

PROYECTO
Residencial Las Hortensias
Corregimiento de Alto Boquete, Distrito de Boquete
Provincia de Chiriquí, República de Panamá

**ESTUDIO DE SIMULACIÓN
HIDROLÓGICO – HIDRÁULICO
PARA ZANJAS N°1 Y ZANJAS N°2**

Realizado por:

ING. ROGER A. RODRIGUEZ P.
IDONEIDAD: 2007-006-024

NOVIEMBRE DE 2021

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	1
2	ANÁLISIS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA Y DEL CAUCE	2
2.1	Descripción General de la Cuenca en la que se ubica el Proyecto:	2
3	DEFINICIÓN DEL RÍO PRINCIPAL.....	3
3.1	Área de drenaje:	5
4	Análisis Climático del Área en Estudio	7
4.1	Situación geográfica y relieve.....	7
4.2	Oceanografía.....	7
4.3	Meteorología.....	7
4.4	Clasificación Climática según W. Köppen	8
4.5	Régimen pluviométrico por región	9
4.6	Precipitación	9
5	ESTIMACIÓN HIDROLÓGICA DE CAUDALES.....	10
5.1	Caudal de Escorrentía	11
6	SIMULACIÓN Y MODELO HIDRÁULICO.....	16
7	RESULTADOS DE LA MODELACIÓN HIDRÁULICA ZANJA N°1	19
8	RESULTADOS DE LA MODELACIÓN HIDRÁULICA EN ZANJA N°2	
	CONDICIÓN NATURAL.....	20
9	NIVELES SEGUROS DE TERRACERÍA	21
10	CALCULOS HIDRÁULICOS DE CANALIZACIÓN,CRUCE PLUVIAL DE ZANJA	
	N°1 Y ENTUBAMIENTO DE ZANJA N°2.....	22
10.1	DISEÑO HIDRÁULICO DEL CANAL PARA LA ZANJA N°1.....	23
	EN LA ESTACIÓN 0K+360 @ 0K+467.....	23
10.2	DISEÑO HIDRÁULICO DEL CANAL PARA LA ZANJA N°1.....	24
	EN LA ESTACIÓN 0K+487 @ 0K+520.....	24
	24
10.3	DISEÑO DE CRUCE PLUVIAL SOBRE LA ZANJA N°1	25
10.4	DISEÑO DE ALCANTARILLAS ENTUBAMIENTO DE ZANJA N°2	26
11	ANÁLISIS DE LOS RETIROS DE LOS LOTES.....	27
11.1	Retiros proyectados para la Quebrada Mata Del Tigre y Cuneta.....	27
12	CONCLUSIONES	28
13	BIBLIOGRAFÍA.....	28
	ANEXOS.....	29
	Secciones Zanja N°1.....	31
	Secciones Zanja N°2.....	46

1 INTRODUCCIÓN

Este estudio tiene como objetivo la estimación de los caudales de escorrentía y los niveles de agua máxima extraordinarios para las lluvias con período de Retorno de 1:50 años, para las Zanjas N°1 y Zanjas N°2 existente que atraviesan la finca donde se desarrollará el proyecto Urbanización Residencial Las Hortensias, se realizarán los cálculos hidráulicos para el diseño de las alcantarillas a utilizar para entubar la zanja N°2, el diseño de un cruce mediante un cajón pluvial sobre la zanja N°1 y el diseño de la canalización para un tramo de 160 metros de la Zanja N°1.

Los niveles de agua máxima calculados para las Zanjas N°1 y Zanjas N°2 existentes serán utilizados para la fijación de los niveles seguros de terracería en desarrollo futuro del proyecto, la servidumbre pluvial se definirá a partir del borde superior de barranco o borde superior de talud, a fin de garantizar un adecuado manejo de las crecidas de agua durante la época lluviosa, los cuales permitirán definir la servidumbre pluvial requerida por el Ministerio de Obras Públicas.

Datos legales de la Finca y Propietario del Proyecto Residencial Las Hortensias

DATOS LEGALES DE LA FINCA

- Código de Ubicación 4305
- Finca N° 59080/30359608
- Superficie: 10 ha 0,000.00 m²
- Ubicación: CORREGIMIENTO ALTO BOQUETE, DISTRITO BOQUETE, PROVINCIA CHIRIQUÍ

DATOS LEGALES DEL PROPIETARIO

- GRUPO ETMATT S. A.
- RUC: 845854
- REPRESENTANTE LEGAL: ADOLFO ENRIQUE MIRANDA CERCEÑO
- CEDULA 4-741-1371

2 ANÁLISIS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA Y DEL CAUCE

2.1 Descripción General de la Cuenca en la que se ubica el Proyecto:

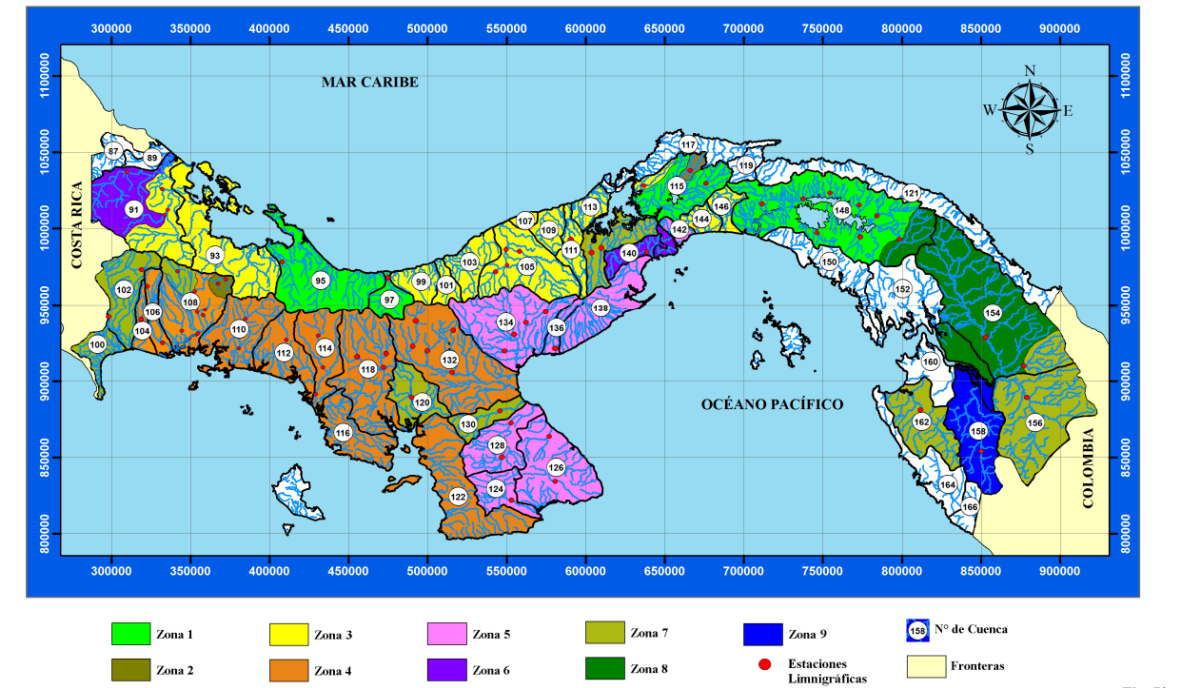
El Proyecto Residencial se ubica en la cuenca del río Chiriquí, que se localiza en la provincia de Chiriquí, en la parte occidental de la República de Panamá, entre las coordenadas 8°15' y 8°53' de Latitud Norte y 82°10' y 82°33' de Longitud Oeste.

El área de drenaje de la cuenca del río Chiriquí es de 1995.0 km², hasta la desembocadura al mar, y la longitud del río Principal es de 130 Km.

La elevación media de la cuenca es de 270 msnm, y el Volcán Barú, ubicado al noreste de la cuenca, con una altitud de 3474 msnm.

El río Chiriquí tiene como afluentes principales a los ríos: Caldera, Los Valles, Estí, Gualaca y los que nacen en las laderas del Volcán Barú como: Cochea, David, Majagua, Soles y Platanal. Tres esquemas de hidroeléctricas afectan los registros de caudales de las estaciones del río Chiriquí, en interamericana; David, La Esperanza y Paja de Sombrero. El sistema de Caldera desvía por un canal, aguas del río Caldera hacia la Planta Caldera, vertiéndola posteriormente al río Cochea, esto ocurrió durante el periodo que estuvo en funcionamiento la hidroeléctrica de Planta Caldera, desde 1955 hasta 1979. Aguas del río Cochea se desviaron por un canal hacia Planta Dolega, vertiéndolas posteriormente al río David. Desde marzo de 1984, con el cierre de compuertas y entrada en operación de la central Edwin Fábrega (Fortuna), aguas del río Chiriquí se desvían por un túnel hacia la Casa de Máquina de dicha central y luego son vertidas en la quebrada Buenos Aires, que es un afluente del río Chiriquí.

En la figura N°1 podemos apreciar las Cuencas de los principales Ríos de Panamá y su clasificación según las zonas hidrológicamente homogéneas.

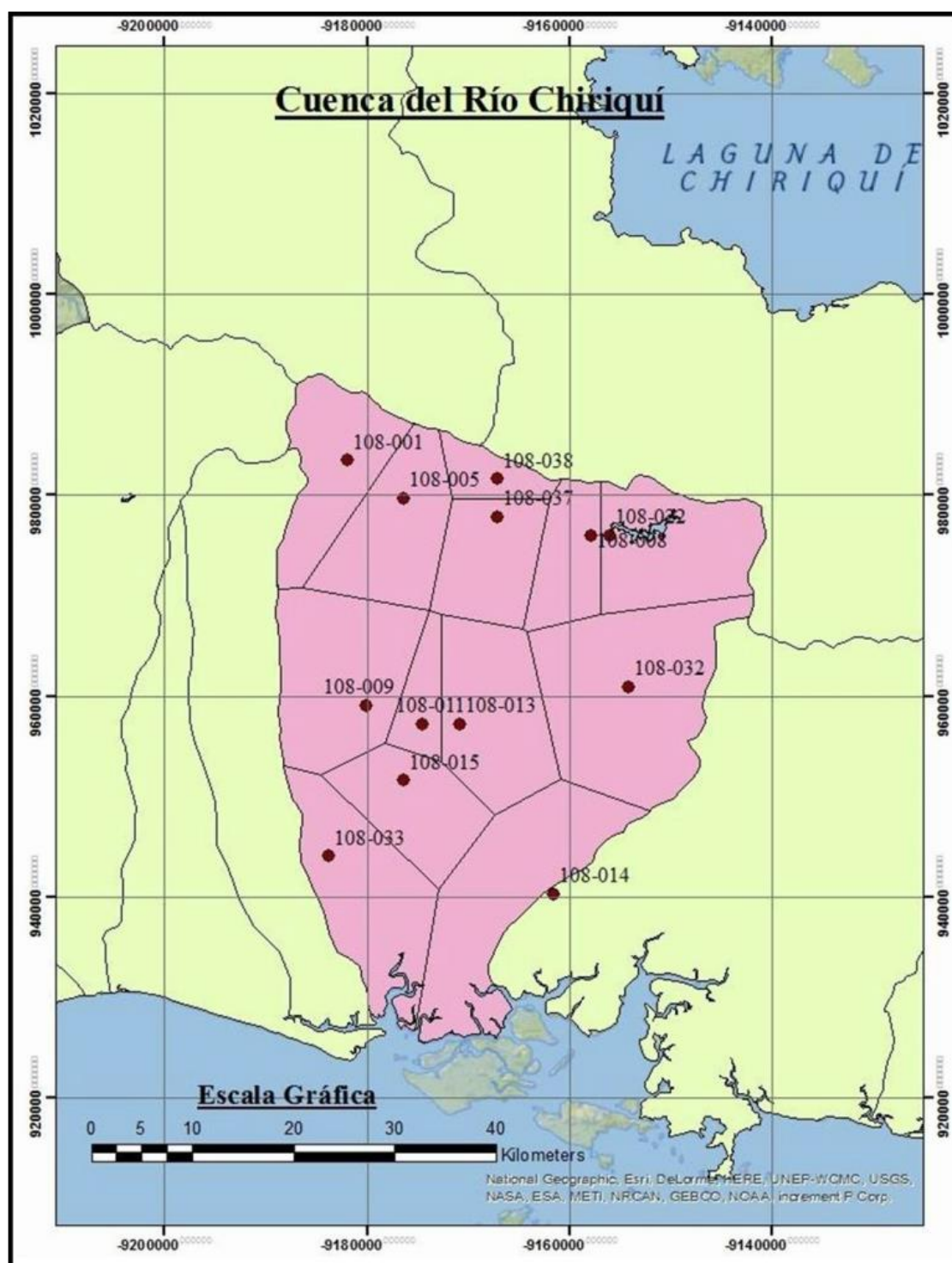


El cauce principal de la cuenca # 108 denominada río Chiriquí tiene como río o cauce principal el río Chiriquí y tiene una longitud aproximada de 130 km.

Las Zanjas N°1 y N°2 se clasifican como drenaje natural Intermitente y se activan solamente durante los momentos de precipitación pluvial o en la época de invierno, las Zanjas son tributarios del Río Papayal.

La extensión en longitud de la Zanja N°1 desde su cabecera hasta el sitio de estudio en el proyecto se estima en 1330 metros, y la extensión de la zanja N°2 desde su cabecera hasta el proyecto es se estima en 430 metros.

Figura 2: Cuenca del Río Chiriquí



Fuente: MOP, Manual de Aprobación de planos de 2021.

3.1 **Área de drenaje:**

Micro Cuenca del Proyecto: Se define como la delimitación fisiográfica del área de drenaje tomando en cuenta el cauce principal y sus afluentes. Las áreas de drenaje de las Zanjas N°1 y Zanjas N°2 , tienen su cierre en un punto sobre los linderos de del Polígono del proyecto.

El área de la cuenca de la Zanja N°1 hasta el sitio de colindancia con la propiedad o proyecto Residencial Las Hortensias es de 39.16 Has y para la Zanja N°2 el área de drenaje es de 6.20 Has, además se ha calculado un cruce del cajón pluvial sobre la Zanja N°1 y la Intersección con la Avenida Primera para un área de drenaje de 25.98 Has.

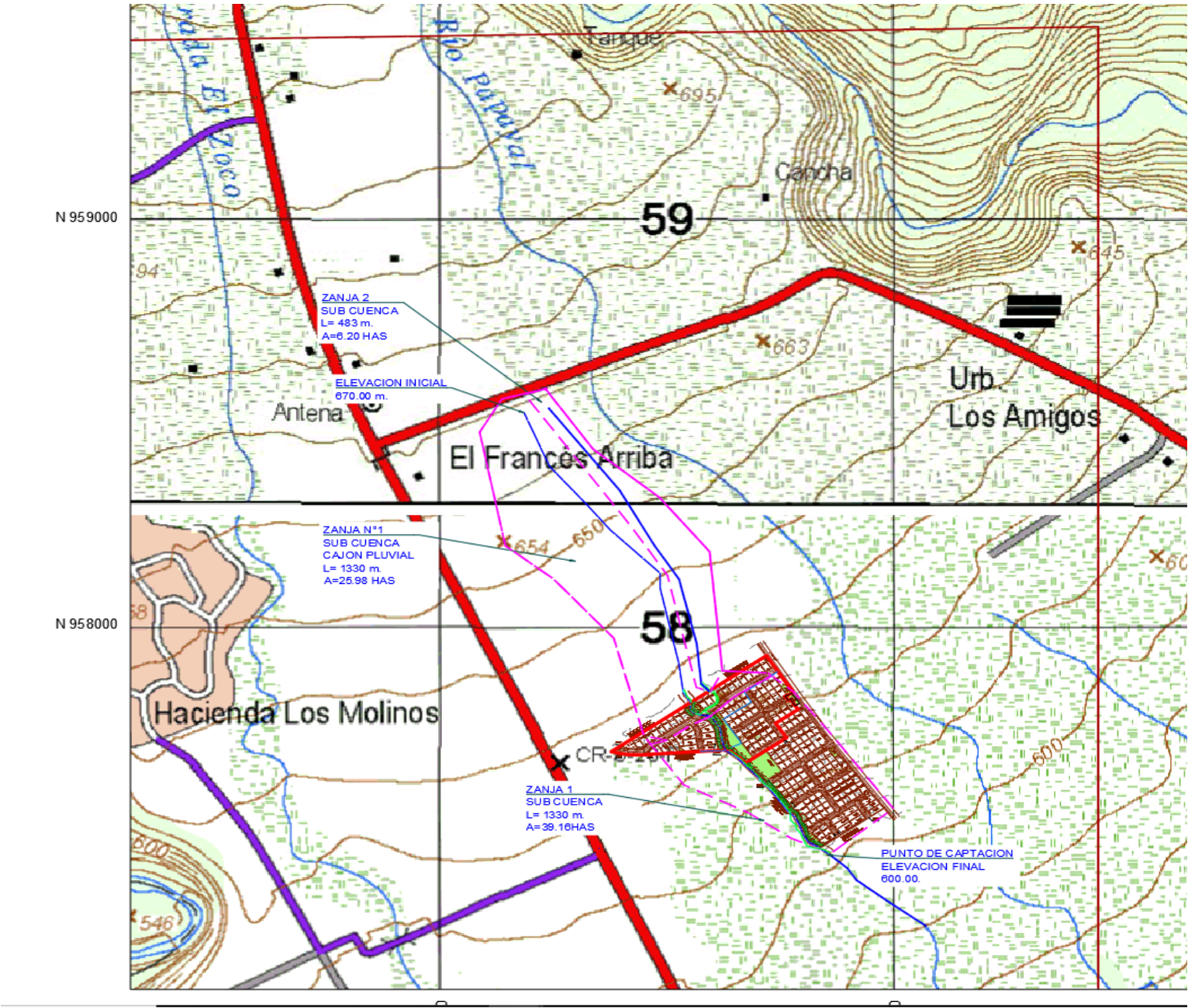
Podemos apreciar en la tabla N°1 las coordendas de inicio y fin de los cauces estudiados y en la Figura N°3 la localización de los tramos de las zanjas N°1 y Zanjas N°2, con la delimitación de las áreas de drenaje correspondientes.

Tabla 1: Coordenadas UTM-WGS 84 Para La Zanja N°1 y Zanja N°2

Nombre	INICIO		FIN	
	ESTE (m)	NORTE (m)	ESTE (m)	NORTE (m)
Zanja N°1	341854.144	957455.675	341537.565	957847.205
Zanja N°2	341583.095	957791.572	341575.330	957870.052
Canal Zanja N°1	341631.225	957711.632	341548.282	957830.627
Cajón Pluvial Zanja N°1	341587.733	957802.119	341568.027	957805.534
Entubamiento Zanja N°2	341585.865	957860.272	341599.681	957805.848

Fuente: Equipo Consultor, noviembre de 2021

Figura 3: Sub Cuenca de Zanjas N°1 y Zanjas N°1



Fuente: Mosaico Gualaca 3741 IV - IGNTG.

4 Análisis Climático del Área en Estudio

4.1 Situación geográfica y relieve

Hemisferio Norte

Latitud: Entre 7°1' Norte y 9°39' Norte

Longitud: Entre 77°10' Oeste y 83°03' Oeste

Panamá está ubicada en la zona intertropical próxima al Ecuador terrestre.

Es una franja de tierra angosta orientada de Este a Oeste y bañada en sus costas por el Mar Caribe y el Océano Pacífico.

Uno de los factores básicos en la definición del clima es la orografía, ya que el relieve no sólo afecta el régimen térmico produciendo disminución de la temperatura del aire con la elevación, sino que afecta la circulación atmosférica de la región y modifica el régimen pluviométrico general.

4.2 Oceanografía

Las grandes masas oceánicas del Atlántico y Pacífico son las principales fuentes del alto contenido de humedad en nuestro ambiente y debido a lo angosto de la franja que separa estos océanos, el clima refleja una gran influencia marítima. La interacción océano-atmósfera determina en gran medida las propiedades de calor y humedad de las masas de aire que circulan sobre los océanos. Las corrientes marinas están vinculadas estrechamente a la rotación de la tierra y a los vientos.

4.3 Meteorología

El anticiclón semipermanente del Atlántico Norte, afecta sensiblemente las condiciones climáticas de nuestro país, ya que desde este sistema se generan los vientos alisios del nordeste que en las capas bajas de la atmósfera llegan a nuestro país, determinando sensiblemente el clima de la República.

Existe una zona de confluencia de los vientos alisios de ambos hemisferios (norte y sur) que afecta el clima de los lugares que caen bajo su influencia y que para nuestro país tiene particular importancia: la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), la cual se mueve siguiendo el movimiento aparente del sol a través del año. Esta migración norte-sur de la ZCIT produce las dos estaciones (seca y lluviosa) características de la mayor parte de nuestro territorio.

4.4 Clasificación Climática según W. Köppen

Los índices que dan los límites entre diferentes climas en el sistema de clasificación climática de Köppen coinciden con los grupos de vegetación y se basan en datos de temperaturas medias mensuales, temperatura media anual, precipitaciones medias mensuales y precipitación media anual.

Este tipo de sistema de clasificación distingue zonas climáticas y, dentro de ellas, tipos de clima, de tal manera que resultan 13 tipos fundamentales de climas.

Para Panamá, básicamente se han estipulado 2 zonas climáticas:

- La **Zona A**: Comprende los climas tropicales lluviosos en donde la temperatura media mensual de todos los meses del año es mayor de 18°C. En esta zona climática se desarrollan las plantas tropicales cuyos requerimientos son mucho calor y humedad, o sea, que son zonas de vegetación megaterma.
- La **Zona C**: Comprende los climas templados lluviosos en que la temperatura media mensual más cálida es mayor de 10°C y la temperatura media mensual más fría es menor de 18°C, pero mayor de -3°C. La vegetación característica de esta zona climática necesita calor moderado y suficiente humedad, pero generalmente no resiste extremos térmicos o pluviométricos, las zonas que se distinguen son de vegetación masoterma.

4.5 Régimen pluviométrico por región

- **Región Pacífico:** Se caracteriza por abundantes lluvias, de intensidad entre moderada a fuerte, acompañadas de actividad eléctrica que ocurren especialmente en horas de la tarde. La época de lluvias se inicia en firme en el mes de mayo y dura hasta noviembre, siendo los meses de septiembre y octubre los más lluviosos; dentro de esta temporada se presenta frecuentemente un período seco conocido como Veranillo, entre julio y agosto.

El período entre diciembre y abril corresponde a la época seca. Las máximas precipitaciones en esta región están asociadas generalmente a sistemas atmosféricos bien organizados, como las ondas y ciclones tropicales (depresiones, tormentas tropicales y huracanes), y a la ZCIT.

4.6 Precipitación

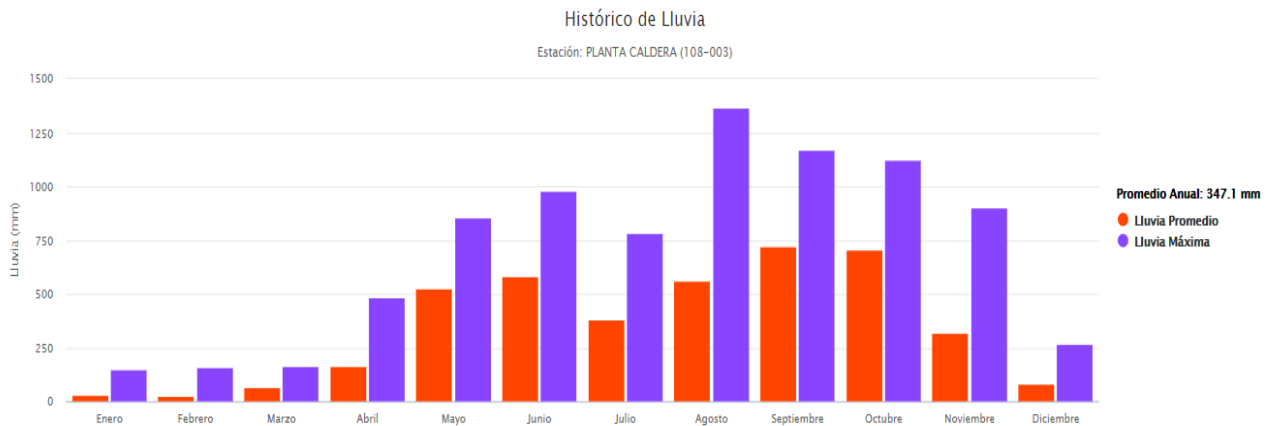
A continuación, se presenta los datos históricos de las estaciones pluviométricas ubicada en planta Caldera y Caldera (Pueblo Nuevo)

Estos datos se presentan a manera de referencia para conocer el comportamiento pluvial de la zona.

En la Figura N°4 se puede notar que el promedio anual de precipitación pluvial es de 347.1 mm y la lluvia máxima registrada es de 1366 mm durante el mes de agosto para la estación pluviométrica localizada en Planta Caldera

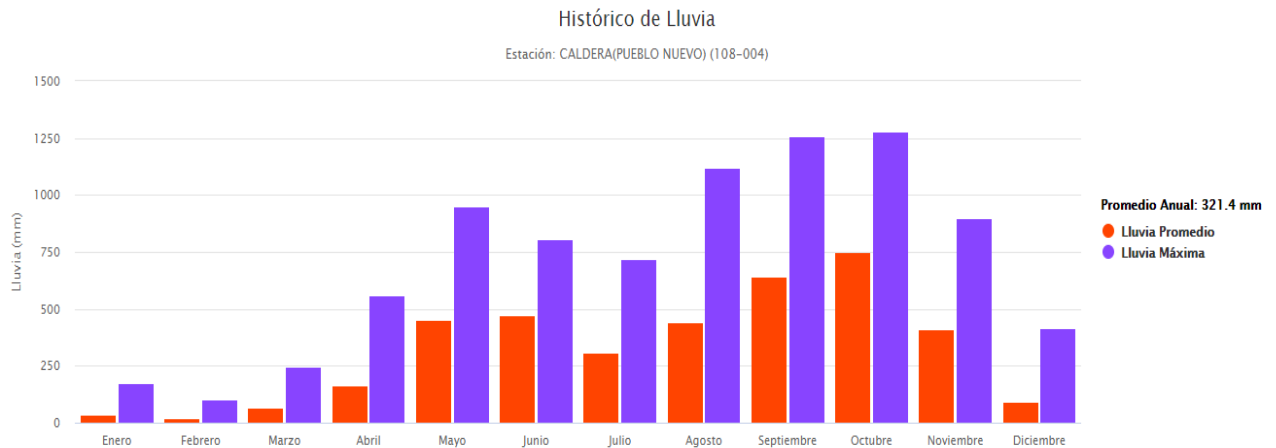
En la Figura N°5 se puede notar que el promedio anual de precipitación pluvial es de 321.4 mm y la lluvia máxima registrada es de 1379 mm durante el mes de octubre para la estación pluviométrica localizada en Caldera (Pueblo Nuevo)

Figura 4: Datos Históricos de Lluvias en la Estación Planta Caldera



Fuente: Empresa de Transmisión Eléctrica de Panamá, Noviembre de 2021

Figura 5: Datos Históricos de Lluvias en la Estación Caldera (Pueblo Nuevo)



Fuente: Empresas de Transmisión Eléctrica de Panamá, Noviembre de 2021

5 ESTIMACIÓN HIDROLÓGICA DE CAUDALES

Para la estimación del caudal de escorrentía superficial de la sub cuenca de la Zanja N°1 y Zanja N°2 se consideró la aplicación del Método Racional en virtud de que el área total de la sub cuencas es menor de 250 Hectáreas, que corresponden al máximo de área establecido por el Ministerio de Obras Públicas para la aplicación de ese Método.

5.1 **Caudal de Escorrentía**

El Método Racional permite estimar la escorrentía de la cuenca hidrográfica mediante la expresión 1:

$$Q = CIA/360 \quad (1)$$

Donde:

Q = caudal en m³/seg.

C = coeficiente de escorrentía, el cual varía según las características del terreno, forma de la cuenca y previsión de desarrollos futuros.

I = intensidad de lluvia en mm/hora.

A = área de la cuenca en Has.

El coeficiente de escorrentía (C) a utilizar será igual a **0.90** el cual es exigido por el Ministerio de Obras Públicas para diseños pluviales en áreas urbanas deforestadas.

La estimación de caudales se realizará para los períodos de retorno de, 1:10 años, 1:50, siendo el período de 1:50 años el normalmente exigido por el MOP para el análisis de niveles de inundación o para la determinación de niveles de terracería seguros del proyecto.

Para la estimación de los caudales de escorrentía, la intensidad de lluvia se estimará utilizando las fórmulas, tomadas de las curvas Intensidad-Duración y Frecuencia de la cuenca del Río Chiriquí, según el Manual para Aprobación de Planos vigente, publicado por el Ministerio de Obras Públicas.

Donde:

i= Intensidad de lluvia en pulg/hr

Tc= Tiempo de Concentración en minutos

El tiempo de concentración en minutos (Tc) se estima mediante la ecuación de Kirpich:

$$T_c = 0.01947 \cdot (L^3/H)^{0.385} \quad (2)$$

Donde:

L= Longitud del cauce en metros

H= diferencia de elevación en metros

T_c= tiempo de concentración en minutos

d=duración en horas

i=intensidad en mm/hr

- Intensidad para 10 años

$$i = \frac{156.699}{d + 0.37} \quad (3)$$

- Intensidad para 50 años

$$i = \frac{190.989}{d + 0.296} \quad (4)$$

- Intensidad para 100 años

$$i = \frac{205.213}{d + 0.273} \quad (5)$$

Cálculo del Tiempo de Concentración para la cuneta aplicando la ecuación N° 2

$$T_c = 0.01947 \cdot (1330^3 / (670 - 588.47))^{0.385}$$

$$T_c = 14.51 \text{ minutos} = 0.24 \text{ Hrs (Zanja N°1)}$$

**Cálculo de Caudal Hidrológico
Mediante el Método Racional**

Proyecto: LAS HORTENSIAS

**Lugar: ALTO BOQUETE,VIA CALDERA
ZANJA N°1**

Área de la cuenca (A)= 39.16 Has

Longitud del cauce (L)= 1.330 km

Coeficiente de escorrentía (C)= 0.90

Pendientes S= 6.13 %

Tiempo de concentración (t)= 14.51 min
0.242 hrs

Período de retorno = 1:10 años

Intensidad de lluvia (i=(159.699/(0.242+ 0.37))= 261.04 mm/hr

Caudal (Q) = 0.90 *261.04 * 39.16 /360= 25.56 m3/s

Período de retorno = 1:50 años

Intensidad de lluvia (i=(190.989/(0.242+ 0.296))= 355.15 mm/hr

Caudal (Q)= 0.90 * 355.15 * 39.16 /360= 34.77 m3/s

Período de retorno = 1:100 años

Intensidad de lluvia (i=(205.213/(0.242 +0.273))= 398.65 mm/hr

Caudal (Q)= 0.90 * 398.65 * 39.16 /360= 39.03 m3/s

**Cálculo de Caudal Hidrológico
Mediante el Método Racional**

Proyecto: LAS HORTENSIAS

**Lugar: ALTO BOQUETE, VIA CALDERA
ZANJA N°2**

Área de la cuenca (A)= 6.20 Has

Longitud del cauce (L)= 0.438 km

Coeficiente de escorrentía (C)= 0.90

Pendientes S= 6.13 %

Tiempo de concentración (t)= 6.17 min
0.103 hrs

Período de retorno = 1:10 años

Intensidad de lluvia (i=(159.699/(0.103+ 0.37))= 337.78 mm/hr

Caudal (Q) = 0.90 *337.78 * 6.20 /360= 5.24 m3/s

Período de retorno = 1:50 años

Intensidad de lluvia (i=(190.989/(0.103+ 0.296))= 478.91 mm/hr

Caudal (Q)= 0.90 * 478.91 * 6.20 /360= 7.42 m3/s

Período de retorno = 1:100 años

Intensidad de lluvia (i=(205.213/(0.103 +0.273))= 546.08 mm/hr

Caudal (Q)= 0.90 *546.08 * 6.20 /360= 8.46 m3/s

Cálculo del Tiempo de Concentración para la Zanja N°2

$$T_c = 0.01947 * (438^3 / (670 - 643.15))^{0.385}$$

$$T_c = 6.17 = \text{minutos} = 0.103 \text{ hrs (Zanja N°2)}$$

**Cálculo de Caudal Hidrológico
Mediante el Método Racional**

Proyecto: LAS HORTENSIAS

**Lugar: ALTO BOQUETE, VIA CALDERA
CAJON ZANJA N°1**

Área de la cuenca (A)= 25.98 Has

Longitud del cauce (L)= 1.330 km

Coeficiente de escorrentía (C)= 0.90

Pendientes S= 6.13 %

Tiempo de concentración (t)= 14.51 min
0.242 hrs

Período de retorno = 1:10 años

Intensidad de lluvia (i=(159.699/(0.242+ 0.37))= 261.04 mm/hr

Caudal (Q) = 0.90 *261.04 * 25.98 /360= 16.95 m3/s

Período de retorno = 1:50 años

Intensidad de lluvia (i=(190.989/(0.242+ 0.296))= 355.15 mm/hr

Caudal (Q)= 0.90 * 355.15 *25.98 /360= 23.07 m3/s

Período de retorno = 1:100 años

Intensidad de lluvia (i=(205.213/(0.242 +0.273))= 398.65 mm/hr

Caudal (Q)= 0.90 *398.65 * 25.98 /360= 25.89 m3/s

$$T_c = 0.01947 * (1330^3 / (670 - 588.47))^{0.385}$$

$$T_c = 14.51 \text{ minutos} = 0.24 \text{ Hrs}$$

(Cajón Zanja N°1 y Tramo a Canalizar)

En la Tabla 2, 3, y 4 se muestran los valores de Intensidad de lluvia, tiempo de concentración y caudal obtenidos.

Tabla 2: Caudales Hidrológicos Zanja N°1

Período	I (mm/h)	Tc (hrs)	Q (m ³ /s)
1:10	261.04	0.242	25.56
1:50	355.15	0.242	34.77
1:100	398.65	0.242	39.03

Fuente: Datos del proyecto, noviembre de 2021

Tabla 3: Caudales Hidrológicos Zanja N°2

Período	I (mm/h)	Tc (hrs)	Q (m ³ /s)
1:10	337.78	0.103	5.24
1:50	478.91	0.103	7.42
1:100	546.08	0.103	8.46

Fuente: Datos del proyecto, noviembre de 2021

Tabla 4: Caudales Hidrológicos Cajón Pluvial Sobre Zanja N°1 y Tramo Canalizado

Período	I (mm/h)	Tc (hrs)	Q (m ³ /s)
1:10	261.04	0.242	16.95
1:50	355.15	0.242	23.07
1:100	398.65	0.242	25.89

Fuente: Datos del proyecto, noviembre de 2021

6 SIMULACIÓN Y MODELO HIDRÁULICO

Las modelaciones Hidrológicas-Hidráulicas tienen la finalidad de analizar el comportamiento de los cauces ya sean naturales o artificiales, estas modelaciones en muchos de los casos están sujetas a factores variables como los son las precipitaciones y los caudales registrados en los canales naturales o artificiales.

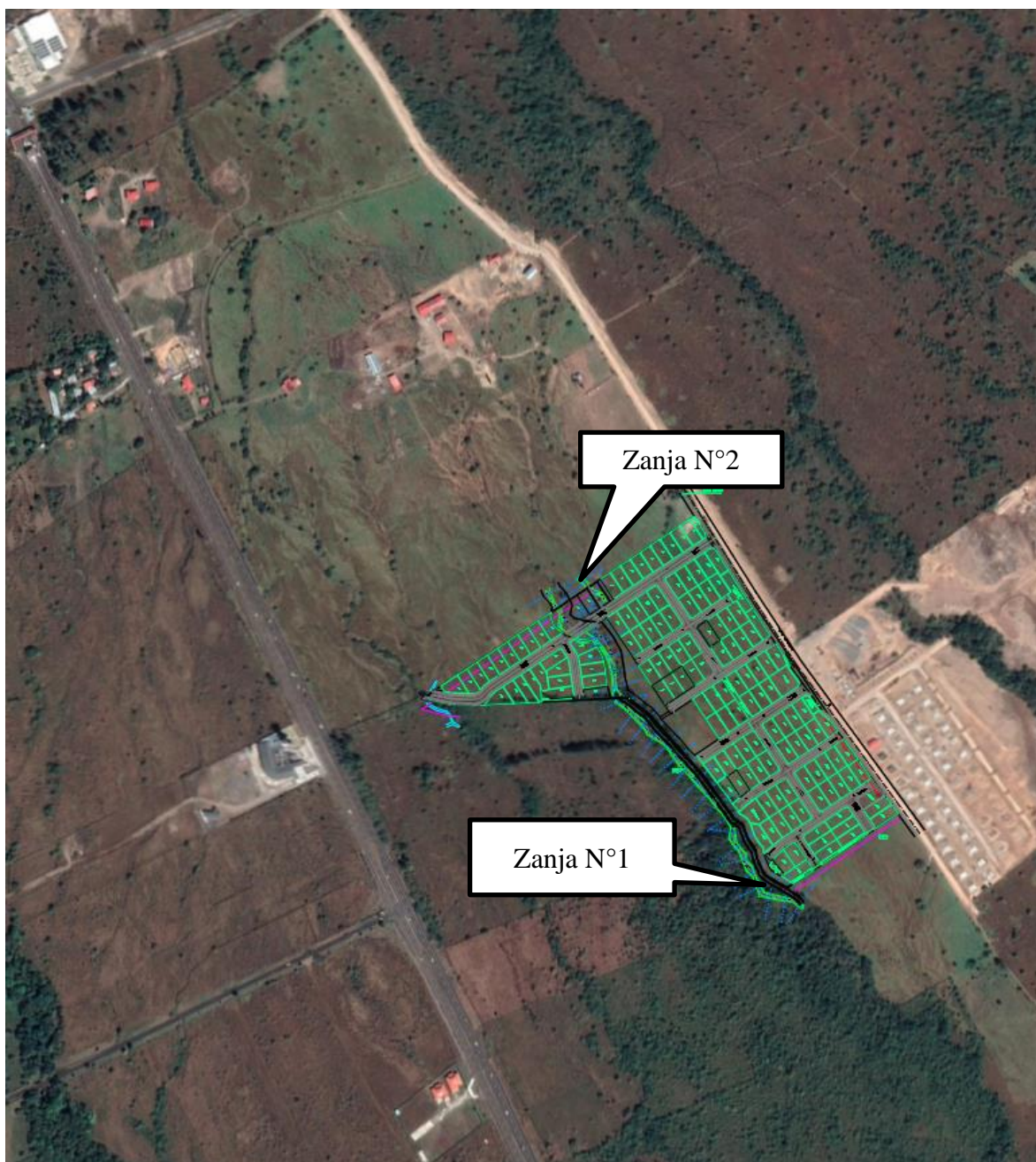
Para este estudio se realizó la modelación Hidrológica-Hidráulica de la Zanja N°1 y Zanja N°1 hasta cercanías (tramo que va de los bordes perimetrales o cerca) y colindancia con el Proyecto Residencial Las Hortensias; estas modelaciones cubren la mayoría eventos extraordinarios que puedan ocurrir basándose en los métodos estadísticos y fórmulas comúnmente establecidas.

Para esta labor se utiliza el software de aplicación HEC-RAS, creado por el cuerpo de Ingeniería de la Armada de Estados Unidos de América (US ARMY ENGINEER CORP), Este cuerpo de ingeniería desarrolló este software con el objetivo de simular las crecidas máximas para diferentes periodos de ocurrencia, al cual se utiliza la topografía de los perfiles transversales del área de influencia del proyecto, Los resultados y objetivos, se enfocan en la comprobación grafica simulada de cada uno de los niveles de crecida.

El diseño hidráulico para realizar el cruce pluvial en la zanja N°1, el tramo a canalizar de 160 metros y el entubamiento de la Zanja N°2 dentro de las servidumbres pluviales asignadas se realizará mediante la aplicación H-Canales, y así poder determinar los niveles de agua máximos dentro de las alcantarillas y canal proyectado.

Para la estimación de los niveles de agua se consideró un valor de rugosidad Manning **n=0.013** para las alcantarillas de concreto y **n=0.025** para los cauces de las Zanjas y Canales.

Figura 6: **Planta de Secciones Zanjas N°1 y Zanjas N°2**



Fuente: Datos del proyecto, Noviembre de 2021

7 RESULTADOS DE LA MODELACIÓN HIDRÁULICA ZANJA N°1

Estación	Q Total	Fondo	NAME	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Total	Area de Flujo	Espejo	Froude # Chl
	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
0	34.77	603.88	604.58	605.68	0.032965	4.63	7.51	14.61	2.06
20	34.77	604.67	605.43	606.46	0.046058	4.49	7.75	20.38	2.32
40	34.77	605.39	606.28	607.37	0.043729	4.63	7.52	18.13	2.29
60	34.77	606.67	607.4	608.13	0.030061	3.78	9.2	22.76	1.9
80	34.77	607.33	607.95	608.94	0.045845	4.41	7.89	21.26	2.31
100	34.77	607.36	608.66	609.95	0.046602	5.05	6.89	15.08	2.39
120	34.77	608.69	609.67	610.78	0.034805	4.65	7.47	15.01	2.11
140	34.77	609.76	610.48	611.63	0.052248	4.76	7.3	19.34	2.48
160	34.77	609.51	611.16	612.86	0.054114	5.78	6.02	11.27	2.52
180	34.77	611.27	612.39	613.87	0.045099	5.38	6.46	12.56	2.4
200	34.77	612.24	613.24	614.75	0.041689	5.43	6.41	11.57	2.33
220	34.77	613.32	614.29	615.65	0.048034	5.17	6.72	14.57	2.43
240	34.77	613.93	615.05	616.52	0.036937	5.37	6.48	10.83	2.22
260	34.77	614.58	615.66	617.47	0.048966	5.96	5.83	10.3	2.53
280	34.77	616.12	617.17	618.42	0.041074	4.95	7.03	14.43	2.26
300	34.77	616.92	617.93	619.32	0.044829	5.21	6.68	13.65	2.38
320	34.77	618.03	618.93	620.21	0.043919	5.02	6.93	14.77	2.34
340	34.77	618.85	619.8	621.09	0.043608	5.04	6.89	14.53	2.34
360	23.07	620.08	620.92	621.46	623.45	0.044399	7.05	3.27	5.54
380	23.07	620.94	621.8	622.45	624.28	0.037824	6.97	3.31	4.72
400	23.07	621.8	622.68	623.31	625.02	0.034739	6.77	3.41	4.76
420	23.07	622.66	623.58	624.17	625.68	0.029953	6.42	3.59	4.84
440	23.07	623.53	624.73	625.04	626.24	0.022546	5.81	3.97	4.99
460	23.07	624.39	625.59	625.89	626.57	0.007038	3.87	5.97	5.4
480	23.07	624.48	625.6	626.27	628.22	0.040858	7.16	3.22	4.68
500	23.07	625.53	626.36	627.04	629.1	0.043833	7.34	3.14	4.65
520	23.07	626.67	627.55	628.32	629.93	0.035709	6.83	3.38	4.75
540	23.07	627.6	628.59	629.1	630.85	0.060015	6.66	3.46	8.29

Fuente: Datos del proyecto, Noviembre de 2021

Podemos apreciar que los resultados del nivel máximo de aguas extraordinarios en Zanja N°1 se encuentran comprendidos entre la elevación 604.58 m y 628.59 m. Los tirantes máximos para el caudal de 34.77 m³/s en la estación 0+000 @ 0+340 y para el caudal de 23.7 m³/s en el tramo canalizado desde la estación 0+360 @ 0+520 ,se mantienen dentro de la sección sin sobrepasar las mismas y poner en riesgo de inundación a los terrenos adyacentes.

8 RESULTADOS DE LA MODELACIÓN HIDRÁULICA EN ZANJA N°2 CONDICIÓN NATURAL

Estación	Q Total	Fondo	NAME	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Total	Area de Flujo	Espejo	Froude # Chl
	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
0	7.42	623.49	623.79	624.36	0.071515	3.34	2.22	12.75	2.55
20	7.42	624.05	624.74	625.19	0.026589	2.97	2.5	7.96	1.69
40	7.42	624.84	625.35	625.81	0.035714	3.01	2.47	9.78	1.91
60	7.42	625.67	626.29	626.61	0.043784	2.52	2.95	17.74	1.97
80	7.42	626.57	627.04	627.55	0.044594	3.16	2.35	10.19	2.1
100	7.42	627.46	627.93	628.52	0.050015	3.38	2.19	9.38	2.23

Fuente: Datos del proyecto, Noviembre de 2021

Podemos apreciar que los resultados del nivel máximo de aguas extraordinarios en la Zanja N°2 para su condición original se encuentran comprendidos entre la elevación 623.79 m a 627.93 m. Los tirantes máximos para el caudal de 7.42 m³/s se mantienen dentro de la sección sin sobrepasar las mismas y poner en riesgo de inundación a los terrenos adyacentes, sin embargo se requiere que esta zanja sea entubada y realineada dentro de la lotificación, se procederá a calcular las dimensiones de las alcantarillas que cumplan con la capacidad hidráulica para transportar el caudal máximo de la crecida de 1 en 50 años de 7.42 m³/s.

9 NIVELES SEGUROS DE TERRACERÍA

La determinación de los niveles seguros de terracería se realizará en función a los niveles máximos de aguas más una altura de 1.50 metros a fin de garantizar que los terrenos adyacentes a los cauces de la quebrada y la cuneta no sean sometidos a un riesgo de inundación.

Tabla 5: Niveles Mínimos Seguros de Terracería Zanja N°1

Estación	Q Total (m3/s)	Fondo (m)	NAME (m)	TIRANTE (m)	N.S.T (m)
0	34.77	603.88	604.58	0.7	606.08
20	34.77	604.67	605.43	0.76	606.93
40	34.77	605.39	606.28	0.89	607.78
60	34.77	606.67	607.4	0.73	608.9
80	34.77	607.33	607.95	0.62	609.45
100	34.77	607.36	608.66	1.3	610.16
120	34.77	608.69	609.67	0.98	611.17
140	34.77	609.76	610.48	0.72	611.98
160	34.77	609.51	611.16	1.65	612.66
180	34.77	611.27	612.39	1.12	613.89
200	34.77	612.24	613.24	1	614.74
220	34.77	613.32	614.29	0.97	615.79
240	34.77	613.93	615.05	1.12	616.55
260	34.77	614.58	615.66	1.08	617.16
280	34.77	616.12	617.17	1.05	618.67
300	34.77	616.92	617.93	1.01	619.43
320	34.77	618.03	618.93	0.9	620.43
340	34.77	618.85	619.8	0.95	621.3
360	23.07	620.08	620.92	0.84	622.42
380	23.07	620.94	621.8	0.86	623.3
400	23.07	621.8	622.68	0.88	624.18
420	23.07	622.66	623.58	0.92	625.08
440	23.07	623.53	624.73	1.20	626.23
460	23.07	624.39	625.59	1.20	627.31
480	23.07	624.48	625.6	1.12	627.1
500	23.07	625.53	626.36	0.83	627.86
520	23.07	626.67	627.55	0.88	629.05
540	23.07	627.6	628.59	0.99	630.09

Fuente: Datos del proyecto, Noviembre de 2021

Los resultados para los niveles seguros de terracería los podemos apreciar en la Tabla N°4, los cuales se encuentran comprendidos desde la cota 606.08 m a la cota 630.09 m., cabe resaltar que el tirante de agua máximo es de 2.50 m, y el mismo se encuentra dentro de la sección del canal propuesto lo que no causa problemas de riesgos de inundación al proyecto.

Tabla 6: Niveles Mínimos Seguros de Terracería Zanja N°2

Estación	Q Total	Fondo	NAME	TIRANTE	N.S.T
	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)
0	7.42	623.49	623.79	0.3	625.29
20	7.42	624.05	624.74	0.69	626.24
40	7.42	624.84	625.35	0.51	626.85
60	7.42	625.67	626.29	0.62	627.79
80	7.42	626.57	627.04	0.47	628.54
100	7.42	627.46	627.93	0.47	629.43

Fuente: Datos del Proyecto, noviembre de 2021


Los resultados para los niveles seguros de terracería los podemos apreciar en la Tabla N°5, los cuales se encuentran comprendidos desde la cota 625.29 m a la cota 629.43 m. Cabe resaltar que los tirantes de agua se encuentran comprendidos entre los valores de 0.30 m a 0.69 m.




10 CALCULOS HIDRÀULICOS DE CANALIZACIÓN,CRUCE PLUVIAL DE ZANJA N°1 Y ENTUBAMIENTO DE ZANJA N°2

El desarrollo urbanístico del proyecto implica el diseño la canalización de un tramo de 160 metros para la Zanja N°1, un cruce pluvial sobre la Zanja N°1 y la intersección con la avenida principal, además del entubamiento de la Zanja N°2, por lo que se utilizará la aplicación H Canales en la que se presentan los resultados obtenidos para la alcantarilla propuesta.

10.1 DISEÑO HIDRÁULICO DEL CANAL PARA LA ZANJA N°1

EN LA ESTACIÓN 0K+360 @ 0K+467

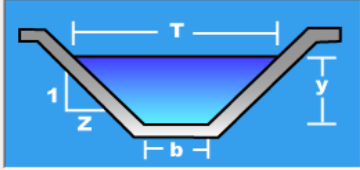

 Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar: <input type="text" value="ZANJA N° 1"/> Tramo: <input type="text" value="0K+360 @ 0K+467"/>	Proyecto: <input type="text" value="LAS HORTENSIAS"/> Revestimiento: <input type="text" value="TIERRA"/>
---	---


Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="23.07"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="3.00"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="1"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.020"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.0430"/>	m/m




Resultados:


Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.8252"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="5.3341"/>	m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="3.1567"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.5918"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="4.6505"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="7.3083"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="2.8321"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="3.5475"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Supercrítico"/>				




Calcular



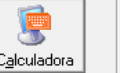
Limpiar Pantalla



Imprimir



Menú Principal



Calculadora

Retorna al Menú principal
10:51 a. m.
11/13/2021

Se recomienda una sección para el canal de 3.00 m de base y 1.50 m de altura, con taludes 1:1 para la canalización de la Zanja N°1 tramo 0+360 @0+467.

$$y/d(\%) = (0.8252/1.50) \cdot 100 = 55.01 < 80\% \text{ Ok, } \text{Ok} , P=4.30\%$$

10.2 DISEÑO HIDRÁULICO DEL CANAL PARA LA ZANJA N°1 EN LA ESTACIÓN 0K+487 @ 0K+520

🇨🇴 Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar: **ZANJA N° 1**

Tramo: **0K+487 @ 0K+520**

Proyecto: **LAS HORTENSIAS**

Revestimiento: **TIERRA**

Datos:

Caudal (Q): **23.07** m³/s

Ancho de solera (b): **3.00** m

Talud (Z): **1**

Rugosidad (n): **0.020**

Pendiente (S): **0.0572** m/m

Resultados:

Tirante normal (y): **0.7599** m

Área hidráulica (A): **2.8571** m²

Espejo de agua (T): **4.5198** m

Número de Froude (F): **3.2425**

Tipo de flujo: **Supercrítico**

Perímetro (p): **5.1493** m

Radio hidráulico (R): **0.5549** m

Velocidad (v): **8.0746** m/s

Energía específica (E): **4.0830** m-Kg/Kg

Calcular Limpia Pantalla Imprimir Menú Principal

Calculadora

Ingresa el nombre del lugar del Proyecto

10:56 a. m. 11/13/2021

Se recomienda una sección para el canal de 3.00 m de base y 1.50 m de altura, con taludes 1:1 para la canalización de la Zanja N°1 tramo 0+487 @0+520.

$$y/d(\%) = (0.7599/1.50) \cdot 100 = 50.66 < 80\% \text{ Ok, Ok, } P=5.72\%$$

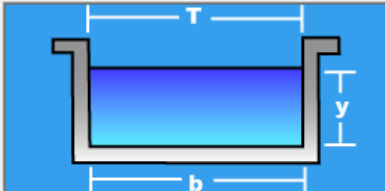
10.3 DISEÑO DE CRUCE PLUVIAL SOBRE LA ZANJA N°1

Calculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar: **CRUCE PLUVIAL ZANJA 1** Proyecto: **LAS HORTENSIAS**
 Tramo: **0K+467 @ 0K+487** Revestimiento: **CONCRETO**

Datos:

Caudal (Q): **23.07** m³/s
 Ancho de solera (b): **3.05** m
 Talud (Z): **0**
 Rugosidad (n): **0.013**
 Pendiente (S): **0.0055** m/m



Resultados:

Tirante normal (y): **1.5726** m Perímetro (p): **6.1951** m
 Área hidráulica (A): **4.7963** m² Radio hidráulico (R): **0.7742** m
 Espejo de agua (T): **3.0500** m Velocidad (v): **4.8100** m/s
 Número de Froude (F): **1.2246** Energía específica (E): **2.7517** m-Kg/Kg
 Tipo de flujo: **Supercrítico**

Calcular Limpia Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora

Retorna al Menú principal 11:09 a. m. 11/13/2021

Se recomienda una sección de alcantarilla de cajón tipo 1008 de 3.05 m de base por 3.05 m de altura.

$$y/d(\%) = (1.57/3.05) \cdot 100 = 51.48 < 80\% \text{ Ok, Ok, } P=0.55\%$$

10.4 DISEÑO DE ALCANTARILLAS ENTUBAMIENTO DE ZANJA N°2

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar: **ZANJA N°2** Proyecto: **LAS HORTENSIAS**
 Tramo: **ENTUBAMIENTO** Revestimiento: **CONCRETO**

Datos:

Caudal (Q): **7.42** m³/s
 Diámetro (d): **1.59** m
 Rugosidad (n): **0.013**
 Pendiente (S): **0.01** m/m



Resultados:

Tirante normal (y): **1.1777** m
 Área hidráulica (A): **1.5769** m²
 Espejo de agua (T): **1.3936** m
 Número de Froude (F): **1.4123**
 Tipo de flujo: **Supercrítico**

Perímetro mojado (p): **3.2962** m
 Radio hidráulico (R): **0.4784** m
 Velocidad (v): **4.7053** m/s
 Energía específica (E): **2.3062** m-Kg/Kg

Calcula Limpia Pantalla Imprime Menú Principal Calculadora

Activa la calculadora 11:15 a. m. 11/13/2021

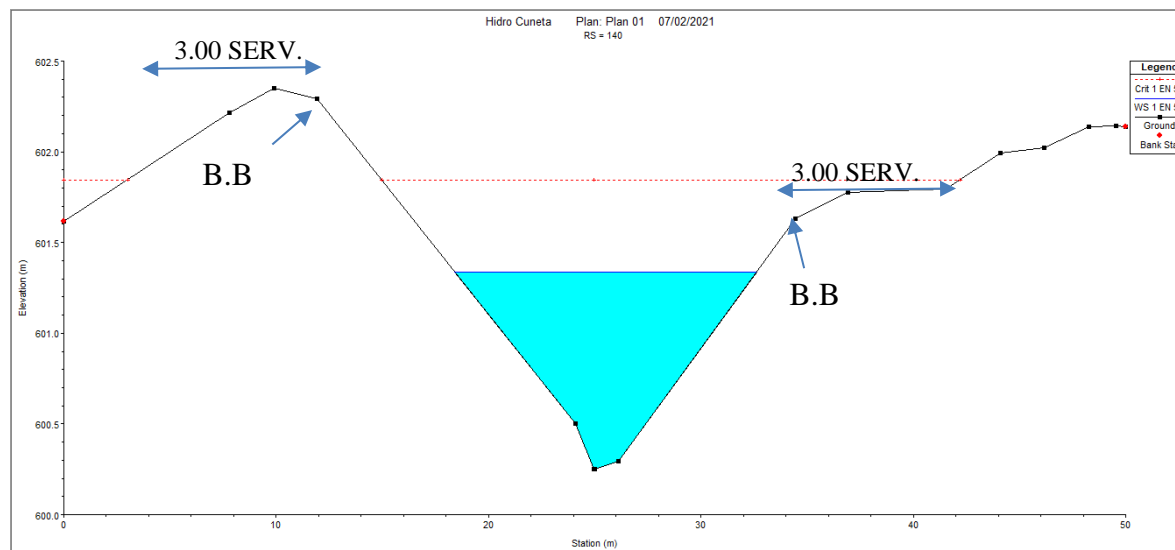
Se recomienda el uso de dos alcantarillas de $\phi 1.20$ m (48") que son equivalentes al diámetro calculado de $\phi = 1.59$ m

$$y/d(\%) = (1.18/1.59) \cdot 100 = 74.21 < 80\% \text{ Ok, Ok, } P=1.00\%$$

11 ANÁLISIS DE LOS RETIROS DE LOS LOTES.

11.1 Retiros proyectados para la Quebrada Mata Del Tigre y Cuneta

El retiro para demarcar la servidumbre de la Zanja N°1 se consideró aplicando una distancia de 3.00 m a ambos lados del borde de barranco natural y borde de talud para el tramo de 160 m canalizado.



12 CONCLUSIONES

Los modelos hidráulicos realizados en este estudio han considerado las lluvias con mayor intensidad para los períodos de retorno 1:50 años, las alcantarillas diseñadas de 3.05 m x 3.05 m para el cruce pluvial en la Zanja N°1 y la intersección con la avenida principal del proyecto poseen la capacidad hidráulica para conducir los caudales máximos esperados de 23.07 m³/s.

Los niveles de agua máximos extraordinarios para el caudal de 34.77 m³/s correspondientes a una lluvia con periodo de retorno de 1:50 años en Zanja N°1 se encuentran dentro de la sección natural de manera que no representan riesgos de inundación con las edificaciones proyectadas.

En la Zanja N°2 se considera adecuado el uso de dos alcantarillas de $\phi=1.20$ m para realizar el entubamiento de la zanja a fin de garantizar un buen manejo de los caudales producidos para los periodos de retorno de 1 en 50 años, con una magnitud de 7.42 m³/s.

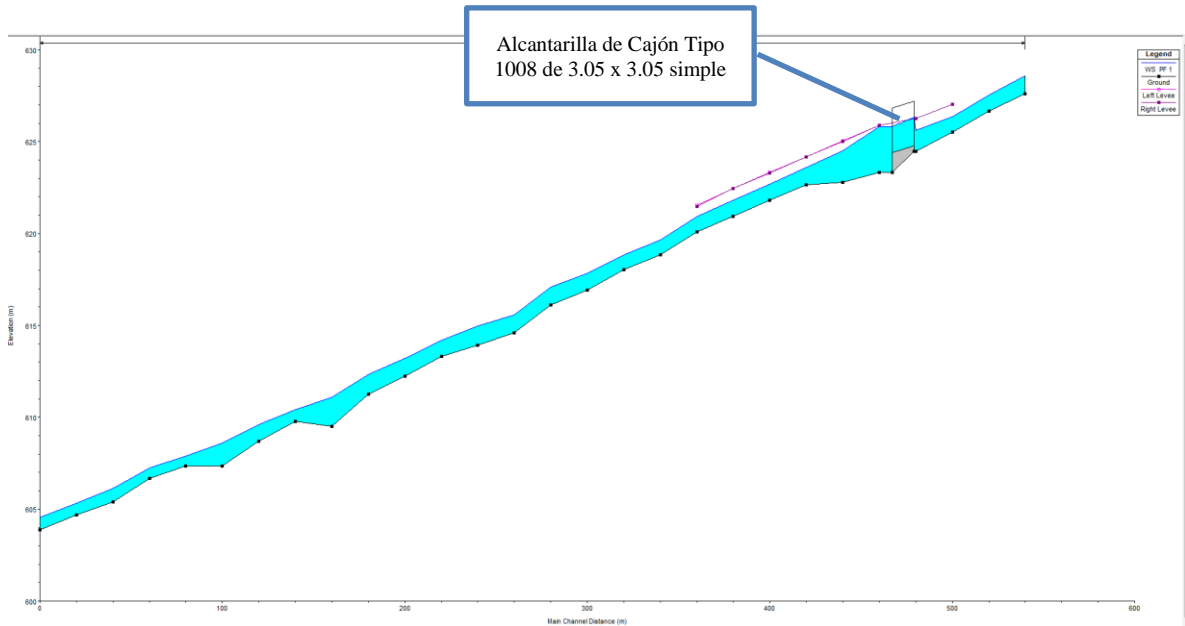
El nivel de la terracería recomendado en cada caso se estableció para una altura de 1.50 metros sobre el nivel de aguas máxima, el cual debe cumplirse para no comprometer las futuras edificaciones ante una inundación.

13 BIBLIOGRAFÍA

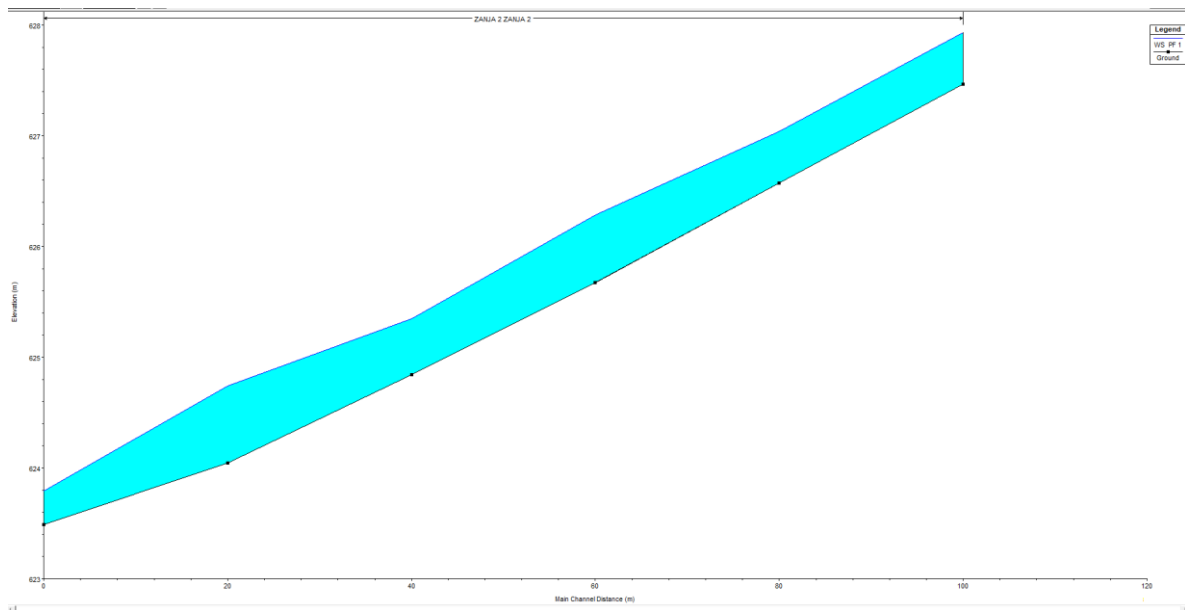
1. Ministerio de Obras Públicas. **Manual de Requisitos para la Revisión de Planos**. 3ª Edición Revisada abril de 2021.
2. **Empresa de Transmisión Eléctrica, S. A. Gerencia de Hidrometeorología**. Resumen Técnico. Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá. Período 1971-2006. Septiembre 2008. Crecida

ANEXOS

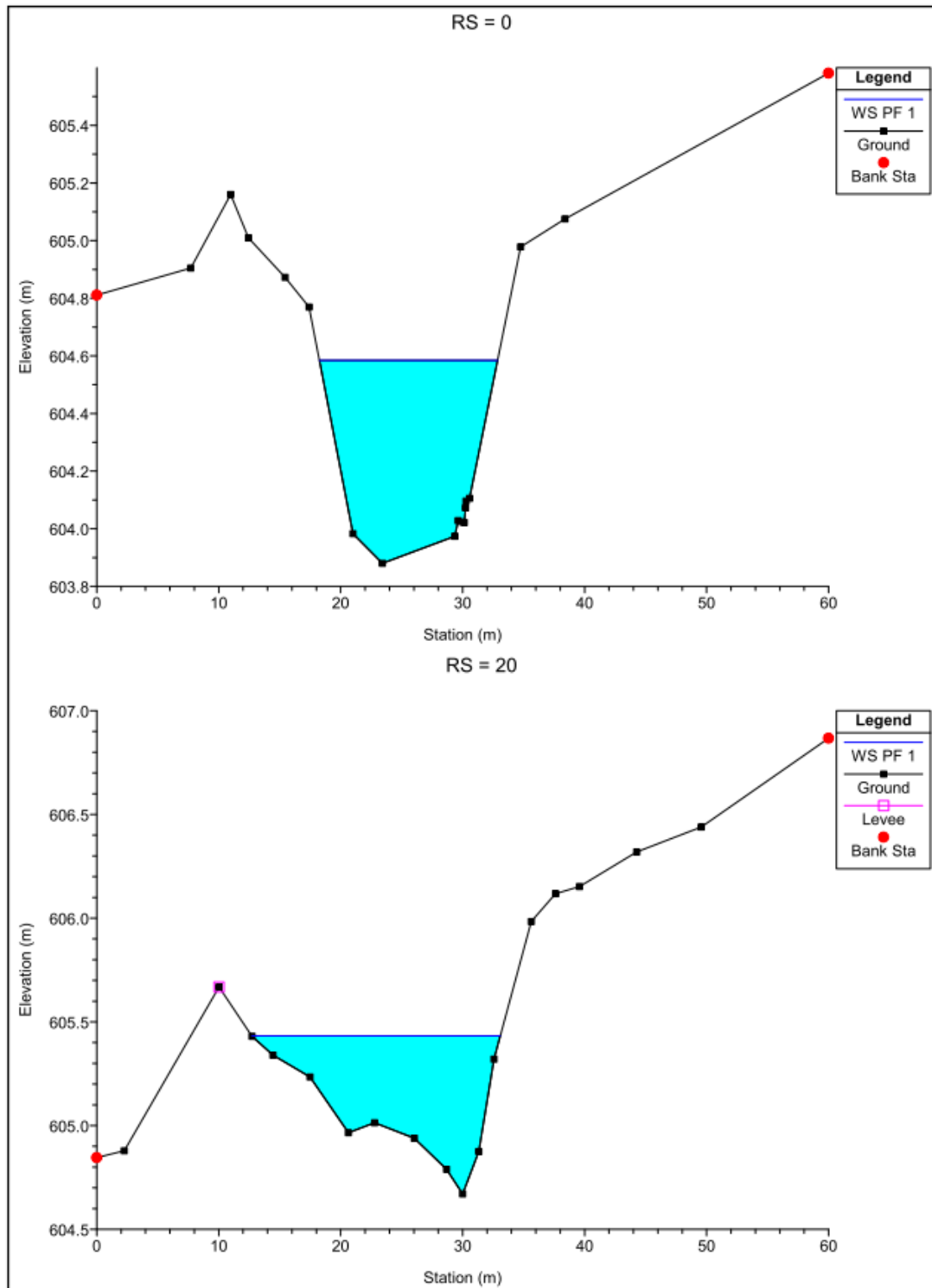
PERFIL DEL NIVEL DE AGUAS MÁXIMAS En Zanja N°1

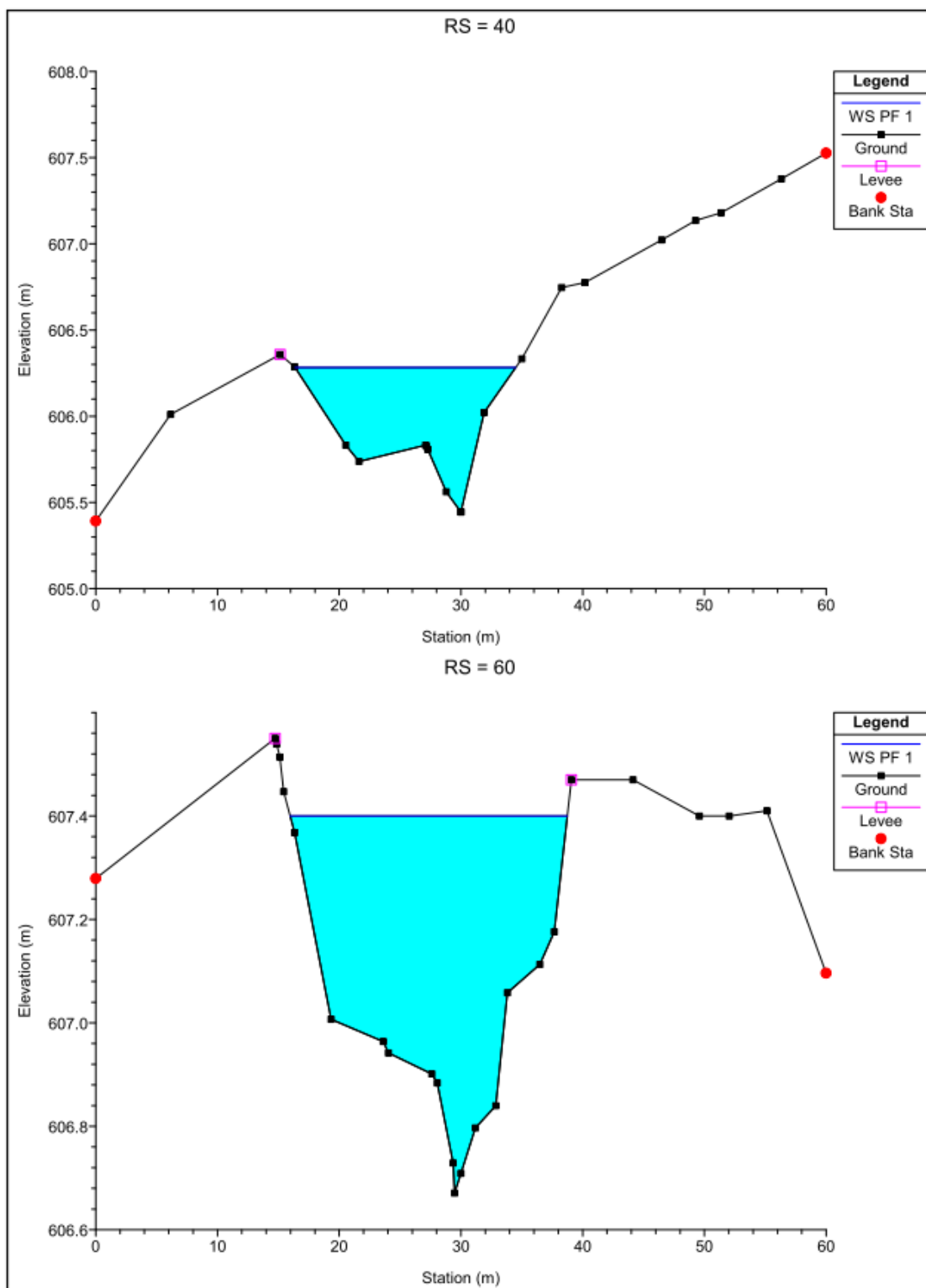


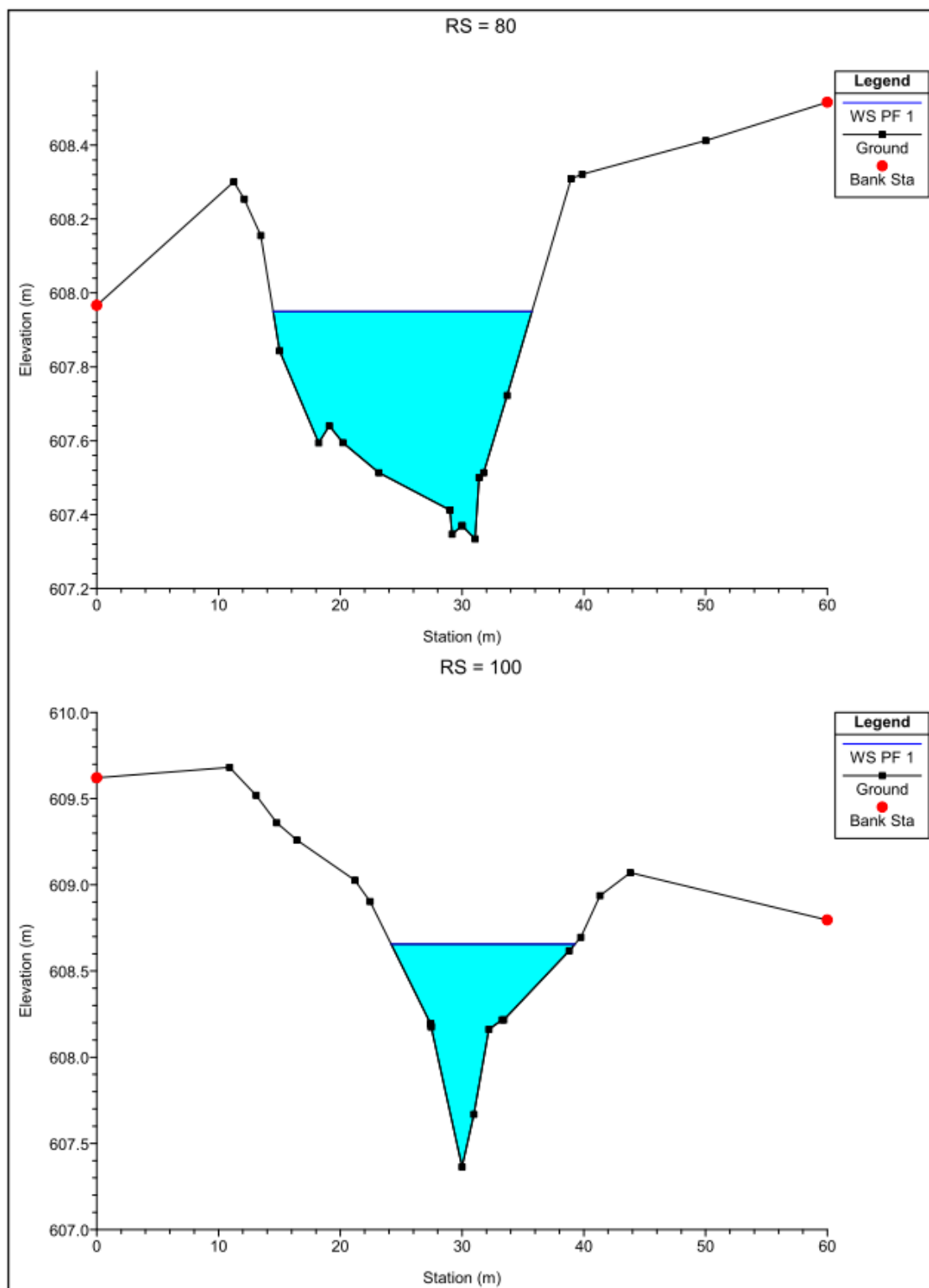
PERFIL DEL NIVEL DE AGUAS MÁXIMAS En Zanja N°2

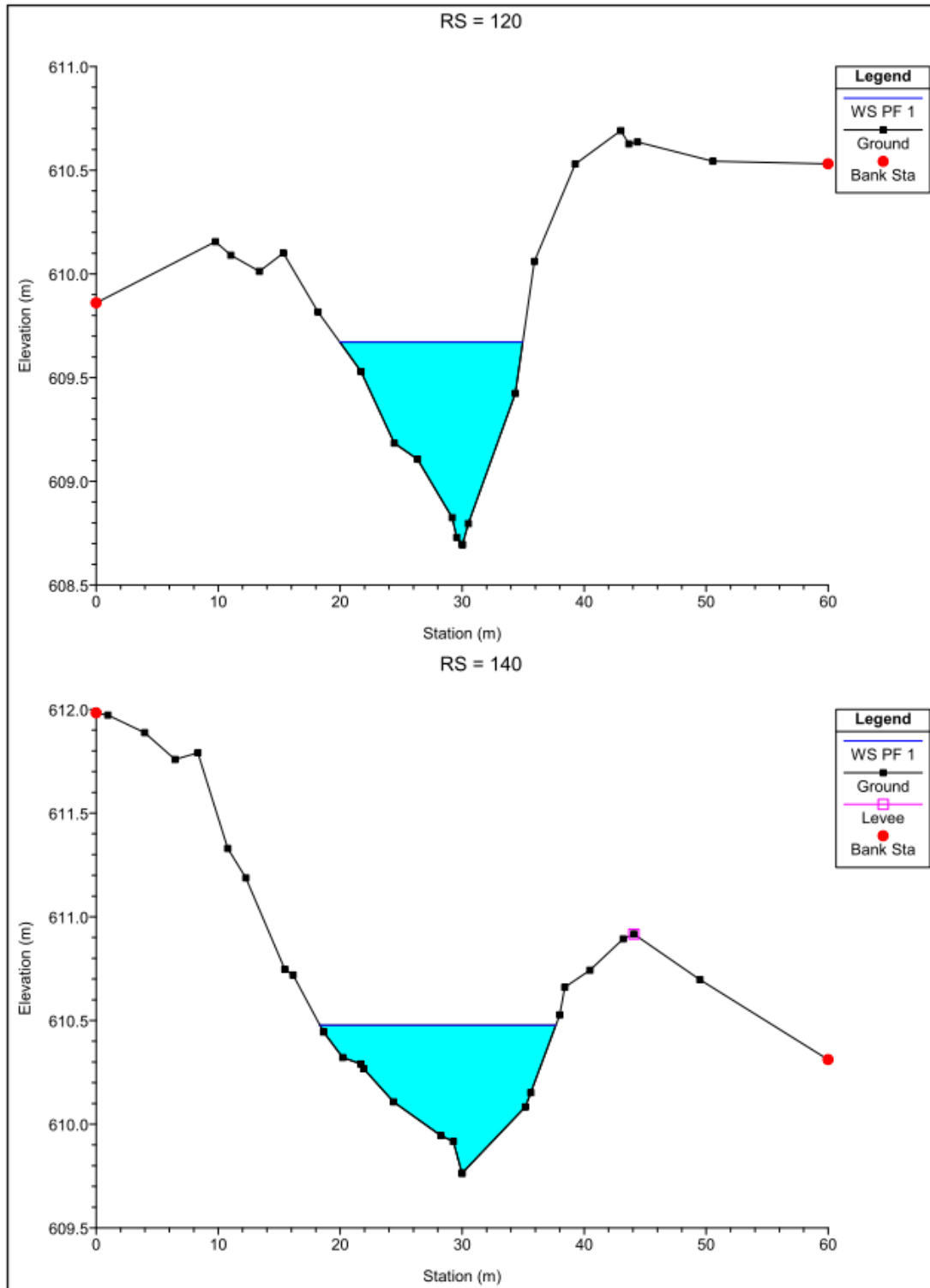


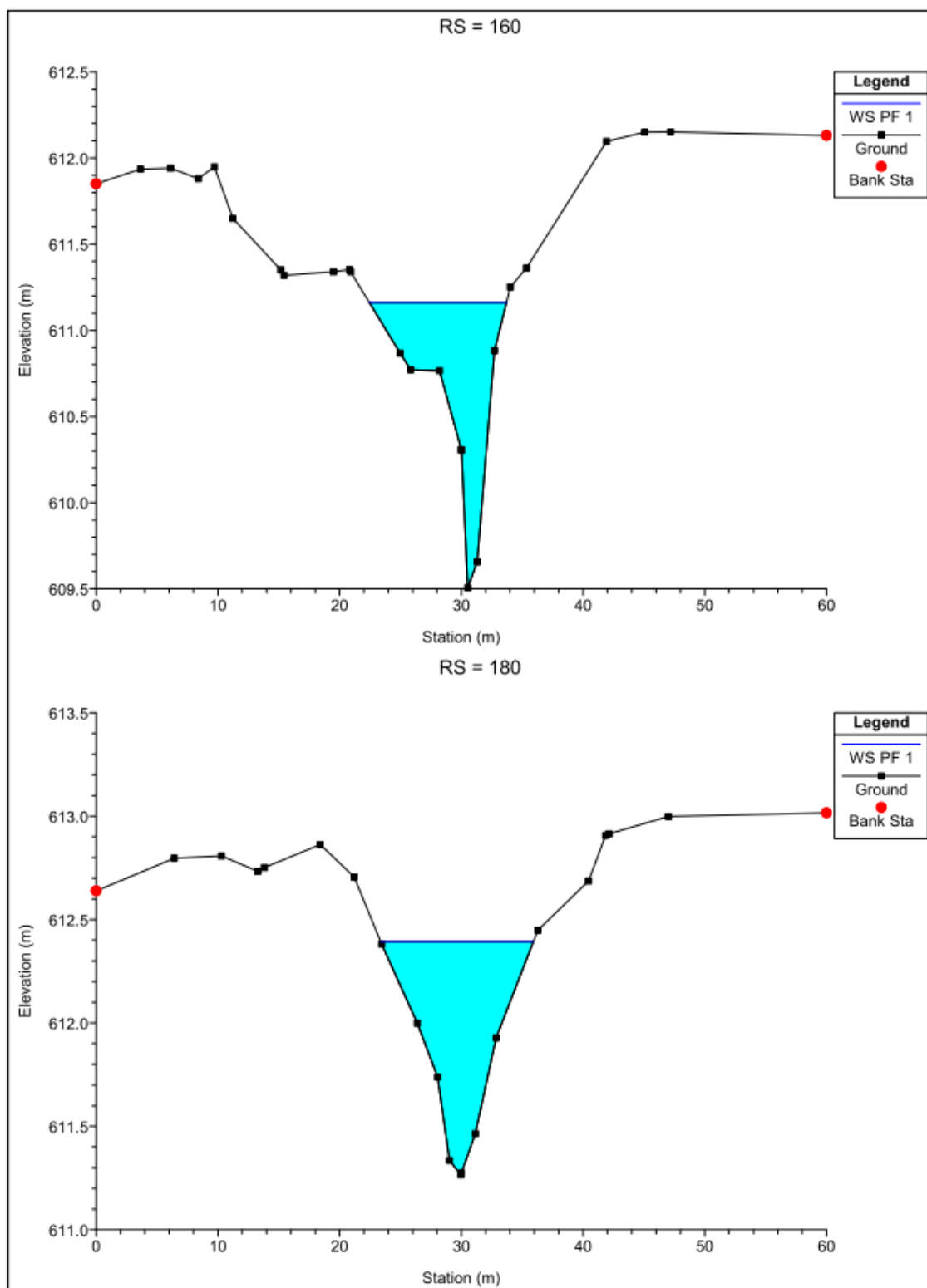
Secciones Zanja Nº1

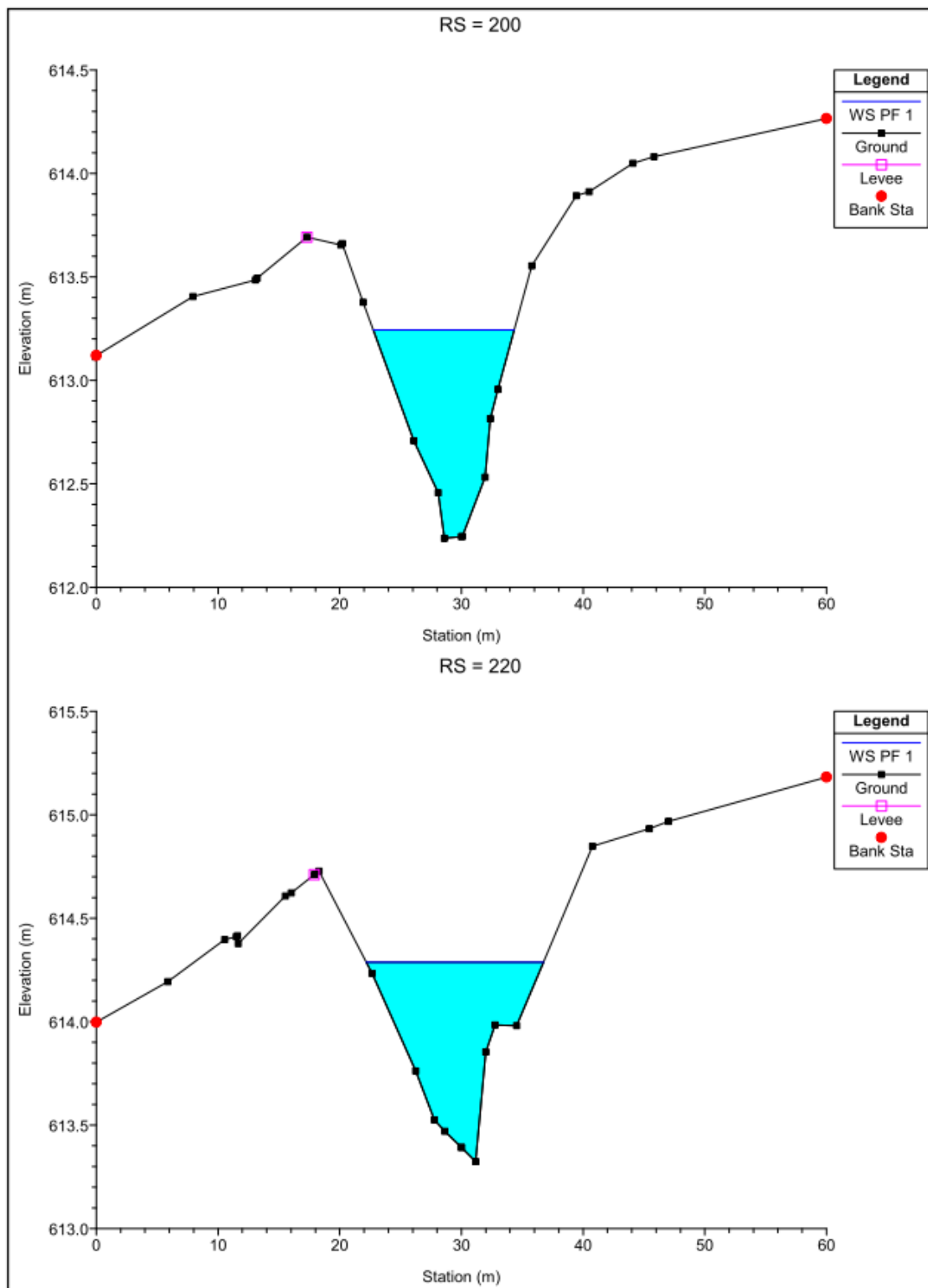


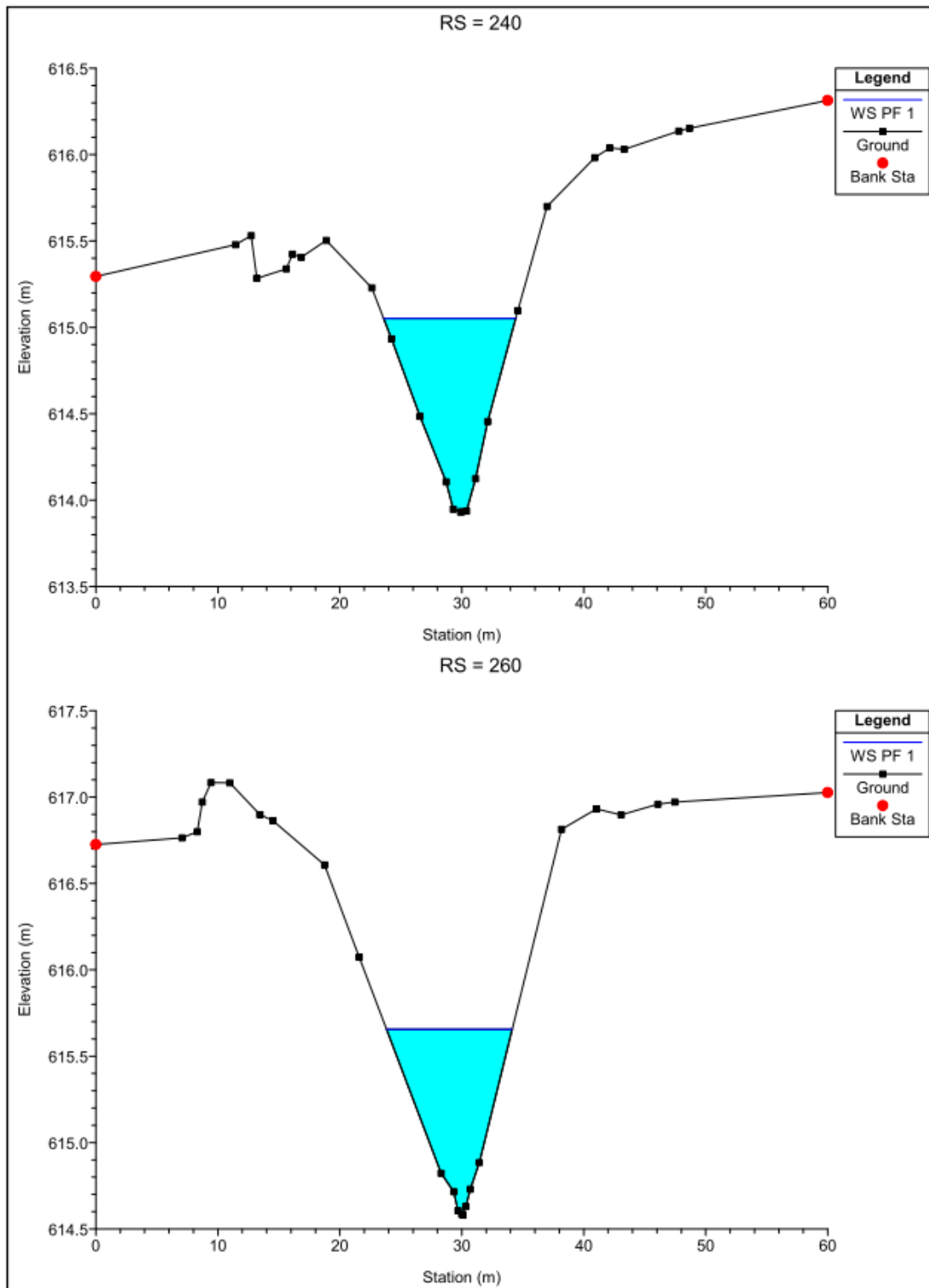


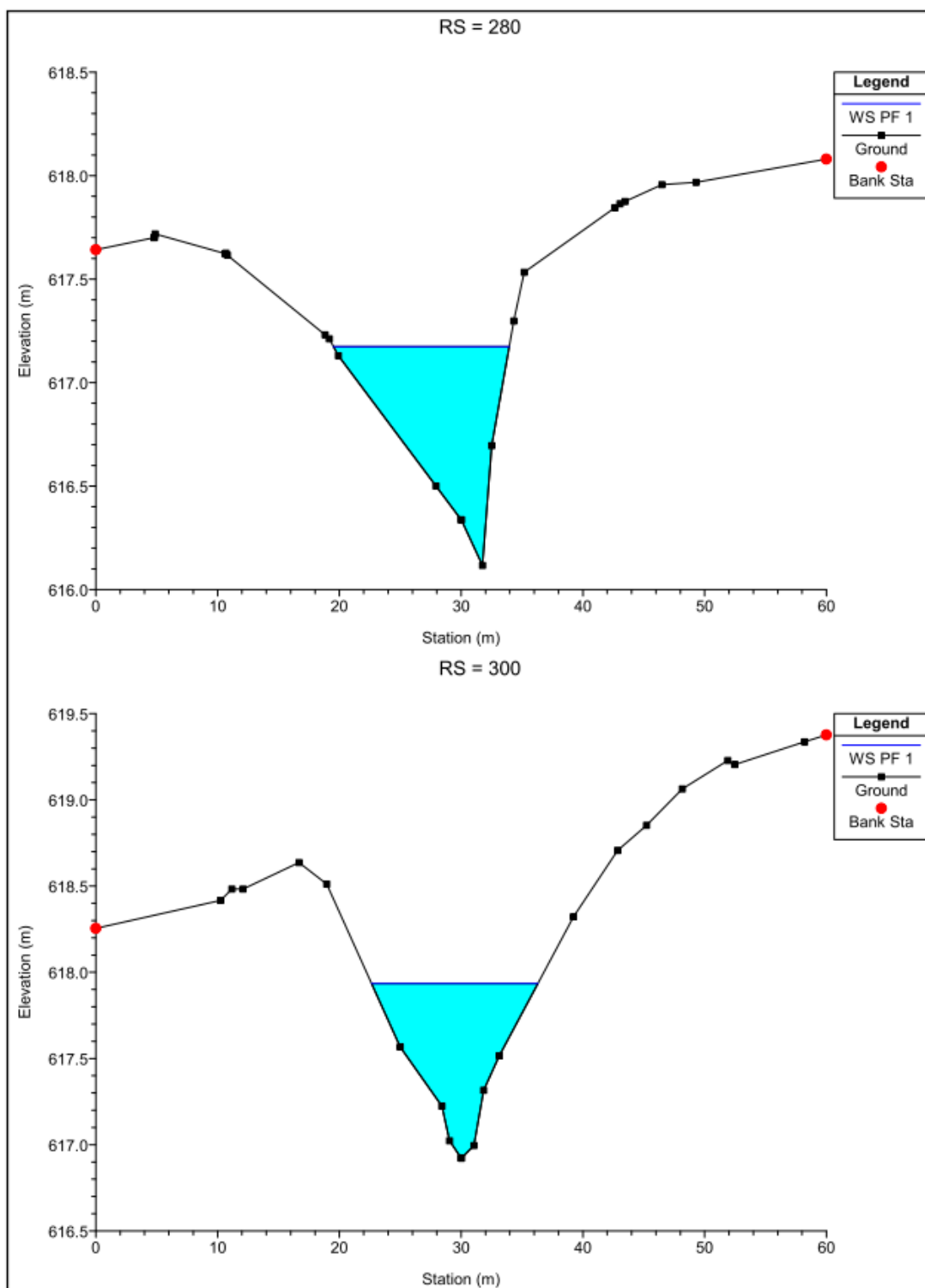


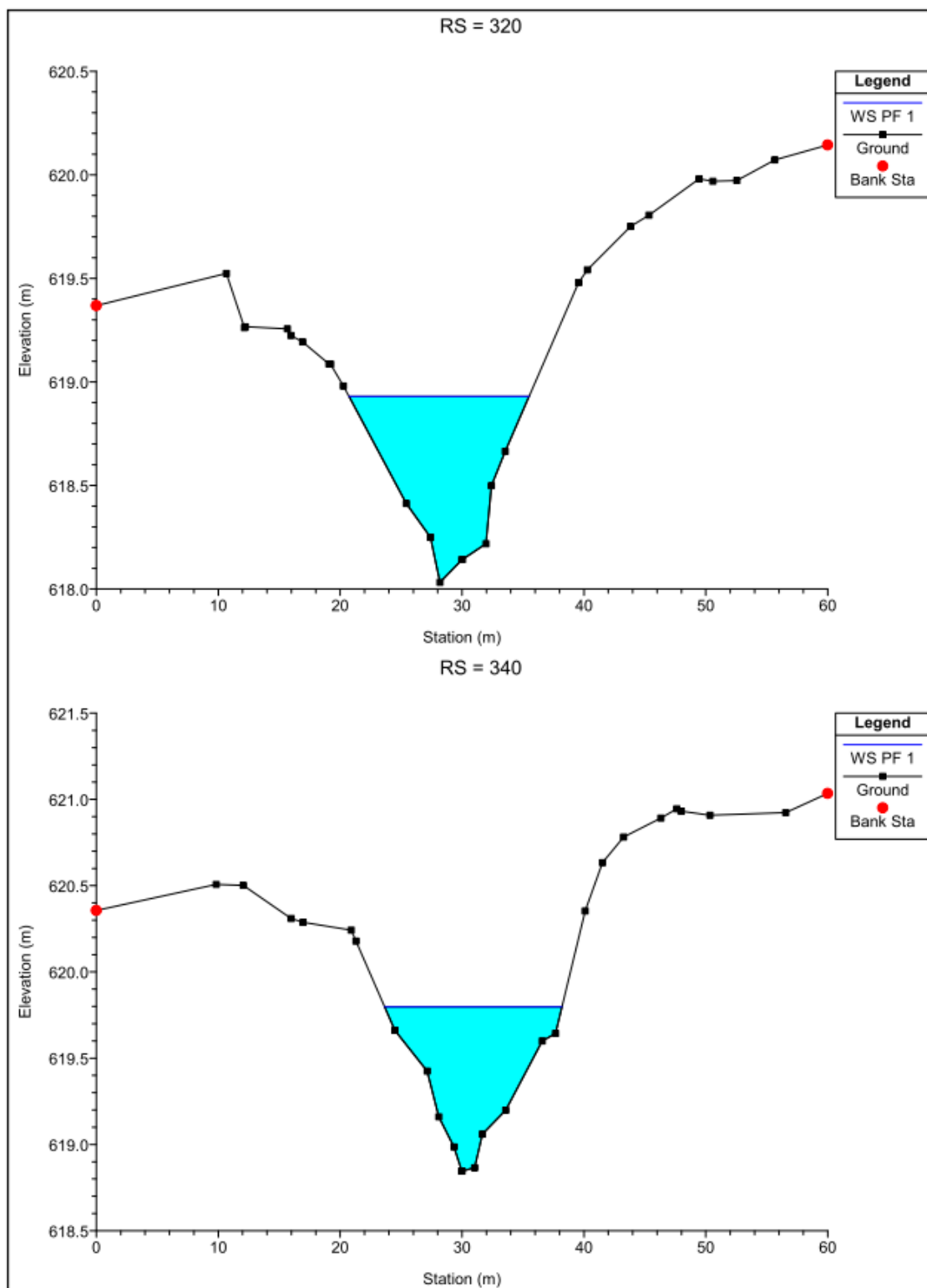


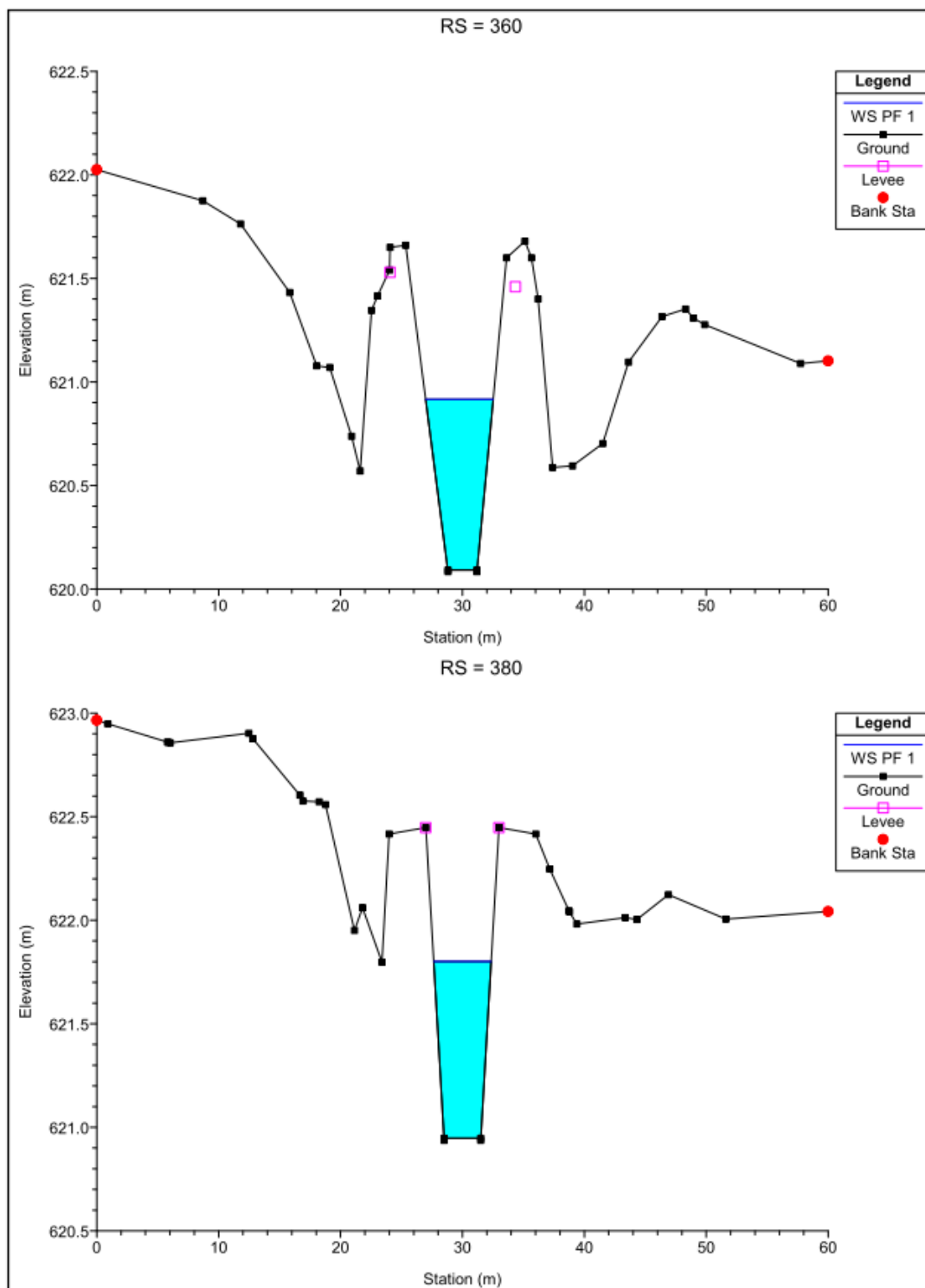


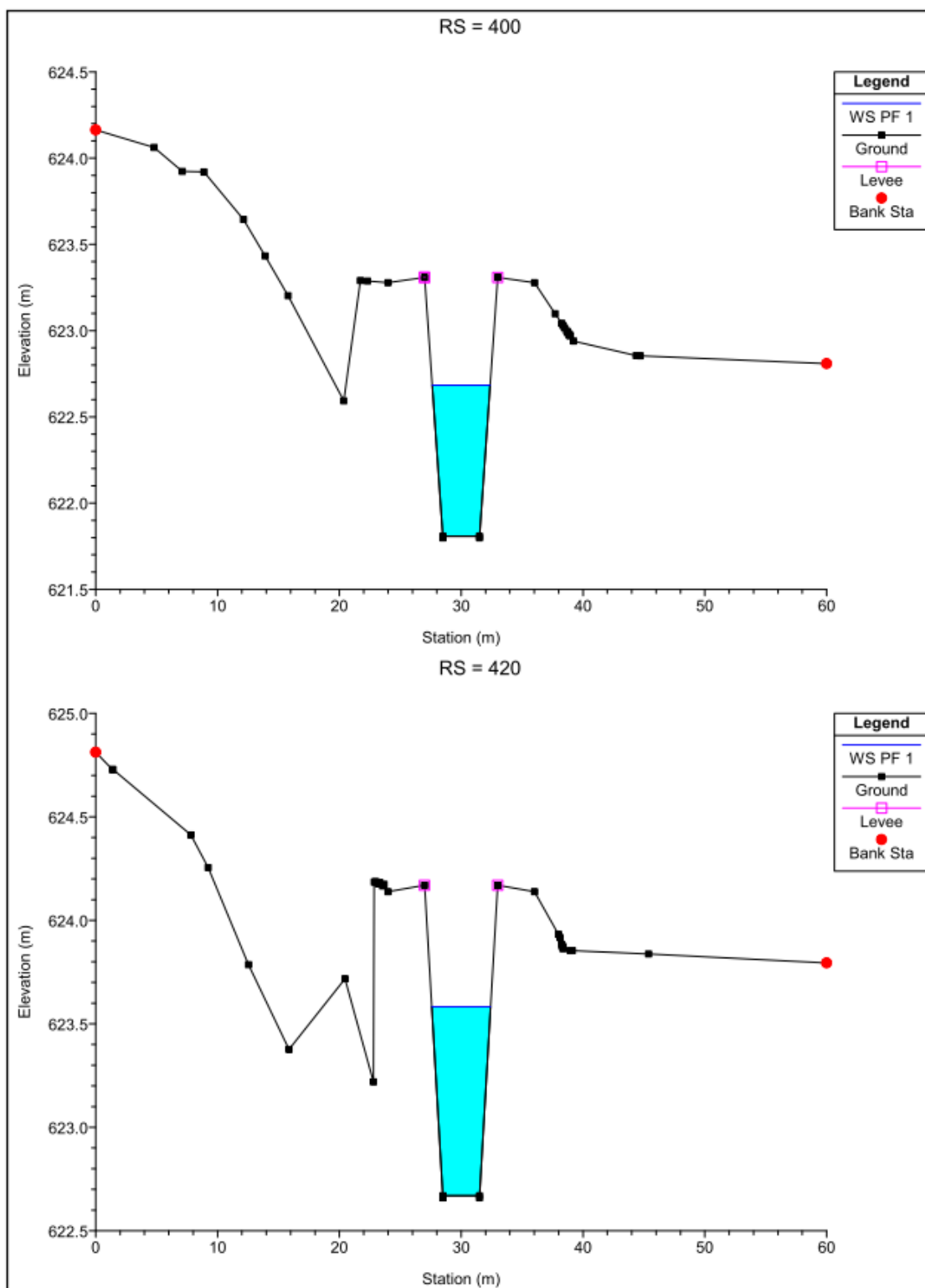


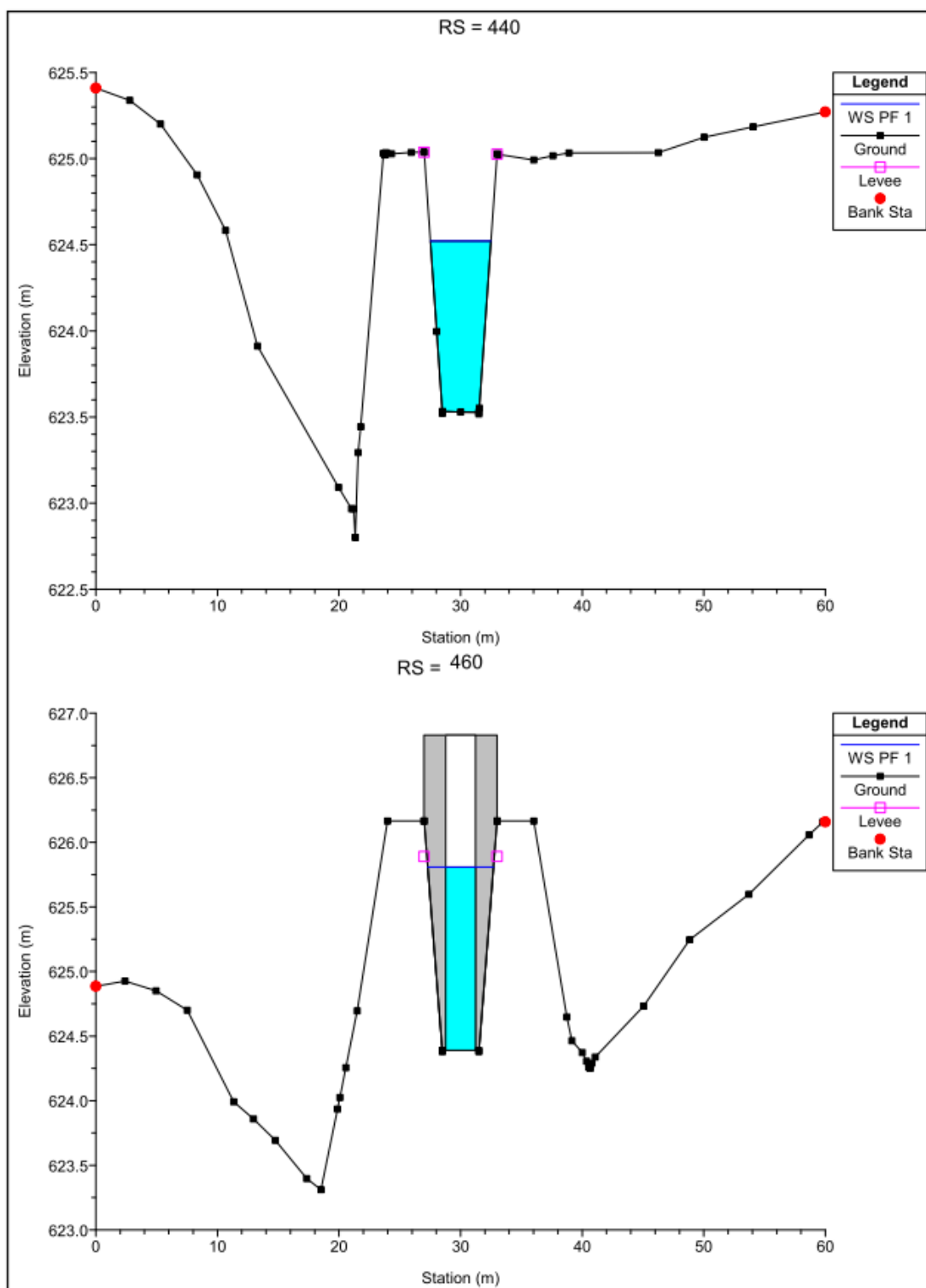


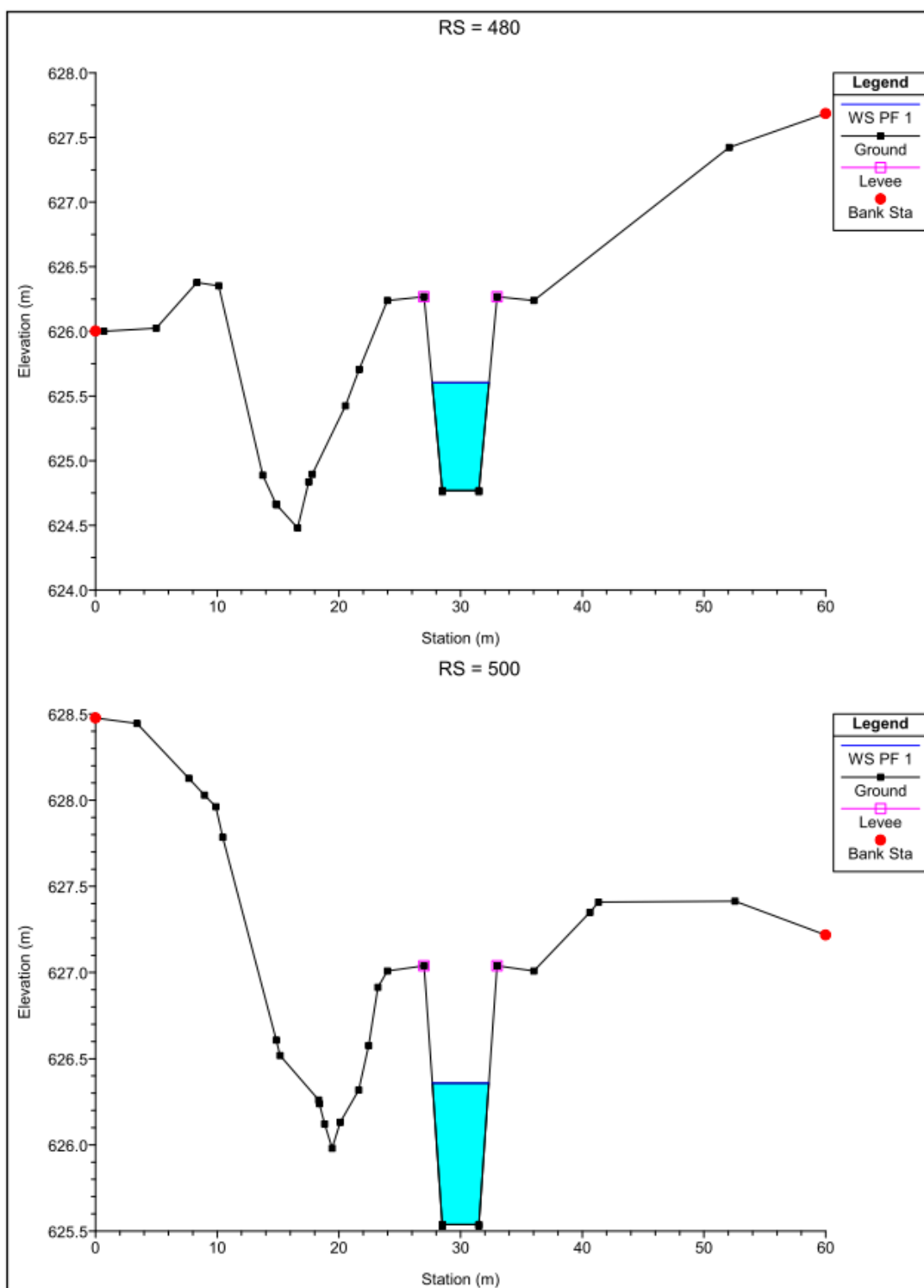


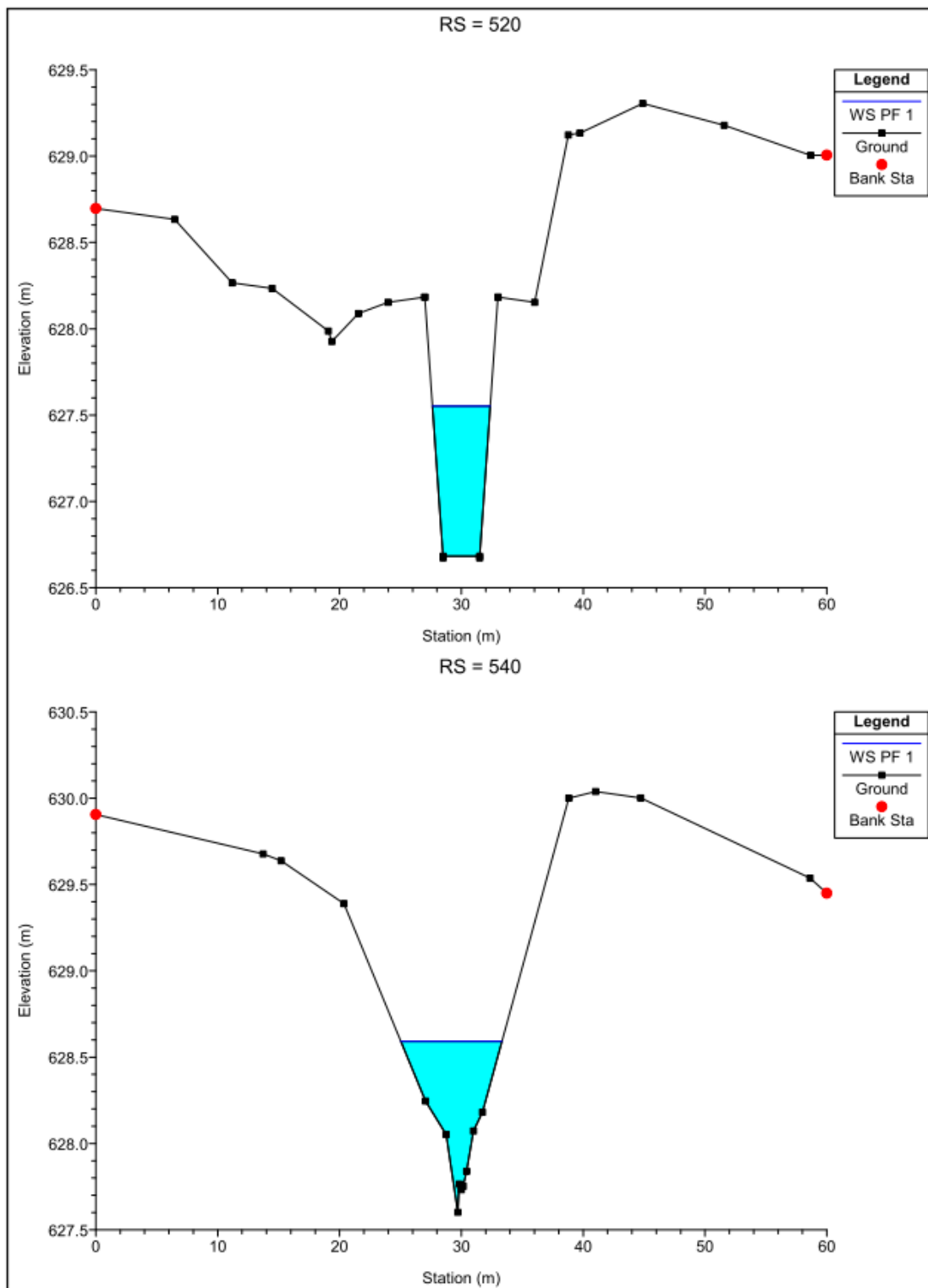












Secciones Zanja N°2

