

ING. MARIO MARTÍNEZ

ESTUDIO QUEBRADA SIN NOMBRE

MEMORIA TÉCNICA

**ESTUDIO HIDROLOGICO PARA QUEBRADA SIN
NOMBRE**

**PARA LA FINCA
2571(F) CON CODIGO DE UBICACIÓN 4201**

PROPIETARIO

SUBASTA GANADERA DE PANAMA S.A



Realizado por

ING. MARIO MARTINEZ

JUNIO 2022

CONTENIDO

1. INTRODUCCION.....	3
2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....	3
3. ALCANCE DEL ESTUDIO	3
4. UBICACIÓN DEL PROYECTO	3
5. DESCRIPCION DE LA MICROCUENCA.....	4
5.1. DETERMINACION DEL AREA DE LA MICROCUENCA.....	5
5.2. Clima:	6
5.3. Temperatura:.....	7
5.4. Precipitación:.....	7
5.5. Estaciones meteorológicas de la cuenca 102:.....	8
6. CRITERIOS PARA EL CÁLCULO DEL CAUDAL:.....	8
7. Análisis y resultados:	10
7.1. Modelado en HEC-RAS:.....	11
Resultados y recomendaciones:	20

1. INTRODUCCION

El presente informe trata del estudio hidrológico e hidráulico para La Quebrada Sin Nombre, que atraviesa la finca 2571 (F) con código de ubicación 4201, que es propiedad de Subasta Ganadera de Panamá S.A. Esta quebrada nace aguas arriba de la propiedad, teniendo un recorrido de 173 metros en el interior de la finca. En este estudio, establecen los niveles de terracería seguros (N.S.T), se realiza una simulación hidráulica, para establecer los niveles de crecida máxima, de manera que se puede a partir de este nivel, establecer el nivel de terracería seguro. Se establece el área de protección de bosque, a partir del borde superior de talud (B.S.T).

2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El objetivo de este análisis es principalmente, conocer los niveles de agua máxima extraordinaria (NAME) para un periodo de retorno de 1:50 años, para con esta información definir el nivel de terracería seguro (N.S.T) para posterior diseño del proyecto.

3. ALCANCE DEL ESTUDIO

El análisis se ha desarrollado para estimar los niveles seguros de terracería, el borde superior de talud y establecer los retiros laterales desde el borde superior de Talud (B.S.T),

4. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El Proyecto se encuentra ubicado en Boquerón, Corregimiento de Boquerón, Distrito de Boquerón, Provincia de Chiriquí, exactamente en las coordenadas UTM: E= 328168.301; N=938610.785.

NOMENCLATURA UTILIZADA:

- ✓ NAME: Nivel de agua máxima extraordinaria.
- ✓ N.S.T: Nivel seguro de terracería.
- ✓ B.S.T: Borde superior de talud.

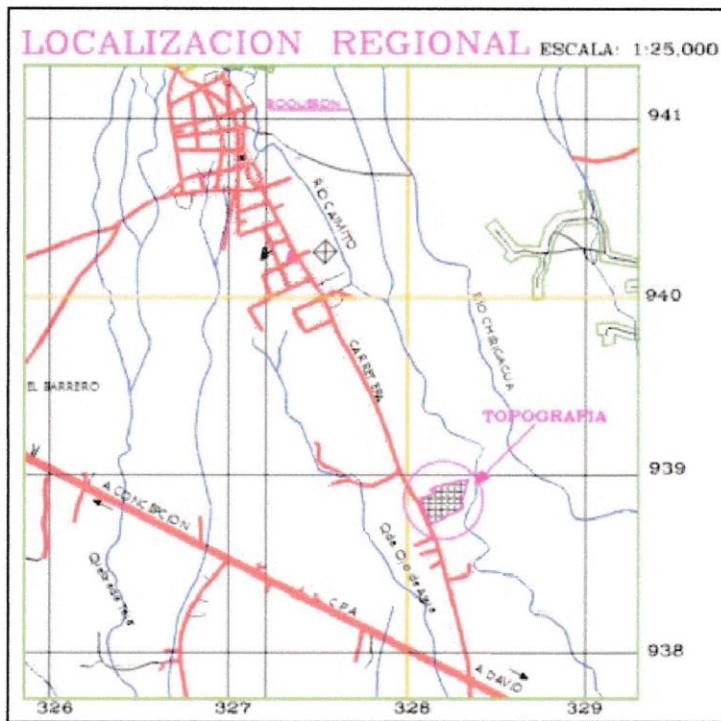


Figura 1, Localizacion regional de la finca 2571.

5. DESCRIPCION DE LA MICROCUENCA

La microcuenca de la Quebrada Sin Nombre pertenece a la cuenca 106 denominada Cuenca Hidrografía Río Chico, que se localiza en la Provincia de Chiriquí, en la parte Sur Oeste de la República de Panamá. Esta cuenca pertenece a la región hídrica del Pacífico Occidental, región que cubre a la provincia de Chiriquí, el sur de la comarca Ngabe Bugle y la parte oeste y sur de la provincia de Veraguas.

El área de drenaje de la cuenca del Río Chico es de 488.17 Km² contando extensión de 69 Km, desde su nacimiento hasta su desembocadura en el océano Pacífico, el caudal promedio de la cuenca es de 13.08m³/seg.

La Quebrada Sin Nombre nace aguas arriba de la finca 2571, recorre 173 metros al interior de la finca mencionada, contando con vegetación al interior de ella. Esta quebrada es estacionaria, quiere decir para los meses de invierno producto de las escorrentías producidas por lluvias, se generan caudales en su interior. Sin embargo, para los meses de verano, esta se seca en su totalidad. Es una Quebrada

que aun no ha sido intervenida, ya que no se observa estructuras pluviales en su cauce.

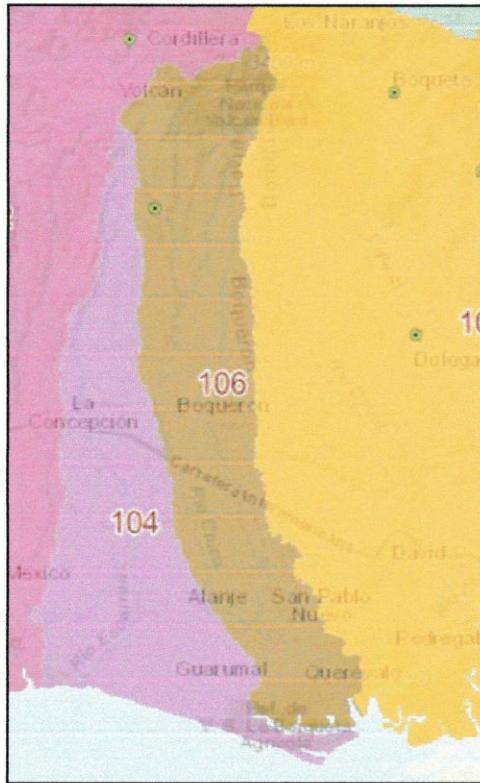


Figura 2, Cuenca hidrográfica 106 (cuenca Río Chico).

5.1. DETERMINACION DEL AREA DE LA MICROCUENCA.

Para determinar el área de drenaje de la microcuenca, se ha realizado un modelo digital de la superficie de análisis con sus elevaciones y curvas de nivel del área en estudio, tomando en cuenta los mosaicos Tommy Guardia a escala 1:25,000, disponibles en el sitio Web del instituto geográfico Tommy Guardia. Para esto, se manipula los mosaicos 3641_I_NE y 3641_I_SE, y mediante una aplicación de computadora, se les dio coordenadas reales, escalas respectivas, para así gráficamente determinar la línea divisoria o parte aguas de la microcuenca, dando como resultado un área de drenaje de **41.93 HA**. En la siguiente imagen, se aprecia el área de drenaje definida.

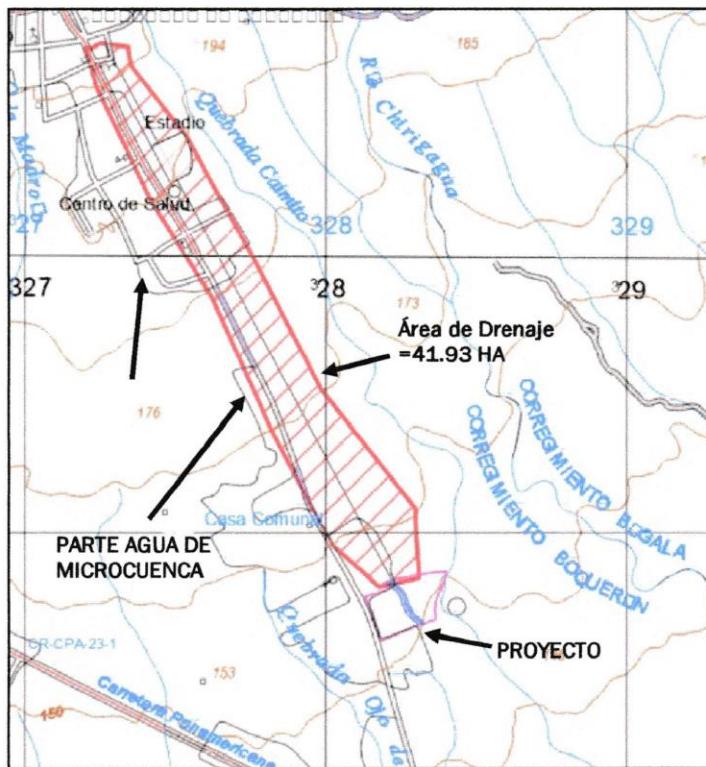


Figura 3. Área de Drenaje de la subcuenca en estudio, Fuente Tommy Guardia.

5.2. Clima:

En el sector donde se ubica el proyecto se destaca el Clima Subecuatorial con Estación Seca. Este clima presenta temperatura cálida anual, sin grandes variaciones estacionales. Hay predominio de bosques tropicales, selvas y sabanas (praderas de pastos altos con algunas especies arbóreas y arbustos aislados o que forman pequeños grupos).

Este tipo de clima es el de mayor extensión en Panamá. Es cálido con promedios anuales de temperatura de 26.5 a 27.5 °C en las tierras bajas (<20 msnm), en tanto que para las tierras altas (aproximadamente 1,000m) la temperatura puede llegar a 20°C. Se encuentra en las tierras bajas y montañosas hasta 1,000 metros de altura en la vertiente del Pacífico en Chiriquí, Veraguas, en sector montañoso de Azuero y Coclé y en las montañas de Panamá. San Blas y Darién. Los niveles de

precipitación son elevados, cercanos o superiores a los 2,500 mm. La estación Meteorológica mas cercana al proyecto es la estación David (108-023).

5.3. Temperatura: conforme a los datos de la estación más cercana al área de estudio, ubicada en el distrito David (108-023), el promedio anual de temperatura para esta zona es de 27.2 °C.

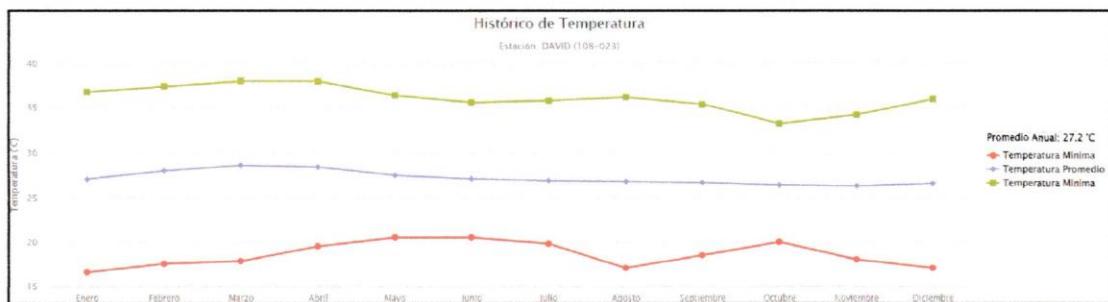


Figura 4. Histórico de Temperaturas. Estación de Bajo Grande Fuente: ETESA, 2022.

5.4. Precipitación:

las precipitaciones son muy variables, a lo largo del año, siendo el mes con mayor precipitación del año es en agosto con un promedio de 701.1 mm. La lluvia promedio anual es de 216.9mm, en los alrededores de la subcuenca.

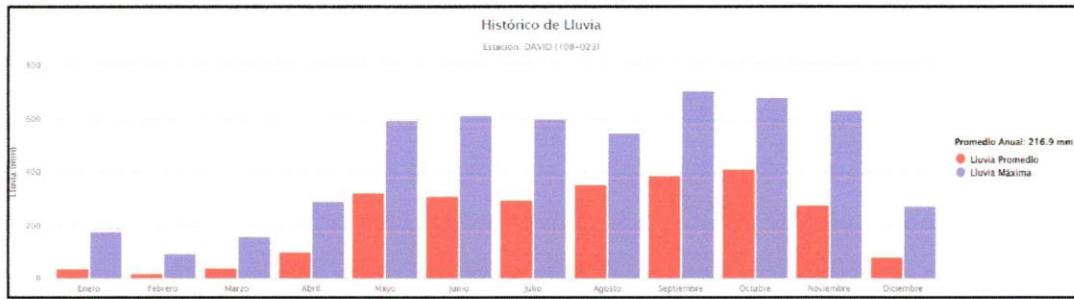


Figura 5. Histórico de Lluvias. Sensor de lluvia estación David. Fuente: ETESA, 2022

Humedad Relativa: en cuanto a la humedad relativa, la estación más cercana al sitio del proyecto, ubicada en David, DAVID (108-023), registra un promedio anual de 75.7%.

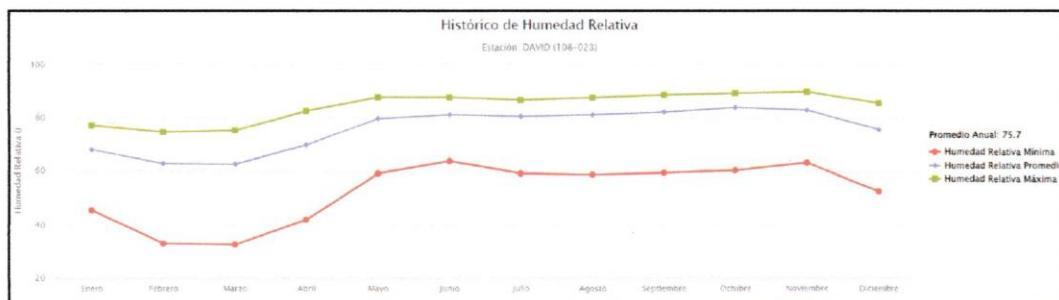


Figura 6. Histórico de Humedad Relativa, Estación David. Fuente: ETESA, 2022.

5.5. Estaciones meteorológicas de la cuenca 102:
La cuenca 102 cuenta con 13 estaciones meteorológicas activas, en la siguiente tabla podemos observar estas estaciones con las precipitaciones de cada una:

NUMERO	NOMBRE	PROVINCIA	LLUVIA, mm			PROPORCIÓN, %		
			SECO	LLUVIOSO	TOTAL	SECO	LLUVIOSO	TOTAL
108-001	FINCA LÉRIDA	CHIRIQUÍ	366.43	2,426.52	2,792.96	13.12	86.88	100
108-002	EL VALLE	CHIRIQUÍ	219.71	2,467.60	2,687.30	8.18	91.82	100
108-004	CALDERA (PUEBLO NUEVO)	CHIRIQUÍ	251.04	3,466.43	3,717.47	6.75	93.25	100
108-006	POTRERILLO ARRIBA	CHIRIQUÍ	226.27	2,846.57	3,072.84	7.36	92.64	100
108-008	LA CORDILLERA	CHIRIQUÍ	245.73	2,511.60	2,757.33	8.91	91.09	100
108-009	LOS PALOMOS	CHIRIQUÍ	368.88	3,881.64	4,250.52	8.68	91.32	100
108-013	ANGOSTURA DE COCHEA	CHIRIQUÍ	305.48	3,483.39	3,788.87	8.06	91.94	100
108-014	VELADERO GUALACA	CHIRIQUÍ	265.16	3,030.77	3,295.93	8.04	91.96	100
108-015	CERMEÑO	CHIRIQUÍ	272.89	3,001.46	3,274.35	8.33	91.67	100
108-017	LOS NARANJOS	CHIRIQUÍ	210.73	2,216.31	2,427.05	8.68	91.32	100
108-018	PAJA DE SOMBRERO	CHIRIQUÍ	214.18	2,977.08	3,191.26	6.71	93.29	100
108-023	DAVID	CHIRIQUÍ	157.4	2,433.64	2,591.04	6.07	93.93	100
108-043	GUALACA II	CHIRIQUÍ	316.02	3,865.07	4,181.09	7.56	92.44	100
MEDIAS			263.07	2,969.85	3,232.92	8.19	91.81	100

Tabla 1. Estaciones meteorológicas de la cuenca 102.

La estación meteorológica más cercana al proyecto es la estación de David.

6. CRITERIOS PARA EL CÁLCULO DEL CAUDAL:

Para determinar el caudal de esta subcuenca, se ha tomado un periodo de retorno de 50 años como lo establece el manual de aprobación de planos del MOP:

6.1. Cálculo del tiempo de concentración de la subcuenca, que es el tiempo que demora la gota más alejada en llegar al punto en donde se encuentra ubicado el proyecto. Para este cálculo se utilizó la fórmula de California que se describe a continuación:

$$d = \left(\frac{0.871 * l^3}{\Delta H} \right)^{0.385}$$

Dónde: L = Longitud en Km.

$$\Delta H =$$

diferencia de altura entre el punto mas alto y el mas bajo de la microcuenca.

- 6.2.** El periodo de retorno para el cálculo de la intensidad de lluvia se calculará con un periodo de 1:50 años y se usará la ecuación que establece la norma de aprobación de planos del MOP.

Para la cuenca del Rio Chiriquí:

$$I_{50 \text{ años}} = \frac{190.899}{d + 0.296}$$

Para la cuenca del Rio Chiriquí Viejo la ecuación de intensidad es:

$$I_{50 \text{ años}} = \frac{184.069}{d + 0.232}$$

Dónde: $I_{50 \text{ años}}$ = intensidad de lluvia (mm/hora)

d = Tiempo de concentración en minutos.

- 6.3.** El caudal requerido será el determinado por medio de la fórmula racional

$$Q = \frac{CiA}{360}$$

Dónde: Q = caudal de lluvia que escurre hasta la tubería, (m³/seg.)

C = coeficiente escorrentía, 0.85.

i = intensidad de lluvia, (mm/hora).

A = área de drenaje, (Hectáreas).

Esta ecuación solo se utilizará para cuencas con una superficie menor o igual de 250 Ha.

En las siguientes tablas se observan los resultados del caudal obtenido para La Quebrada Sin Nombre, como la cuenca 106, no tiene ecuaciones propias para el cálculo de la intensidad de lluvia, por lo que se calculará la intensidad de lluvia usando las ecuaciones para el Rio Chiriquí Viejo y Rio Chiriquí y luego se realizará un promedio entre los caudales obtenidos.

ING. MARIO MARTÍNEZ

ESTUDIO QUEBRADA SIN NOMBRE

CALCULO DE CAUDAL MAXIMO QURBADA SIN NOMBRE L (CUENCA RIO CHIRIQUI VIEJO 102)																			
Para el calculo Maximo de crecida se utilizo el caudal que se genera mediante el calculo con el METODO RACIONAL establecido por el MOP para areas que son menores a 250 Ha.																			
AREA DE LA CUENCA EN ESTUDIO																			
<table border="1"> <tr> <td>Area (ha)=</td> <td>41.93</td> <td>Cota maxima (m)</td> <td>205</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Cota minima (m)</td> <td>155</td> <td></td> </tr> </table>					Area (ha)=	41.93	Cota maxima (m)	205				Cota minima (m)	155						
Area (ha)=	41.93	Cota maxima (m)	205																
		Cota minima (m)	155																
TIEMPO DE CONCENTRACION (Tc)																			
<table border="1"> <tr> <td>Tc=((0.87 L³) / ΔH)^0.385 (Hr.)</td> <td>Tc =</td> <td>0.48</td> <td>Hr.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>L = 2.032</td> <td>Longitud de la cuenca en (Km).</td> <td>Tc =</td> <td>28.8</td> <td>min.</td> </tr> <tr> <td>ΔH = 50</td> <td>Diferencia de alturas de la cuenca (cota mas alta - cota mas baja) (m.)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>					Tc=((0.87 L ³) / ΔH)^0.385 (Hr.)	Tc =	0.48	Hr.		L = 2.032	Longitud de la cuenca en (Km).	Tc =	28.8	min.	ΔH = 50	Diferencia de alturas de la cuenca (cota mas alta - cota mas baja) (m.)			
Tc=((0.87 L ³) / ΔH)^0.385 (Hr.)	Tc =	0.48	Hr.																
L = 2.032	Longitud de la cuenca en (Km).	Tc =	28.8	min.															
ΔH = 50	Diferencia de alturas de la cuenca (cota mas alta - cota mas baja) (m.)																		
INTENSIDAD DE LLUVIA																			
<table border="1"> <tr> <td>Ic = ((184.069/(d+0.232)) (mm/Hr.)</td> <td>Ic =</td> <td>258.53</td> <td>mm/Hr.</td> <td></td> </tr> </table>					Ic = ((184.069/(d+0.232)) (mm/Hr.)	Ic =	258.53	mm/Hr.											
Ic = ((184.069/(d+0.232)) (mm/Hr.)	Ic =	258.53	mm/Hr.																
METODO RACIONAL																			
<table border="1"> <tr> <td>Q_{MAX} =(C x I x A)/(360)</td> <td>C =</td> <td>0.85</td> <td>Q_{MAX} =</td> <td>25.6 m³/seg</td> </tr> </table>					Q _{MAX} =(C x I x A)/(360)	C =	0.85	Q _{MAX} =	25.6 m ³ /seg										
Q _{MAX} =(C x I x A)/(360)	C =	0.85	Q _{MAX} =	25.6 m ³ /seg															
Q _{MAX} = Caudal Maxima																			
C = coeficiente de escorrentia (0.85, areas sub urbanas y de rapido crecimiento)																			
A = Area de la Cuenca																			

Tabla 3. Cálculo del caudal para La Quebrada Sin Nombre, usando la ecuación del Rio Chiriquí Viejo.

CALCULO DE CAUDAL MAXIMO QUEBRADA SIN NOMBRE (CUENCA RIO CHIRIQUI 108)																			
Para el calculo Maximo de crecida se utilizo el caudal que se genera mediante el calculo con el METODO RACIONAL establecido por el MOP para areas que son menores a 250 Ha.																			
AREA DE LA CUENCA EN ESTUDIO																			
<table border="1"> <tr> <td>Area (ha)=</td> <td>41.93</td> <td>Cota maxima (m)</td> <td>205</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Cota minima (m)</td> <td>155</td> <td></td> </tr> </table>					Area (ha)=	41.93	Cota maxima (m)	205				Cota minima (m)	155						
Area (ha)=	41.93	Cota maxima (m)	205																
		Cota minima (m)	155																
TIEMPO DE CONCENTRACION (Tc)																			
<table border="1"> <tr> <td>Tc=((0.87 L³) / ΔH)^0.385 (Hr.)</td> <td>Tc =</td> <td>0.48</td> <td>Hr.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>L = 2.032</td> <td>Longitud de la cuenca en (Km).</td> <td>Tc =</td> <td>28.8</td> <td>min.</td> </tr> <tr> <td>ΔH = 50</td> <td>Diferencia de alturas de la cuenca (cota mas alta - cota mas baja) (m.)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>					Tc=((0.87 L ³) / ΔH)^0.385 (Hr.)	Tc =	0.48	Hr.		L = 2.032	Longitud de la cuenca en (Km).	Tc =	28.8	min.	ΔH = 50	Diferencia de alturas de la cuenca (cota mas alta - cota mas baja) (m.)			
Tc=((0.87 L ³) / ΔH)^0.385 (Hr.)	Tc =	0.48	Hr.																
L = 2.032	Longitud de la cuenca en (Km).	Tc =	28.8	min.															
ΔH = 50	Diferencia de alturas de la cuenca (cota mas alta - cota mas baja) (m.)																		
INTENSIDAD DE LLUVIA																			
<table border="1"> <tr> <td>Ic = ((190.899/(d+0.296)) (mm/Hr.)</td> <td>Ic =</td> <td>246.12</td> <td>mm/Hr.</td> <td></td> </tr> </table>					Ic = ((190.899/(d+0.296)) (mm/Hr.)	Ic =	246.12	mm/Hr.											
Ic = ((190.899/(d+0.296)) (mm/Hr.)	Ic =	246.12	mm/Hr.																
METODO RACIONAL																			
<table border="1"> <tr> <td>Q_{MAX} =(C x I x A)/(360)</td> <td>C =</td> <td>0.85</td> <td>Q_{MAX} =</td> <td>24.37 m³/seg</td> </tr> </table>					Q _{MAX} =(C x I x A)/(360)	C =	0.85	Q _{MAX} =	24.37 m ³ /seg										
Q _{MAX} =(C x I x A)/(360)	C =	0.85	Q _{MAX} =	24.37 m ³ /seg															
Q _{MAX} = Caudal Maxima																			
C = coeficiente de escorrentia (0.85, areas sub urbanas y de rapido crecimiento)																			
A = Area de la Cuenca																			

Tabla 4. Cálculo del caudal para La Quebrada Sin Nombre, usando la ecuación del Rio Chiriquí.

➤ **El caudal de Diseño es de 24.99 m³/seg.**

7. Análisis y resultados:

Conociendo ya el caudal y utilizando la ecuación de manning podemos calcular el nivel de crecida máxima, esta fórmula se describe a continuación:

$$Q = \frac{1}{n} * A * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

En donde,

Q = caudal en el canal (m³/seg).

N = es el coeficiente de rugosidad del material del canal (para tierra n = 0.030).

A = es el área hidráulica de la sección transversal del canal (m²).

R = es el radio hidráulico (m).

S = es la pendiente en m/m.

7.1. Modelado en HEC-RAS:

Para determinar los niveles de agua máxima, se realizó un modelo hidráulico en el programa HEC-RAS donde realizo una simulación del cauce natural a para determinar los niveles de agua máxima (NAME) y evitar cualquier riesgo de inundación.

- Para el análisis del modelo de la quebrada, se le indica al programa HEC-RAS que los niveles de agua máxima se calcularan en un régimen mixto, es decir realizar el modelo en régimen subcrítico y supercrítico, esto debido a que la quebrada presenta pendiente suave, área boscosa y la sección que se está usando para el análisis es la sección natural del drenaje.
- Para el modelo de la quebrada se ha establecido una condición de borde de calado normal, se ha establecido las pendientes del tramo de influencia aguas arriba y aguas abajo. Esta pendiente la hemos establecido igual a la pendiente entre las secciones iniciales y finales.
- Se usó un coeficiente de manning de 0.030 que se establece en el manual de aprobación de planos del MOP para cauce natural de tierra con vegetación.
- El caudal para el análisis es de **24.99m³/s.**

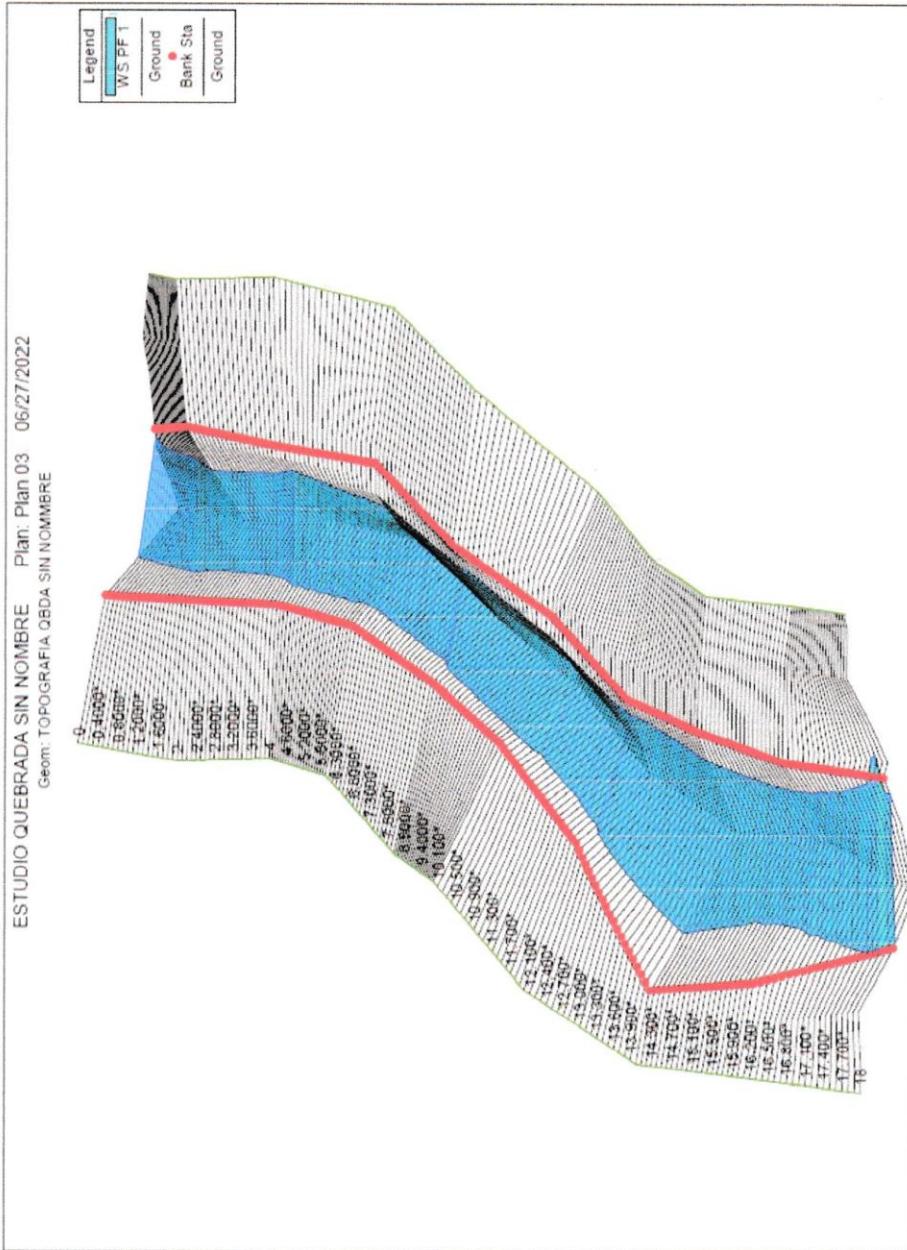
Los resultados obtenidos presentan el modelo de la quebrada y los niveles de crecida máximos para un periodo de retorno de 50 años, se presentan secciones transversales, perfiles de crecidas y tablas de cálculos obtenidos donde se presentan resultados como: Área de inundación, numero de froude, NAME, velocidad del flujo.

HEC-RAS Plan:02 River: QUEBRADA Reach: QBDA SIN NOMBRE Profile: PF 1										
Reach	Número de sección	Estación	Perfil	Caudal (m ³ /s)	Elevación fondo del canal (m)	Name (m)	Elevación de la superficie del agua en flujo crítico (m)	Elevación de la línea de energía en la línea de agua en flujo crítico (m)	Pendiente de la linea de energía (m/m)	Velocidad del flujo (m/s)
QBDA SIN NOMBRE	18	0+000	PF 1	24.99	161.49	162.28	162.43	162.77	0.027011	3.1
QBDA SIN NOMBRE	16	0+020	PF 1	24.99	160.95	162.13	162.43	0.010835	2.45	10.19
QBDA SIN NOMBRE	14	0+040	PF 1	24.99	160.73	162.02	161.84	0.004797	1.73	14.42
QBDA SIN NOMBRE	12	0+060	PF 1	24.99	160.46	161.74	161.72	162.05	0.009573	2.48
QBDA SIN NOMBRE	10	0+080	PF 1	24.99	160.01	161.48	161.39	161.76	0.007145	2.35
QBDA SIN NOMBRE	8	0+100	PF 1	24.99	159.64	161.17	161.17	161.56	0.01032	2.75
QBDA SIN NOMBRE	6	0+120	PF 1	24.99	159.32	160.84	160.84	161.21	0.010275	2.68
QBDA SIN NOMBRE	4	0+140	PF 1	24.99	159.18	160.46	160.51	160.85	0.01253	2.76
QBDA SIN NOMBRE	2	0+160	PF 1	24.99	158.57	159.62	159.86	160.33	0.029133	3.73
QBDA SIN NOMBRE	0	0+173.42	PF 1	24.99	158.47	159.63	159.72	160.04	0.015332	2.83

Tabla 3. Cálculos y resultados obtenidos en la modelación hidráulica, Fuente Hec-Ras.

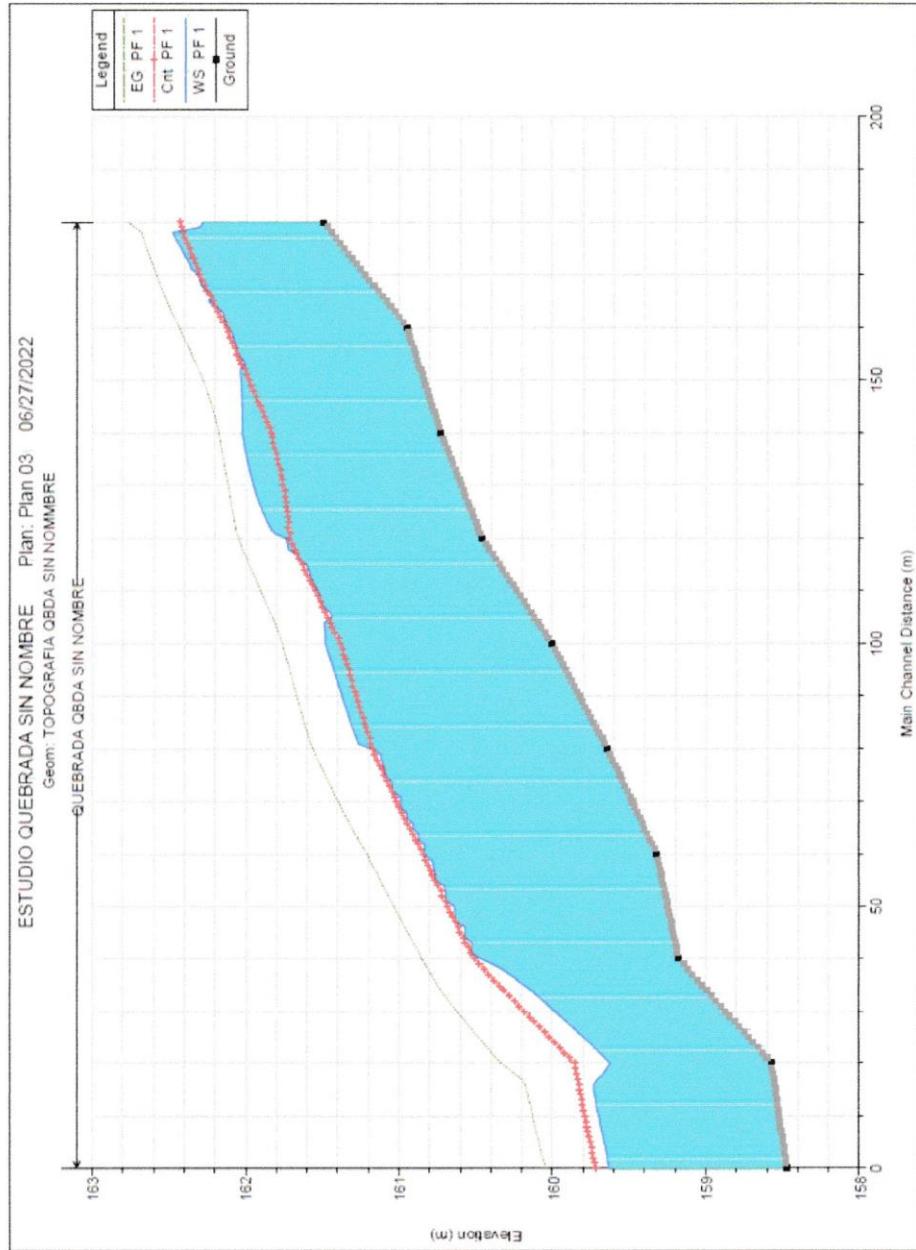
ING. MARIO MARTÍNEZ

ESTUDIO QUEBRADA SIN NOMBRE



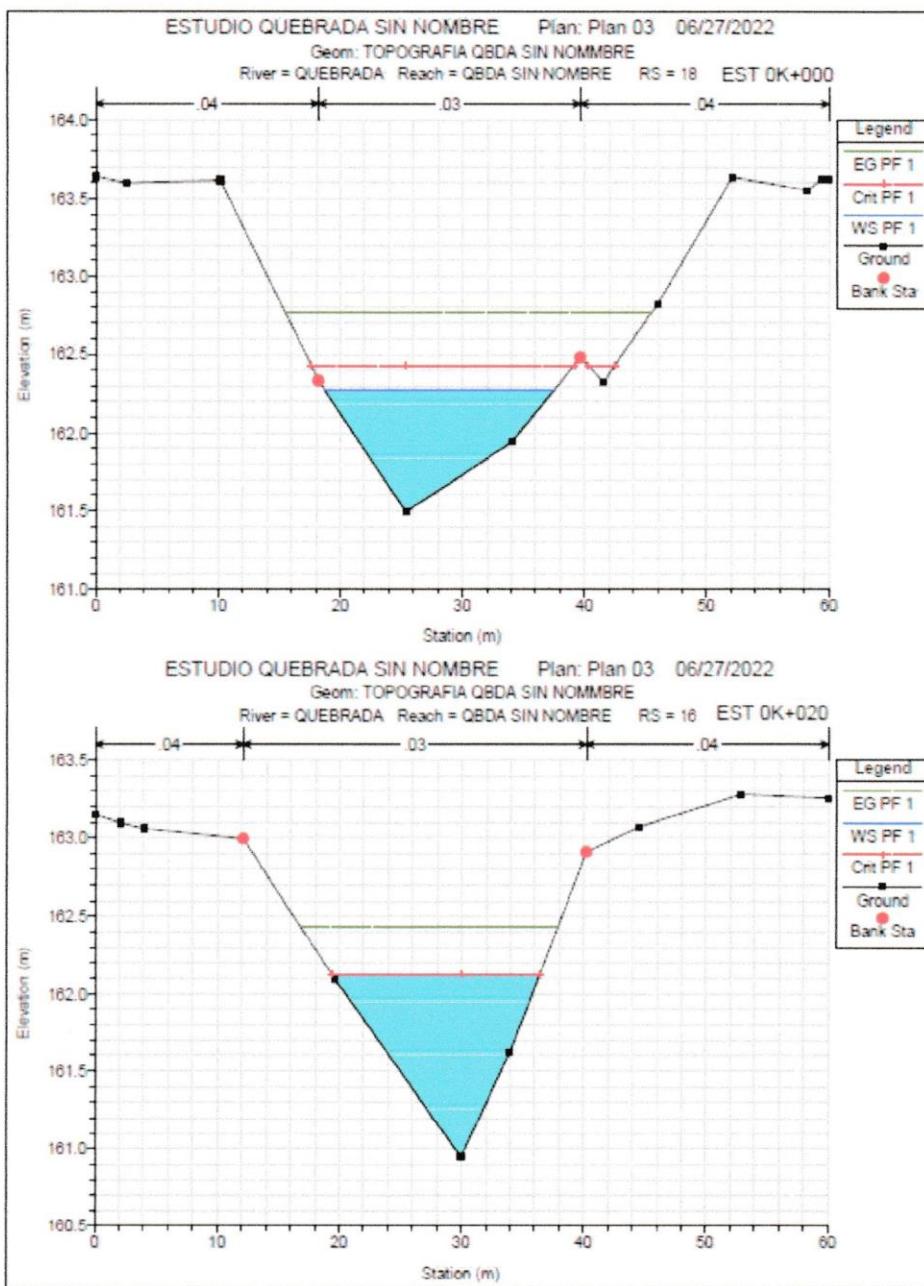
ING. MARIO MARTÍNEZ

ESTUDIO QUEBRADA SIN NOMBRE



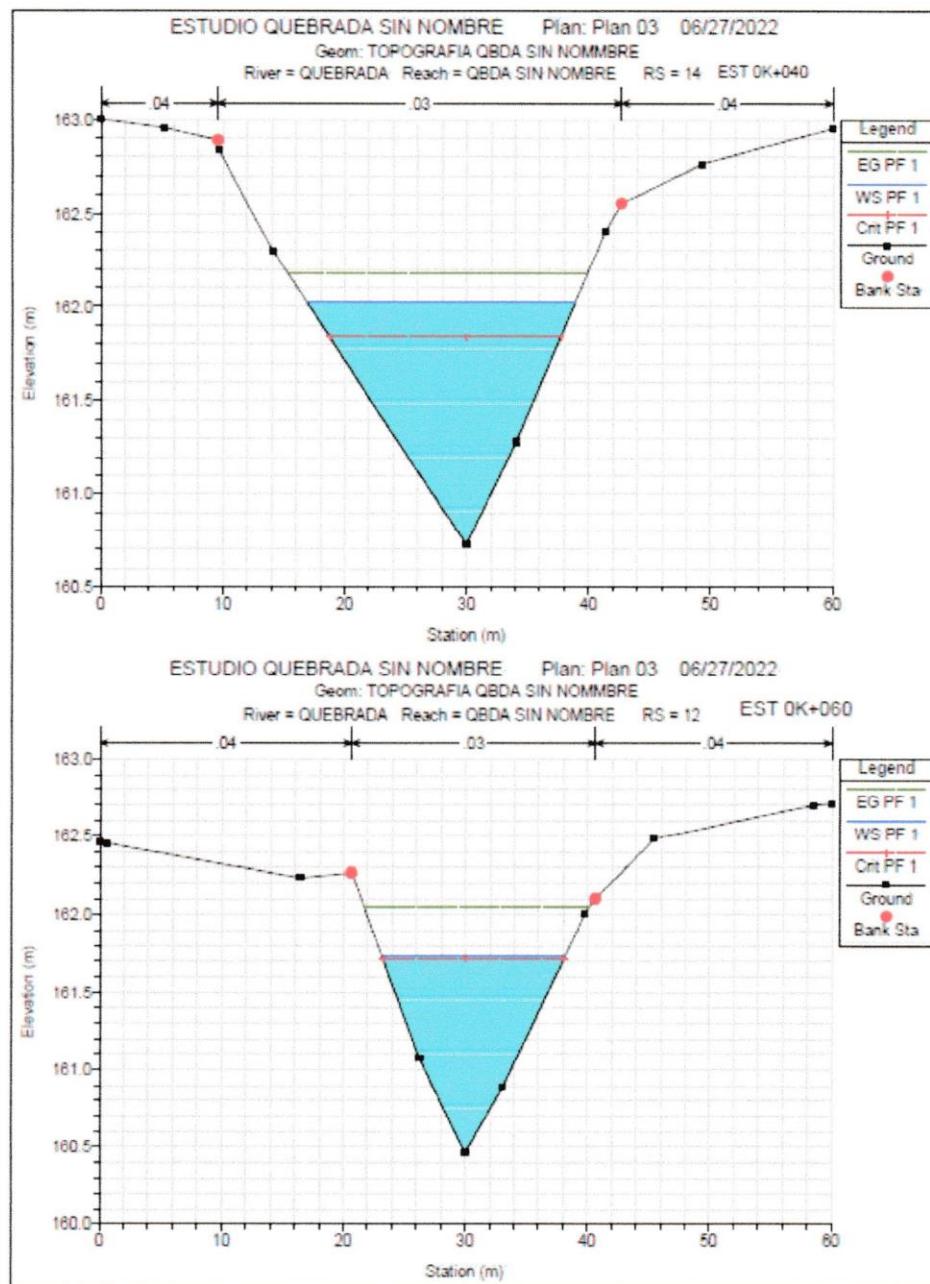
ING. MARIO MARTÍNEZ

ESTUDIO QUEBRADA SIN NOMBRE



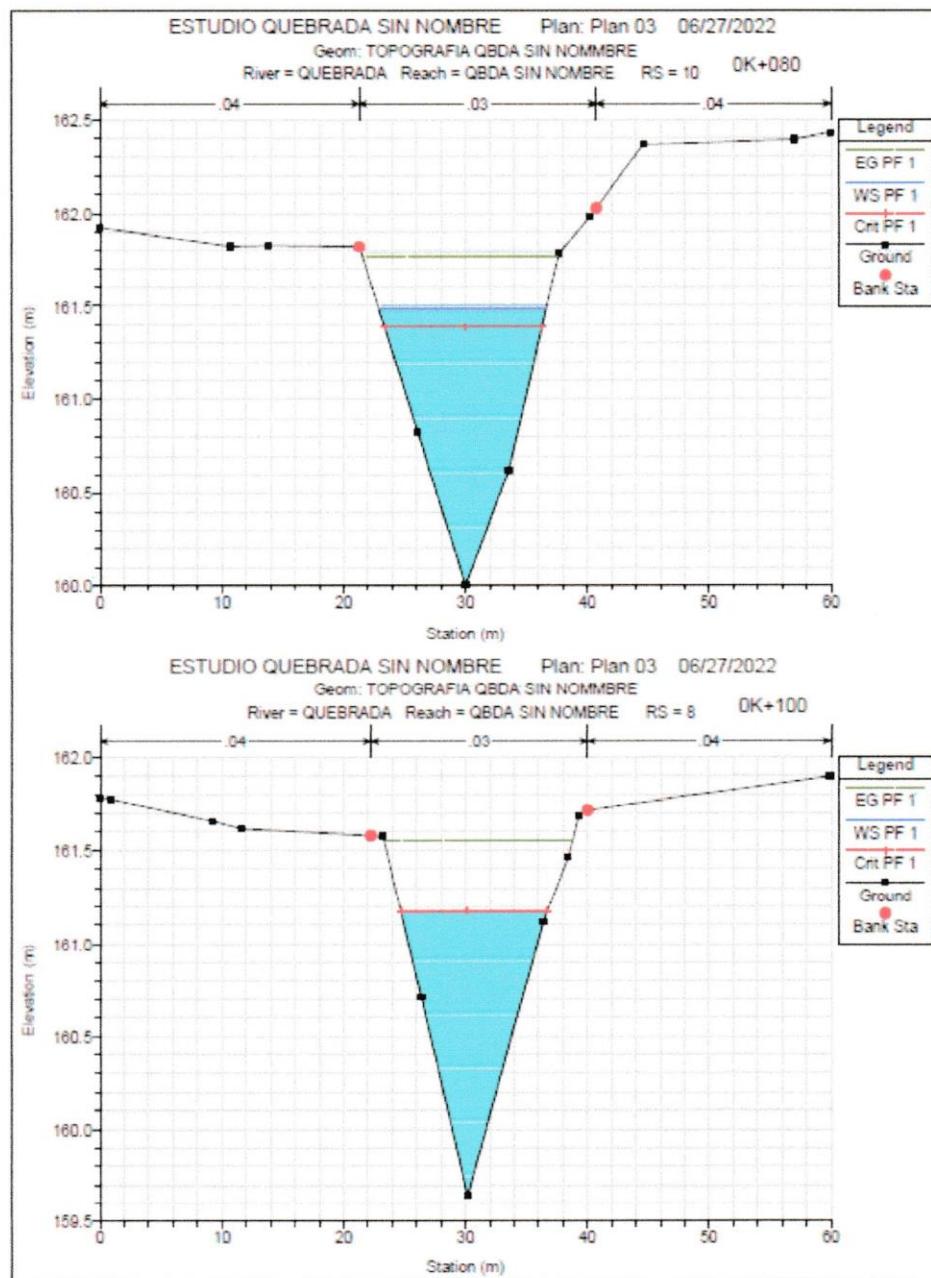
ING. MARIO MARTÍNEZ

ESTUDIO QUEBRADA SIN NOMBRE



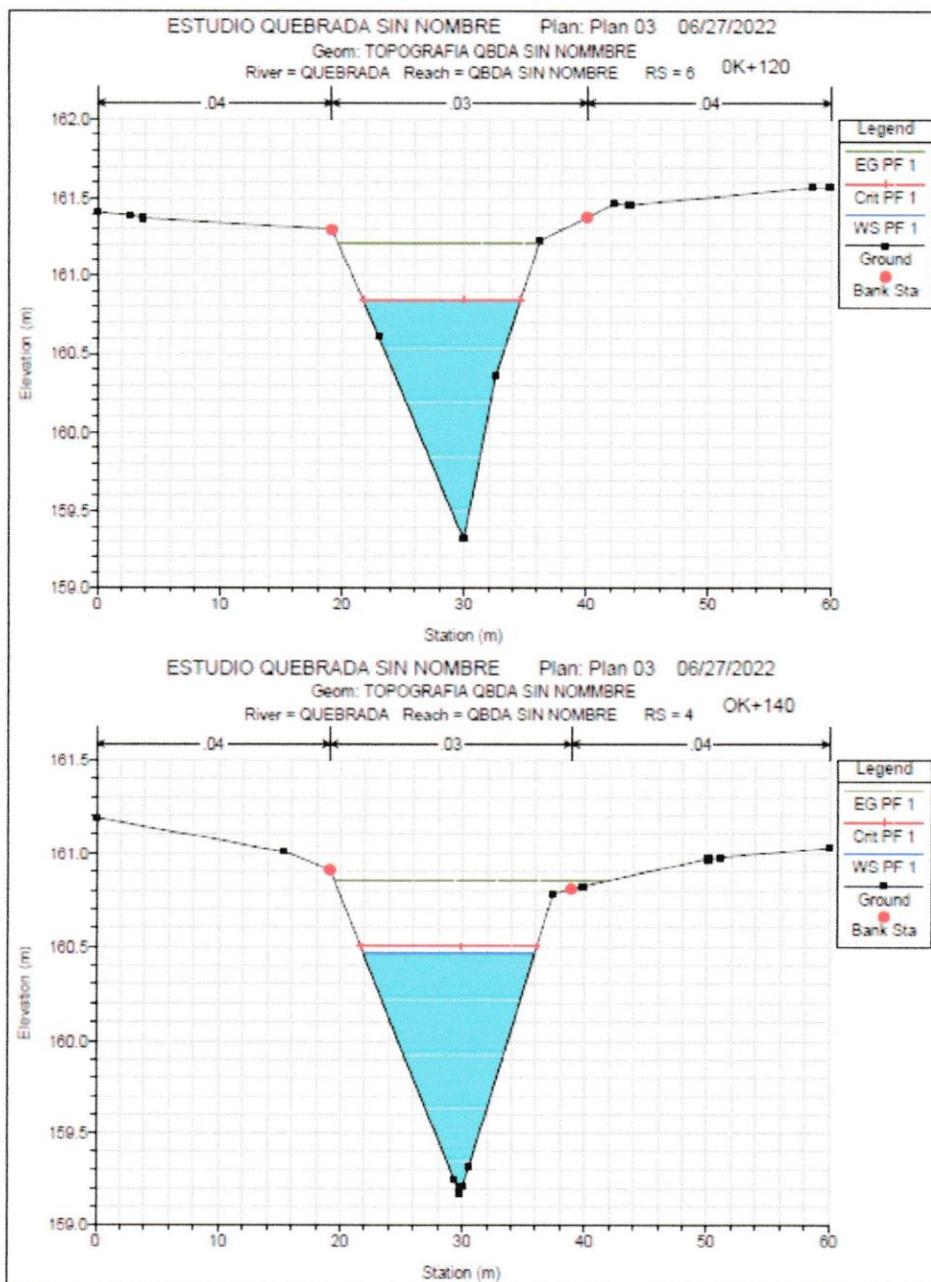
ING. MARIO MARTÍNEZ

ESTUDIO QUEBRADA SIN NOMBRE



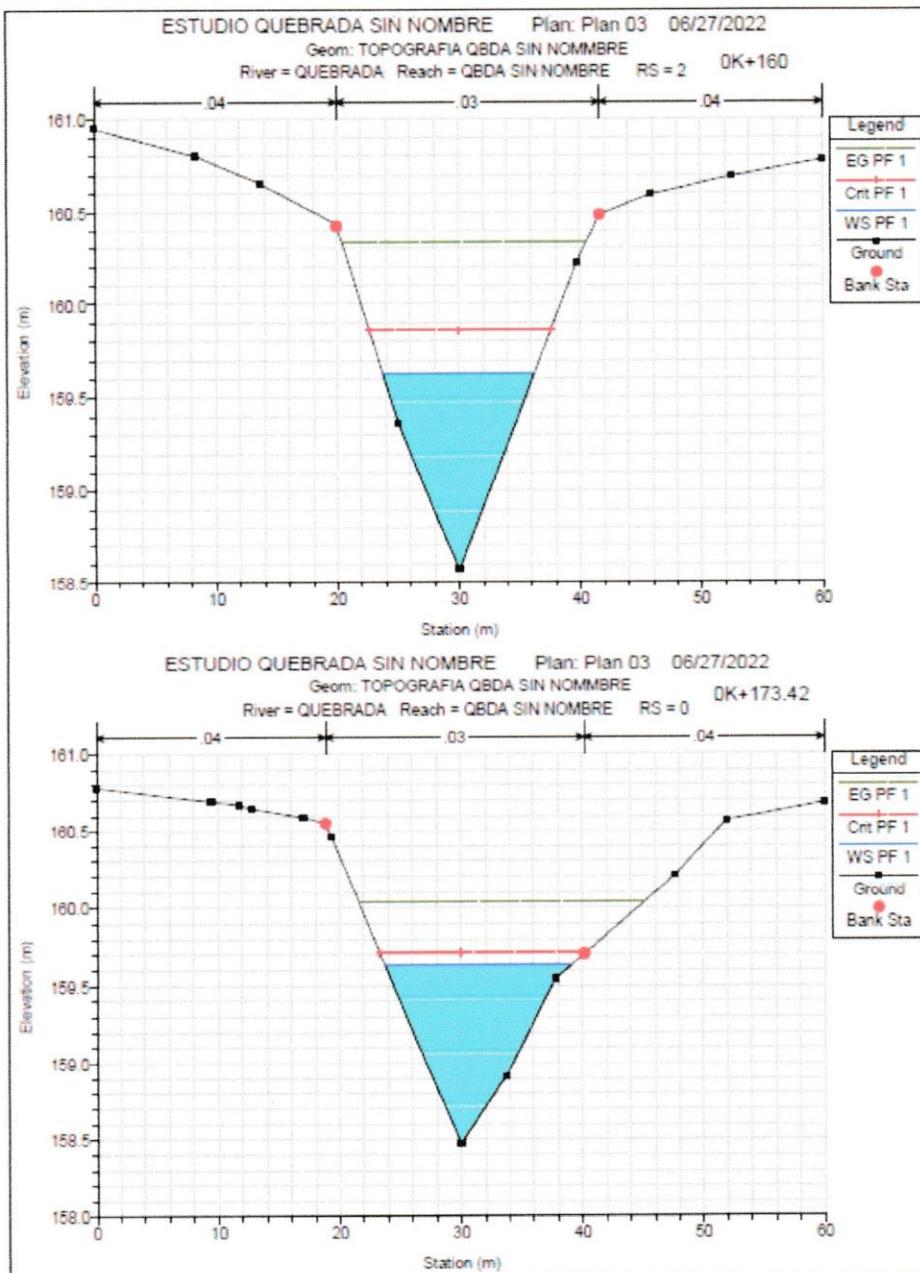
ING. MARIO MARTÍNEZ

ESTUDIO QUEBRADA SIN NOMBRE



ING. MARIO MARTÍNEZ

ESTUDIO QUEBRADA SIN NOMBRE



Resultados y recomendaciones:

Luego de haber realizado una simulación del cauce natural del terreno con un periodo de retorno de 50 años, se concluye lo siguiente:

1. No existe ningún riesgo de inundación para el futuro proyecto, siempre y cuando se respeten los niveles de terracería seguros calculados.
2. El caudal máximo de análisis es de **24.99 m³/seg.**
3. El retiro de protección de bosque debe ser mínimo 10 metros a partir del BST.
4. Los niveles superiores de terracería deberán de estar 1.50 metros por encima del NAME, para evitar riesgos de inundación.