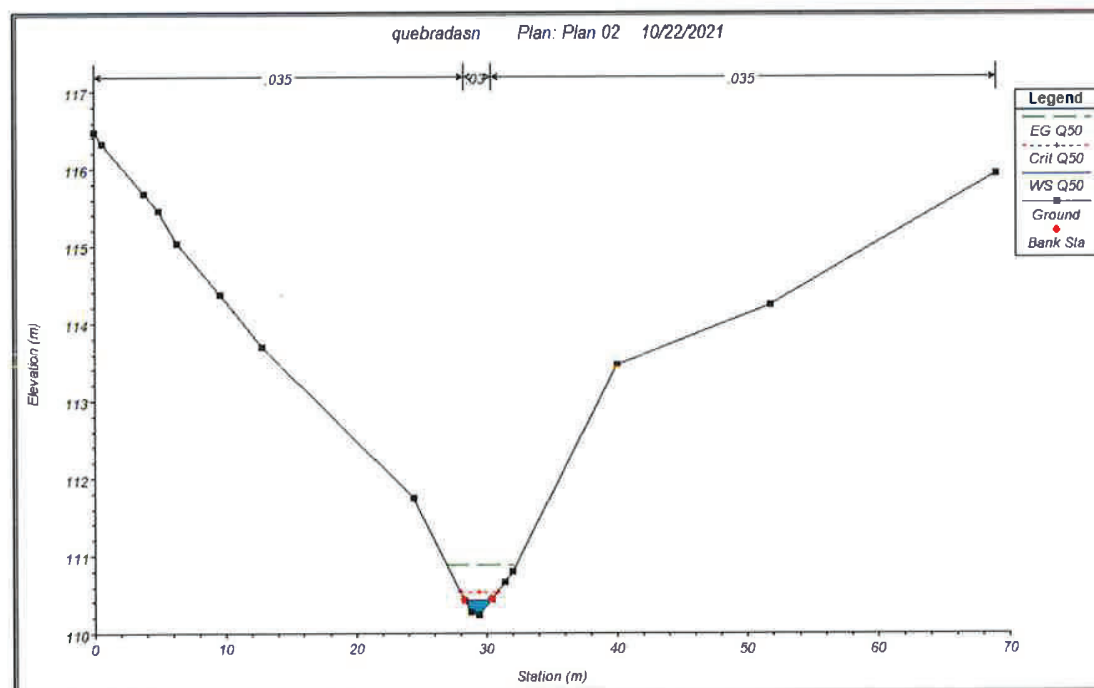
Estación 124.65



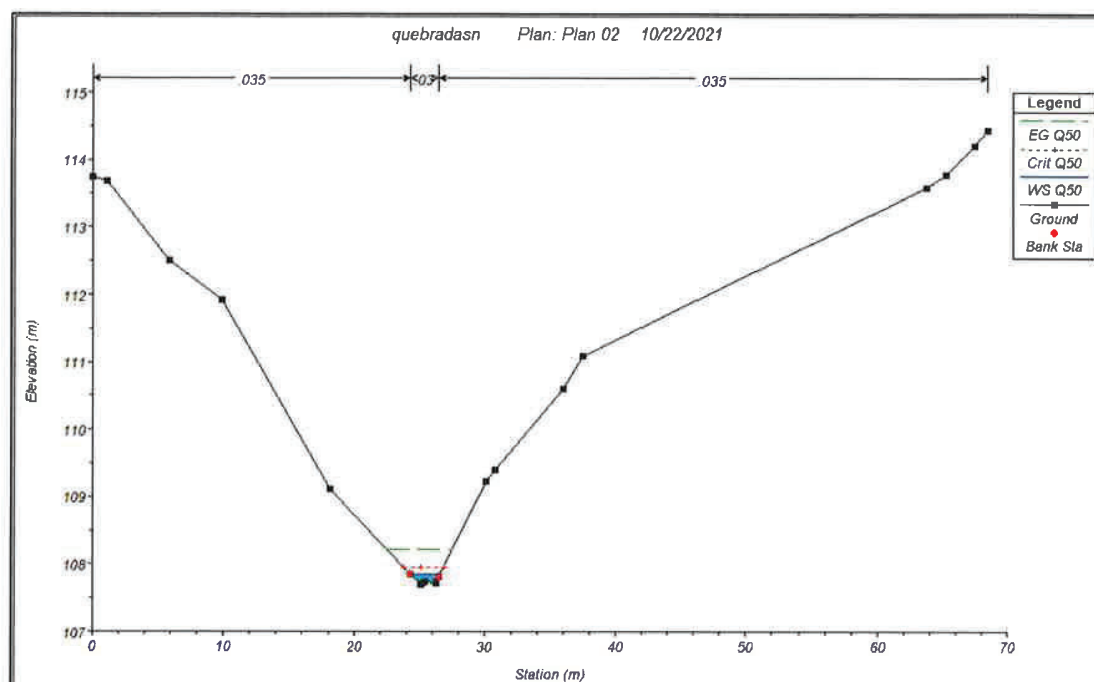
Estación 109.89



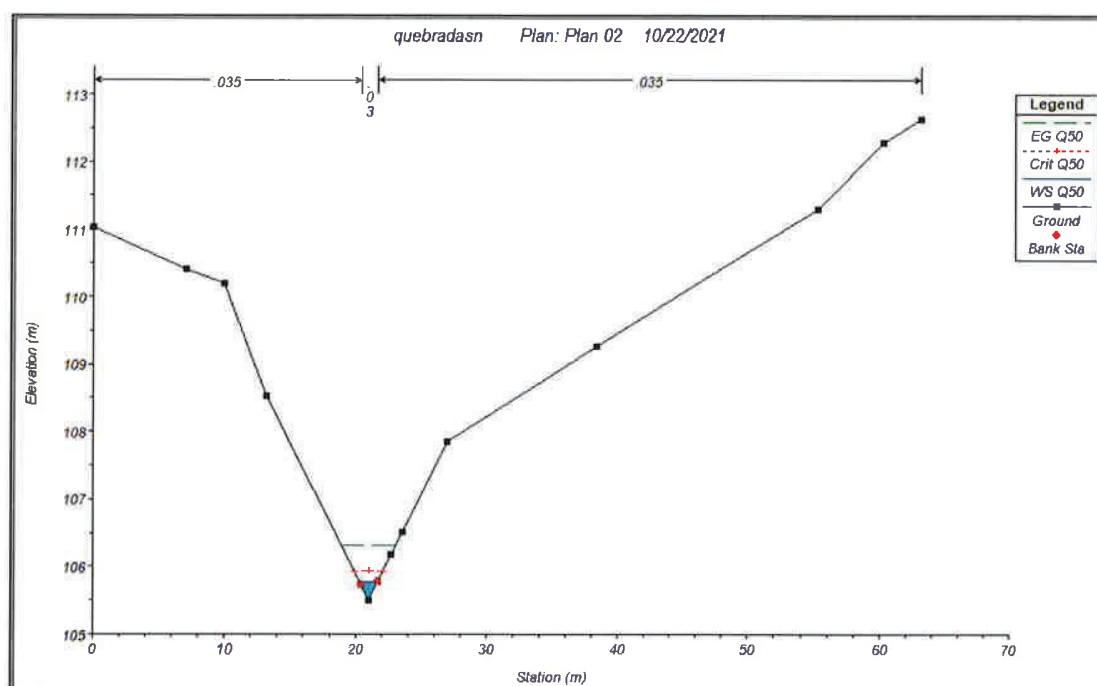
Estación 94.79



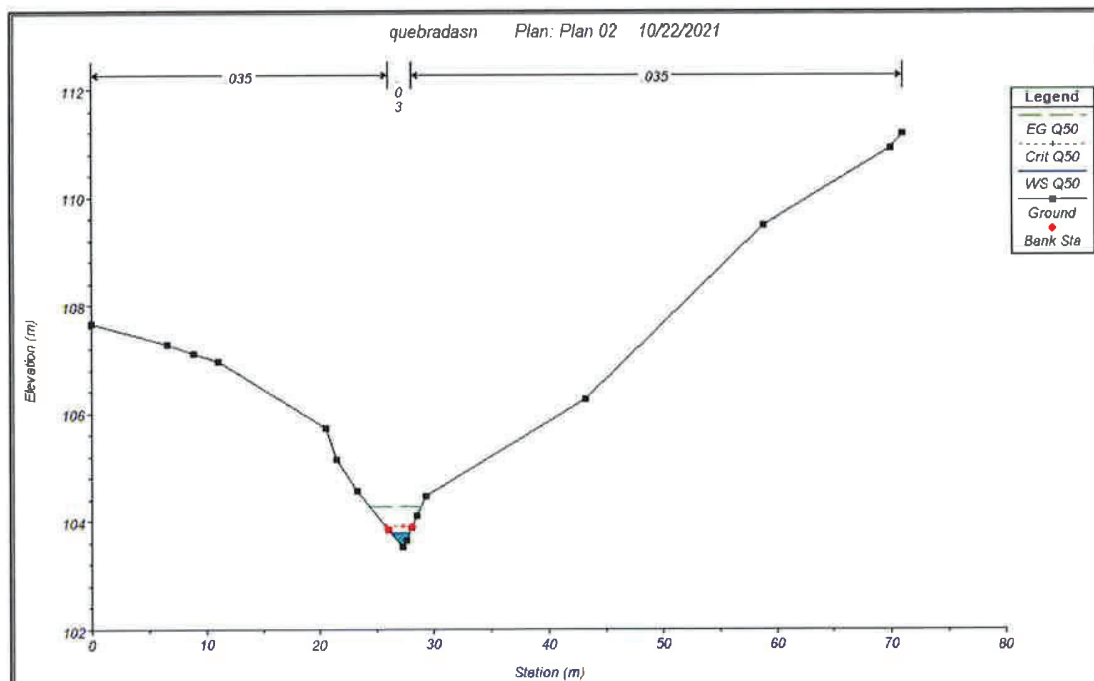
Estación 76.79



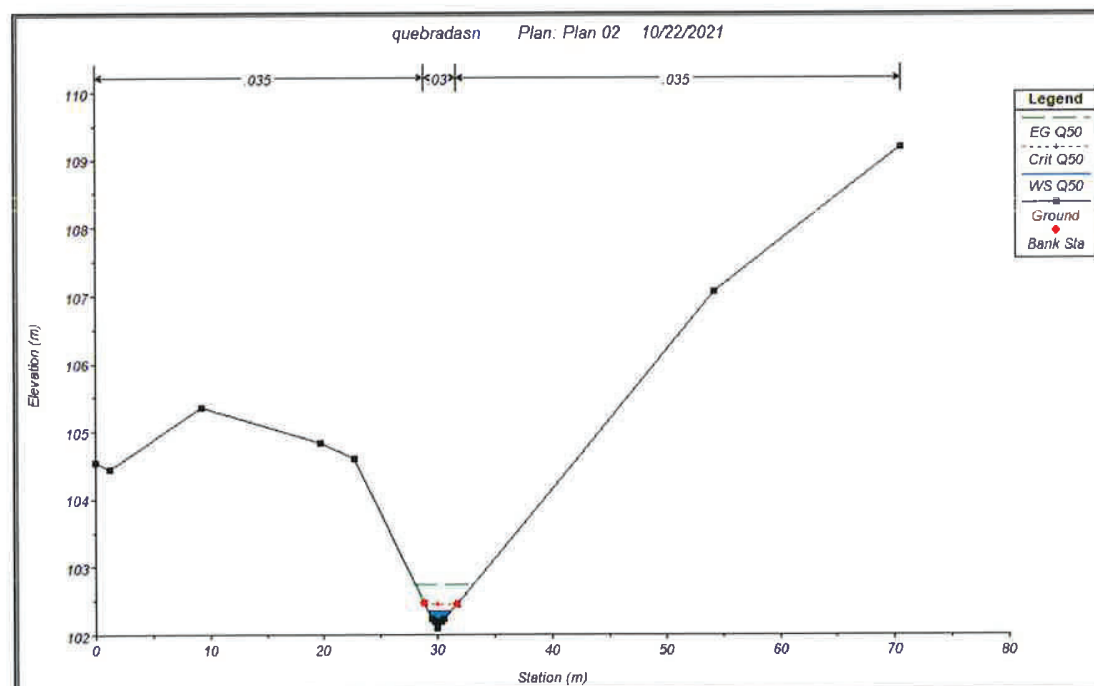
Estación 58.07



Estación 43.25

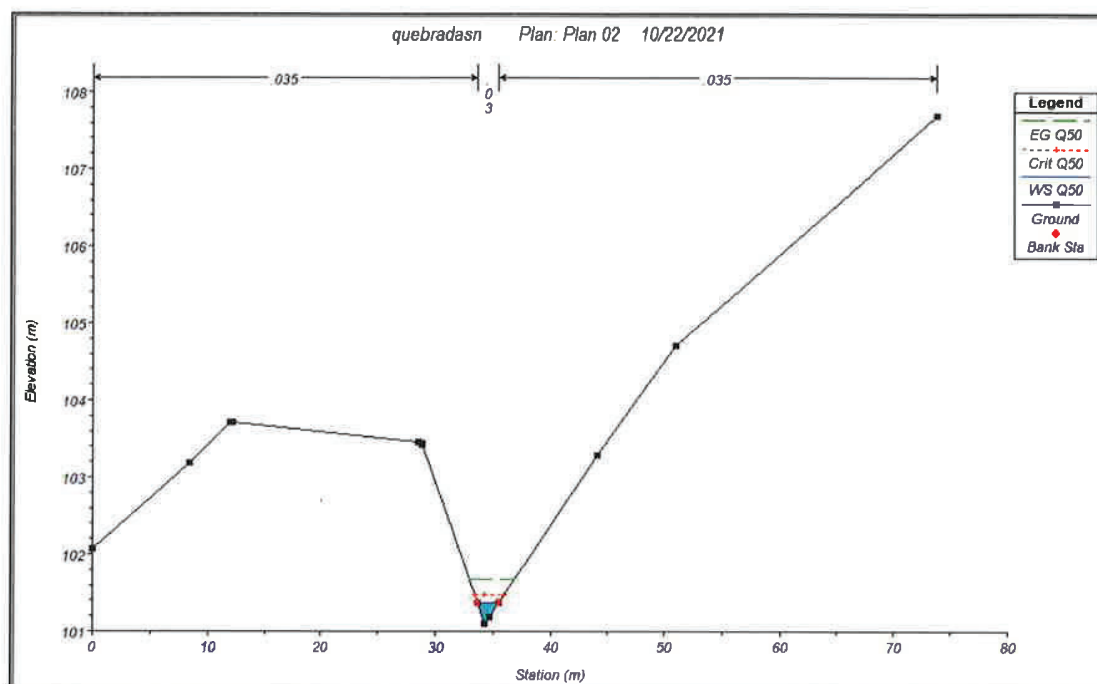


Estación 28.26





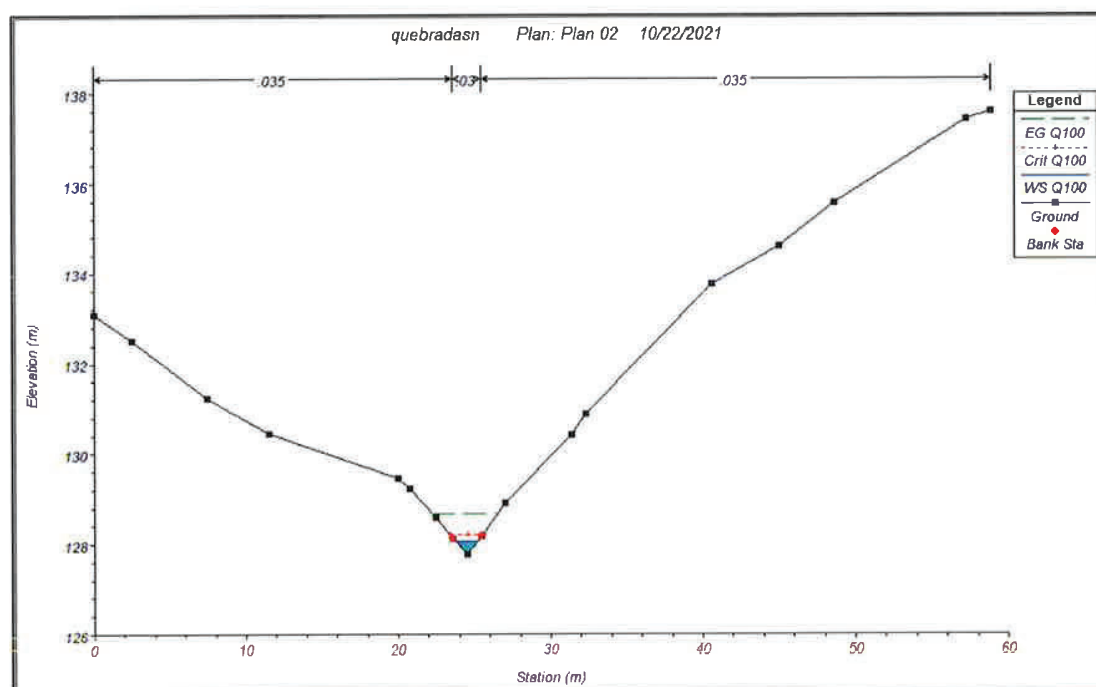
## Estación 17.05



## Estación 6.18

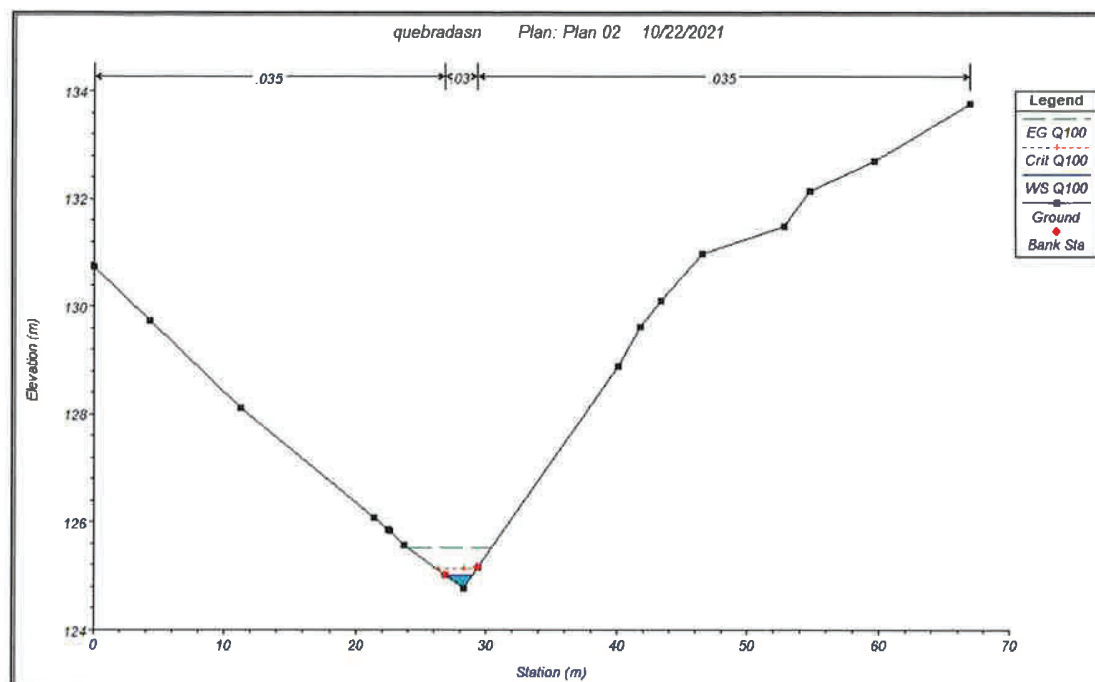
## Secciones Transversales del tramo de Estudio

### Quebrada SN para recurrencia de 100 años

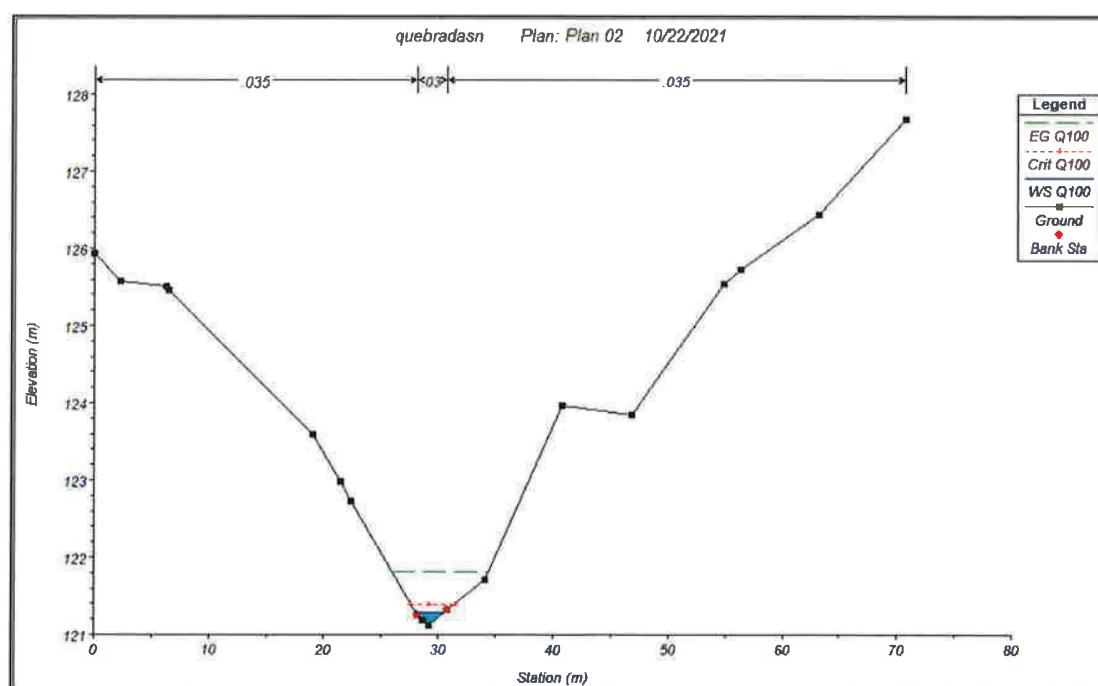


Estación 178.20

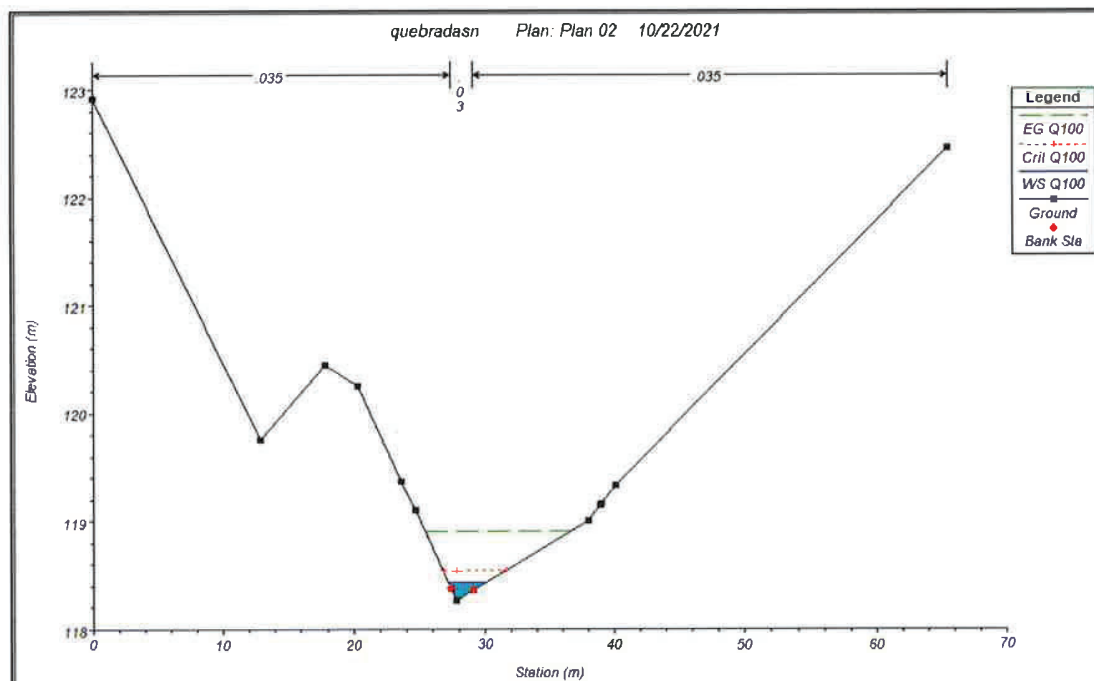
## ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO QUEBRADA SIN NOMBRE

**eledepa**  
 grupo elecnor


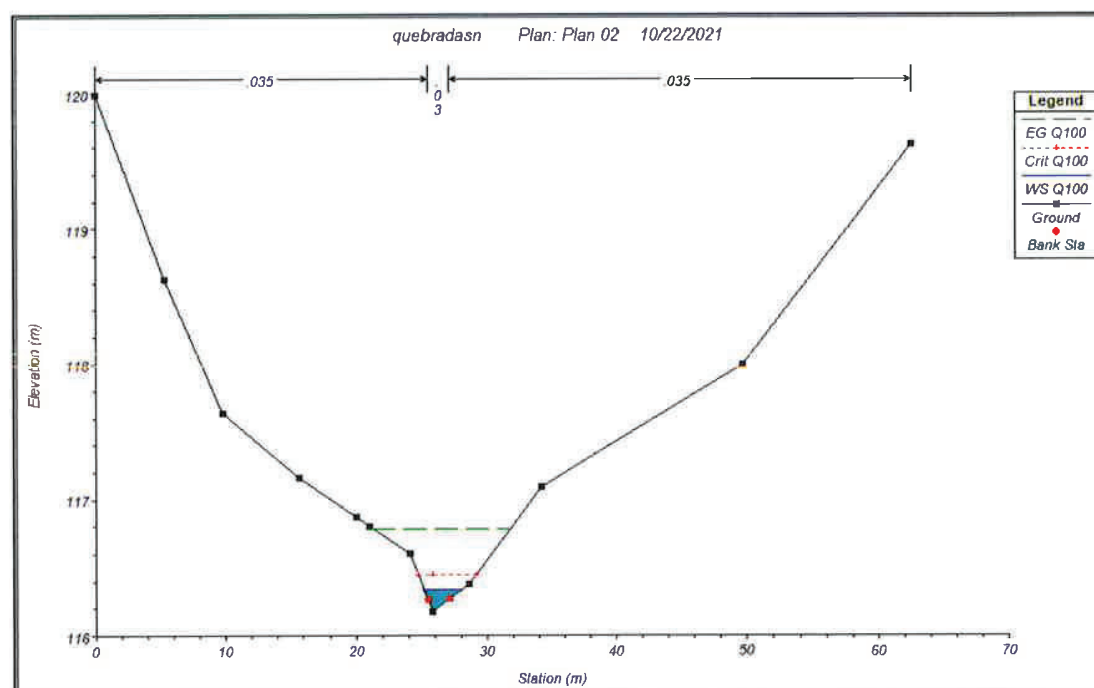
Estación 159.06



Estación 140.29



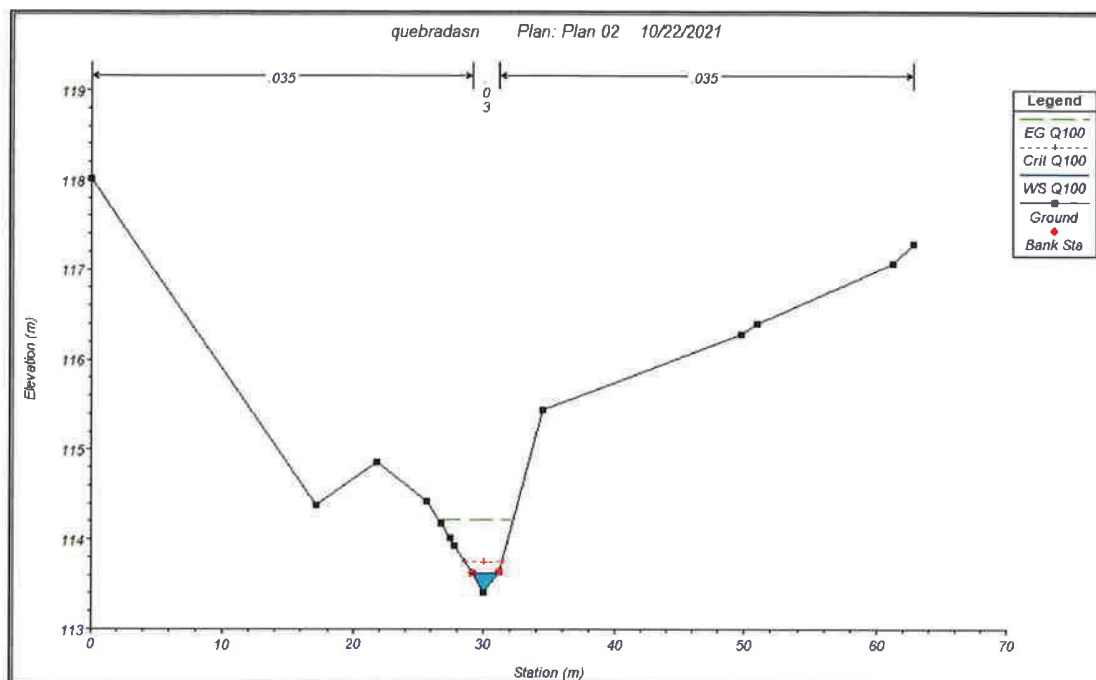
Estación 124.65



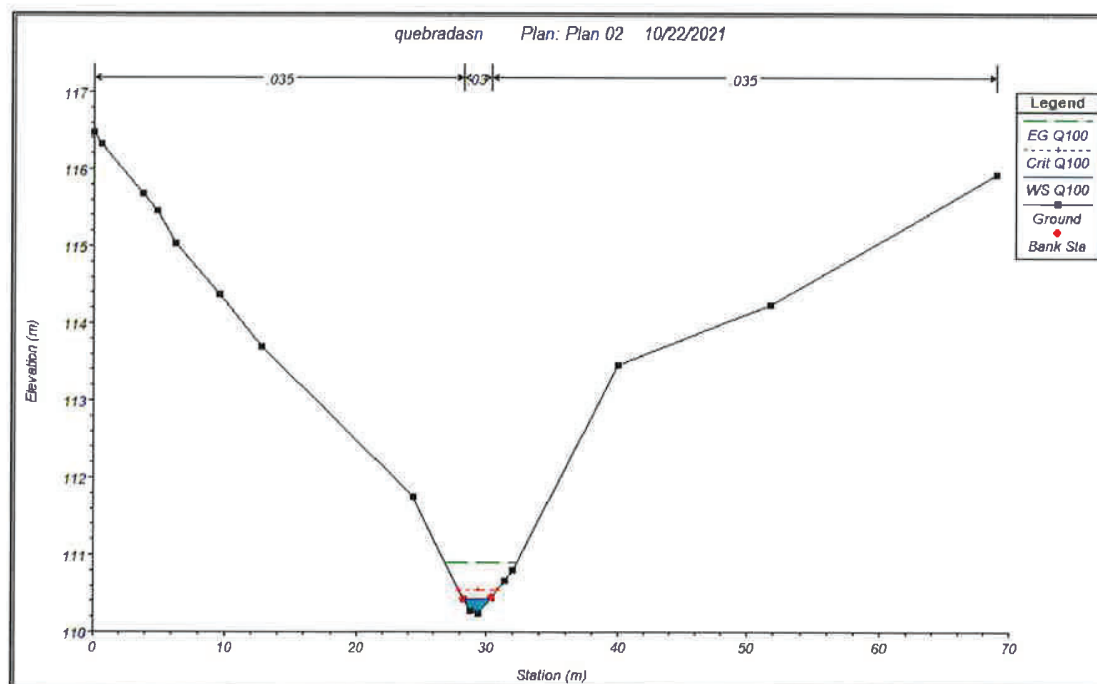
Estación 109.89

## ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO QUEBRADA SIN NOMBRE

**eledepa**  
grupo elecnor

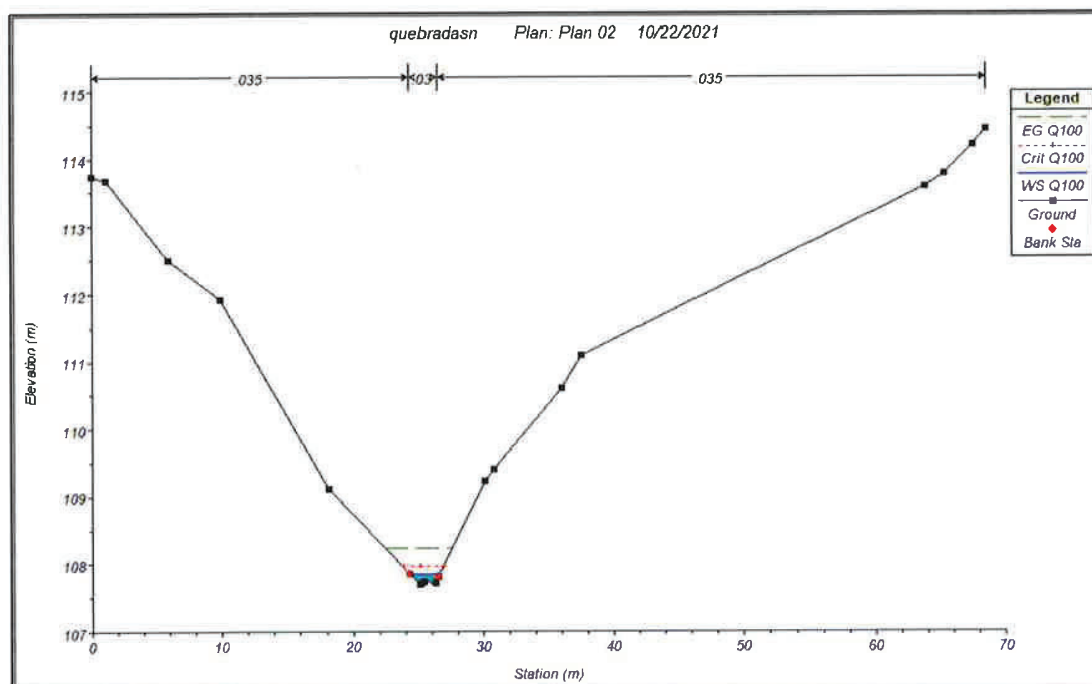


Estación 94.79

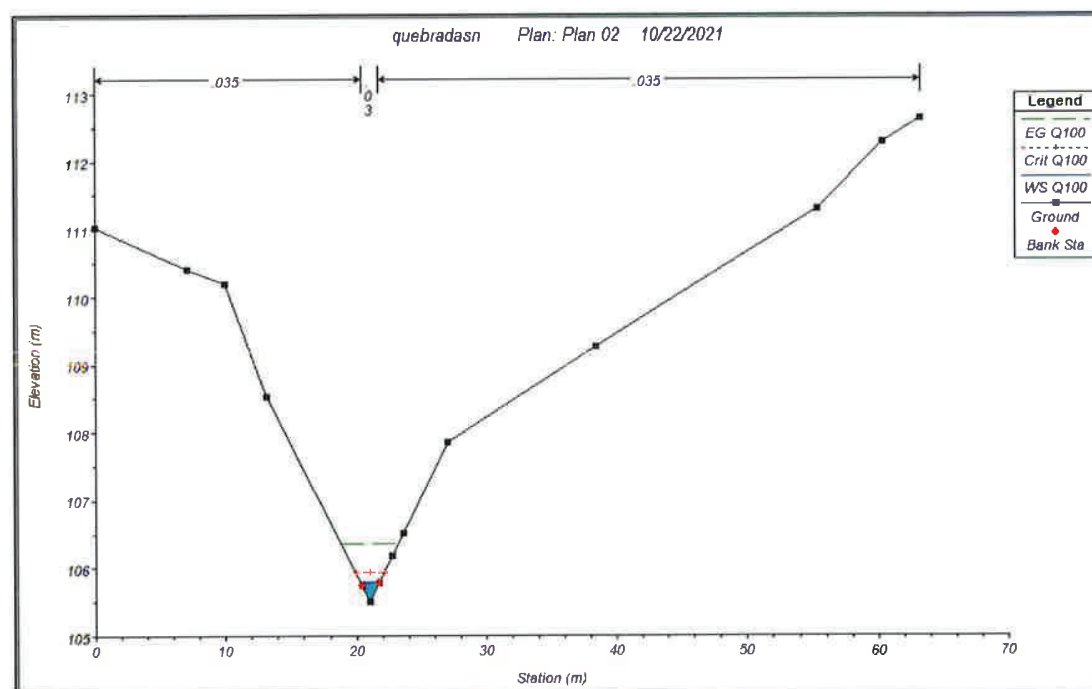


Estación 76.79





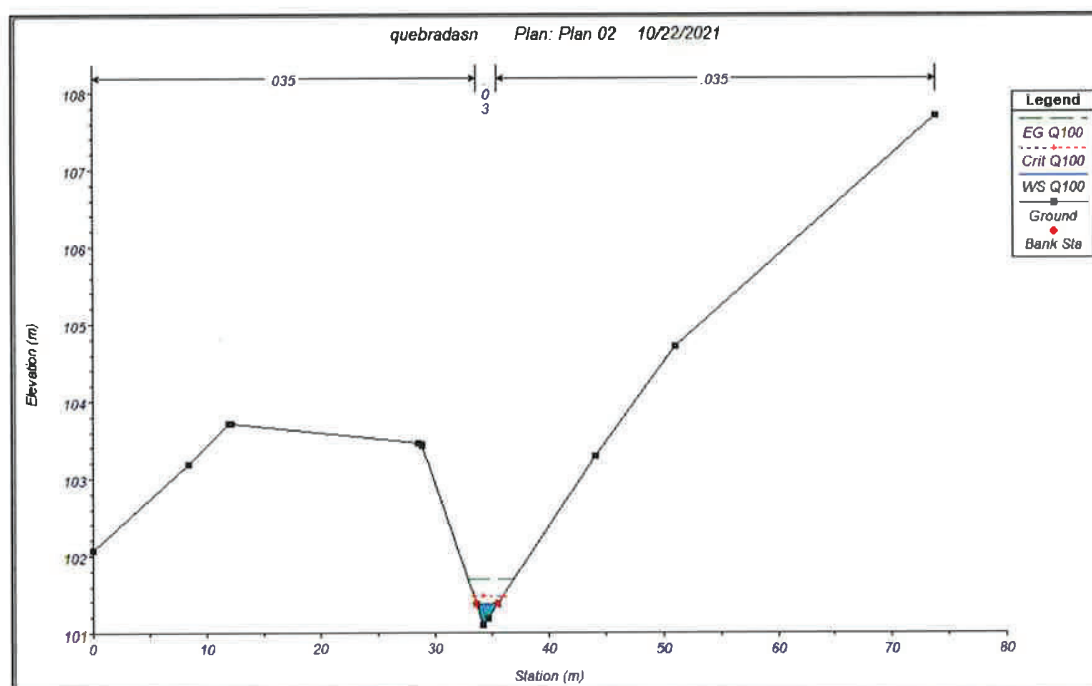
Estación 58.07



Estación 43.25




Estación 17.05




Estación 6.18

**APENDICE B****Datos Hidrometeorológicos de estaciones suministradas  
por Hidromet de ETESA**


<b>EMPRESA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA, S. A.</b> Dirección de Hidrometeorología Gerencia de Hidrología Caudales Promedios Mensual, m <sup>3</sup> /s Estación Hidrológica Río Matasnillo.												
											Distrito: Panamá	
Latitud 08° 59' 00"		Período 1968 - 1977									Corregimiento: Bella Vista	
Longitud 79° 31' 00"											Núm. Estación: 142-01-01	
Área de Drenaje= 7.8 Km <sup>2</sup>												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1968								0.36	0.112	0.546	0.255	0.128
1969	0.069	0.096	0.042	0.049	0.383	0.00342	0.293	0.698	0.393	0.499	0.594	0.191
1970	0.288	0.063	0.055	0.144	0.27	0.248	0.104	0.254	0.296	0.82	0.484	0.613
1971	0.4	0.123	0.071	0.062	0.391	0.261	0.413	0.447	0.529	0.506	0.657	0.056
1972	0.33	0.074	0.049	0.505	0.174	0.898	0.096	0.397	0.548	0.565	0.61	0.29
1973	0.227	0.141	0.155	0.214	0.366	0.649	0.649	0.129	0.300	1.264	0.885	0.287
1974	0.118	0.041	0.052	0.05	0.36	0.319	0.356	0.384	0.373	0.458	0.414	0.172
1975	0.107	0.091	0.045	0.05	0.215	0.217	0.43	0.559	0.276	0.906	0.693	0.674
1976	0.076	0.067	0.095	0.651	0.566	0.438	0.338	0.326	0.896	0.2	0.155	
1977	0.008											

B-1. Datos de caudal promedio mensual de estación hidrológica del río Matasnillo (142-01-01).

<b>EMPRESA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA, S. A.</b> Dirección de Hidrometeorología Gerencia de Hidrología Caudales Promedios Mensual, m <sup>3</sup> /s Estación Hidrológica Río Tocumen												
											Distrito: Panamá	
Latitud 09° 04' 00"		Período 1964 - 1974									Corregimiento: Tocumen	
Longitud 79° 24' 00"											Núm. Estación: 144-01-01	
Área de Drenaje= 26.6 Km <sup>2</sup>												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1964										4.571	1.004	
1965	0.419	0.238	0.158	0.122	0.296	0.33	0.347	1.138	1.833	2.468	4.786	1.561
1966	0.636	0.311	0.193	0.192								
1967												
1968	0.336	0.187	0.112	0.077	0.686	2.546	1.201	1.375	3.297	3.414	2.76	1.175
1969	0.4	0.227	0.155	0.144	0.481	0.898	0.71	2.041	2.664	2.982	2.49	1.801
1970	0.905	0.415	0.263	0.243	0.719		1.246	2.291	3.602	2.614		
1971	1.311	0.475	0.23	0.189	0.384	1.573	3.665	3.472	2.823	2.662	1.591	0.78
1972	0.531	0.236	0.207	0.566	1.425	2.639	0.702	1.007	2.3	2.17	1.029	0.454
1973	0.196	0.189	0.139	0.167	0.37	1.766	0.934	0.935	2.896	3.034	2.925	0.452
1974	0.154	0.316	0.682	2.341								

B-2. Datos de caudal promedio mensual de estación hidrológica del río Tocumen (144-01-01).

## ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO QUEBRADA SIN NOMBRE

EMPRESA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA S.A. GERENCIA DE HIDROMETEOROLOGÍA Y ESTUDIOS TOTAL MENSUAL DE PRECIPITACION - mm -											142020 PANAMA PANAMA PUEBLO NUEVO			
Latitud	Longitud	9° 00'33" 79° 30'52" 45 01-07-1987 CA		HATO PINTADO				N° de estacion Provincia Distrito Corregimiento						
Elevacion	Fecha													
Inicio														
Tipo estacion														
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Tot	
1987	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	125.5 i	121.0	171.0	352.5	219.0	72.0	i	
1988	12.0	6.0	11.5	39.0	295.5	366.0	184.0	221.0	254.5	417.5	243.5	187.5	2,319.0	
1989	27.5	2.0	12.5	0.0	199.5	106.0	97.0	301.5	227.0	165.5	495.5	93.0	1,729.0	
1990	20.0	22.0	1.5	88.0	197.5	191.5	322.0	203.0	161.5	255.5	161.5	87.5	1,731.5	
1991	8.5	0.0	0.0	78.0	264.5	169.0	192.5	151.1	529.8	267.9	250.5	22.0	1,933.8	
1992	0.0	1.5	1.5	4.1	59.1	233.5	288.0	343.8	197.2	454.6	118.4	121.2	1,822.9	
1993	84.7	0.0	168.0	103.9	405.0	296.0	337.7	180.8	230.8	151.6	155.0	88.5	2,262.1	
1994	13.5	19.0	17.5	29.7	341.9	212.3	145.1	249.2	275.0	227.0	253.4	79.1	1,854.1	
1995	0.5	0.0	35.0	47.8	349.7	314.3	287.7	220.2	318.2	242.1	201.9	261.2	2,282.9	
1996	101.8	54.0	54.2	148.0	464.5	175.0	113.5	271.0	180.6	254.5	332.5	88.5	2,229.1	
1997	124.0	11.0	20.0	10.0	121.0	166.5	124.0	172.5	412.0	381.0	316.0	0.0	1,950.0	
1998	7.0	19.0	0.0	100.4	264.8	354.7	268.3	240.0	271.4	251.8	345.1	309.7	2,381.2	
1999	56.7	47.6	47.8	97.6	344.6	257.3	153.3	264.0	320.0	269.4	287.1	300.8	2,266.2	
2000	79.6	40.8	8.0	142.0	310.4	180.3	395.7	206.0	257.2	296.4	317.6	123.7	2,348.9	
2001	25.5	0.0	0.0	25.0	379.0	224.5	137.0	118.9	303.9	259.1	459.8	196.9	2,127.9	
2002	99.5	5.3	14.0	153.9	122.0	157.9	180.3	392.4	187.5	351.2	229.6	53.5	1,987.2	
2003	0.0	4.6	8.6	55.3	277.0	251.3	233.5	92.7	212.3	350.7	403.2	215.5	2,104.7	
2004	4.2	9.5	5.3	82.4	268.1	171.4	249.6	182.9	381.9	297.8	179.2	37.5	1,864.6	
2005	10.3	0.9	21.7	105.5	224.2	284.2	209.1	254.1	451.7	208.6	262.0 i	101.0	2,151.3 i	
2006	37.9	45.5	66.1 i	51.9	330.1	243.5	283.7	217.2	165.5	285.5	224.7	N/D	1,961.7 i	
2007	12.1	0.0	14.0	77.9	361.6	229.0	157.0	292.5	180.1	259.1	518.0	136.4	2,217.7	
2008	4.8	53.3	62.3 i	28.1 i	196.4	191.8	205.6	317.3	155.2	264.7	462.0	25.9	1,971.4 i	
2009	15.5	30.0	2.4	27.8	164.0	209.1	248.0	170.6	303.3	283.8	290.4	51.9	1,795.8 i	
2010	9.2	2.0 i	46.1	191.7	252.1	357.3	354.5	335.5	109.4	231.4	247.1 i	500.7 i	2,437.3 i	
2011	73.7	64.1 i	57.0	172.3	223.7 i	108.9	380.8 i	164.8 i	270.1	308.4	321.0 i	220.5	2,431.7 i	
2012	0.0	0.7	4.4	73.9	379.1	175.7	329.1	104.7	184.3	344.6	274.3	218.1	2,089.9	
2013	0.0	0.5	6.3	26.4	199.6	133.9	116.6	295.0	261.4 i	277.9	176.9 i	133.8	1,577.3 i	
2014	72.5 i	7.1 i	38.0 i	13.7 i	392.7 i	179.4 i	181.3 i	108.9 i	230.2	204.6	211.0 i	153.0 i	1,787.3 i	
2015	18.8 i	9.9	1.7 i	50.2	164.2 i	182.4 i	150.8 i	250.9 i	272.0 i	266.0	271.5 i	87.7 i	1,711.4 i	
2016	17.0	0.8	0.0 i	88.3	340.2	193.9 i	142.3 i	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	i	
2017	0.0	2.8	63.7	75.2	249.1	115.4	187.7	312.4	231.9	125.6	319.3 i	305.9	1,988.0 i	
2018	85.3	7.4	7.1	211.3	178.4	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	i	
2019	0.0	0.0	0.0	123.9	341.1	237.5	279.2	258.8	222.1	269.5	228.3 i	N/D	1,761.1 i	
2021	28.5	51.1	28.0	73.4	205.8 i	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	i	
Prom	37.5	15.5	25.3	73.8	259.9	216.3	220.1	296.5	251.2	277.6	285.9	140.4	2030.3	
Max	324	64.1	168.0	211.3	464.5	366.0	395.7	392.4	529.8	454.6	518.0	309.7	2,437.3	
Min	0.0	0.0	0.0	0.0	59.1	108.0	97.0	92.7	109.4	125.6	118.4	0.0	1577.3	

B-3. Datos de precipitación promedio mensual de estación meteorológica de Hato Pintado (142-020).



## ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO QUEBRADA SIN NOMBRE

**eledepa**  
 grupo eleccon

 EMPRESA DE TRANSMISION ELECTRICA S.A. GERENCIA DE  
 HIDROMETEOROLOGIA Y ESTUDIOS  
 TOTAL MENSUAL DE PRECIPITACION - mm -


02 08 21

 Latitud Longitud 9° 05'00"  
 Elevacion Fecha 79° 32'00"  
 Inicio 200  
 Tipo estacion 01-10-1970  
 CC

LAS CUMBRES

 Nº de estacion 144004  
 Provincia Distrito PANAMA PANAMA  
 Corregimiento LAS CUMBRES

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Tot
1970													
1971	196.2	58.8	30.7	62.0	363.4	232.6	239.3	243.4	208.0	366.6	96.2	5.9	2103.1
1972	129.7	11.2	40.4	341.9	131.4	142.4	95.4	83.6	214.8	145.1	32.8	30.6	1399.3
1973	0.0	4.1	3.5	47.1	123.8	76.8	137.4	107.7	158.7	249.4	163.2	152.7	1224.4
1974	41.6	0.0	9.0	46.5	92.4	174.9	252.3	169.5	140.6	197.8	111.0	10.7	1246.3
1975	9.7	8.6	0.0	2.1	125.4	147.3	256.1	216.6	141.7	230.7	141.3	117.9	1397.4
1976	8.2	0.0	0.0	58.9	266.8	254.3	185.6	249.2	262.5	460.9	294.3	53.6	2094.3
1977	0.0	0.0	0.0	0.0	411.2	255.8	257.7	404.3	123.8	179.2	455.6	62.5	2150.1
1978	0.6	11.0	32.2	170.6	330.5	314.2	280.2	328.9	295.5	431.0	329.3	103.1	2627.1
1979	0.0	29.1	0.0	252.4	313.9	227.2	244.2	426.6	301.0	452.7	166.1	78.6	2491.8
1980	15.1	12.8	0.4	33.4	210.8	296.3	203.7	351.1	385.8	278.2	228.8	103.9	2126.3
1981	19.6	0.3	51.8	411.4	309.5	388.6	352.7	345.3	278.1	335.0	267.3	224.8	2984.4
1982	113.2	0.4	0.0	272.9	401.1	298.8	290.6	223.0	521.1	360.3	82.7	15.9	2580.0
1983	2.3	0.0	0.0	116.3	114.3	216.1	152.8	343.7	483.3	374.7	285.7	259.8	2349.0
1984	6.7	34.3	0.0	62.6	419.2	214.4	273.2	389.4	419.4	363.9	202.7	11.6	2397.4
1985	46.7	0.9	27.8	12.1	224.3	299.8	256.8	315.3	466.7	231.5	120.8	293.6	2296.3
1986	1.3	0.0	1.4	172.5	100.0	244.3	214.8	207.1	297.6	565.5	264.4	50.4	2119.3
1987	1.6	0.0	2.7	184.6	330.7	465.1	385.7	255.4	247.1	456.5	241.7	93.5	2664.6
1988	3.1	0.8	8.3	44.0	215.6	223.5	217.3	278.1	307.6	441.6	345.0	153.0	2237.9
1989	2.2	10.8	0.8	0.0	209.3	266.1	299.0	364.2	327.5	187.8	446.0	95.9	2209.6
1990	11.1	0.1	3.8	43.7	185.0	196.8	318.6	274.0	253.7	481.0	195.4	89.4	2052.6
1991	0.0	0.5	9.4	118.8	330.5	237.5	257.8	251.6	367.5	532.9	202.7	103.5	2412.7
1992	1.2	0.0	0.8	16.4	117.6	351.5	395.0	188.8	242.1	261.7	259.1	65.8	1900.0
1993	51.3	0.0	12.4	202.7	246.0	378.9	368.7	186.6	281.7	283.5	315.1	115.0	2441.9
1994	3.5	0.0	5.3	178.7	285.4	235.1	170.5	202.5	340.1	395.9	174.5	43.0	2034.5
1995		0.0	16.0	253.3	382.2	368.9	348.6	267.3	235.6	334.9	358.8	118.4	2684.0
1996	139.7	10.0	41.9	27.1	326.2	317.6	213.4	266.7	355.0	335.4	238.0	71.7	2342.7
1997	6.3	0.0	0.0	21.4	180.7	235.2	167.7	205.9	384.2	404.3	356.5		1942.2
Prom	31.2	7.2	11.1	117.0	249.9	261.5	253.2	264.7	297.1	334.2	240.5	103.0	2167.0
Max	196.2	58.8	51.8	411.4	419.2	465.1	395.0	426.6	521.1	565.5	455.6	293.6	2984.4
Min	0.0	0.0	0.0	0.0	92.4	76.8	95.4	83.6	123.8	19.8	32.8	5.9	1224.4

B-4. Datos de precipitación promedio mensual de estación meteorológica de Las Cumbres (144-004).