

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE QUEBRADA S/N

Proyecto Localizado en el
corregimiento de Nuevo
Emperador, distrito de Arraiján,
Provincia de Panamá Oeste.

Cantera Palo Diferente



ÍNDICE

1.	Introducción	1
2.	Objetivos del Informe	1
3.	Descripción del proyecto	1
4.	Metodología Cálculo Hidrológico e Hidráulico	2
4.1.	Análisis Hidrológico de la zona	2
4.2.	Método de Racional	3
4.2.1.	Periodo de retorno	4
4.2.2.	Área de drenaje	4
4.2.3.	Tiempo de concentración	4
4.2.4.	Intensidad de lluvia	4
4.2.5.	Coeficiente de escorrentía	5
4.2.6.	Caudales máximos	5
4.3.	Formulación matemática y Simulación Hidráulica	6
4.3.1.	Formulación matemática para el cálculo hidráulico de cauce natural	6
4.3.1.1.	Formulación matemática para cauces naturales	6
4.3.2.	Modelo hidráulico con Hec-Ras	10
4.3.2.1.	Creación de Geometría del modelo	10
4.3.2.2.	Datos Hidráulicos Múltiples y Simulación	14
4.3.2.2.1.	Caudales:	14
4.3.2.2.2.	Condiciones de Contorno:	14
4.3.2.2.3.	Simulación Hidráulica:	14
4	Conclusiones y Recomendaciones	14
5	Recomendaciones	15
6	Bibliografía	16
Anexo 1		17
TABLAS DE MANNING		17
Anexo 2		18
CÁLCULO DE CAUDAL Y CONDICIONES DE CONTORNO		18
Anexo 3		19

REPORTES HIDRÁULICO HEC-RAS	19
-----------------------------------	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis de Cuenca	4
Tabla 2. Cálculo del Caudal	6
Tabla 3. Distribución de Rugosidades.	14

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Ubicación del Proyecto</i>	<i>2</i>
<i>Figura 2. Delimitación de la Cuenca E762 hoja 4242 I</i>	<i>3</i>
<i>Figura 3. Distribución de rugosidades (n).</i>	<i>7</i>
<i>Figura 4. Análisis de energía en la sección.....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 5. Análisis de energía en la sección.....</i>	<i>8</i>
<i>Figura 6. Generación de Surface para construir Secciones Transversales.</i>	<i>11</i>
<i>Figura 7. Planta Geométrica modelo hec ras.....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 8. Perfil Geométrico modelo hec ras.....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 9. Sección Transversal modelo Hec-Ras.....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 10. Imagen Satelital de la zona de estudio.</i>	<i>13</i>

1. Introducción.

Con el propósito de poder verificar los niveles seguros de excavación de la Cantera Palo Diferente, ubicada en el corregimiento de Nuevo Emperador, distrito de Arraiján, provincia de Panamá Oeste, se ha realizado un estudio hidrológico e hidráulico de la quebrada que atraviesa el área del lote, con el fin de determinar los caudales máximos y de este modo poder establecer los niveles seguros terracería.

2. Objetivos del Informe.

Determinar los caudales máximos para el análisis y diseño de la sección natural de la quebrada y establecer los niveles seguros de terracería.

Determinar los caudales que transitarían por la quebrada y otros drenajes que aportan a la misma, para una lluvia de diseño con un período de retorno de 1 en 50 años.

Realizar una simulación hidráulica utilizando el modelo **HEC-RAS** para diferentes escenarios tomando en cuenta como referencia los caudales calculados.

Presentar los perfiles y secciones transversales que fueron utilizados para la simulación, para indicar los niveles esperados para el caudal calculado con un período de retorno de 1 en 50 años.

Presentar la tabla de resultados de los parámetros hidráulicos de mayor importancia para indicar el comportamiento bajo las condiciones de frontera del modelo.

3. Descripción del proyecto.

Con miras de garantizar la seguridad de todas las personas que laboran en la Cantera Palo Diferente, se ha propuesto establecer niveles seguros de terracería, ya que la quebrada atraviesa una parte del lote destinado a la extracción de rocas.

Este proyecto se encuentra ubicado en el sector de Nuevo Chorrillo, corregimiento de Nuevo Emperador, provincia de Panamá Oeste como se muestra en la Figura 1.



Figura 1. Ubicación del Proyecto

4. Metodología Cálculo Hidrológico e Hidráulico.

4.1. Análisis Hidrológico de la zona

Para determinar el método de cálculo a utilizar debemos identificar el tamaño de la cuenca, para esto se utilizan diversas herramientas tecnológicas de ayuda y la comparamos con las técnicas convencionales de cálculo.

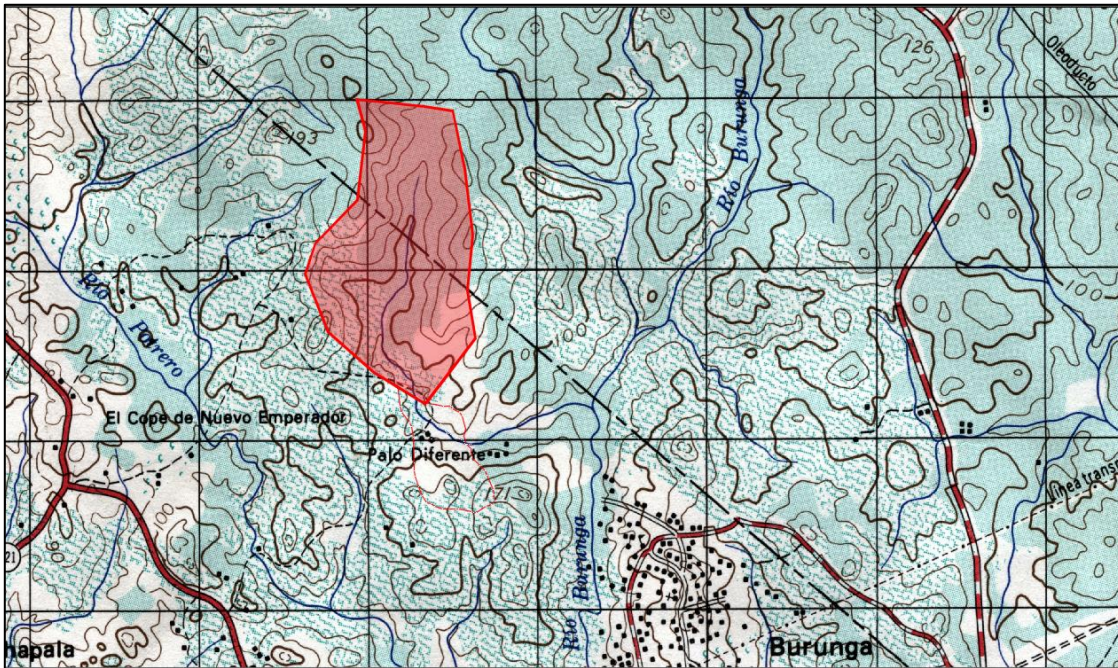


Figura 2. Delimitación de la Cuenca E762 hoja 4242 I

Se utilizó el mosaico del Tommy Guardia de la edición 3-DMA, serie E762 de la hoja 4242 I, de la de Arraiján para delimitar la cuenca.

El resultado de la delimitación fue de un área aproximada de 121.8 Ha.

Con esto podemos seleccionar el método de cálculo que se usara para la determinación del caudal máximo de diseño, según los manuales de diseños del Ministerio de Obras Públicas se debe utilizar el método racional ya que el área de drenaje es menor de 250 Ha.

4.2. Método de Racional

La metodología utilizada para realizar el análisis hidráulico e hidrológico se describe a continuación:

- Identificación de las obras de drenajes existentes y requeridos.
- Cálculo de las áreas de drenajes.
- Cálculo del tiempo de concentración.
- Cálculo de la intensidad de lluvia de diseños.
- Estimación del coeficiente de escorrentía.
- Cálculo del caudal máximo para los períodos de retorno de diseños el método racional.
- Cálculo hidrológico e hidráulico de las cunetas y obras de drenaje

4.2.1. Periodo de retorno

Desde el punto de vista hidrológico el período de retorno de un evento con una magnitud dada puede definirse como el intervalo de recurrencia promedio entre eventos que igualan o exceden una magnitud especificada.

Para este caso hemos de utilizar un periodo de retorno de 1:50 años para para la quebrada.

4.2.2. Área de drenaje

Cada obra de drenaje cuenta con una cuenca de drenaje por la cual escurren superficialmente las aguas que llegan a ella. Para estimar el área de las cuencas se utilizó el mosaico del Tommy Guardia de la edición 3-IGNTG, serie E762 de la hoja 4242 I, de la ciudad de Panamá para delimitar la cuenca. El resultado de la delimitación me muestra en la tabla a continuación.

MICRO CUENCA	A(Ha)	H(m)	L(KM)
1	121.8	30	2.043

Tabla 1. Análisis de Cuenca

4.2.3. Tiempo de concentración.

El tiempo de concentración es el tiempo que demora una gota de agua para fluir desde el punto más remoto de la cuenca hasta la salida.

El tiempo de concentración está definido por la ecuación (1) que se muestra a continuación.

$$t_c = 57 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385} \quad (1)$$

Dónde:

t_c = tiempo de concentración, en minutos

L = longitud del flujo superficial desde el punto más alejado de la cuenca, en km

H = diferencia entre las dos elevaciones extremas de la cuenca, en metros.

Para este estudio el tiempo de concentración calculado es de 35.119 minutos.

4.2.4. Intensidad de lluvia

Con relación a la intensidad de lluvia, se adoptaron las ecuaciones de intensidad – duración – frecuencia para la vertiente del Pacífico, que son las recomendadas a utilizar por el Ministerio de

Obras Públicas en sus diseños, Esta información consideró precipitaciones por un periodo de 50 años.

$$i = \frac{370}{33 + T_c} \quad (2)$$

Dónde:

I = intensidad de lluvia (pulg/hr) para el período de retorno especificado

Tc = tiempo de concentración (min)

4.2.5. Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía es la relación entre la tasa pico de escorrentía directa y la intensidad promedio de precipitación de una tormenta. Para el diseño se utilizó un coeficiente de 0.95 para áreas urbanas deforestadas.

4.2.6. Caudales máximos

Para la determinación de los caudales máximos para diferentes períodos de retorno, se utilizó el método racional, el cual se expresa como se indica en la ecuación (3).

$$Q = \frac{C * I * A}{360} \quad (3)$$

Dónde:

Q = caudal máximo en m³/s

C = coeficiente de escorrentía

I = intensidad de lluvia para un período de retorno especificado en mm/hr

A = área de drenaje de la cuenca en ha.

El método racional empezó a utilizarse alrededor de la mitad del siglo XIX, es probablemente el método más ampliamente utilizado hoy en día para el diseño de alcantarillado de aguas pluviales (Pilgrim, 1986; Linsley, 1986). En la Tabla 2 se muestra el resultado del cálculo.

tc(min)	i(mm/hr)	c	Q(m ³ /s)
35.12	137.96	0.95	44.34

Tabla 2. Cálculo del Caudal

4.3. Formulación matemática y Simulación Hidráulica

Para la simulación hidráulica se utilizan varias herramientas de ayuda y de cálculo como son la obtención de la geometría con el Civil 3d, posteriormente se usa el Hec-Ras para los cálculos hidráulicos.

Se han contemplado dos escenarios de cálculo, el primero es la modelación del cauce natural sin la obra de drenaje y posteriormente el cálculo incluyendo el cajón en las estaciones indicadas.

En esta sección se presentan los resultados obtenidos luego de la simulación hidráulica con HEC-RAS, en un tramo de aproximadamente 300 metros del effluente de la quebrada uva para estimar el tirante hidráulico en las secciones transversales utilizadas para la recurrencia de 1 en 50 años.

4.3.1. Formulación matemática para el cálculo hidráulico de cauce natural

4.3.1.1. Formulación matemática para cauces naturales

La situación más habitual que un técnico va a tener que modelizar se encuentra en un cauce natural. Éste se caracteriza no sólo por la heterogeneidad de sus pendientes que provocarán un régimen mixto.

Es en los cauces naturales donde entran en juego secciones variables, rugosidades cambiantes, y en los que de una correcta definición geométrica y de parámetros hidráulicos dependerá la obtención de unos resultados válidos.

Por ello, en esta Referencia hidráulica se exponen algunos aspectos relacionados directamente con la realización del cálculo computacional de cauces naturales.

Para obtener la capacidad de transporte total y los coeficientes de velocidad en una sección, HEC-Ras la subdivide en unidades con una distribución de velocidades uniforme en los márgenes de inundación (overbanks).

La capacidad de transporte en cada subdivisión se calcula a partir de Manning como lo indica la ecuación (5):

$$Q = K_f^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

$$K = \frac{1.486}{n} AR^{2/3} \quad (5)$$

Donde:

K = capacidad de transporte de la subdivisión

n = coeficiente de rugosidad de Manning de la zona

A = Área mojada de la zona

R = radio hidráulico de la zona (división de área mojada entre perímetro mojado)

La capacidad de transporte de los márgenes se obtiene sumando todos los incrementos de las mismas, mientras que la de la sección se obtiene de la suma de las tres partes de la misma: margen izquierdo, canal y margen derecho como se muestra en la Figura 3.

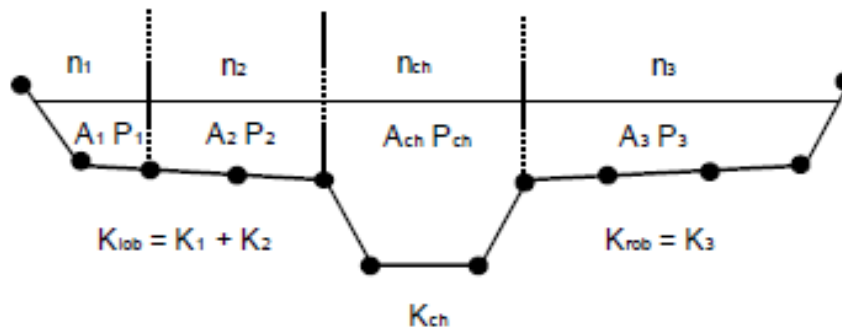


Figura 3. Distribución de rugosidades (n).

Al tratarse de un programa de modelización unidimensional cuyo resultado es una única lámina de agua, HEC-Ras sólo ofrece como resultado un valor de energía relacionada directamente con el caudal de circulación de flujo por la sección. Así, la energía en una sección cualquiera será obtenida según se muestra en la Figura 4. (En el que no se ha producido inundación en margen izquierdo).

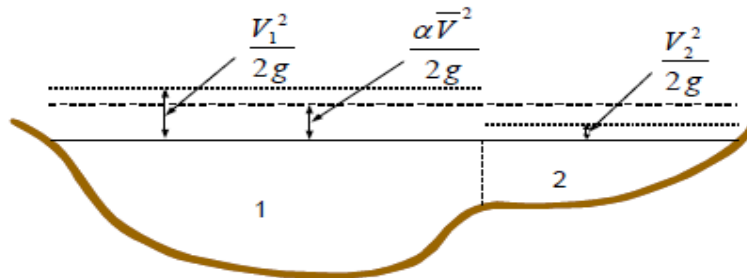


Figura 4. Análisis de energía en la sección

Para obtener el término cinético se necesita conocer el coeficiente alfa, el cual se calcula igualando el término cinético de la sección con la media ponderada de velocidades según el caudal indicado en la ecuación (8):

$$a = \frac{V^2}{2g} = \frac{Q_1 \frac{V_1^2}{2g} + Q_2 \frac{V_2^2}{2g}}{Q_1 + Q_2} \quad (6)$$

Esta ecuación expresada en forma general queda como:

$$a = [Q_1 V_1^2 + Q_2] \quad (7)$$

$$a = \frac{[Q_1 V_1^2 + Q_2 V_2^2 + \dots + Q_N V_N^2]}{Q \bar{V}^2} \quad (8)$$

Cuando la lámina de agua pasa por el calado crítico, el programa opta por computar mediante la ecuación del momento al producirse un Flujo Rápidamente Variado. Esta situación se da en los cambios de régimen, lo cual es habitual en los modelos de cauces naturales.

La ecuación del Momento procede de la segunda ley de Newton indicado en la ecuación (9):

$$\sum F_x = ma \quad (9)$$

Que aplicada al movimiento de una porción de agua entre dos secciones en un instante de tiempo queda como se indica en la ecuación (10):

$$P_2 - P_1 + W_x - F_f = Q\rho\Delta V_x \quad (10)$$

Donde,

P = presión hidrostática en secciones 1 y 2 (kN)

W_x = fuerza debida al peso de la porción de agua en el sentido del flujo (kN)

F_f = fuerza de fricción por flujo desde sección 2 a sección 1 (kN)

Q = caudal (m³/s)

ρ = densidad del agua (t/m³)

ΔV_x = incremento de velocidad de secciones 2 a 1 en la dirección del flujo (m/s)

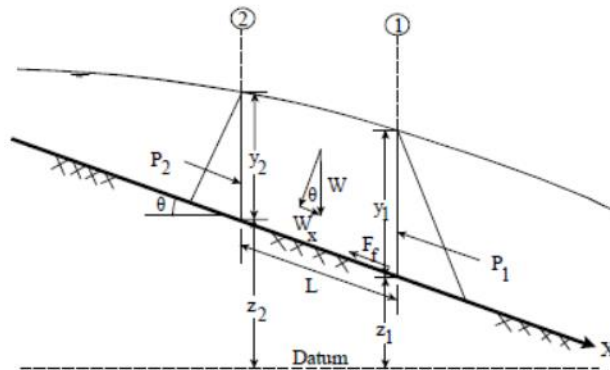


Figura 5. Análisis de energía en la sección

Teniendo en cuenta que:

$$P = \gamma A \bar{Y} \cos \theta \quad (11)$$

$$W_x = \gamma \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) L S_0 \quad (12)$$

$$F_f = \gamma \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) \bar{S}_f L \quad (13)$$

$$ma = \frac{Q\gamma}{g} (\beta_1 V_1 - \beta_2 V_2) \quad (14)$$

La ecuación del Momento que HEC-Ras desarrolla en sus computaciones queda como:

$$\frac{Q_2^2 \beta_2}{g A_2} + A_2 \bar{Y}_2 + \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) L S_0 - \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) L \bar{S}_f = \frac{Q_1^2 \beta_1}{g A_1} + A_1 \bar{Y}_1 \quad (15)$$

Para el caso concreto de cálculos de flujo en régimen mixto, y aplicándola a un tramo corto de cauce, la ecuación queda simplificada como:

$$\frac{Q_1^2 \beta_1}{g A_1} + A_1 \bar{Y}_1 = \frac{Q_2^2 \beta_2}{g A_2} + A_2 \bar{Y}_2 \quad (16)$$

Donde:

Q = caudal en cada sección (m³/s)

A = Área total de flujo (m²)

Y = calado o tirante desde la superficie hasta el centroide del área (m)

g = gravedad

Siendo ambos lados de la ecuación análogos, puede expresarse para cualquier sección de un canal como:

$$SF = \frac{Q^2 \beta}{gA} + A\bar{Y} \quad (17)$$

La primera parte de la ecuación corresponde al término dinámico (momento de flujo que pasa por el canal por unidad de tiempo), y la segunda corresponde al término estático (fuerza ejercida por la presión hidrostática). El resultado es lo que se conoce como Fuerza Específica, la cual aplicada a canales naturales se expresa como:

$$SF = \frac{Q^2 \beta}{gA_m} + A_t \bar{Y} \quad (18)$$

Con,

A_m = Área de flujo donde hay movimiento (m²)

A_t = Área total de flujo incluida las áreas infectivas. (m²)

4.3.2. Modelo hidráulico con Hec-Ras

4.3.2.1. Creación de Geometría del modelo

Para generar las secciones transversales parte del insumo en el modelo hidráulico Hec-RAS, se utilizó la topografía suministrada la cual está asociados al datum WGS84, esta data permite generar un modelo de elevación en base a las curvas del nivel en el área de estudio, para el debido proceso se utilizó el civil 3d para la obtención de las superficies.

Posterior a esto se usan las diversas herramientas del Civil 3d para identificar el Cauce central y posteriormente las secciones transversales. Esta información se exporta al modelo HEC-RAS con la herramienta exportar a HEC-RAS, para obtener un archivo gis el cual se introduce como input inicial al modelo.

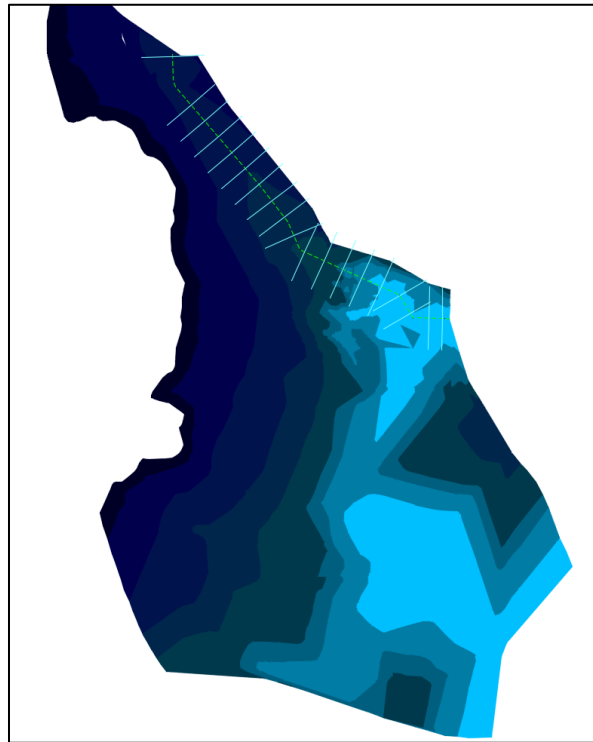


Figura 6. Generación de Surface para construir Secciones Transversales.

Una vez calibrada la posición de las secciones se puede proceder a introducir la data inicial donde podremos ver la geometría completa del cauce tanto en planta, perfil y secciones.

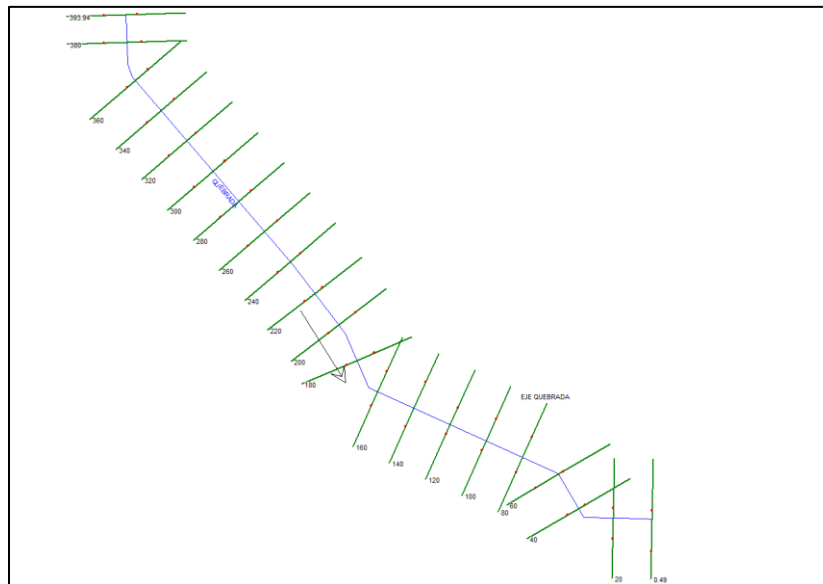


Figura 7. Planta Geométrica modelo hec ras

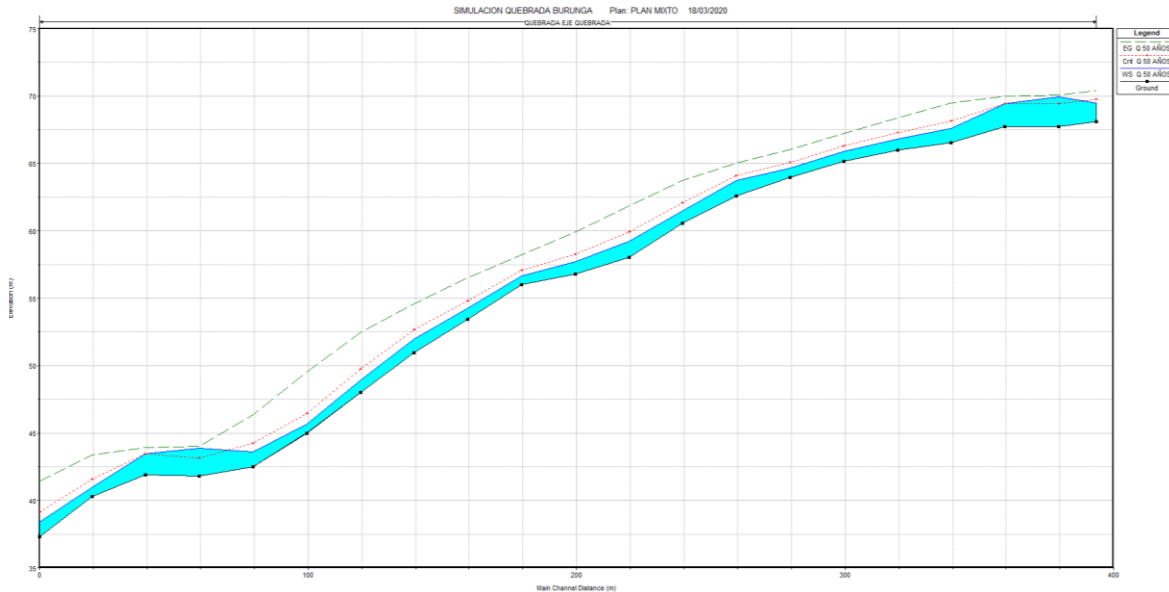


Figura 8. Perfil Geométrico modelo hec ras

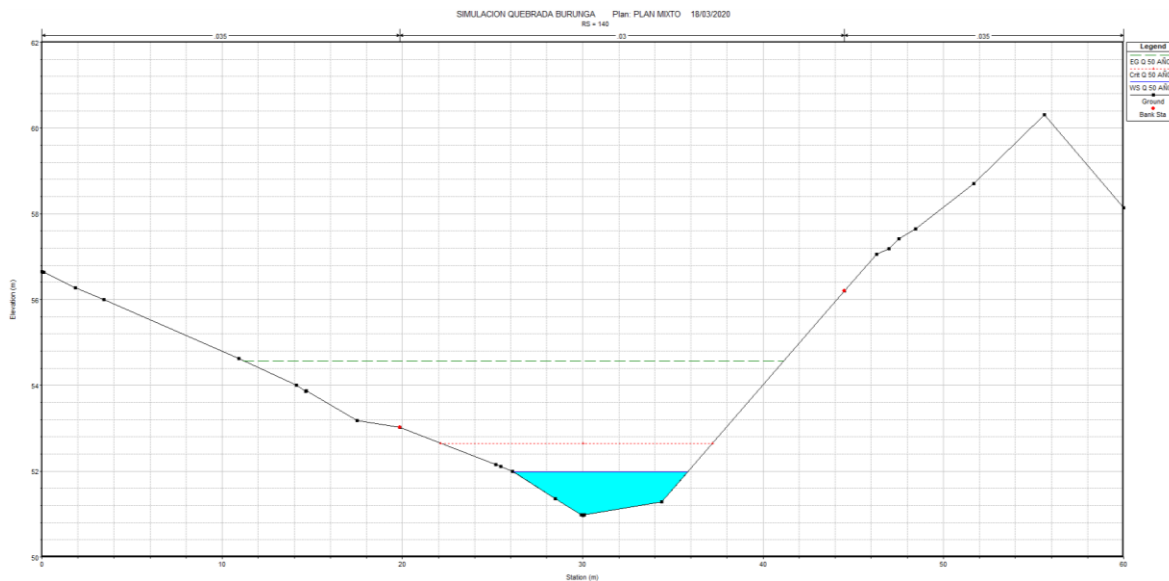


Figura 9. Sección Transversal modelo Hec-Ras

Posterior a la importación de la Geometría del cauce se debe completar la información Geométrica como la ubicación de las riveras del río (Bank Station) y posteriormente la distribución de las rugosidades de Manning en la sección transversal.

Para la determinación de las rugosidades de Manning se utilizaron fotos aéreas tomadas con la base de datos de Autodesk, además de la inspección visual del área. La inclusión de estas imágenes

actualizadas es de gran utilidad para determinar ciertos parámetros y son de ayuda para los criterios de selección.



Figura 10. Imagen Satelital de la zona de estudio.

Con la ayuda de esta imagen se pueden comprobar visualmente los puntos tomados para la definición de los bancos derecho e izquierdo además podemos revisar la distribución de las características del terreno a lo largo del tramo a estudiar.

Con lo que podemos visualizar varios tipos de características de suelo, en la Figura 10 podemos ver un cauce en toda la zona de estudio, además se puede ver la influencia de árboles en las rivera del mismo.

Vemos que los márgenes son tipo Yermos o zonas descubiertas por la actividad de la cantera.

Podremos caracterizar las diferentes zonas de derrame además de los fondos del cauce.

En el anexo 1 Tablas de Manning podremos verificar las diferentes rugosidades utilizadas.

Izquierdo	Canal principal	Derecho
0.035	0.030	0.035

Tabla 3. Distribución de Rugosidades.

4.3.2.2. Datos Hidráulicos Múltiples y Simulación.

4.3.2.2.1. Caudales:

La definición de datos hidráulicos en régimen permanente se realiza en el editor de flujo y se accede en el Steady Flow Data, donde se introduce el caudal calculado en la Tabla 2.

4.3.2.2.2. Condiciones de Contorno:

Para completar la definición hidráulica del modelo queda establecer sus condiciones de contorno, es decir aquellos parámetros que permitan resolver el modelo en sus extremos aguas arriba y aguas abajo. Para ello, se debe seleccionar el reach boundary condition.

La condición de contorno disponible para el régimen de flujo asumido es la pendiente de la sección aguas arriba para la condición de calado normal y la pendiente aguas abajo para la condición de calado normal, esto es asumiendo un flujo mixto.

La pendiente de aguas arriba es de $S=0.026$ m/m, pendientes aguas abajo es de $S=0.15$ m/m, los cálculos de estos parámetros se muestran en el anexo #2.

4.3.2.2.3. Simulación Hidráulica:

La simulación se realiza en Régimen mixto, al tratarse de un cauce natural, con lo que debemos acceder al gestor de simulaciones e indicar el régimen de flujo según el número de Froude y la condición cambiante del cauce, se le debe indicar que calcule al yc.

4 Conclusiones y Recomendaciones

1. Se pudieron generar las secciones transversales mediante la aplicación de la herramienta Civil 3d integrada al mosaico topográfico de Tommy Guardia (4242-IV Arraiján), para exportar la topografía georreferenciado al modelo Hec-Ras, lo cual le da un aporte muy importante al estudio.
2. El modelo HEC-RAS simula adecuadamente el tránsito del caudal de diseño correspondiente al periodo de retorno de 50 años como lo indica el Ministerio de Obras Publica para obras principales.
3. Los resultados obtenidos en el tramo analizado del afluente de la quebrada indican que las secciones transversales cuentan con la capacidad para un evento con un caudal de y **44.34 m³/s** recurrencia de 1 en 50 años.
4. Se verificaron los niveles seguros de terracería, los cuales se encuentran dentro de los parámetros permitidos por el Ministerio de Obras Públicas.

5 Recomendaciones

Tomar como referencia los niveles de superficie de agua en cada una de las secciones transversales del tramo simulado de la quebrada para establecer los niveles seguros dentro de la terracería del proyecto.

Se recomienda implementar señalizaciones en zonas cercanas a la quebrada, para no ingresar a la misma en el momento de registros de lluvia, sobre todo por los registros de lluvia que oscilan entre 4 y 8 m/s.

Implementar los SIG (Sistemas de Información Geográfica), en este tipo de estudios, ya que permite tener una mejor perspectiva espacial de los eventos. Al igual se verificó con mosaicos del Instituto Geográfico Nacional la hoja 4242 I Serie E762.

El modelo HEC-RAS simula adecuadamente el tránsito del caudal de diseño correspondiente al periodo de retorno de 50 años para la sub cuenca en análisis.

Se recomienda dar un mantenimiento continuo a los cursos de agua que bordean el lote, para así garantizar un buen funcionamiento de las actividades que se llevan dentro de la cantera.

En caso de realizar cualquier adecuación al cauce en un futuro, realizar un análisis hidráulico que considere cualquier modificación en términos de aumento o disminución de la capacidad hidráulica del afluente.

Se recomienda implementar medidas de protección (talud) aguas abajo entre las estaciones 0k+020 a la estación 0k+080, debido a que los niveles seguros de terracería en esta zona se encuentran por encima del terreno natural.

Se recomienda la protección de todos los taludes colindantes a las quebradas para garantizar la integridad de los taludes.

Si a futuro se desea utilizar dicho lote para la construcción de algún tipo de estructura por ejemplo una urbanización, se recomienda hacer un levantamiento topográfico de secciones cada 20 metros de todo el cauce que se encuentra dentro del lote y a 100 metro aguas arriba y 100 metros aguas abajo, para verificar nuevamente los niveles seguros de terracería.

6 Bibliografía

Chow, V. T., D. R. Maidment y L. W. Mays, 1988.

Applied Hydrology. McGraw-Hill publishing co., New York.

Chow, V. T., 1994. Hidráulica de Canales Abiertos.

McGraw-Hill Interamericana, S.A.

González, Diego A., 2008, Análisis de Crecidas Máximas en Panamá,
ETESA, Panamá.

USACE, 2008, HEC-RAS 4.0 River analysis system user's manual.

Hydrologic Engineering Center, Davis, CA.

USACE, 2008, HEC-RAS 4.0 River Analysis System Hydraulic Reference Manual.

Hydrologic Engineering Center, Davis, CA.

Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A. Departamento de Hidrometeorología, Análisis
Regional de Crecidas Máximas en Panamá, 2008.

Manual de Aprobación de Planos. Ministerio de Obras Públicas, 2002.

ANEXO 1
TABLAS DE MANNING

Table 3-1 Manning's 'n' Values

Type of Channel and Description	Minimum	Normal	Maximum
<i>A. Natural Streams</i>			
1. Main Channels			
a. Clean, straight, full, no rifts or deep pools	0.025	0.030	0.033
b. Same as above, but more stones and weeds	0.030	0.035	0.040
c. Clean, winding, some pools and shoals	0.033	0.040	0.045
d. Same as above, but some weeds and stones	0.035	0.045	0.050
e. Same as above, lower stages, more ineffective slopes and sections	0.040	0.048	0.055
f. Same as "d" but more stones	0.045	0.050	0.060
g. Sluggish reaches, weedy, deep pools	0.050	0.070	0.080
h. Very weedy reaches, deep pools, or floodways with heavy stands of timber and brush	0.070	0.100	0.150
2. Flood Plains			
a. Pasture no brush	0.025	0.030	0.035
1. Short grass	0.030	0.035	0.050
2. High grass			
b. Cultivated areas	0.020	0.030	0.040
1. No crop	0.025	0.035	0.045
2. Mature row crops	0.030	0.040	0.050
3. Mature field crops			
c. Brush	0.035	0.050	0.070
1. Scattered brush, heavy weeds	0.035	0.050	0.060
2. Light brush and trees, in winter	0.040	0.060	0.080
3. Light brush and trees, in summer	0.045	0.070	0.110
4. Medium to dense brush, in winter	0.070	0.100	0.160
5. Medium to dense brush, in summer			
d. Trees	0.030	0.040	0.050
1. Cleared land with tree stumps, no sprouts	0.050	0.060	0.080
2. Same as above, but heavy sprouts	0.080	0.100	0.120
3. Heavy stand of timber, few down trees, little undergrowth, flow below branches	0.100	0.120	0.160
4. Same as above, but with flow into branches			
5. Dense willows, summer, straight	0.110	0.150	0.200
3. Mountain Streams, no vegetation in channel, banks usually steep, with trees and brush on banks submerged			
a. Bottom: gravels, cobbles, and few boulders	0.030	0.040	0.050
b. Bottom: cobbles with large boulders	0.040	0.050	0.070

Table 3-1 (Continued) Manning's 'n' Values

Type of Channel and Description	Minimum	Normal	Maximum
B. Lined or Built-Up Channels			
1. Concrete			
a. Trowel finish	0.011	0.013	0.015
b. Float Finish	0.013	0.015	0.016
c. Finished, with gravel bottom	0.015	0.017	0.020
d. Unfinished	0.014	0.017	0.020
e. Gunite, good section	0.016	0.019	0.023
f. Gunite, wavy section	0.018	0.022	0.025
g. On good excavated rock	0.017	0.020	
h. On irregular excavated rock	0.022	0.027	
2. Concrete bottom float finished with sides of:			
a. Dressed stone in mortar	0.015	0.017	0.020
b. Random stone in mortar	0.017	0.020	0.024
c. Cement rubble masonry, plastered	0.016	0.020	0.024
d. Cement rubble masonry	0.020	0.025	0.030
e. Dry rubble on riprap	0.020	0.030	0.035
3. Gravel bottom with sides of:			
a. Formed concrete	0.017	0.020	0.025
b. Random stone in mortar	0.020	0.023	0.026
c. Dry rubble or riprap	0.023	0.033	0.036
4. Brick			
a. Glazed	0.011	0.013	0.015
b. In cement mortar	0.012	0.015	0.018
5. Metal			
a. Smooth steel surfaces	0.011	0.012	0.014
b. Corrugated metal	0.021	0.025	0.030
6. Asphalt			
a. Smooth	0.013	0.013	
b. Rough	0.016	0.016	
7. Vegetal lining	0.030		0.500

Table 3-1 (Continued) Manning's 'n' Values

Type of Channel and Description	Minimum	Normal	Maximum
<i>C. Excavated or Dredged Channels</i>			
1. Earth, straight and uniform			
a. Clean, recently completed	0.016	0.018	0.020
b. Clean, after weathering	0.018	0.022	0.025
c. Gravel, uniform section, clean	0.022	0.025	0.030
d. With short grass, few weeds	0.022	0.027	0.033
2. Earth, winding and sluggish			
a. No vegetation	0.023	0.025	0.030
b. Grass, some weeds	0.025	0.030	0.033
c. Dense weeds or aquatic plants in deep channels	0.030	0.035	0.040
d. Earth bottom and rubble side	0.028	0.030	0.035
e. Stony bottom and weedy banks	0.025	0.035	0.040
f. Cobble bottom and clean sides	0.030	0.040	0.050
3. Dragline-excavated or dredged			
a. No vegetation	0.025	0.028	0.033
b. Light brush on banks	0.035	0.050	0.060
4. Rock cuts			
a. Smooth and uniform	0.025	0.035	0.040
b. Jagged and irregular	0.035	0.040	0.050
5. Channels not maintained, weeds and brush			
a. Clean bottom, brush on sides	0.040	0.050	0.080
b. Same as above, highest stage of flow	0.045	0.070	0.110
c. Dense weeds, high as flow depth	0.050	0.080	0.120
d. Dense brush, high stage	0.080	0.100	0.140

Other sources that include pictures of selected streams as a guide to n value determination are available (Fasken, 1963; Barnes, 1967; and Hicks and Mason, 1991). In general, these references provide color photos with tables of calibrated n values for a range of flows.

Although there are many factors that affect the selection of the n value for the channel, some of the most important factors are the type and size of materials that compose the bed and banks of a channel, and the shape of the channel. Cowan (1956) developed a procedure for estimating the effects of these factors to determine the value of Manning's n of a channel. In Cowan's procedure, the value of n is computed by the following equation:

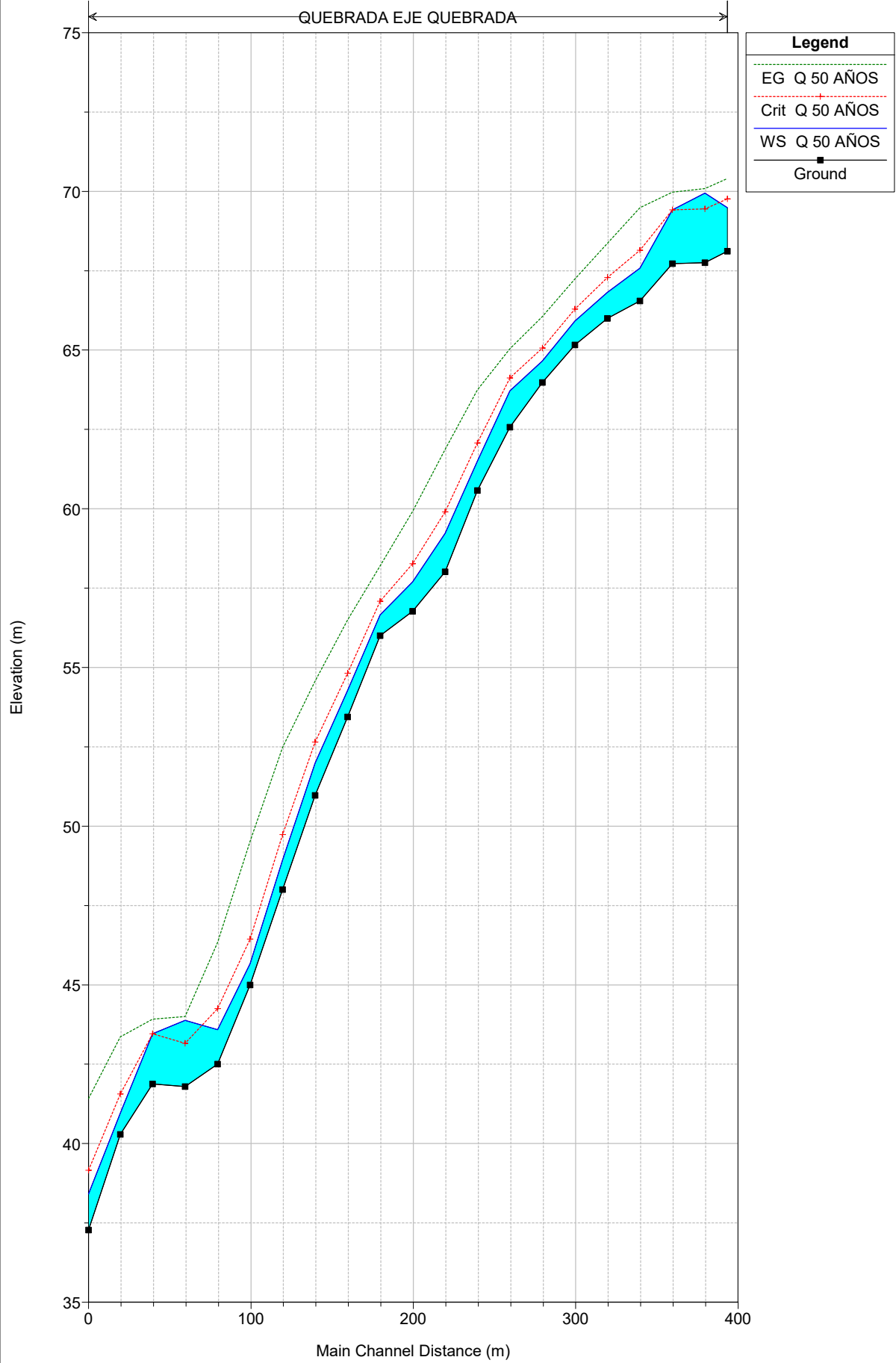
ANEXO 2
CÁLCULO DE CAUDAL Y CONDICIONES DE CONTORNO

CUENCA			
QUEBRADA S/N			
A=	121.8	Ha	
H=	30	m/m	
L=	2.043	KM	
Tc=	35.12	min	
i=	137.96	mm/hr	
c=	0.95		
Q 50 años=	44.34	m3/s	
CONDICIONES DE CONTORNO AGUAS ABAJO			
Y1	40.28		
Y2	37.28		
EST 1	20		
EST 2	0		
PENDIENTE AGUAS ABAJO	0.150	m/m	
CONDICIONES DE CONTORNO AGUAS ARRIBA			
Y1	68.11		
Y2	67.75		
EST 1	393.94		
EST 2	380		
PENDIENTE AGUAS ABAJO	0.026	m/m	

ANEXO 3
REPORTE HIDRÁULICO HEC-RAS

HEC-RAS Plan: PLAN MIXTO River: QUEBRADA Reach: EJE QUEBRADA Profile: Q 50 AÑOS

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
EJE QUEBRADA	393.94	Q 50 AÑOS	44.34	68.11	69.48	69.76	70.40	0.026049	4.25	10.42	14.67	1.60
EJE QUEBRADA	380	Q 50 AÑOS	44.34	67.75	69.94	69.45	70.09	0.001925	1.77	28.61	28.10	0.48
EJE QUEBRADA	360	Q 50 AÑOS	44.34	67.72	69.42	69.42	69.97	0.008687	3.32	13.53	12.59	0.99
EJE QUEBRADA	340	Q 50 AÑOS	44.34	66.55	67.58	68.14	69.49	0.054224	6.12	7.24	10.02	2.30
EJE QUEBRADA	320	Q 50 AÑOS	44.34	66.00	66.82	67.28	68.37	0.047208	5.51	8.05	11.73	2.12
EJE QUEBRADA	300	Q 50 AÑOS	44.34	65.16	65.92	66.29	67.24	0.060100	5.09	8.71	17.72	2.31
EJE QUEBRADA	280	Q 50 AÑOS	44.34	63.98	64.66	65.06	66.06	0.057345	5.24	8.47	15.78	2.28
EJE QUEBRADA	260	Q 50 AÑOS	44.34	62.57	63.72	64.12	65.04	0.043596	5.10	8.70	13.60	2.03
EJE QUEBRADA	240	Q 50 AÑOS	44.34	60.58	61.50	62.07	63.74	0.089054	6.63	6.68	12.06	2.84
EJE QUEBRADA	220	Q 50 AÑOS	44.34	58.01	59.23	59.90	61.87	0.093997	7.21	6.15	10.09	2.95
EJE QUEBRADA	200	Q 50 AÑOS	44.34	56.77	57.69	58.27	59.92	0.088594	6.61	6.71	12.16	2.84
EJE QUEBRADA	180	Q 50 AÑOS	44.34	56.00	56.66	57.09	58.20	0.065545	5.52	8.13	16.55	2.44
EJE QUEBRADA	160	Q 50 AÑOS	44.34	53.44	54.28	54.82	56.50	0.105155	6.60	6.72	13.91	3.03
EJE QUEBRADA	140	Q 50 AÑOS	44.34	50.97	51.99	52.65	54.57	0.085411	7.12	6.22	9.65	2.83
EJE QUEBRADA	120	Q 50 AÑOS	44.34	48.00	48.94	49.74	52.48	0.117603	8.34	5.31	8.18	3.30
EJE QUEBRADA	100	Q 50 AÑOS	44.34	45.00	45.66	46.44	49.53	0.187107	8.71	5.09	10.57	4.00
EJE QUEBRADA	80	Q 50 AÑOS	44.34	42.50	43.59	44.25	46.34	0.112441	7.35	6.03	11.11	3.18
EJE QUEBRADA	60	Q 50 AÑOS	44.34	41.79	43.88	43.16	44.00	0.001233	1.59	31.02	30.00	0.40
EJE QUEBRADA	40	Q 50 AÑOS	44.34	41.88	43.46	43.46	43.92	0.007377	3.22	16.12	17.85	0.92
EJE QUEBRADA	20	Q 50 AÑOS	44.34	40.29	40.96	41.56	43.36	0.098427	6.87	6.46	11.89	2.97
EJE QUEBRADA	0.49	Q 50 AÑOS	44.34	37.28	38.41	39.16	41.42	0.094495	7.68	5.77	8.42	2.96



Plan: PLAN MIXTO QUEBRADA EJE QUEBRADA RS: 393.94 Profile: Q 50 AÑOS

E.G. Elev (m)	70.40	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.92	Wt. n-Val.	0.035	0.030	
W.S. Elev (m)	69.48	Reach Len. (m)	13.94	13.94	13.94
Crit W.S. (m)	69.76	Flow Area (m2)	0.00	10.42	
E.G. Slope (m/m)	0.026049	Area (m2)	0.00	10.42	
Q Total (m3/s)	44.34	Flow (m3/s)	0.00	44.34	
Top Width (m)	14.67	Top Width (m)	0.16	14.52	
Vel Total (m/s)	4.25	Avg. Vel. (m/s)	0.25	4.25	
Max Chl Dpth (m)	1.37	Hydr. Depth (m)	0.01	0.72	
Conv. Total (m3/s)	274.7	Conv. (m3/s)	0.0	274.7	
Length Wtd. (m)	13.94	Wetted Per. (m)	0.16	14.82	
Min Ch EI (m)	68.11	Shear (N/m2)	3.25	179.65	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	2872.67	0.00	0.00
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)	0.16	3.60	0.16
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)	0.43	4.85	0.29

Plan: PLAN MIXTO QUEBRADA EJE QUEBRADA RS: 380 Profile: Q 50 AÑOS

E.G. Elev (m)	70.09	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.14	Wt. n-Val.		0.030	0.035
W.S. Elev (m)	69.94	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	69.45	Flow Area (m2)		21.59	7.02
E.G. Slope (m/m)	0.001925	Area (m2)		21.59	7.02
Q Total (m3/s)	44.34	Flow (m3/s)		38.30	6.04
Top Width (m)	28.10	Top Width (m)		15.81	12.29
Vel Total (m/s)	1.55	Avg. Vel. (m/s)		1.77	0.86
Max Chl Dpth (m)	2.19	Hydr. Depth (m)		1.37	0.57
Conv. Total (m3/s)	1010.5	Conv. (m3/s)		872.8	137.7
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)		16.17	12.34
Min Ch EI (m)	67.75	Shear (N/m2)		25.22	10.74
Alpha	1.17	Stream Power (N/m s)	2872.67	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.07	Cum Volume (1000 m3)	0.16	3.38	0.11
C & E Loss (m)	0.04	Cum SA (1000 m2)	0.43	4.64	0.20

Plan: PLAN MIXTO QUEBRADA EJE QUEBRADA RS: 360 Profile: Q 50 AÑOS

E.G. Elev (m)	69.97	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.56	Wt. n-Val.	0.035	0.030	
W.S. Elev (m)	69.42	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	69.42	Flow Area (m2)	0.22	13.31	
E.G. Slope (m/m)	0.008687	Area (m2)	0.22	13.31	
Q Total (m3/s)	44.34	Flow (m3/s)	0.20	44.14	
Top Width (m)	12.59	Top Width (m)	1.07	11.52	
Vel Total (m/s)	3.28	Avg. Vel. (m/s)	0.89	3.32	
Max Chl Dpth (m)	1.69	Hydr. Depth (m)	0.21	1.15	
Conv. Total (m3/s)	475.7	Conv. (m3/s)	2.1	473.6	
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	1.15	12.06	
Min Ch EI (m)	67.72	Shear (N/m2)	16.48	93.98	
Alpha	1.02	Stream Power (N/m s)	2872.67	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.18	Cum Volume (1000 m3)	0.16	3.03	0.04
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	0.41	4.37	0.08

Plan: PLAN MIXTO QUEBRADA EJE QUEBRADA RS: 340 Profile: Q 50 AÑOS

E.G. Elev (m)	69.49	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.91	Wt. n-Val.		0.030	
W.S. Elev (m)	67.58	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	68.14	Flow Area (m2)		7.24	
E.G. Slope (m/m)	0.054224	Area (m2)		7.24	
Q Total (m3/s)	44.34	Flow (m3/s)		44.34	

Plan: PLAN MIXTO QUEBRADA EJE QUEBRADA RS: 340 Profile: Q 50 AÑOS (Continued)

Top Width (m)	10.02	Top Width (m)		10.02	
Vel Total (m/s)	6.12	Avg. Vel. (m/s)		6.12	
Max Chl Dpth (m)	1.03	Hydr. Depth (m)		0.72	
Conv. Total (m3/s)	190.4	Conv. (m3/s)		190.4	
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)		10.35	
Min Ch EI (m)	66.55	Shear (N/m2)		372.30	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	2872.67	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.35	Cum Volume (1000 m3)	0.15	2.83	0.04
C & E Loss (m)	0.14	Cum SA (1000 m2)	0.40	4.15	0.08

Plan: PLAN MIXTO QUEBRADA EJE QUEBRADA RS: 320 Profile: Q 50 AÑOS

E.G. Elev (m)	68.37	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.54	Wt. n-Val.		0.030	
W.S. Elev (m)	66.82	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	67.28	Flow Area (m2)		8.05	
E.G. Slope (m/m)	0.047208	Area (m2)		8.05	
Q Total (m3/s)	44.34	Flow (m3/s)		44.34	
Top Width (m)	11.73	Top Width (m)		11.73	
Vel Total (m/s)	5.51	Avg. Vel. (m/s)		5.51	
Max Chl Dpth (m)	0.82	Hydr. Depth (m)		0.69	
Conv. Total (m3/s)	204.1	Conv. (m3/s)		204.1	
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)		12.15	
Min Ch EI (m)	66.00	Shear (N/m2)		306.87	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	2872.67	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	1.01	Cum Volume (1000 m3)	0.15	2.67	0.04
C & E Loss (m)	0.11	Cum SA (1000 m2)	0.40	3.94	0.08

Plan: PLAN MIXTO QUEBRADA EJE QUEBRADA RS: 300 Profile: Q 50 AÑOS

E.G. Elev (m)	67.24	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.32	Wt. n-Val.		0.030	0.035
W.S. Elev (m)	65.92	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	66.29	Flow Area (m2)		8.71	0.00
E.G. Slope (m/m)	0.060100	Area (m2)		8.71	0.00
Q Total (m3/s)	44.34	Flow (m3/s)		44.34	0.00
Top Width (m)	17.72	Top Width (m)		17.58	0.14
Vel Total (m/s)	5.09	Avg. Vel. (m/s)		5.09	0.66
Max Chl Dpth (m)	0.76	Hydr. Depth (m)		0.50	0.03
Conv. Total (m3/s)	180.9	Conv. (m3/s)		180.9	0.0
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)		17.70	0.15
Min Ch EI (m)	65.16	Shear (N/m2)		289.95	17.16
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	2872.67	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	1.06	Cum Volume (1000 m3)	0.15	2.50	0.04
C & E Loss (m)	0.07	Cum SA (1000 m2)	0.40	3.64	0.08

Plan: PLAN MIXTO QUEBRADA EJE QUEBRADA RS: 280 Profile: Q 50 AÑOS

E.G. Elev (m)	66.06	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.40	Wt. n-Val.		0.030	
W.S. Elev (m)	64.66	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	65.06	Flow Area (m2)		8.47	
E.G. Slope (m/m)	0.057345	Area (m2)		8.47	
Q Total (m3/s)	44.34	Flow (m3/s)		44.34	
Top Width (m)	15.78	Top Width (m)		15.78	
Vel Total (m/s)	5.24	Avg. Vel. (m/s)		5.24	
Max Chl Dpth (m)	0.68	Hydr. Depth (m)		0.54	
Conv. Total (m3/s)	185.2	Conv. (m3/s)		185.2	
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)		15.93	
Min Ch EI (m)	63.98	Shear (N/m2)		298.86	

Plan: PLAN MIXTO QUEBRADA EJE QUEBRADA RS: 280 Profile: Q 50 AÑOS (Continued)

Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	2872.67	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	1.17	Cum Volume (1000 m3)	0.15	2.33	0.04
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	0.40	3.31	0.08

Plan: PLAN MIXTO QUEBRADA EJE QUEBRADA RS: 260 Profile: Q 50 AÑOS

E.G. Elev (m)	65.04	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.32	Wt. n-Val.		0.030	
W.S. Elev (m)	63.72	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	64.12	Flow Area (m2)		8.70	
E.G. Slope (m/m)	0.043596	Area (m2)		8.70	
Q Total (m3/s)	44.34	Flow (m3/s)		44.34	
Top Width (m)	13.60	Top Width (m)		13.60	
Vel Total (m/s)	5.10	Avg. Vel. (m/s)		5.10	
Max Chl Dpth (m)	1.15	Hydr. Depth (m)		0.64	
Conv. Total (m3/s)	212.4	Conv. (m3/s)		212.4	
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)		13.87	
Min Ch EI (m)	62.57	Shear (N/m2)		268.03	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	2872.67	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	1.00	Cum Volume (1000 m3)	0.15	2.16	0.04
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)	0.40	3.02	0.08

Plan: PLAN MIXTO QUEBRADA EJE QUEBRADA RS: 240 Profile: Q 50 AÑOS

E.G. Elev (m)	63.74	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	2.24	Wt. n-Val.		0.030	
W.S. Elev (m)	61.50	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	62.07	Flow Area (m2)		6.68	
E.G. Slope (m/m)	0.089054	Area (m2)		6.68	
Q Total (m3/s)	44.34	Flow (m3/s)		44.34	
Top Width (m)	12.06	Top Width (m)		12.06	
Vel Total (m/s)	6.63	Avg. Vel. (m/s)		6.63	
Max Chl Dpth (m)	0.93	Hydr. Depth (m)		0.55	
Conv. Total (m3/s)	148.6	Conv. (m3/s)		148.6	
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)		12.28	
Min Ch EI (m)	60.58	Shear (N/m2)		475.52	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	2872.67	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	1.21	Cum Volume (1000 m3)	0.15	2.01	0.04
C & E Loss (m)	0.09	Cum SA (1000 m2)	0.40	2.76	0.08

Plan: PLAN MIXTO QUEBRADA EJE QUEBRADA RS: 220 Profile: Q 50 AÑOS

E.G. Elev (m)	61.87	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	2.65	Wt. n-Val.		0.030	
W.S. Elev (m)	59.23	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	59.90	Flow Area (m2)		6.15	
E.G. Slope (m/m)	0.093997	Area (m2)		6.15	
Q Total (m3/s)	44.34	Flow (m3/s)		44.34	
Top Width (m)	10.09	Top Width (m)		10.09	
Vel Total (m/s)	7.21	Avg. Vel. (m/s)		7.21	
Max Chl Dpth (m)	1.21	Hydr. Depth (m)		0.61	
Conv. Total (m3/s)	144.6	Conv. (m3/s)		144.6	
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)		10.38	
Min Ch EI (m)	58.01	Shear (N/m2)		546.10	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	2872.67	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	1.83	Cum Volume (1000 m3)	0.15	1.88	0.04
C & E Loss (m)	0.04	Cum SA (1000 m2)	0.40	2.54	0.08

Plan: PLAN MIXTO QUEBRADA EJE QUEBRADA RS: 200 Profile: Q 50 AÑOS

E.G. Elev (m)	59.92	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	2.23	Wt. n-Val.		0.030	
W.S. Elev (m)	57.69	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	58.27	Flow Area (m2)		6.71	
E.G. Slope (m/m)	0.088594	Area (m2)		6.71	
Q Total (m3/s)	44.34	Flow (m3/s)		44.34	
Top Width (m)	12.16	Top Width (m)		12.16	
Vel Total (m/s)	6.61	Avg. Vel. (m/s)		6.61	
Max Chl Dpth (m)	0.92	Hydr. Depth (m)		0.55	
Conv. Total (m3/s)	149.0	Conv. (m3/s)		149.0	
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)		12.32	
Min Ch EI (m)	56.77	Shear (N/m2)		472.70	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	2872.67	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	1.82	Cum Volume (1000 m3)	0.15	1.75	0.04
C & E Loss (m)	0.13	Cum SA (1000 m2)	0.40	2.31	0.08

Plan: PLAN MIXTO QUEBRADA EJE QUEBRADA RS: 180 Profile: Q 50 AÑOS

E.G. Elev (m)	58.20	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.55	Wt. n-Val.	0.035	0.030	0.035
W.S. Elev (m)	56.66	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	57.09	Flow Area (m2)	0.14	7.98	0.01
E.G. Slope (m/m)	0.065545	Area (m2)	0.14	7.98	0.01
Q Total (m3/s)	44.34	Flow (m3/s)	0.26	44.08	0.01
Top Width (m)	16.55	Top Width (m)	1.10	15.24	0.21
Vel Total (m/s)	5.46	Avg. Vel. (m/s)	1.82	5.52	0.85
Max Chl Dpth (m)	0.66	Hydr. Depth (m)	0.13	0.52	0.04
Conv. Total (m3/s)	173.2	Conv. (m3/s)	1.0	172.2	0.0
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	1.13	15.32	0.23
Min Ch EI (m)	56.00	Shear (N/m2)	79.76	334.78	25.54
Alpha	1.02	Stream Power (N/m s)	2872.67	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	1.52	Cum Volume (1000 m3)	0.15	1.60	0.04
C & E Loss (m)	0.20	Cum SA (1000 m2)	0.39	2.04	0.07

Plan: PLAN MIXTO QUEBRADA EJE QUEBRADA RS: 160 Profile: Q 50 AÑOS

E.G. Elev (m)	56.50	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	2.22	Wt. n-Val.		0.030	
W.S. Elev (m)	54.28	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	54.82	Flow Area (m2)		6.72	
E.G. Slope (m/m)	0.105155	Area (m2)		6.72	
Q Total (m3/s)	44.34	Flow (m3/s)		44.34	
Top Width (m)	13.91	Top Width (m)		13.91	
Vel Total (m/s)	6.60	Avg. Vel. (m/s)		6.60	
Max Chl Dpth (m)	0.83	Hydr. Depth (m)		0.48	
Conv. Total (m3/s)	136.7	Conv. (m3/s)		136.7	
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)		14.08	
Min Ch EI (m)	53.44	Shear (N/m2)		491.96	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	2872.67	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	1.64	Cum Volume (1000 m3)	0.15	1.46	0.04
C & E Loss (m)	0.07	Cum SA (1000 m2)	0.38	1.75	0.07

Plan: PLAN MIXTO QUEBRADA EJE QUEBRADA RS: 140 Profile: Q 50 AÑOS

E.G. Elev (m)	54.57	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	2.59	Wt. n-Val.		0.030	
W.S. Elev (m)	51.99	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	52.65	Flow Area (m2)		6.22	
E.G. Slope (m/m)	0.085411	Area (m2)		6.22	
Q Total (m3/s)	44.34	Flow (m3/s)		44.34	

Plan: PLAN MIXTO QUEBRADA EJE QUEBRADA RS: 140 Profile: Q 50 AÑOS (Continued)

Top Width (m)	9.65	Top Width (m)		9.65	
Vel Total (m/s)	7.12	Avg. Vel. (m/s)		7.12	
Max Chl Dpth (m)	1.01	Hydr. Depth (m)		0.65	
Conv. Total (m3/s)	151.7	Conv. (m3/s)		151.7	
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)		9.95	
Min Ch EI (m)	50.97	Shear (N/m2)		523.77	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	2872.67	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	1.89	Cum Volume (1000 m3)	0.15	1.33	0.04
C & E Loss (m)	0.04	Cum SA (1000 m2)	0.38	1.51	0.07

Plan: PLAN MIXTO QUEBRADA EJE QUEBRADA RS: 120 Profile: Q 50 AÑOS

E.G. Elev (m)	52.48	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	3.55	Wt. n-Val.		0.030	
W.S. Elev (m)	48.94	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	49.74	Flow Area (m2)		5.31	
E.G. Slope (m/m)	0.117603	Area (m2)		5.31	
Q Total (m3/s)	44.34	Flow (m3/s)		44.34	
Top Width (m)	8.18	Top Width (m)		8.18	
Vel Total (m/s)	8.34	Avg. Vel. (m/s)		8.34	
Max Chl Dpth (m)	0.94	Hydr. Depth (m)		0.65	
Conv. Total (m3/s)	129.3	Conv. (m3/s)		129.3	
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)		8.52	
Min Ch EI (m)	48.00	Shear (N/m2)		719.08	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	2872.67	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	1.99	Cum Volume (1000 m3)	0.15	1.21	0.04
C & E Loss (m)	0.10	Cum SA (1000 m2)	0.38	1.34	0.07

Plan: PLAN MIXTO QUEBRADA EJE QUEBRADA RS: 100 Profile: Q 50 AÑOS

E.G. Elev (m)	49.53	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	3.86	Wt. n-Val.		0.030	
W.S. Elev (m)	45.66	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	46.44	Flow Area (m2)		5.09	
E.G. Slope (m/m)	0.187107	Area (m2)		5.09	
Q Total (m3/s)	44.34	Flow (m3/s)		44.34	
Top Width (m)	10.57	Top Width (m)		10.57	
Vel Total (m/s)	8.71	Avg. Vel. (m/s)		8.71	
Max Chl Dpth (m)	0.66	Hydr. Depth (m)		0.48	
Conv. Total (m3/s)	102.5	Conv. (m3/s)		102.5	
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)		10.85	
Min Ch EI (m)	45.00	Shear (N/m2)		860.97	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	2872.67	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	2.93	Cum Volume (1000 m3)	0.15	1.11	0.04
C & E Loss (m)	0.03	Cum SA (1000 m2)	0.38	1.15	0.07

Plan: PLAN MIXTO QUEBRADA EJE QUEBRADA RS: 80 Profile: Q 50 AÑOS

E.G. Elev (m)	46.34	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	2.75	Wt. n-Val.		0.030	
W.S. Elev (m)	43.59	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	44.25	Flow Area (m2)		6.03	
E.G. Slope (m/m)	0.112441	Area (m2)		6.03	
Q Total (m3/s)	44.34	Flow (m3/s)		44.34	
Top Width (m)	11.11	Top Width (m)		11.11	
Vel Total (m/s)	7.35	Avg. Vel. (m/s)		7.35	
Max Chl Dpth (m)	1.09	Hydr. Depth (m)		0.54	
Conv. Total (m3/s)	132.2	Conv. (m3/s)		132.2	
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)		11.32	
Min Ch EI (m)	42.50	Shear (N/m2)		587.79	

Plan: PLAN MIXTO QUEBRADA EJE QUEBRADA RS: 80 Profile: Q 50 AÑOS (Continued)

Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	2872.67	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	2.85	Cum Volume (1000 m3)	0.15	1.00	0.04
C & E Loss (m)	0.33	Cum SA (1000 m2)	0.38	0.93	0.07

Plan: PLAN MIXTO QUEBRADA EJE QUEBRADA RS: 60 Profile: Q 50 AÑOS

E.G. Elev (m)	44.00	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.12	Wt. n-Val.	0.035	0.030	0.035
W.S. Elev (m)	43.88	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	43.16	Flow Area (m2)	2.74	26.26	2.01
E.G. Slope (m/m)	0.001233	Area (m2)	2.74	26.26	2.01
Q Total (m3/s)	44.34	Flow (m3/s)	1.14	41.88	1.33
Top Width (m)	30.00	Top Width (m)	10.32	16.07	3.60
Vel Total (m/s)	1.43	Avg. Vel. (m/s)	0.41	1.59	0.66
Max Chl Dpth (m)	2.09	Hydr. Depth (m)	0.27	1.63	0.56
Conv. Total (m3/s)	1262.9	Conv. (m3/s)	32.3	1192.7	37.9
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	10.33	16.51	3.77
Min Ch El (m)	41.79	Shear (N/m2)	3.21	19.23	6.45
Alpha	1.18	Stream Power (N/m s)	2872.67	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.05	Cum Volume (1000 m3)	0.12	0.67	0.02
C & E Loss (m)	0.03	Cum SA (1000 m2)	0.28	0.66	0.04

Plan: PLAN MIXTO QUEBRADA EJE QUEBRADA RS: 40 Profile: Q 50 AÑOS

E.G. Elev (m)	43.92	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.46	Wt. n-Val.	0.035	0.030	
W.S. Elev (m)	43.46	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	43.46	Flow Area (m2)	4.77	11.35	
E.G. Slope (m/m)	0.007377	Area (m2)	4.77	11.35	
Q Total (m3/s)	44.34	Flow (m3/s)	7.75	36.59	
Top Width (m)	17.85	Top Width (m)	8.76	9.08	
Vel Total (m/s)	2.75	Avg. Vel. (m/s)	1.63	3.22	
Max Chl Dpth (m)	1.58	Hydr. Depth (m)	0.54	1.25	
Conv. Total (m3/s)	516.2	Conv. (m3/s)	90.3	426.0	
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	8.84	9.50	
Min Ch El (m)	41.88	Shear (N/m2)	39.02	86.45	
Alpha	1.19	Stream Power (N/m s)	2872.67	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.16	Cum Volume (1000 m3)	0.05	0.30	
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	0.09	0.41	

Plan: PLAN MIXTO QUEBRADA EJE QUEBRADA RS: 20 Profile: Q 50 AÑOS

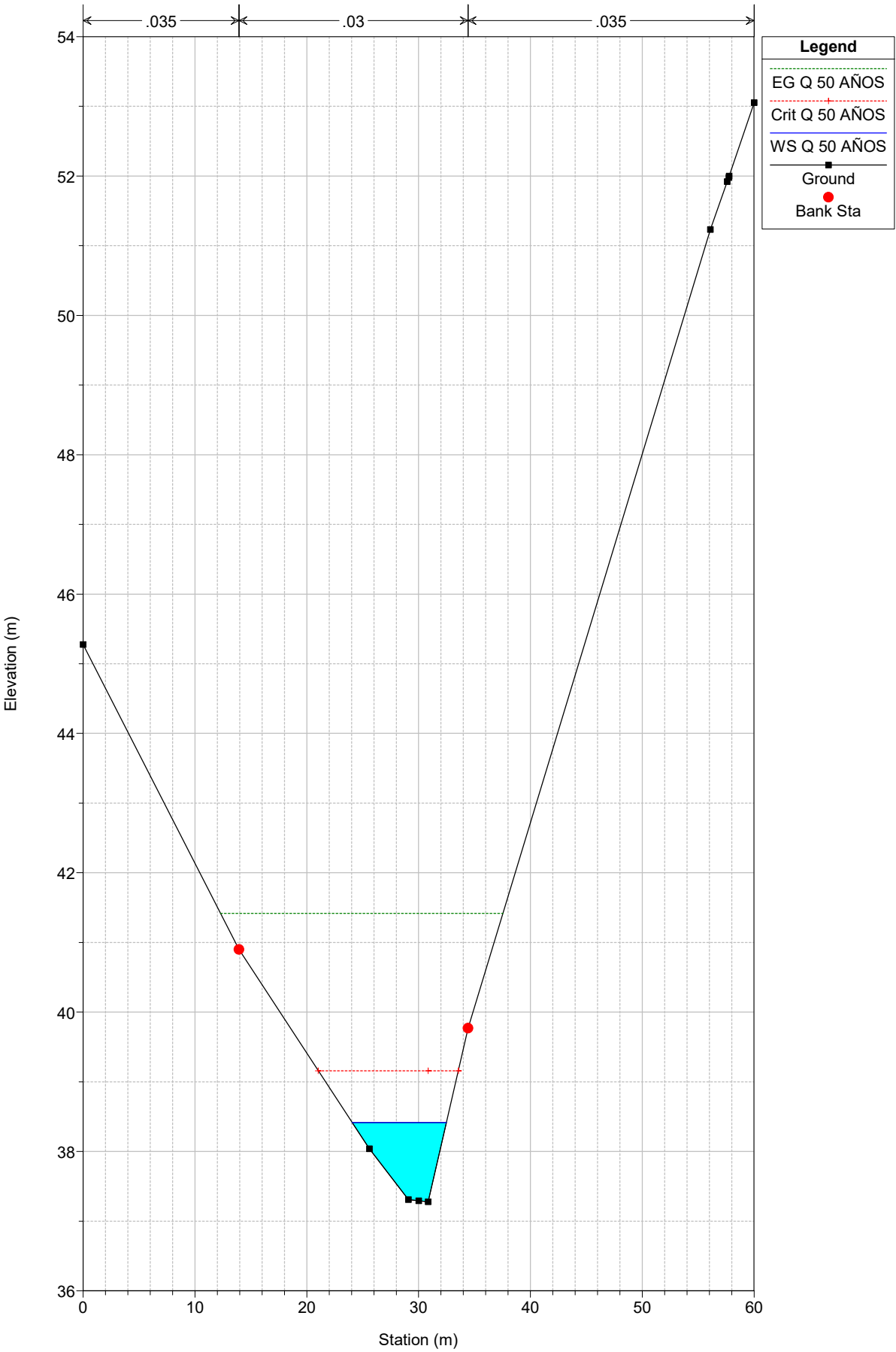
E.G. Elev (m)	43.36	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	2.40	Wt. n-Val.		0.030	
W.S. Elev (m)	40.96	Reach Len. (m)	19.51	19.51	19.51
Crit W.S. (m)	41.56	Flow Area (m2)		6.46	
E.G. Slope (m/m)	0.098427	Area (m2)		6.46	
Q Total (m3/s)	44.34	Flow (m3/s)		44.34	
Top Width (m)	11.89	Top Width (m)		11.89	
Vel Total (m/s)	6.87	Avg. Vel. (m/s)		6.87	
Max Chl Dpth (m)	0.67	Hydr. Depth (m)		0.54	
Conv. Total (m3/s)	141.3	Conv. (m3/s)		141.3	
Length Wtd. (m)	19.51	Wetted Per. (m)		12.14	
Min Ch El (m)	40.29	Shear (N/m2)		513.39	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	2872.67	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.36	Cum Volume (1000 m3)		0.12	
C & E Loss (m)	0.19	Cum SA (1000 m2)		0.20	

Plan: PLAN MIXTO QUEBRADA EJE QUEBRADA RS: 0.49 Profile: Q 50 AÑOS

E.G. Elev (m)	41.42	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	3.00	Wt. n-Val.		0.030	
W.S. Elev (m)	38.41	Reach Len. (m)			
Crit W.S. (m)	39.16	Flow Area (m2)		5.77	
E.G. Slope (m/m)	0.094495	Area (m2)		5.77	
Q Total (m3/s)	44.34	Flow (m3/s)		44.34	
Top Width (m)	8.42	Top Width (m)		8.42	
Vel Total (m/s)	7.68	Avg. Vel. (m/s)		7.68	
Max Chl Dpth (m)	1.14	Hydr. Depth (m)		0.69	
Conv. Total (m3/s)	144.2	Conv. (m3/s)		144.2	
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)		8.90	
Min Ch El (m)	37.28	Shear (N/m2)		601.28	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	2872.67	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	1.88	Cum Volume (1000 m3)			
C & E Loss (m)	0.06	Cum SA (1000 m2)			

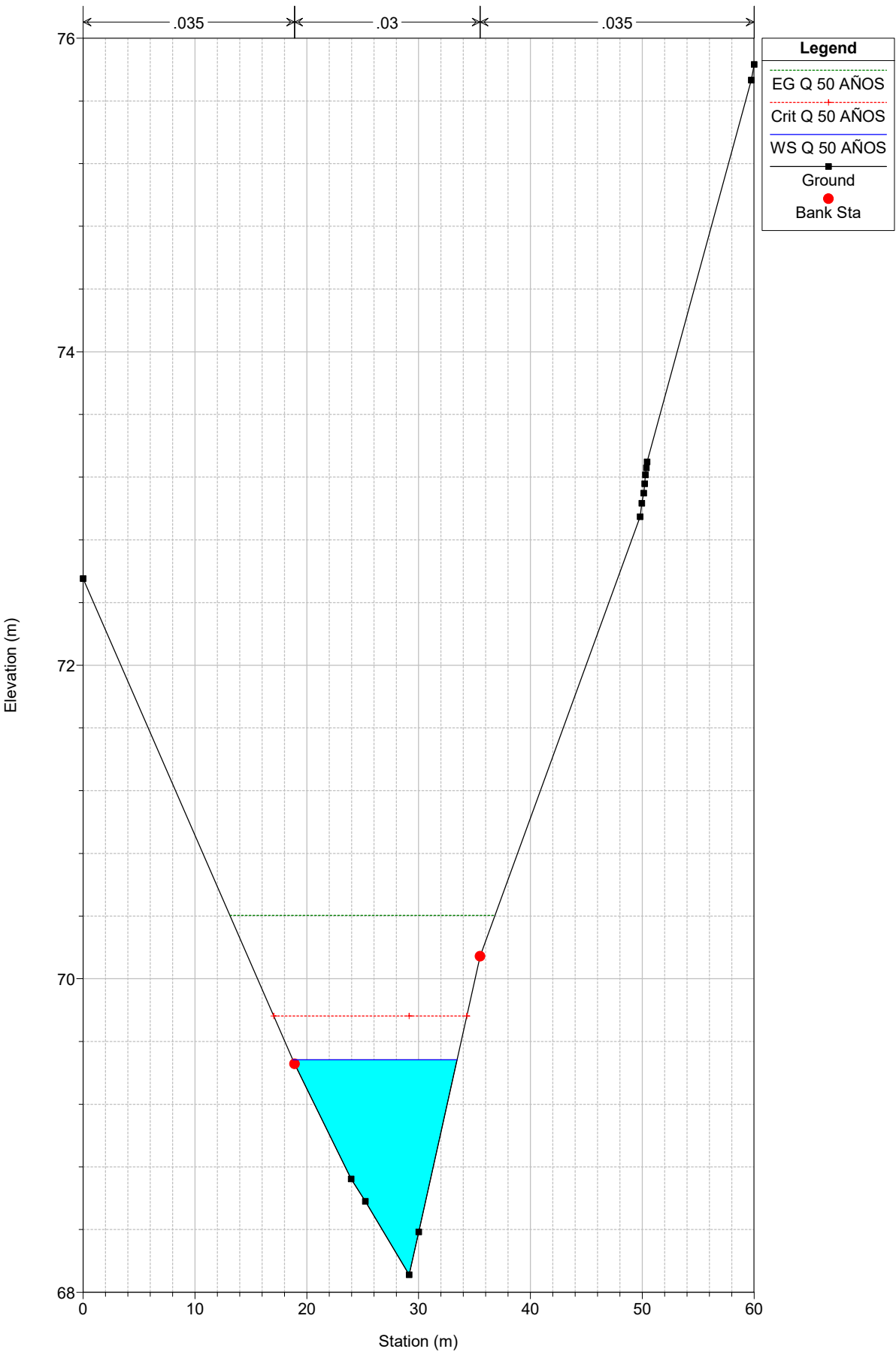
SIMULACION QUEBRADA BURUNGA Plan: PLAN MIXTO 03/19/2020

RS = 0.49



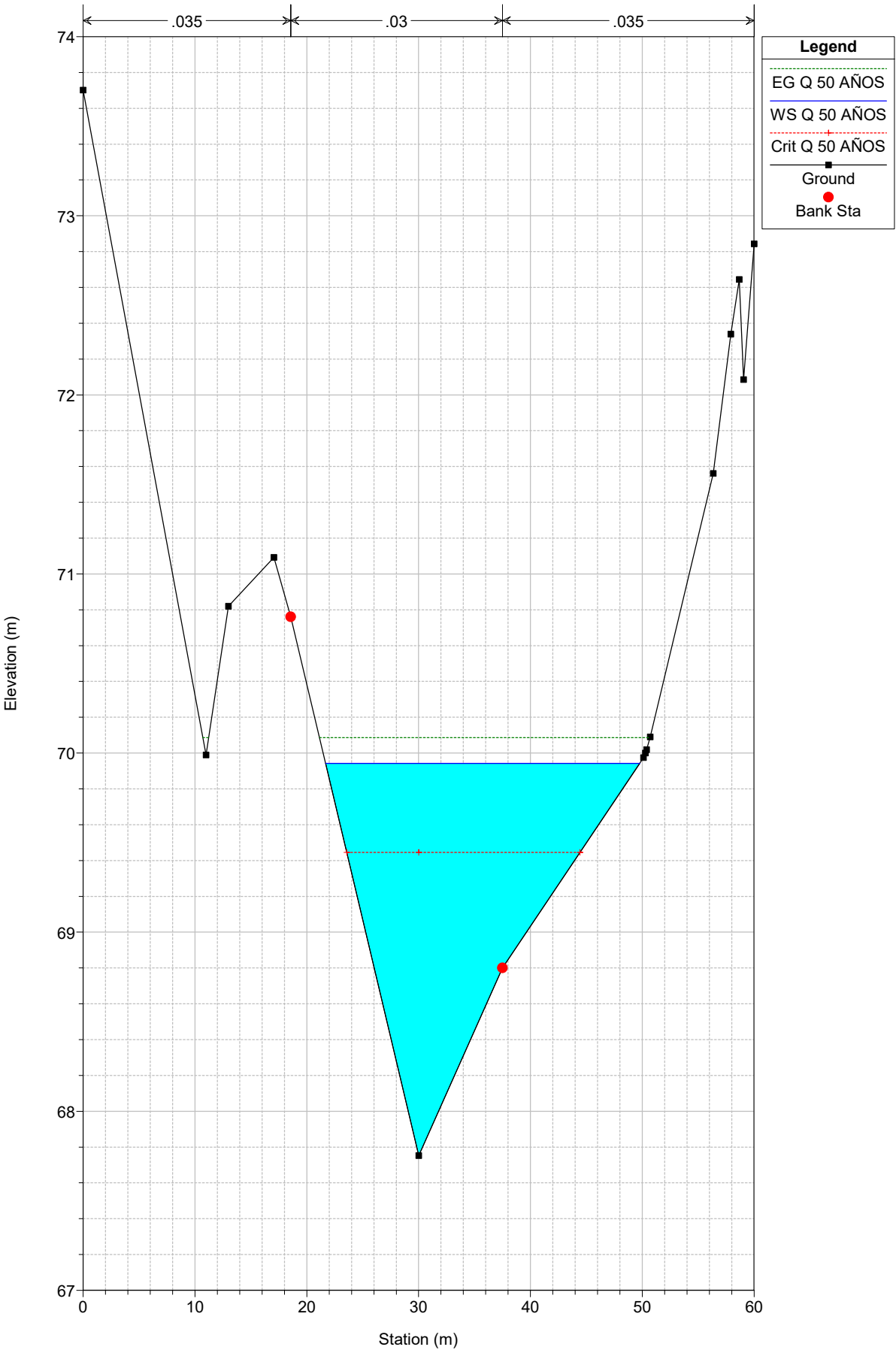
SIMULACION QUEBRADA BURUNGA Plan: PLAN MIXTO 03/19/2020

RS = 393.94



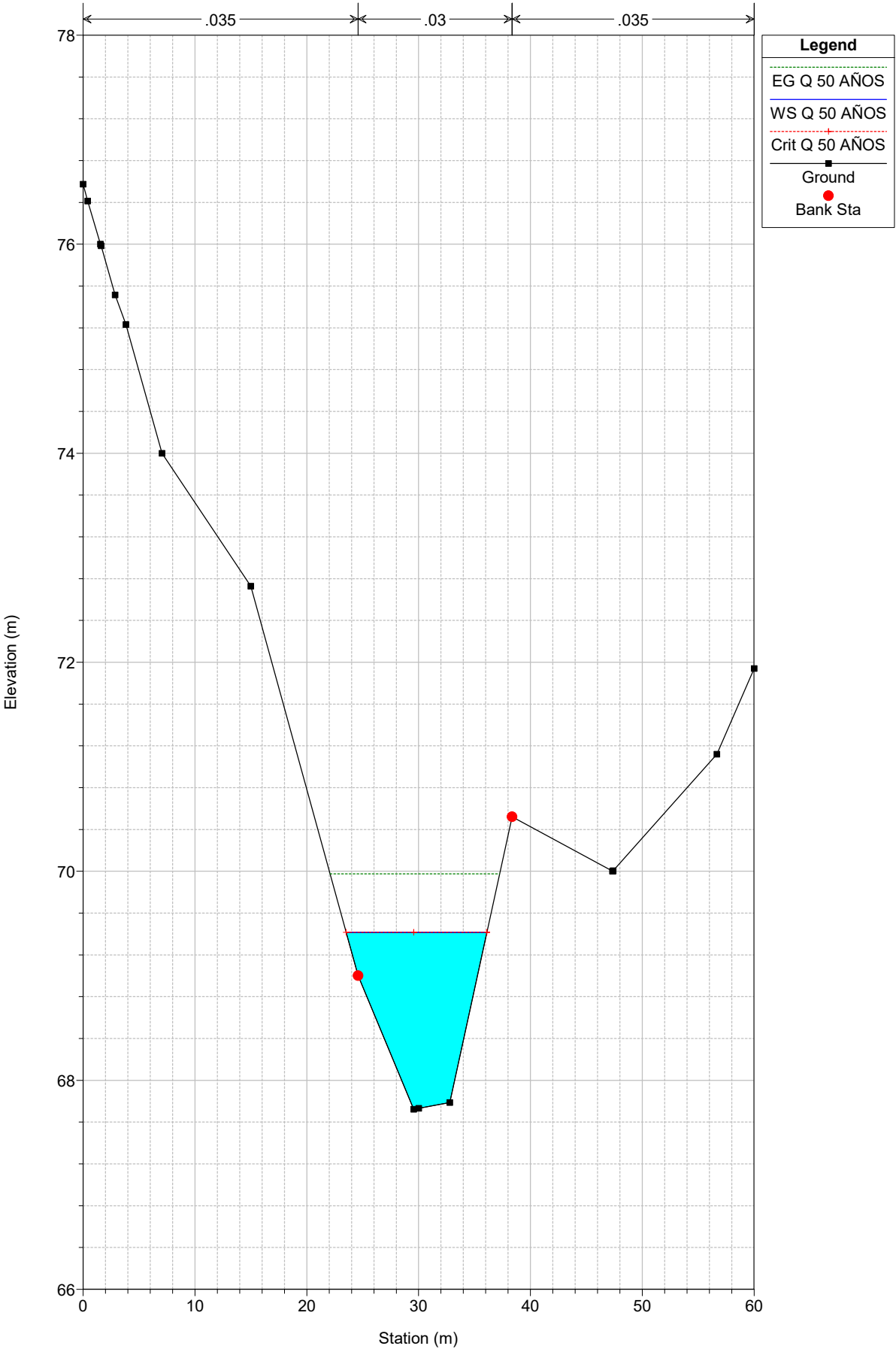
SIMULACION QUEBRADA BURUNGA Plan: PLAN MIXTO 03/19/2020

RS = 380



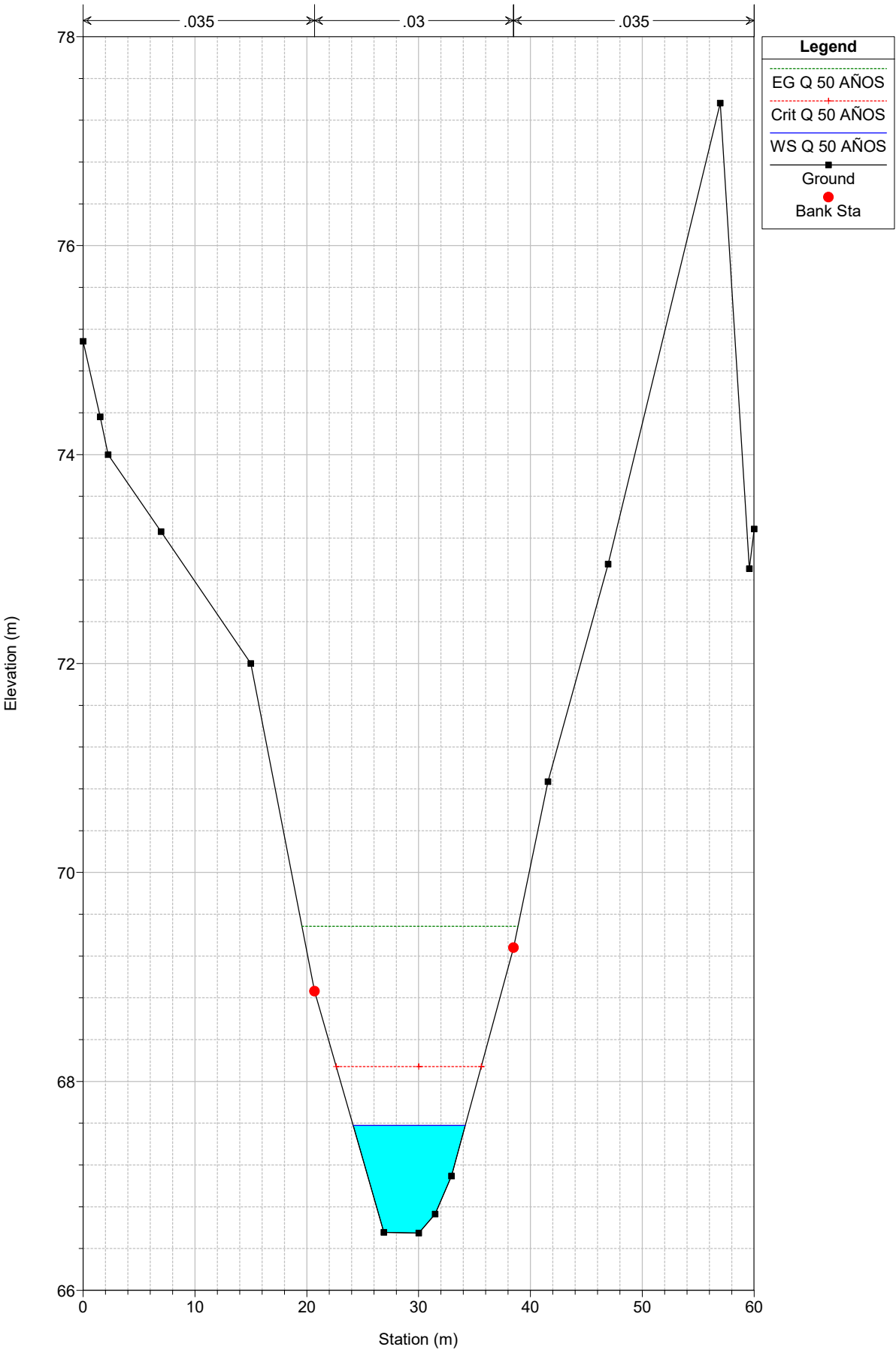
SIMULACION QUEBRADA BURUNGA Plan: PLAN MIXTO 03/19/2020

RS = 360



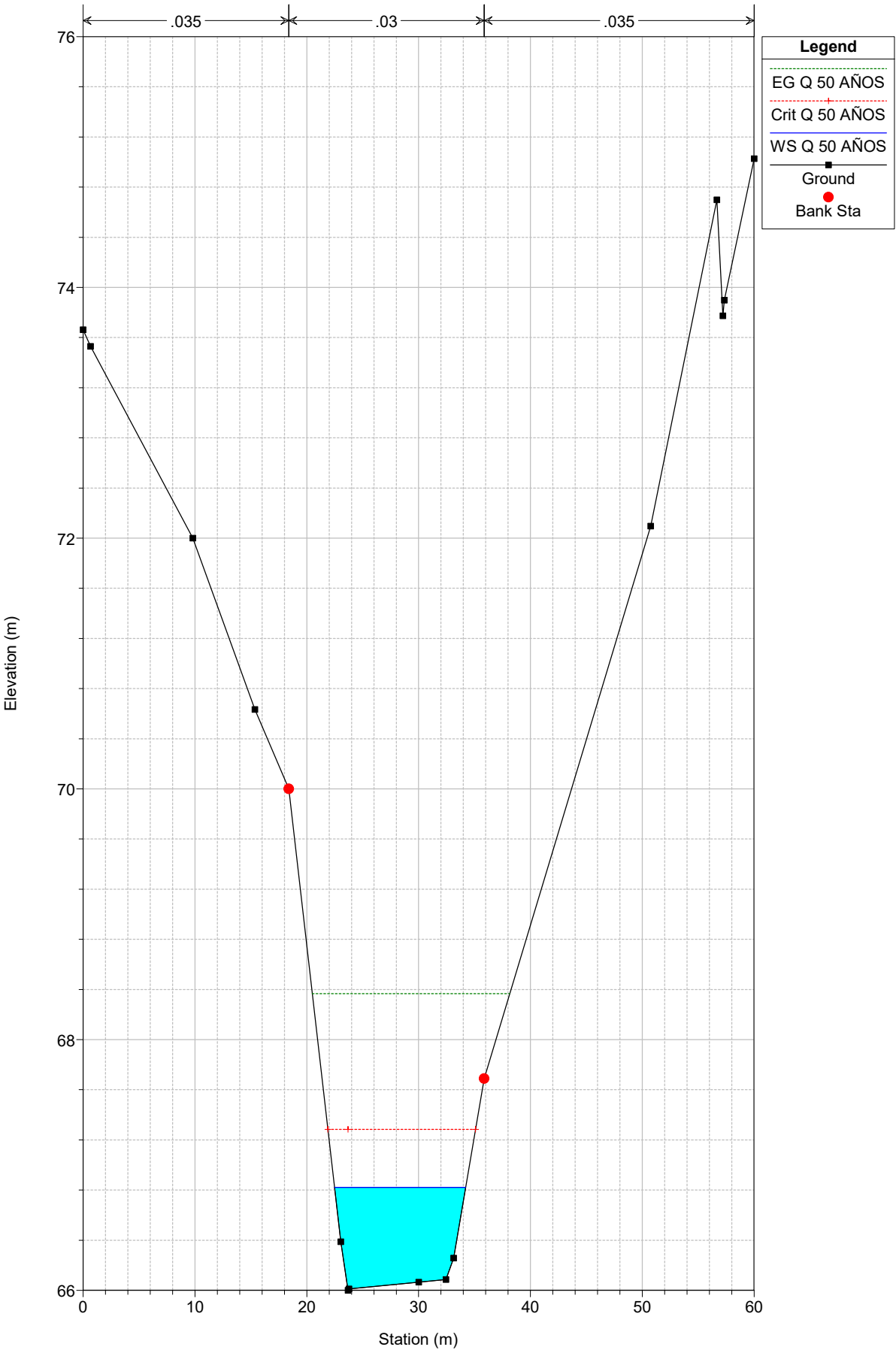
SIMULACION QUEBRADA BURUNGA Plan: PLAN MIXTO 03/19/2020

RS = 340



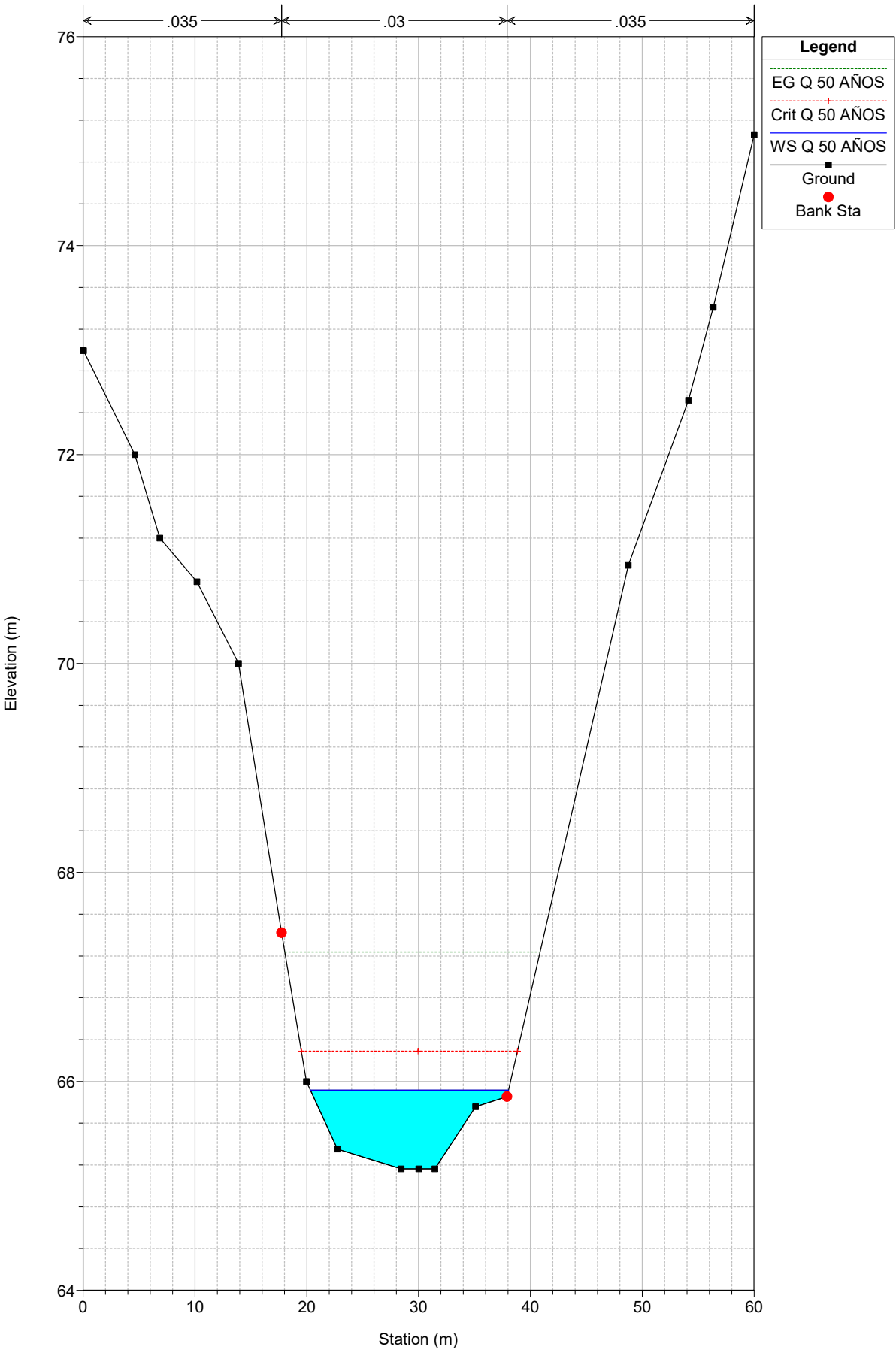
SIMULACION QUEBRADA BURUNGA Plan: PLAN MIXTO 03/19/2020

RS = 320



SIMULACION QUEBRADA BURUNGA Plan: PLAN MIXTO 03/19/2020

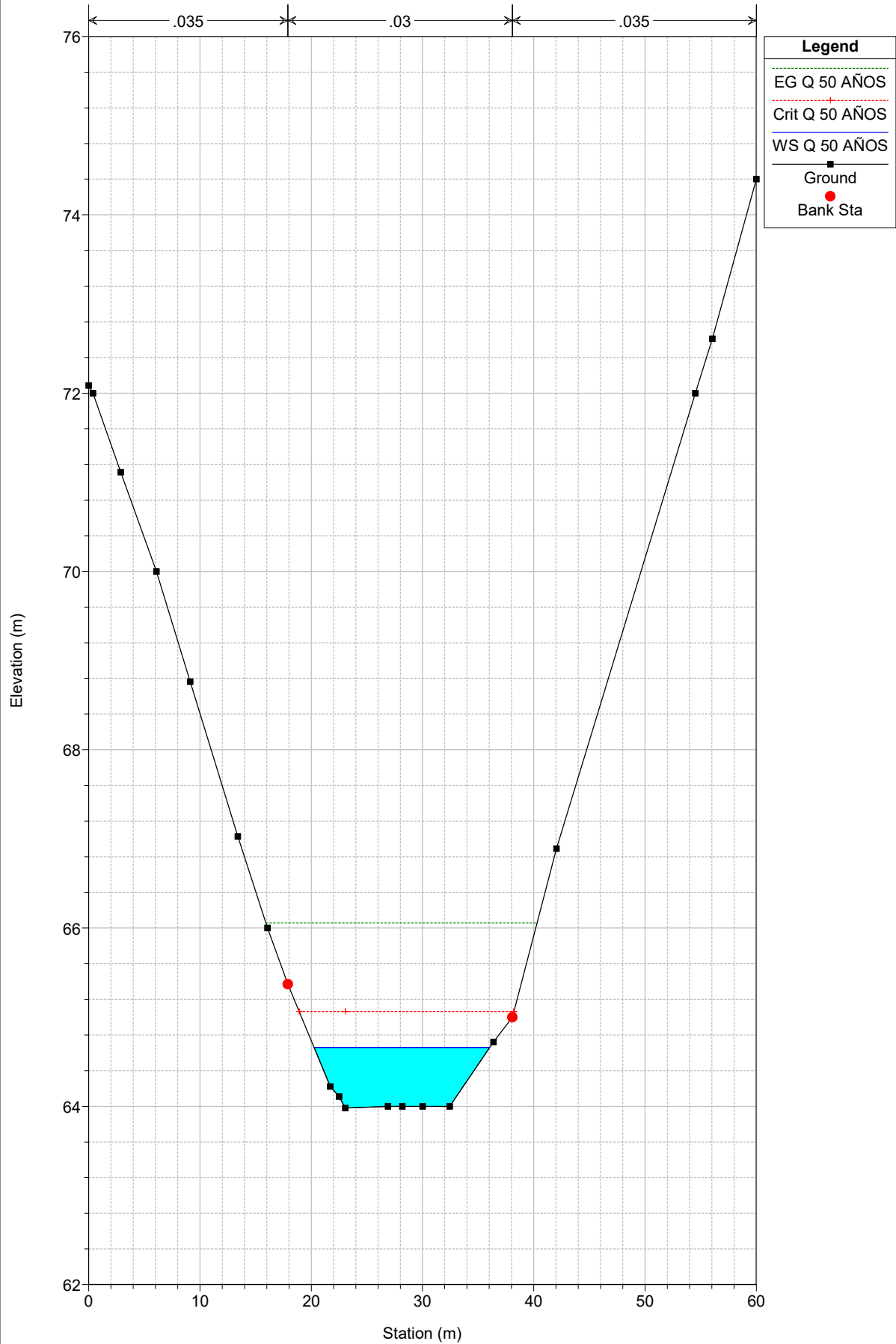
RS = 300



SIMULACION QUEBRADA BURUNGA

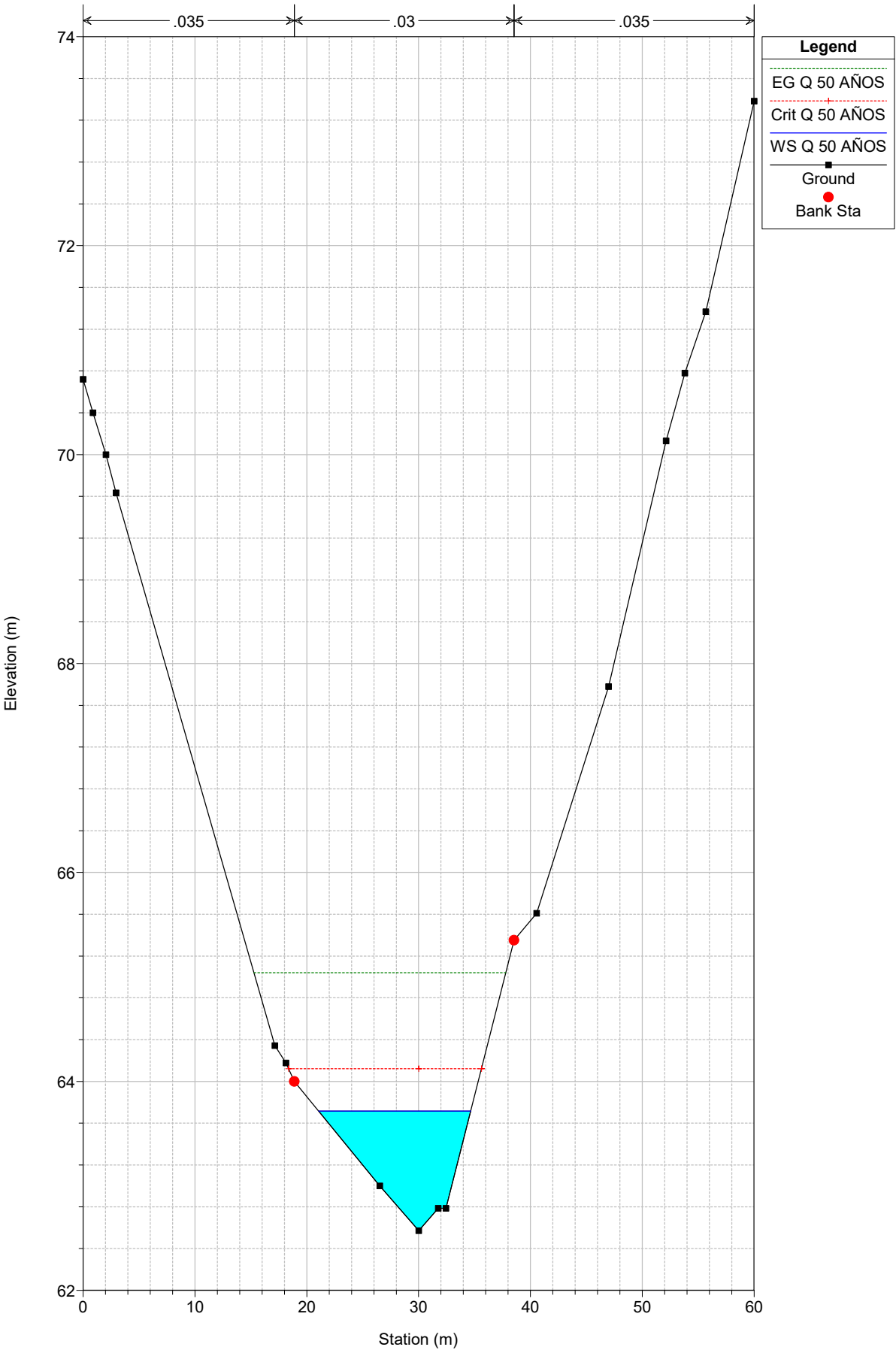
Plan: PLAN MIXTO 03/19/2020

RS = 280



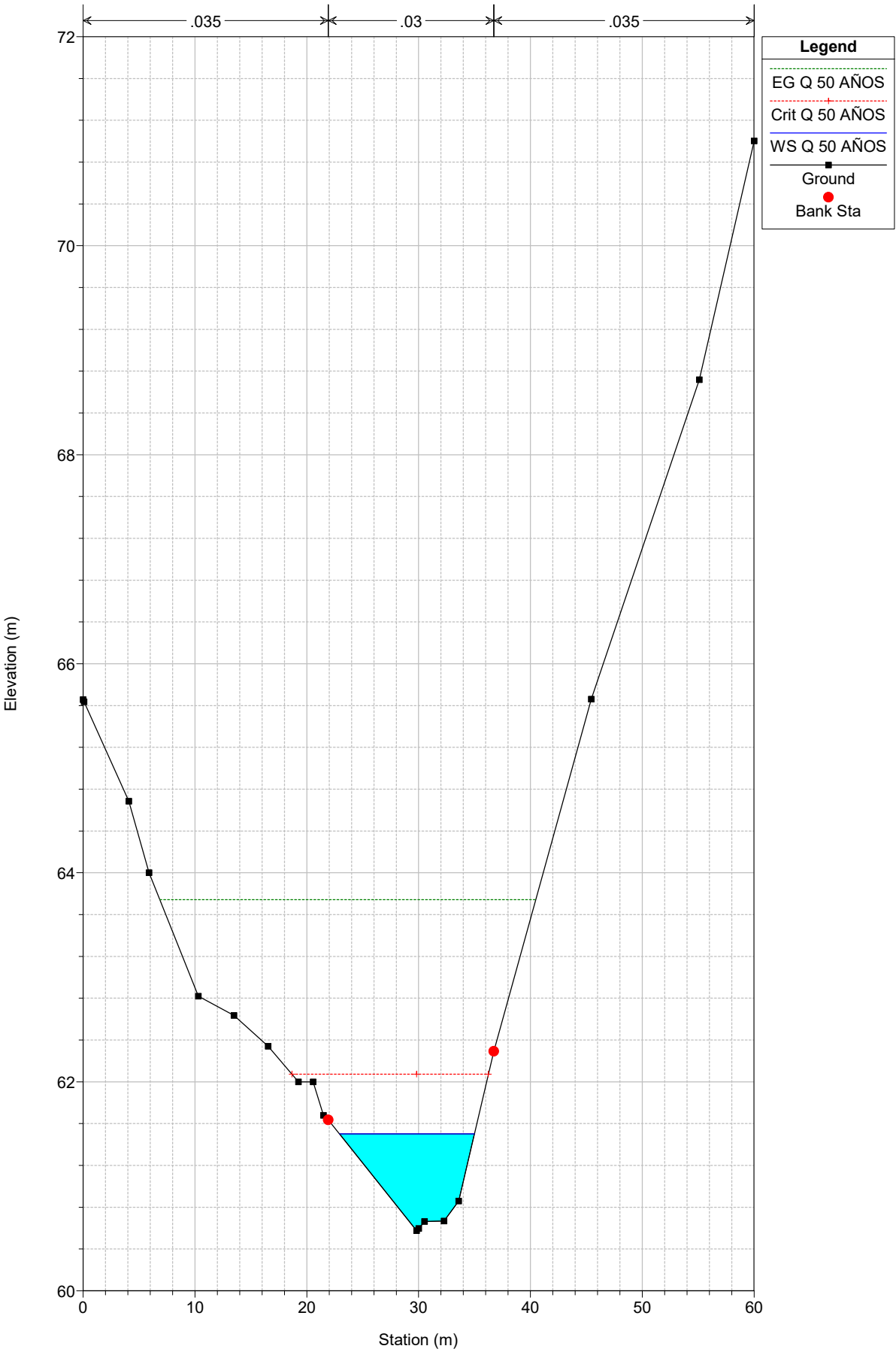
SIMULACION QUEBRADA BURUNGA Plan: PLAN MIXTO 03/19/2020

RS = 260



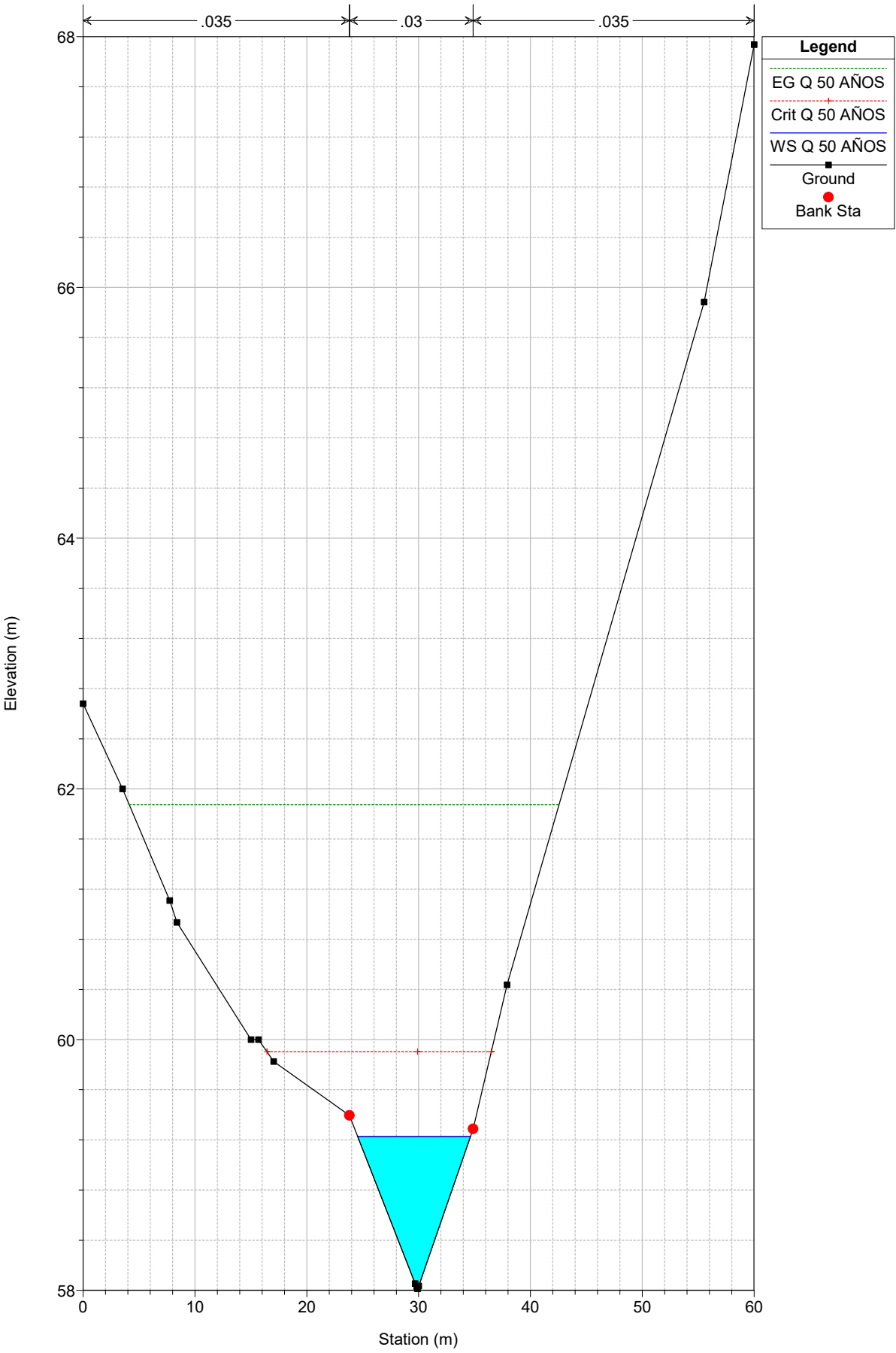
SIMULACION QUEBRADA BURUNGA Plan: PLAN MIXTO 03/19/2020

RS = 240



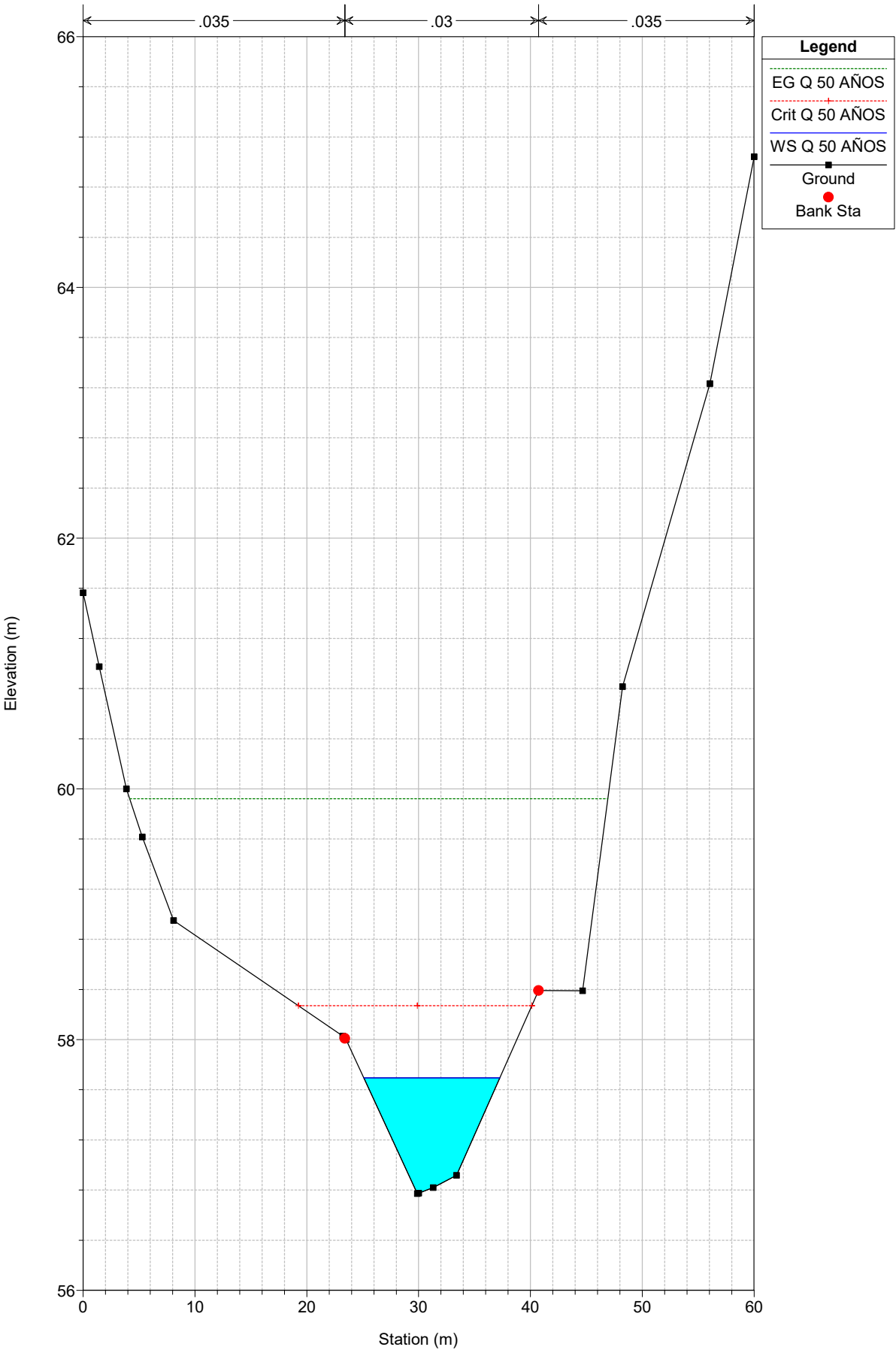
SIMULACION QUEBRADA BURUNGA Plan: PLAN MIXTO 03/19/2020

RS = 220



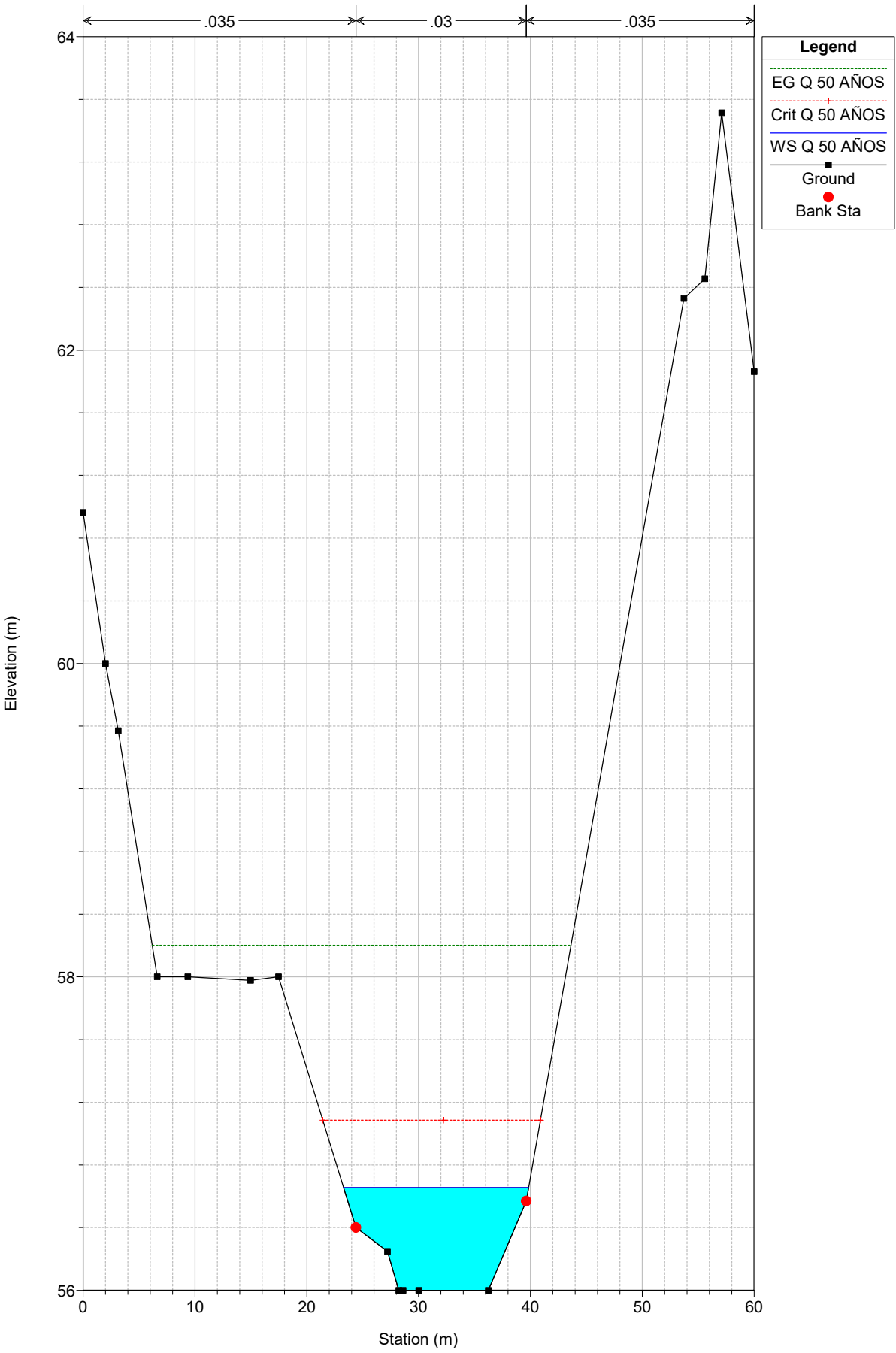
SIMULACION QUEBRADA BURUNGA Plan: PLAN MIXTO 03/19/2020

RS = 200



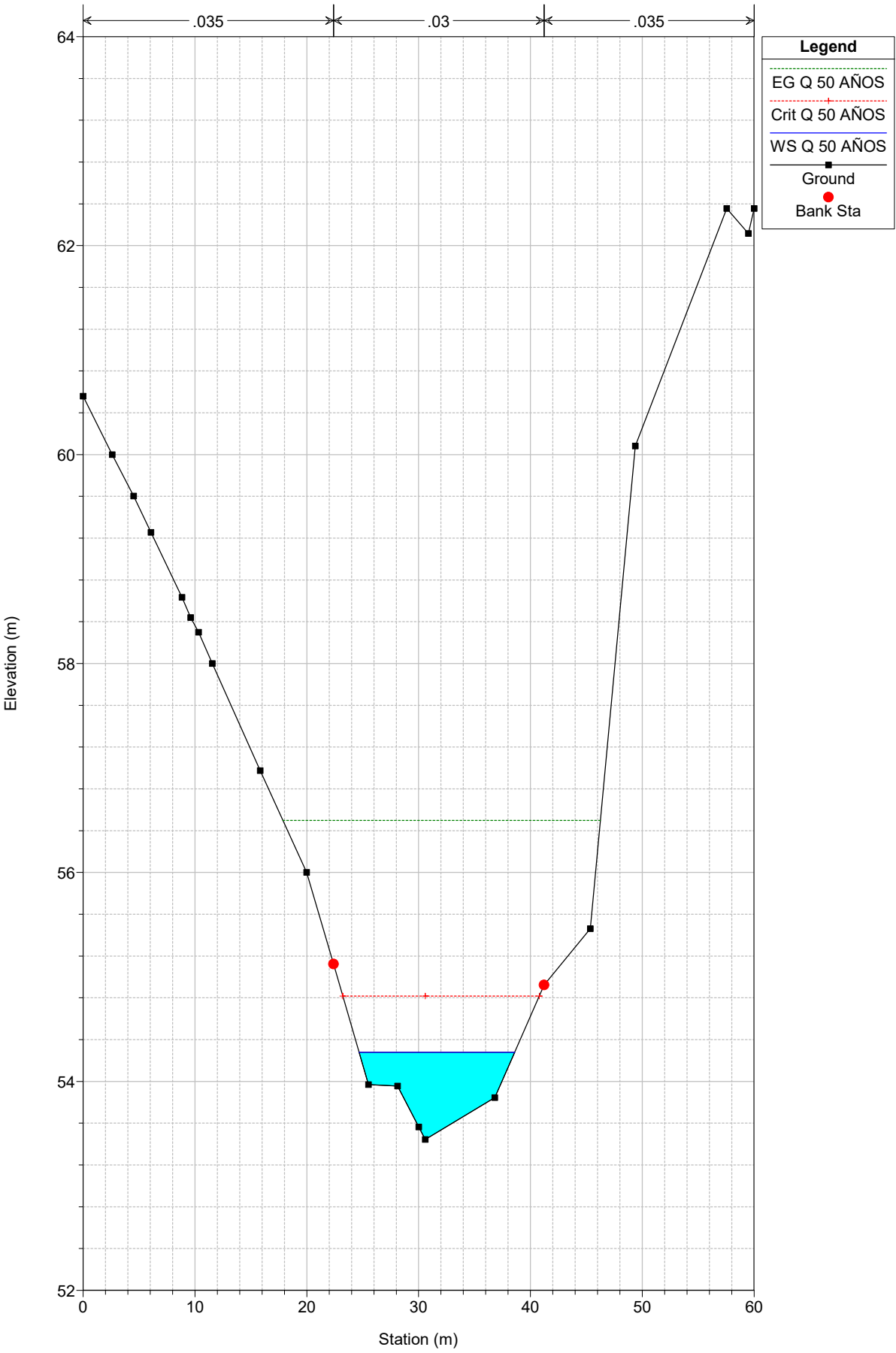
SIMULACION QUEBRADA BURUNGA Plan: PLAN MIXTO 03/19/2020

RS = 180



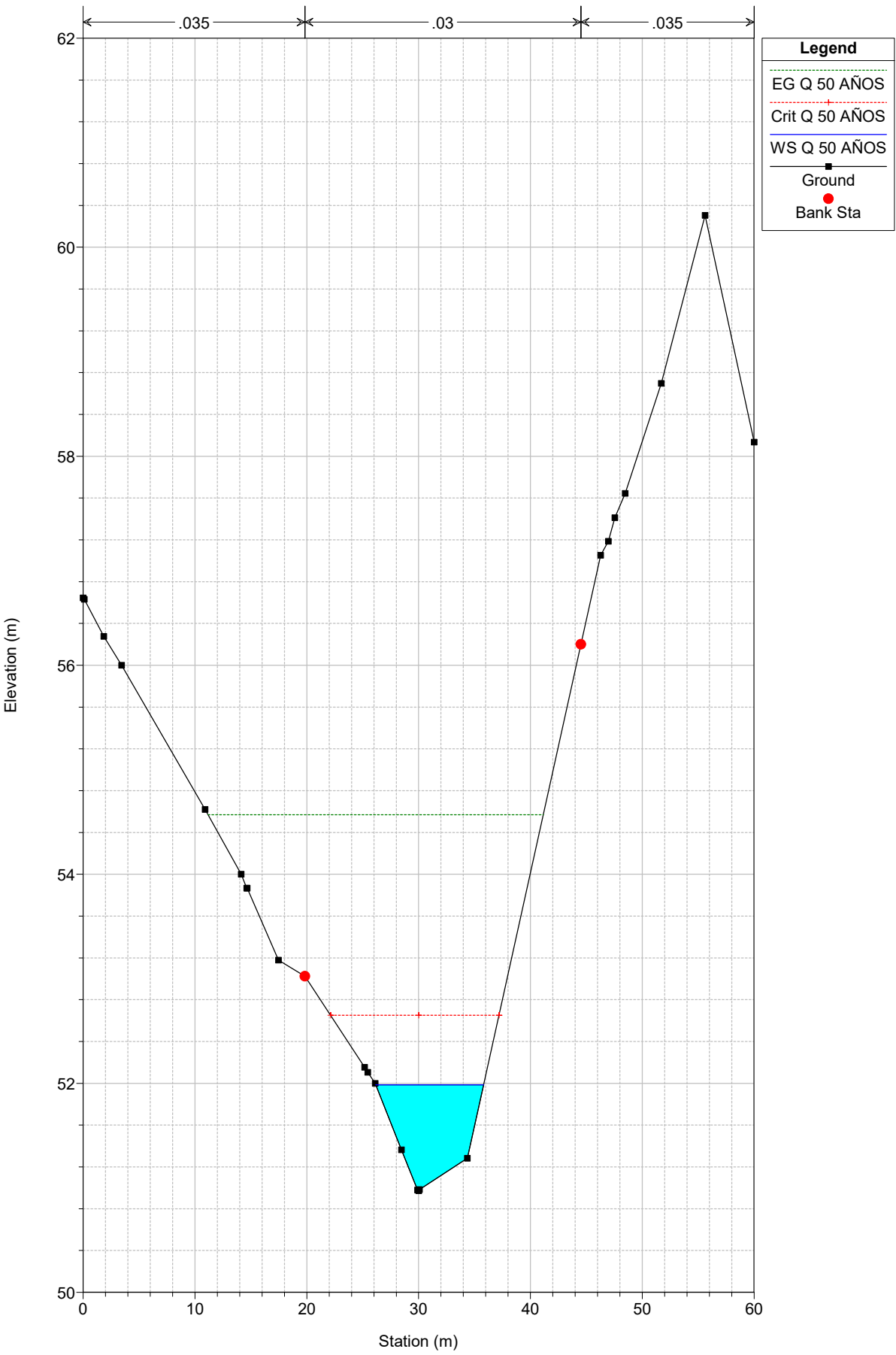
SIMULACION QUEBRADA BURUNGA Plan: PLAN MIXTO 03/19/2020

RS = 160



SIMULACION QUEBRADA BURUNGA Plan: PLAN MIXTO 03/19/2020

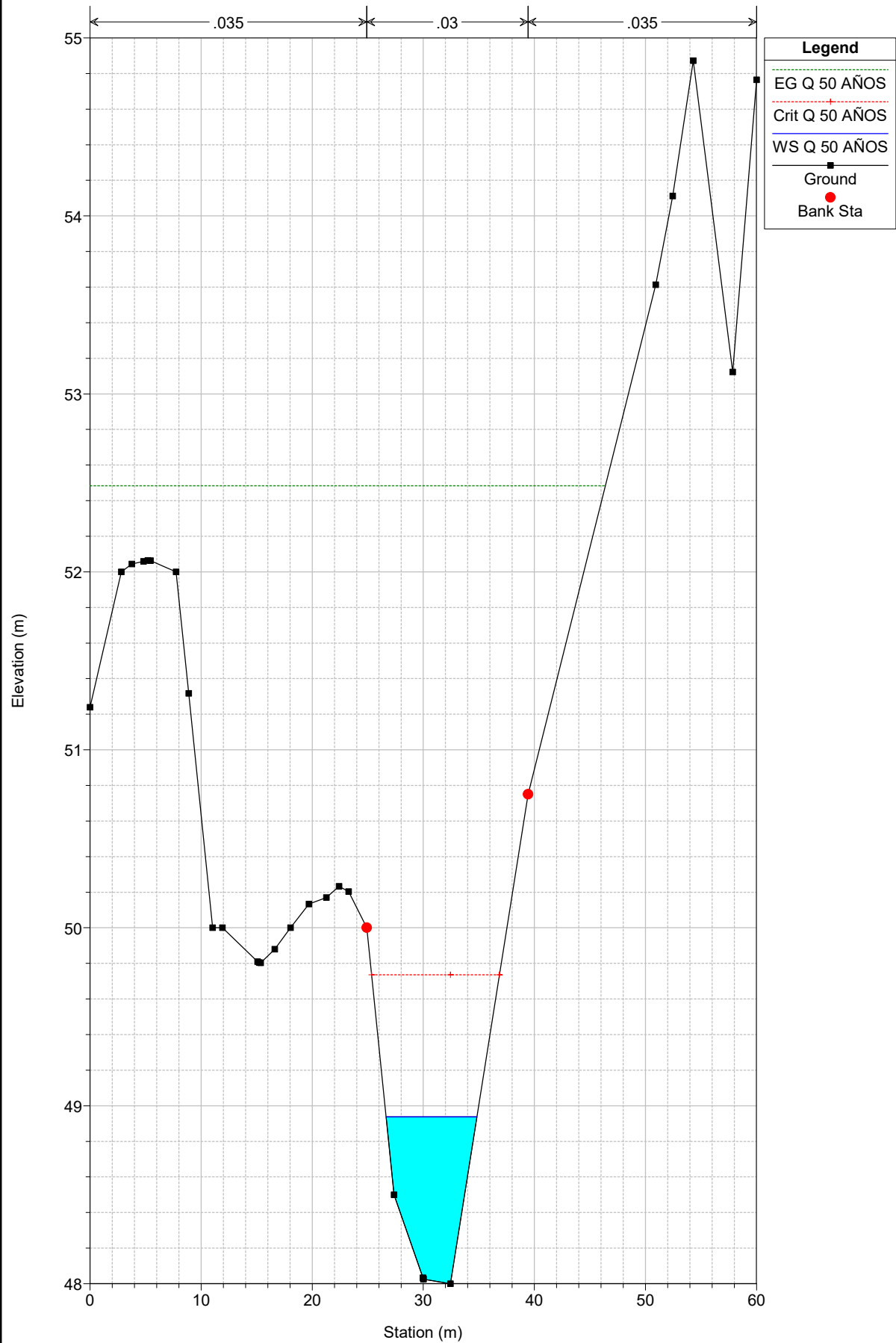
RS = 140



SIMULACION QUEBRADA BURUNGA

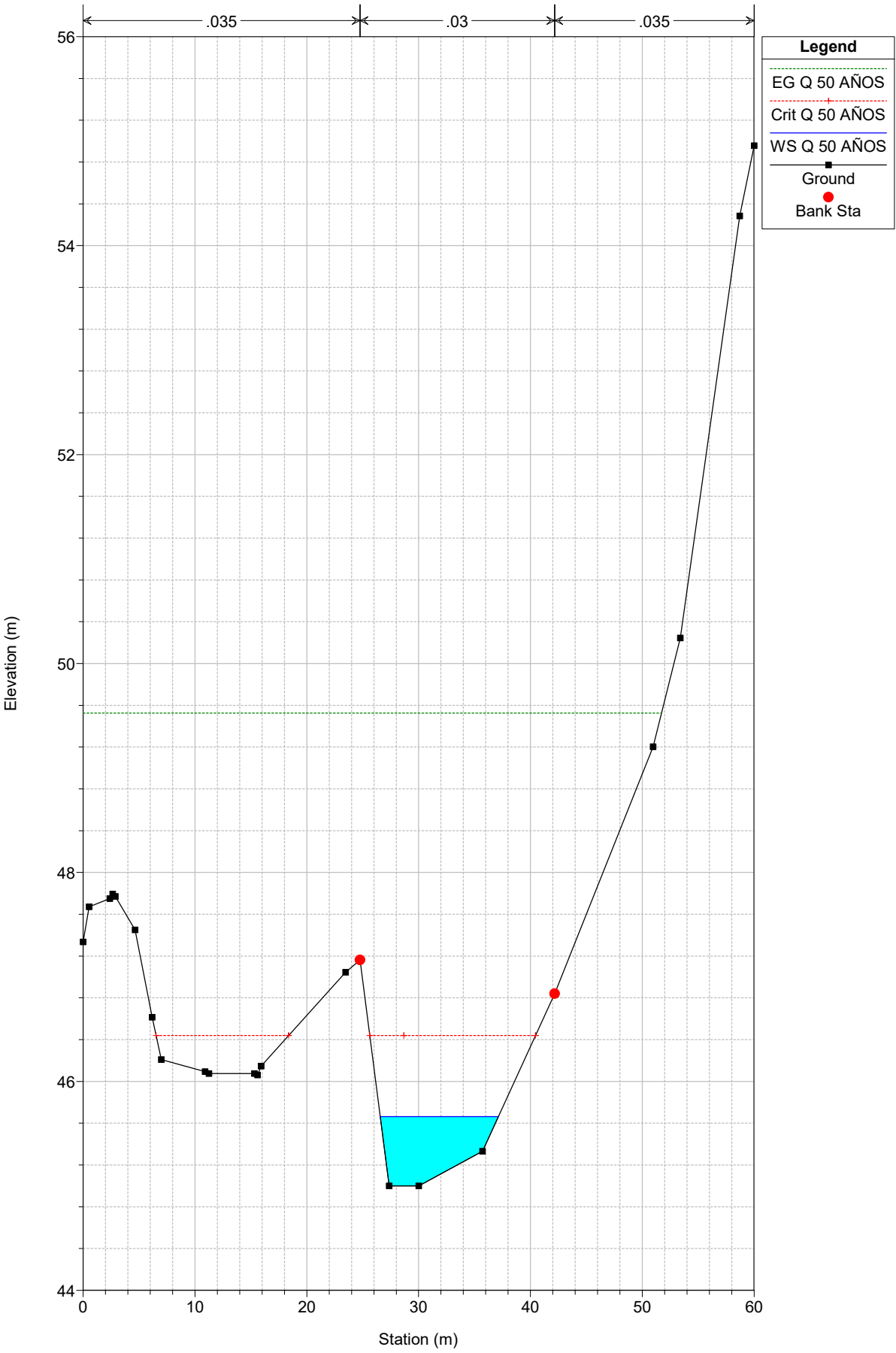
Plan: PLAN MIXTO 03/19/2020

RS = 120



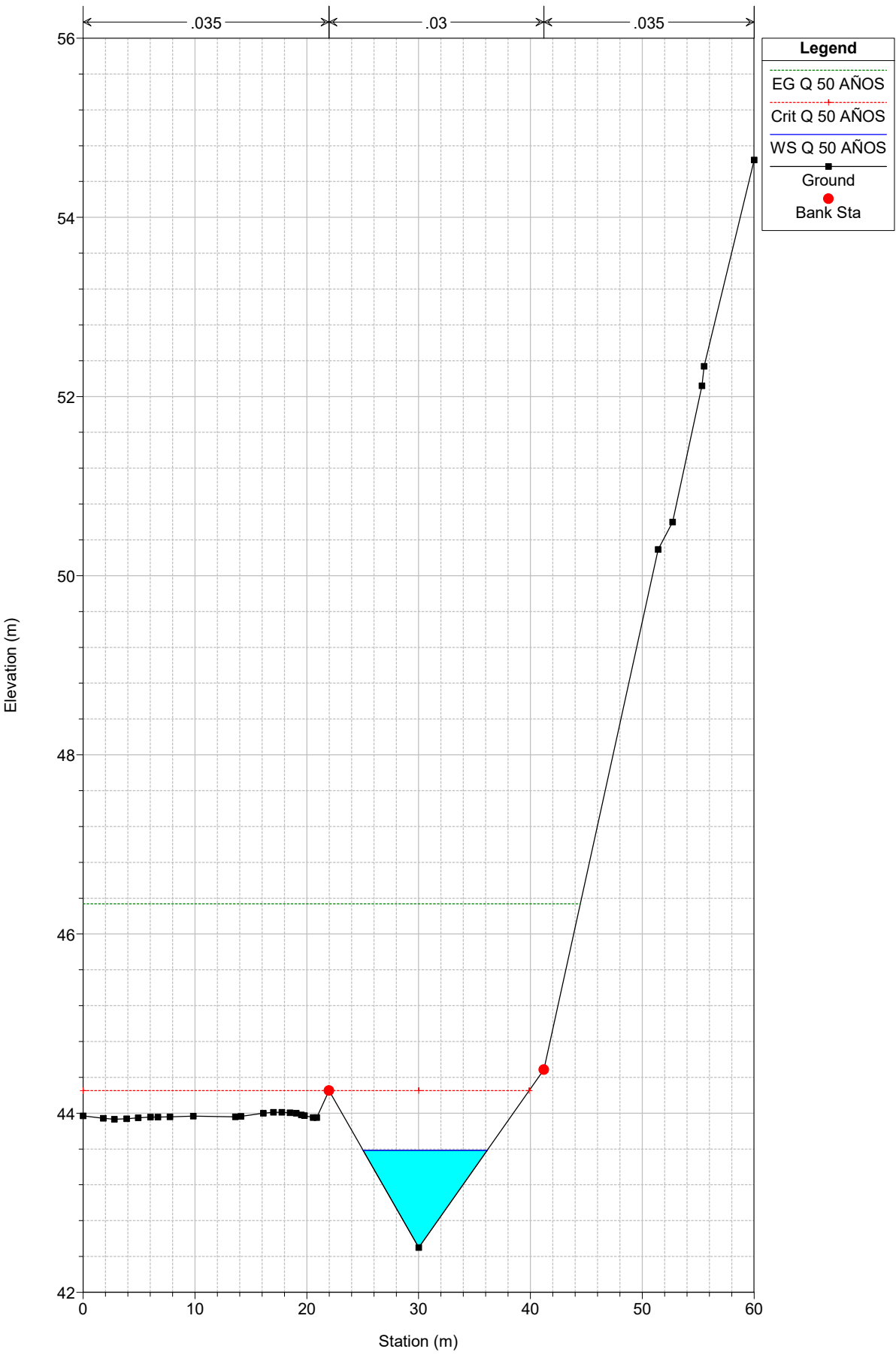
SIMULACION QUEBRADA BURUNGA Plan: PLAN MIXTO 03/19/2020

RS = 100



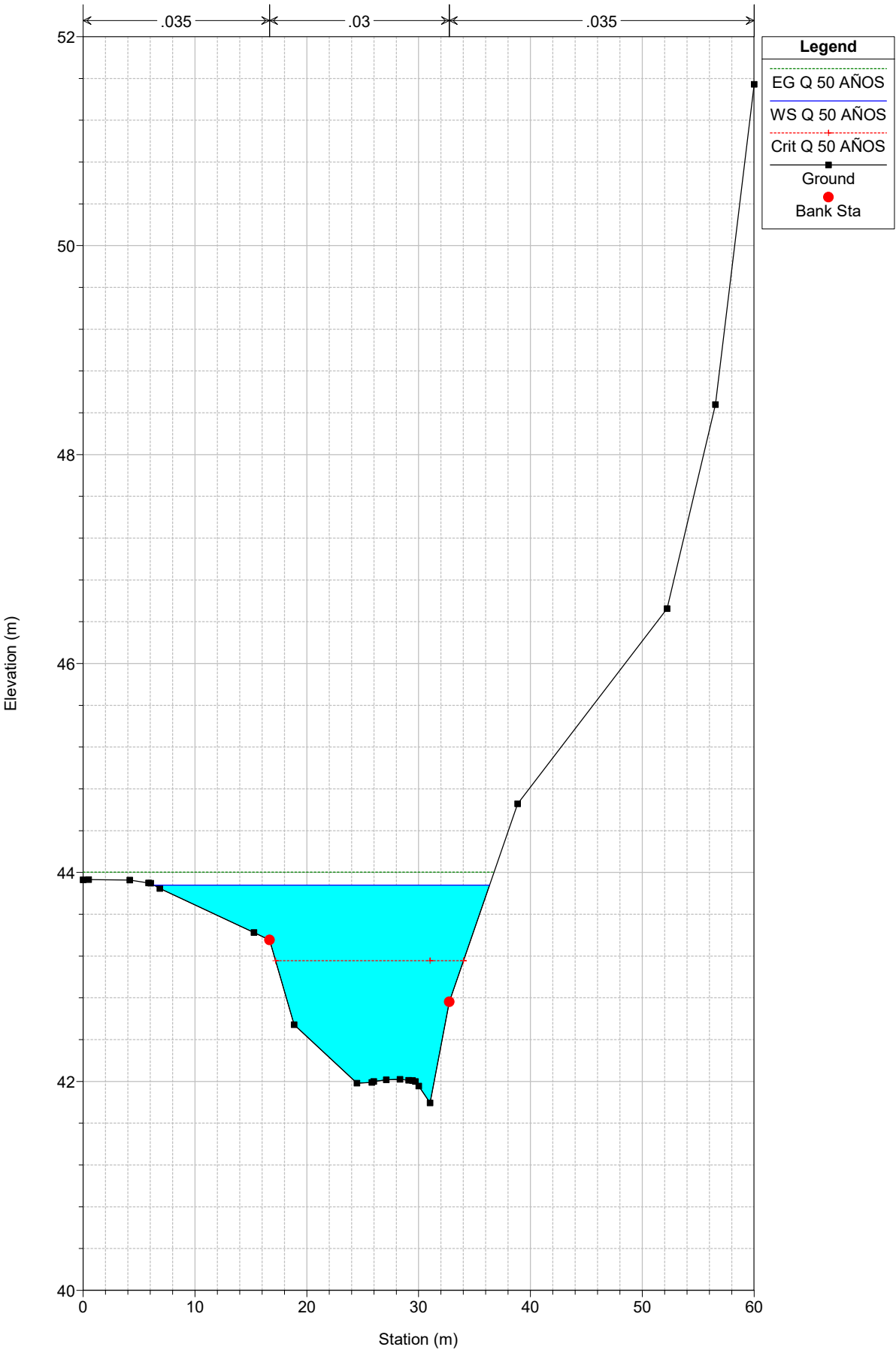
SIMULACION QUEBRADA BURUNGA Plan: PLAN MIXTO 03/19/2020

RS = 80



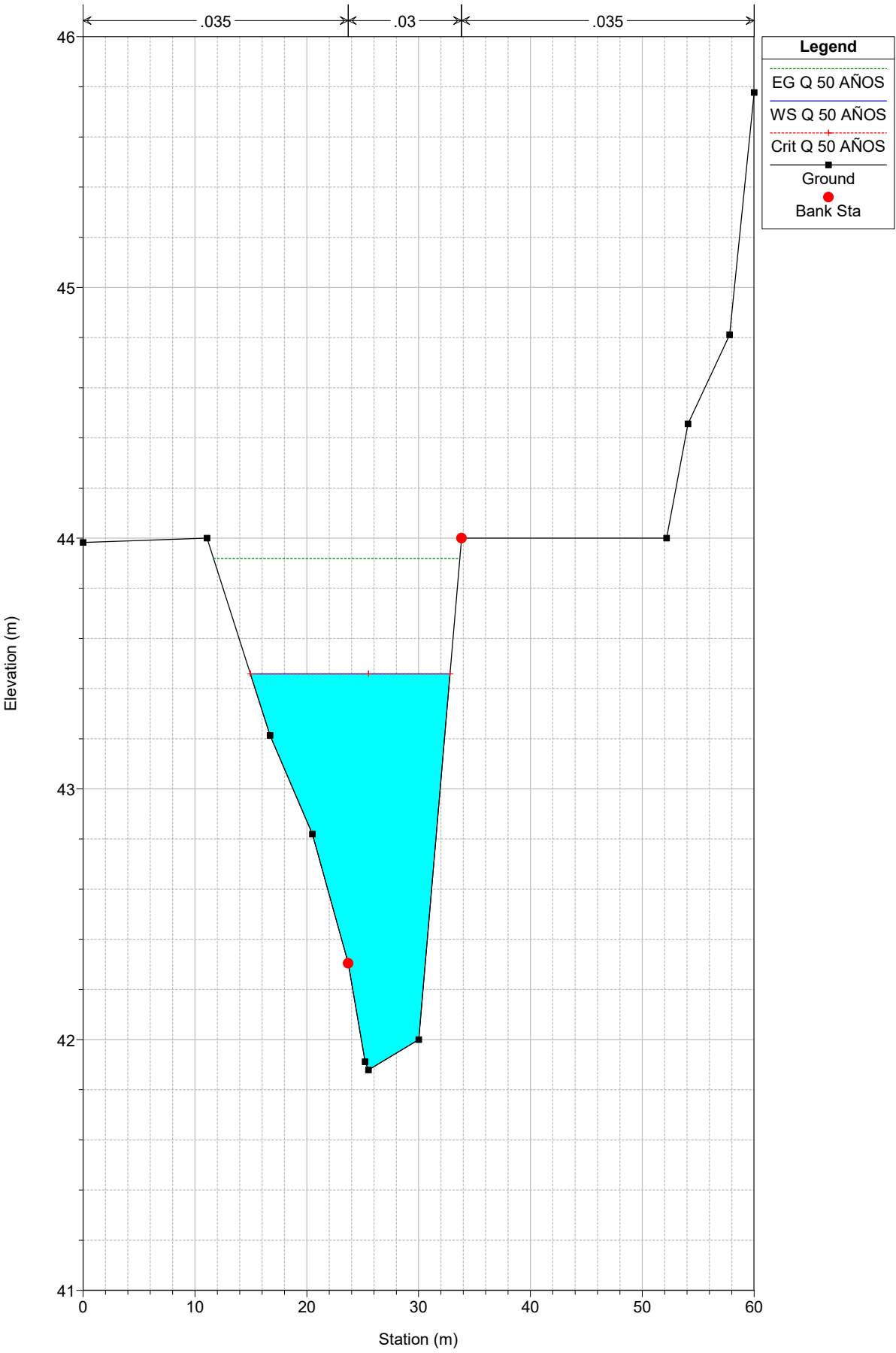
SIMULACION QUEBRADA BURUNGA Plan: PLAN MIXTO 03/19/2020

RS = 60



SIMULACION QUEBRADA BURUNGA Plan: PLAN MIXTO 03/19/2020

RS = 40



SIMULACION QUEBRADA BURUNGA

Plan: PLAN MIXTO 03/19/2020

RS = 20

