

ESTUDIO INUNDABILIDAD DE LOS CAUCES AFECTADOS POR LAS OBRAS PREVISTAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN MATADERO. TÉRMINO MUNICIPAL DE ZAFRA (BADAJOZ)



PROMOTOR:

**COMPLEJO DEL IBÉRIDO DE
EXTREMADURA, S.L.**

FECHA:

JUNIO 2019

AUTOR DEL PROYECTO:

ÁNGEL R. OLLERO PLATA (I.T.O.P.)

C/ Picos de Europa 9, Bajo
Urbanización "El Vivero"
10005, Cáceres. Extremadura
Tel 927 23 81 92
email. etm@etm-ingenieria.com
www.etm-ingenieria.com



MEMORIA

ÍNDICE

1	DATOS DEL PROMOTOR	3
2	OBJETO DEL DOCUMENTO	3
3	LEGISLACIÓN APLICABLE.....	3
4	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO DE LA ZONA DE ESTUDIO	4
5	DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.....	6
6	ESTUDIO DEL ENTORNO	7
6.1	OROGRAFÍA.....	7
6.2	CLIMATOLOGÍA.....	8
6.3	GEOLOGÍA.....	9
6.4	USOS DE SUELO	12
6.5	HIDROGRAFÍA.....	12
7	ESTUDIO HIDROLÓGICO	13
7.1	INTRODUCCIÓN.....	13
7.2	CARTOGRAFÍA EMPLEADA.....	13
7.3	METODOLOGÍA Y PERÍODOS DE RETORNO	13
7.4	CÁLCULO DE CAUDALES DE AVENIDA	14
7.5	RESULTADOS OBTENIDOS	18
8	ESTUDIO HIDRÁULICO	21
8.1	INTRODUCCIÓN.....	21
8.2	METODOLOGÍA.....	21
8.3	RESULTADOS DEL CÁLCULO.....	23
8.3.1	RESULTADOS ANALÍTICOS DE LA MODELIZACIÓN CAUCE 1.....	24
8.3.2	RESULTADOS GRÁFICOS DE LA MODELIZACIÓN CAUCE 1.....	25

8.3.3	RESULTADOS ANALÍTICOS DE LA MODELIZACIÓN CAUCE 2.	26
8.3.4	RESULTADOS GRAFICOS DE LA MODELIZACIÓN CAUCE 2.....	27
8.3.5	RESULTADOS ANALÍTICOS DE LA MODELIZACIÓN CAUCE 3.	28
8.3.6	RESULTADOS GRAFICOS DE LA MODELIZACIÓN CAUCE 3.....	29
9	CONCLUSIONES.	30
10	ANEXO I. RESULTADOS GRÁFICOS HEC RAS.....	31

1 DATOS DEL PROMOTOR

Nombre: COMPLEJO DEL IBÉRIDO DE EXTREMADURA, S.L.
CIF: B06731723
Dirección: AVDA. ANTONIO CHACÓN 19, 1ºB. 06300 – ZAFRA (BADAJOZ)

2 OBJETO DEL DOCUMENTO

El presente estudio de inundabilidad tiene como objetivo analizar el cauce de dos arroyos tributarios de la Rivera de Alconera a su paso por la parcela 54 del polígono 12 en el término municipal de Zafra, provincia de Badajoz, para determinar la afección que pudiese ocasionarse como consecuencia de las futuras obras previstas en esa parcela.

Para ello y conocida la implantación de las obras dentro de la parcela, se procede a determinar las zonas de inundación de los cauces existentes en el entorno, analizando los siguientes escenarios:

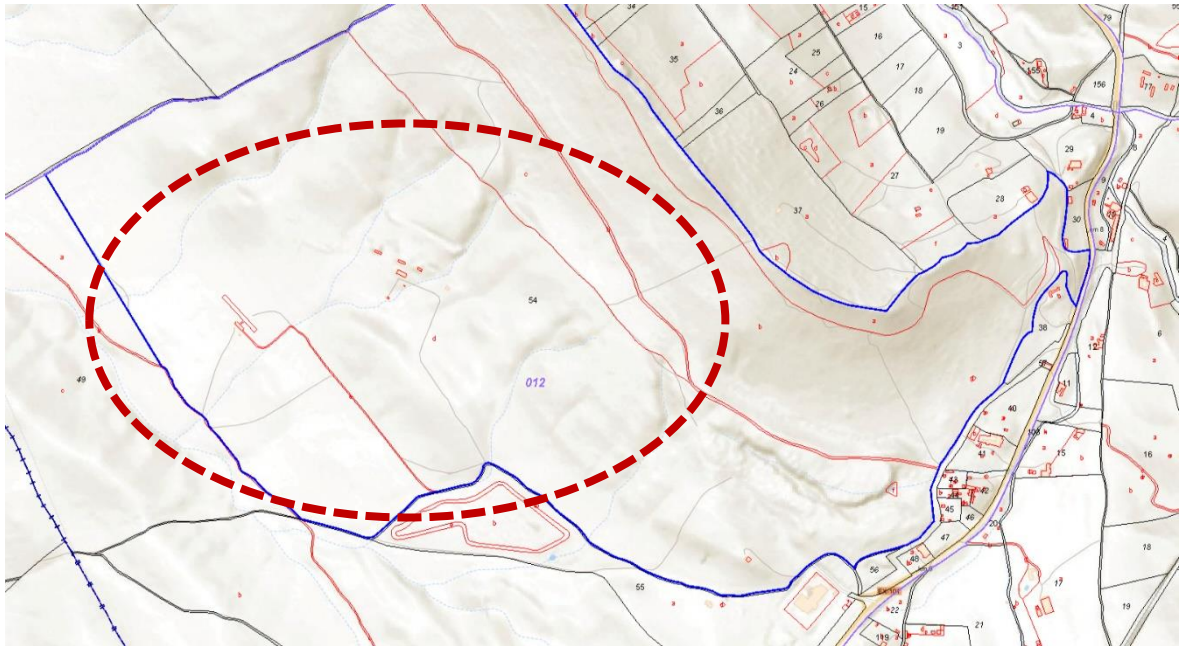
- Avenida correspondiente al período de retorno de 100 años.
- Avenida correspondiente al período de retorno de 500 años.
- Zona de Flujo Preferente = Zona de Inundabilidad Peligrosa + Vía de intenso desagüe.

3 LEGISLACIÓN APLICABLE

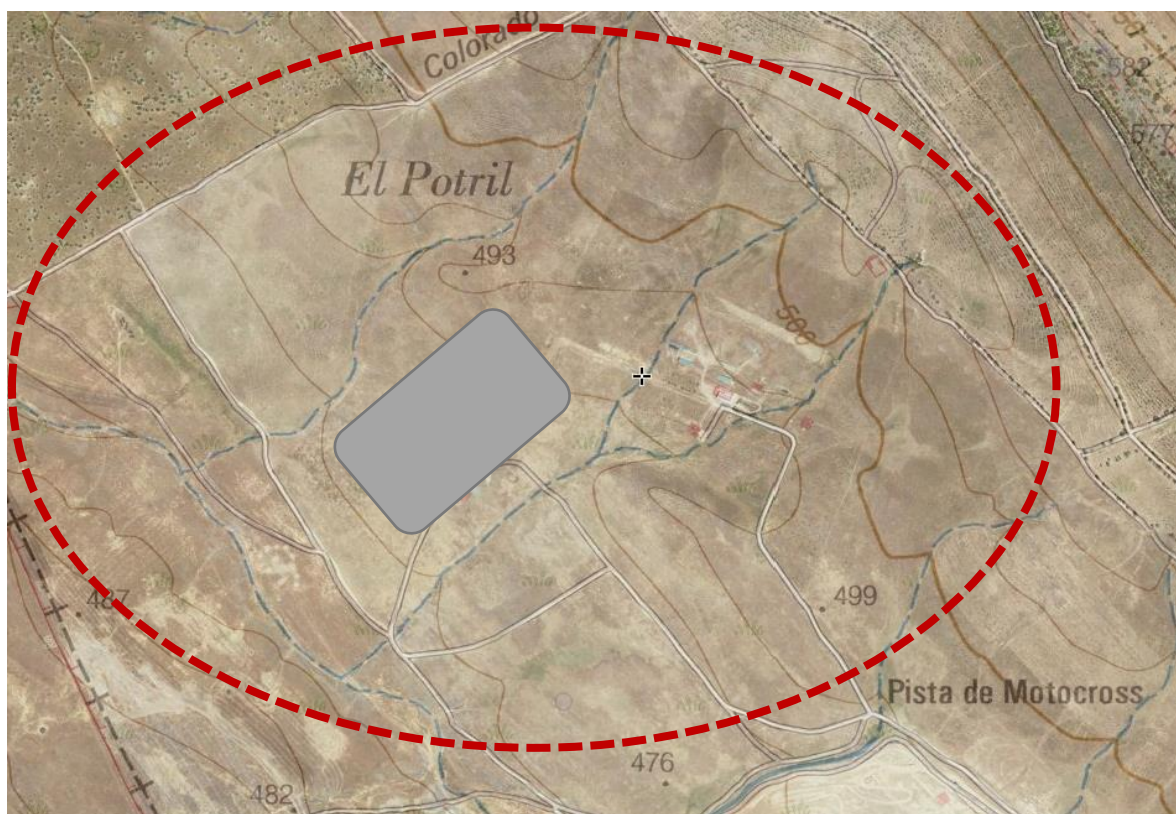
A continuación, se enumera la normativa vigente en referencia a zonas susceptibles de ser invadidas por las crecidas de los cauces de corrientes naturales y que será adoptada como marco de referencia en el desarrollo del presente Estudio.

- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico.
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico.
- Directiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2007, relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación.

- Además, se ha tenido en cuenta la *Guía Técnica de apoyo a la aplicación del Reglamento del Dominio Público Hidráulico en las Limitaciones a los usos del suelo en las Zonas Inundables de origen fluvial*.



Localización catastral del área de estudio



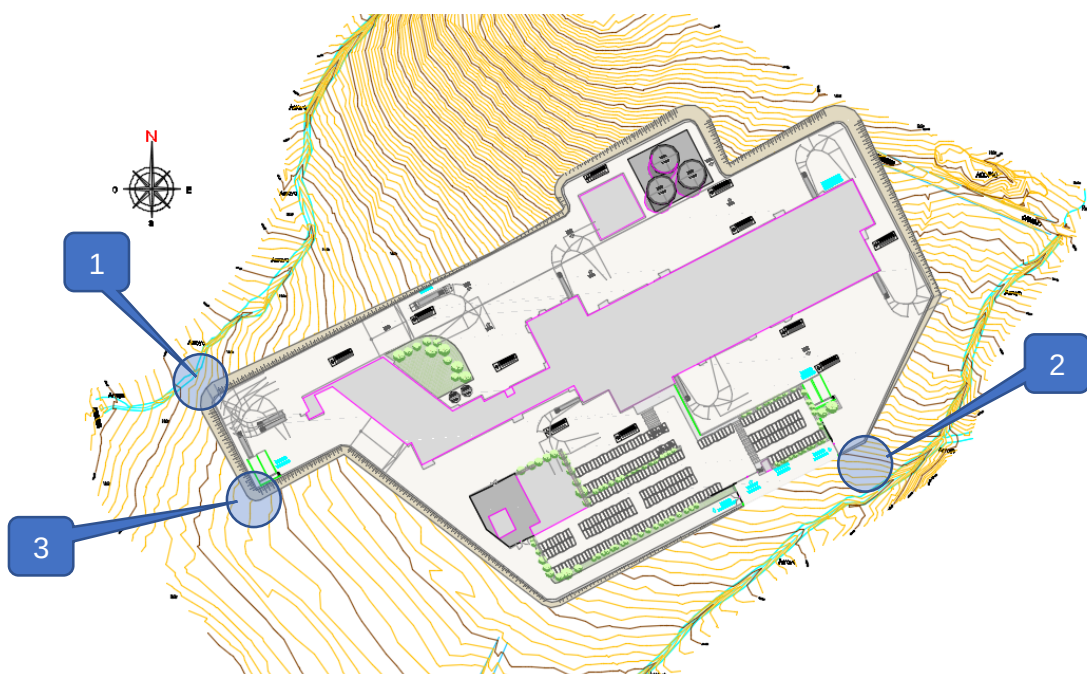
Implantación de la construcción en el área de estudio

5 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

Las obras consisten en la ejecución de un movimiento de tierras para la construcción de una explanada a la cota aproximada 474,5, con una superficie de ocupación de aproximadamente 6,9 Ha. dentro de la parcela, disponiéndose entre 2 vaguadas naturales.

Sobre la explanada se proyecta la urbanización de la misma y la construcción de edificios y otras estructuras necesarias para la actividad que el matadero pretende llevar a cabo.

Como puede verse en la imagen, las distancias más cercanas a los cauces son aproximadamente 12 m. al Oeste, y 24 m. al Este. La explanada proyectada dista en su punto más cercano al cauce principal al que drenan las 2 vaguadas, 160 m.



Cuadro de Distancias

Punto identificativo	Distancia a cauce más cercano	Cota terreno natural cauce	Cota explanada proyectada
1 – Arroyo Oeste	12	467,2	474,5
2 – Arroyo Este	24	473	474,5
3 – Arroyo Sur	160	467	474,5

6 ESTUDIO DEL ENTORNO

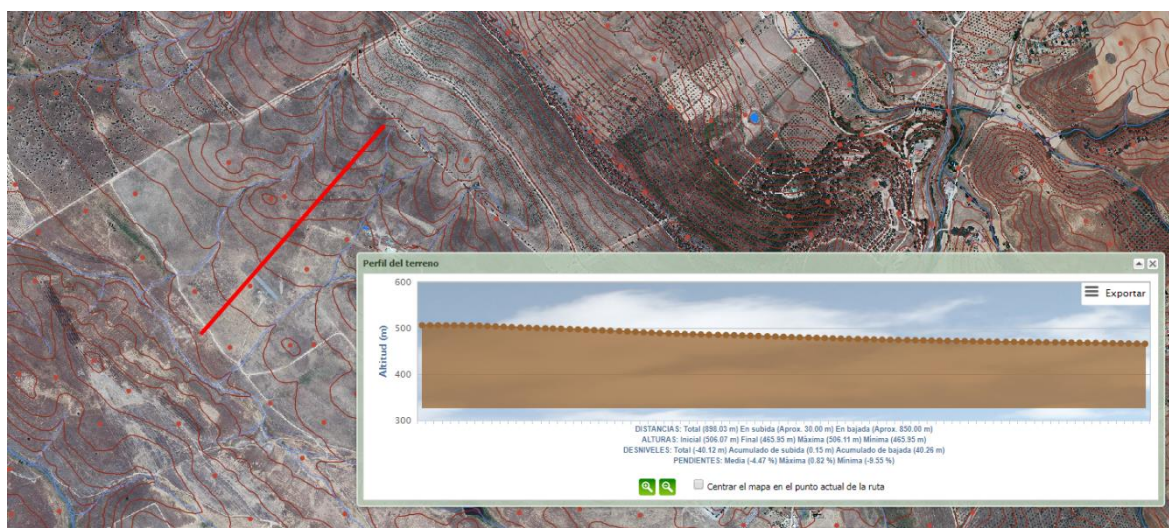
El área donde se emplaza el estudio se encuentra ubicada en el término municipal de Zafra, provincia de Badajoz, en la comunidad autónoma de Extremadura.

La ciudad está situada al suroeste de la provincia. Es uno de los municipios más importantes y está considerada la capital del extremo sur de la región. Es sede administrativa del partido judicial de Zafra y cabeza industrial de la comarca de Zafra- Río Bodión. En este municipio se celebra anualmente a finales de septiembre y principios de octubre la prestigiosa Feria Internacional Ganadera de Zafra, que contabiliza decenas de miles de visitantes en cada edición.

6.1 OROGRAFÍA

El territorio que comprende la Comarca Zafra-Río Bodión se haya situado al sur del río Guadiana a su paso por Extremadura, en la penillanura que asciende gradualmente desde la cuenca hacia las estribaciones de Sierra Morena, siendo la altitud media de unos 500 msm.

Concretamente al área de estudio se localiza sobre la falda Oeste de la Sierra de Castellar, terreno con una pendiente media del 4,5% en el tramo donde se propone la construcción.

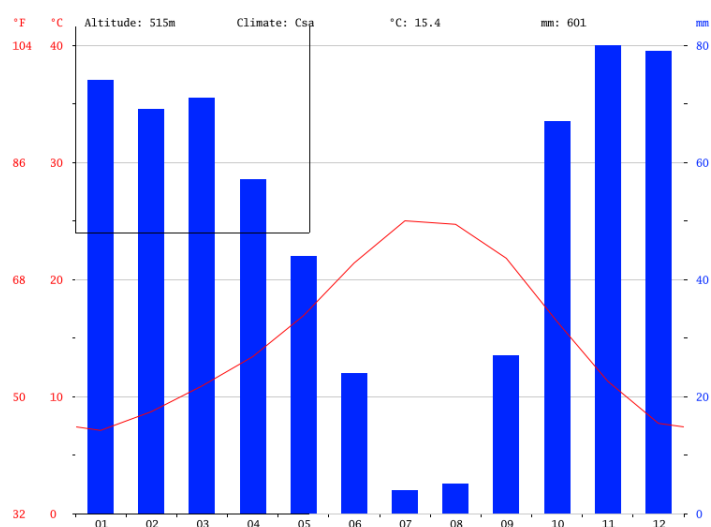


Orografía del terreno en el área de estudio

6.2 CLIMATOLOGÍA

En Zafra, los veranos son cortos, muy calientes, áridos y mayormente despejados y los inviernos son largos, fríos y parcialmente nublados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 2º

El clima es templado y cálido en Zafra. Los meses de invierno son mucho más lluviosos que los meses de verano. El clima se clasifica como Csa por Köppen y Geiger. La temperatura media anual se encuentra en 15.4 °C. La precipitación media es de 601 mm.



Climograma Zafra.

El mes más seco es julio, obteniendo tan solo 4 m. La mayor parte de las precipitaciones se dan en el mes de noviembre, promediando los 80 mm.

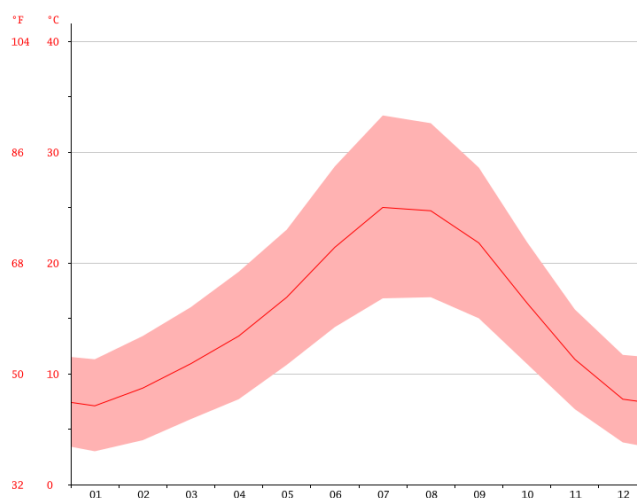


Diagrama de temperatura, Zafra.

Con un promedio de 25.0 °C, julio es el mes más cálido y enero el más frío promediando temperaturas de 7.1 °C

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	7.1	8.7	10.9	13.4	16.9	21.4	25	24.7	21.8	16.4	11.3	7.7
Temperatura mín. (°C)	3	4	5.9	7.7	10.8	14.2	16.8	16.9	15	10.9	6.8	3.8
Temperatura máx. (°C)	11.3	13.4	16	19.2	23	28.7	33.3	32.6	28.6	21.9	15.8	11.7
Temperatura media (°F)	44.8	47.7	51.6	56.1	62.4	70.5	77.0	76.5	71.2	61.5	52.3	45.9
Temperatura mín. (°F)	37.4	39.2	42.6	45.9	51.4	57.6	62.2	62.4	59.0	51.6	44.2	38.8
Temperatura máx. (°F)	52.3	56.1	60.8	66.6	73.4	83.7	91.9	90.7	83.5	71.4	60.4	53.1
Precipitación (mm)	74	69	71	57	44	24	4	5	27	67	80	79

Tabla climática. Datos históricos del tiempo en Zafra.

6.3 GEOLOGÍA

Geológicamente, la zona de estudio se encuentra en la zona de Ossa-Morena, según LOTZE (1945) y comprende parte del denominado sinclinorio Zafra-Llerena, dentro del Dominio de Zafra-Monesterio, el cual queda delimitado al NE con el Dominio de Sierra Albarrana y al W con el de Alconera-Arroyomolinos mediante un cabalgamiento.

Los diversos afloramientos incluidos en este dominio presentan, en el Cámbrico y parte del Precámbrico, diferencias estratigráficas, sedimentológicas y paleontológicas que han llevado a la individualización de varias unidades. Así, en el área de estudio propiamente dicha, se diferencia la Unidad de Zafra, aflorando únicamente materiales de edad cámbrica.

El Cámbrico de la Unidad de Zafra se inicia con un conjunto de materiales detríticos, sobre los que se deposita una alternancia rítmica de bancos calcáreos, frecuentemente laminados, con otros terrígenos de espesores deci y centimétricos, que constituyen un paquete monótono.

Desde un punto litológico, en el área de estudio, encontramos pizarras, calizas y arenitas asociadas al Cámbrico.

UNIDAD DE ZAFRA

CAMBRICO	INFERIOR	28	28	Calizas impuras
		27	27	Pizarras , calizas, arenitas
		26	26	Pizarras y arenitas
		25	25	Metagrauwacas y metaarcosas
PREC.	PROTEROZOICO SUPERIOR	24	24	Metatobas metaandesíticas

De acuerdo con lo expuesto en el mapa geotécnico general, la naturaleza de los materiales le confiere al terreno una alta impermeabilidad con un drenaje superficial favorable.

ESTUDIO INUNDABILIDAD MATADERO ZAFRA (BADAJOZ)



AREA	CRITERIOS DE DIVISION Y CARACTERISTICAS GENERALES
I ₁ RELIEVE PLANO O INTERMEDIO	Pizarras y esquistos, alternando a veces con cuarcitas, grauwaacks y/o calizas. Frecuentes recubrimientos cohesivos, pendiente inferior al 15%, estable bajo condiciones naturales y bajo la acción del hombre. Materiales impermeables. Poco acuíferos siempre relacionados con zonas de recubrimiento y fracturas. Drenaje superficial favorable. Capacidad de carga y asentos medios.
I ₂ RELIEVE ABRUPTO O MONTAÑOSO	Litológicamente similar al anterior, pendientes superiores al 15%. Recubrimientos muy escasos. Deslizamiento de laderas favorecidos por la dirección de pizarrosidad. Al igual que el anterior es impermeable. Inexistencia de acuíferos. Drenaje superficial favorable. Capacidad de carga y asentos medios.

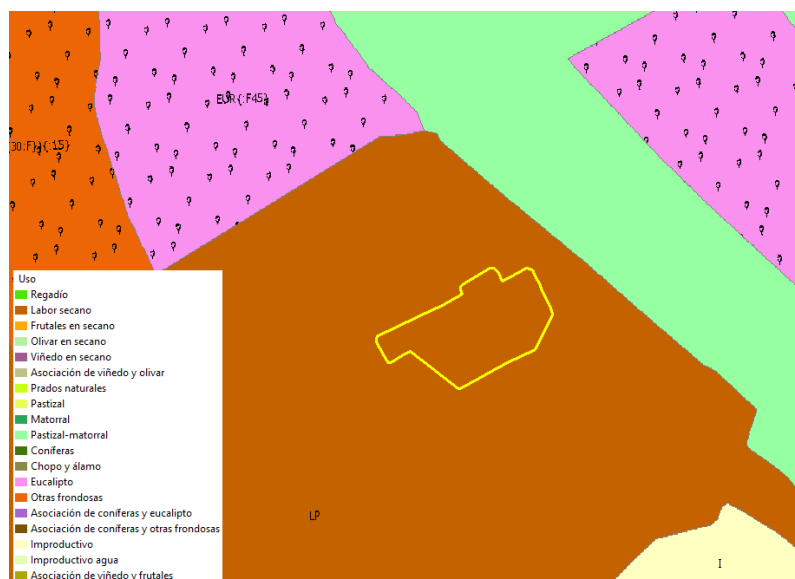
LEYENDA									
CONDICIONES CONSTRUCTIVAS MUY FAVORABLES		CONDICIONES CONSTRUCTIVAS FAVORABLES		CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ACEPTABLES		CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DESFAVORABLES		CONDICIONES CONSTRUCTIVAS MUY DESFAVORABLES	
	Ausencia de Problemas		Problemas de tipo Geomorfológico.		Problemas de tipo Geomorfológico		Problemas de tipo Geomorfológico.		Problemas de tipo Geomorfológico y Geotécnico (p.d.)
			Problemas de tipo Litológico y Geotécnico (p.d.)		Problemas de tipo Litológico y Geotécnico (p.d.)		Problemas de tipo Geomorfológico y Geotécnico (p.d.)		
			Problemas de tipo Geotécnico (p.d.)		Problemas de tipo Geomorfológico y Geotécnico (p.d.)		Problemas de tipo Litológico, Geomorfológico y Geotécnico (p.d.)		Problemas de tipo Litológico, Geomorfológico y Geotécnico (p.d.)
					Problemas de tipo Litológico, Hidrológico y Geotécnico (p.d.)		Problemas de tipo Litológico, Geomorfológico, Hidrológico y Geotécnico (p.d.)		

Mapa Geotécnico General. Hoja Cheles – Villafranca de los Barros

6.4 USOS DE SUELO

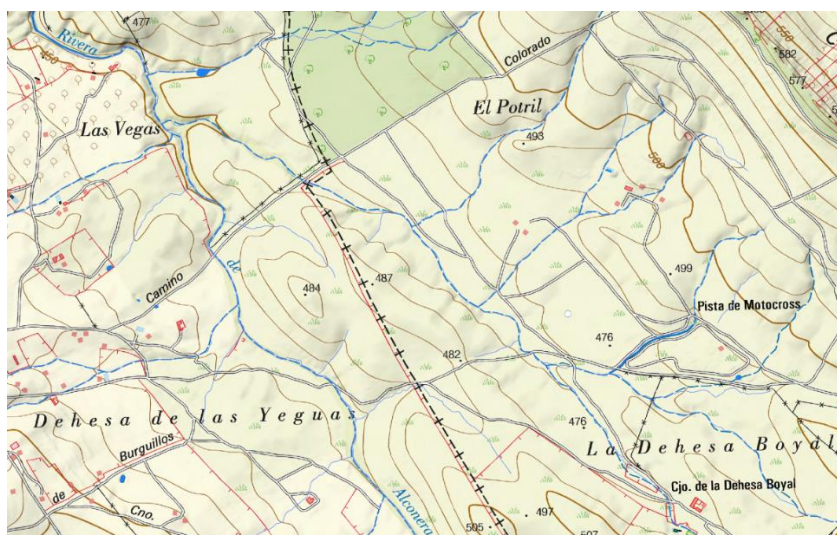
A continuación, se muestran los usos de suelo en el entorno de la zona de estudio.

Prácticamente la totalidad de la superficie del área de estudio se enmarca dentro de los terrenos de labor de secano, con una escasa cobertura vegetal.



6.5 HIDROGRAFÍA

El área de estudio se emplaza dentro de la cuenca vertiente de la Rivera de Alconera, curso de agua tributario del Río Guadajira.



Los cursos de agua objeto del estudio son una serie de arroyos asociados a la morfología del terreno.

7 ESTUDIO HIDROLÓGICO

7.1 INTRODUCCIÓN

El estudio hidrológico tiene como objetivo determinar los caudales de avenida para los diferentes períodos de retorno a analizar, que posteriormente deberán modelizarse hidráulicamente para determinar las cotas de inundación correspondientes.

De manera estándar, este estudio supone el análisis estadístico de las series de precipitaciones más representativas de la cuenca analizada, la definición de unos hietogramas de precipitación característicos para cada período de retorno y el cálculo de las avenidas correspondientes de acuerdo a las características de la red de drenaje, la cuenca vertiente y el método de cálculo a utilizar.

7.2 CARTOGRAFÍA EMPLEADA

La fuente de datos empleada para la obtención de la cartografía de este estudio es el modelo digital disponible en el Centro de Descargas del Centro Nacional de Información Geográfica del Instituto Geográfico Nacional del Ministerio de Fomento del Gobierno de España.

A partir del fichero de nubes de punto LIDAR con cobertura Nacional coloreados con color verdadero (RGB) o con infrarrojo (IRC), que emplea el SGR ETRS89 en la Península, proyectado en el HUSO 29. (Hoja HU29_0854).

Éste archivo se ha tratado cribando los datos del terreno y obteniendo un nuevo modelo digital del terreno, con una definición en la malla de un paso cada metro.

Por otro lado, se han empleado las Ortofotos PNOA de Máxima Actualidad, disponibles por el Plan Nacional de Ortofotografía Aérea. La hoja correspondiente es la *hu29_h05_0854*.

Fusionando ambas cartografías y mediante las comprobaciones topográficas realizadas en las visitas de campo se ha obtenido la cartografía empleada.

7.3 METODOLOGÍA Y PERÍODOS DE RETORNO

La estimación de los caudales asociados a distintos períodos de retorno depende del tamaño y naturaleza de la cuenca.

Para cuencas pequeñas (tiempo de concentración inferior a 6 horas) se puede utilizar el Método Hidrometeorológico, correspondiente al expuesto en la *Instrucción 5.2 IC de Drenaje Superficial*. Se basa en la aplicación de la media de precipitación a la superficie de la cuenca natural. Hay que tener en cuenta el tipo de cuenca a estudiar, ya que puede influir sustancialmente.

7.4 CÁLCULO DE CAUDALES DE AVENIDA

El caudal de referencia Q en el punto en el que desagüe una cuenca o superficie se obtendrá mediante la siguiente fórmula.

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{K}$$

Cada uno de los parámetros que la componen a su vez, hay que calcularlo según se indica en la *Instrucción 5.2 IC de Drenaje Superficial*. Siendo:

- Q : caudal de avenida en m^3/s
- C : coeficiente de escorrentía y su valor viene dado en función de la precipitación máxima diaria (P_d) y el umbral de escorrentía (P_0) mediante la siguiente expresión:
- I : es la intensidad de precipitación media para un determinado período de retorno (mm/h). Es función del tiempo de concentración (T_c), de la precipitación máxima diaria (P_d) y del coeficiente de torrencialidad (I_1/I_d) a través de la expresión:
- A : área de la cuenca (km^2).

Según la metodología propuesta todas estas variables y parámetros pueden determinarse fácilmente, excepto el umbral de escorrentía que depende de los diferentes usos del suelo, su permeabilidad y el estado de humedad antecedente del suelo en la época en la que se producen las avenidas, y que debe ser calibrado a partir de información de estaciones de aforo. En el caso de este estudio no se dispone de una estación de aforo que se pueda utilizar directamente pero sí de los valores proporcionados por *TRAMOS DE RÍOS DE ESPAÑA CLASIFICADOS SEGÚN PFAFSTETTER MODIFICADO (ÁMBITO NACIONAL)* obtenidos del GEOPORTAL del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

La cartografía incluida en este servicio contiene una representación de los tramos de ríos de España clasificados según el método de Pfafstetter modificado. Esta información incluye

la clasificación de todos los tramos de ríos de más de un km de longitud, partiendo de la cartografía de la cartografía 1:25.000 del Instituto Cartográfico Nacional (IGN) modificada.

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

El tiempo de concentración se calcula a partir de la longitud del cauce principal (L) y la pendiente media de dicho cauce (J). Ambos parámetros fueron calculados y expuestos al caracterizar las cuencas analizadas.

$$T_c = 0,3 \left[\frac{L}{J^{1/4}} \right]^{0,76}$$

INTENSIDAD MEDIA DIARIA

P_d : los valores de las precipitaciones máximas diarias se obtienen mediante los mapas de precipitaciones elaborados a partir del trabajo de *Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular* realizado por el Servicio de Geotecnia de la Dirección General de Carreteras con la colaboración del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX (DGC, 1999). Este trabajo tuvo por objeto sustituir a la de 1978, introduciendo mejoras en la estimación de las máximas lluvias previsibles en las distintas regiones de la España peninsular, no sólo en la aportación de nuevos datos desde 1970 sino en la aplicación de nuevas tecnologías estadísticas. Todo ello unido al tratamiento informático aprovechando las capacidades de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), hace de este documento una herramienta para la redacción de los estudios de inundación, permitiendo de forma rápida obtener las máximas precipitaciones de un determinado lugar de la España peninsular con solo conocer sus coordenadas geográficas o U.T.M. en función de los distintos períodos de retornos.

$$I_d = \frac{P_d}{24} \left[\frac{mm}{h} \right]$$

INTENSIDAD MEDIA

I_1/I_d : la relación entre la intensidad de precipitación correspondiente a 1 hora de duración y la intensidad de precipitación diaria. Se ha obtenido a partir del mapa de isóneas incluido en la Instrucción.

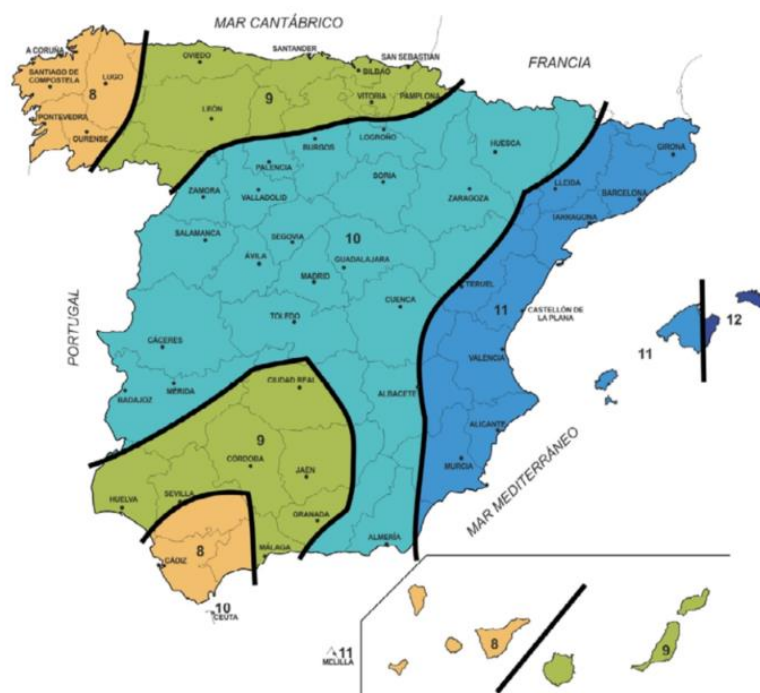


Figura 1.- Índice de torrencialidad.

Por lo tanto, se obtendrá una intensidad media con la siguiente fórmula.

$$I = I_t = I_d \cdot \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{\frac{28^{0,1} - t^{0,1}}{28^{0,1} - 1}}$$

UMBRAL DE ESCORRENTÍA

El umbral de escorrentía corresponde con el valor mínima a partir del cual la precipitación produce escorrentía. Esto es, se debe cumplir que la lluvia caída P_d sea mayor que la escorrentía ($P_d > P_0$) o la relación $P_d/P_0 > 1$. Para determinarlo se ha recurrido a la *Tabla 2.1* de la *Instrucción 5.2 – IC*.

Para entrar en ella es necesario conocer el uso del suelo, la pendiente, las características hidrológicas del suelo y el grupo de suelo. Estos datos se han obtenido a partir de servicios SIG anteriormente mencionados.

Para cada cuenca, se determinará un valor medio del Umbral de Escorrentía. Este valor medio se puede calcular realizando una media ponderada entre los valores del umbral con cada área que componga la cuenca.

$$P_{0\text{media}} = \frac{\sum (P_{0i} \cdot A_i)}{A_{\text{Total}}}$$

Una vez calculado, se debe corregir con el *Mapa del Coeficiente Corrector del Umbral de Escorrentía*, indicado en la *Figura 2.5* de la Instrucción.



Figura 2.5 de la Instrucción 5.2 - IC.

COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

Determinado el Umbral de Escorrentía y la Precipitación Diaria, se comprueba si existe escorrentía, mediante la siguiente relación.

$$\frac{P_d}{P_0} < 1 \rightarrow \text{No hay escorrentía}$$

$$\frac{P_d}{P_0} > 1 \rightarrow \text{Hay escorrentía}$$

Si se produce escorrentía, se obtiene el valor del coeficiente.

7.5 RESULTADOS OBTENIDOS

En la zona de estudio se localiza el nacimiento de dos cauces que desaguan en un tercero.

Por cercanía de las obras a los cauces se centra el estudio en los situados a ambos lados de la zona de obras ya ésta queda dentro de la zona de policía de ambos, tal y como establece la Ley de Aguas y su Reglamento.

Se procede posteriormente a revisar posibles afecciones al cauce que recoge las aguas de los 2 anteriores, situado aguas abajo de los mismos, y que por distancia, queda fuera de la zona de policía.

Los valores obtenidos para los períodos de retorno estudiados son los siguientes.

Las celdas azules se corresponden con los datos introducidos.

DATOS OBTENIDOS PARA EL CAUCE 1

GEOMETRÍA DE LA CUENCA	
Superficie de la cuenca	0.41 km ²
Longitud del cauce	1.20 km
Cota Máx del cauce	636.00 m
Cota Mín del cauce	464.00 m
Pendiente del cauce	0.14 m/m

DATOS HIDROLÓGICOS	
Po - Umbral escorrentía	23 mm/h
β - Factor Corrección Humedad	2.62 -
(I1/Id) - Factor torrencialidad	9 -
Po - Umbral Escorrentía corregido	60.26 mm
Tc - Tiempo de concentración	0.50 h
k	3

INSTRUCCIÓN DRENAJE 5.2-I.C	
T100	
Id - Intensidad media diaria	3.97 mm/h
It - Intensidad para Tc	51.88 mm/h
T500	
Id - Intensidad media diaria	4.06 mm/h
It - Intensidad para Tc	53.03 mm/h

MÁXIMAS LLUVIAS DIARIAS ESPAÑA PENINSULAR		
Cv	0.323 P'	42

	Cv Inf	Cv Sup	Cv
T	0.32	0.33	0.323
100	2.098	2.663	2.2675
500	2.144	2.724	2.318

P100	95.235 mm
P500	97.356 mm

Escorrentía?	T100	1.6
Pd/Po>1	T500	1.6

C	T100	0.09
	T500	0.10

Q	T100	0.64 m ³ /s
	T500	0.69 m ³ /s

DATOS OBTENIDOS PARA EL CAUCE 2

GEOMETRÍA DE LA CUENCA	
Superficie de la cuenca	0.80 km ²
Longitud del cauce	1.15 km
Cota Máx del cauce	622.00 m
Cota Mín del cauce	469.00 m
Pendiente del cauce	0.13 m/m

DATOS HIDROLÓGICOS	
Po - Umbral escorrentía	23 mm/h
β - Factor Corrección Humedad	2.62 -
(I1/Id) - Factor torrencialidad	9 -
Po - Umbral Escorrentía corregido	60.26 mm
Tc - Tiempo de concentración	0.49 h
k	3

INSTRUCCIÓN DRENAJE 5.2-I.C	
T100	
Id - Intensidad media diaria	3.97 mm/h
It - Intensidad para Tc	52.37 mm/h
T500	
Id - Intensidad media diaria	4.06 mm/h
It - Intensidad para Tc	53.53 mm/h

MÁXIMAS LLUVIAS DIARIAS ESPAÑA PENINSULAR

Cv	0.323	P'	42
----	-------	----	----

T	Cv Inf	Cv Sup	Cv
	0.32	0.33	0.323
100	2.098	2.663	2.2675
500	2.144	2.724	2.318

P100	95.235 mm
P500	97.356 mm

Escorrentía?	T100	1.6
Pd/Po>1	T500	1.6

C	T100	0.09
	T500	0.10

Q	T100	1.26 m ³ /s
	T500	1.36 m ³ /s

DATOS OBTENIDOS PARA EL CAUCE 3

GEOMETRÍA DE LA CUENCA	
Superficie de la cuenca	4.01 km ²
Longitud del cauce	3.36 km
Cota Máx del cauce	636.00 m
Cota Mín del cauce	450.00 m
Pendiente del cauce	0.06 m/m

DATOS HIDROLÓGICOS	
Po - Umbral escorrentía	23 mm/h
β - Factor Corrección Humedad	2.62 -
(I1/Id) - Factor torrencialidad	9 -
Po - Umbral Escorrentía corregido	60.26 mm
Tc - Tiempo de concentración	1.31 h
k	3

INSTRUCCIÓN DRENAJE 5.2-I.C	
T100	
Id - Intensidad media diaria	3.97 mm/h
It - Intensidad para Tc	30.73 mm/h
T500	
Id - Intensidad media diaria	4.06 mm/h
It - Intensidad para Tc	31.41 mm/h

MÁXIMAS LLUVIAS DIARIAS ESPAÑA PENINSULAR

Cv	0.323	P'	42
----	-------	----	----

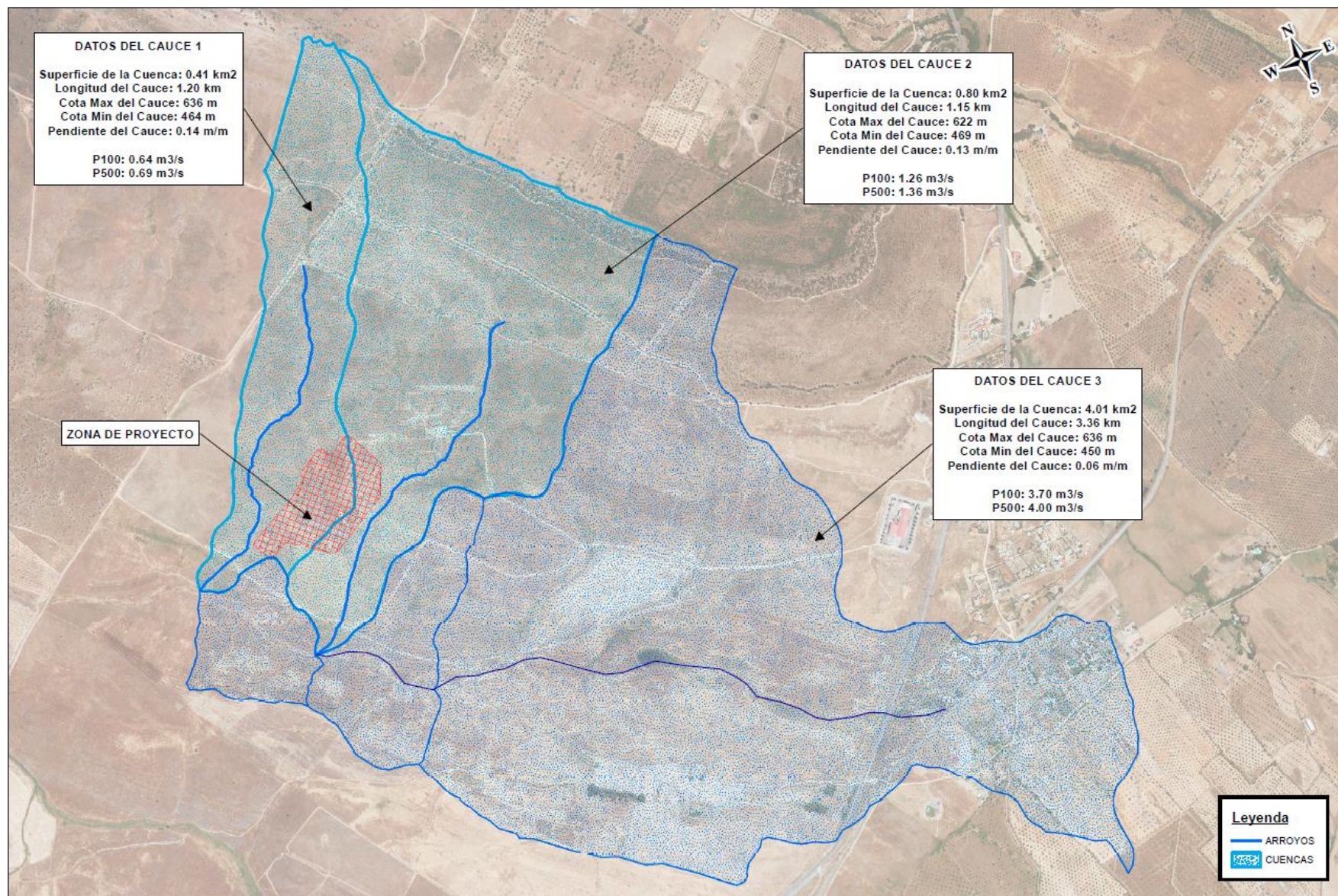
T	Cv Inf	Cv Sup	Cv
	0.32	0.33	0.323
100	2.098	2.663	2.2675
500	2.144	2.724	2.318

P100	95.235 mm
P500	97.356 mm

Escorrentía?	T100	1.6
Pd/Po>1	T500	1.6

C	T100	0.09
	T500	0.10

Q	T100	3.70 m ³ /s
	T500	4.00 m ³ /s



8 ESTUDIO HIDRÁULICO

8.1 INTRODUCCIÓN

Para realizar el modelo hidráulico del sistema fluvial del Arroyo del Higueral y poder estimar la altura de la lámina libre de agua para los diferentes periodos de retorno se ha utilizado el modelo matemático HEC – RAS desarrollado por el Hydrologic Engineering Center (HEC) del United Status Army Corps of Engineers.

Simular el comportamiento de una cuenca hidrológica con la ayuda de un modelo matemático cobra sentido cuando la información obtenida con el mismo resulta imprescindible para lograr un objetivo difícilmente alcanzable por otros medios menos costosos. Los modelos facilitan la manipulación de las variables que intervienen en el proceso de conversión lluvia-caudal, aportando datos sobre la distribución espacial de la escorrentía superficial y mejorando la calidad de la cartografía temática sobre zonas inundables y zonas con riesgo de inundación.

Estos modelos matemáticos han adquirido gran difusión en muchos campos de trabajo relacionados con la hidrología, siendo recomendable realizar alguna valoración sobre ellos para comprender mejor su finalidad, funcionamiento y resultados. Ante esta tesitura, ineludiblemente debemos hacer referencia a la labor desarrollada por el Hydrologic Engineering Center (HEC) del United Status Army Corps of Engineers, un centro que ha diseñado los modelos hidráulicos con mayor reconocimiento y aceptación internacional. Entre ellos cabe destacar el HEC-RAS, este paquete informático integra varios programas de análisis hidráulico en donde el usuario se comunica con el sistema a través de una interfaz gráfica. El objetivo primordial del modelo es obtener la altura del agua en ríos con regímenes permanentes o de flujos discontinuos calculando el área mojada de las secciones transversales, si bien su arquitectura abierta también admite otras posibilidades relacionadas con la acción geomorfológica de la escorrentía.

8.2 METODOLOGÍA.

La realización en el HEC-RAS de un proyecto ordinario orientado al análisis de zonas inundables, requiere información relacionada con la fisiografía del aparato fluvial, debiéndose sistematizar en los siguientes apartados: datos geométricos del cauce, flujos de agua y especificaciones técnicas de la simulación.

Los datos geométricos hacen referencia al aspecto de la sección transversal del cauce, pieza clave del modelo porque a partir de ella se realizan todos los cálculos. En el HEC-RAS las secciones transversales se introducen manualmente, interpretando la cartografía topográfica o con mediciones directas en el campo, ubicándolas una tras otra a lo largo del eje del cauce, teniendo en cuenta que deben ser perpendiculares al mismo y estar poco distantes entre sí. Las secciones, por la naturaleza de la información que contienen, conviene ubicarlas en lugares donde se producen variaciones significativas en las condiciones hidráulicas, siendo el caso de las zonas con pérdida de carga y espacios con importantes cambios en la pendiente, en el coeficiente de rugosidad de Manning o en el perfil, e incluso se debe considerar la presencia de obras civiles. Otro nivel de información al que nos hemos referido con anterioridad son los flujos de agua, es decir, los caudales de descarga registrados en distintos puntos del cauce. Estos datos se obtienen de las simulaciones de los modelos hidrológicos.

Para realizar el modelado hidráulico del sistema fluvial se ha seguido la siguiente metodología:

- a) Se ha obtenido la geometría de secciones transversales del terreno de inundación a partir de la cartografía elaborada expresamente a escala local. Además se han tenido en consideración *las modificaciones que generará la construcción de la explanación del terreno*.
- b) El caudal de cálculo para la estimación de las superficies de inundación, de los cauces denominados 1 y 2, que sitúan las obras dentro de zona de policía.
- c) El caudal de cálculo para la estimación de las superficies de inundación del cauce 3, arroyo al que vierten los cauces 1 y 2, y que se localiza a más de 160 m. de la zona de obras, fuera de zona de policía.
- d) Se han calculado los perfiles hidráulicos, *suponiendo un flujo permanente y unidimensional*, mediante el modelo HEC – RAS. Como resultado, se han obtenido niveles de agua en cada una de las secciones para cada periodo de retorno de 100 y 500 años.
- e) Las alturas de agua, geográficamente referenciadas, han sido exportadas a un programa SIG desde el HEC RAS para la generación de los mapas de inundación.

8.3 RESULTADOS DEL CÁLCULO

Los resultados obtenidos tras la toma de datos y el cálculo de sus respectivos caudales a través del método hidrometeorológico se representan en las siguientes tablas y en los correspondientes perfiles donde se detalla el comportamiento del cauce ante una avenida extraordinaria con un periodo de retorno de 100 y 500 años.

Para comprender mejor las tablas exponemos a continuación el significado de los distintos términos que en ellas aparecen:

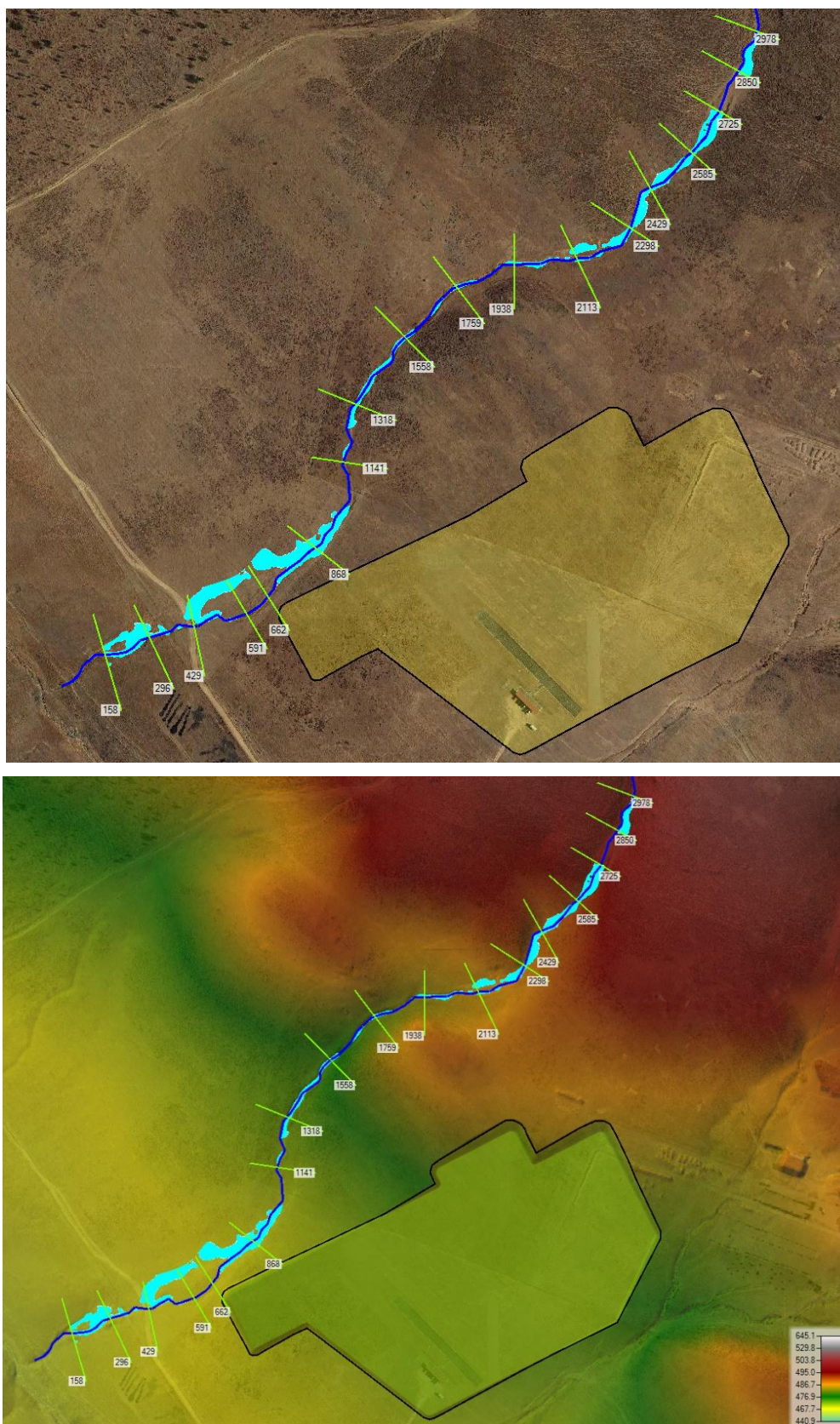
- **Q Total:** Caudal que utilizamos en ese perfil para realizar el cálculo necesario, expresado en m^3/s .
- **Min Ch El:** Cota mínima del cauce principal.
- **W. S. Elev:** (Water Surface Elevation) Cota de la lámina de agua.
- **Crit. W. S.:** Nivel crítico de la lámina de agua.
- **E. G. Elev.:** Cota alcanzada por la línea de energía en cada perfil.
- **E. G. Slope:** Pendiente del cauce expresada en m/m .
- **Vel. Chnl:** Velocidad del agua en m/s .
- **Flow area:** Superficie inundada en m^2 .
- **Top Width:** Anchura de la llanura de inundación en cada perfil.
- **Fraude Chl:** Coeficiente de Fraude en cada perfil.

8.3.1 RESULTADOS ANALÍTICOS DE LA MODELIZACIÓN CAUCE 1.

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)	
C	2978	T100	0.64	498.99	499.24	499.24	499.31	0.039188	1.20	0.53	3.72	1.01
C	2850	T100	0.64	497.61	497.71	497.72	497.76	0.039393	0.79	0.68	9.30	0.92
C	2725	T100	0.64	494.86	494.99	495.02	495.10	0.155685	1.44	0.43	6.67	1.78
C	2585	T100	0.64	491.78	491.98	491.98	492.04	0.041456	1.10	0.58	4.82	1.01
C	2429	T100	0.64	489.05	489.25	489.28	489.36	0.081207	1.49	0.43	3.72	1.40
C	2298	T100	0.64	487.43	487.64	487.64	487.70	0.040093	1.11	0.58	4.59	1.00
C	2113	T100	0.64	484.91	485.03	485.05	485.09	0.070848	1.02	0.57	9.14	1.22
C	1938	T100	0.64	482.09	482.32	482.33	482.40	0.042762	1.24	0.52	3.65	1.05
C	1759	T100	0.64	479.35	479.57	479.59	479.66	0.059834	1.36	0.47	3.73	1.22
C	1558	T100	0.64	475.43	475.63	475.65	475.74	0.068609	1.47	0.44	3.42	1.31
C	1318	T100	0.64	472.56	472.80	472.80	472.88	0.039035	1.23	0.52	3.49	1.01
C	1141	T100	0.64	471.03	470.96	470.97	471.01	0.026907		0.64	7.02	0.00
C	868	T100	0.64	468.55	468.67	468.68	468.71	0.046074	0.85	0.77	12.08	0.99
C	662	T100	0.64	467.21	467.10	467.09	467.12	0.016755		1.01	15.46	0.00
C	591	T100	0.64	466.72	466.69	466.69	466.72	0.026730		0.76	10.69	0.00
C	429	T100	0.64	465.56	465.53	465.54	465.56	0.039148		0.82	17.66	0.00
C	296	T100	0.64	463.51	463.65	463.66	463.69	0.046057	1.00	0.76	14.88	1.03
C	158	T100	0.64	461.72	461.81	461.83	461.88	0.048432	0.65	0.65	12.03	0.94

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)	
C	2978	T500	0.69	498.99	499.25	499.25	499.32	0.038922	1.22	0.57	3.80	1.01
C	2850	T500	0.69	497.61	497.72	497.72	497.77	0.039914	0.81	0.71	9.40	0.93
C	2725	T500	0.69	494.86	494.99	495.02	495.10	0.151403	1.47	0.46	6.73	1.77
C	2585	T500	0.69	491.78	491.98	491.99	492.06	0.055510	1.25	0.55	4.71	1.17
C	2429	T500	0.69	489.05	489.27	489.29	489.36	0.058060	1.33	0.52	4.16	1.20
C	2298	T500	0.69	487.43	487.64	487.64	487.71	0.040421	1.14	0.61	4.70	1.01
C	2113	T500	0.69	484.91	485.03	485.05	485.10	0.070400	1.04	0.61	9.36	1.22
C	1938	T500	0.69	482.09	482.33	482.34	482.41	0.042873	1.27	0.54	3.72	1.06
C	1759	T500	0.69	479.35	479.58	479.60	479.67	0.059667	1.39	0.50	3.80	1.23
C	1558	T500	0.69	475.43	475.63	475.66	475.75	0.068725	1.50	0.46	3.49	1.32
C	1318	T500	0.69	472.56	472.81	472.81	472.89	0.036543	1.22	0.56	3.60	0.99
C	1141	T500	0.69	471.03	470.97	470.97	471.02	0.028641		0.67	7.14	0.00
C	868	T500	0.69	468.55	468.68	468.68	468.72	0.042742	0.85	0.83	12.33	0.96
C	662	T500	0.69	467.21	467.10	467.09	467.12	0.017357		1.05	15.51	0.00
C	591	T500	0.69	466.72	466.69	466.69	466.73	0.025531		0.81	10.91	0.00
C	429	T500	0.69	465.56	465.53	465.54	465.57	0.041625		0.85	17.84	0.00
C	296	T500	0.69	463.51	463.66	463.67	463.70	0.043153	0.99	0.82	15.13	1.00
C	158	T500	0.69	461.72	461.81	461.83	461.88	0.051653	0.69	0.68	12.17	0.98

8.3.2 RESULTADOS GRÁFICOS DE LA MODELIZACIÓN CAUCE 1.



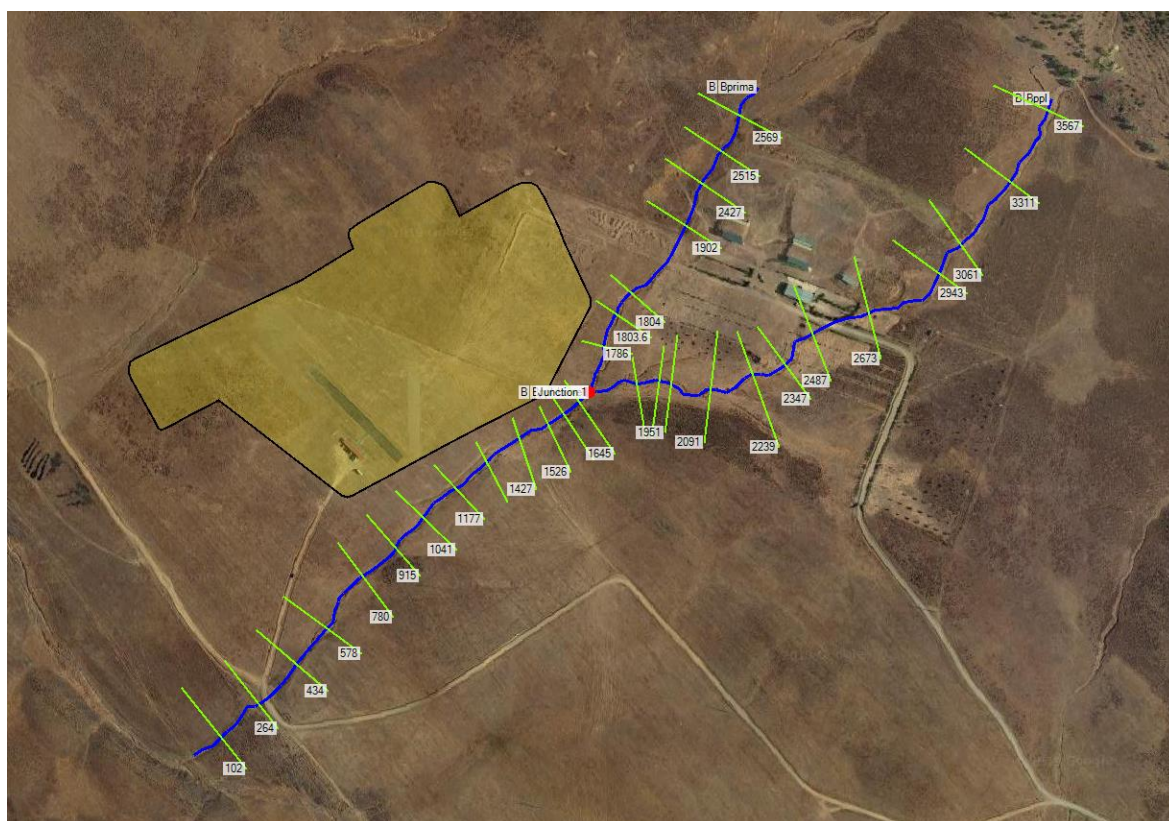
Los resultados de los perfiles transversales se adjuntan en el anexo I.

8.3.3 RESULTADOS ANALÍTICOS DE LA MODELIZACIÓN CAUCE 2.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Bppl	3567	T100	0.68	501.20	501.48	501.48	501.57	0.031564	1.31	0.53	3.11	0.95
Bppl	3311	T100	0.68	497.27	497.40	497.43	497.51	0.105264	1.50	0.46	5.72	1.55
Bppl	3061	T100	0.68	493.04	493.26	493.27	493.31	0.033925	1.07	0.73	9.70	0.93
Bppl	2943	T100	0.68	491.20	491.40	491.44	491.53	0.086503	1.58	0.43	3.73	1.46
Bppl	2673	T100	0.68	486.48	486.69	486.69	486.75	0.041368	1.12	0.61	4.92	1.02
Bppl	2487	T100	0.68	484.26	483.97	483.97	484.01	0.025070		0.77	9.65	0.00
Bppl	2347	T100	0.68	482.59	482.78	482.79	482.83	0.045246	1.00	0.70	9.28	1.02
Bppl	2239	T100	0.68	481.81	481.88	481.88	481.92	0.013941	0.33	0.79	8.98	0.50
Bppl	2091	T100	0.68	480.34	480.60	480.58	480.65	0.026072	0.99	0.68	4.66	0.83
Bppl	1951	T100	0.68	479.16	479.27	479.27	479.31	0.039435	0.86	0.79	10.59	0.94
Bppl	1912	T100	0.68	478.74	478.82	478.83	478.88	0.030108	0.50	0.71	9.08	0.74
Bppl	1842	T100	0.68	477.65	477.73	477.78	477.88	0.122657	0.96	0.46	9.13	1.47
Bprima	2569	T100	0.49	488.50	488.61	488.61	488.65	0.034605	0.79	0.58	8.33	0.87
Bprima	2515	T100	0.49	486.24	486.40	486.44	486.52	0.097695	1.54	0.32	3.02	1.52
Bprima	2427	T100	0.49	485.06	485.26	485.23	485.29	0.016021	0.75	0.66	5.42	0.64
Bprima	1902	T100	0.49	483.31	483.44	483.44	483.47	0.032185	0.78	0.66	11.56	0.84
Bprima	1804	T100	0.49	480.32	480.44	480.48	480.60	0.226462	1.81	0.27	3.81	2.17
Bprima	1803.6	T100	0.49	479.23	479.42	479.42	479.49	0.040236	1.13	0.43	3.35	1.01
Bprima	1786	T100	0.49	478.12	478.27	478.27	478.31	0.033136	0.90	0.58	7.33	0.89
Bppl-Lower	1645	T100	1.26	475.21	475.53	475.53	475.63	0.032725	1.38	0.92	4.86	0.98
Bppl-Lower	1584	T100	1.26	474.41	474.67	474.70	474.80	0.063390	1.61	0.78	5.04	1.30
Bppl-Lower	1526	T100	1.26	474.08	474.38	474.35	474.43	0.015648	0.98	1.37	10.17	0.68
Bppl-Lower	1427	T100	1.26	473.55	473.76	473.76	473.80	0.027700	1.00	1.46	18.68	0.85
Bppl-Lower	1303	T100	1.26	472.61	472.86	472.87	472.91	0.023090	1.04	1.52	21.58	0.80
Bppl-Lower	1177	T100	1.26	471.77	471.92	471.92	471.96	0.034648	0.81	1.38	19.00	0.88
Bppl-Lower	1041	T100	1.26	470.76	470.97	470.97	471.00	0.018960	0.88	1.89	29.91	0.71
Bppl-Lower	915	T100	1.26	469.64	469.82	469.80	469.86	0.016966	0.88	1.41	10.92	0.69
Bppl-Lower	780	T100	1.26	468.60	468.87	468.87	468.96	0.028243	1.29	1.03	6.56	0.91
Bppl-Lower	578	T100	1.26	467.11	467.52	467.46	467.55	0.016028	0.84	1.57	12.01	0.66
Bppl-Lower	434	T100	1.26	466.30	466.56	466.56	466.62	0.028961	1.15	1.16	9.43	0.89
Bppl-Lower	264	T100	1.26	465.21	465.40	465.37	465.43	0.017867	0.85	1.49	11.84	0.69
Bppl-Lower	102	T100	1.26	463.90	464.18	464.18	464.26	0.033388	1.29	0.99	6.04	0.97

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Bppl	3567	T500	0.74	501.20	501.49	501.49	501.58	0.031566	1.35	0.56	3.18	0.96
Bppl	3311	T500	0.74	497.27	497.40	497.44	497.52	0.105534	1.54	0.49	5.84	1.57
Bppl	3061	T500	0.74	493.04	493.27	493.27	493.32	0.033918	1.09	0.78	10.06	0.94
Bppl	2943	T500	0.74	491.20	491.41	491.45	491.54	0.086279	1.63	0.46	3.81	1.47
Bppl	2673	T500	0.74	486.48	486.69	486.70	486.76	0.041448	1.15	0.65	6.59	1.02
Bppl	2487	T500	0.74	484.26	483.97	483.97	484.02	0.025261		0.81	9.88	0.00
Bppl	2347	T500	0.74	482.59	482.79	482.80	482.84	0.044594	1.03	0.75	9.57	1.02
Bppl	2239	T500	0.74	481.81	481.89	481.89	481.93	0.012736	0.34	0.91	11.41	0.49
Bppl	2091	T500	0.74	480.34	480.61	480.58	480.66	0.025762	1.01	0.73	4.84	0.83
Bppl	1951	T500	0.74	479.16	479.28	479.28	479.32	0.040512	0.89	0.83	10.78	0.95
Bppl	1912	T500	0.74	478.74	478.83	478.84	478.88	0.029271	0.52	0.76	9.40	0.74
Bppl	1842	T500	0.74	477.65	477.74	477.78	477.90	0.128221	1.01	0.48	9.34	1.52
Bprima	2569	T500	0.53	488.50	488.62	488.62	488.66	0.033973	0.81	0.62	8.50	0.87
Bprima	2515	T500	0.53	486.24	486.41	486.45	486.54	0.099821	1.59	0.33	3.08	1.54
Bprima	2427	T500	0.53	485.06	485.27	485.23	485.30	0.016250	0.77	0.70	5.55	0.65
Bprima	1902	T500	0.53	483.31	483.45	483.45	483.47	0.031774	0.79	0.70	11.82	0.84
Bprima	1804	T500	0.53	480.32	480.44	480.49	480.62	0.231683	1.87	0.28	3.89	2.20
Bprima	1803.6	T500	0.53	479.23	479.43	479.43	479.50	0.039849	1.15	0.46	3.44	1.01
Bprima	1786	T500	0.53	478.12	478.27	478.27	478.31	0.042592	1.01	0.56	7.24	1.00
Bppl-Lower	1645	T500	1.36	475.21	475.54	475.54	475.64	0.032083	1.40	0.98	5.02	0.97
Bppl-Lower	1584	T500	1.36	474.41	474.67	474.71	474.81	0.064765	1.66	0.82	5.15	1.32
Bppl-Lower	1526	T500	1.36	474.08	474.39	474.36	474.44	0.016532	1.02	1.42	11.48	0.70
Bppl-Lower	1427	T500	1.36	473.55	473.77	473.77	473.81	0.025498	0.98	1.60	19.44	0.82
Bppl-Lower	1303	T500	1.36	472.61	472.86	472.87	472.91	0.025056	1.09	1.56	21.83	0.84
Bppl-Lower	1177	T500	1.36	471.77	471.93	471.93	471.97	0.025730	0.74	1.62	20.53	0.77
Bppl-Lower	1041	T500	1.36	470.76	470.97	470.97	471.01	0.022428	0.95	1.88	29.89	0.78
Bppl-Lower	915	T500	1.36	469.64	469.83	469.81	469.87	0.017144	0.91	1.48	11.14	0.69
Bppl-Lower	780	T500	1.36	468.60	468.88	468.88	468.97	0.027714	1.32	1.09	6.75	0.91
Bppl-Lower	578	T500	1.36	467.11	467.52	467.49	467.56	0.016199	0.86	1.65	12.21	0.67
Bppl-Lower	434	T500	1.36	466.30	466.57	466.57	466.63	0.028430	1.17	1.23	9.80	0.89
Bppl-Lower	264	T500	1.36	465.21	465.40	465.38	465.44	0.017988	0.87	1.56	12.05	0.70
Bppl-Lower	102	T500	1.36	463.90	464.19	464.19	464.28	0.032765	1.31	1.06	6.22	0.97

8.3.4 RESULTADOS GRAFICOS DE LA MODELIZACIÓN CAUCE 2.



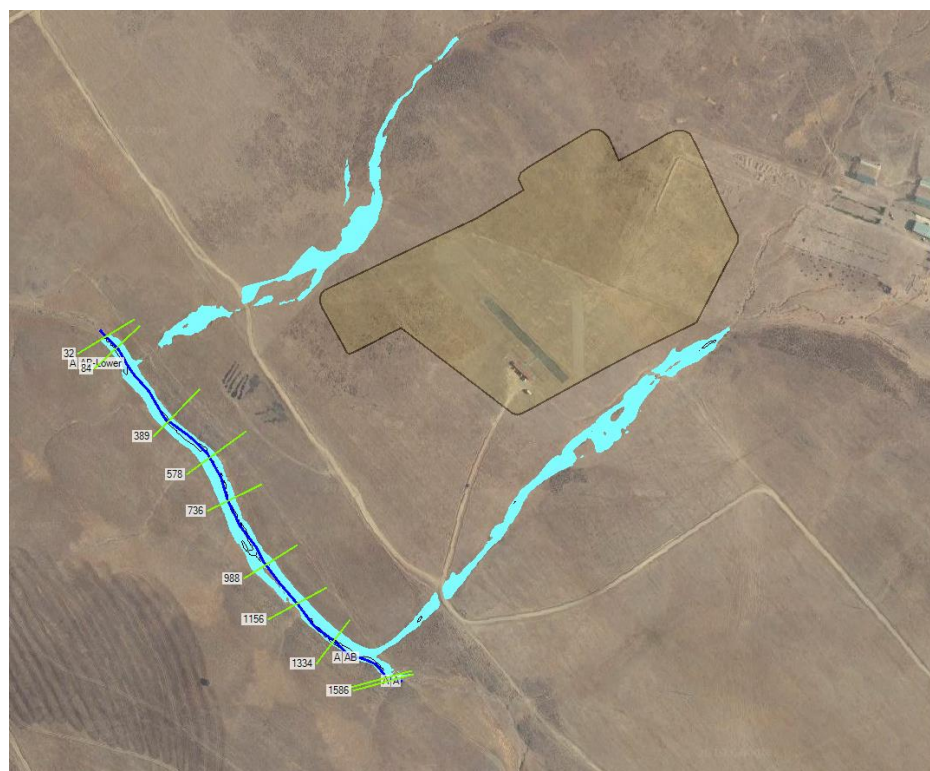
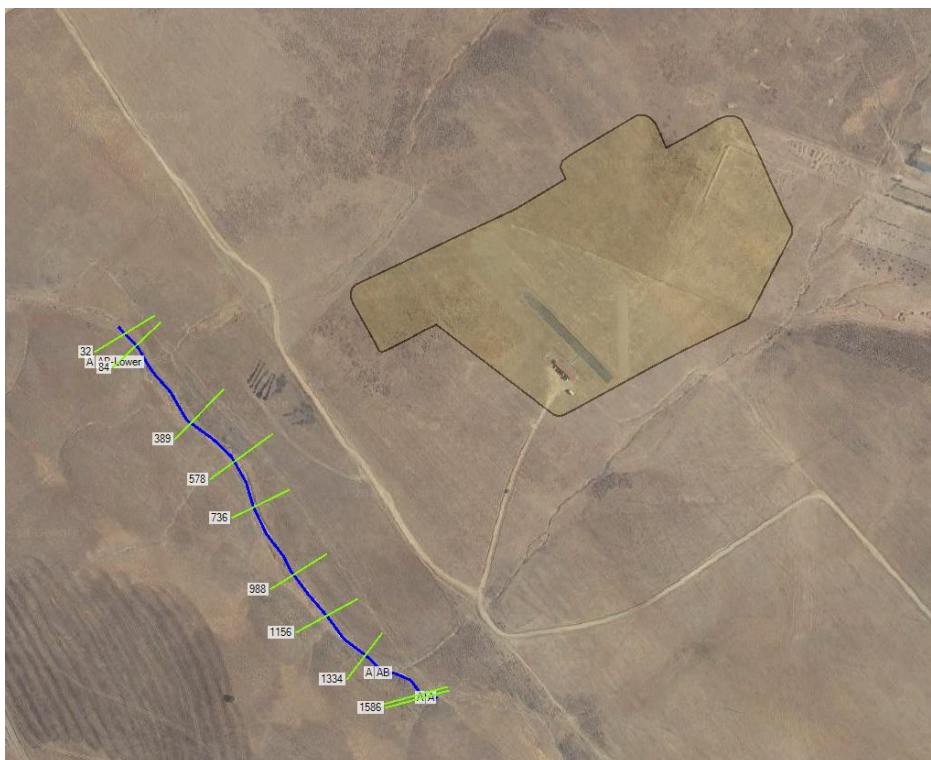
Los resultados de los perfiles transversales se adjuntan en el anexo I.

8.3.5 RESULTADOS ANALÍTICOS DE LA MODELIZACIÓN CAUCE 3.

HEC-RAS Plan: 08 Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
A	1586	PF 1	2.78	463.63	463.93	463.87	463.96	0.012039	0.74	3.75	22.37	0.58
A	1561	PF 1	2.78	463.39	463.73	463.73	463.81	0.038865	1.25	2.22	14.44	1.02
AB	1334	PF 1	4.14	462.65	463.36	463.15	463.39	0.003986	0.82	5.33	15.65	0.39
AB	1156	PF 1	4.14	462.49	462.96	462.9	463.02	0.013959	1.18	3.62	13.96	0.69
AB	988	PF 1	4.14	461.97	462.40	462.3	462.43	0.009354	0.80	5.17	23.92	0.54
AB	736	PF 1	4.14	461.04	461.54	461.47	461.60	0.012911	1.04	4.04	17.08	0.64
AB	578	PF 1	4.14	460.56	461.00	460.9	461.04	0.010212	0.90	4.60	18.06	0.57
AB	389	PF 1	4.14	459.75	460.44	460.25	460.49	0.009191	0.96	4.31	14.12	0.56
AB-Lower	84	PF 1	5.05	458.94	459.48	459.39	459.54	0.010996	1.11	4.61	15.31	0.62
AB-Lower	32	PF 1	5.05	458.55	459.13	459.13	459.26	0.031647	1.62	3.13	11.90	1.01

8.3.6 RESULTADOS GRAFICOS DE LA MODELIZACIÓN CAUCE 3.



Los resultados de los perfiles transversales se adjuntan en el anexo I.

9 CONCLUSIONES.

Considerando que:

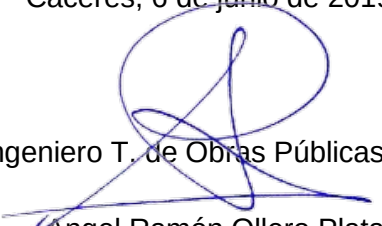
- ❖ Los datos de las obras proyectadas (superficies de ocupación y cotas de explanación) son los facilitados por el cliente.
- ❖ Los caudales circulantes se han calculado de acuerdo con el Método Hidrometeorológico expuesto en la *Instrucción 5.2 IC*, para las actuales condiciones del entorno (fisiografía, climatología, edafología, vegetación, etc..)
- ❖ Los caudales resultantes de los cálculos para los periodos de retorno de 100 y 500 años en las cuencas aportantes son, para el arroyo 1 de 0,64 y 0,69 m³/sg, y para el arroyo 2 de 1,26 y 1,36 m³/sg, y para el arroyo 3 de 3,70 y 4,0 m³/sg.

Se ha procedido a realizar una modelización hidráulica empleando para ello el programa HEC RAS, determinando las llanuras de inundación resultantes, el nivel crítico de la lámina de agua así como su velocidad.

En base a los resultados obtenidos se entiende que la ejecución de las obras proyectadas no tiene por qué afectar a los cauces existentes en su entorno, siempre y cuando se mantengan los retranqueos correspondientes con los límites determinados por los cálculos y resultados de la modelización hidráulica.

Cáceres, 6 de junio de 2019

El Ingeniero T. de Obras Públicas.

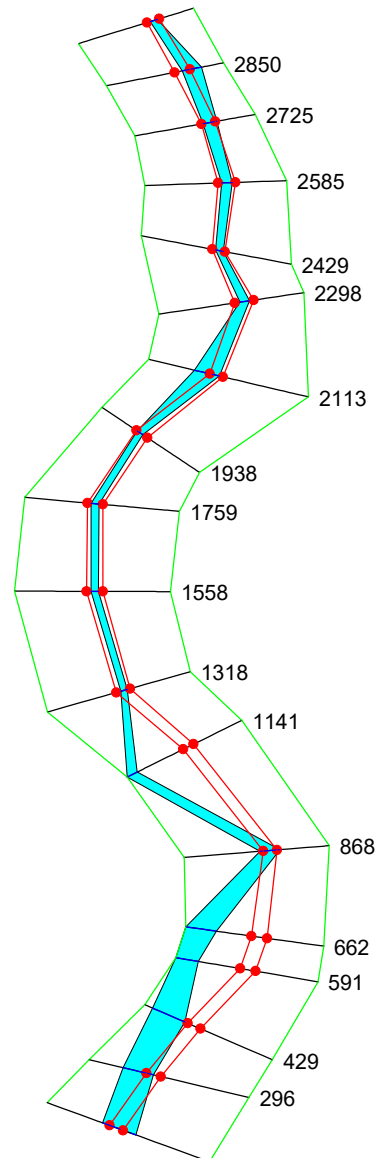

Angel Ramón Ollero Plata.

Colegiado N°10.630.

10 ANEXO I. RESULTADOS GRÁFICOS HEC RAS.

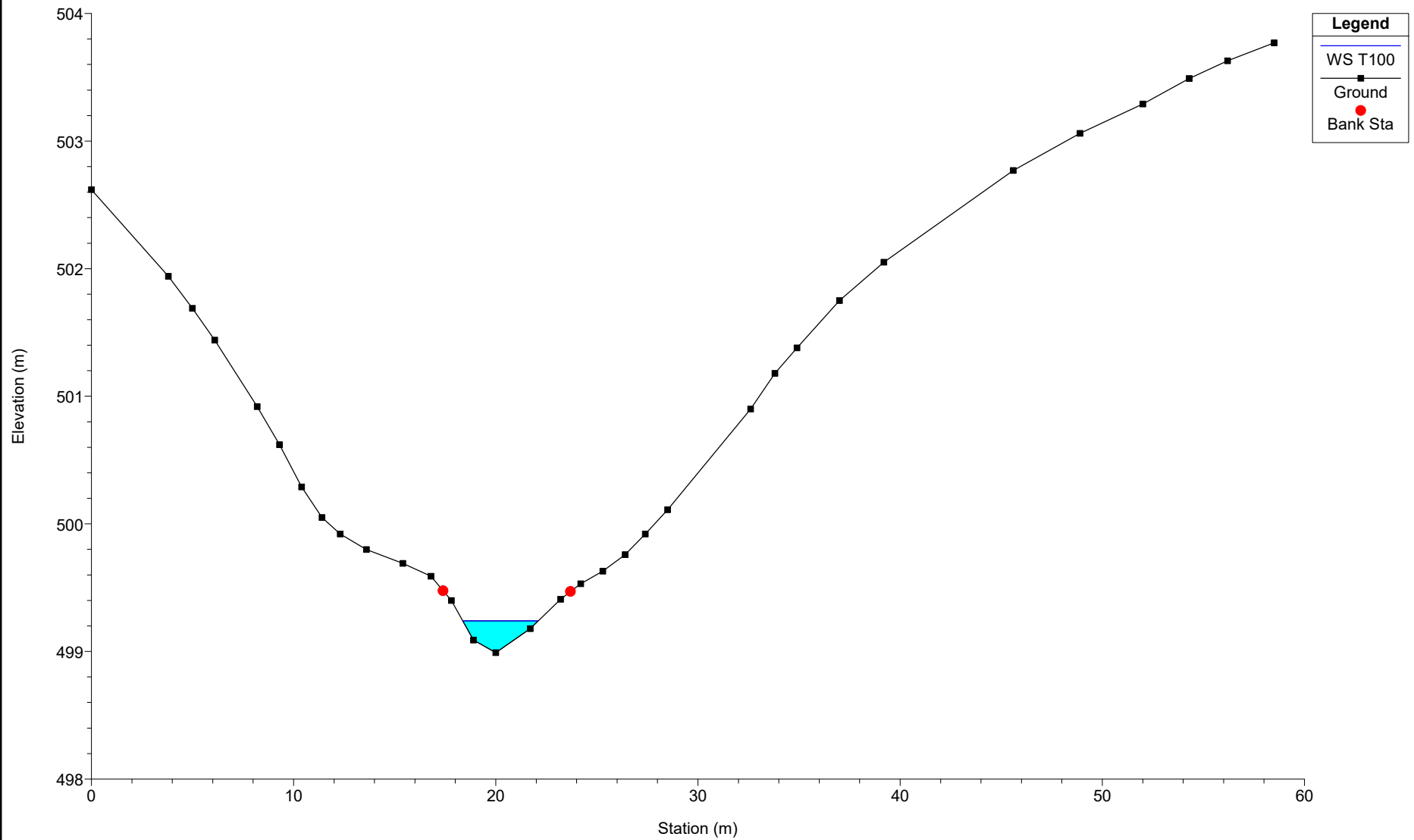
RESULTADOS HEC RAS CAUCE 1

rev09 Plan: Plan 01 29/05/2019

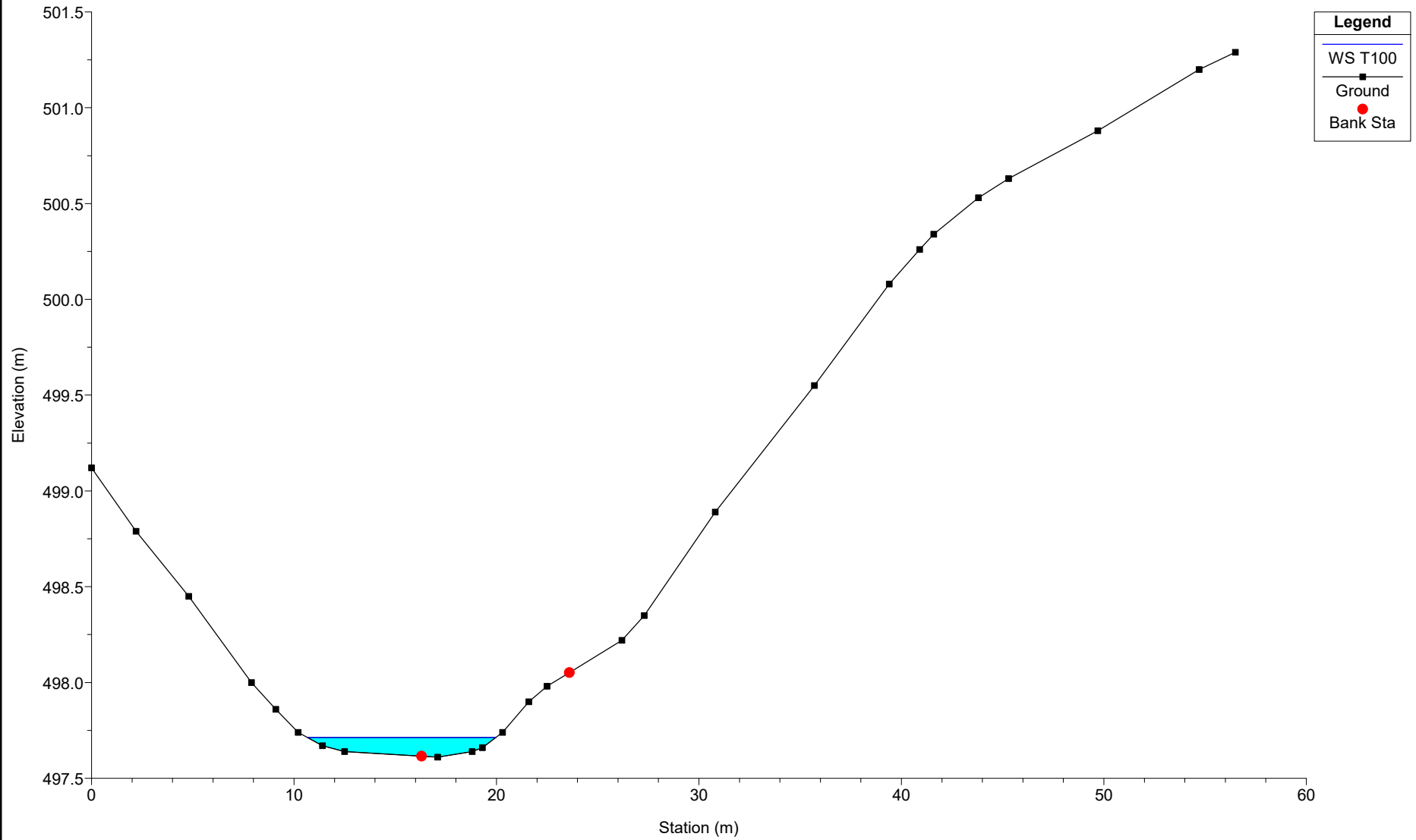


Legend	
WS T100	
Ground	
Bank Sta	

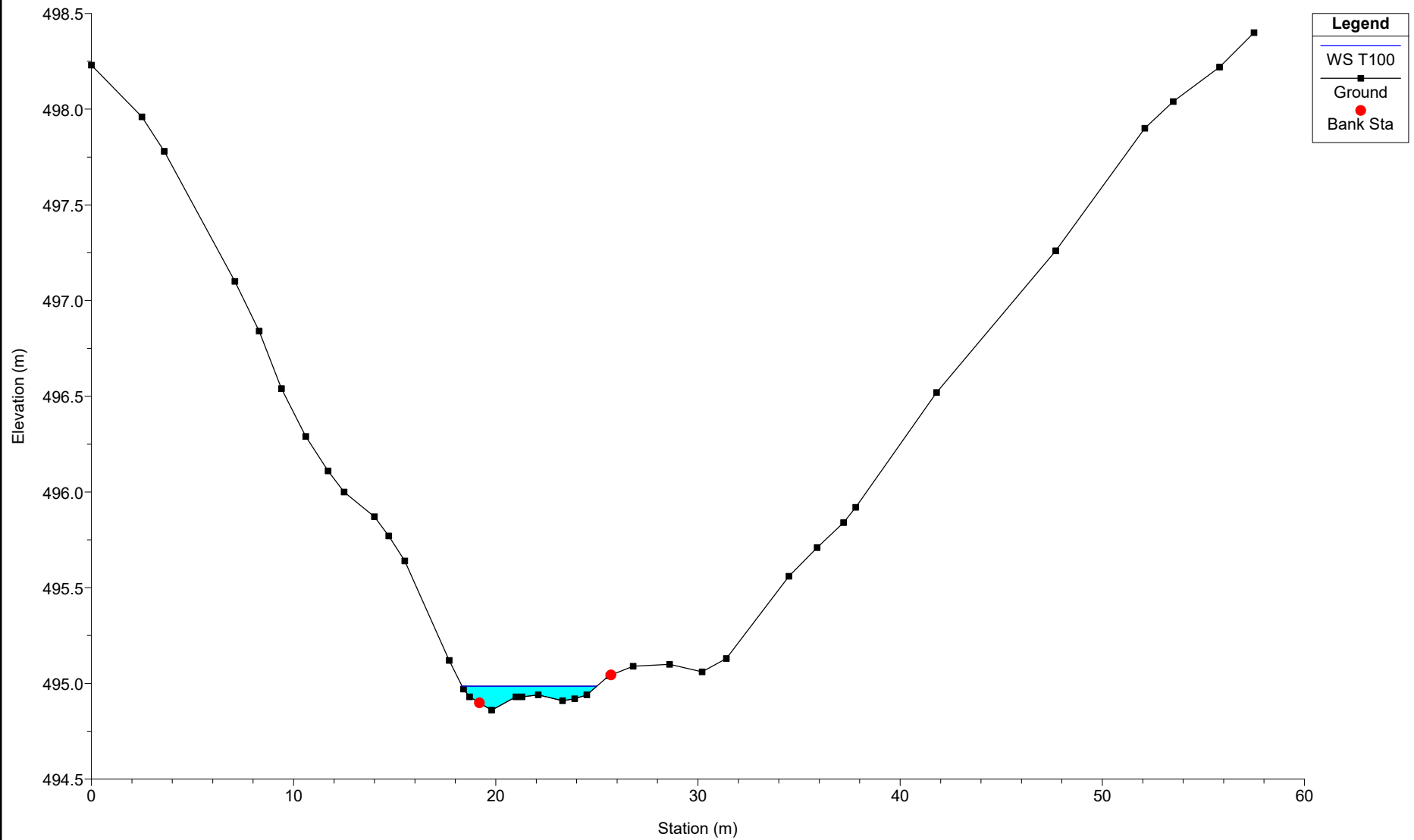
rev09 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 2978



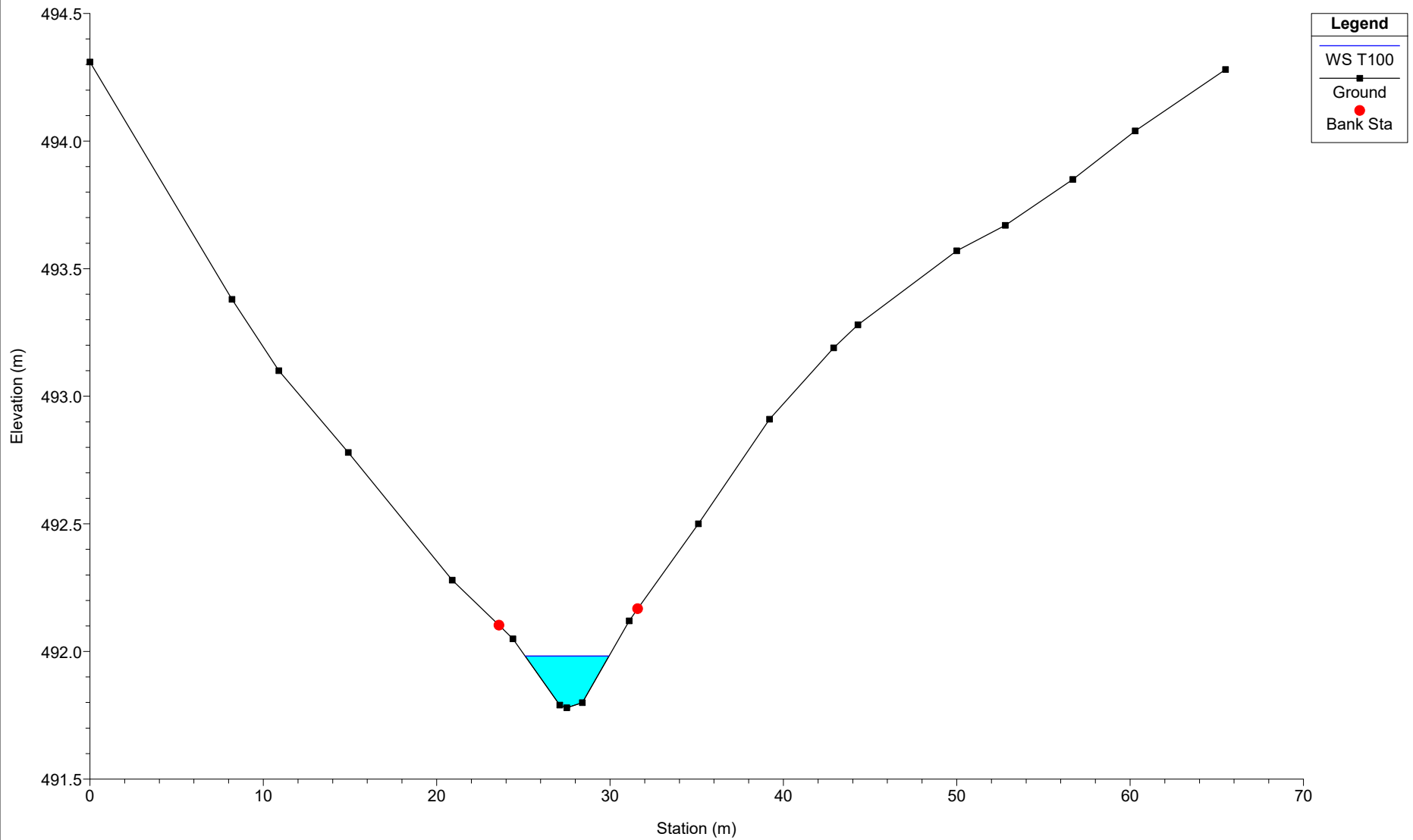
rev09 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 2850



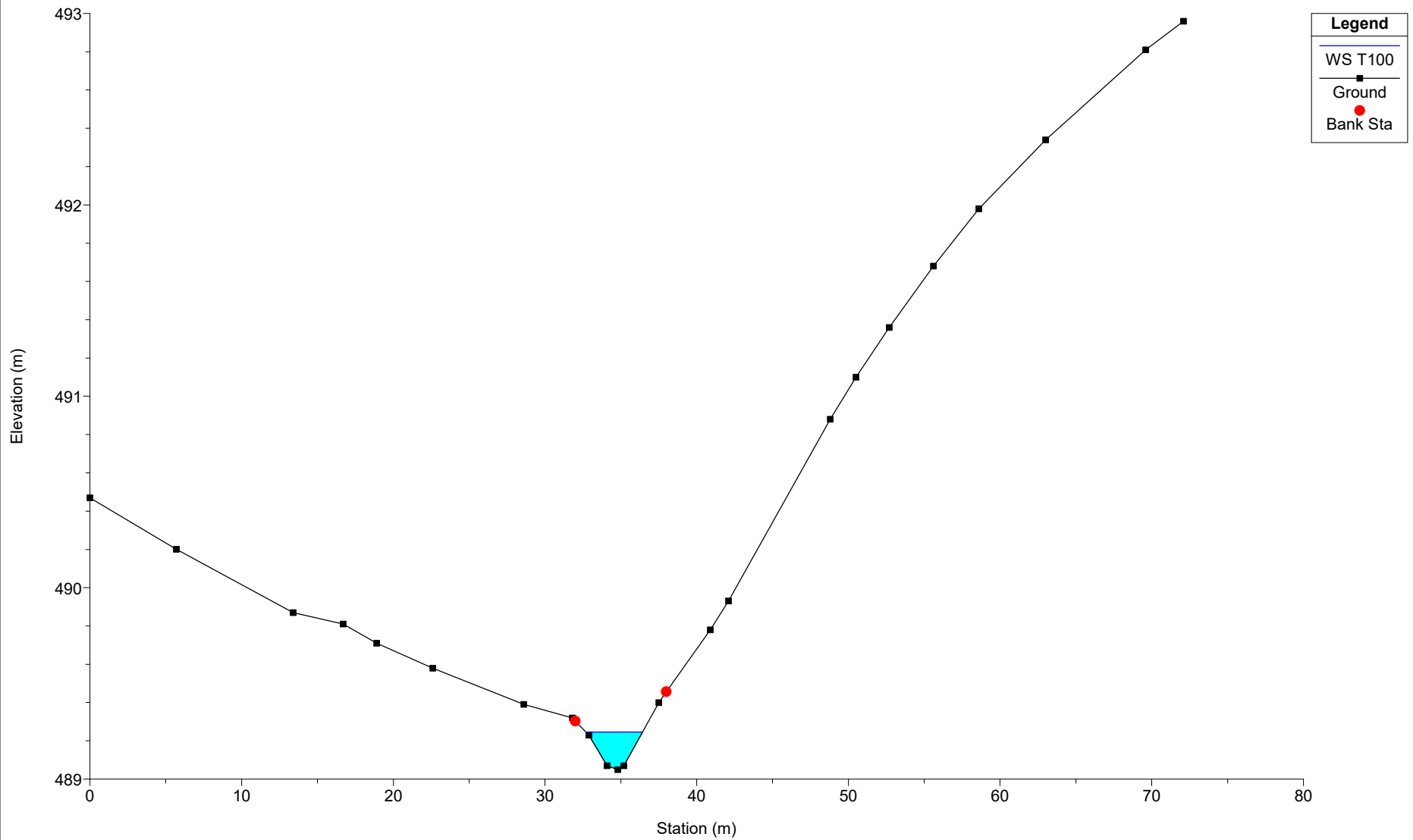
rev09 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 2725



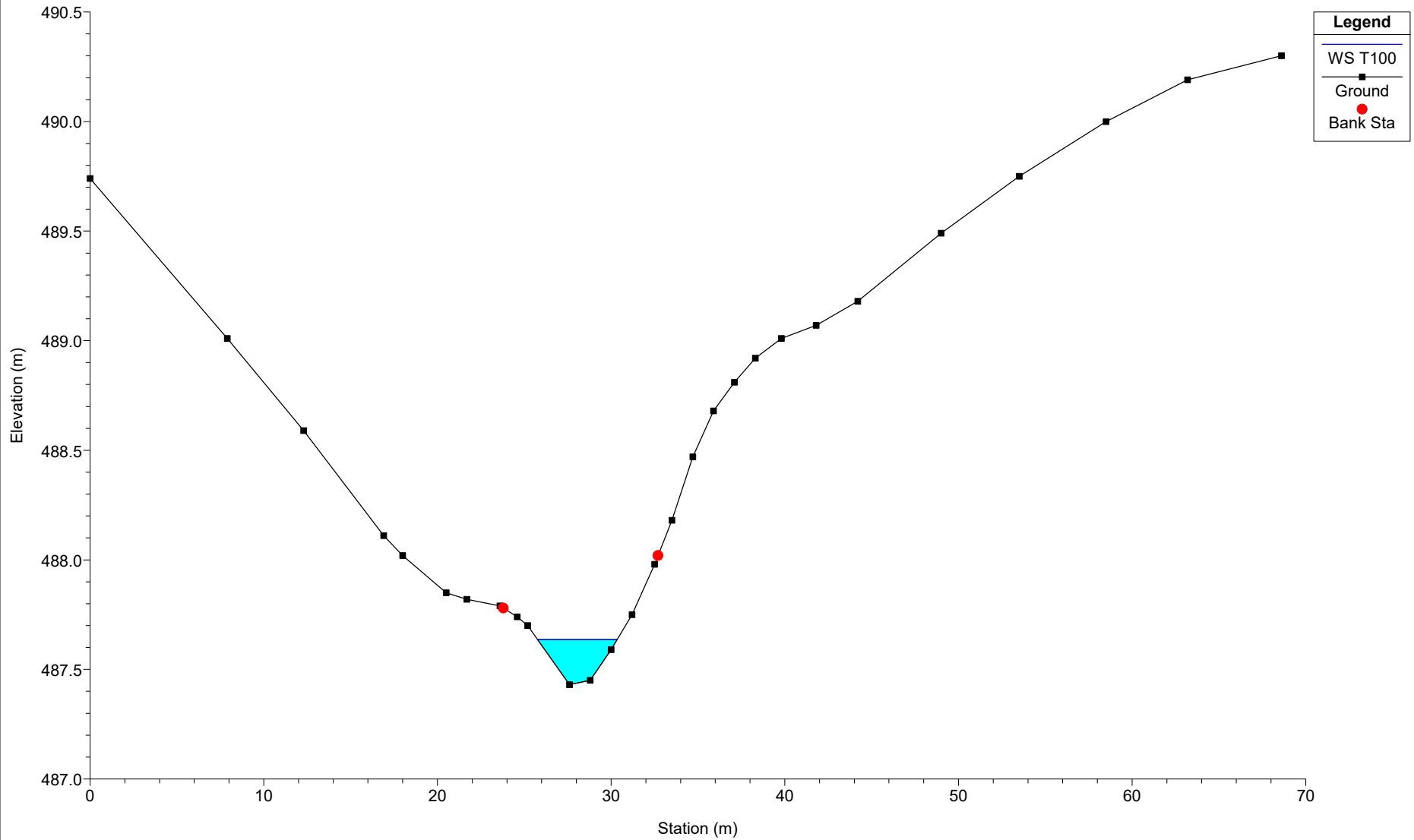
rev09 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 2585



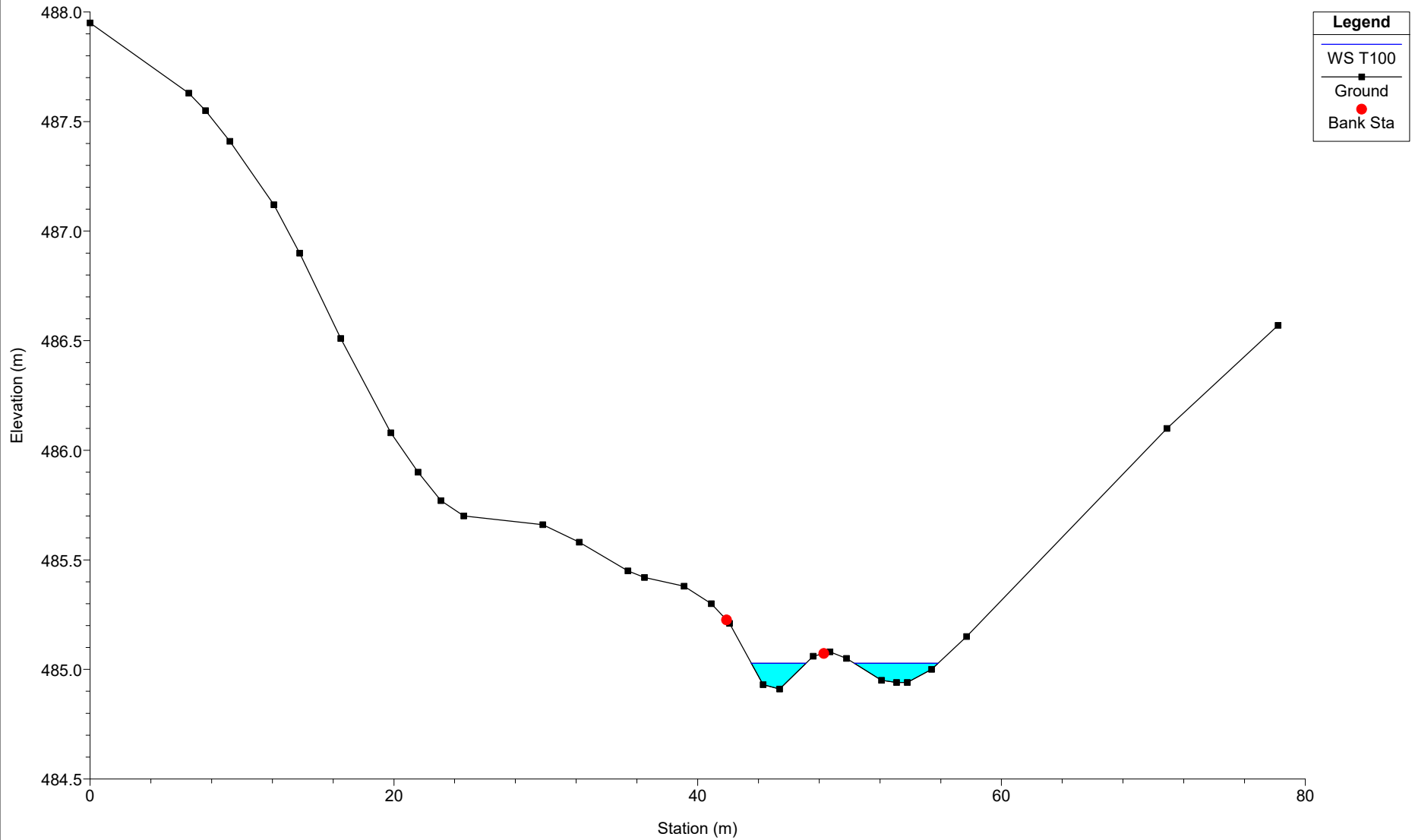
rev09 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 2429



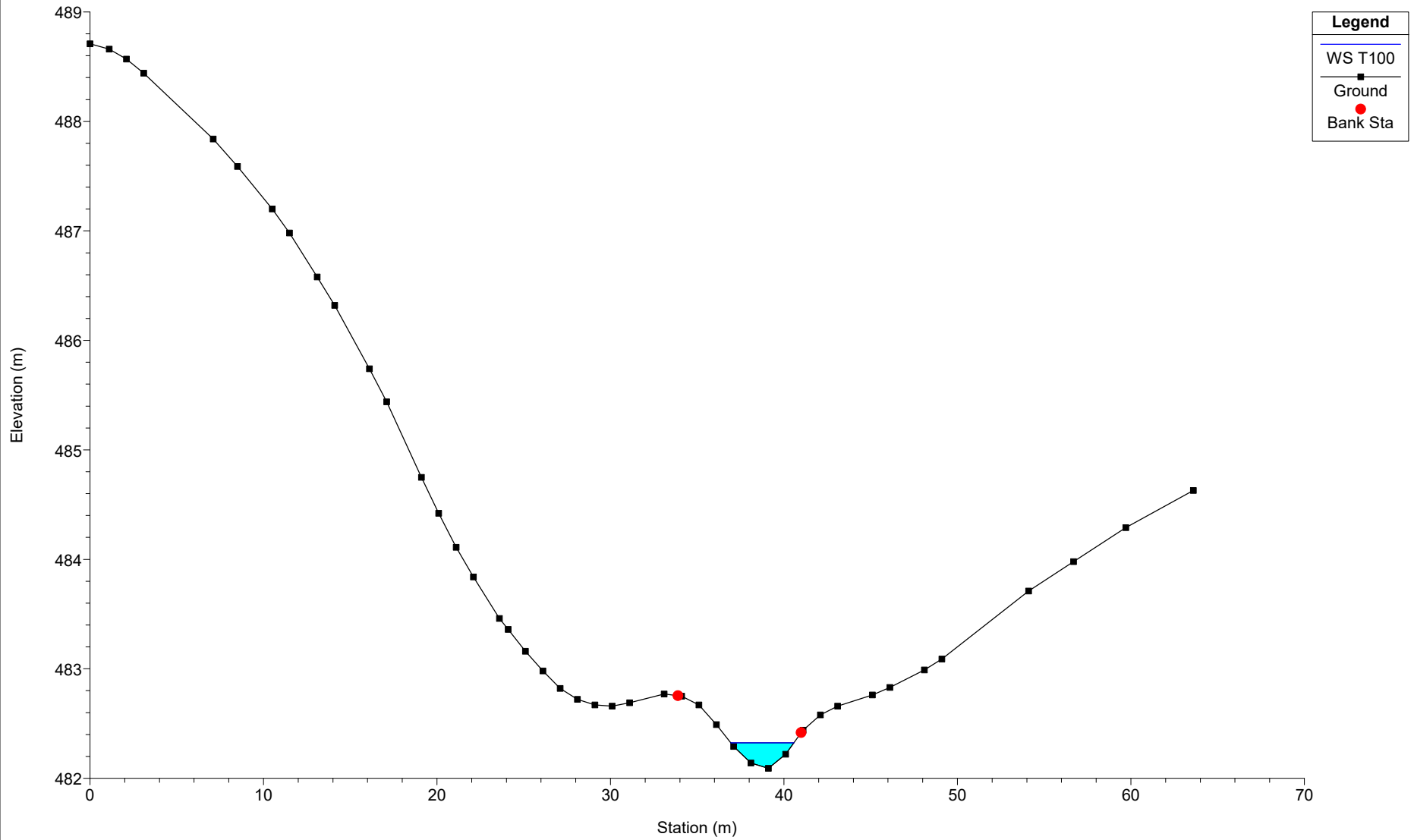
rev09 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 2298



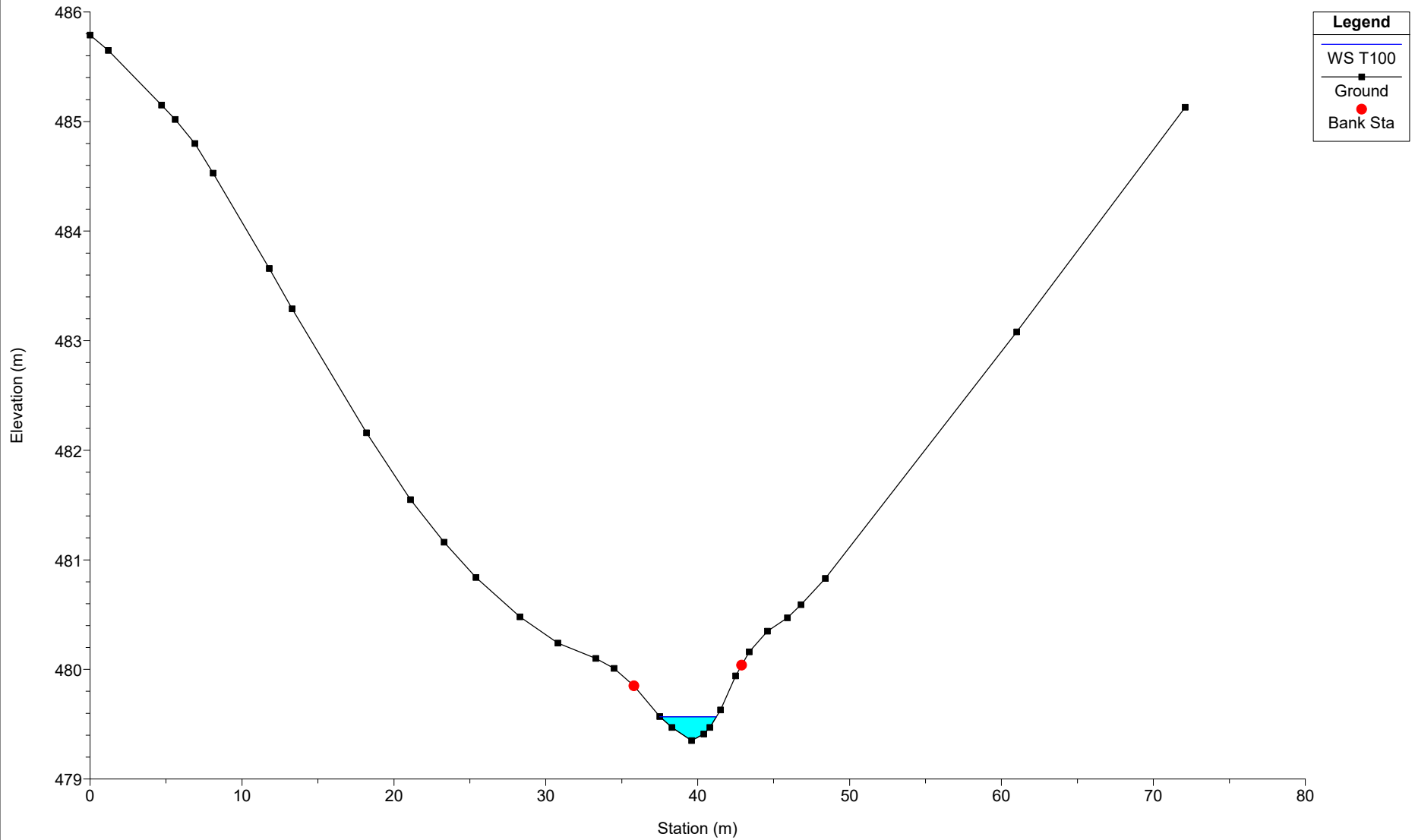
rev09 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 2113



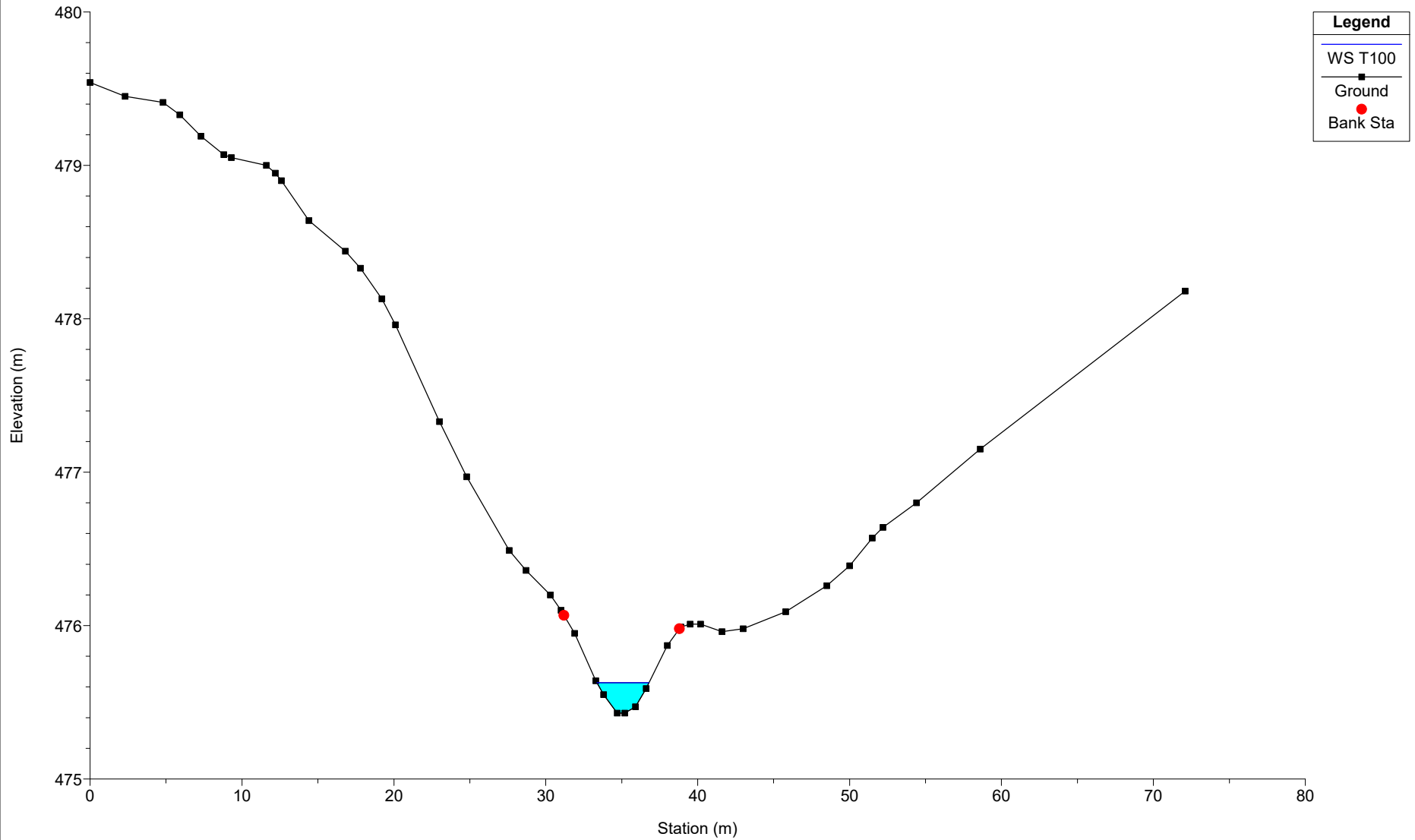
rev09 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 1938



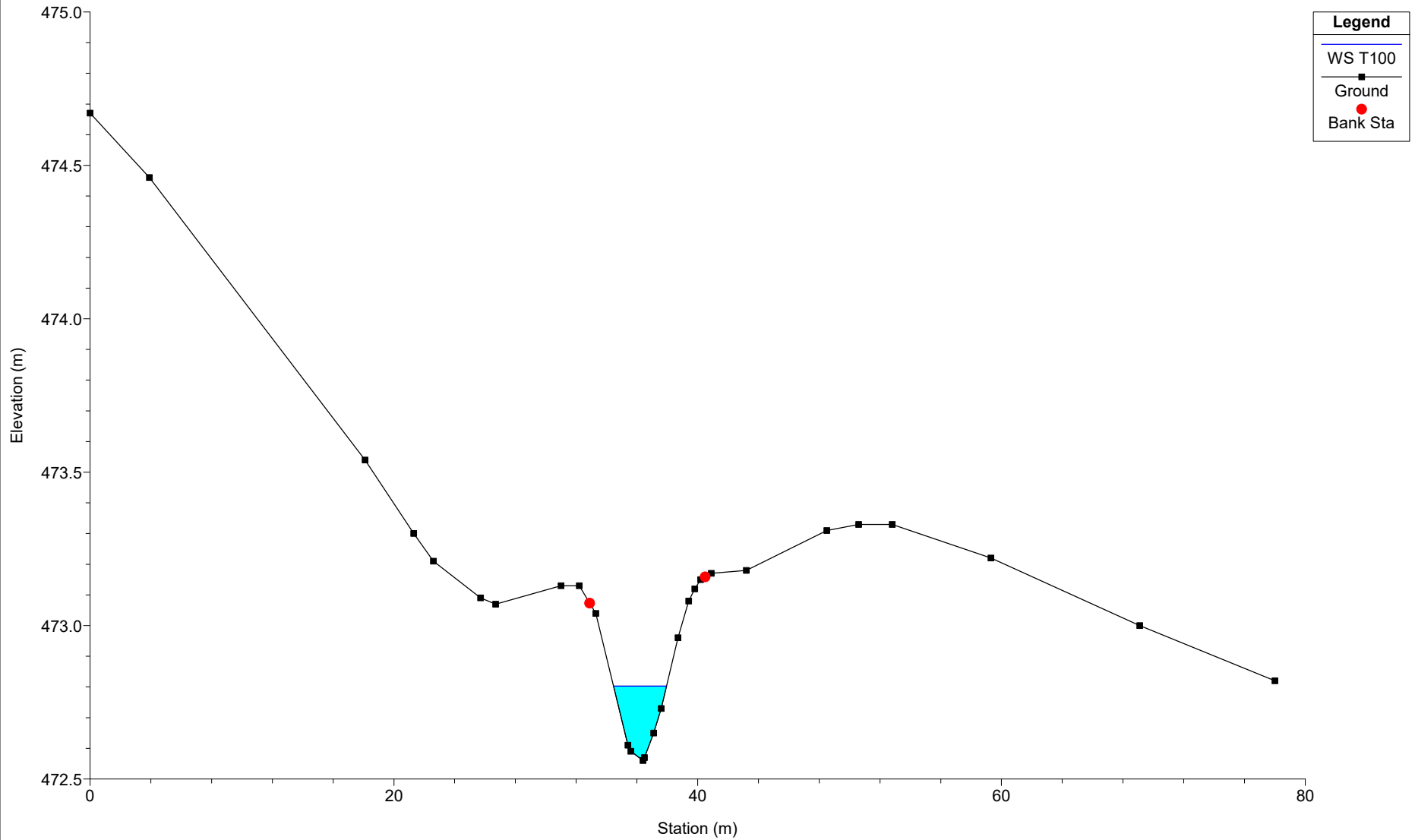
rev09 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 1759



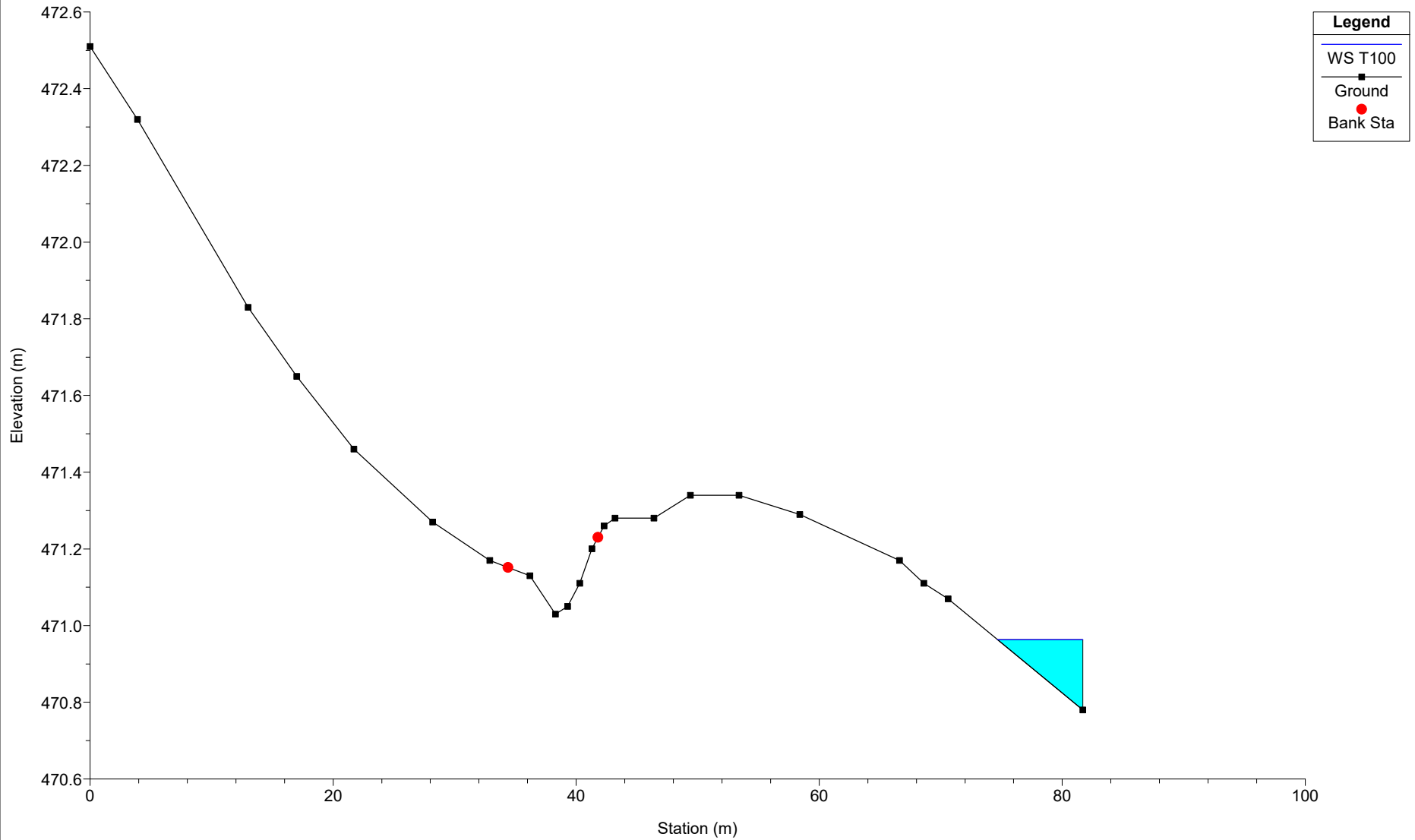
rev09 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 1558



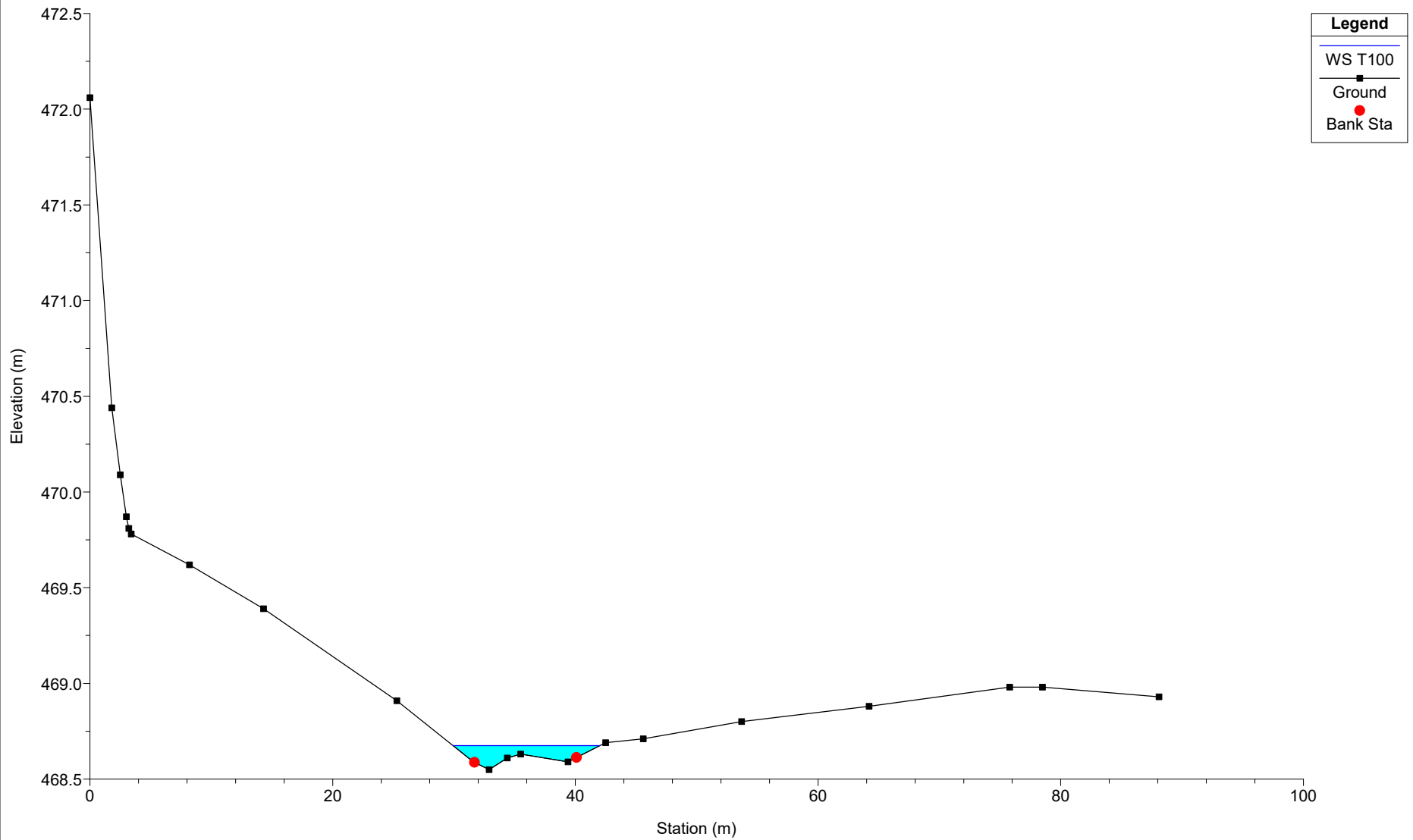
rev09 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 1318



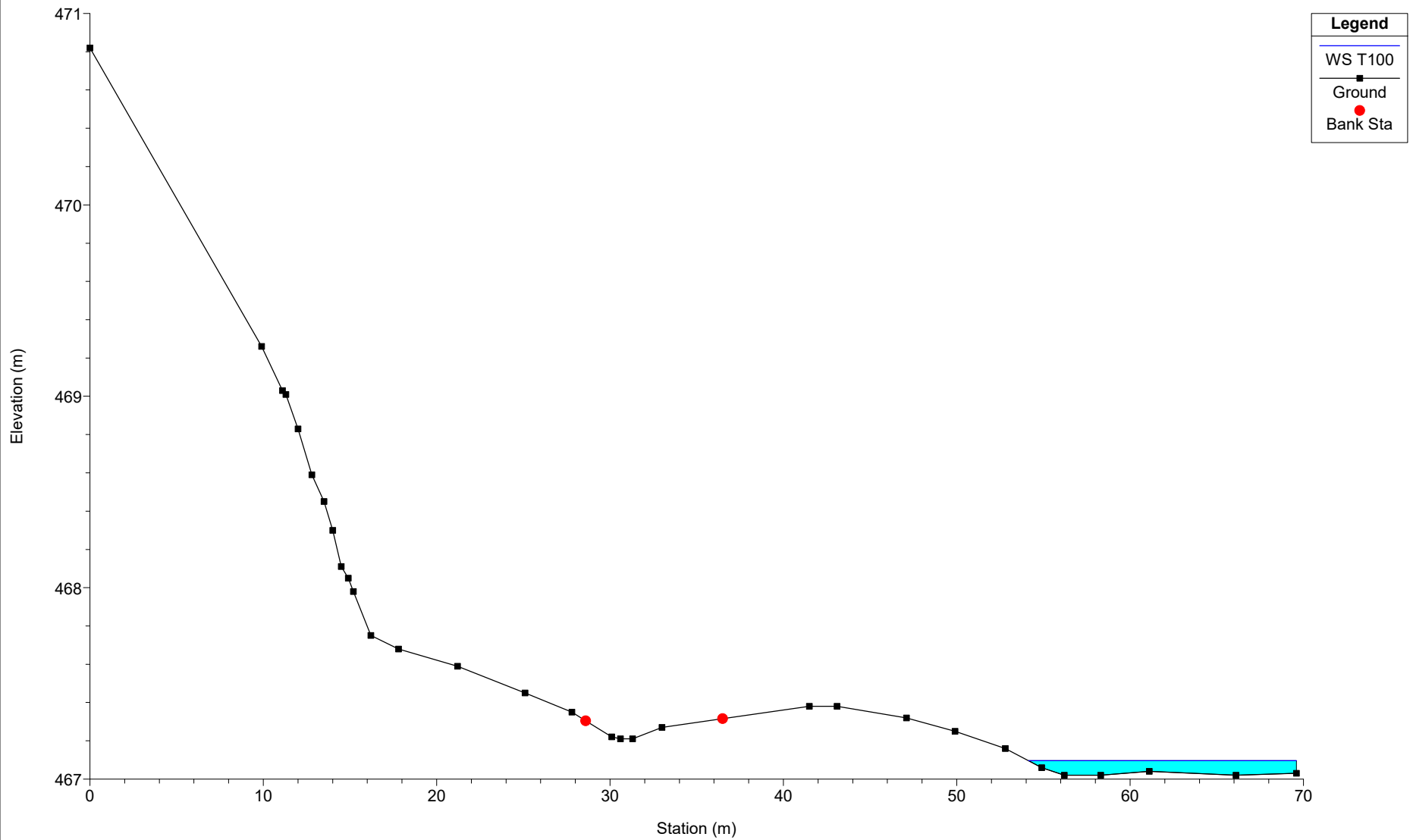
rev09 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 1141



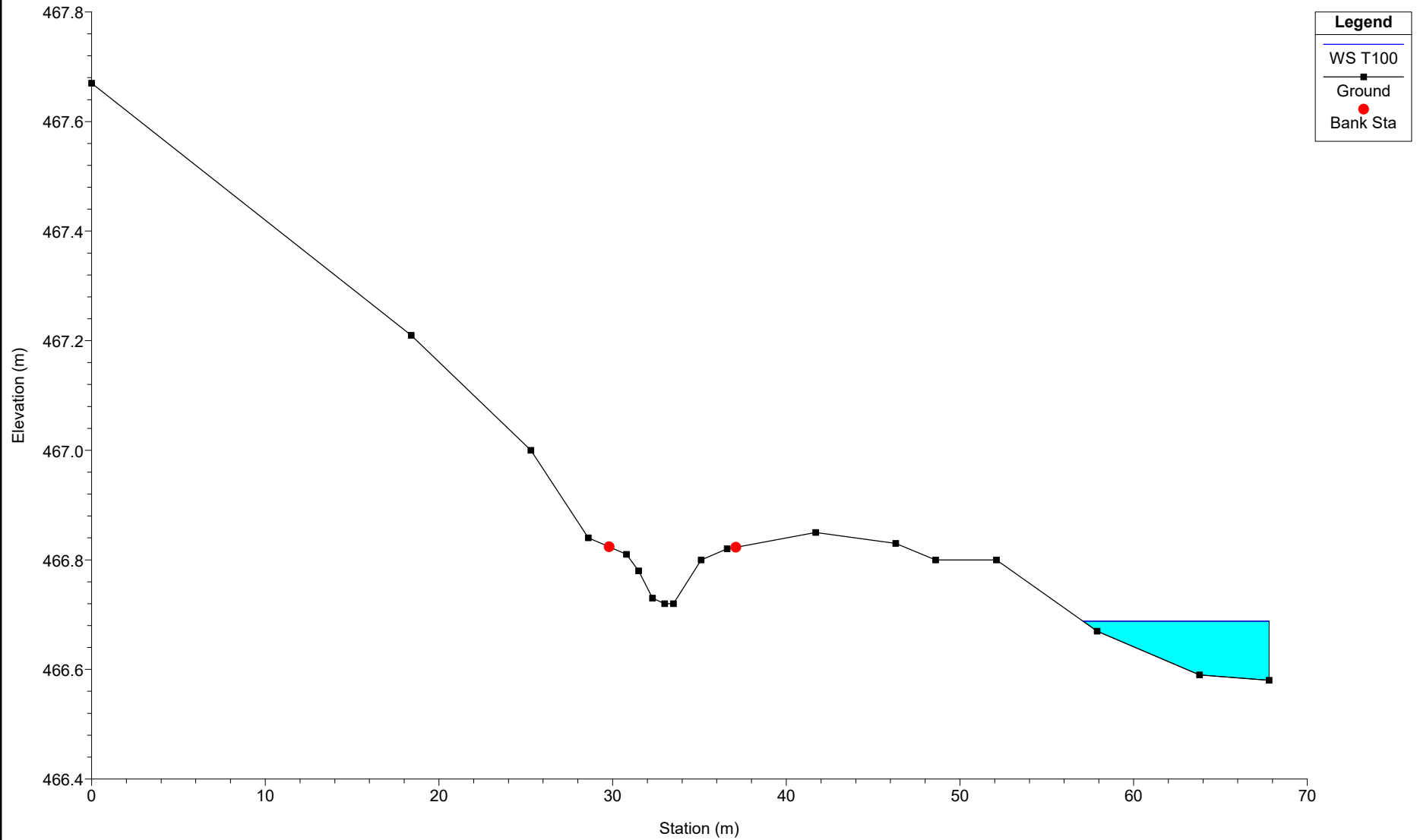
rev09 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 868



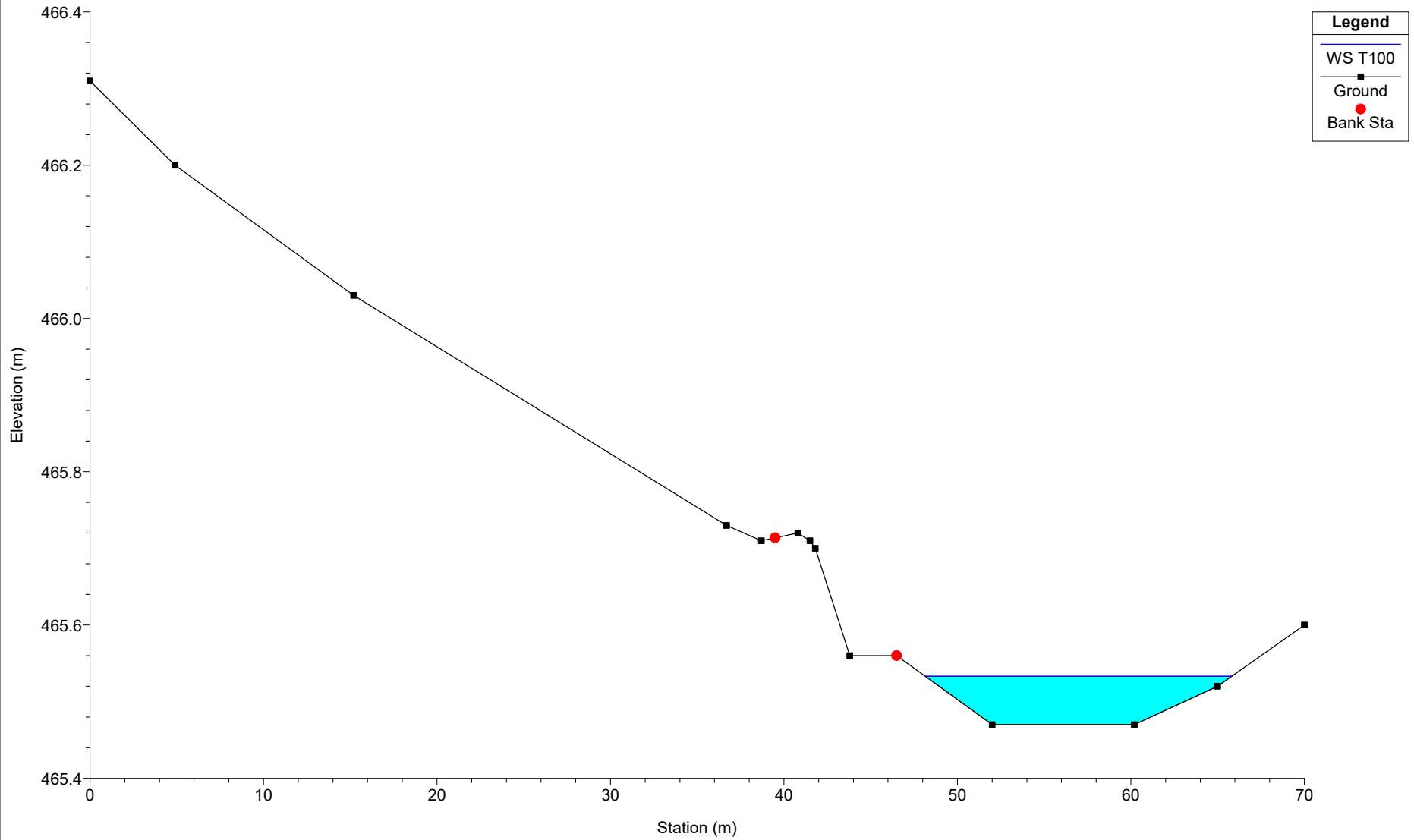
rev09 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 662



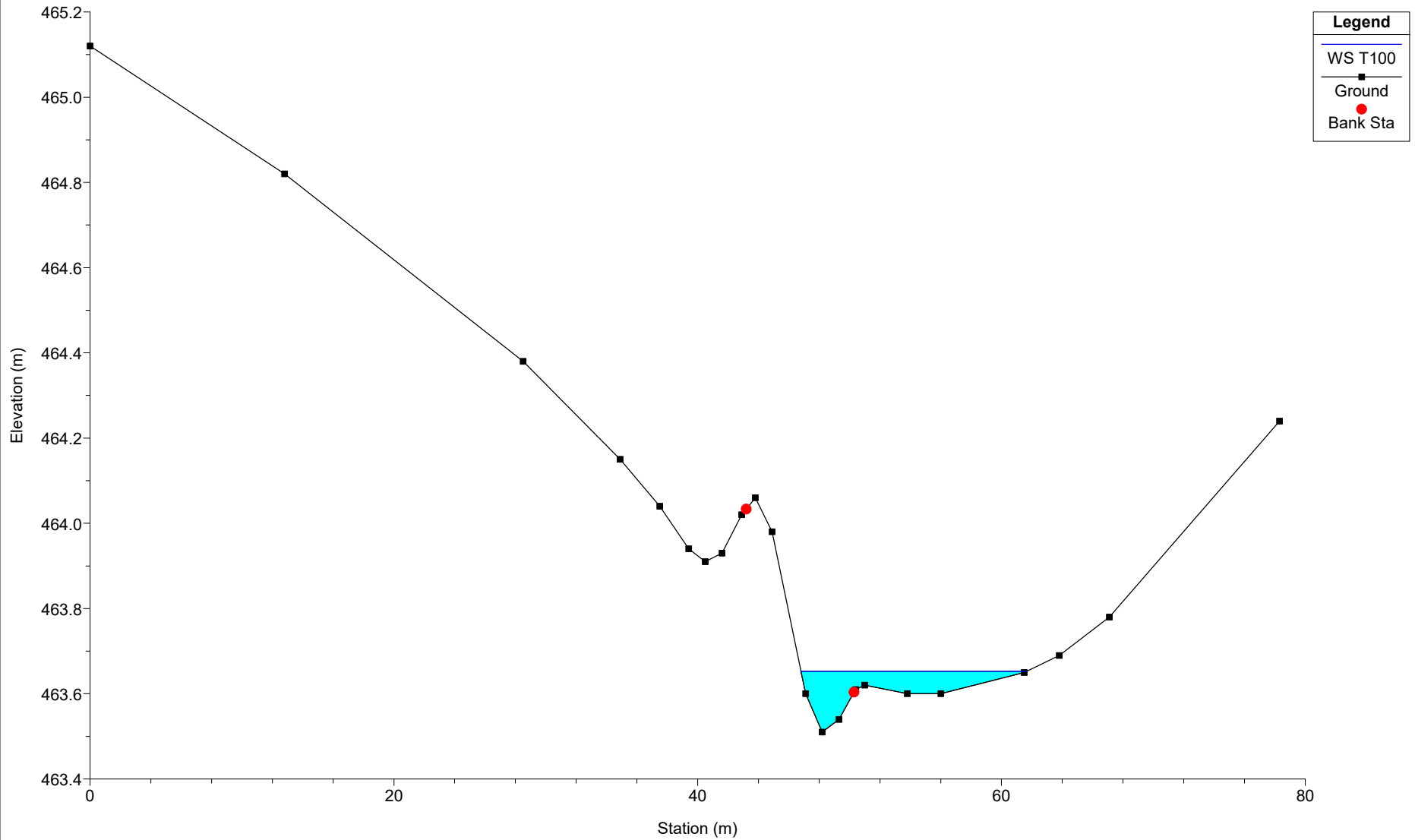
rev09 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 591



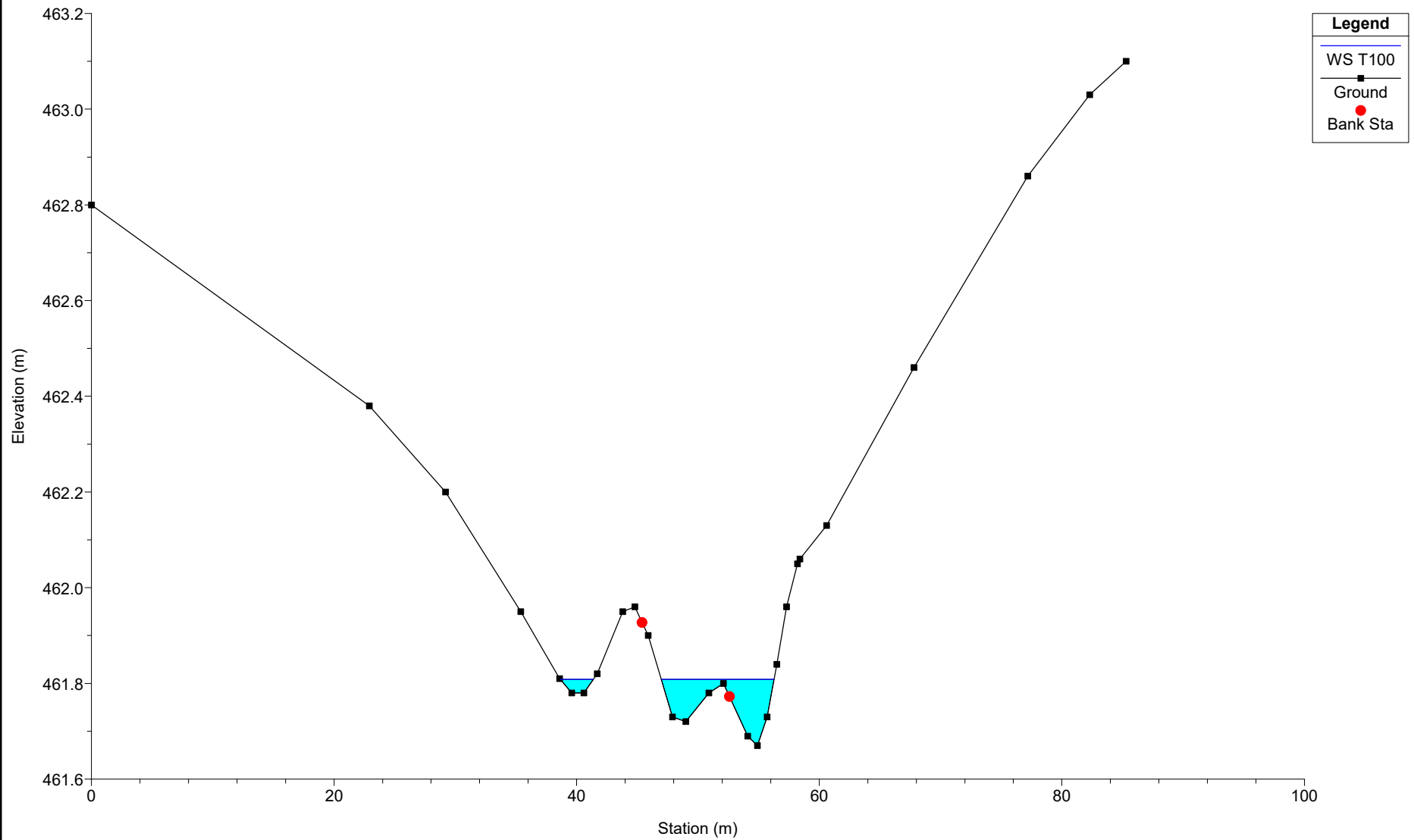
rev09 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 429



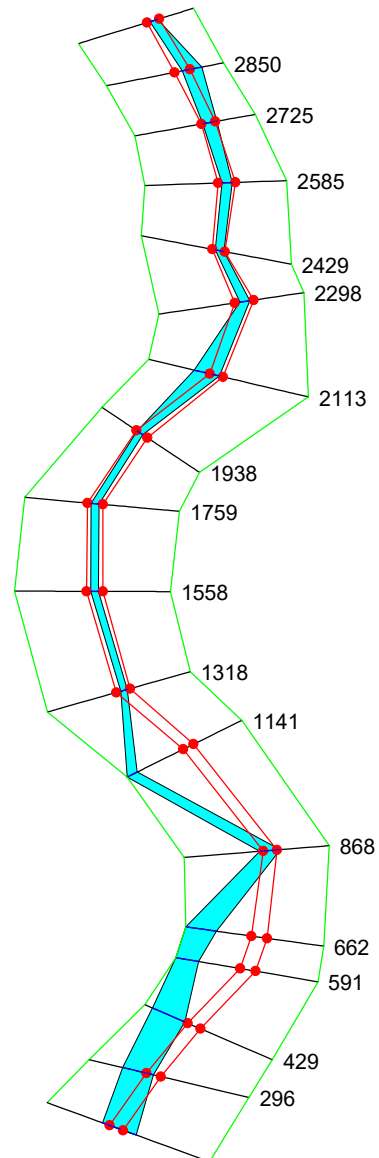
rev09 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 296



rev09 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 158

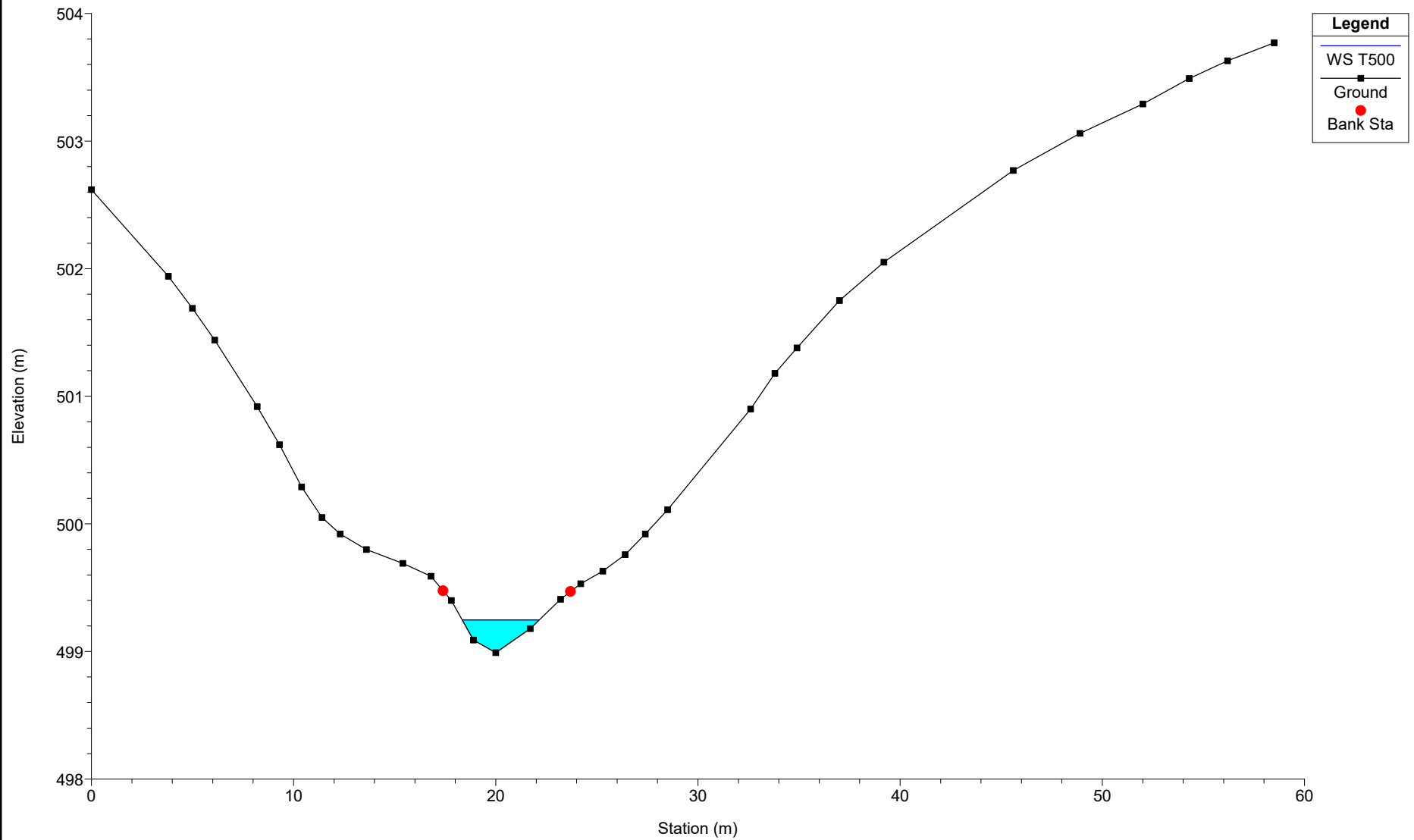


rev09 Plan: Plan 01 29/05/2019

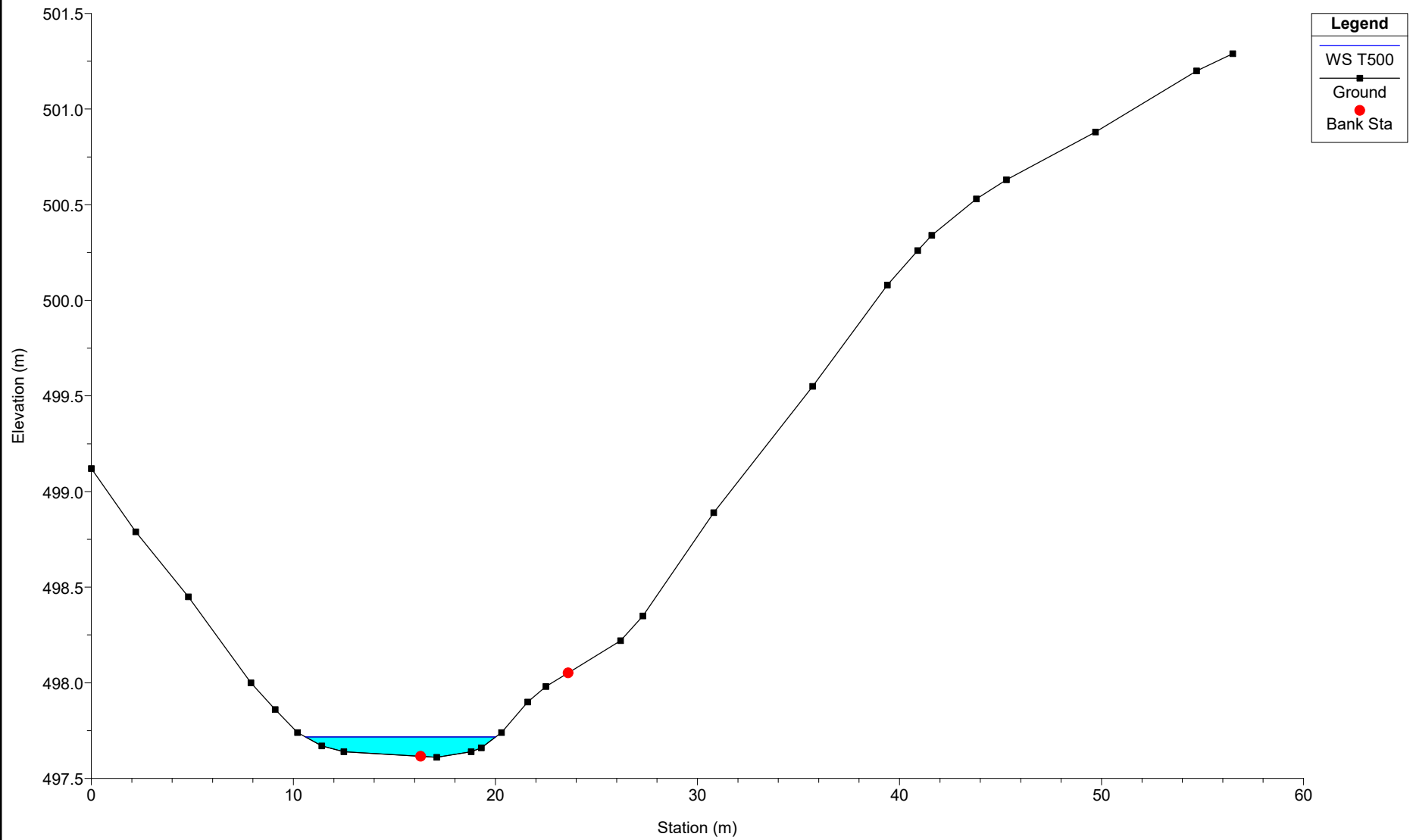


Legend	
	WS T500
	Ground
	Bank Sta

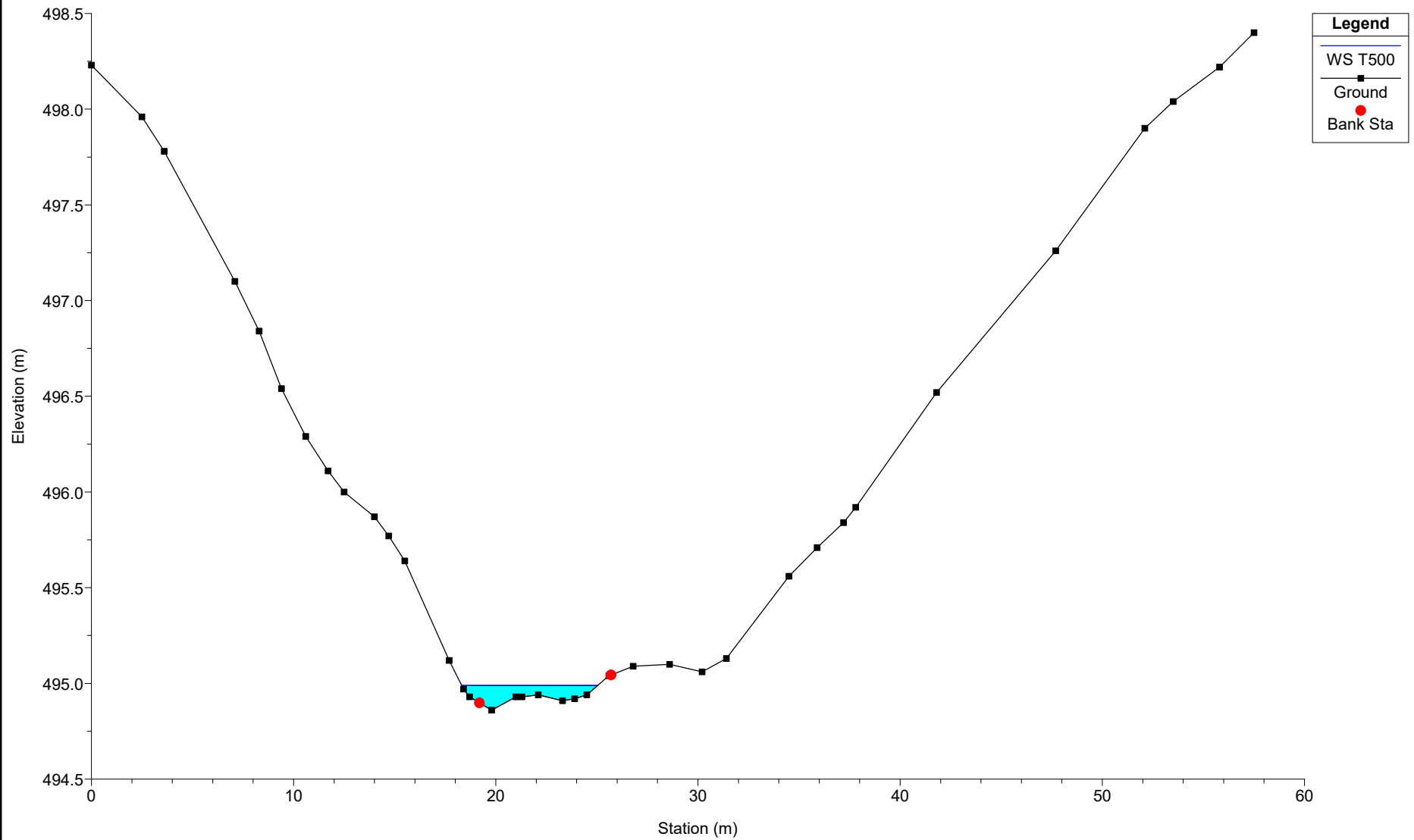
rev09 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 2978



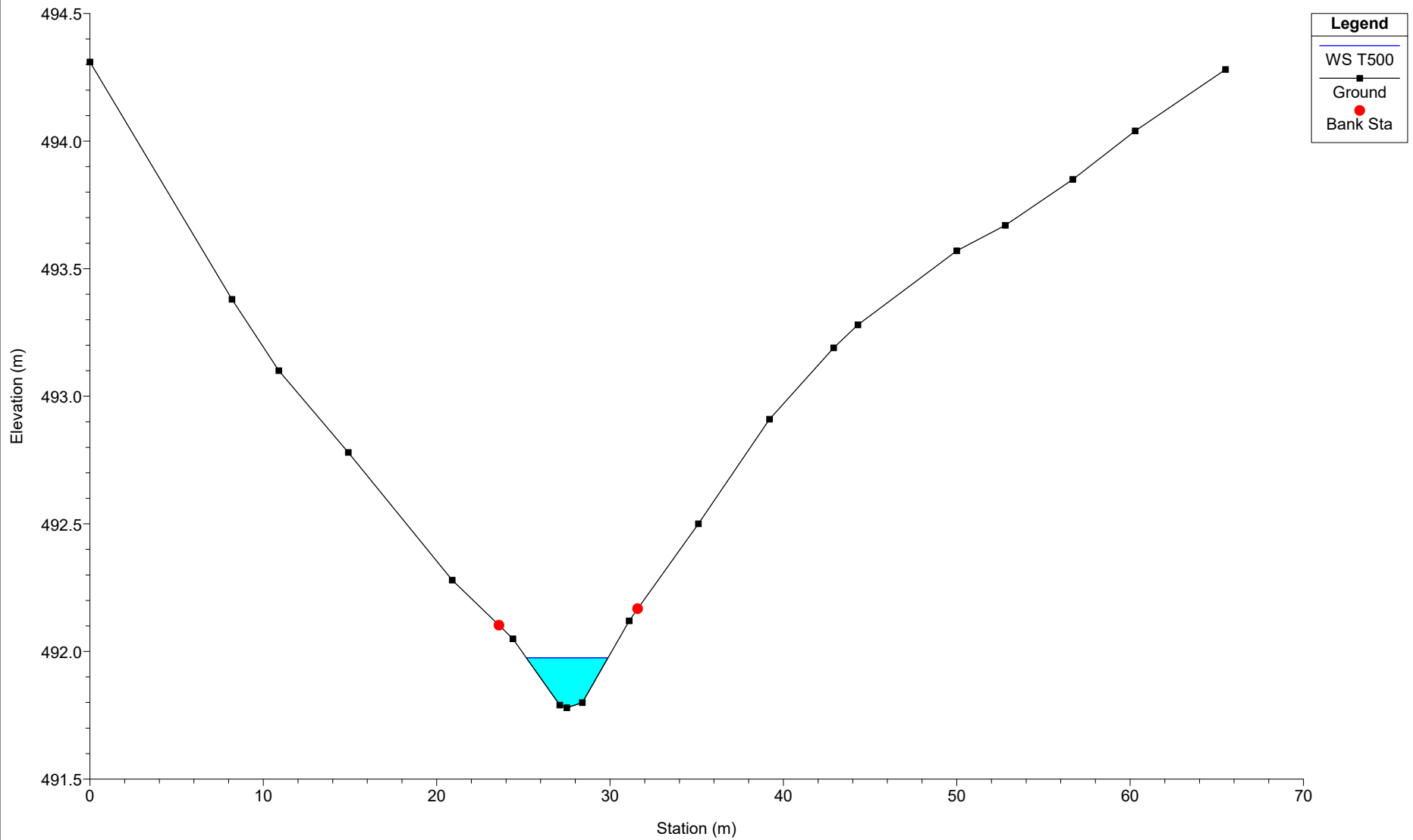
rev09 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 2850



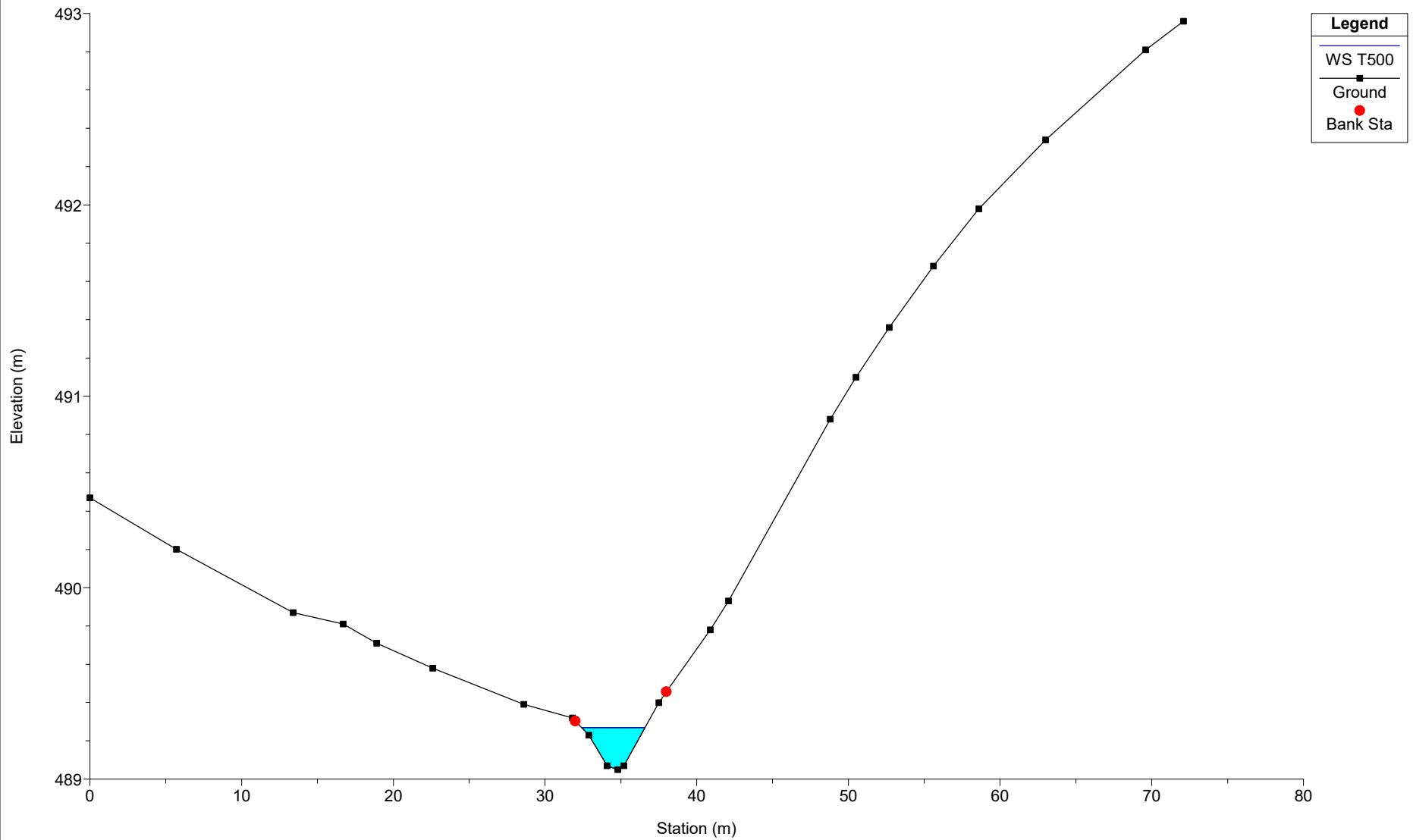
rev09 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 2725



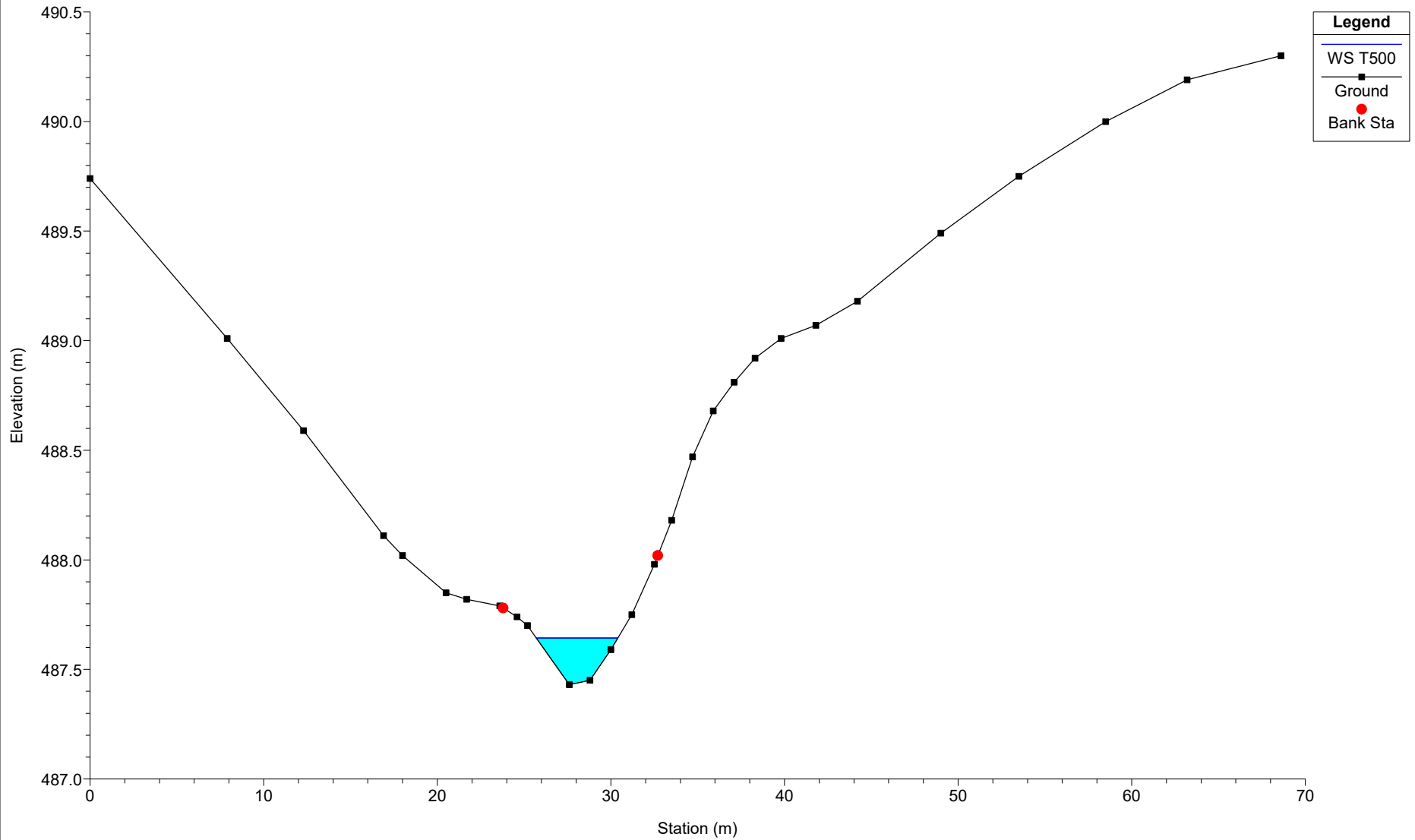
rev09 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 2585



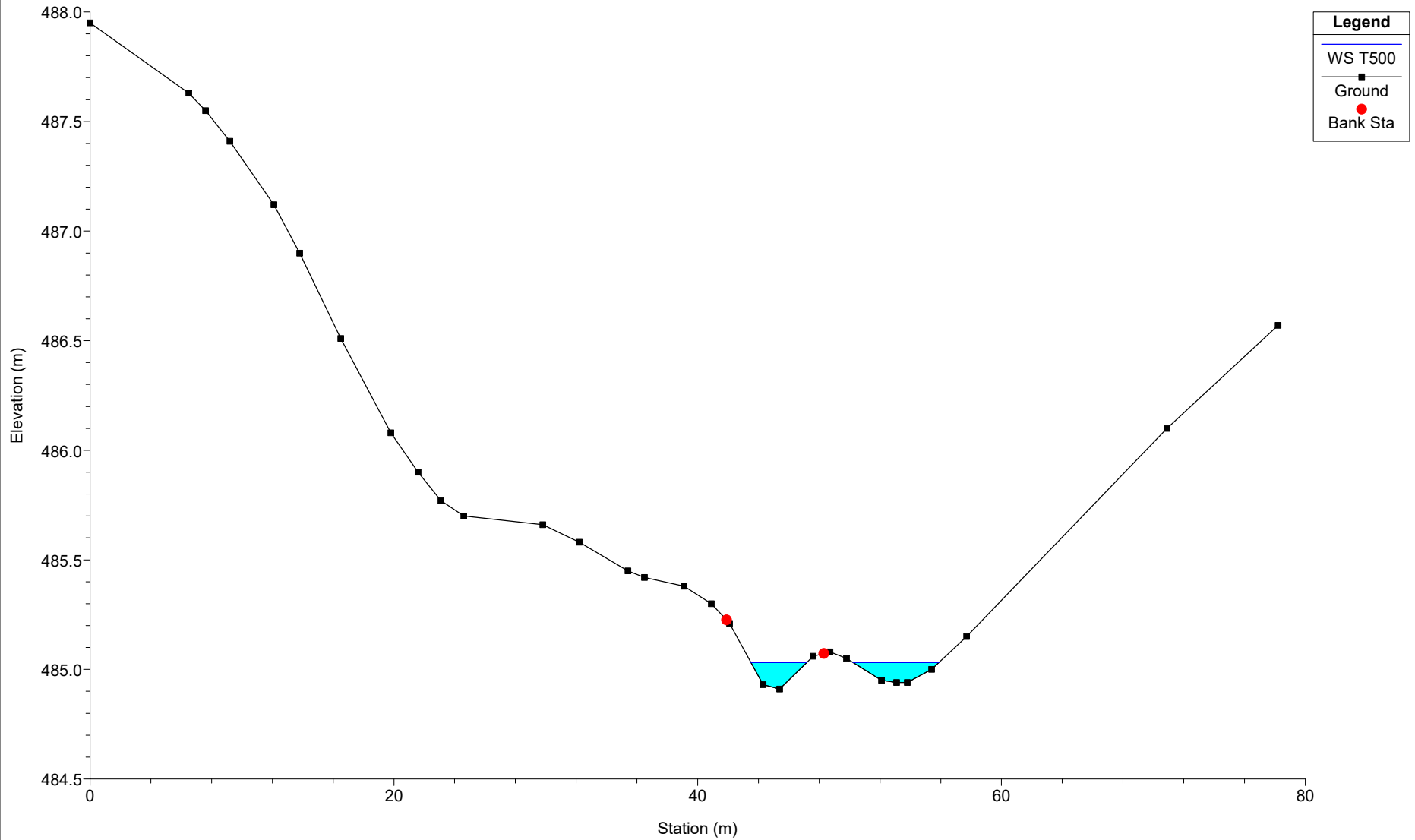
rev09 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 2429



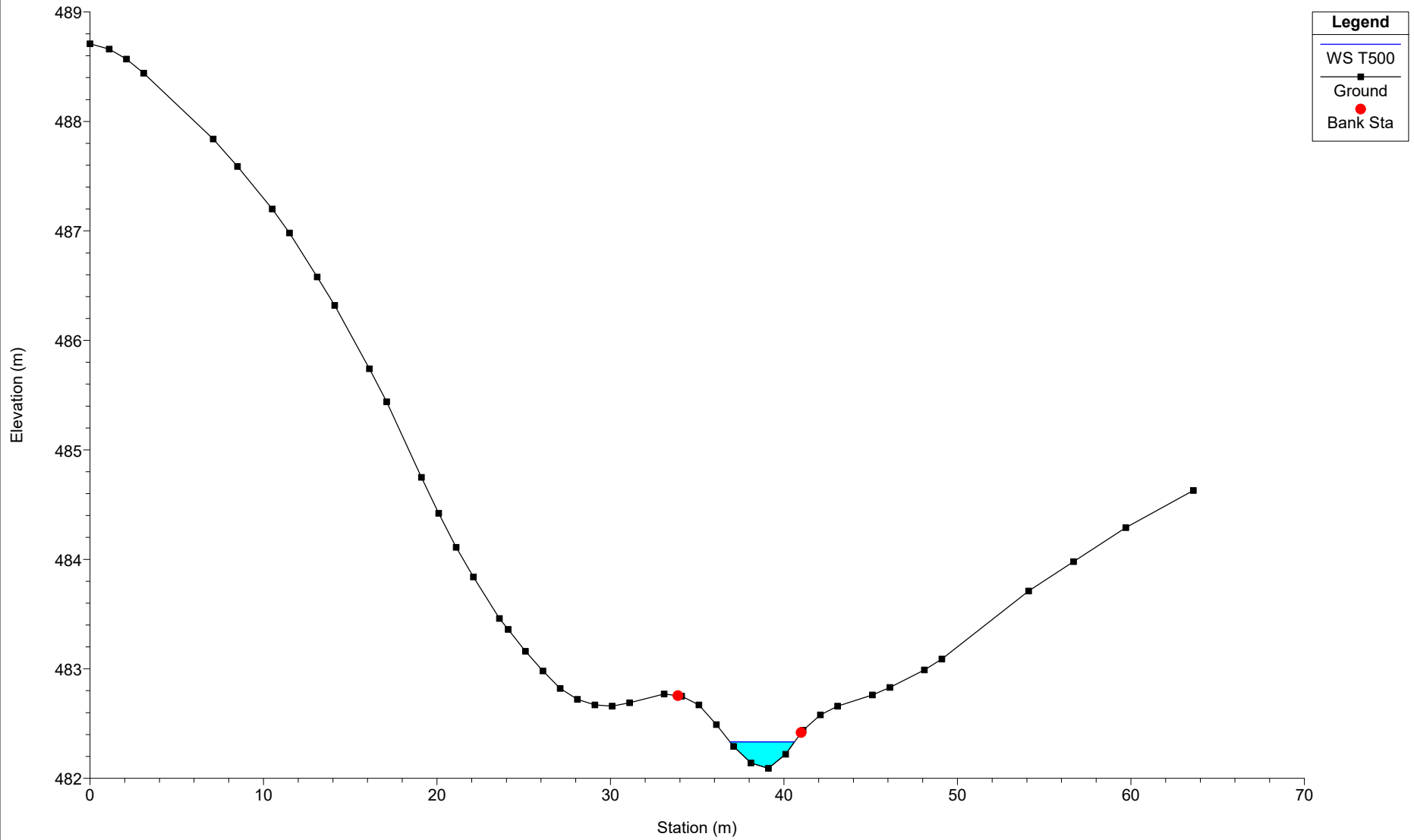
rev09 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 2298



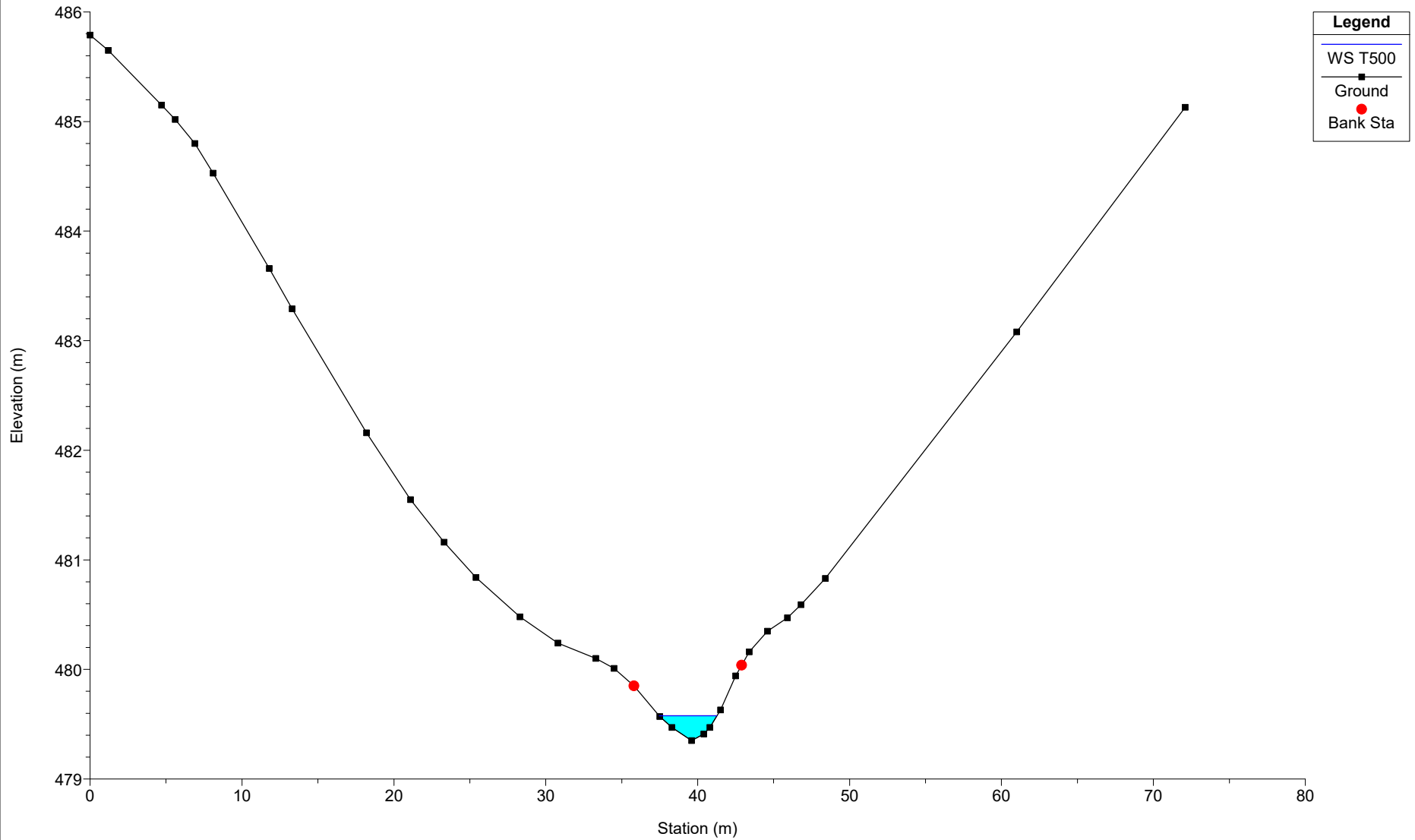
rev09 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 2113



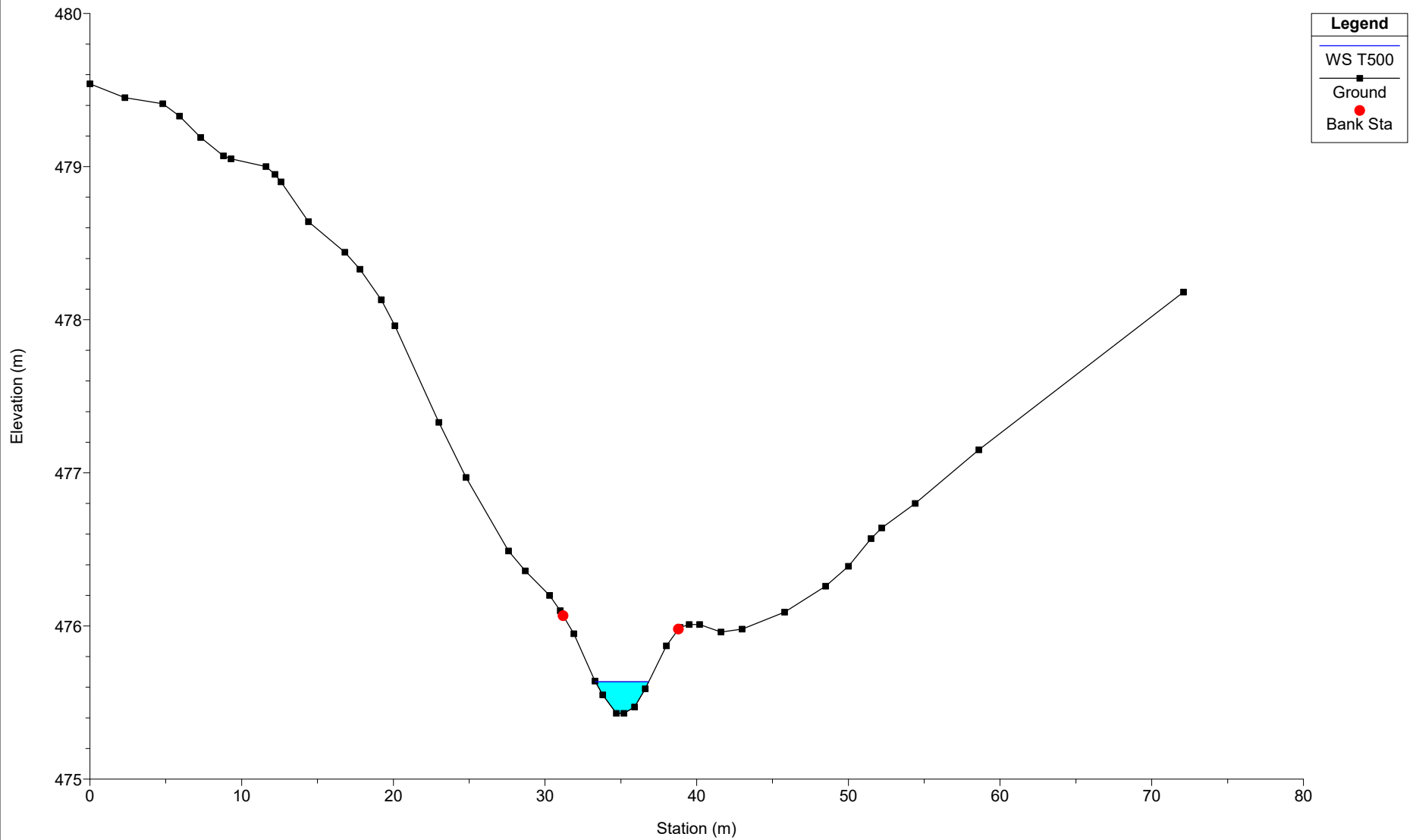
rev09 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 1938



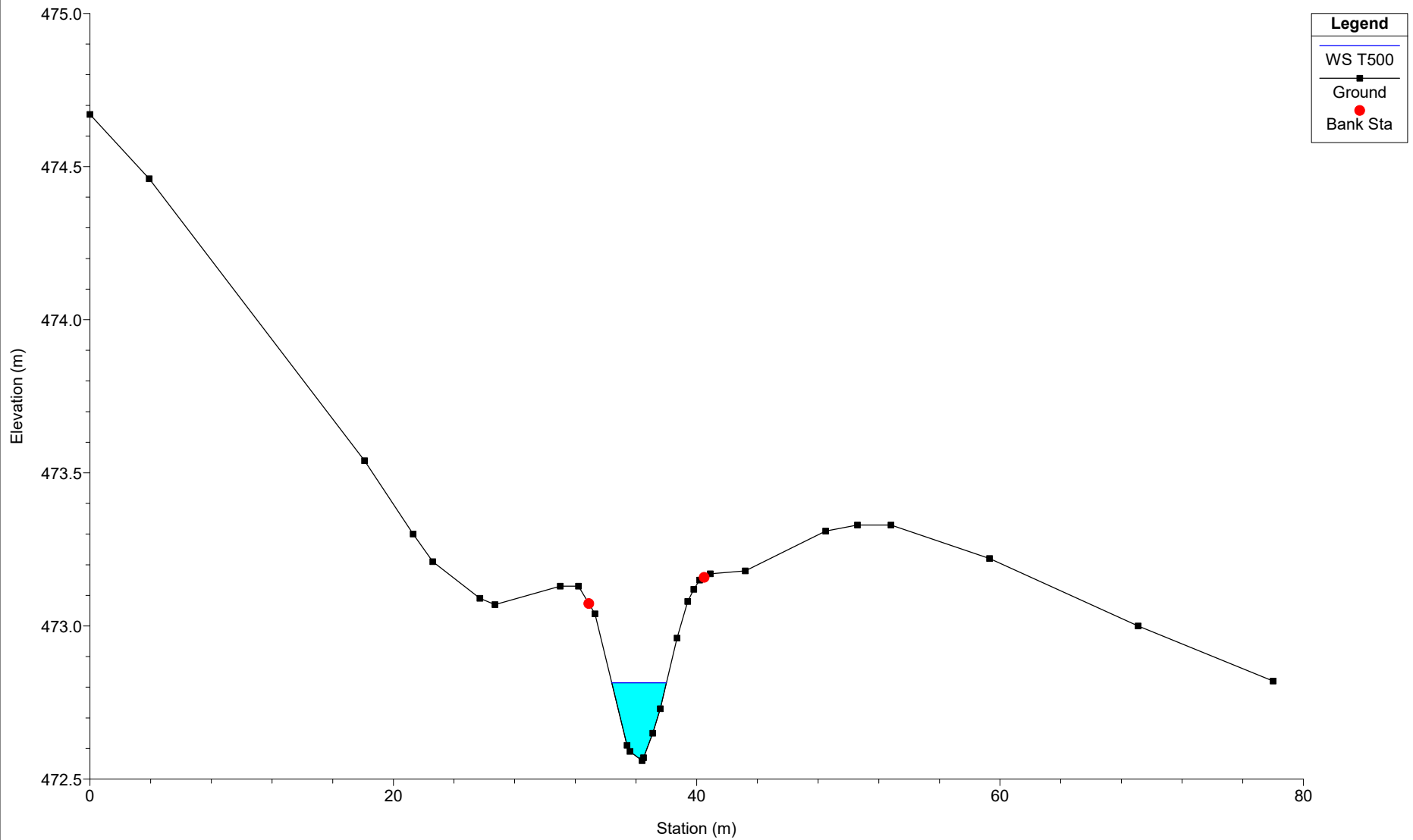
rev09 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 1759



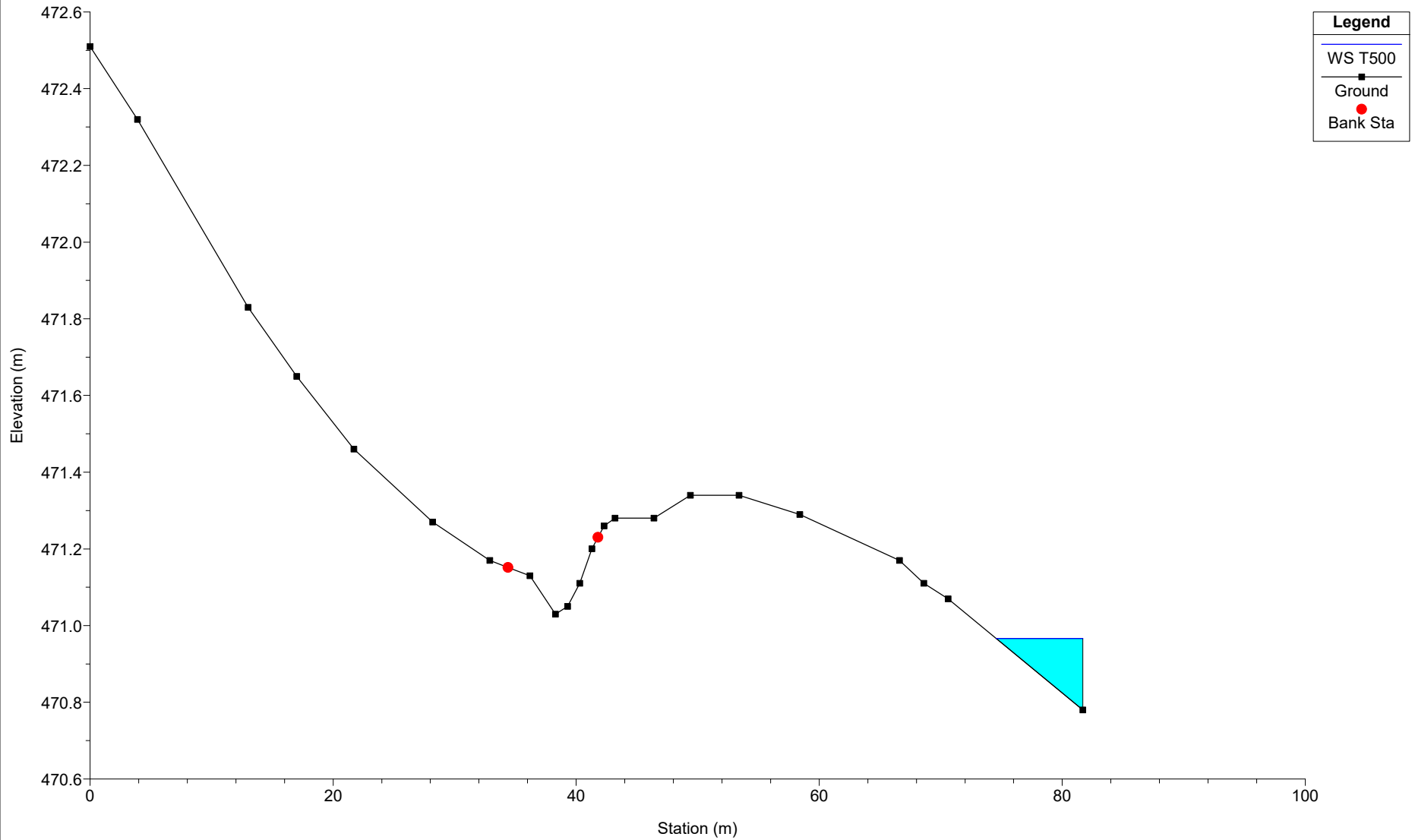
rev09 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 1558



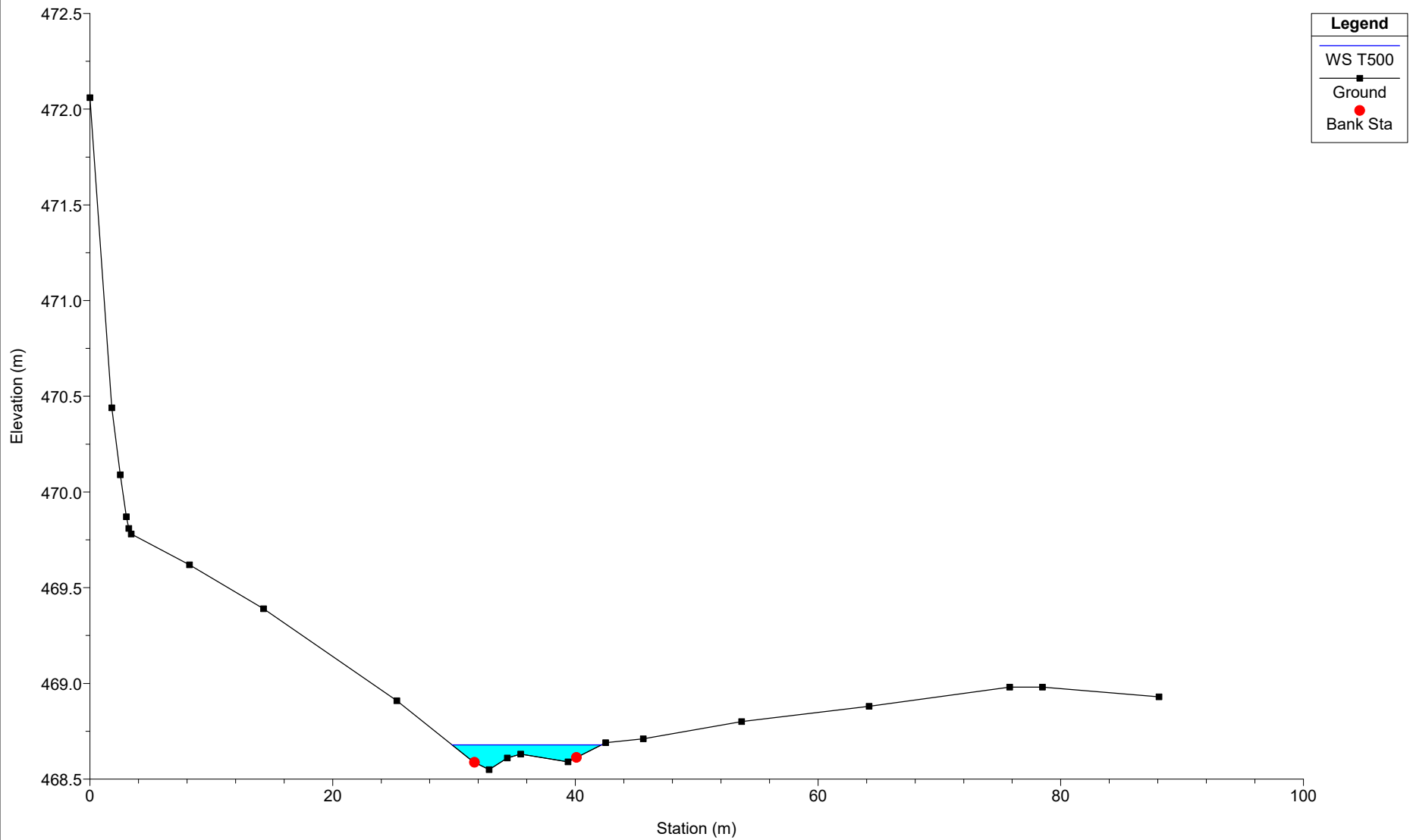
rev09 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 1318



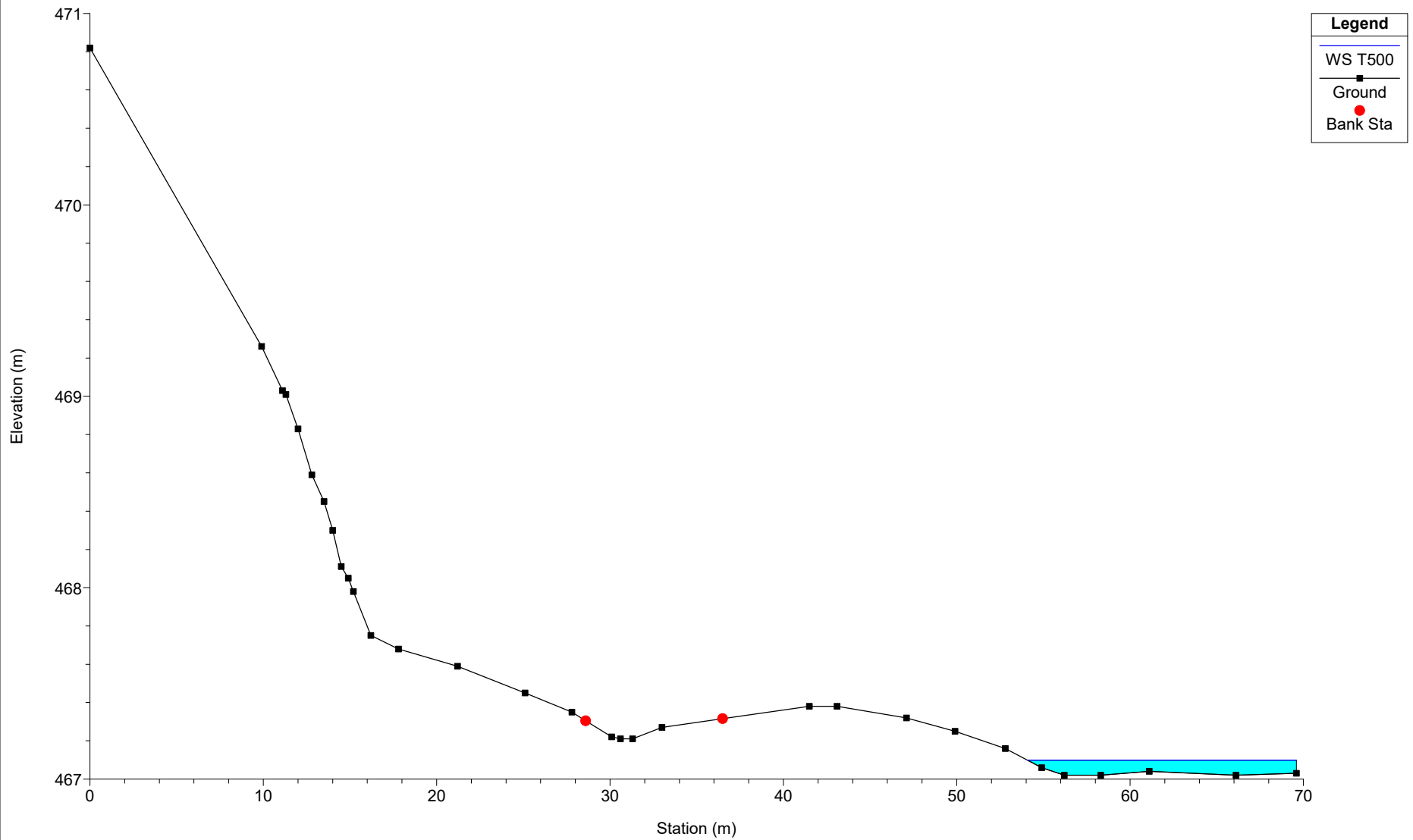
rev09 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 1141



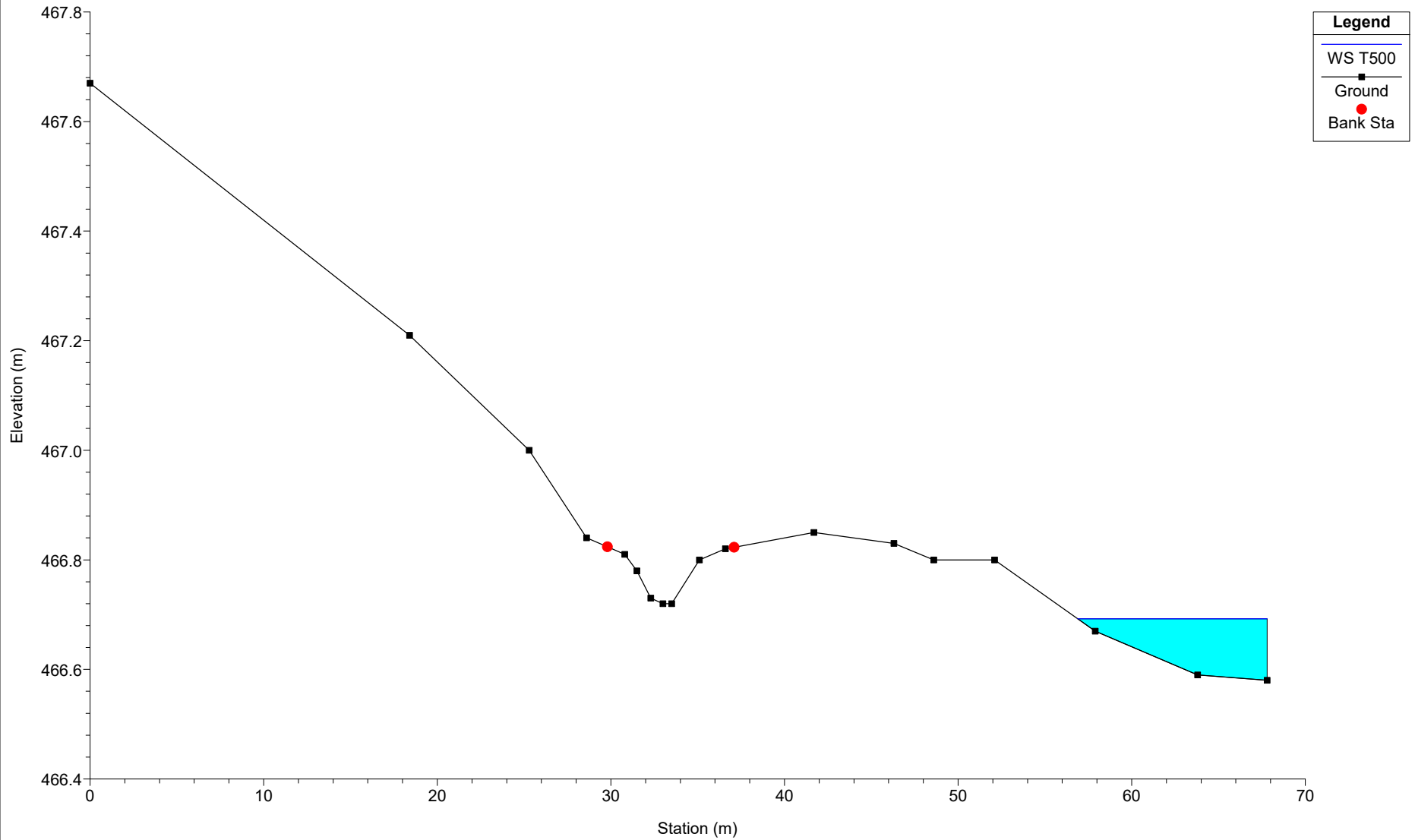
rev09 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 868



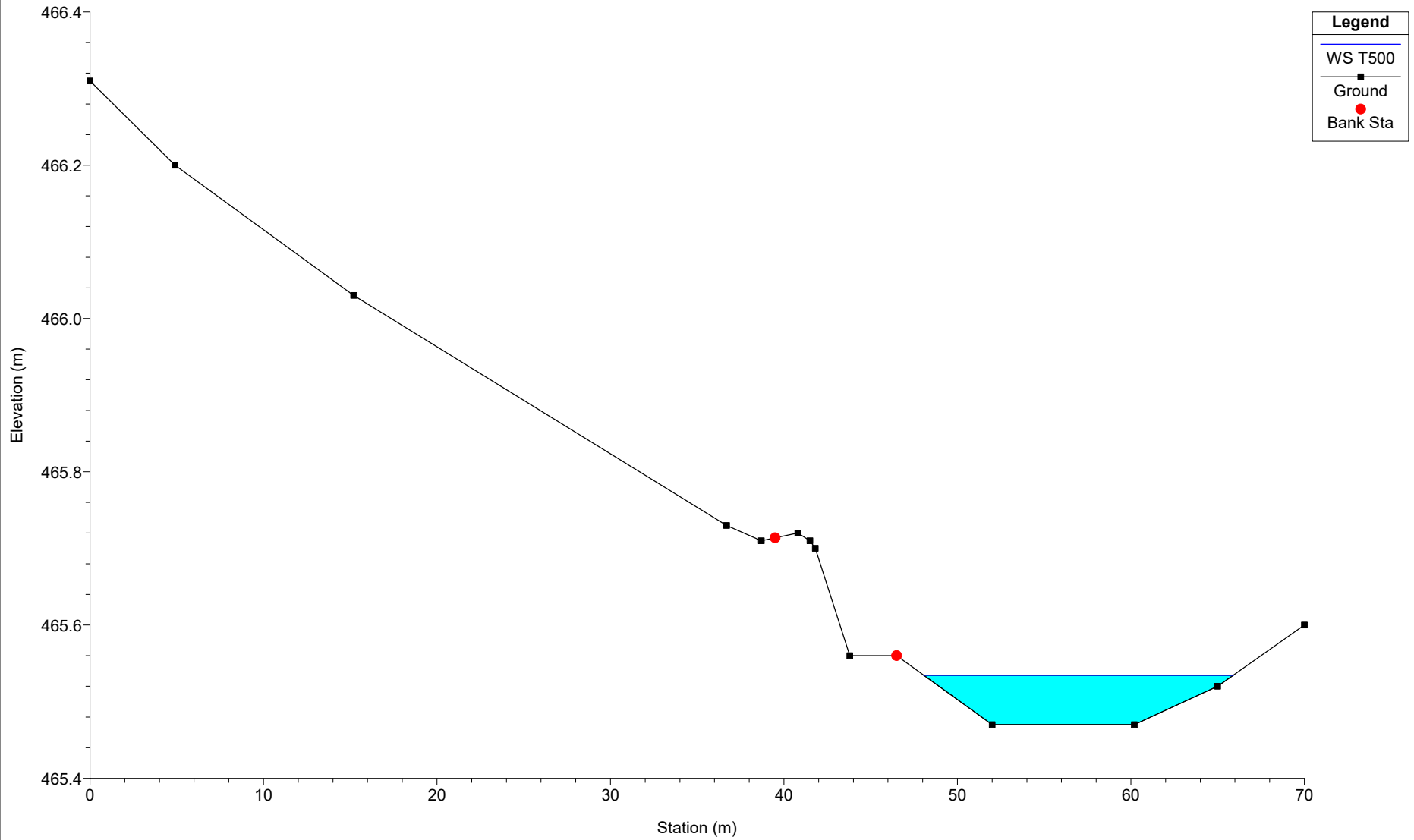
rev09 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 662



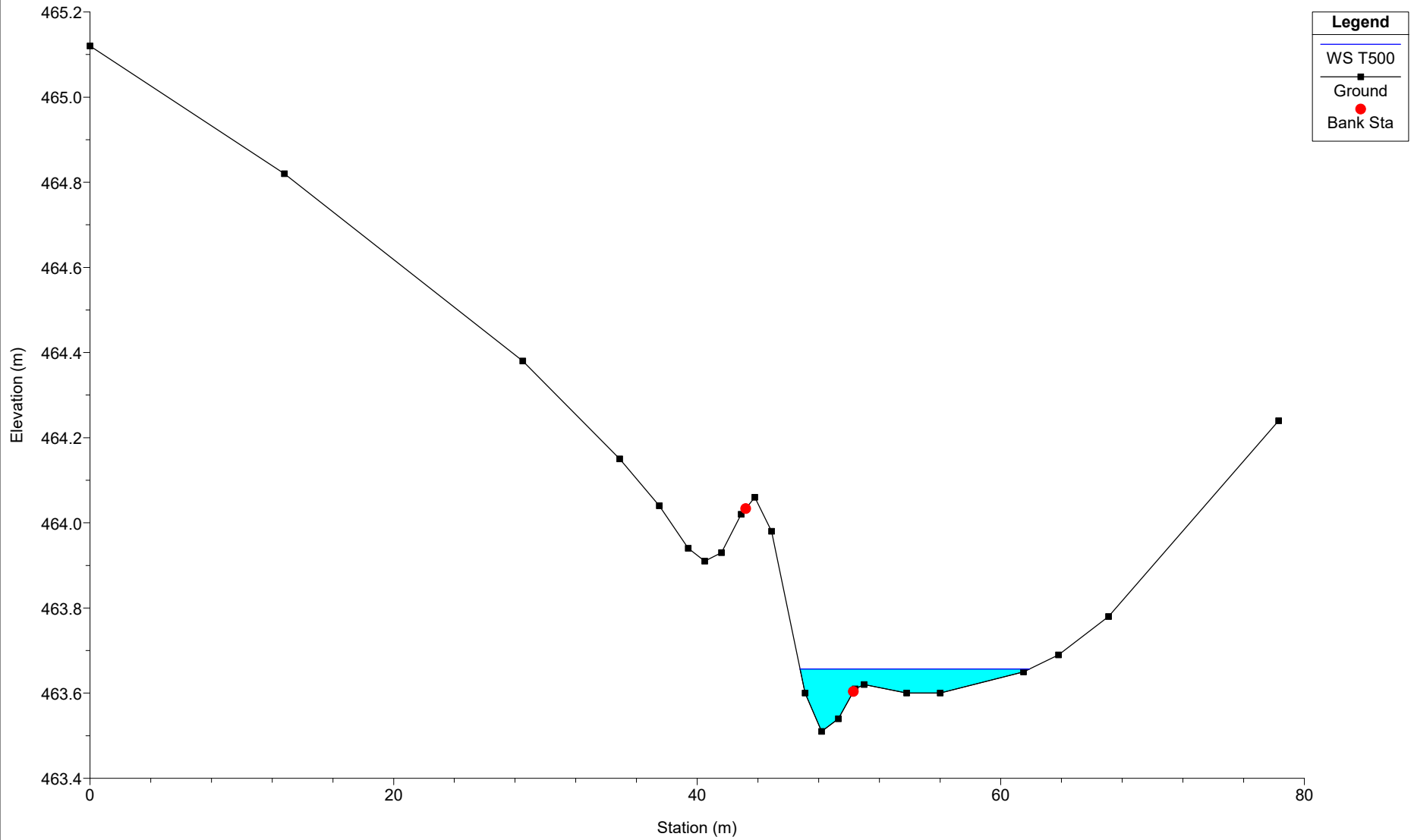
rev09 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 591



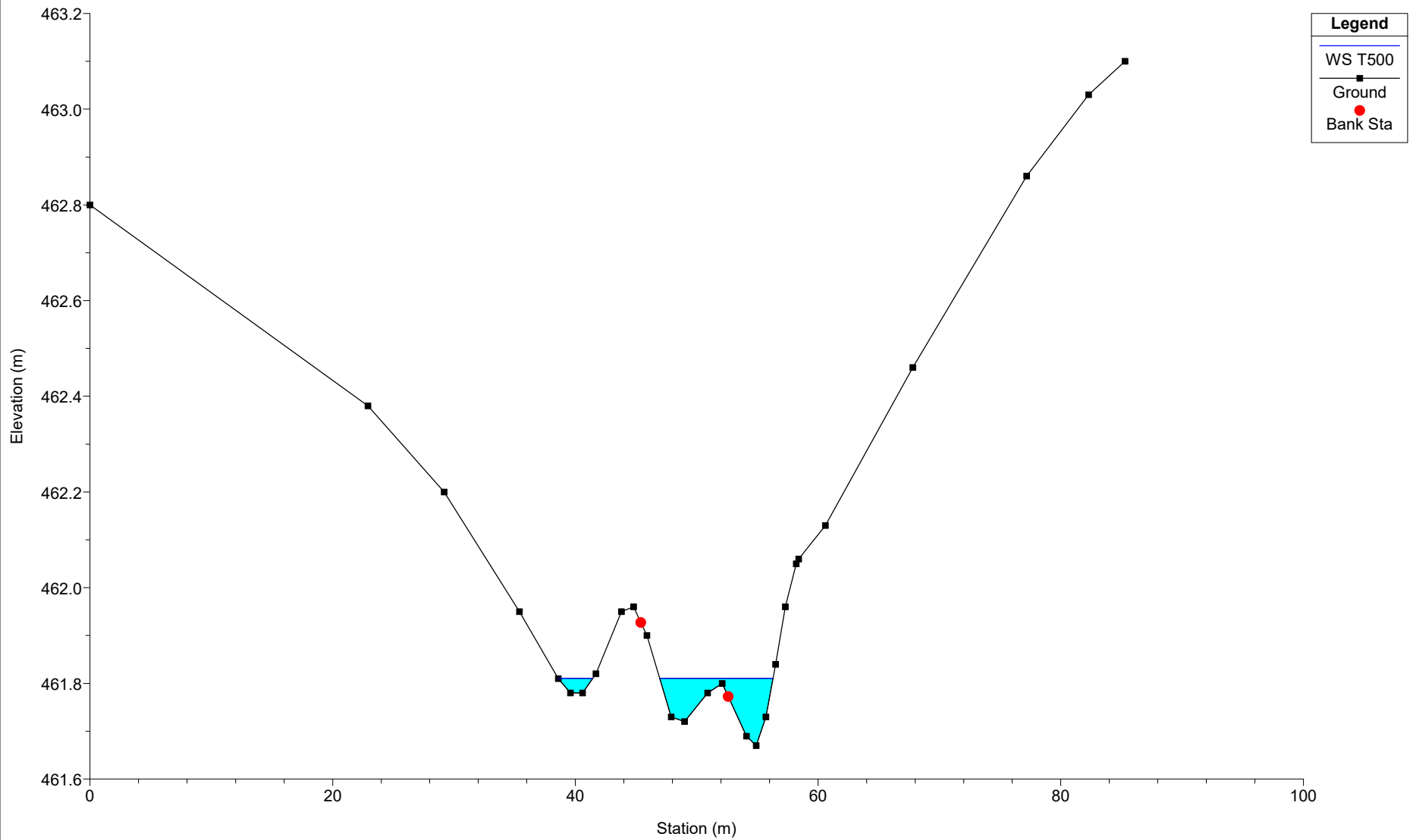
rev09 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 429



rev09 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 296

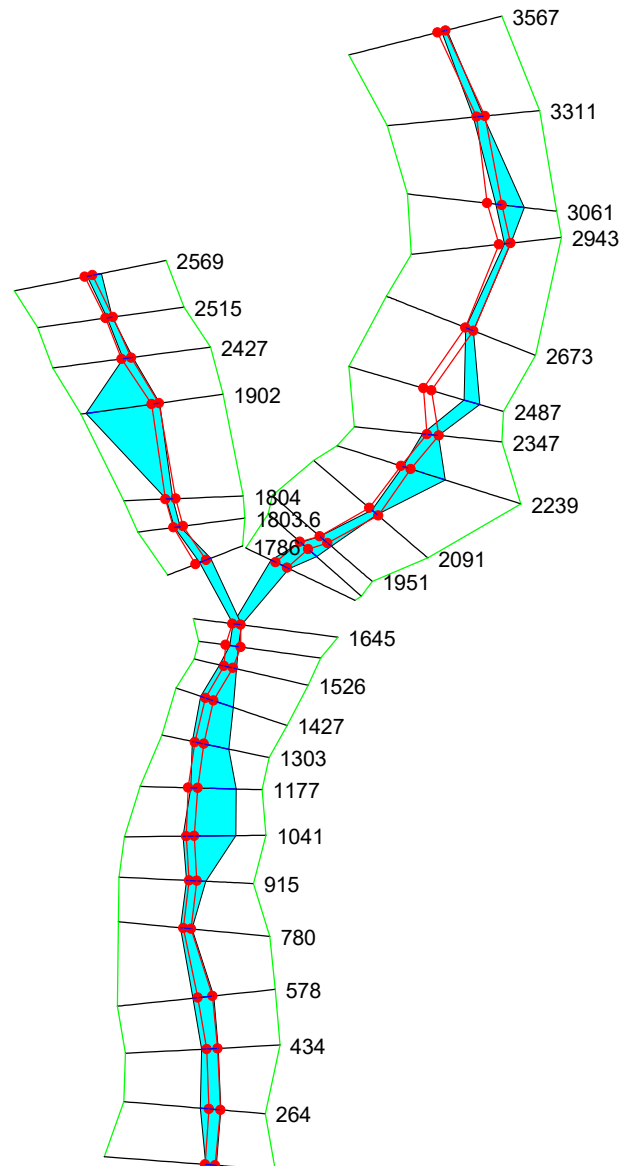


rev09 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 158



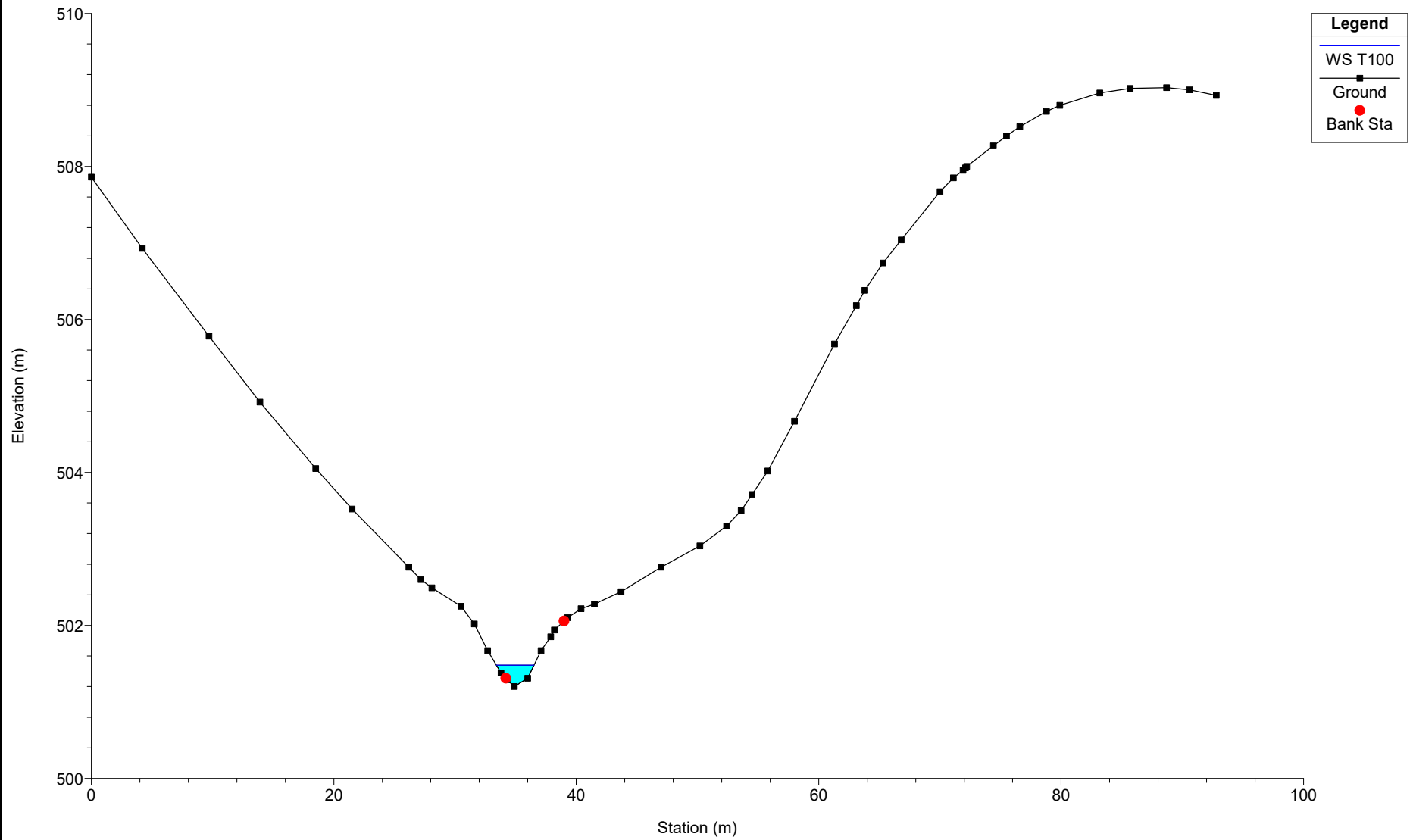
RESULTADOS HEC RAS CAUCE 2

rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019

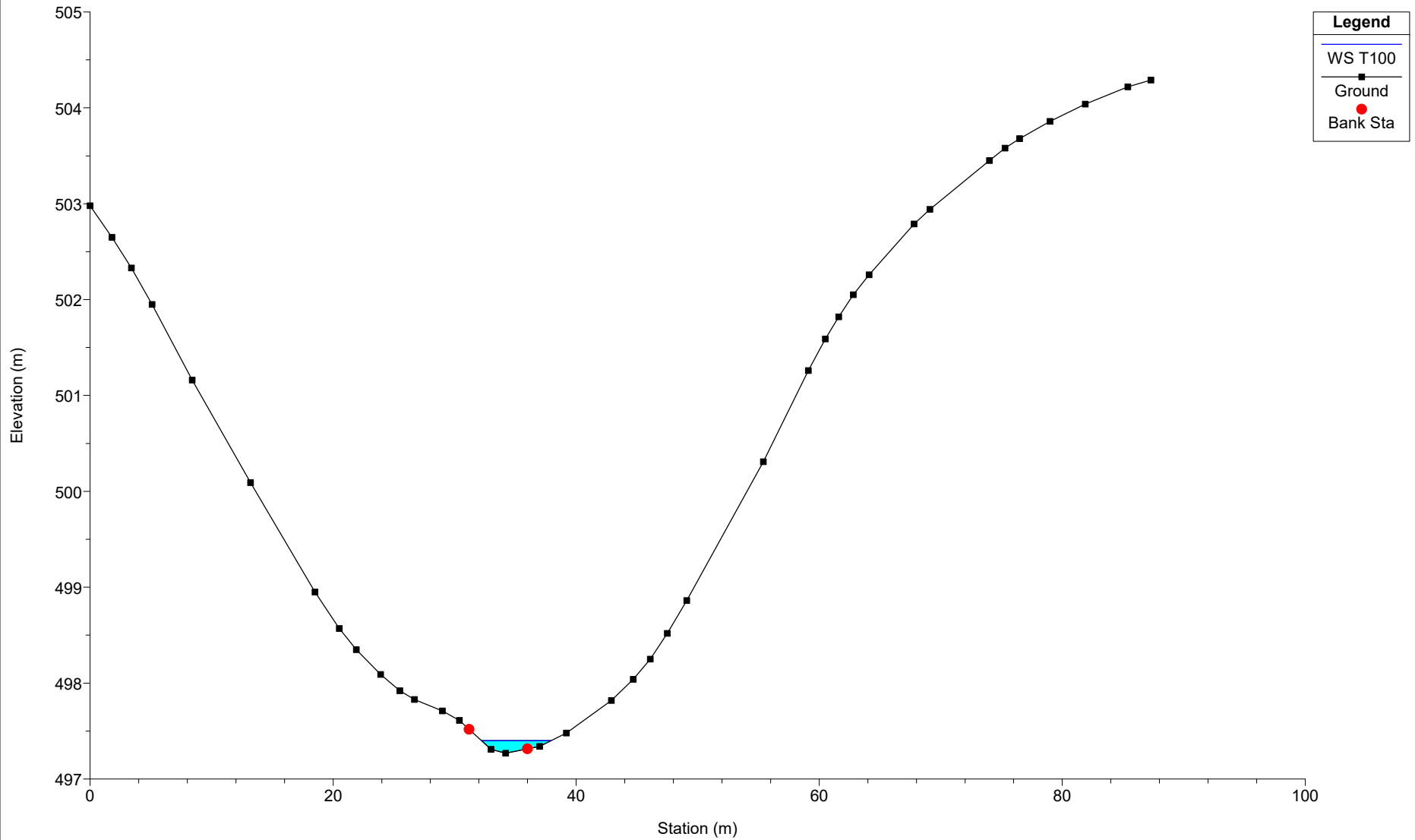


Legend	
WS T100	
Ground	
Bank Sta	

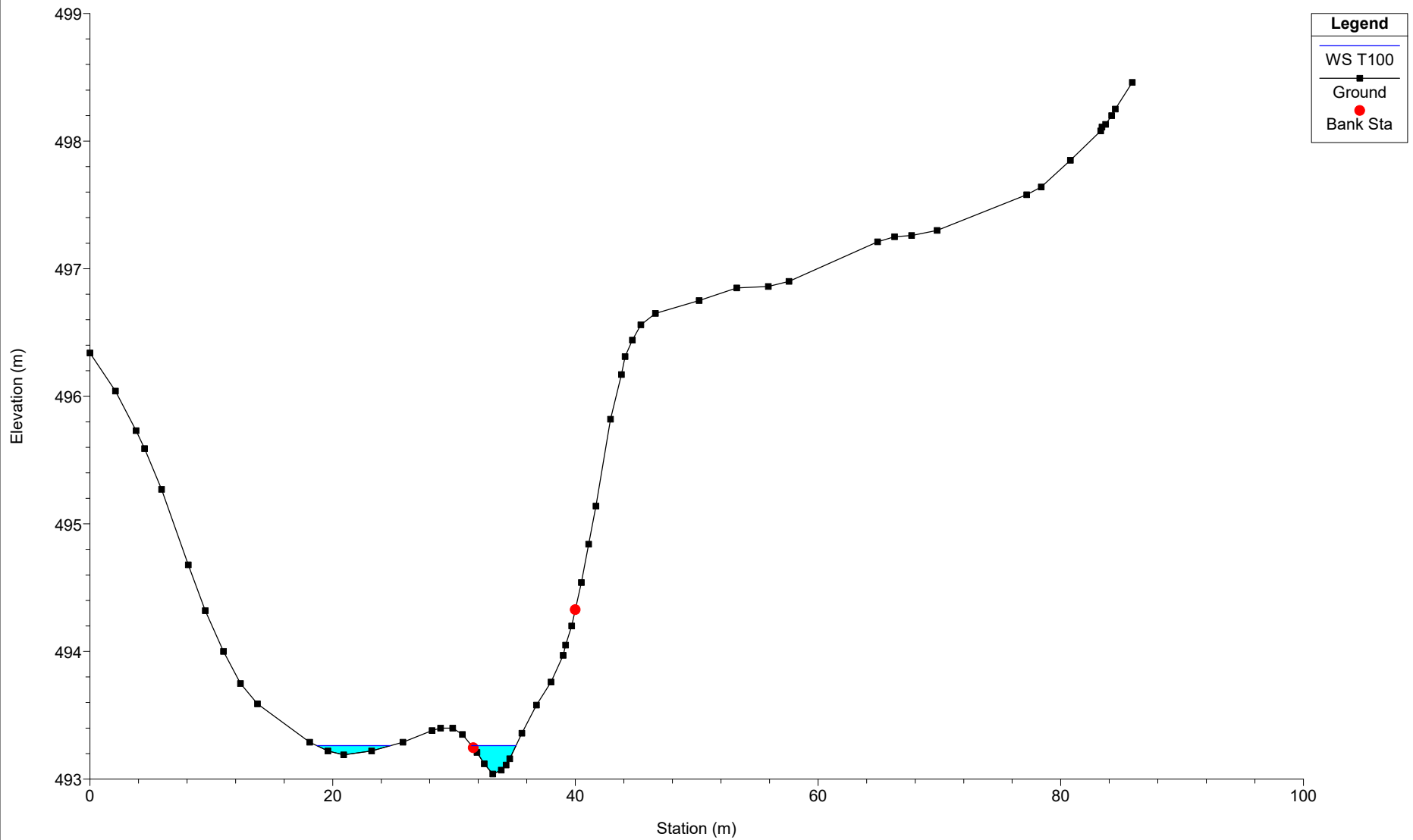
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 3567



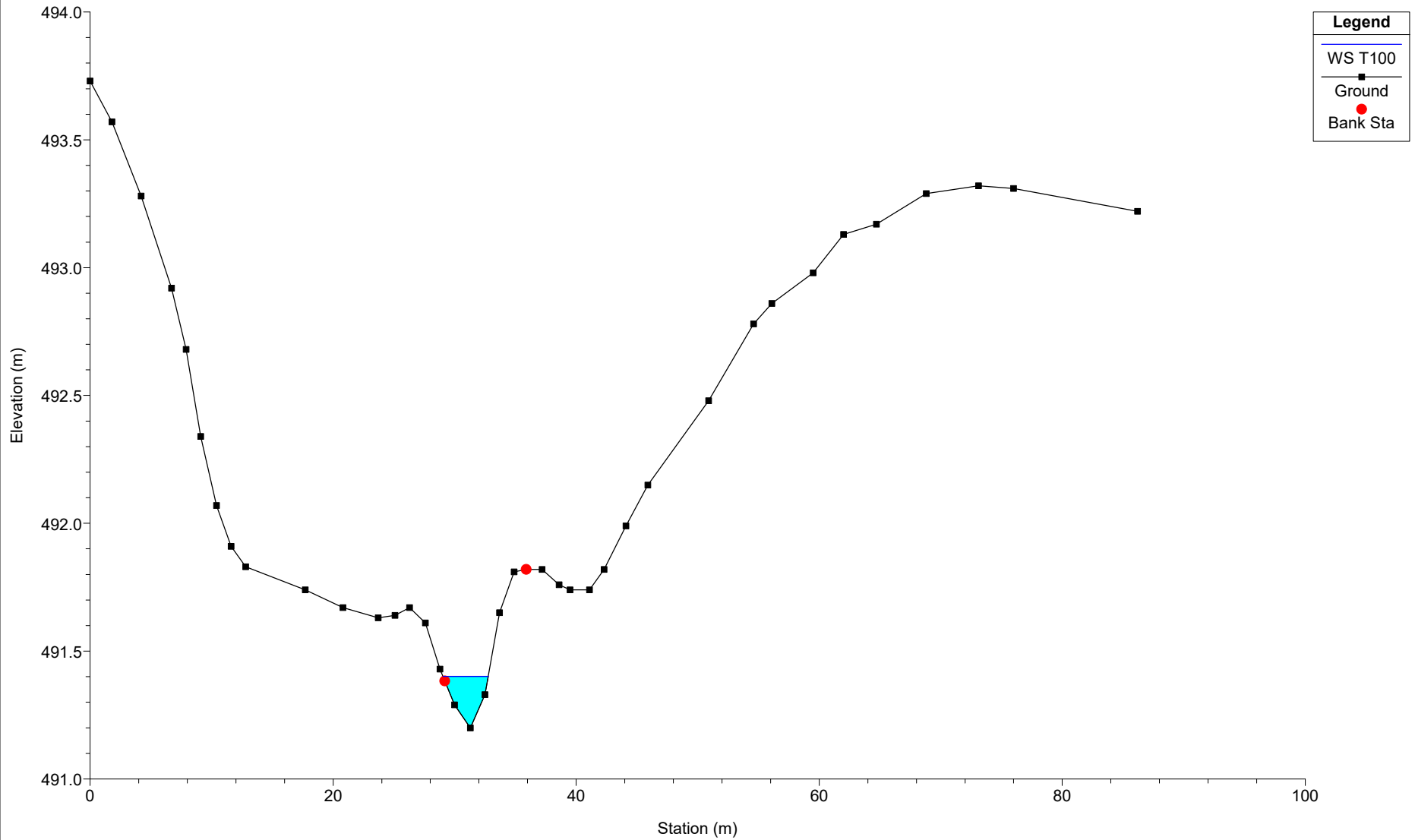
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 3311



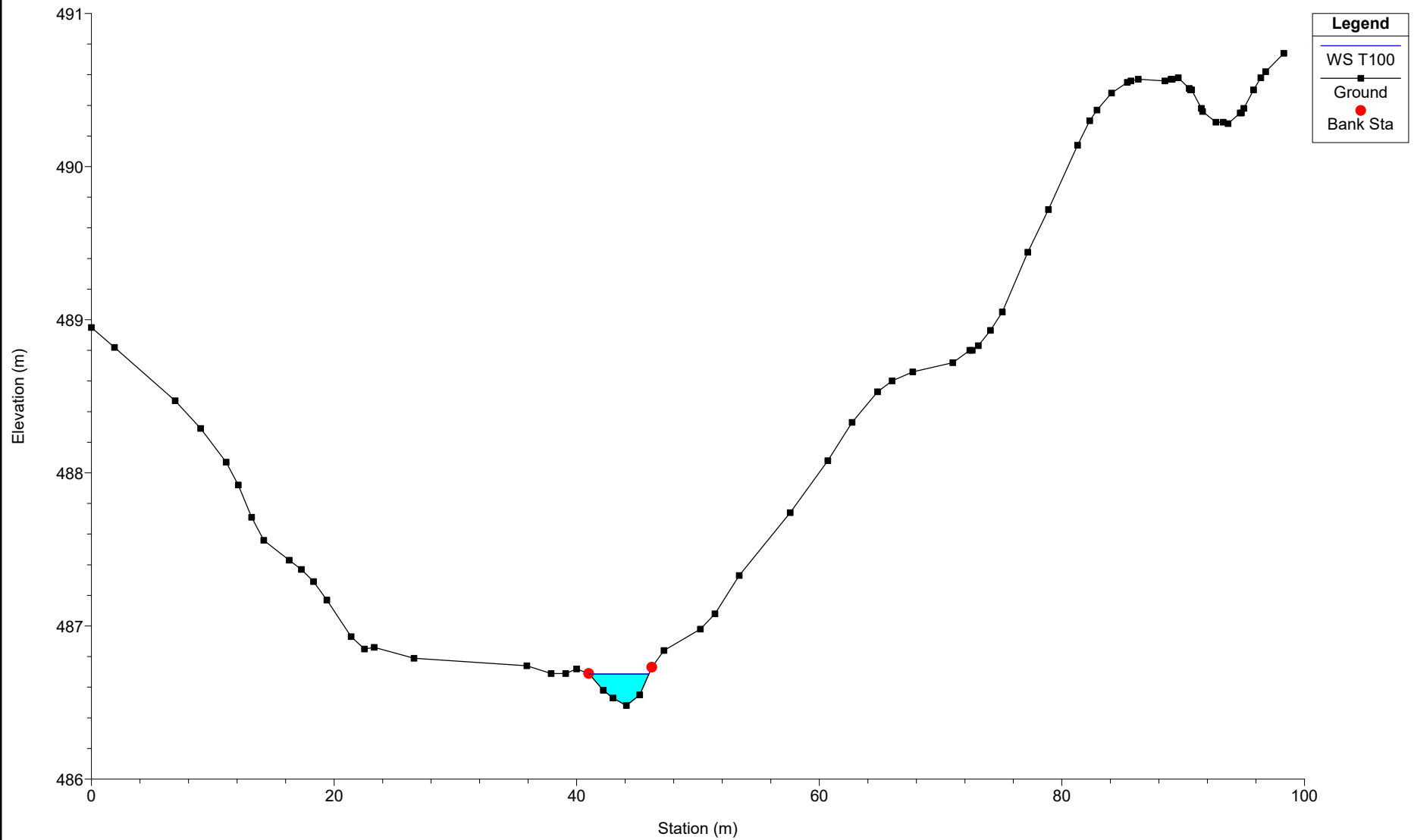
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 3061



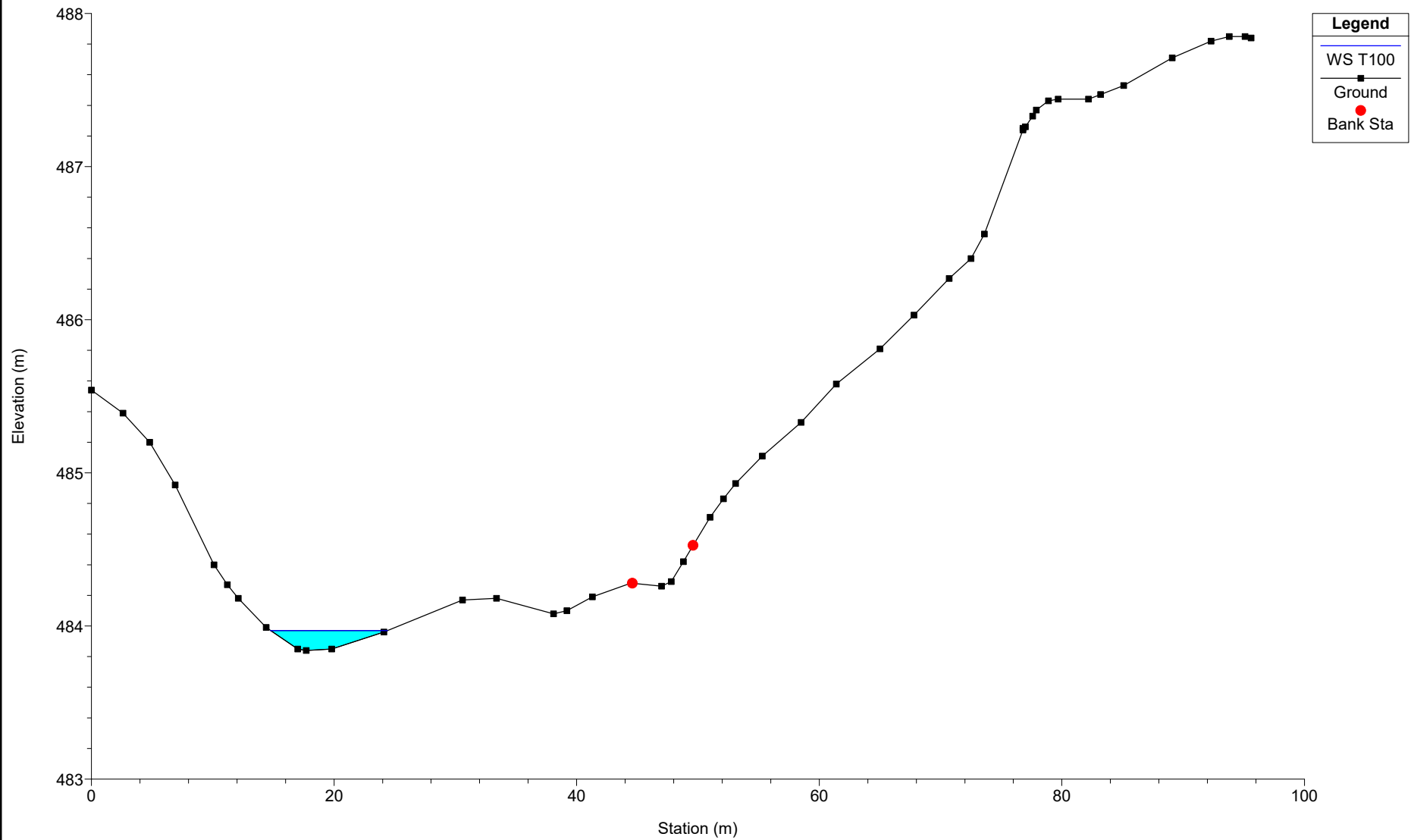
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 2943



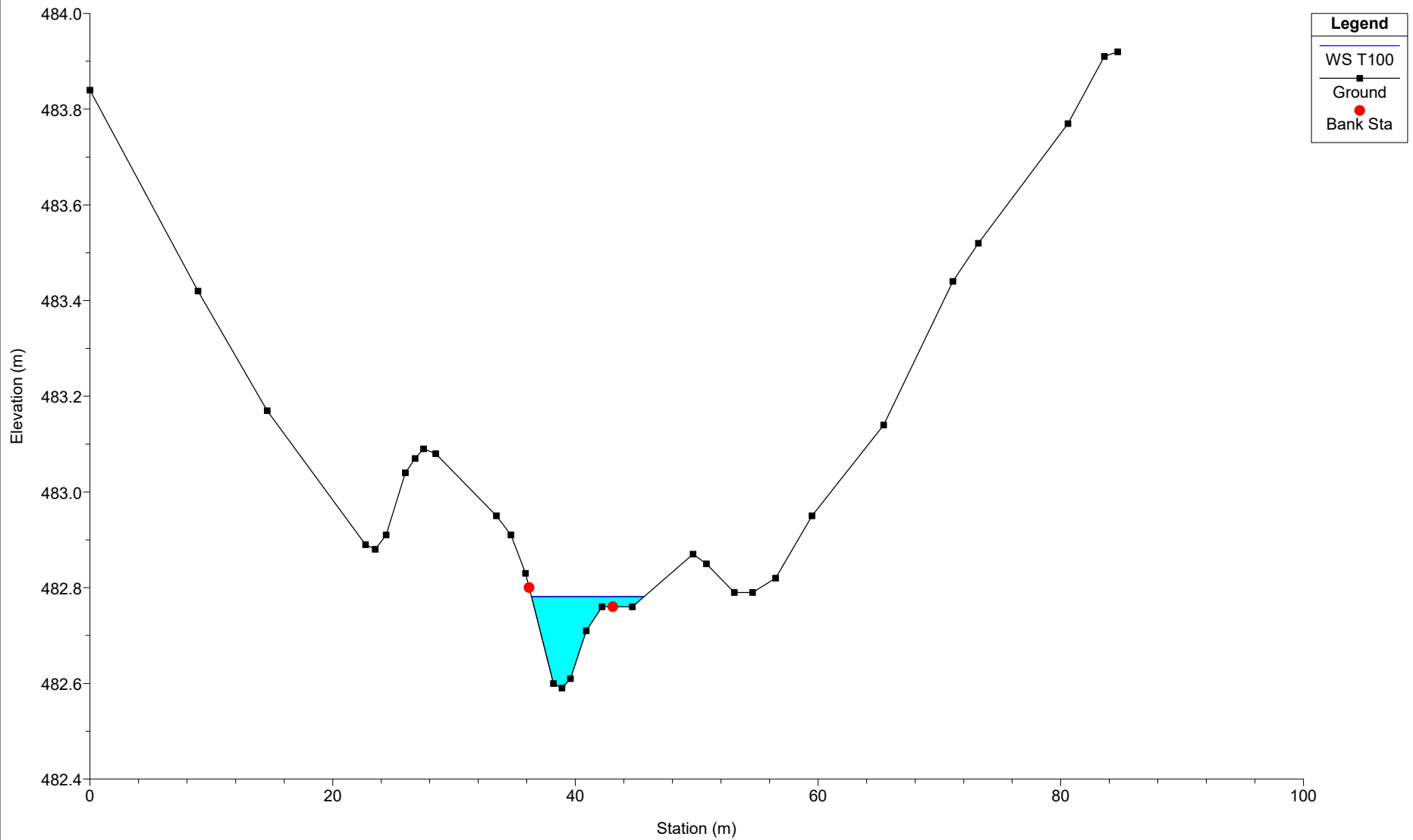
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 2673



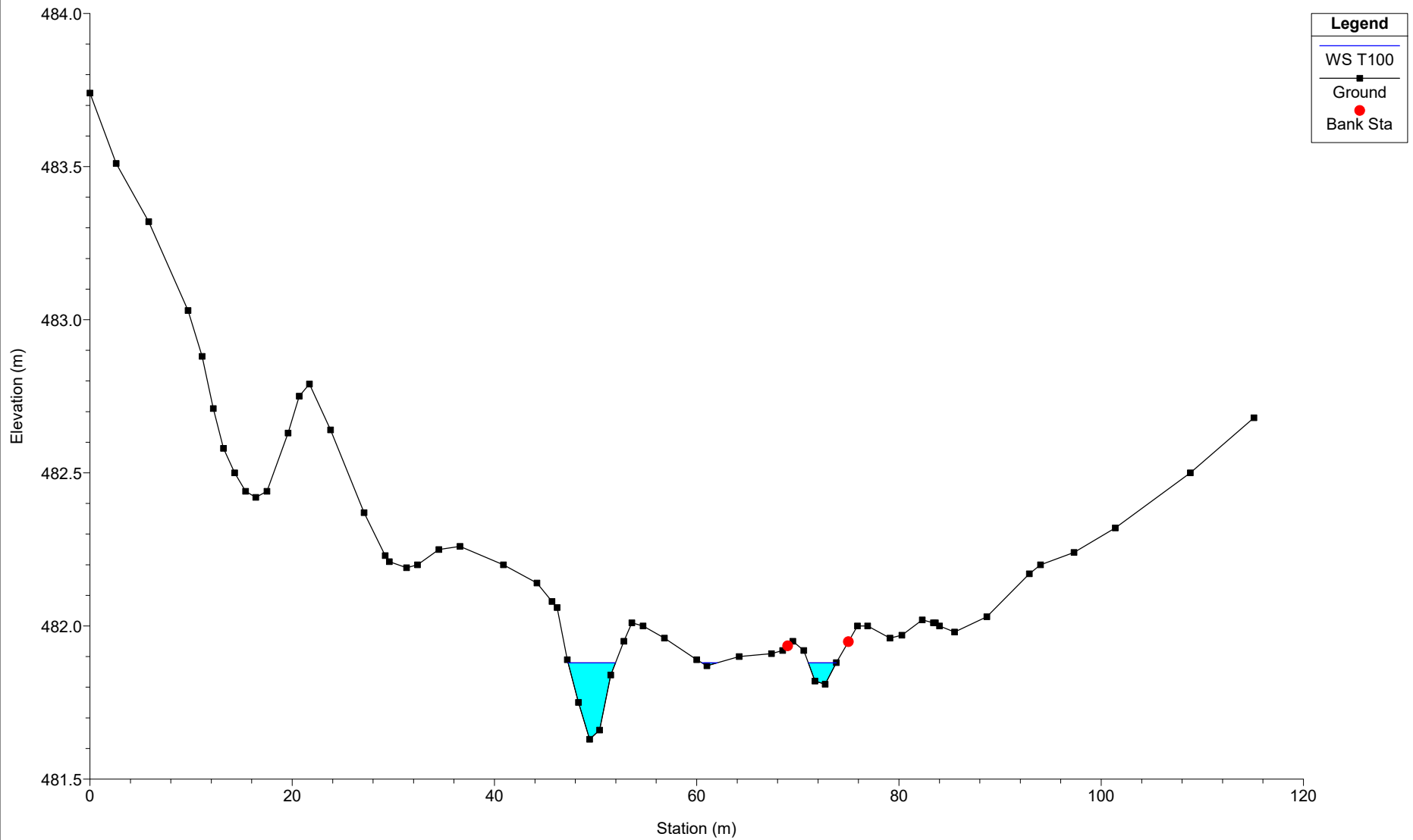
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 2487



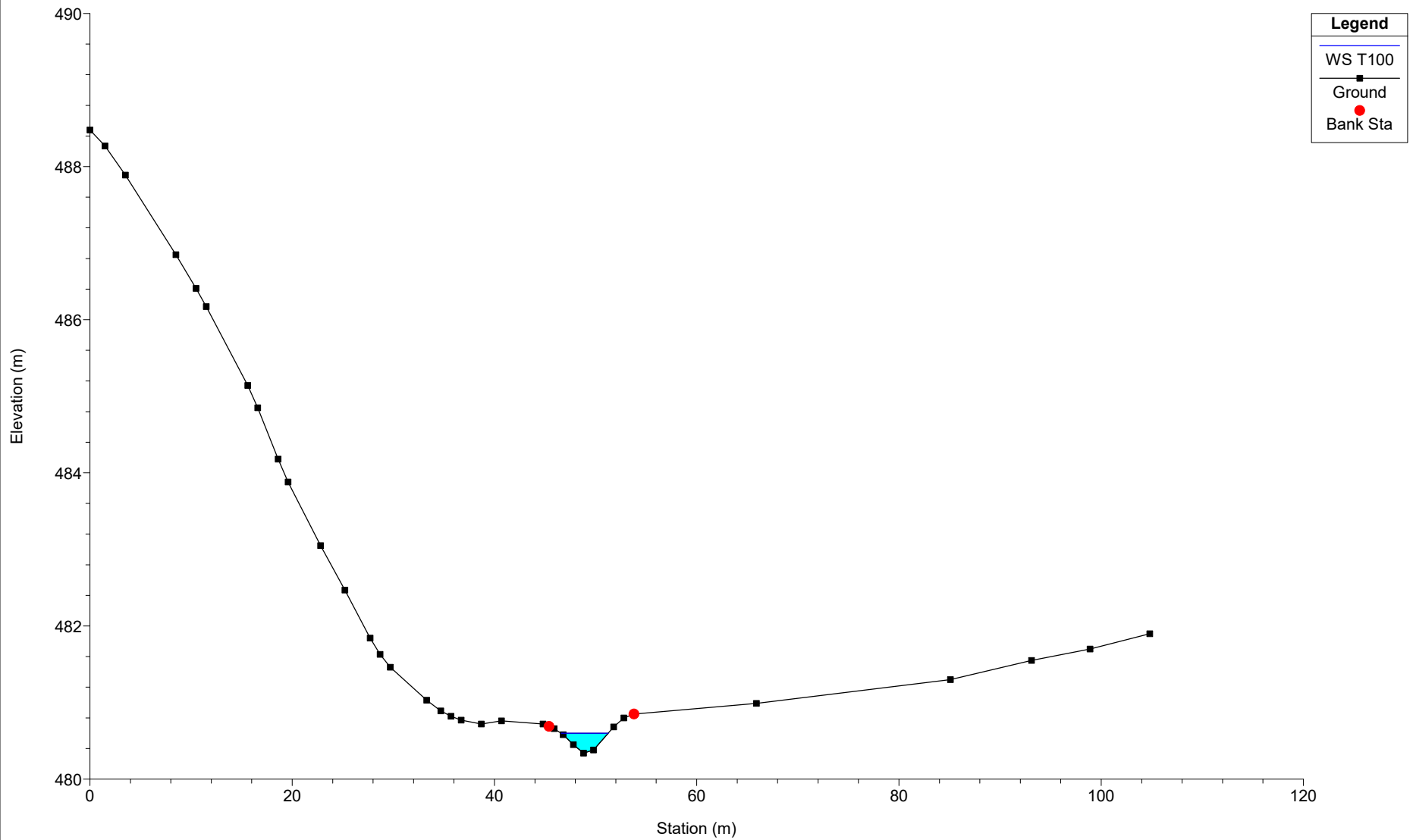
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 2347



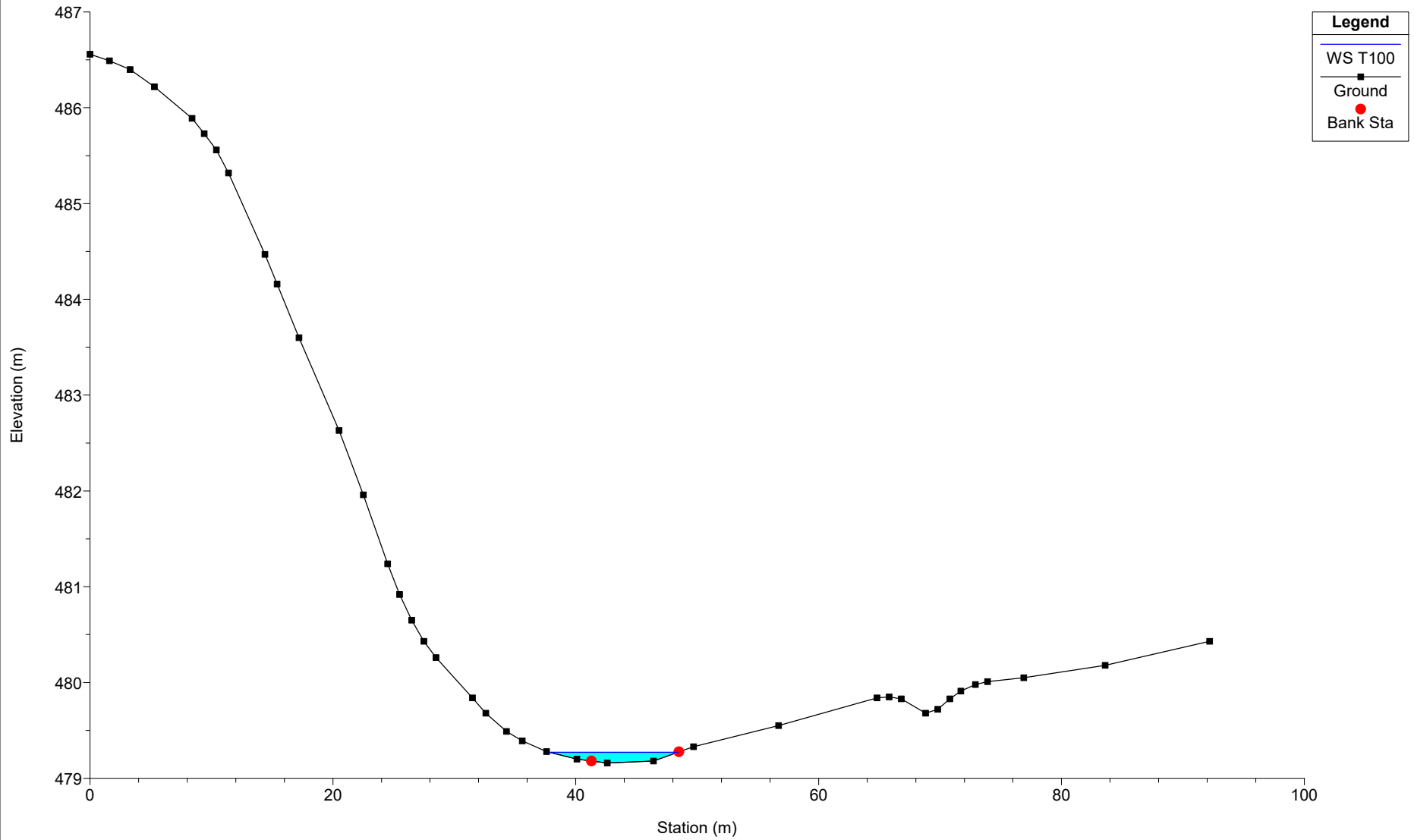
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 2239



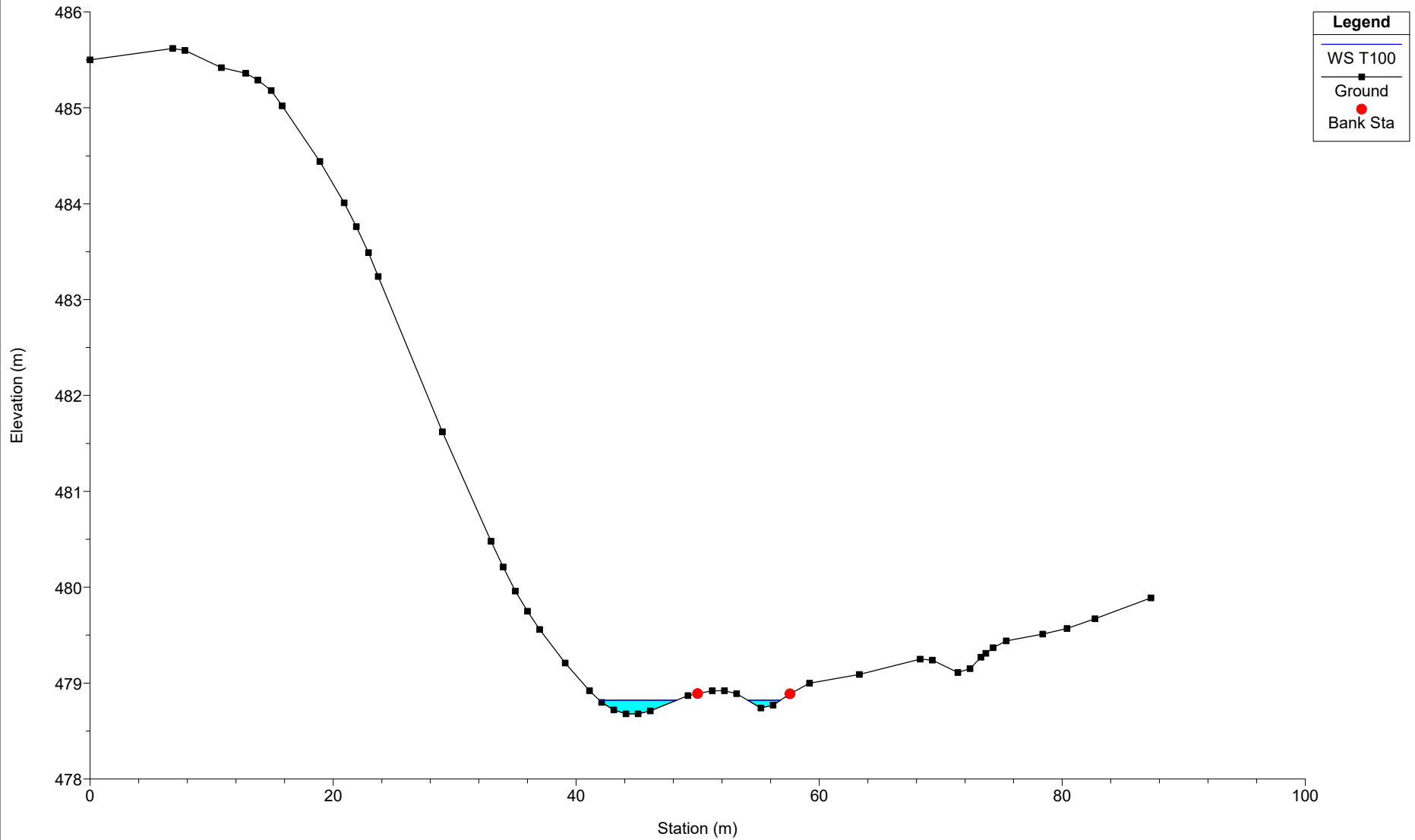
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 2091



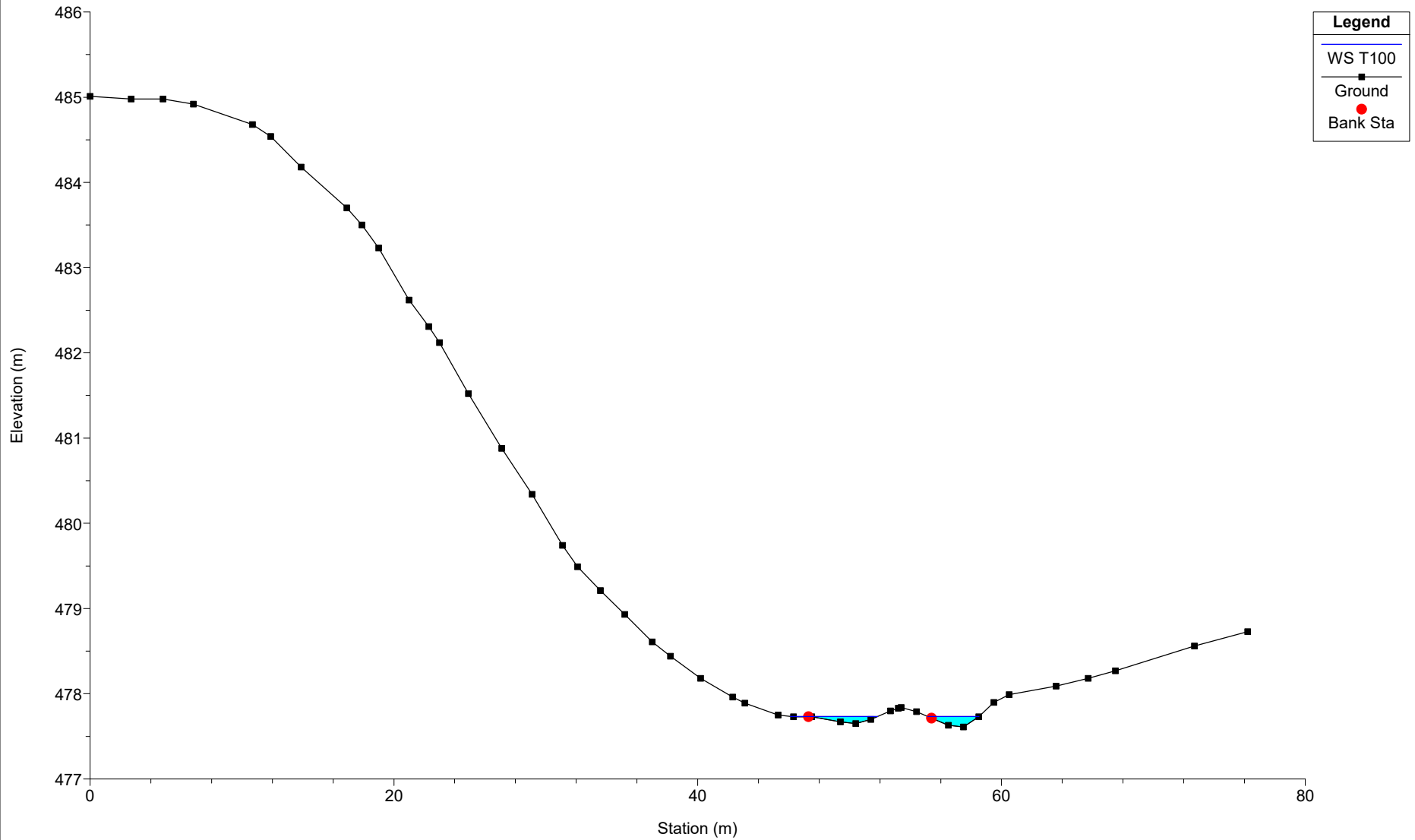
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 1951



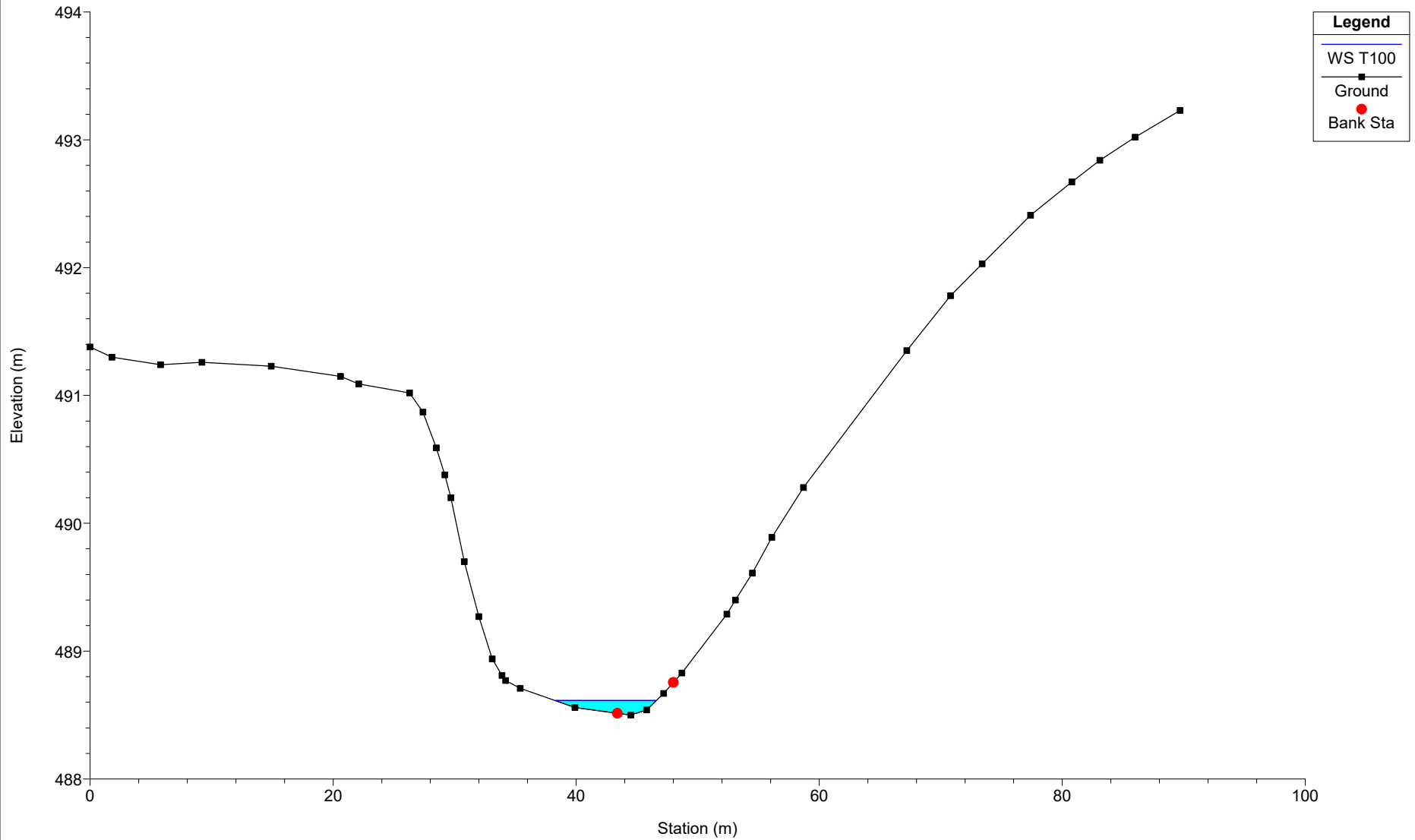
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 1912



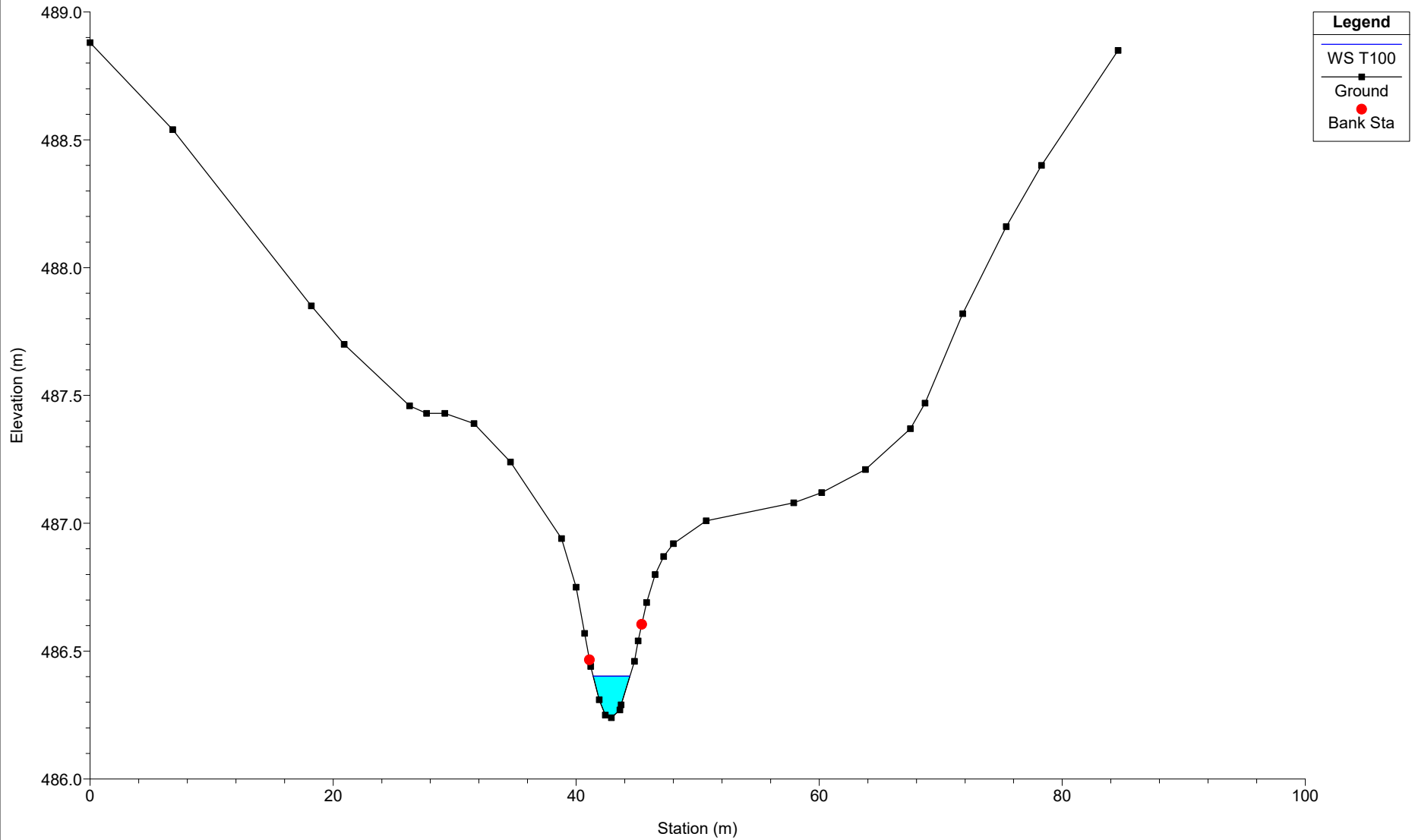
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 1842



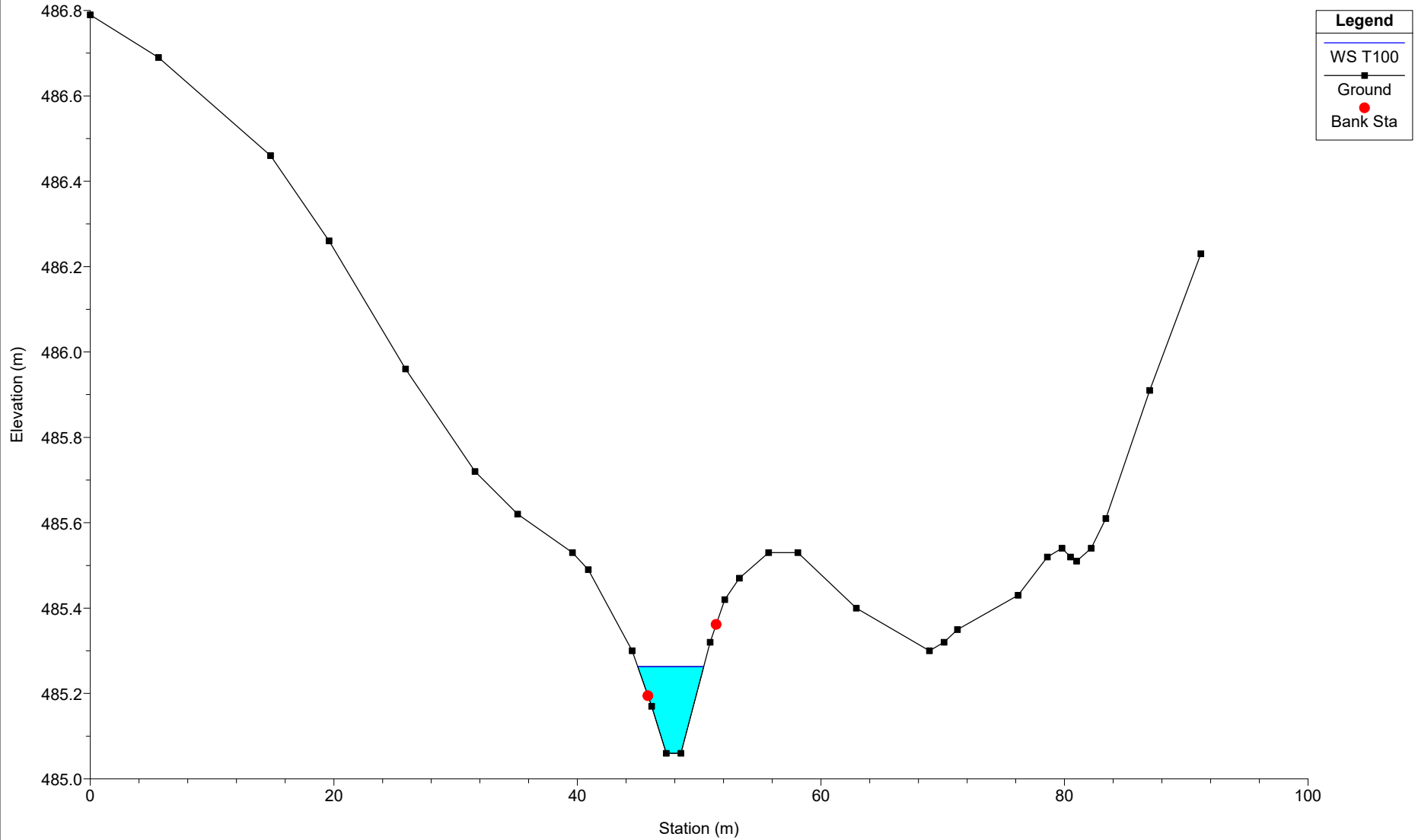
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 2569



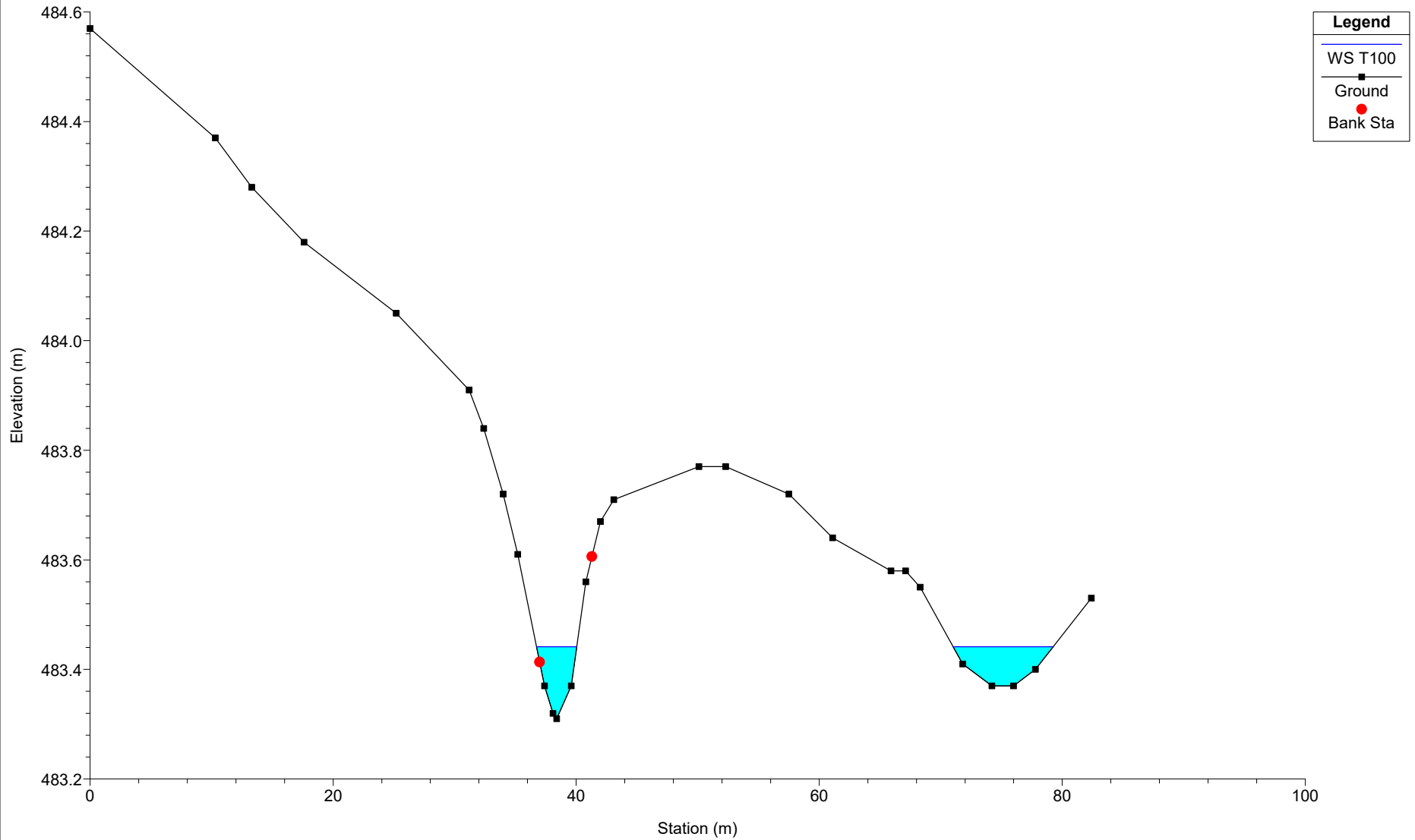
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 2515



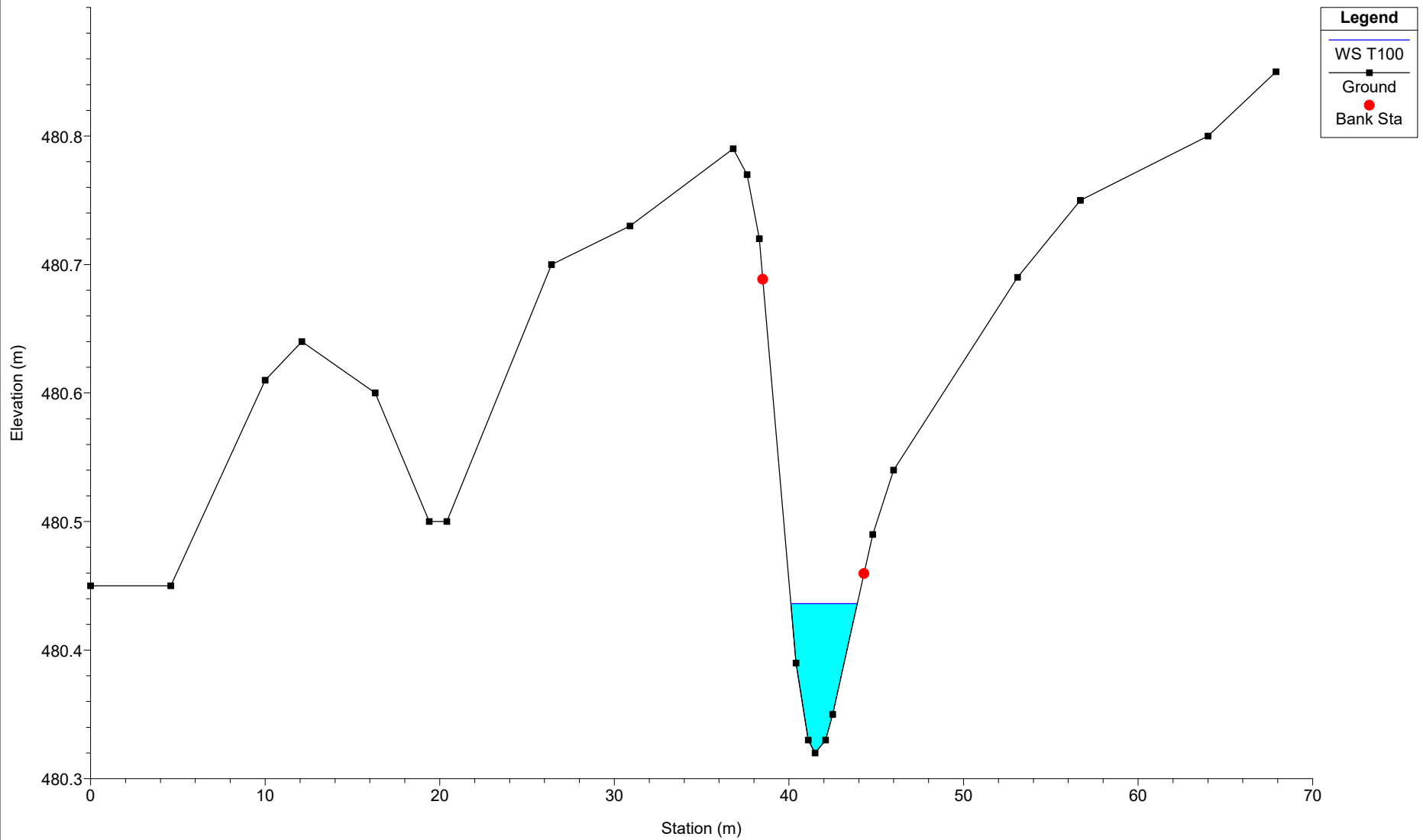
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 2427



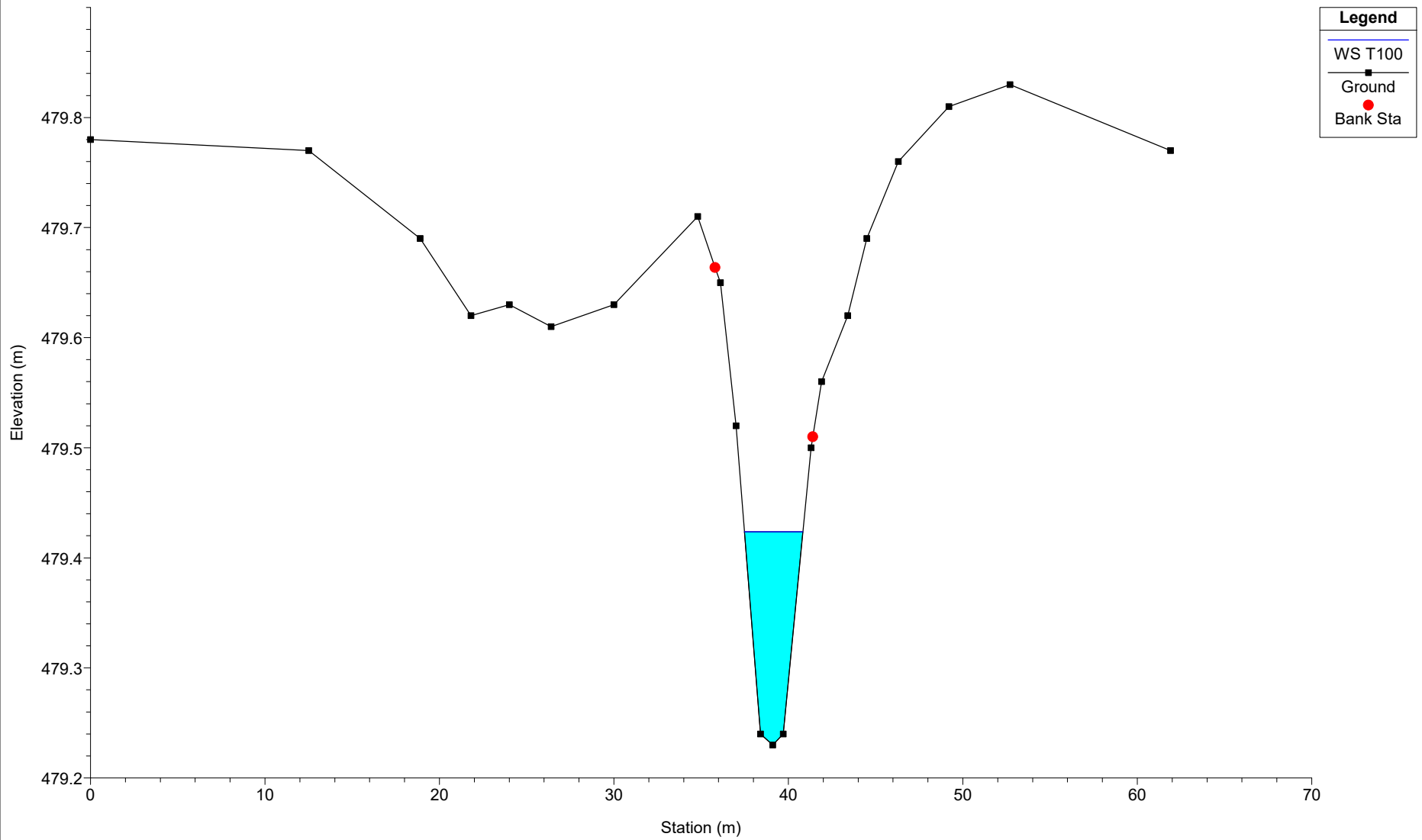
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 1902



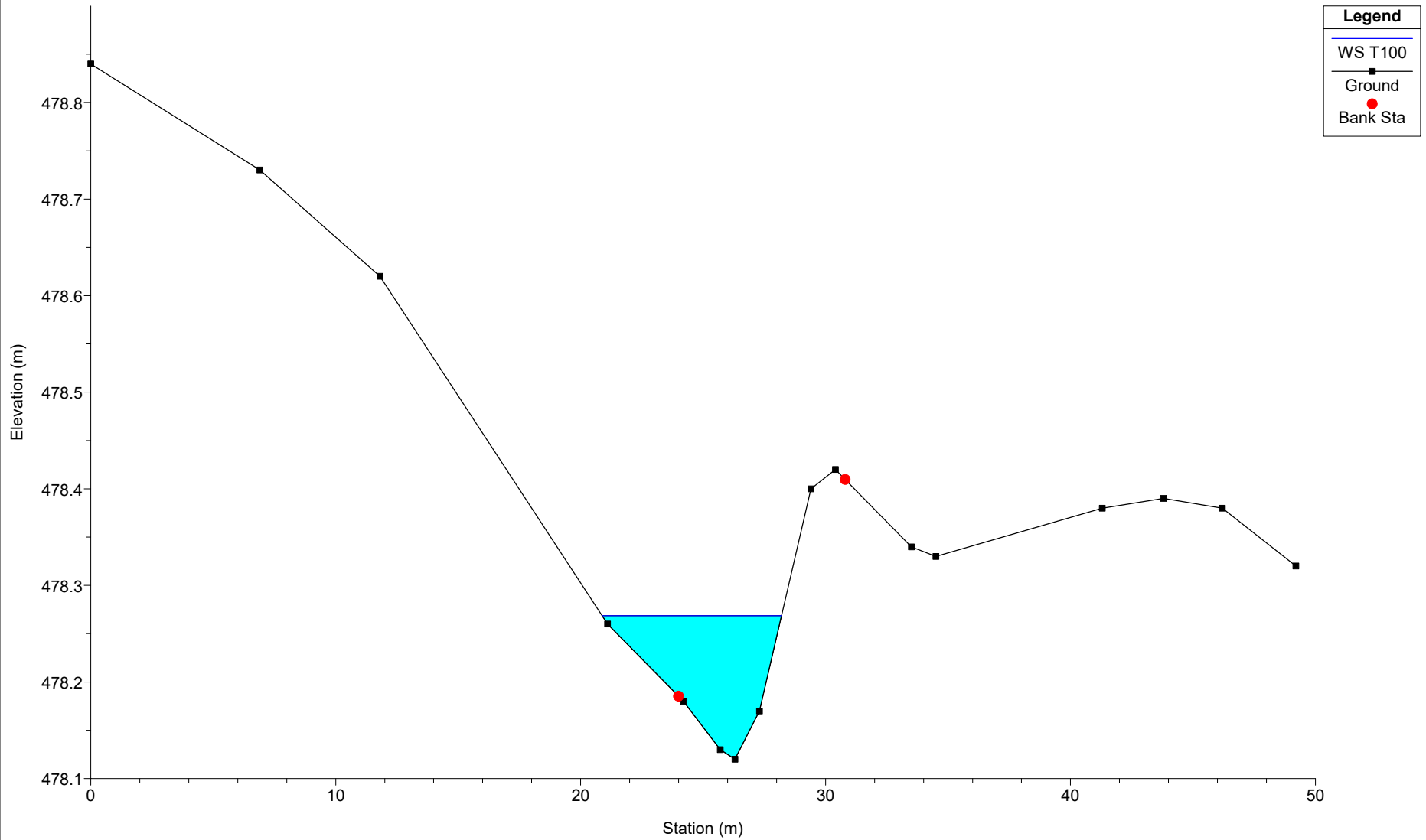
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 1804



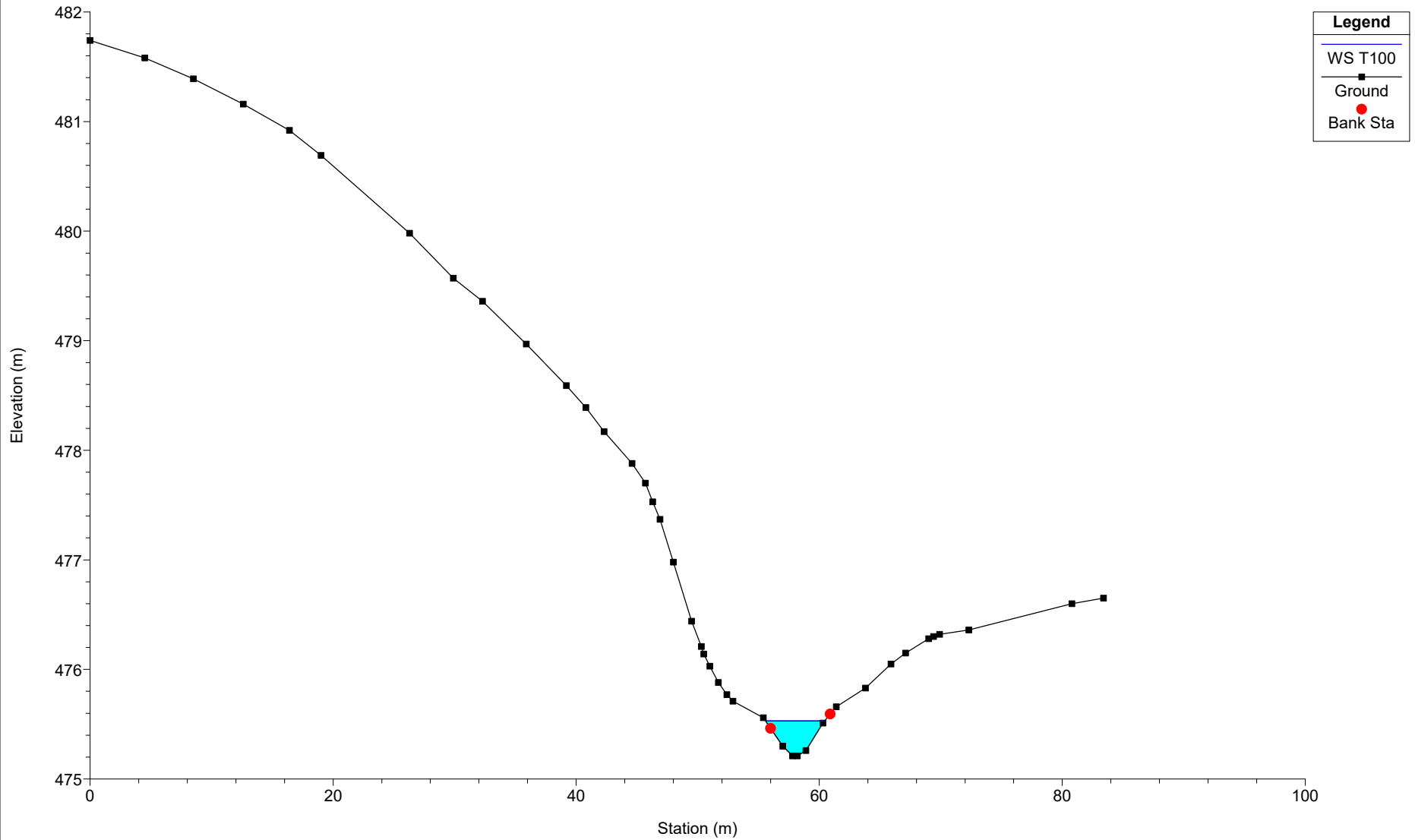
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 1803.6



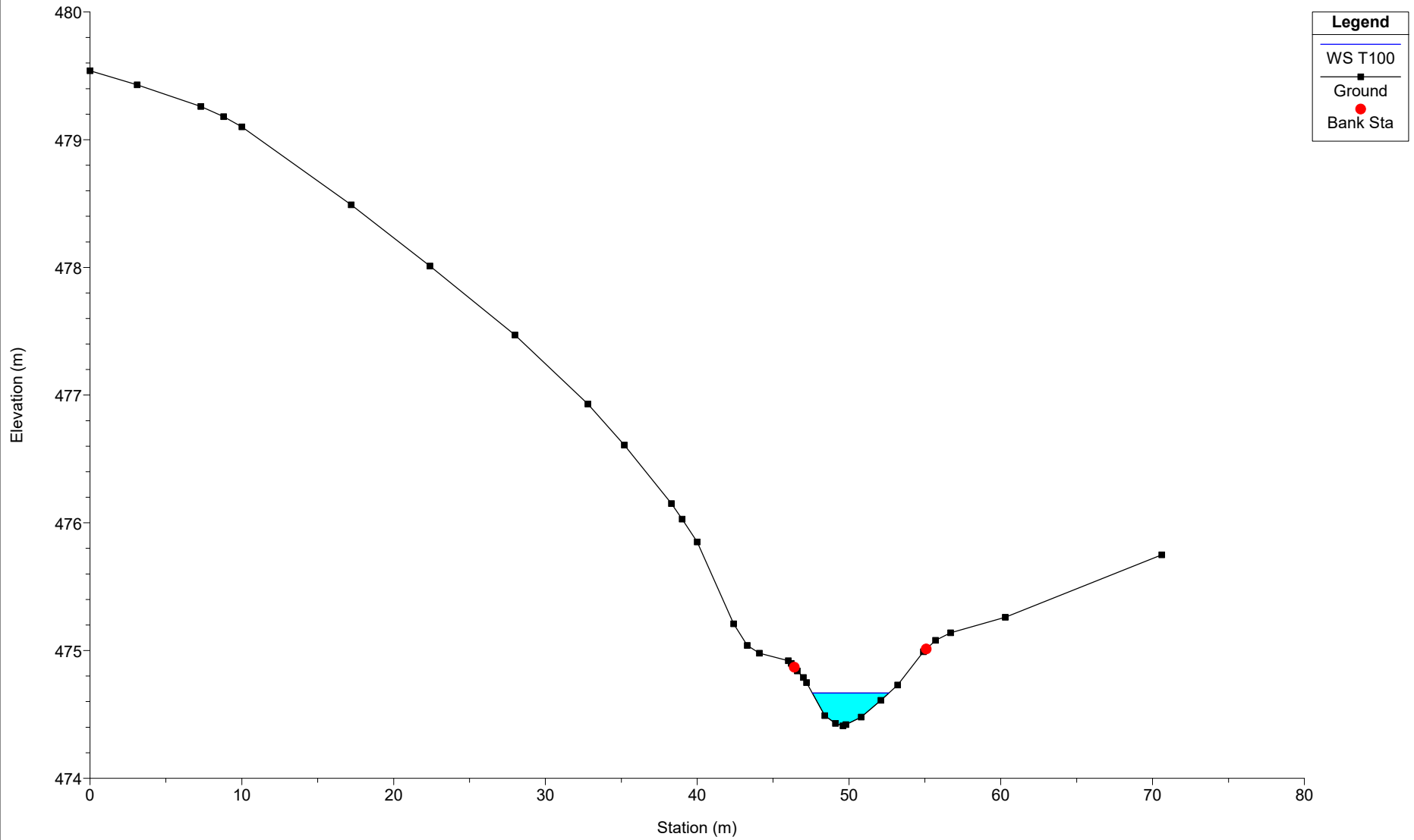
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 1786



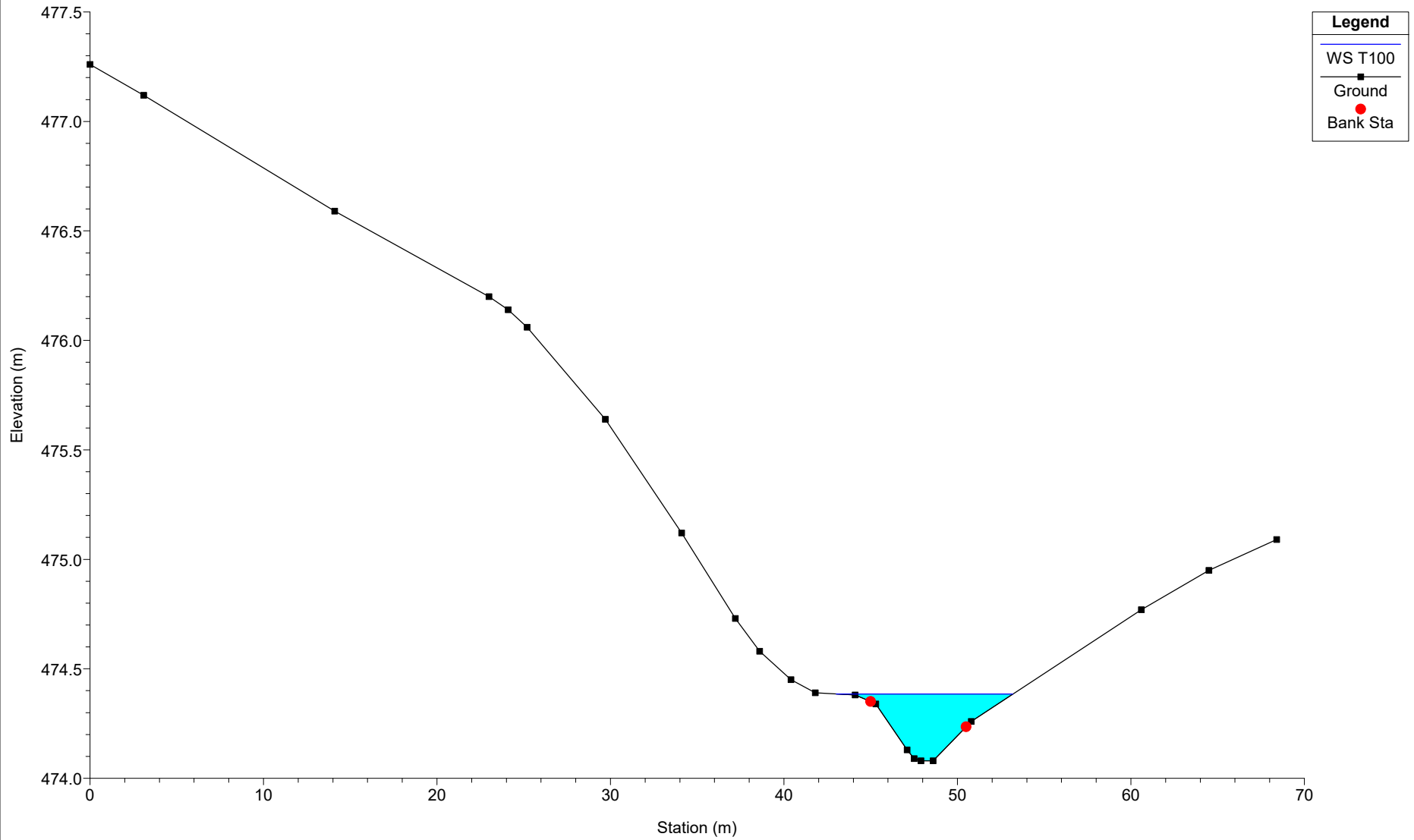
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 1645



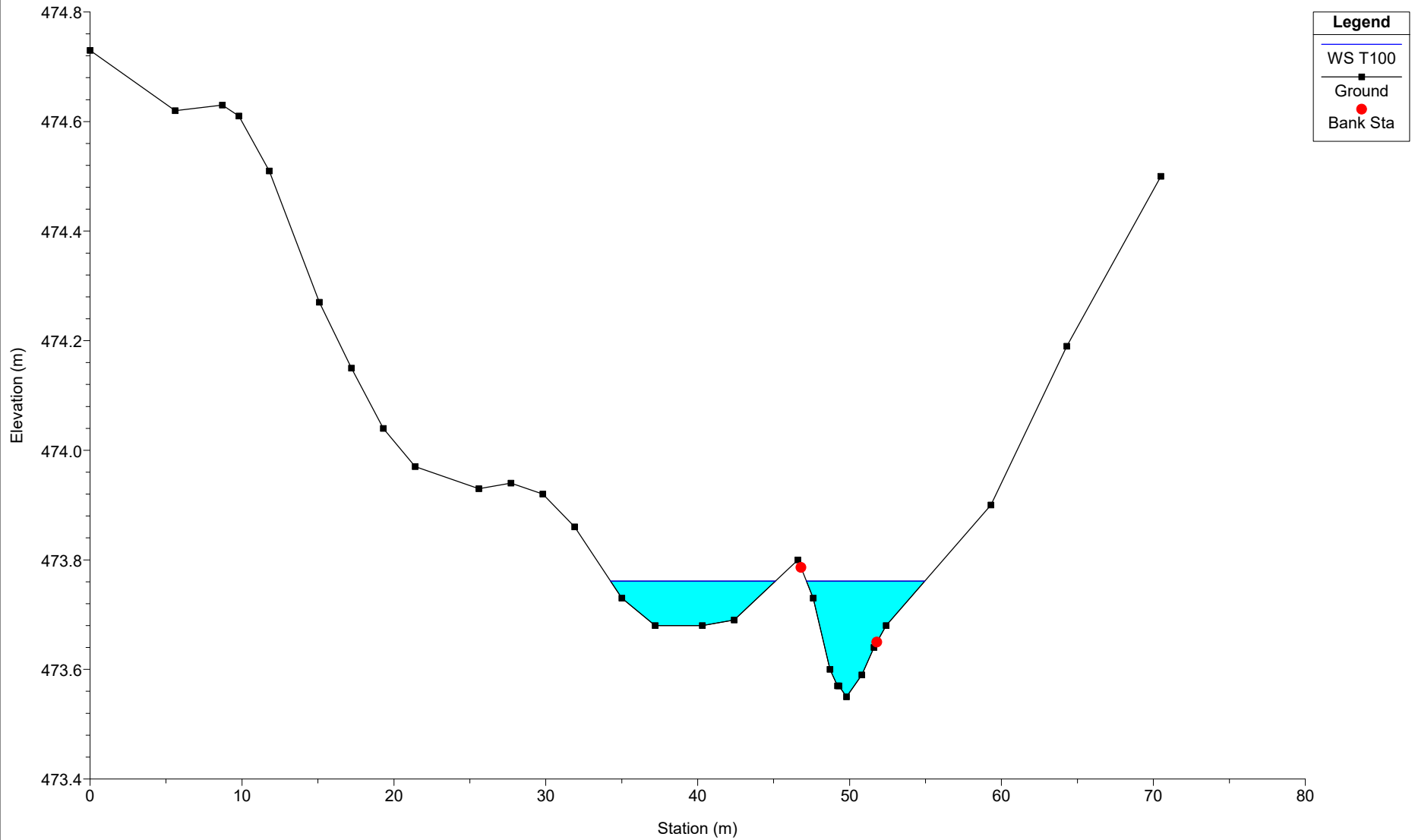
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 1584



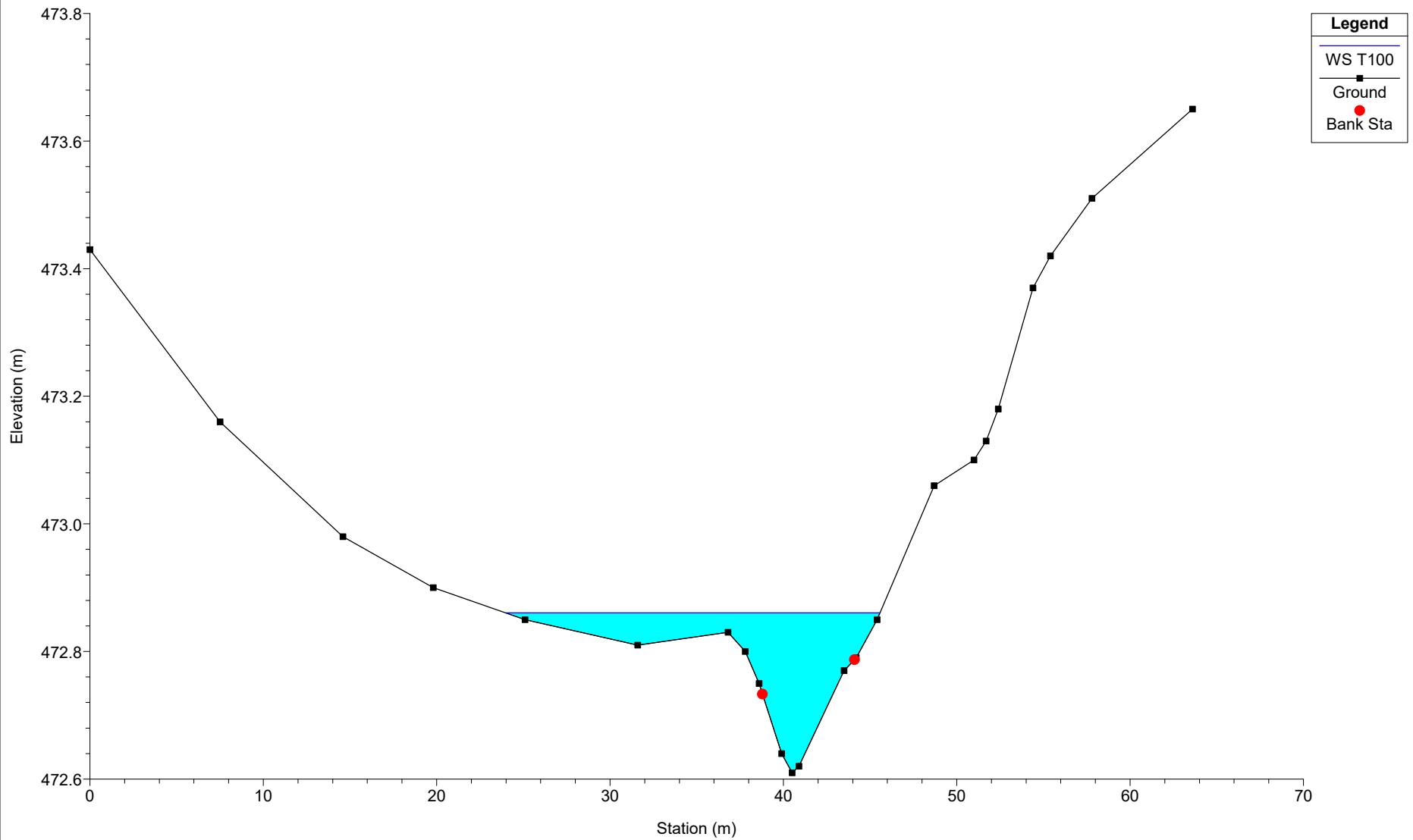
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 1526



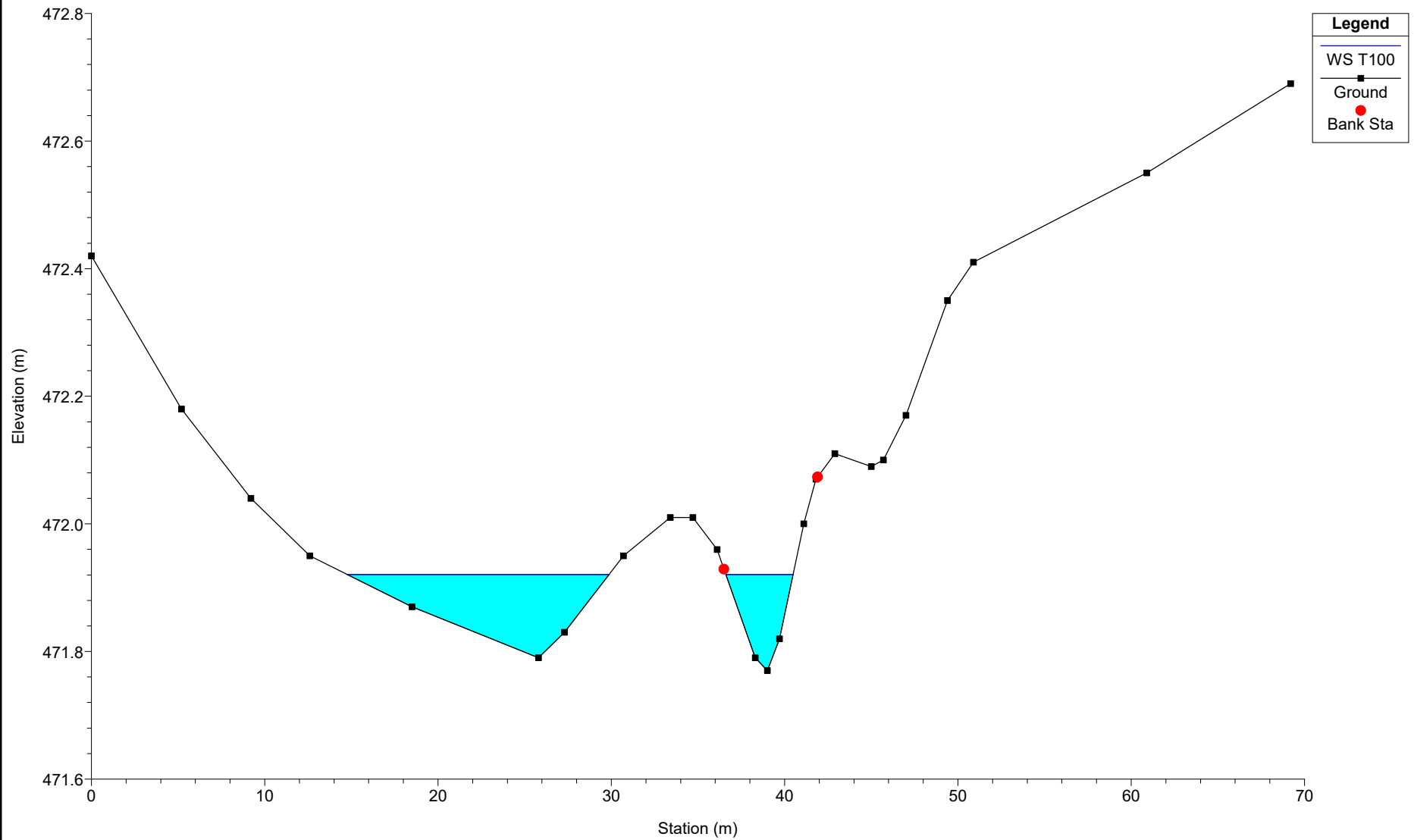
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 1427



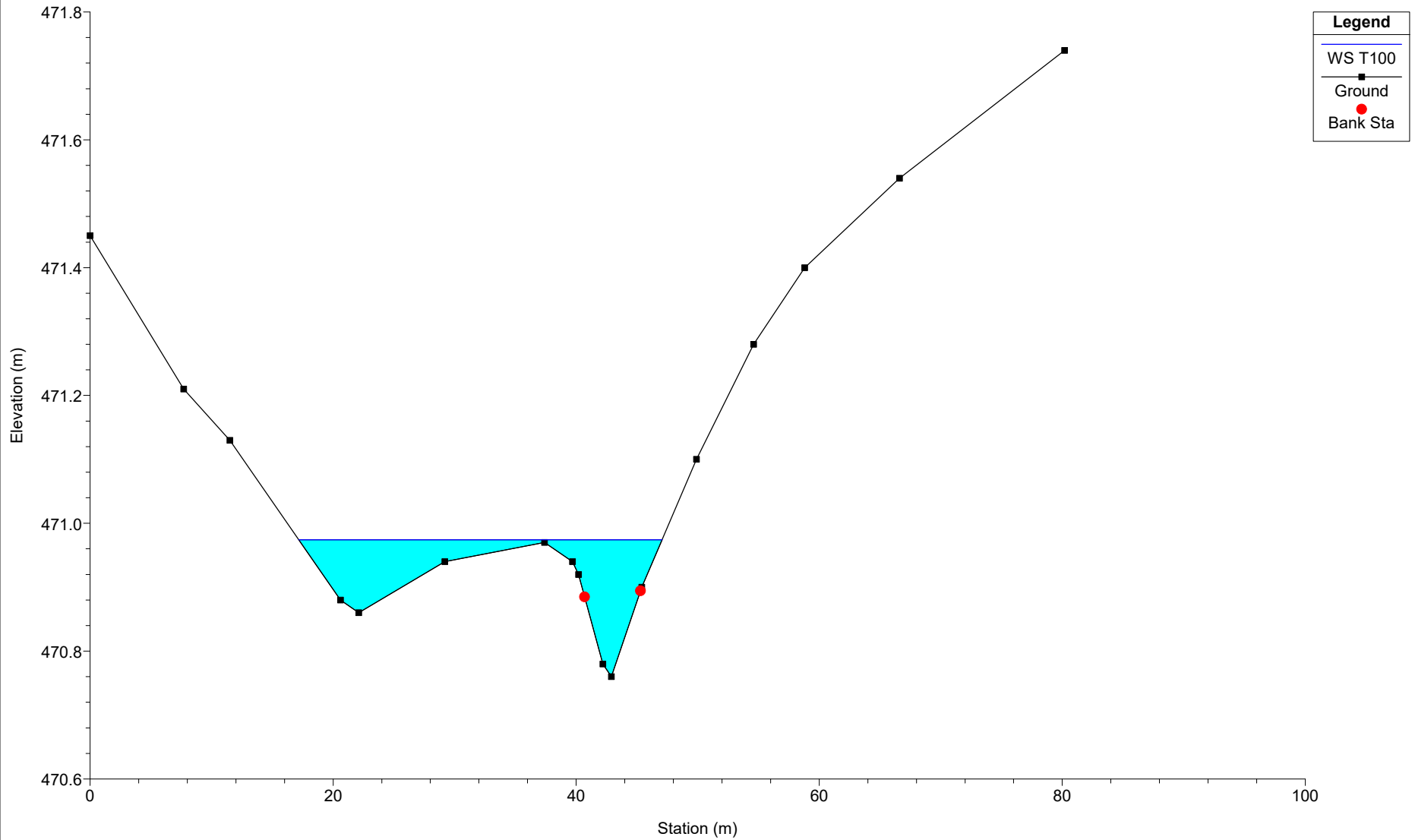
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 1303



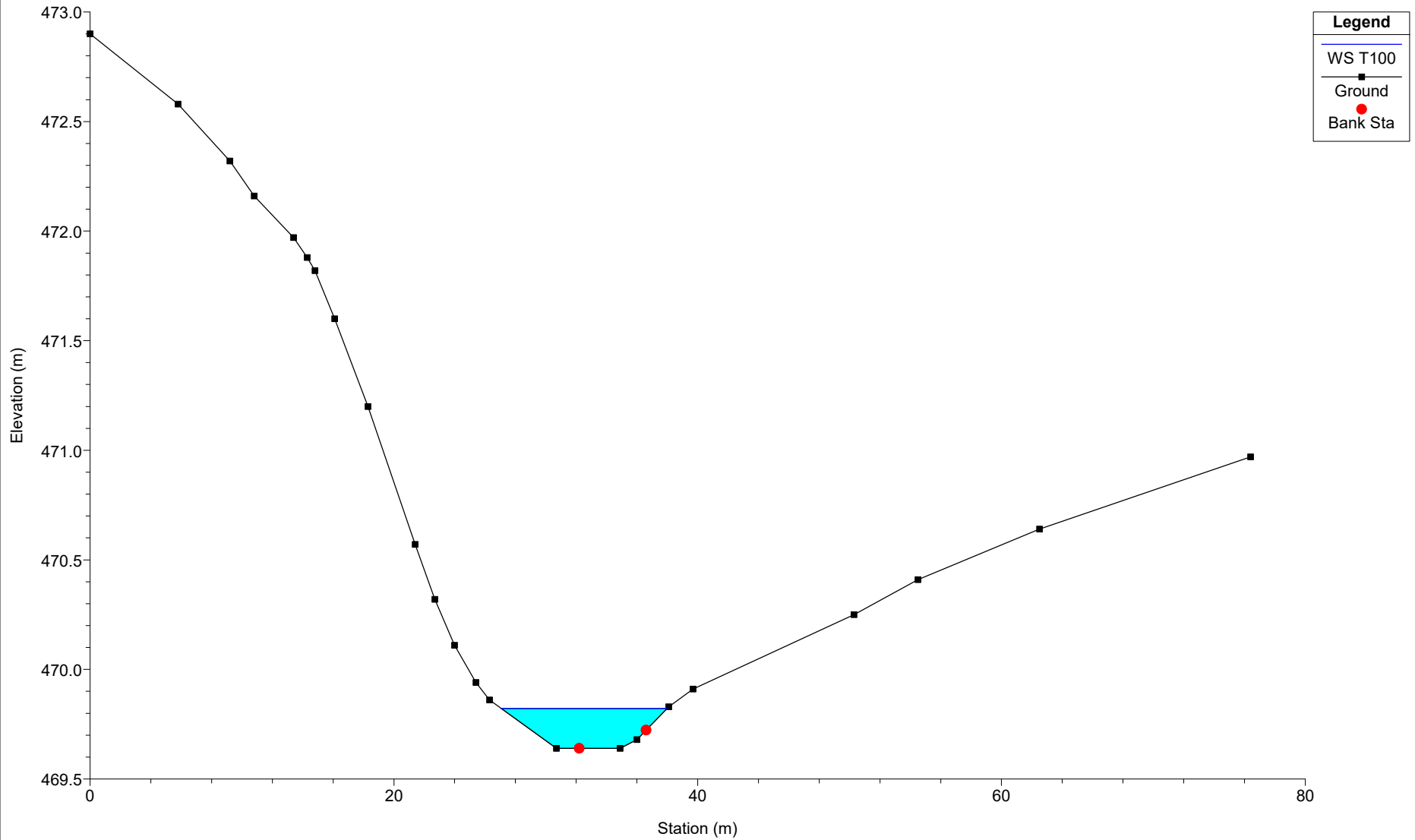
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 1177



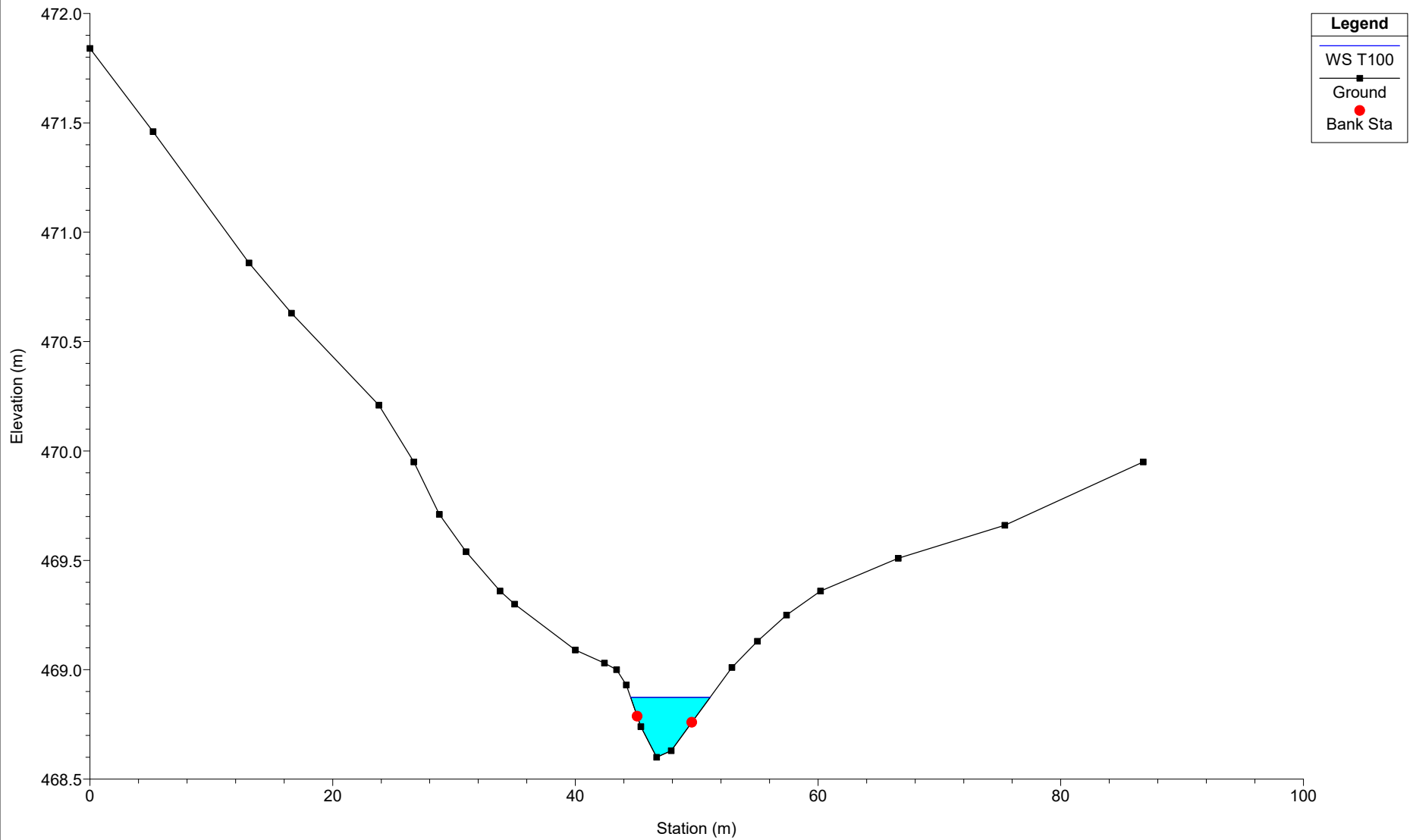
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 1041



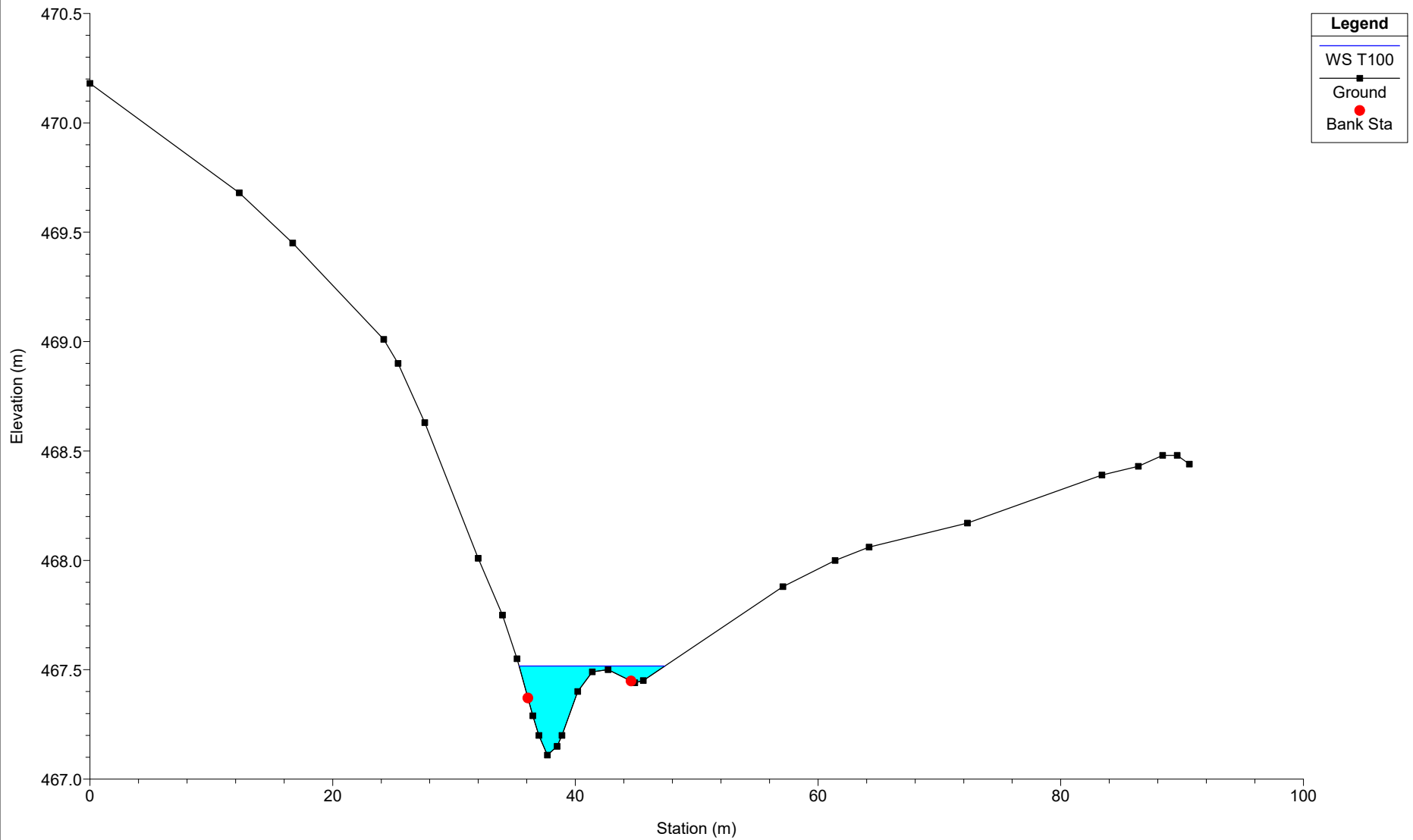
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 915



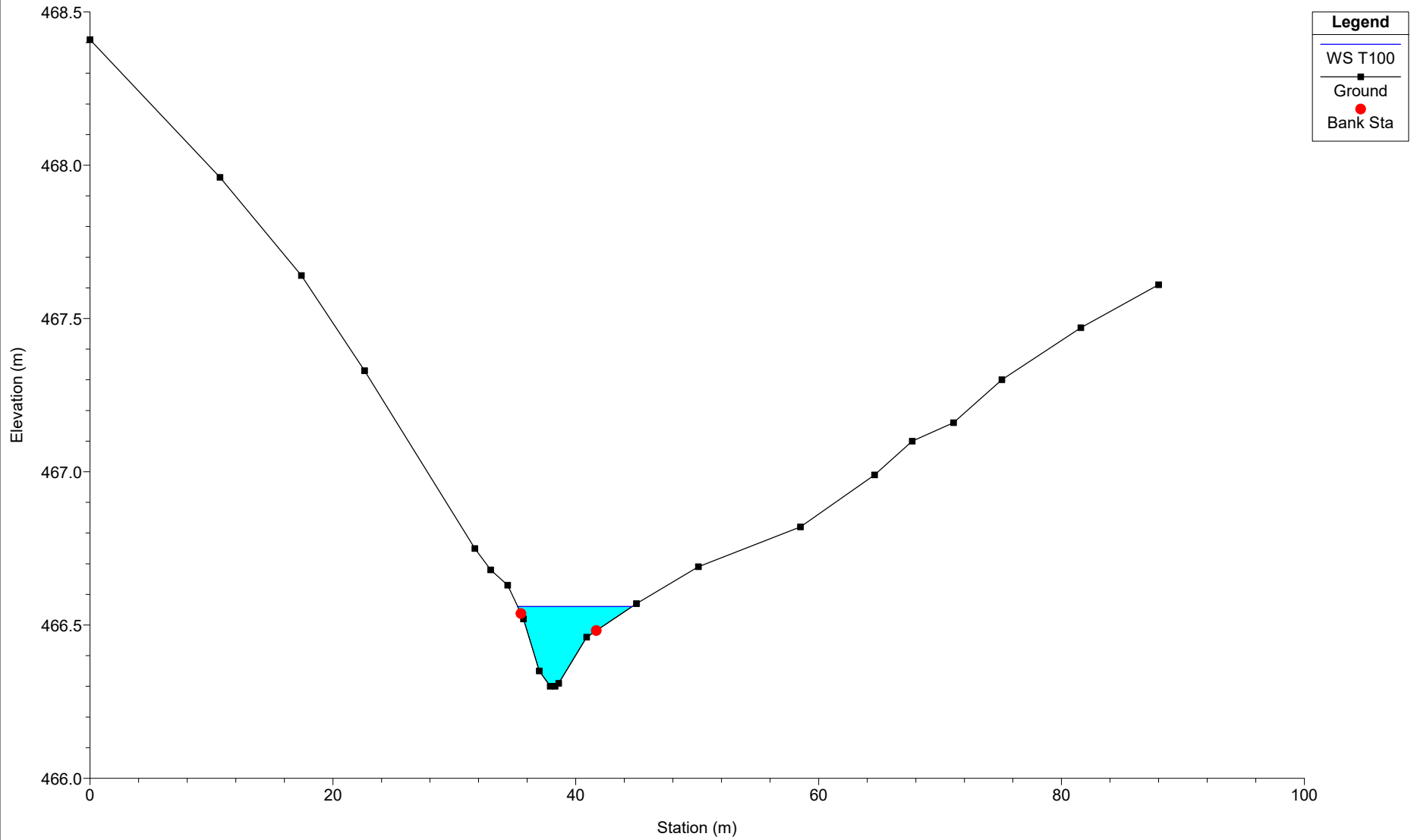
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 780



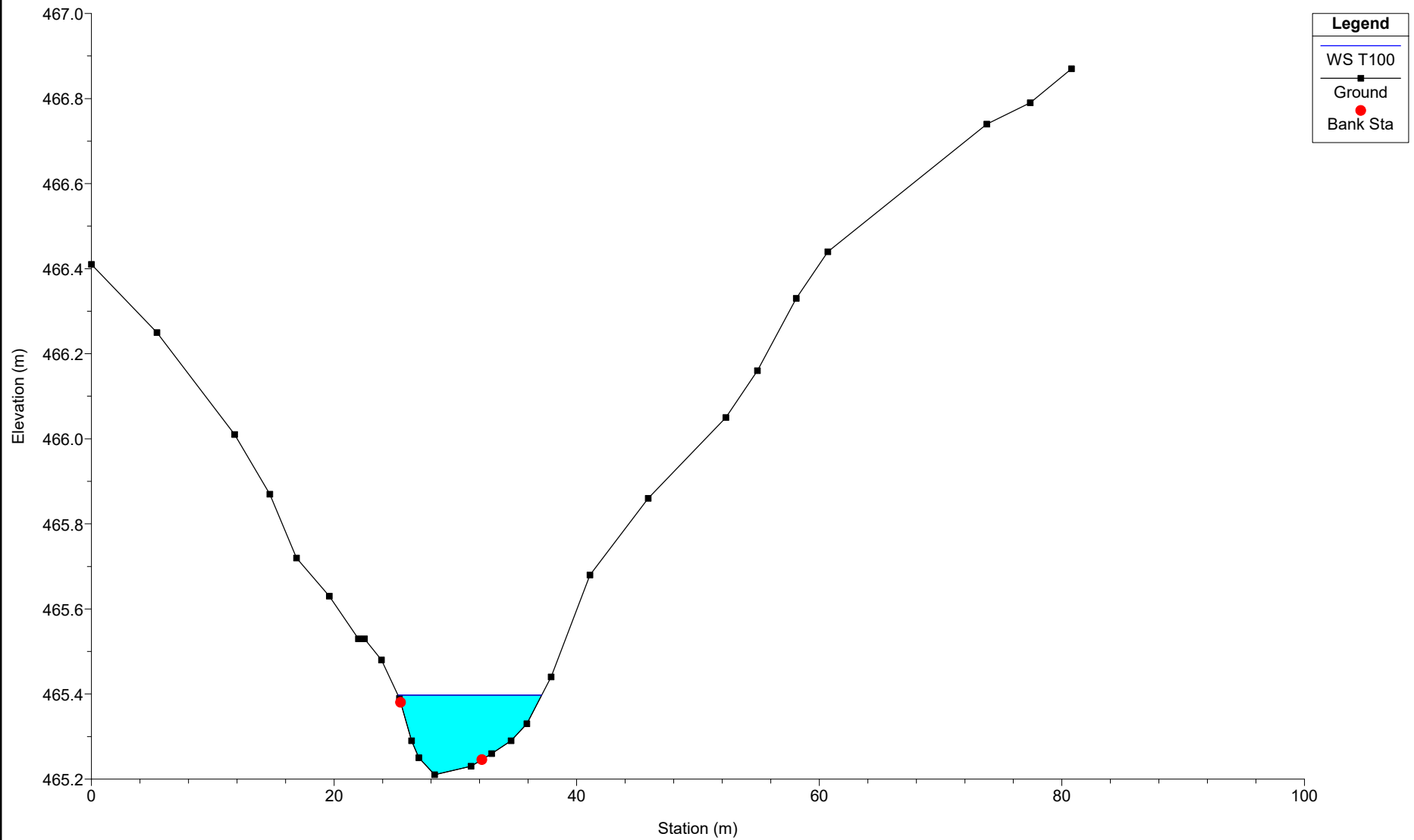
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 578



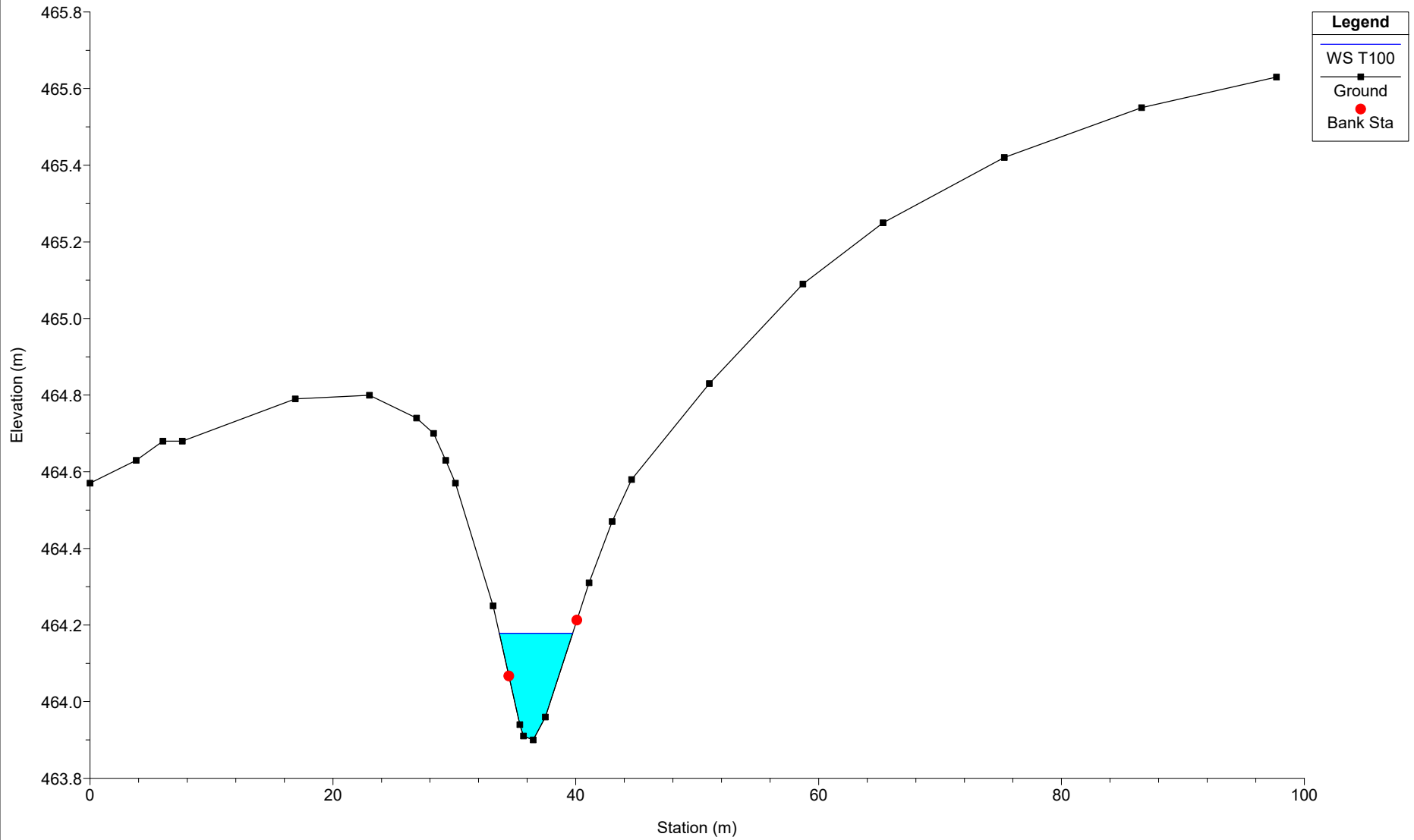
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 434



rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 264

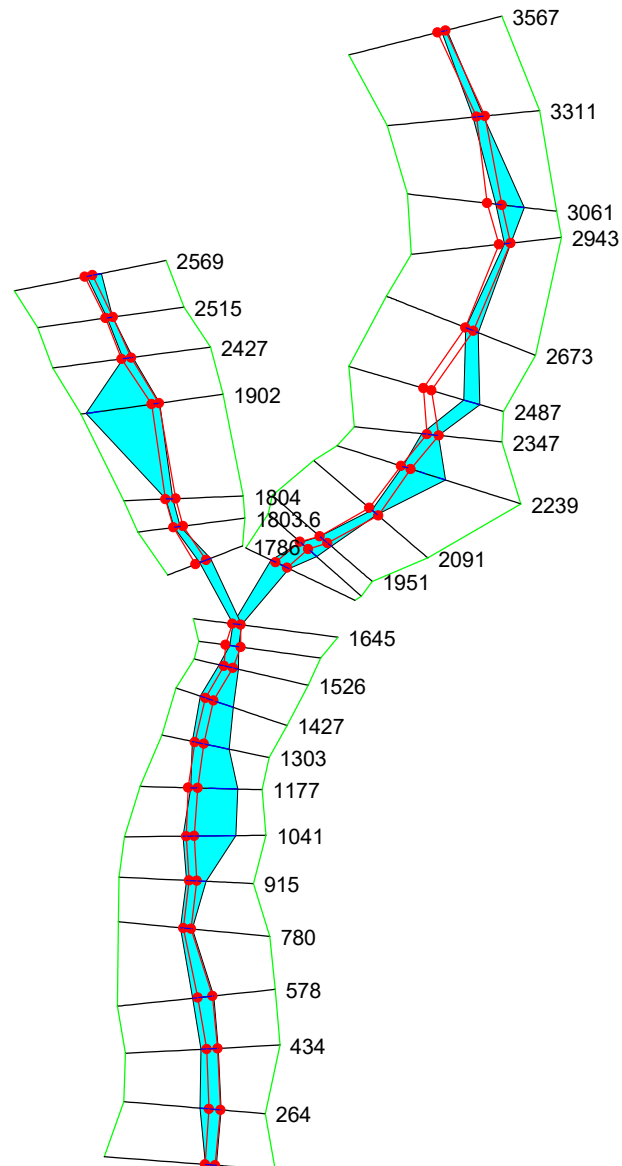


rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 102

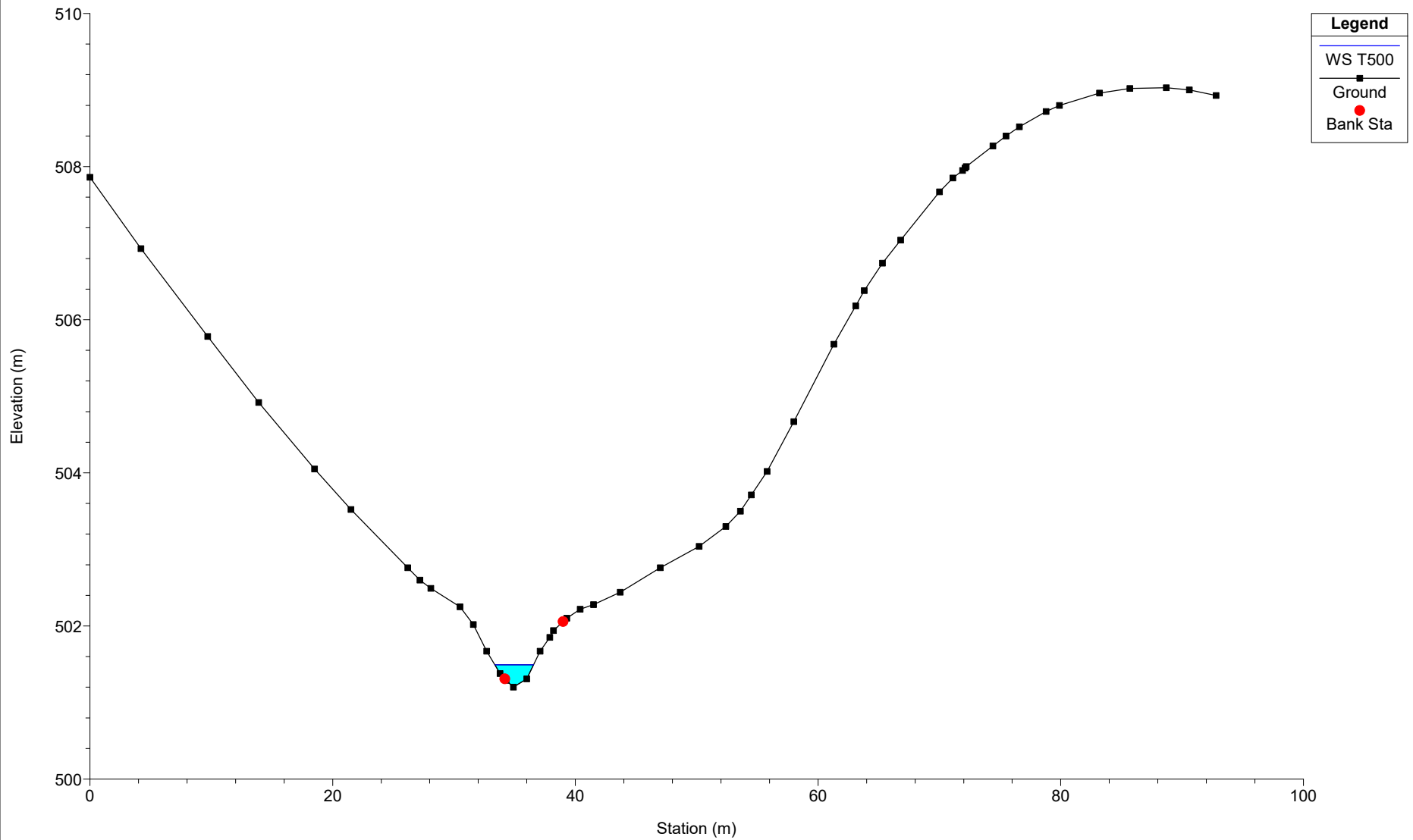


rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019

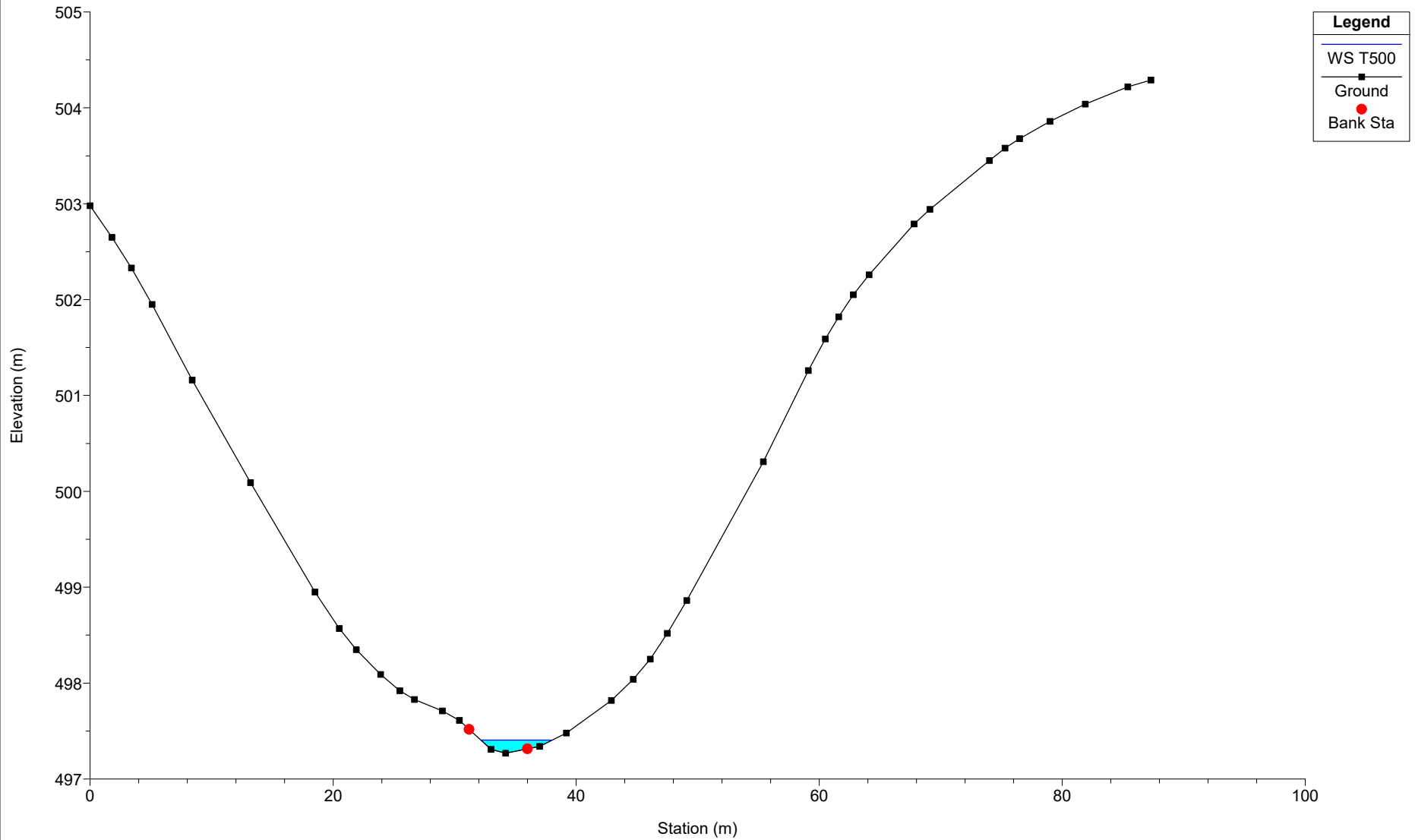
Legend	
	WS T500
	Ground
	Bank Sta



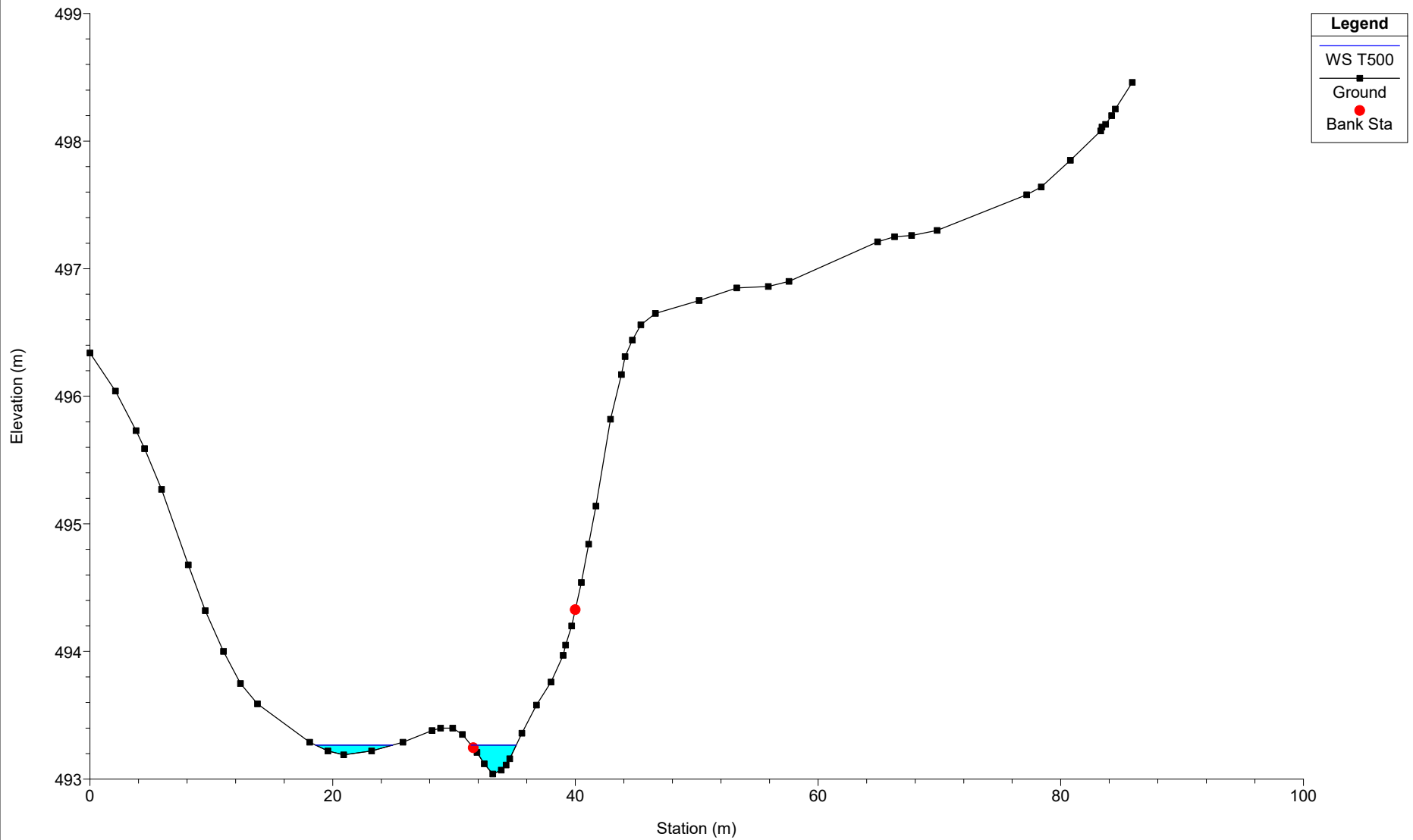
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 3567



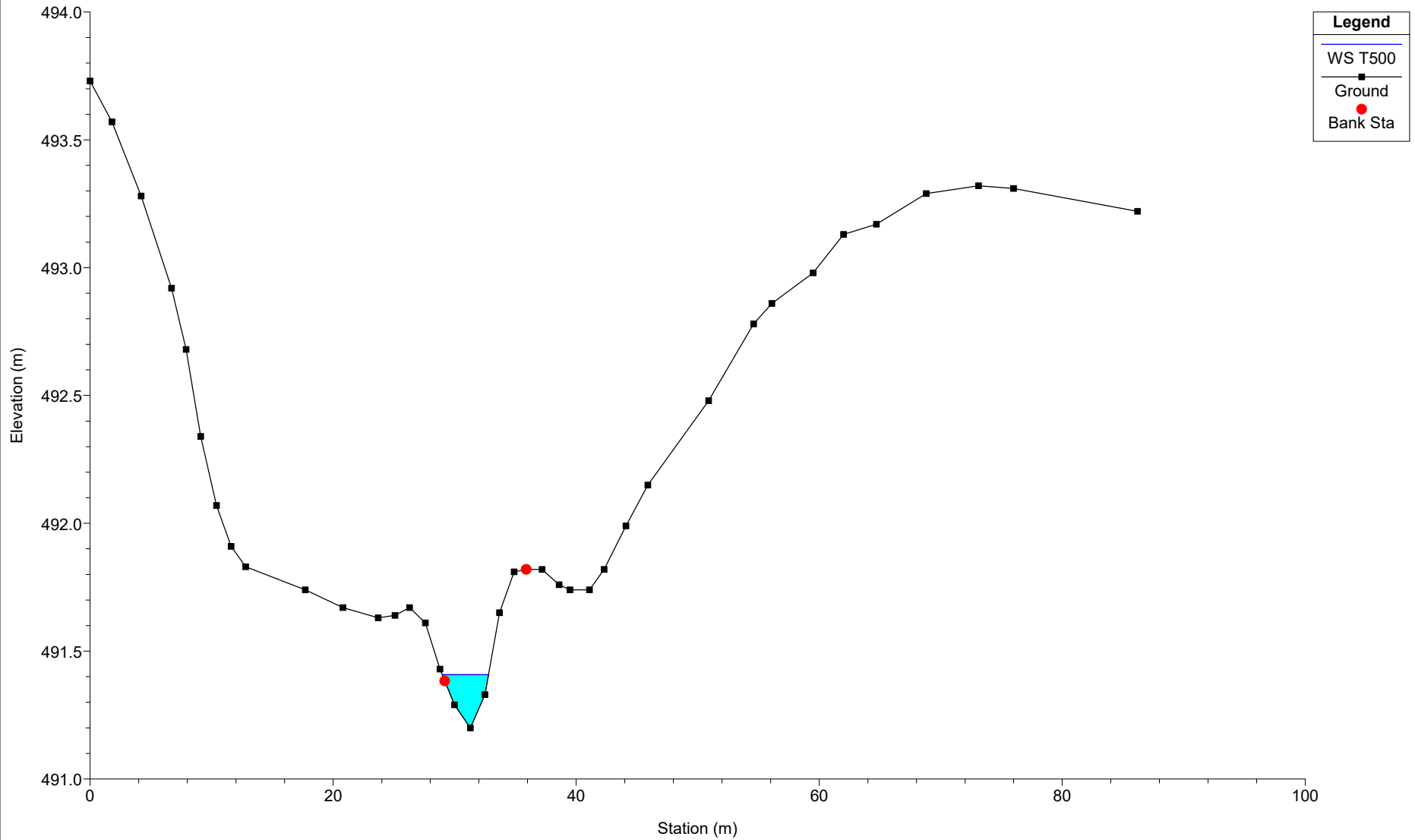
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 3311



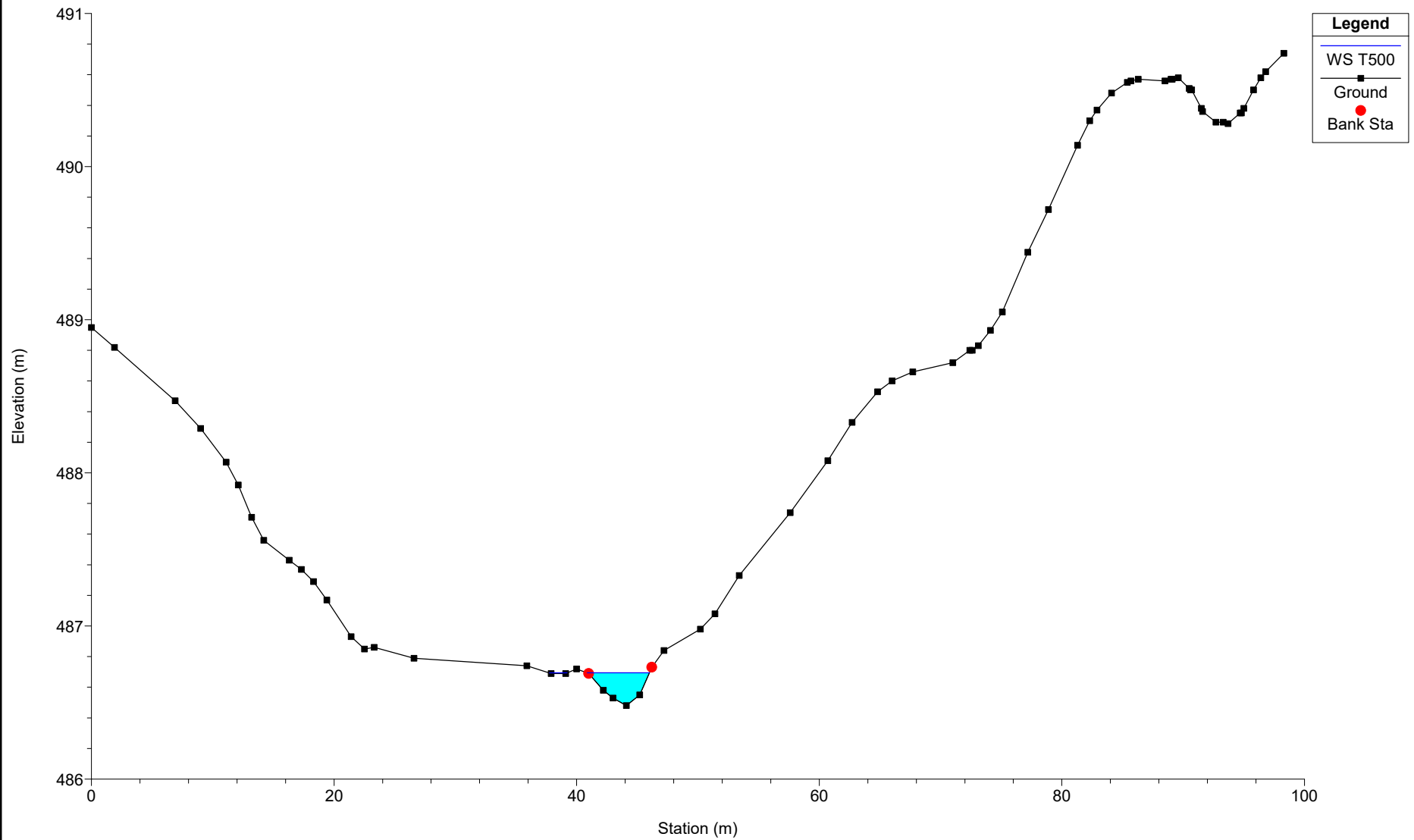
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 3061



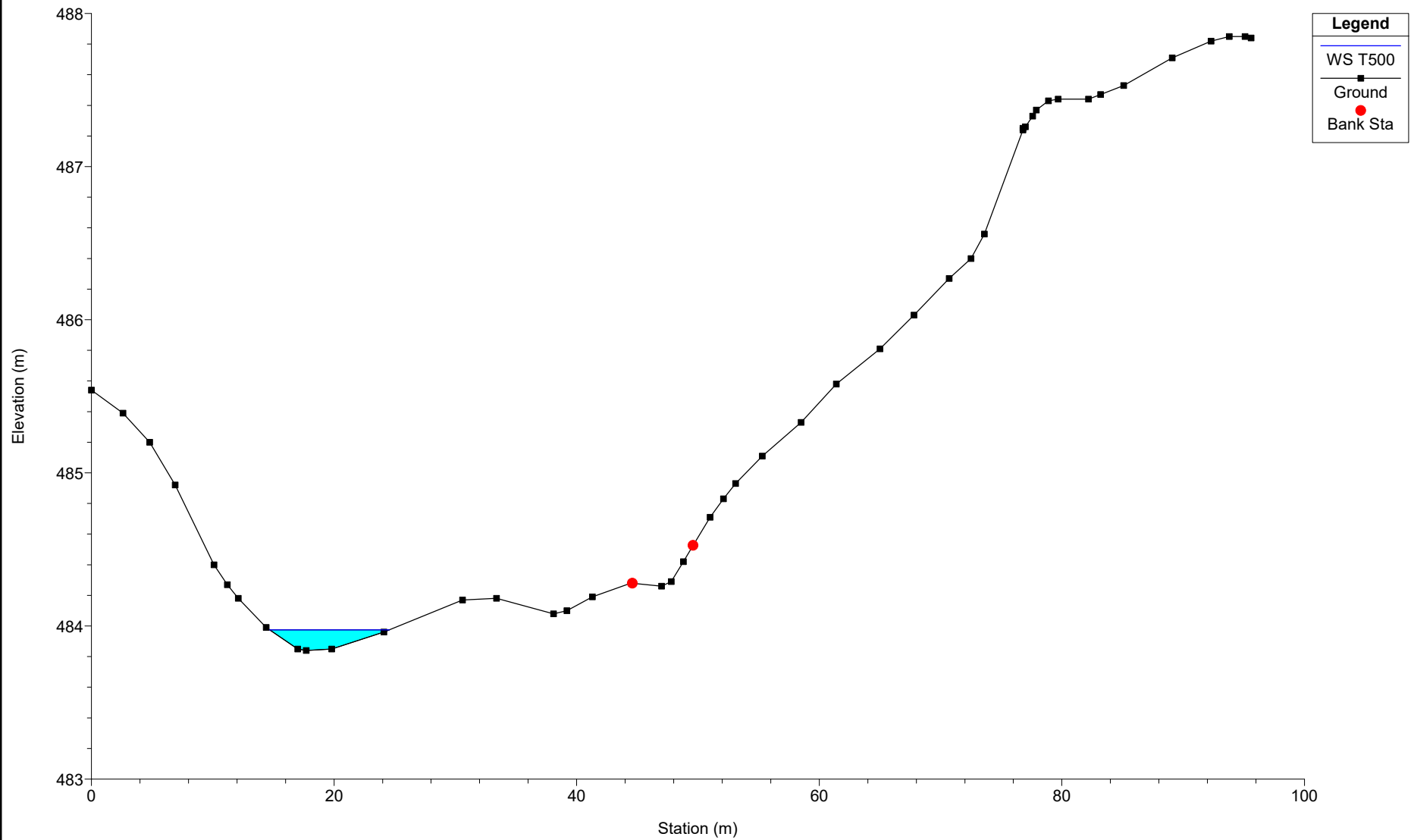
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 2943



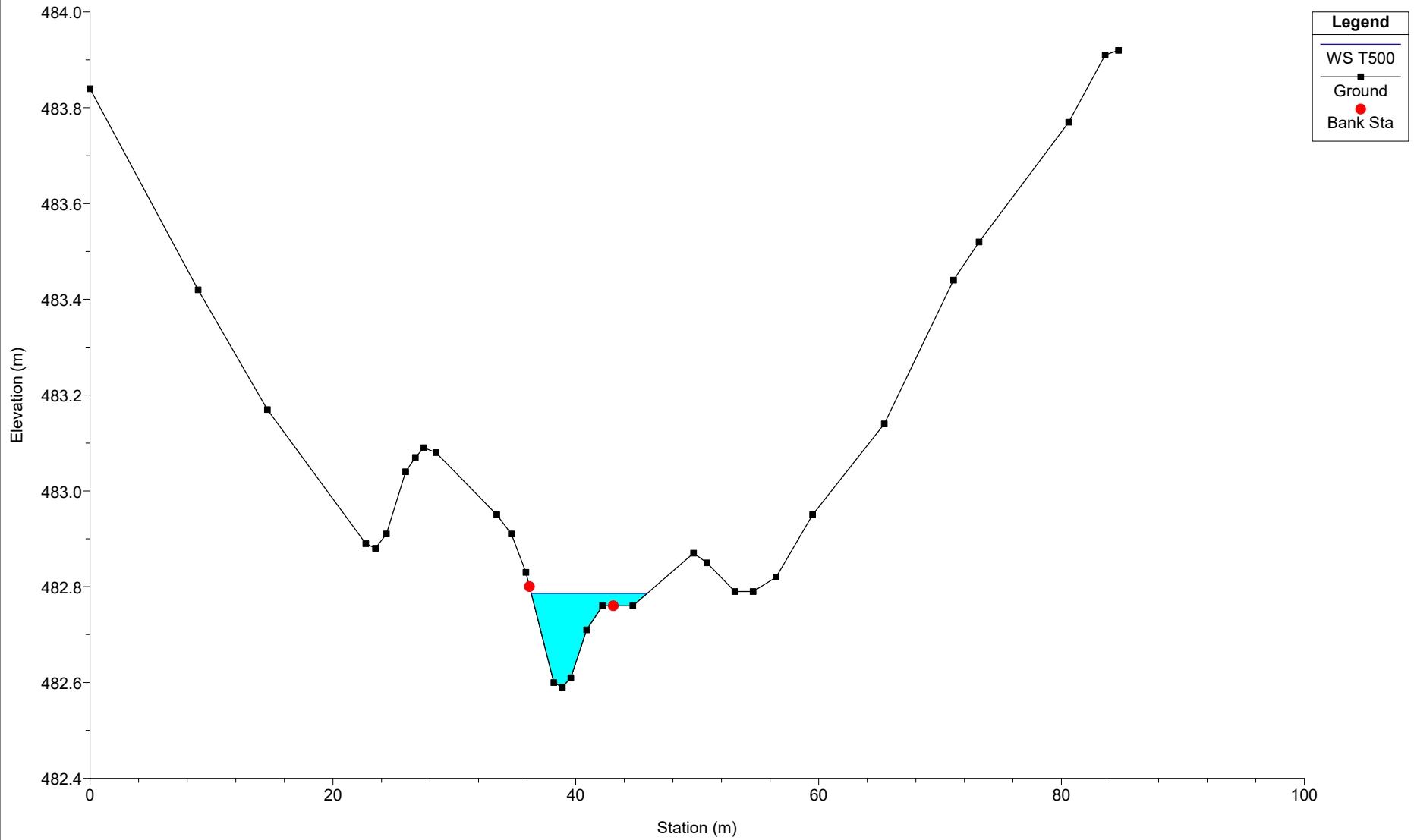
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 2673



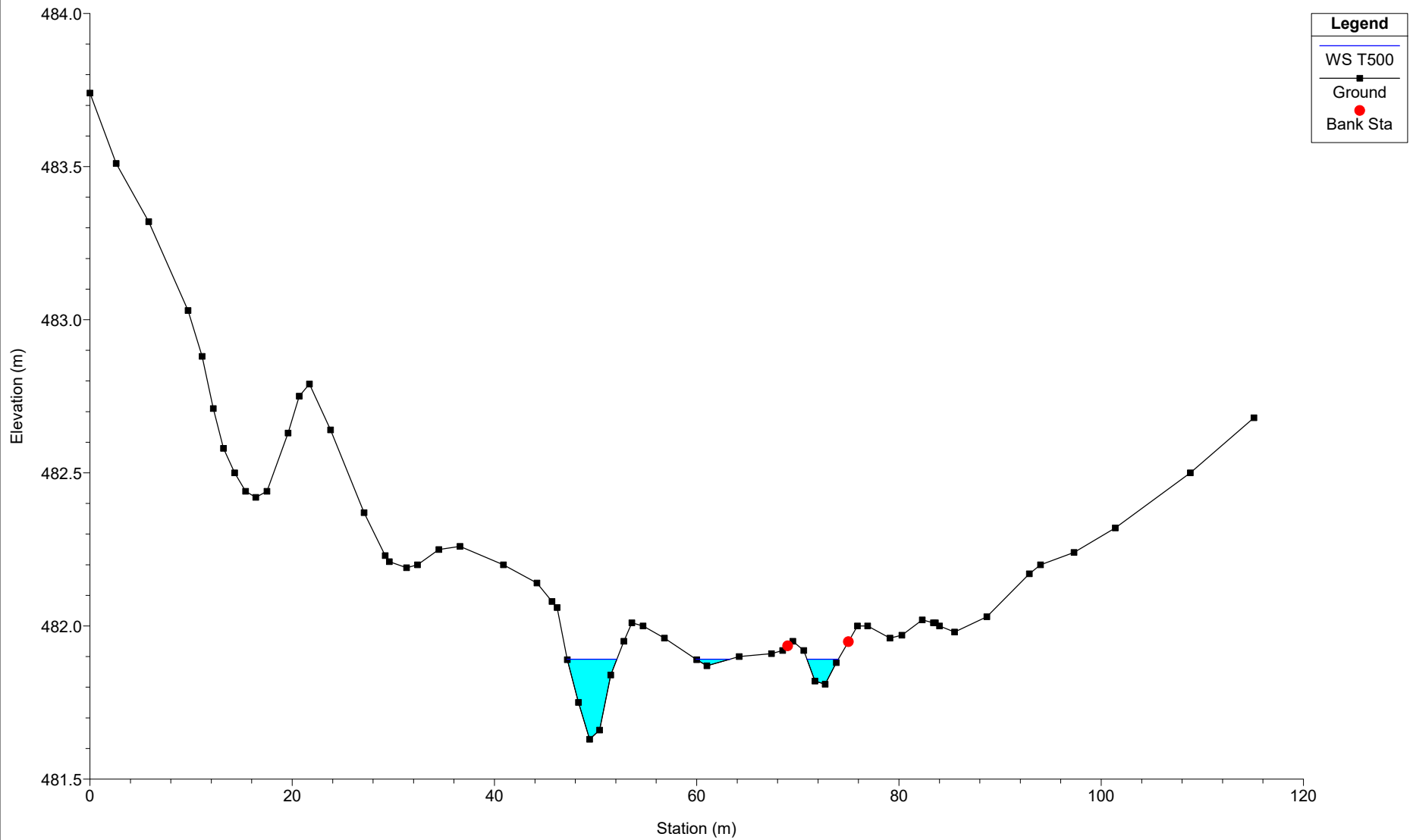
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 2487



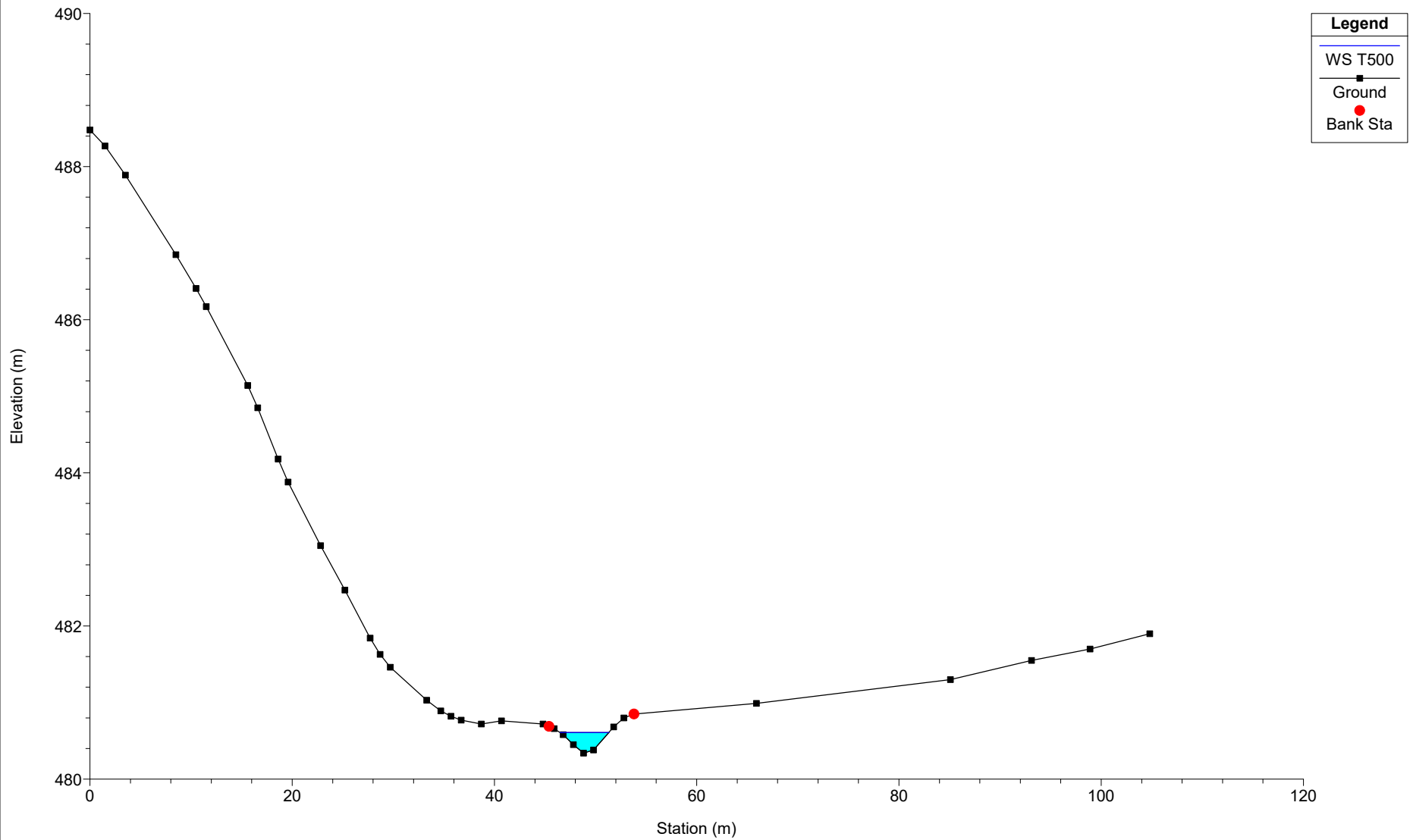
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 2347



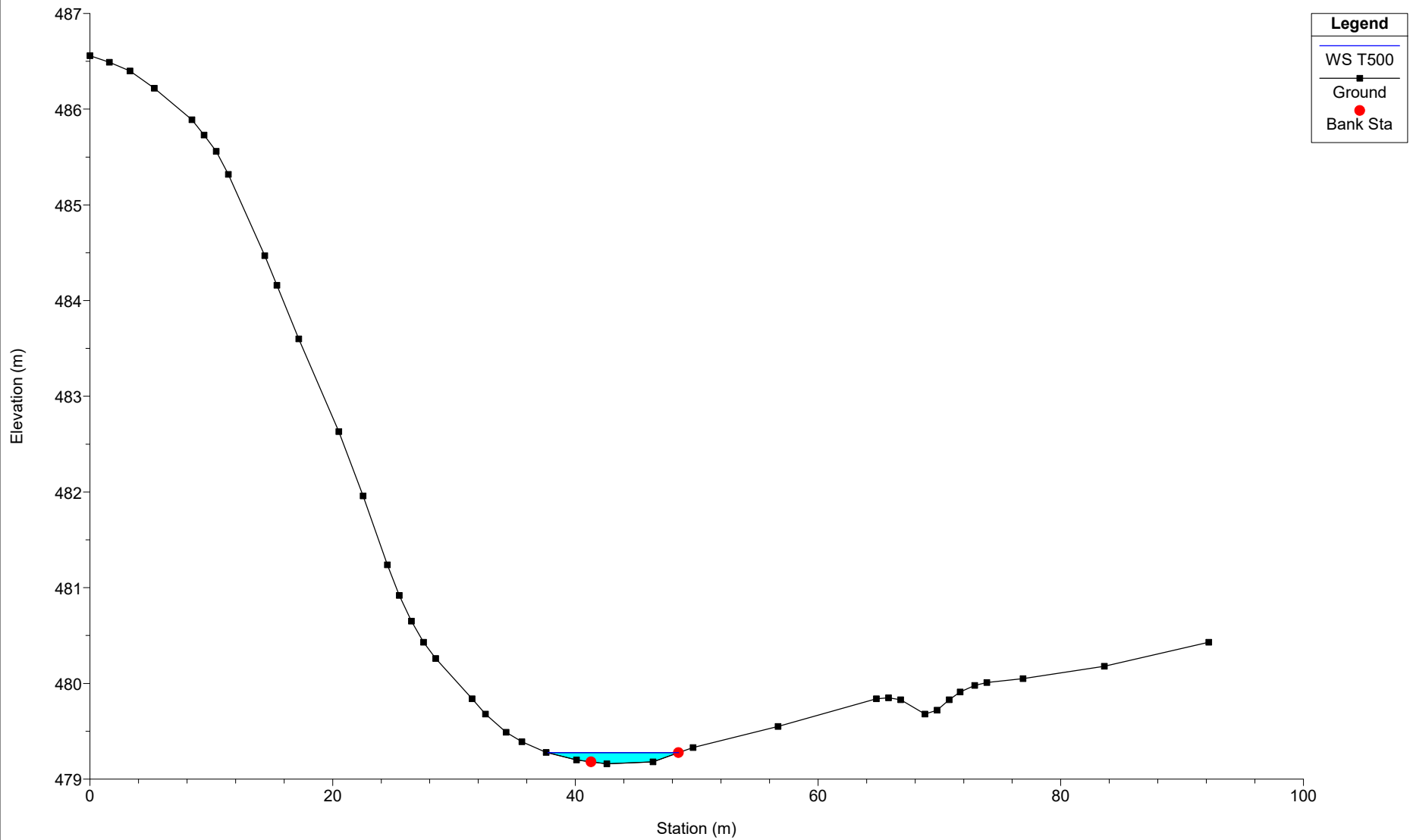
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 2239



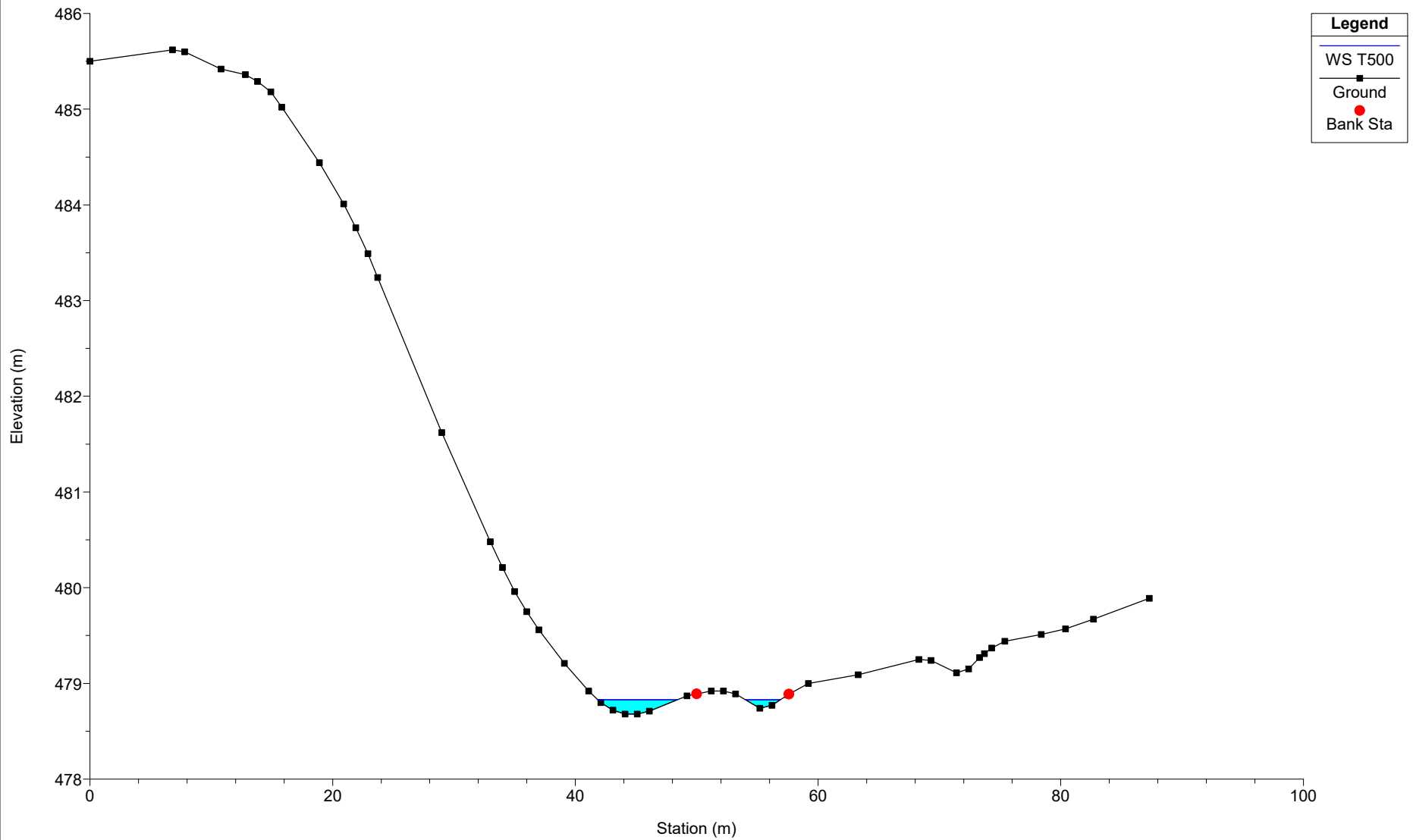
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 2091



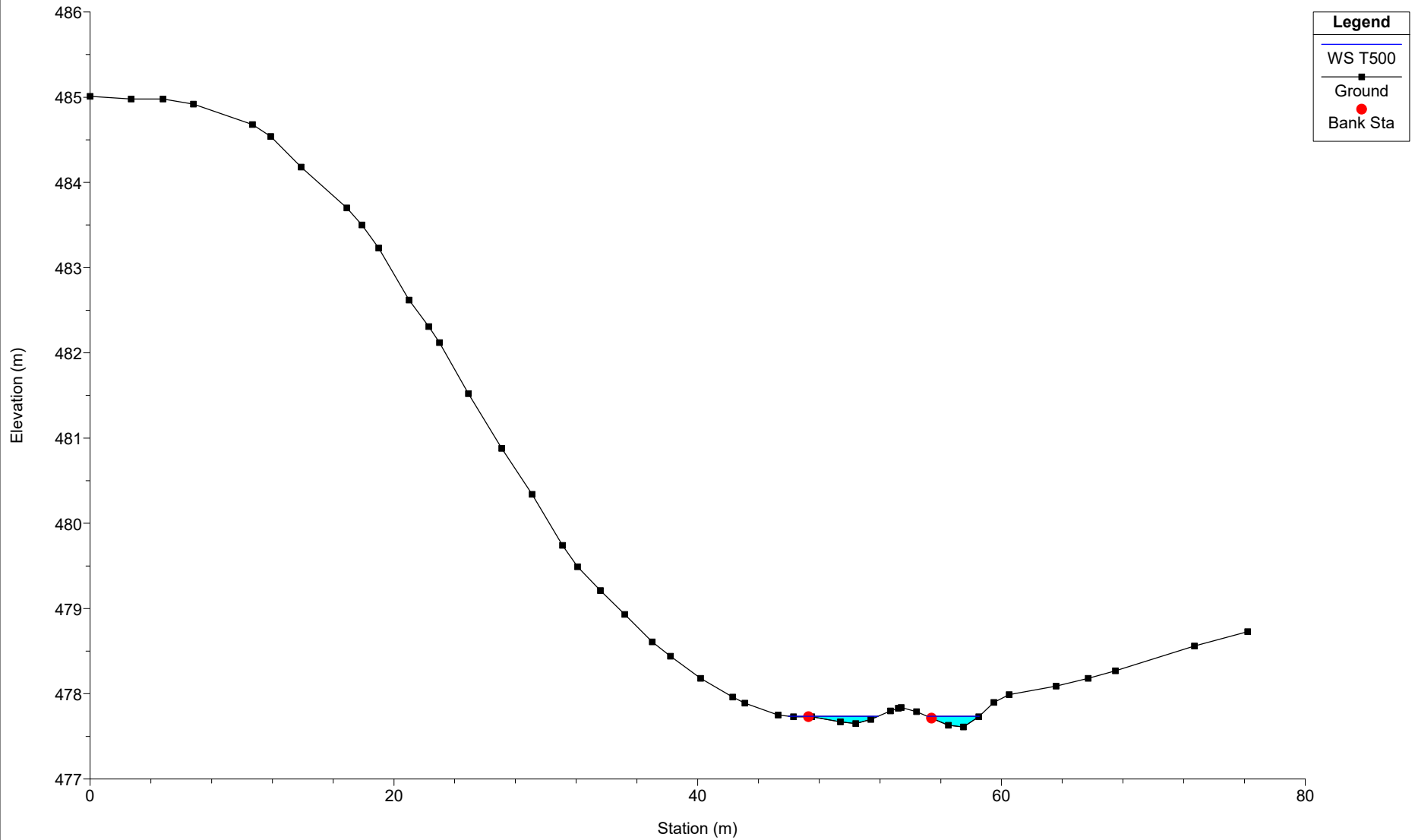
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 1951



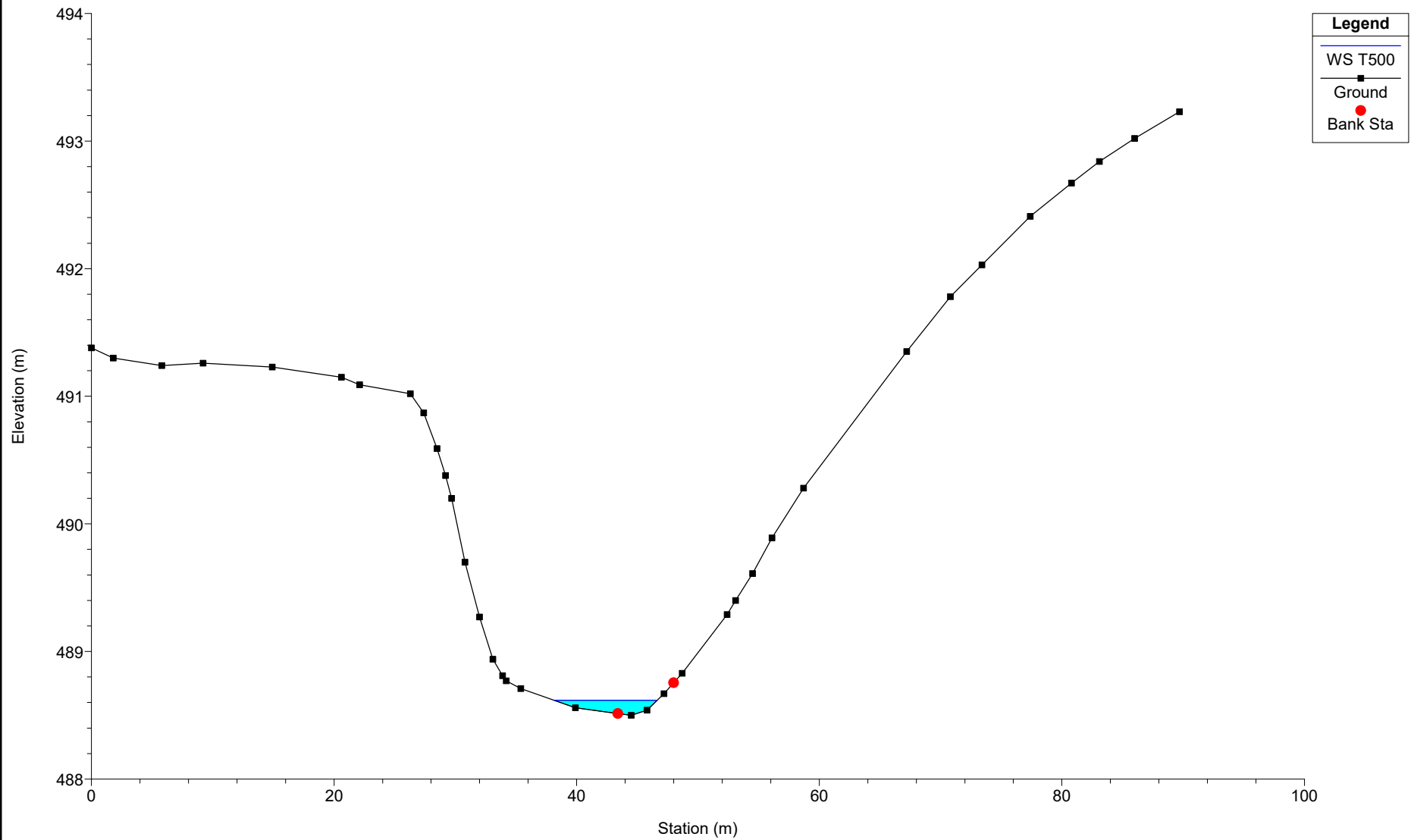
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 1912



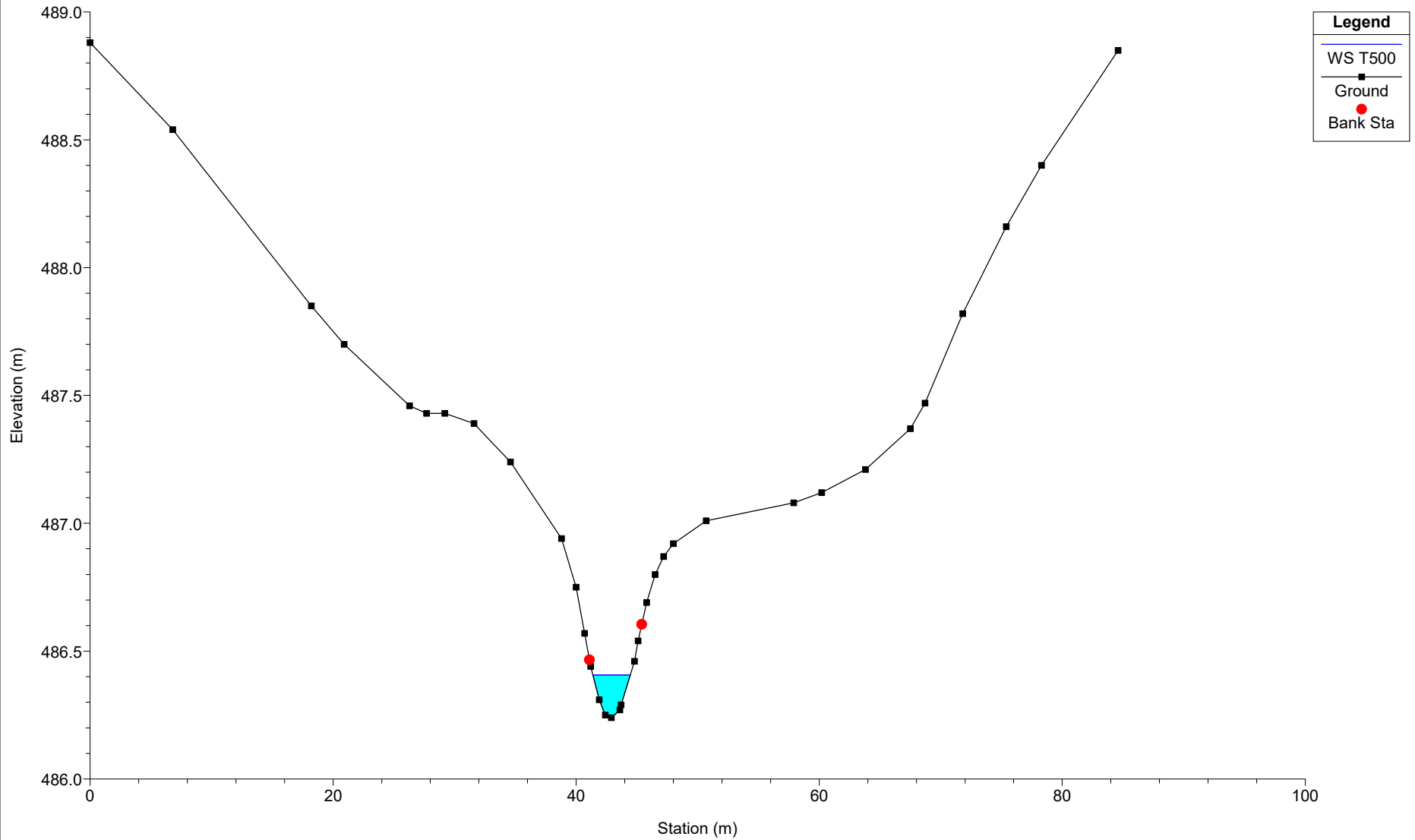
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 1842



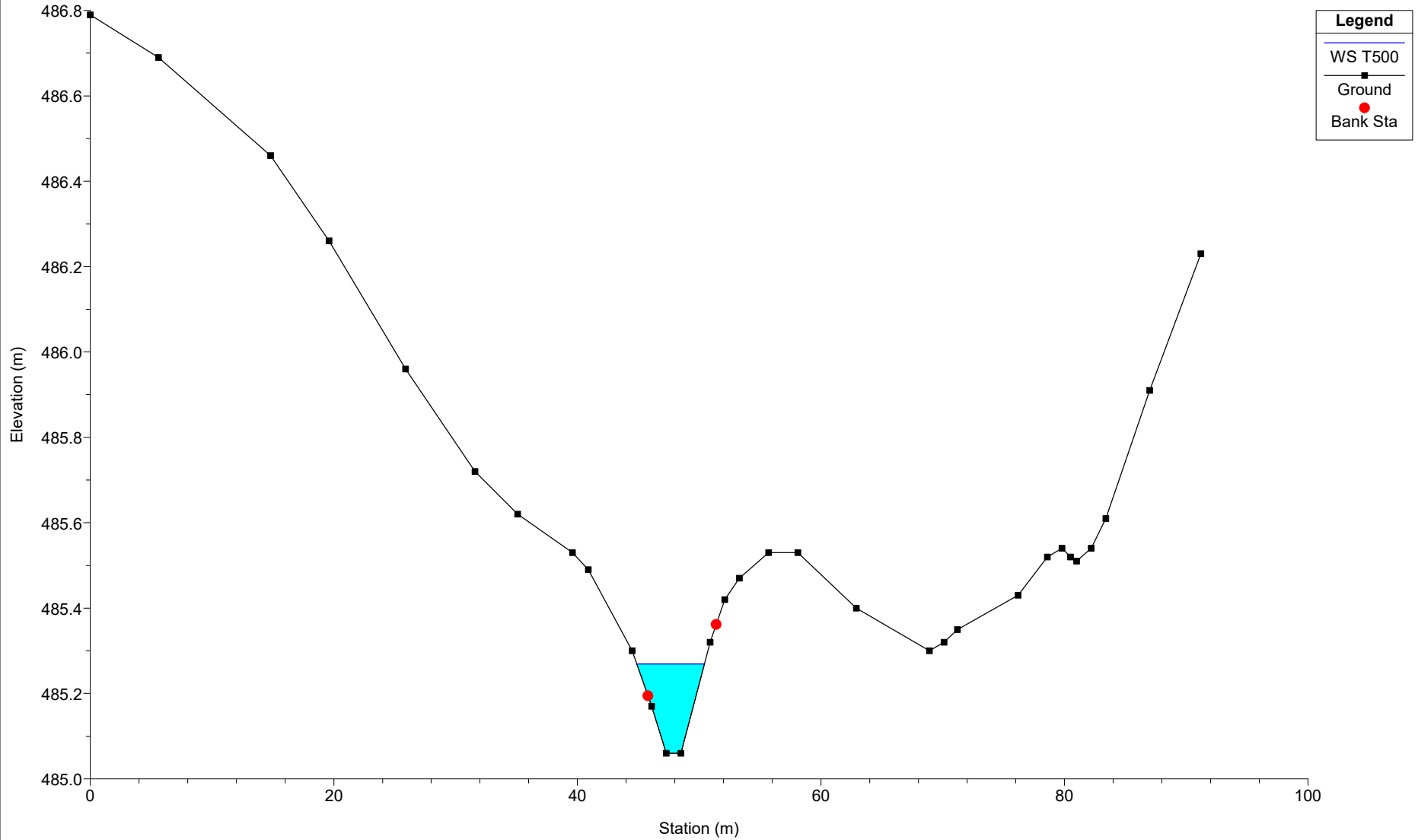
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 2569



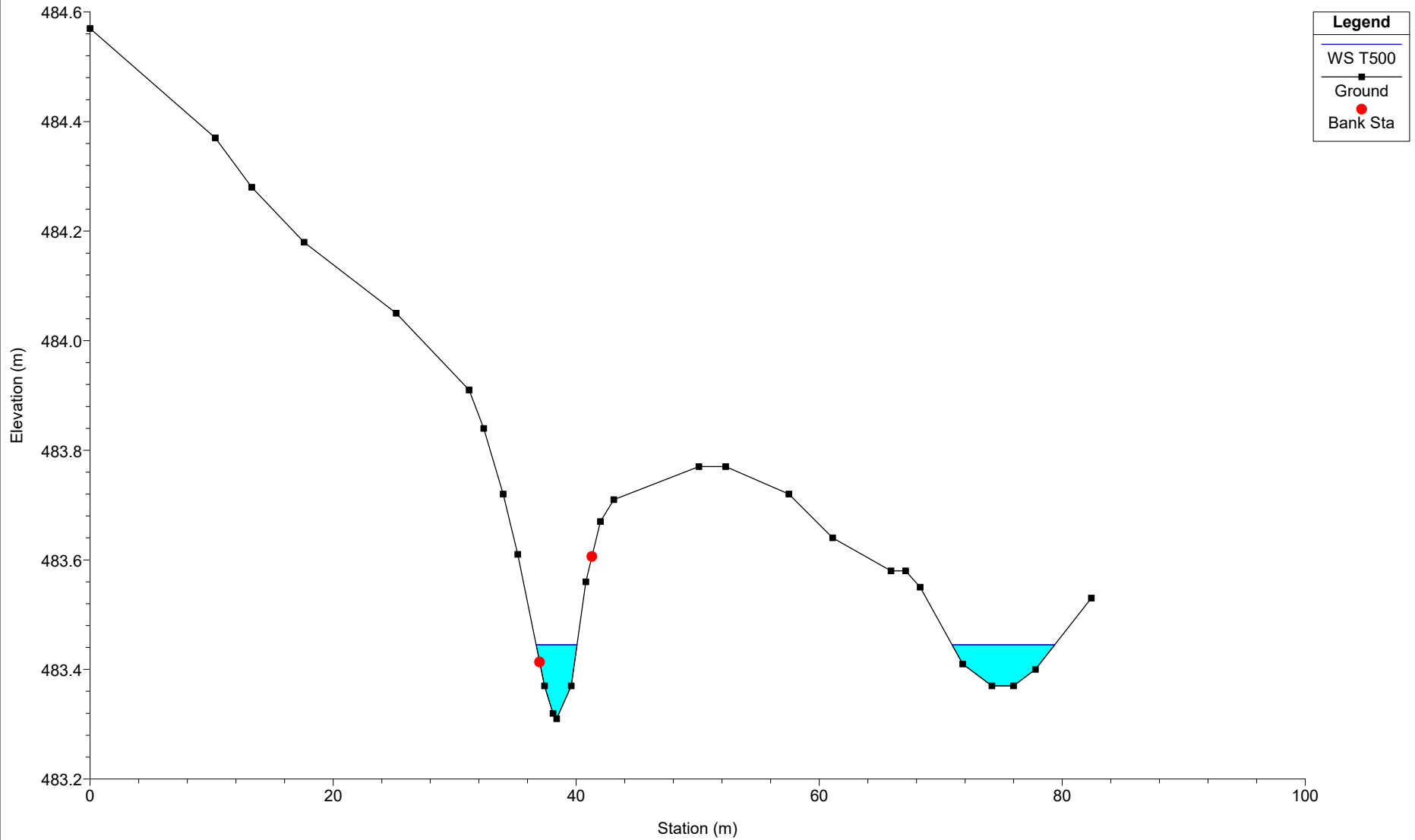
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 2515



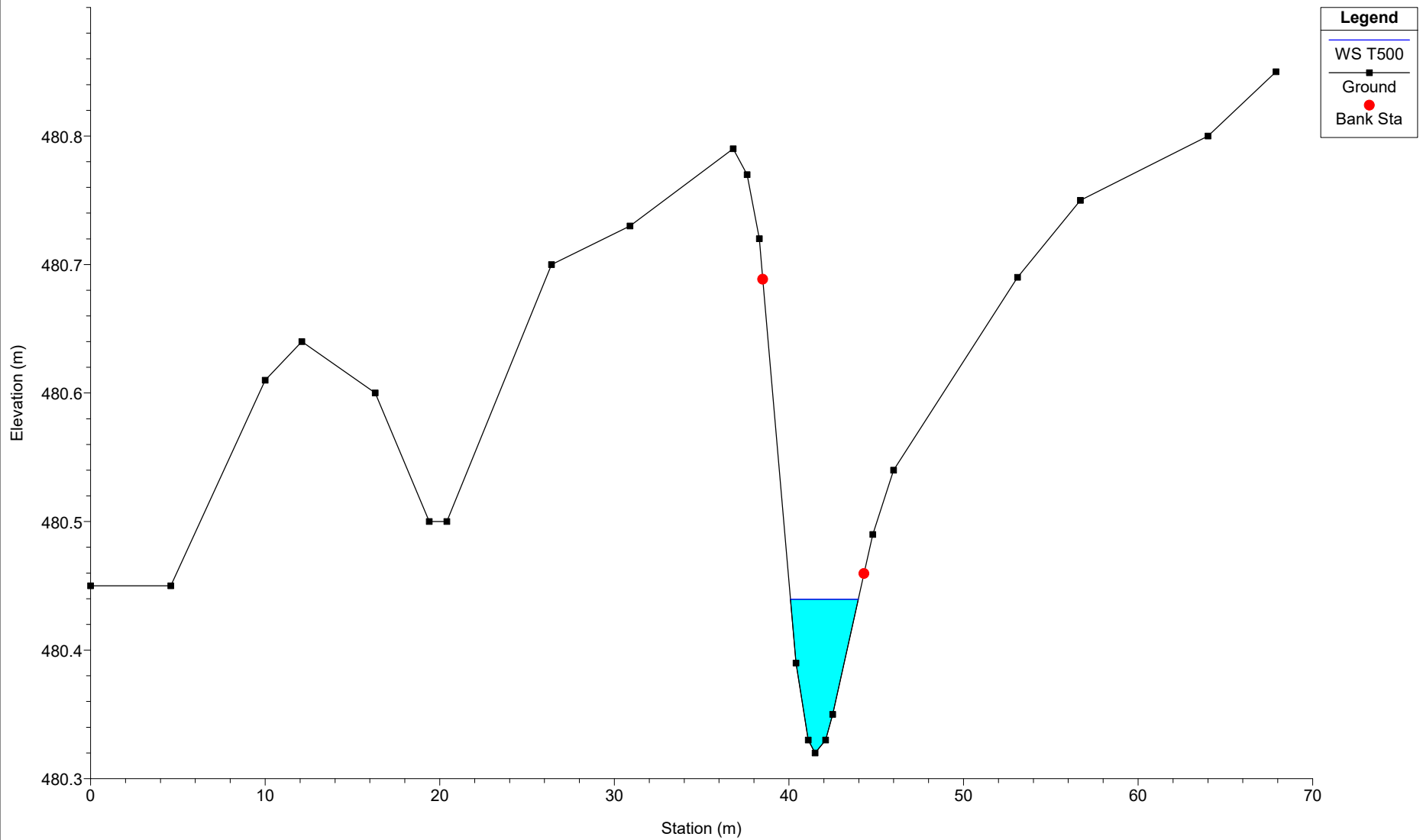
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 2427



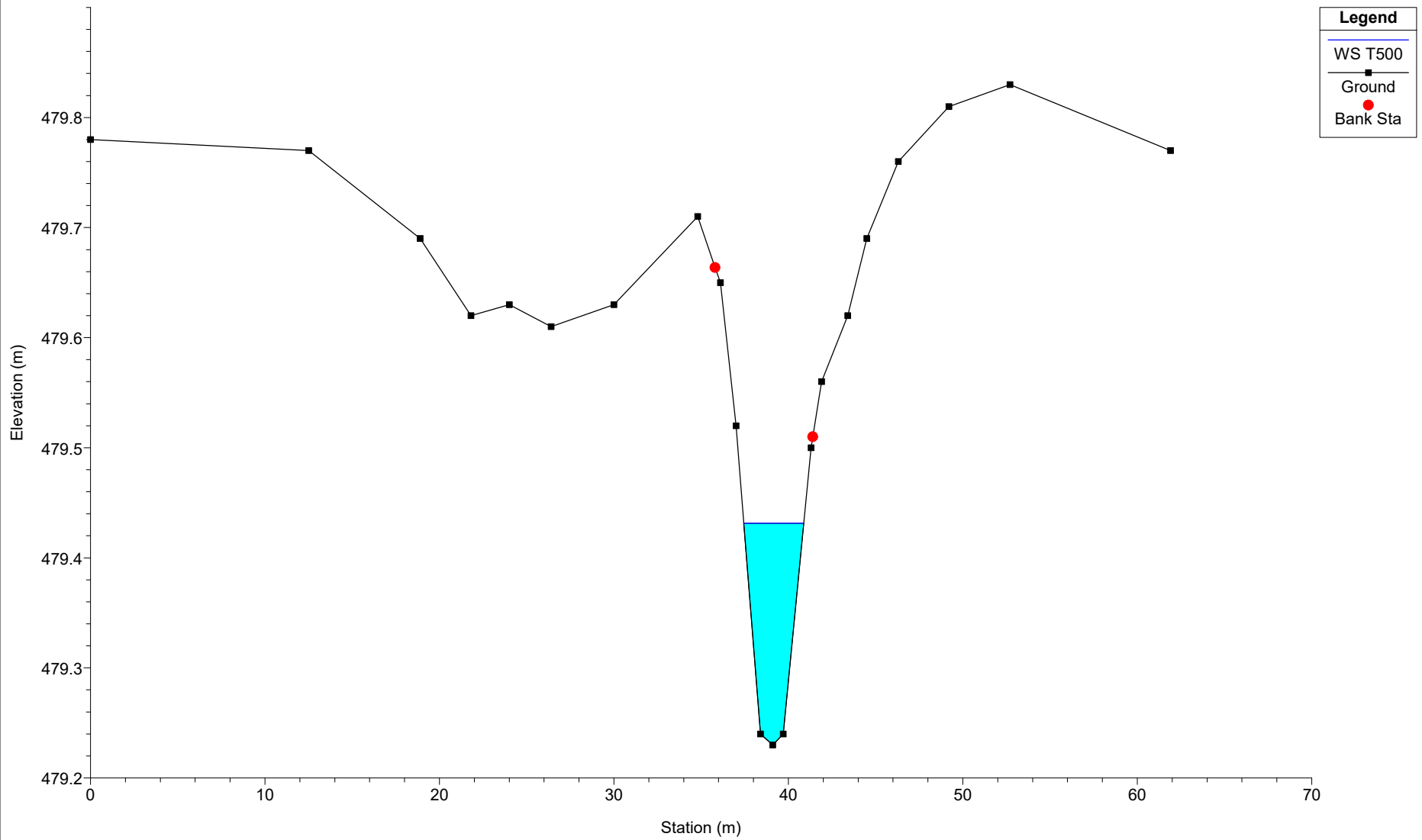
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 1902



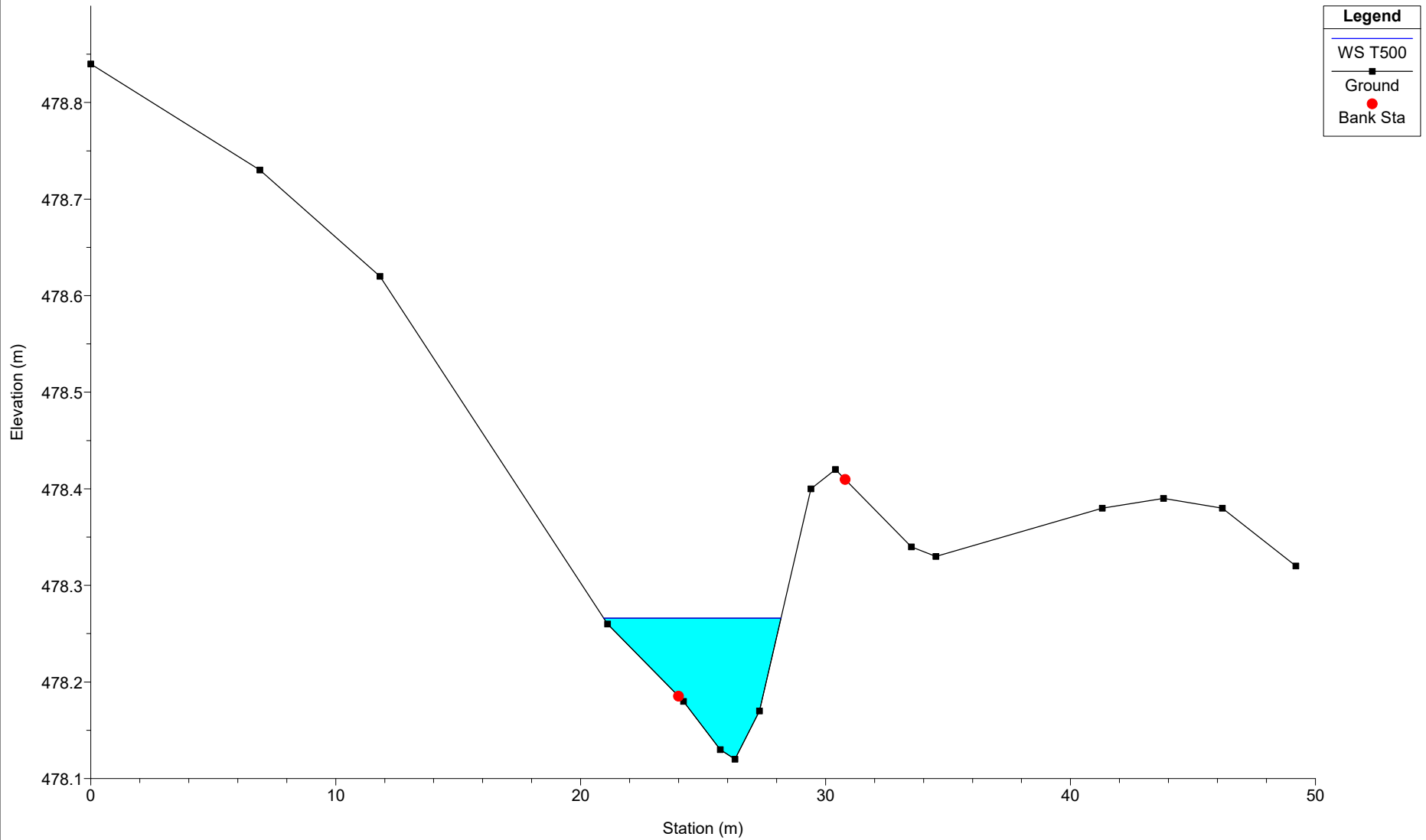
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 1804



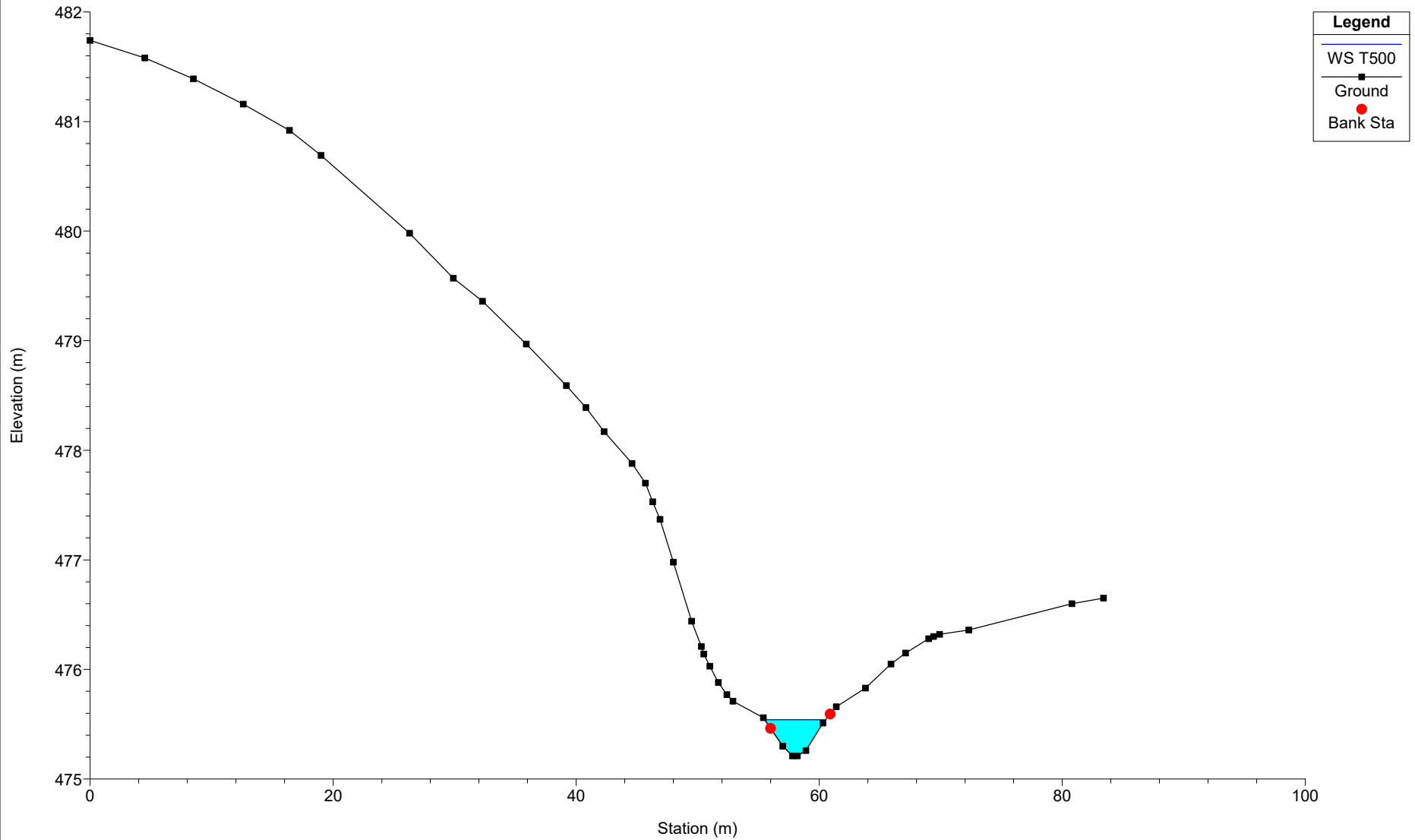
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 1803.6



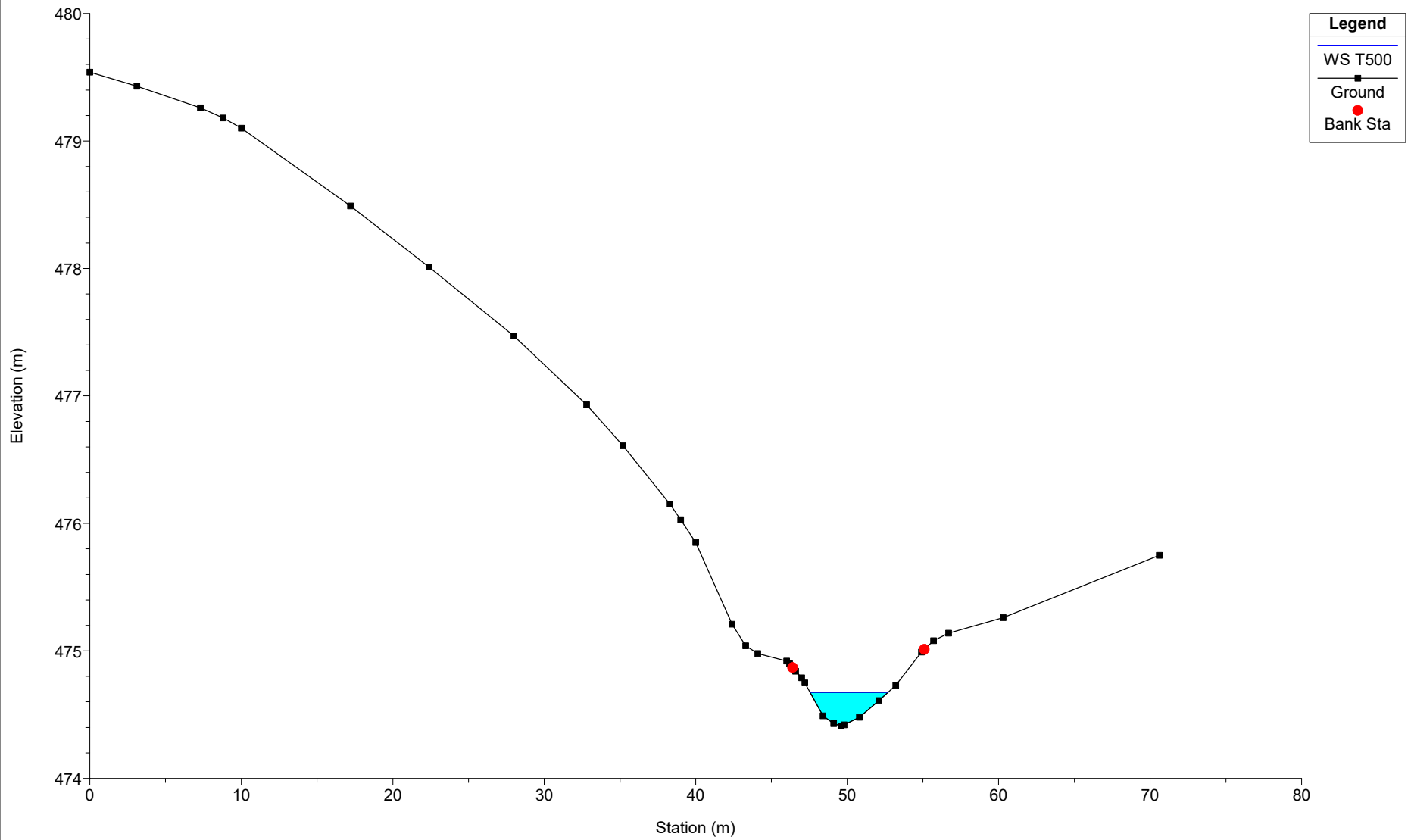
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 1786



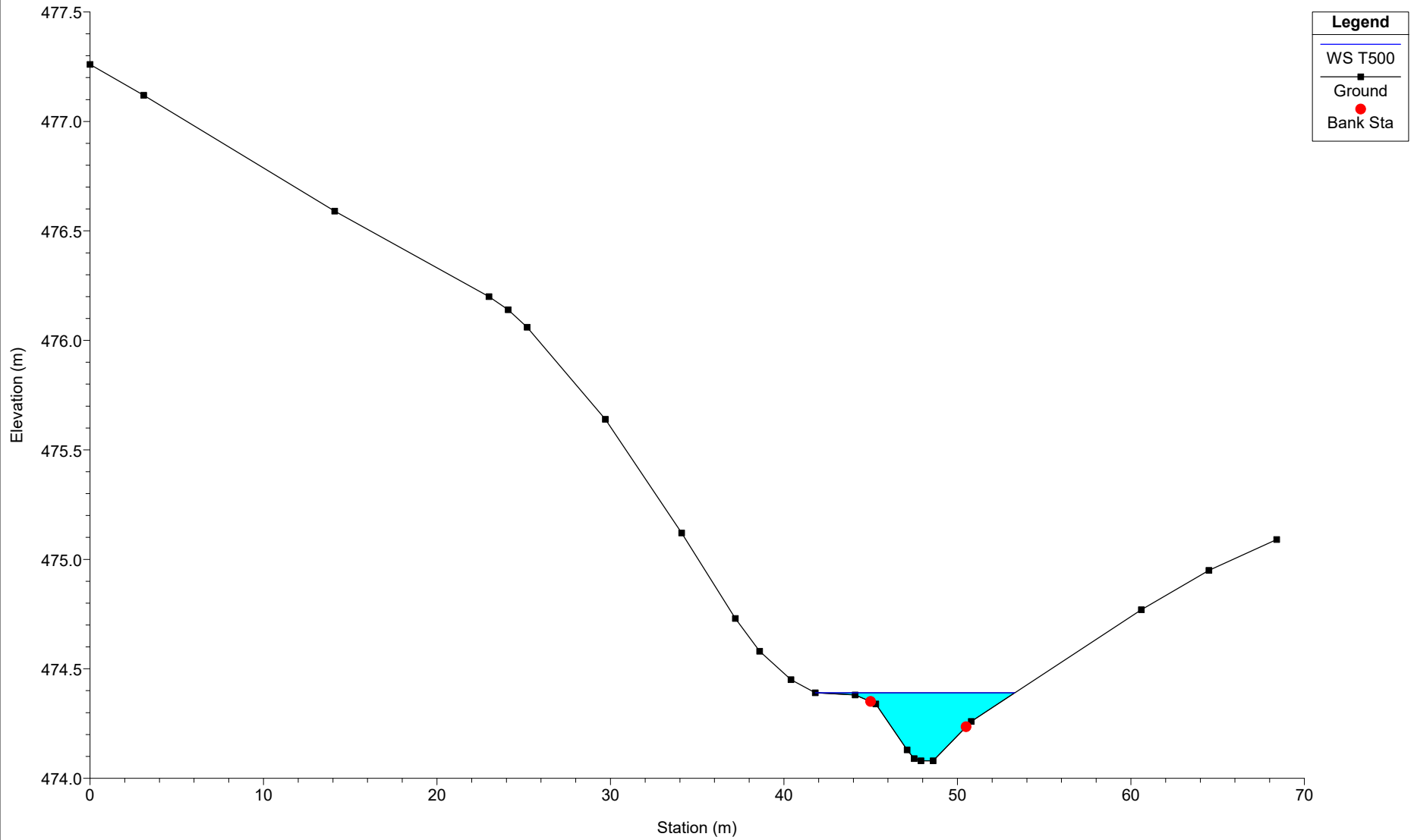
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 1645



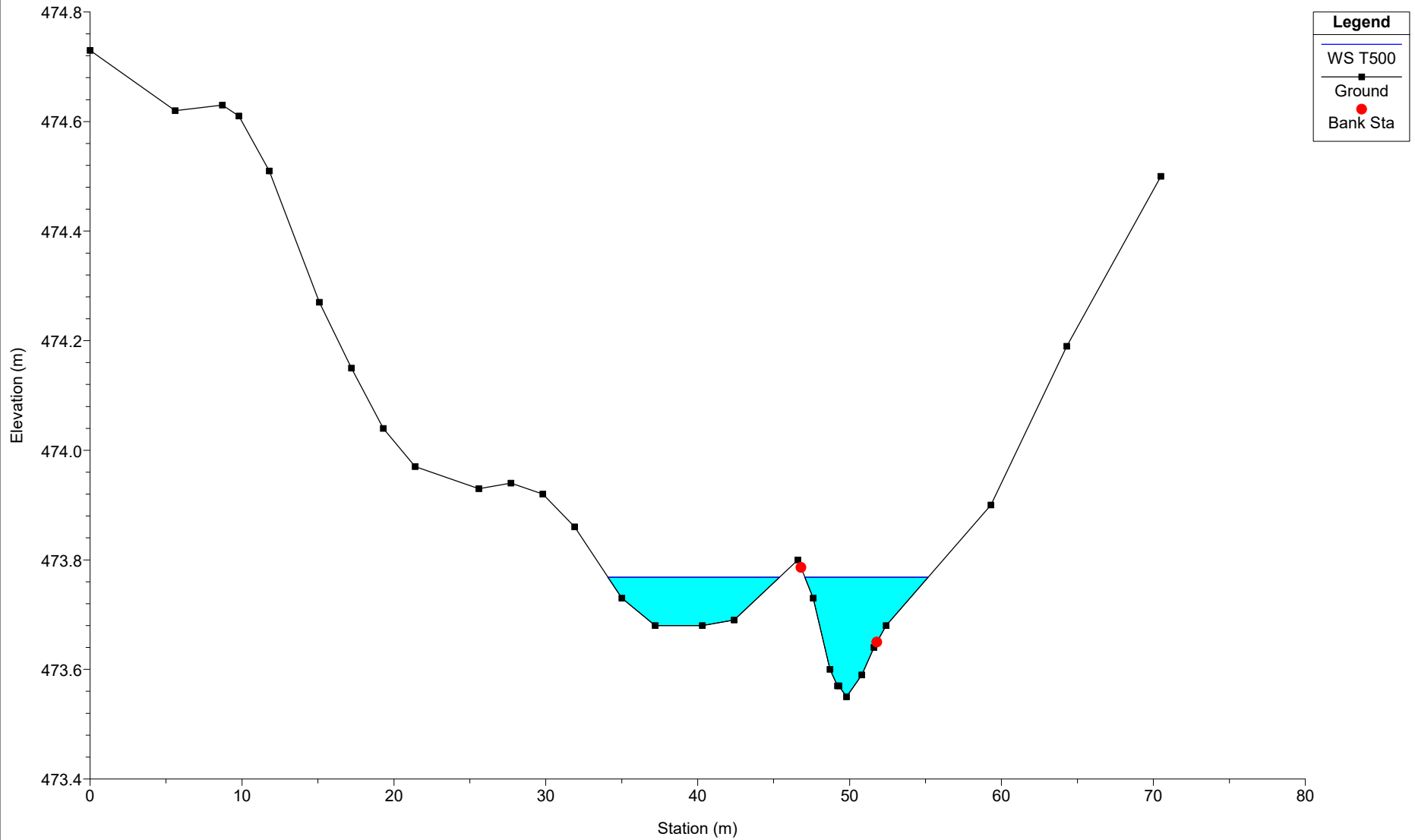
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 1584



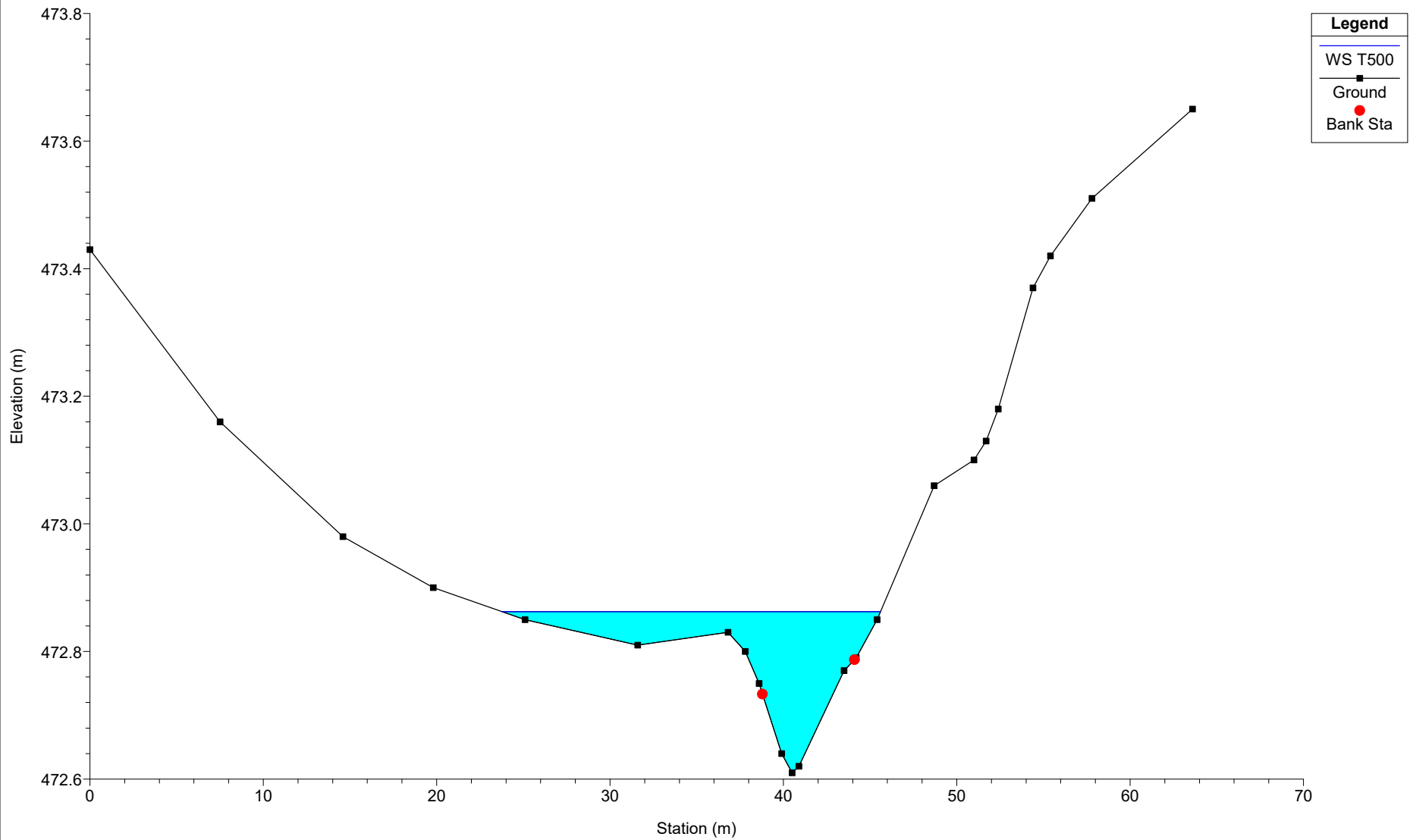
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 1526



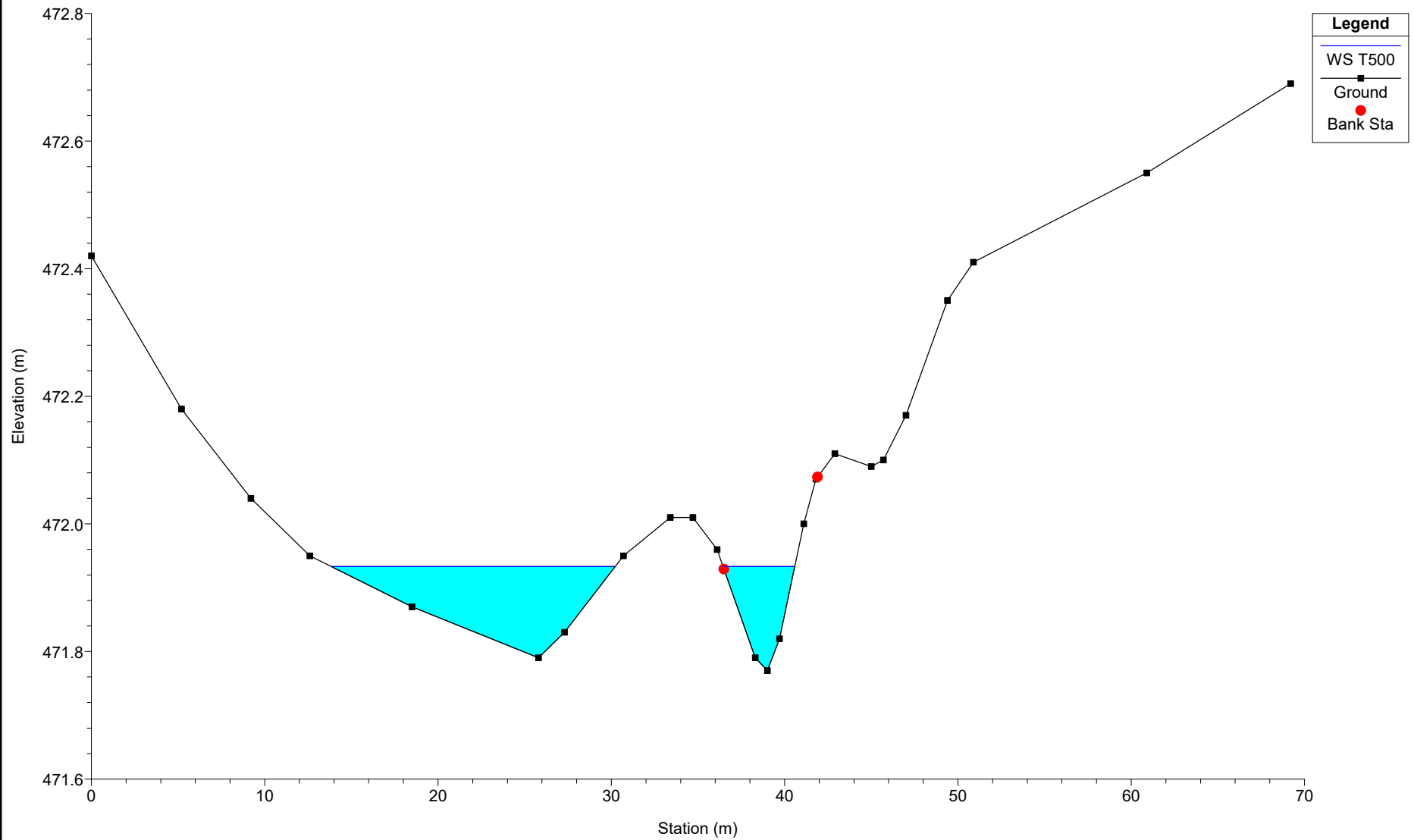
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 1427



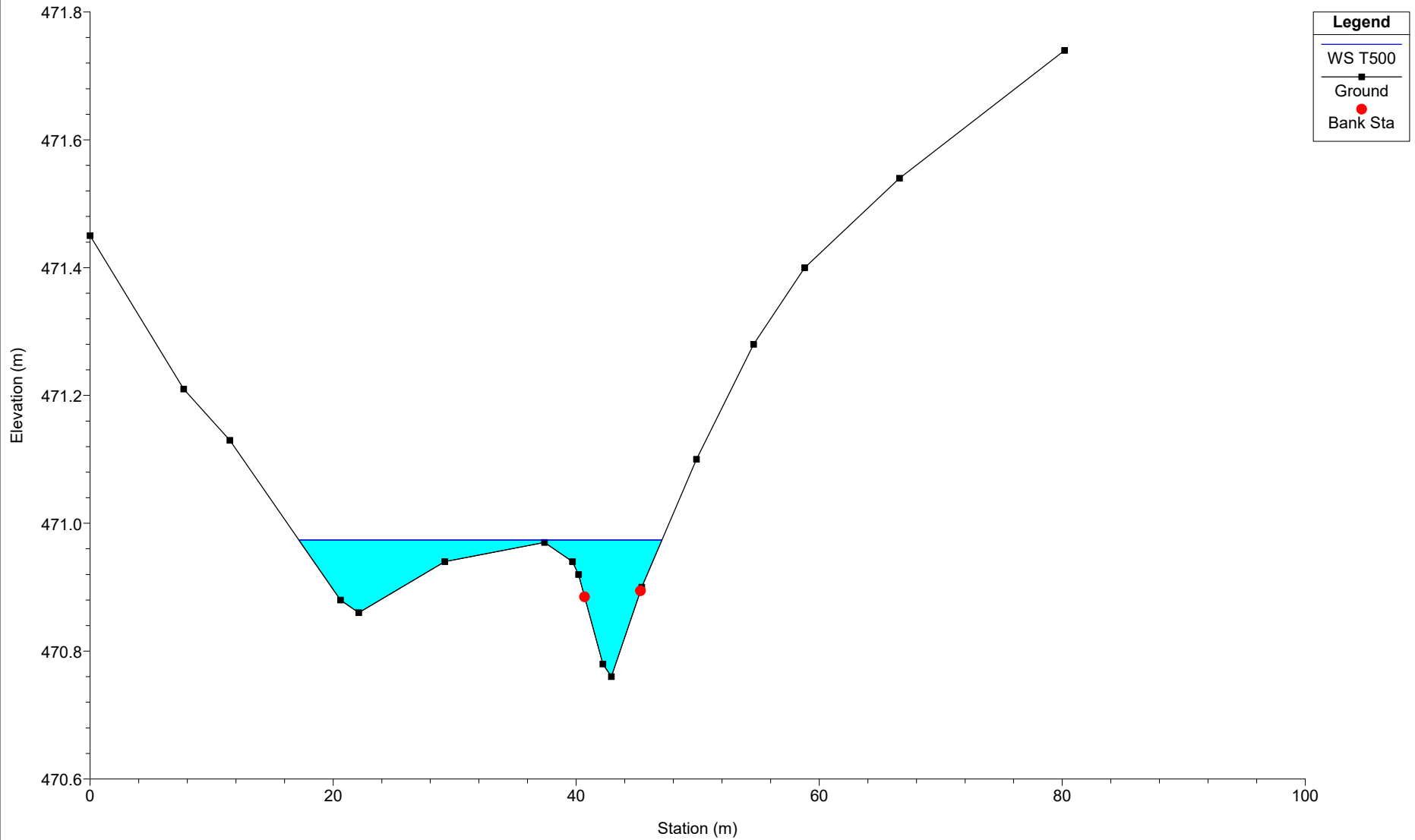
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 1303



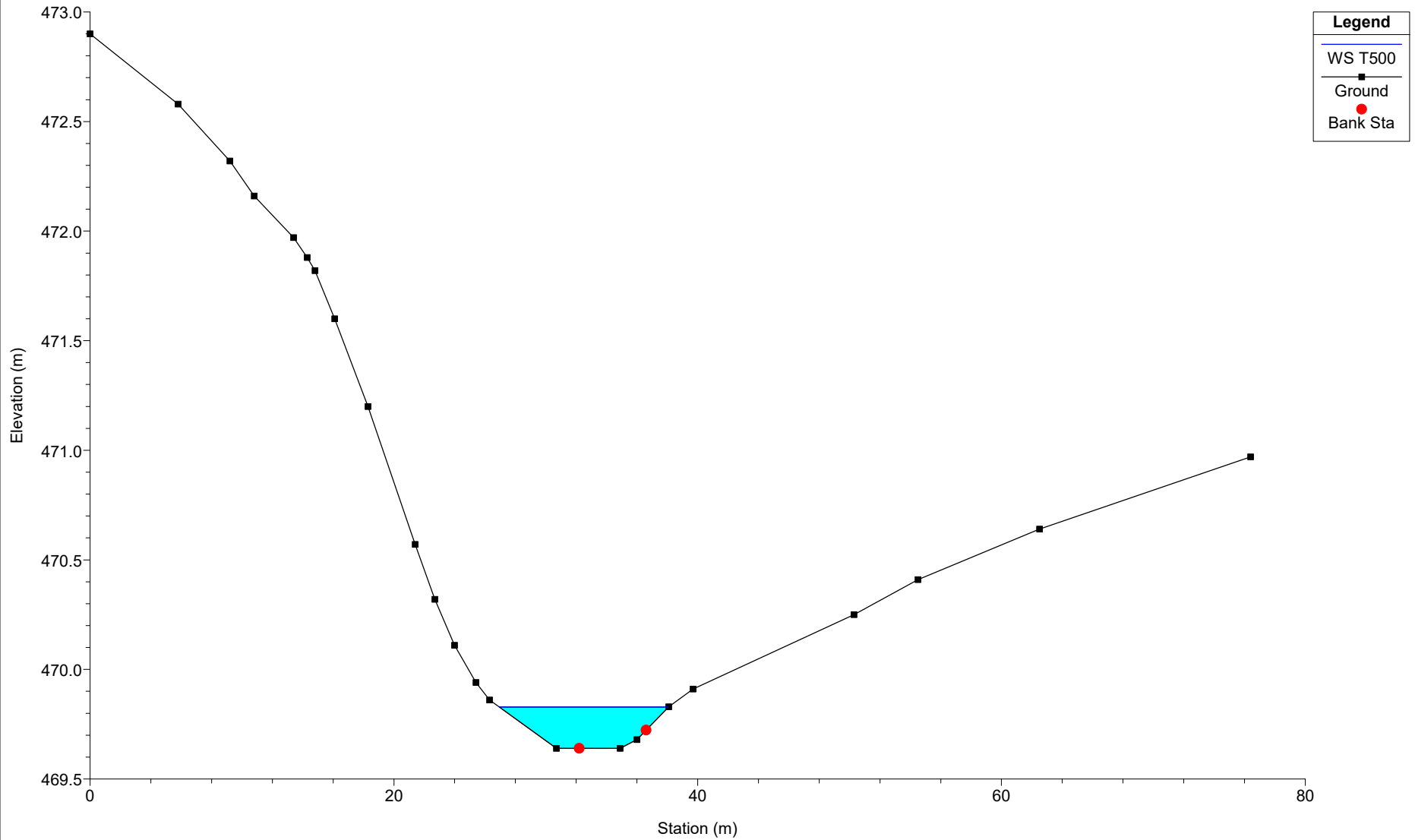
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 1177



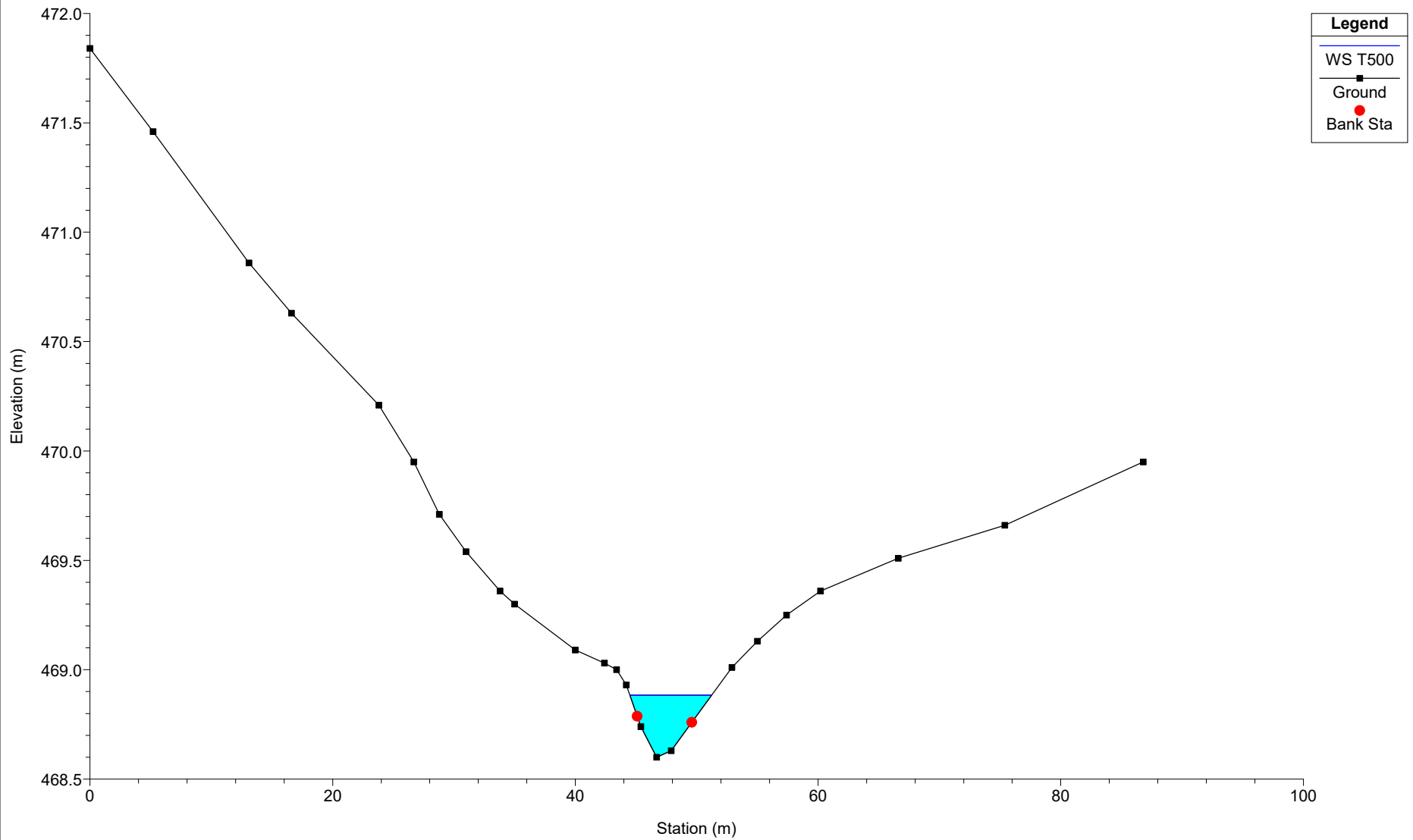
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 1041



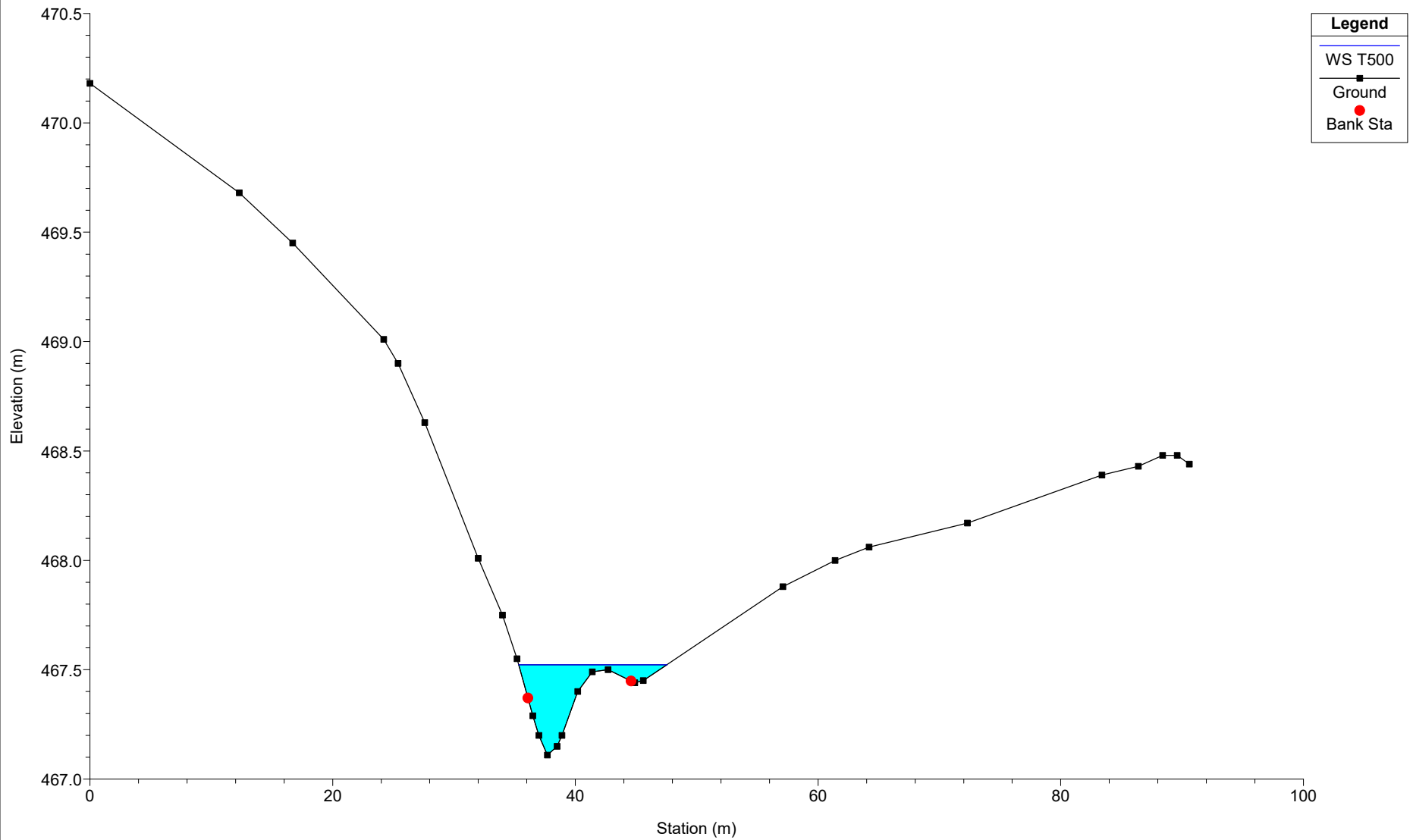
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 915



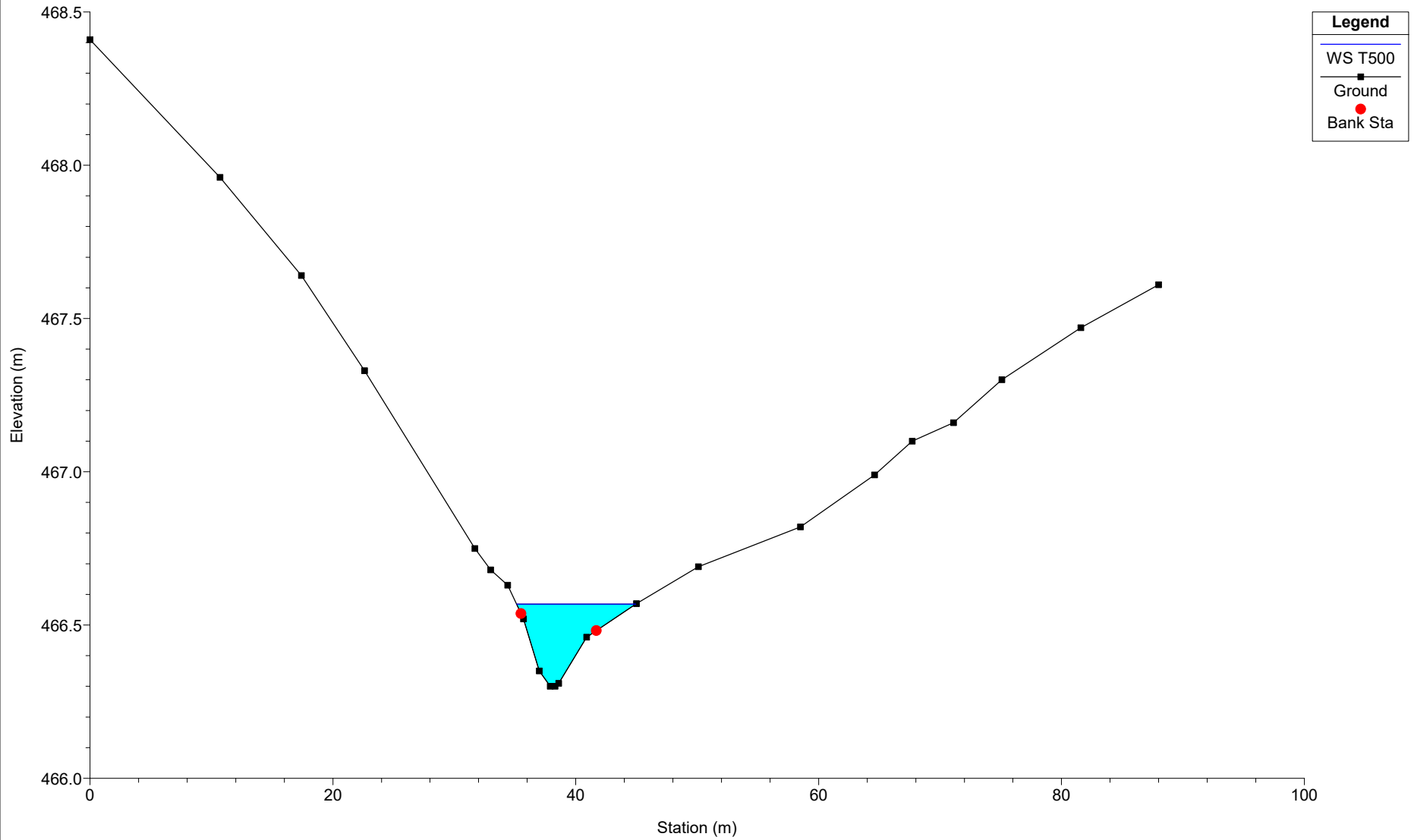
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 780



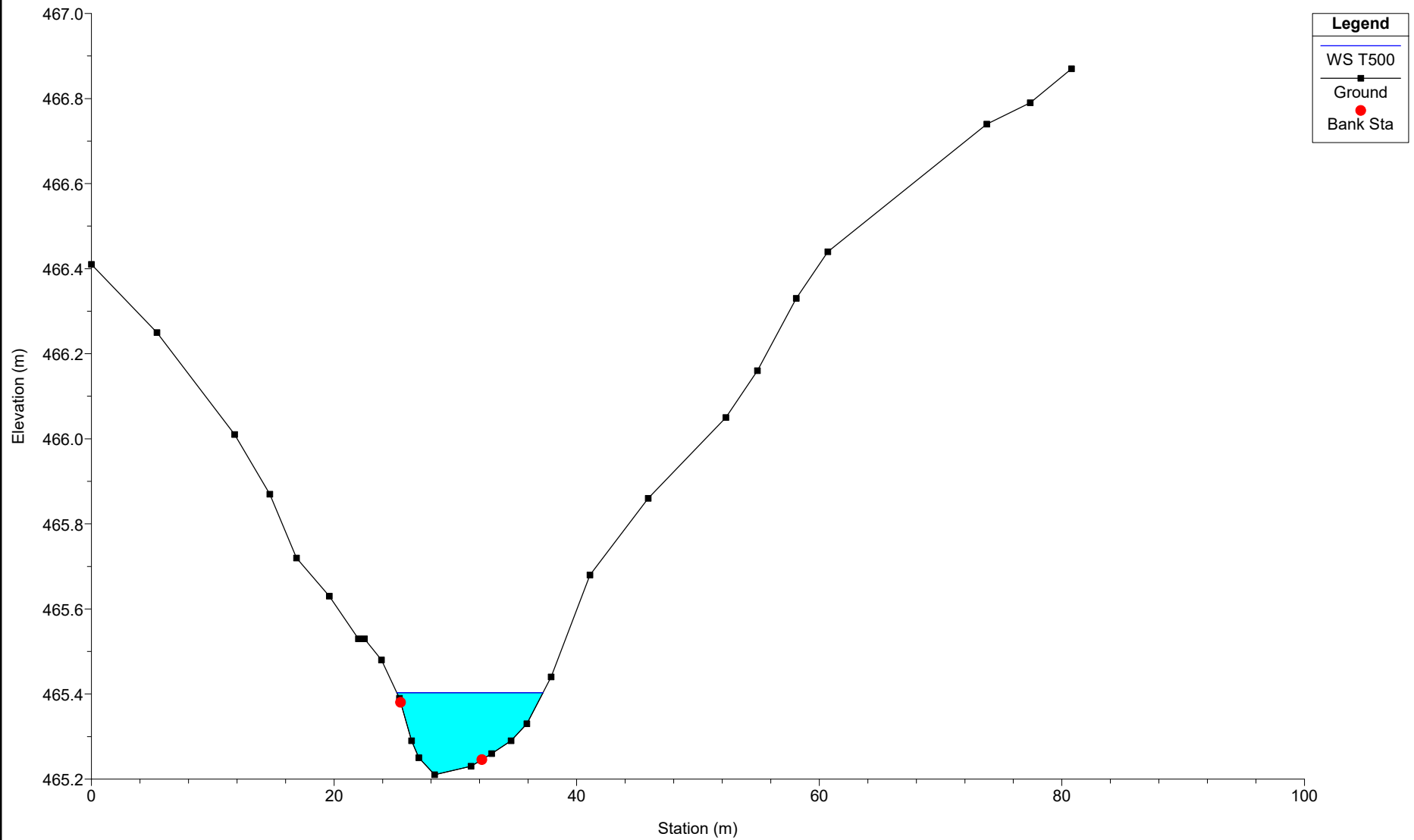
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 578



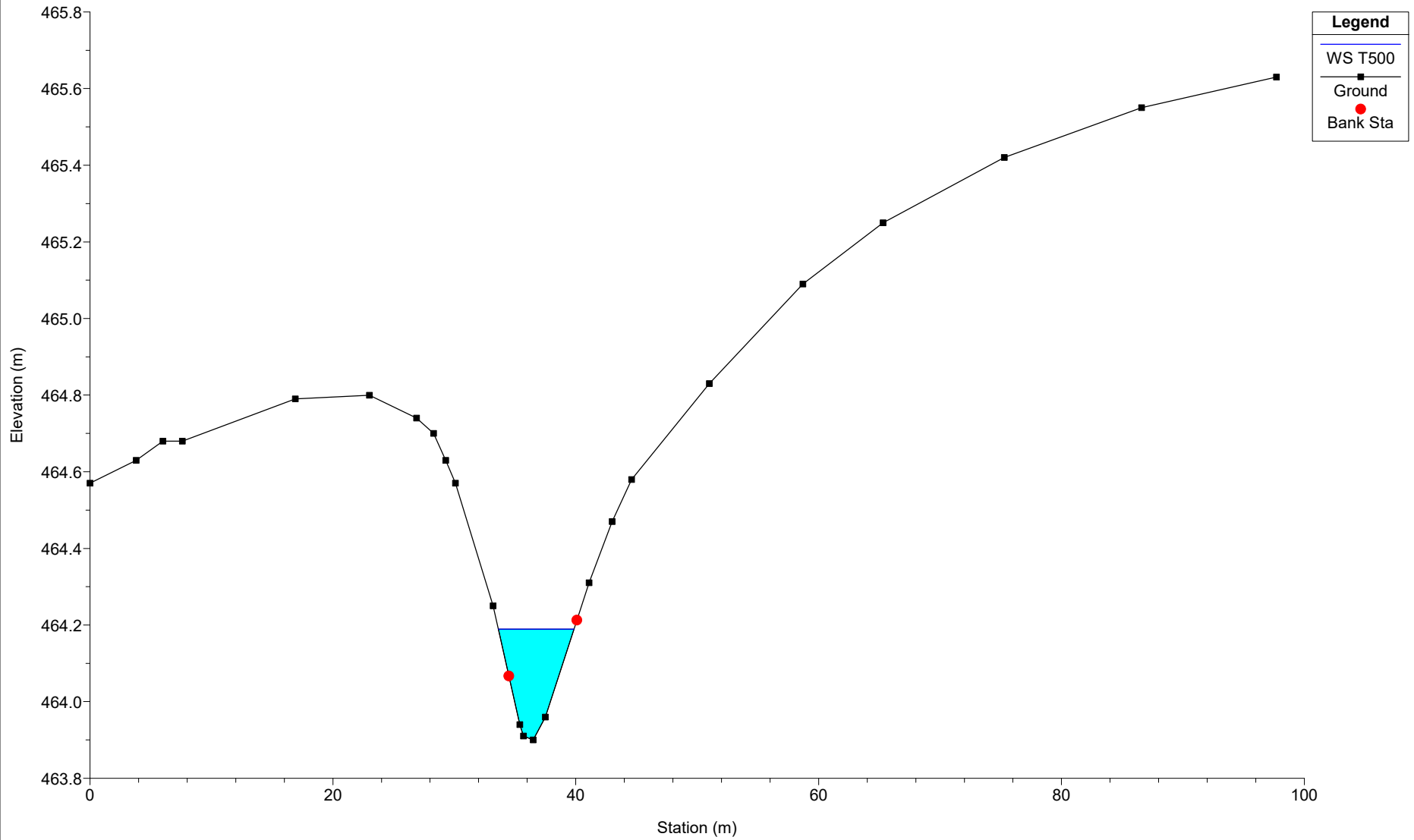
rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 434



rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 264



rev08 Plan: Plan 01 29/05/2019
RS = 102

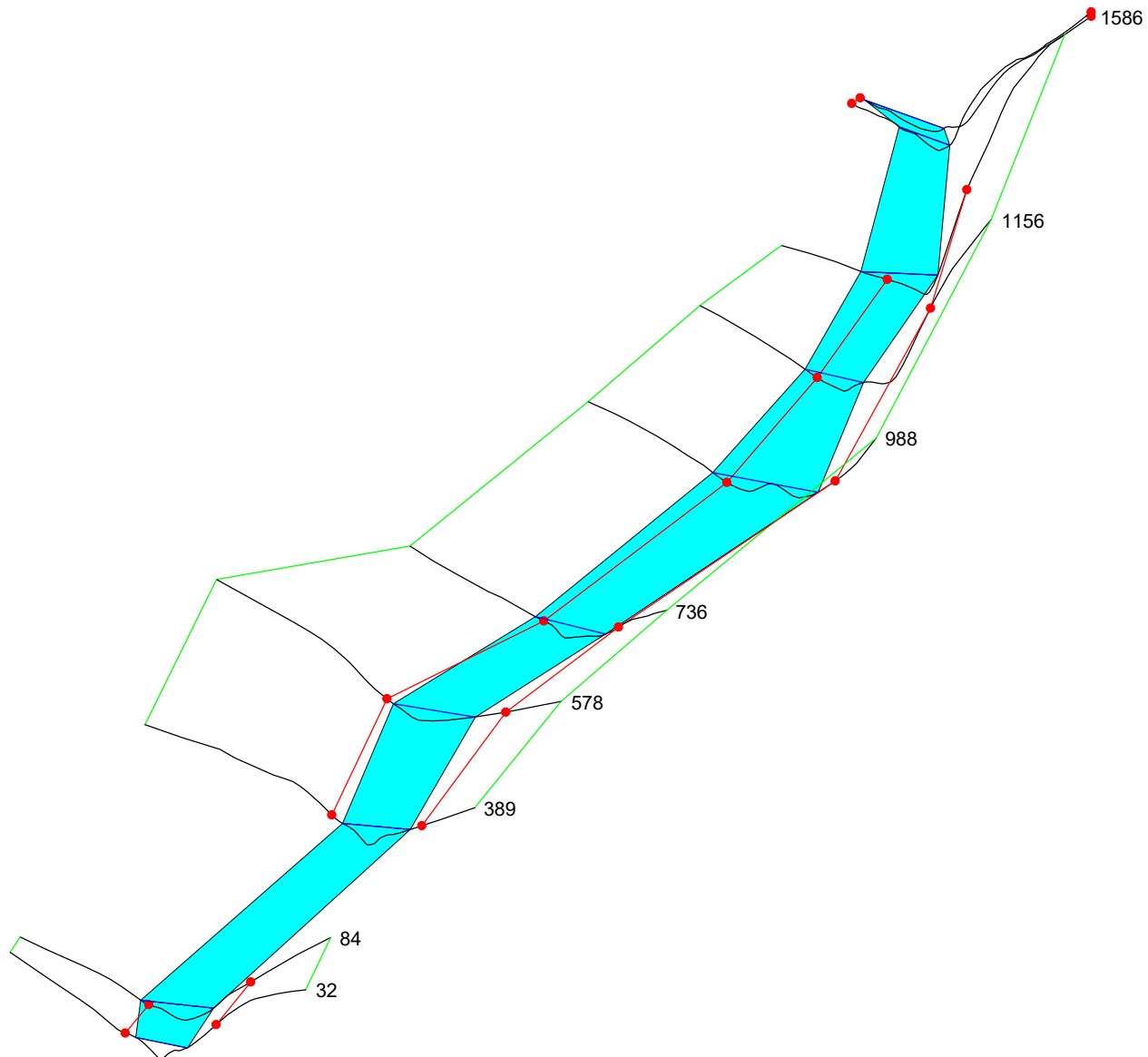


RESULTADOS HEC RAS CAUCE 3

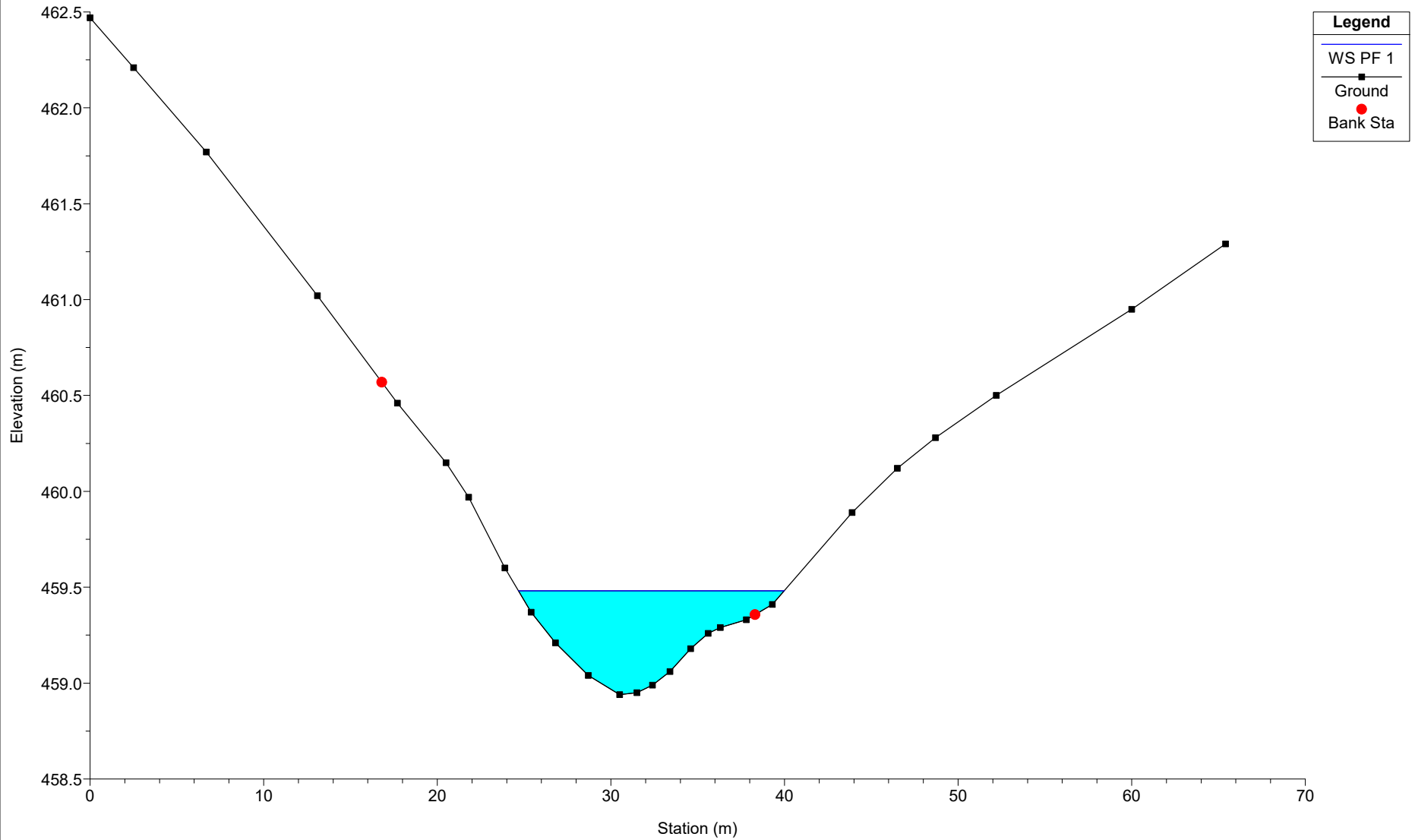
Resultados para Pd 500 años

rev08 Plan: Plan 01 27/05/2019

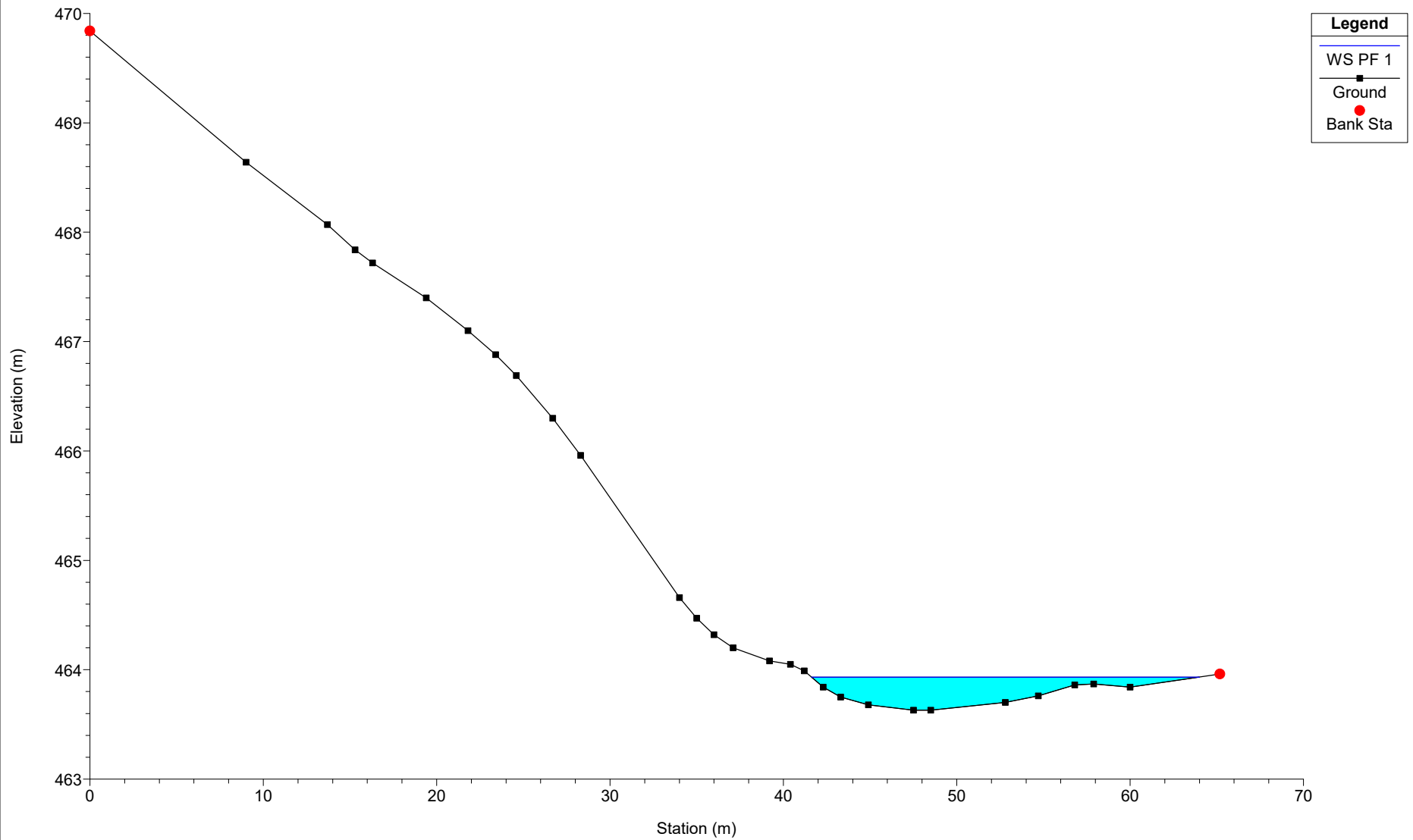
Legend	
	WS PF 1
	Ground
	Bank Sta



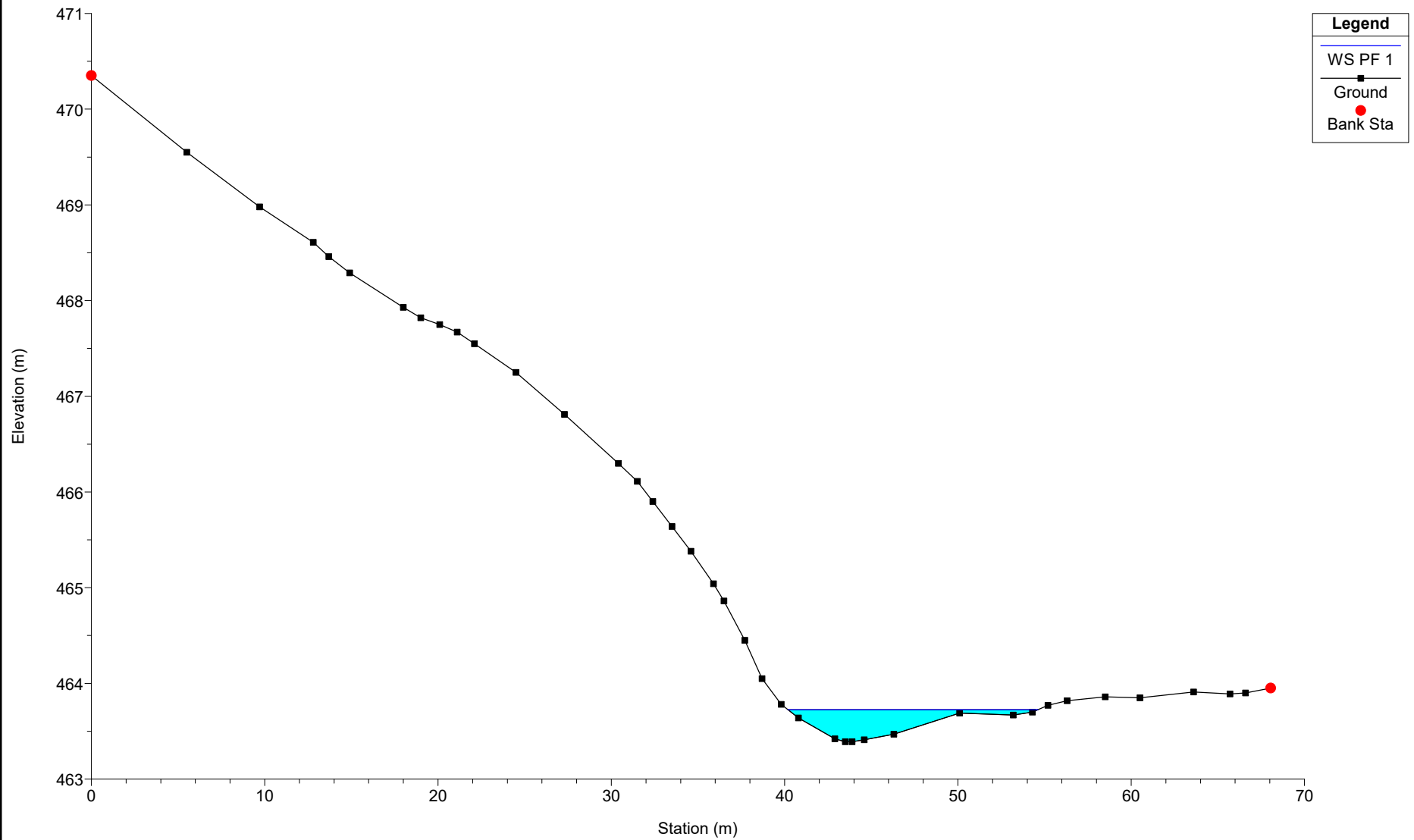
rev08 Plan: Plan 01 27/05/2019
RS = 84



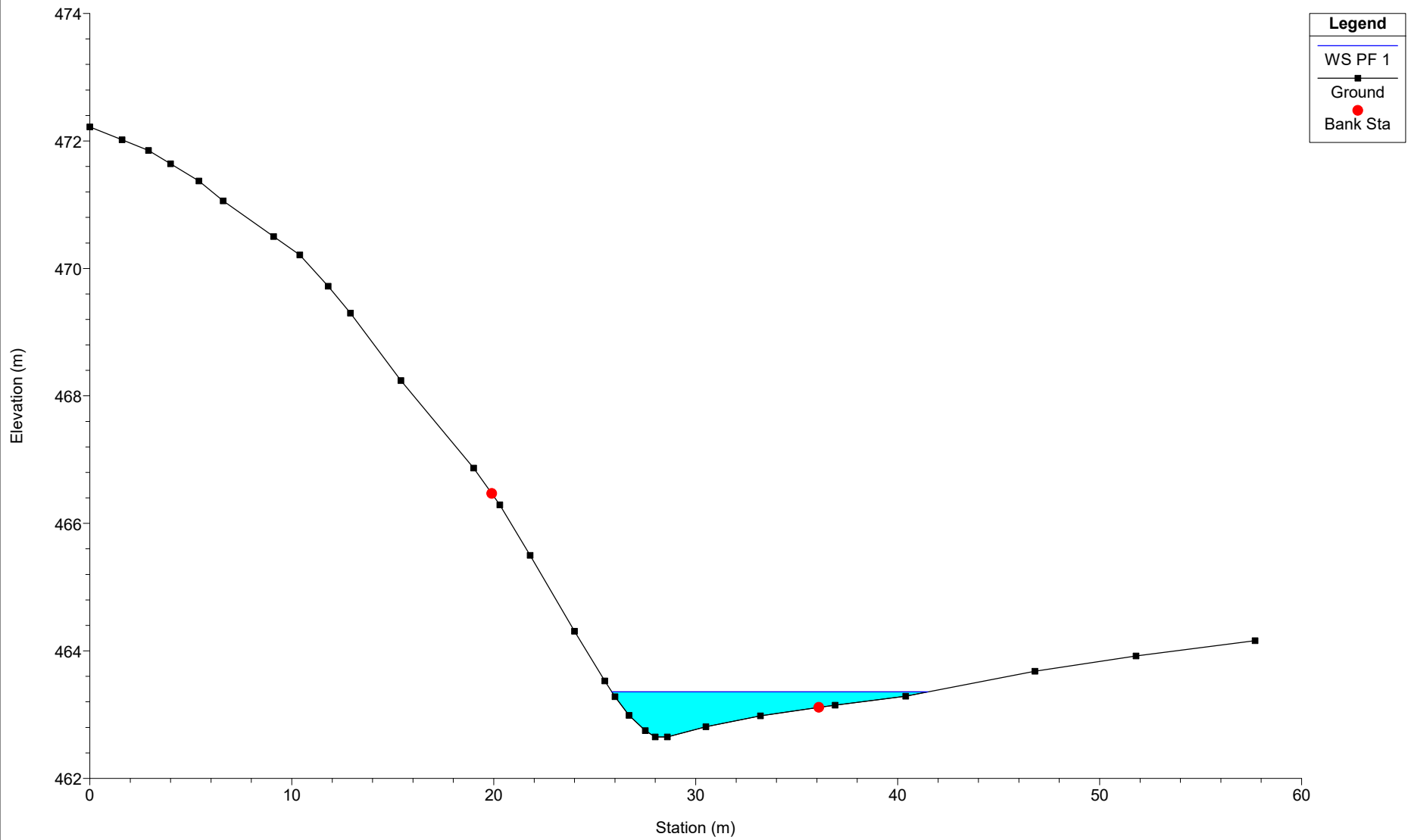
rev08 Plan: Plan 01 27/05/2019
RS = 1586



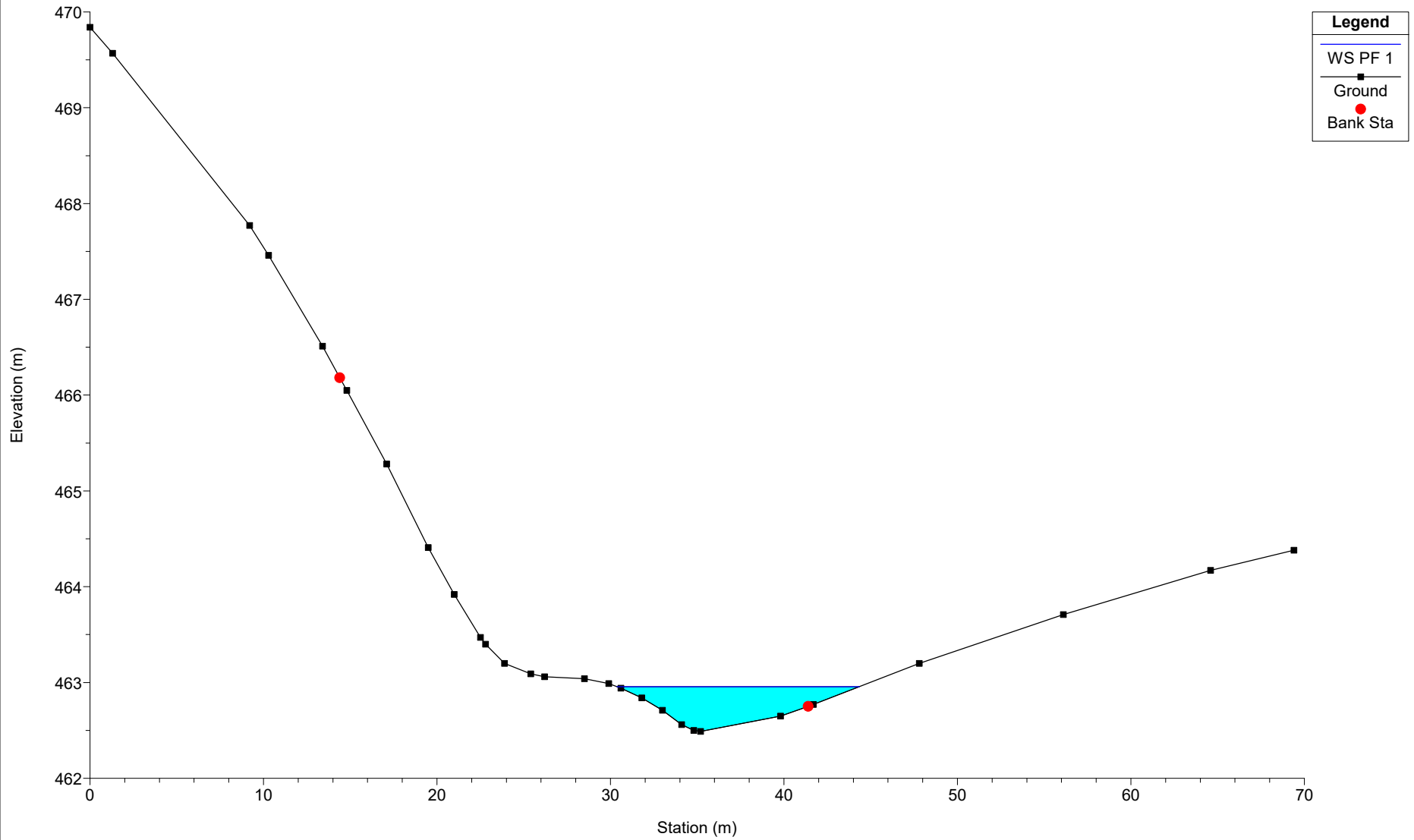
rev08 Plan: Plan 01 27/05/2019
RS = 1561



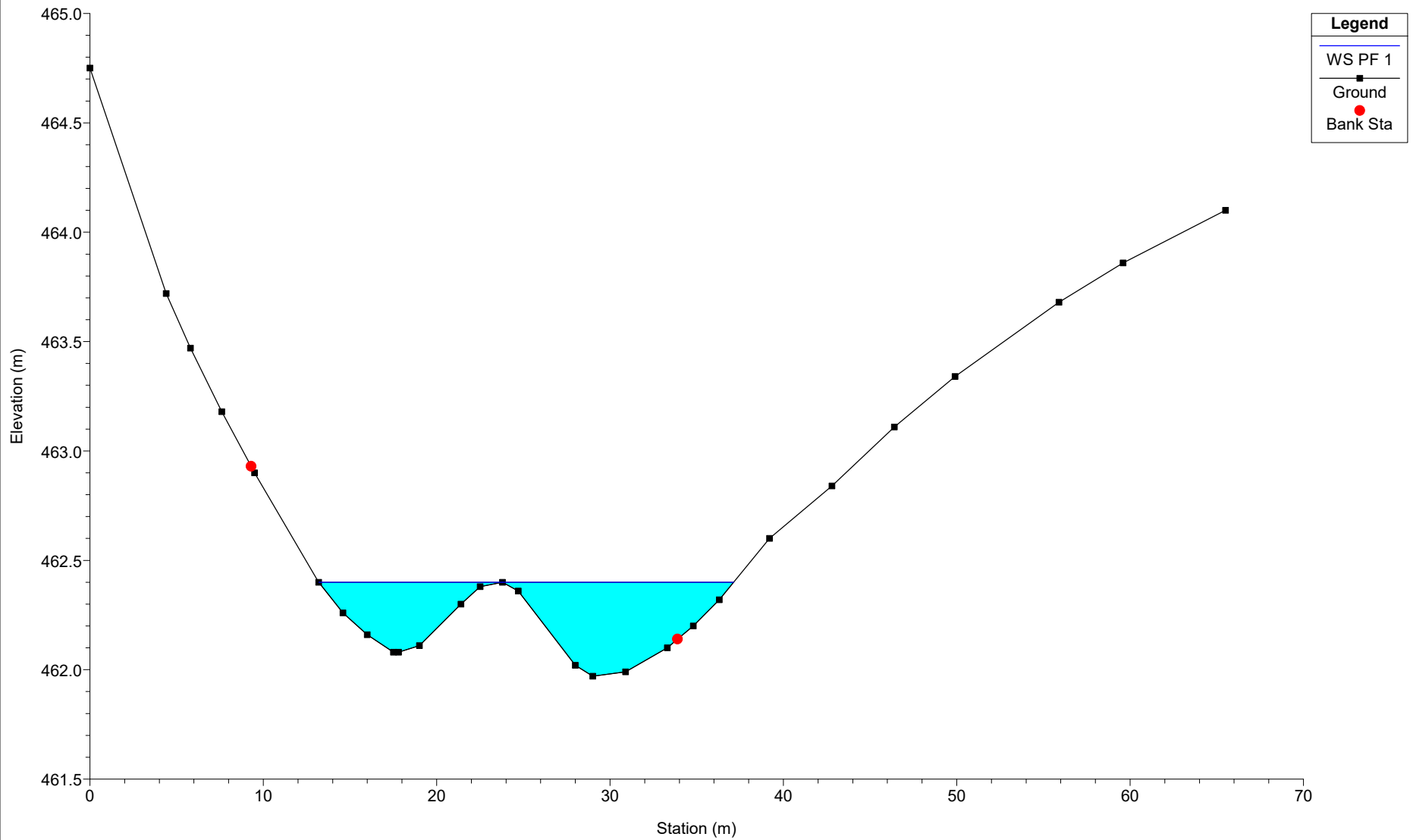
rev08 Plan: Plan 01 27/05/2019
RS = 1334



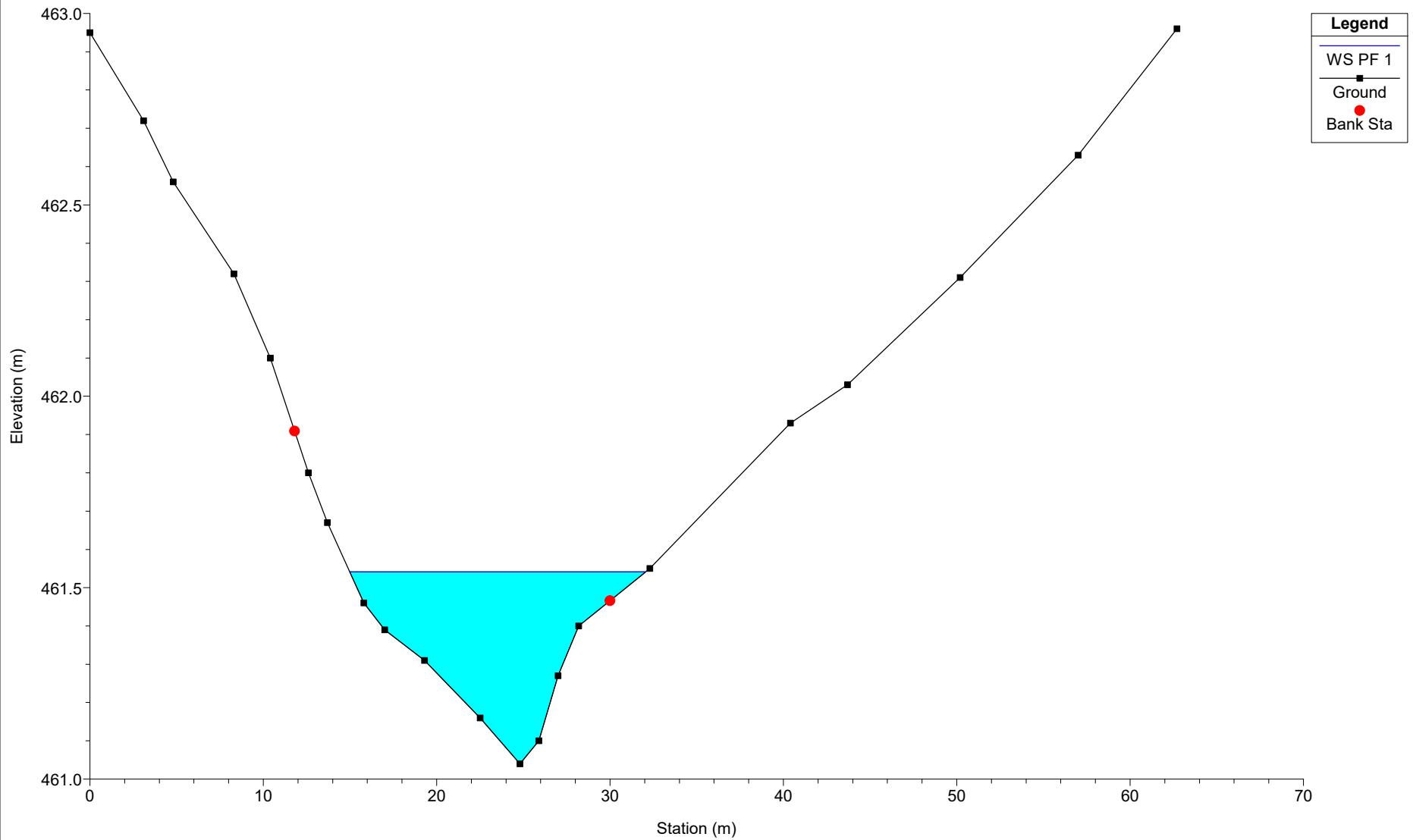
rev08 Plan: Plan 01 27/05/2019
RS = 1156



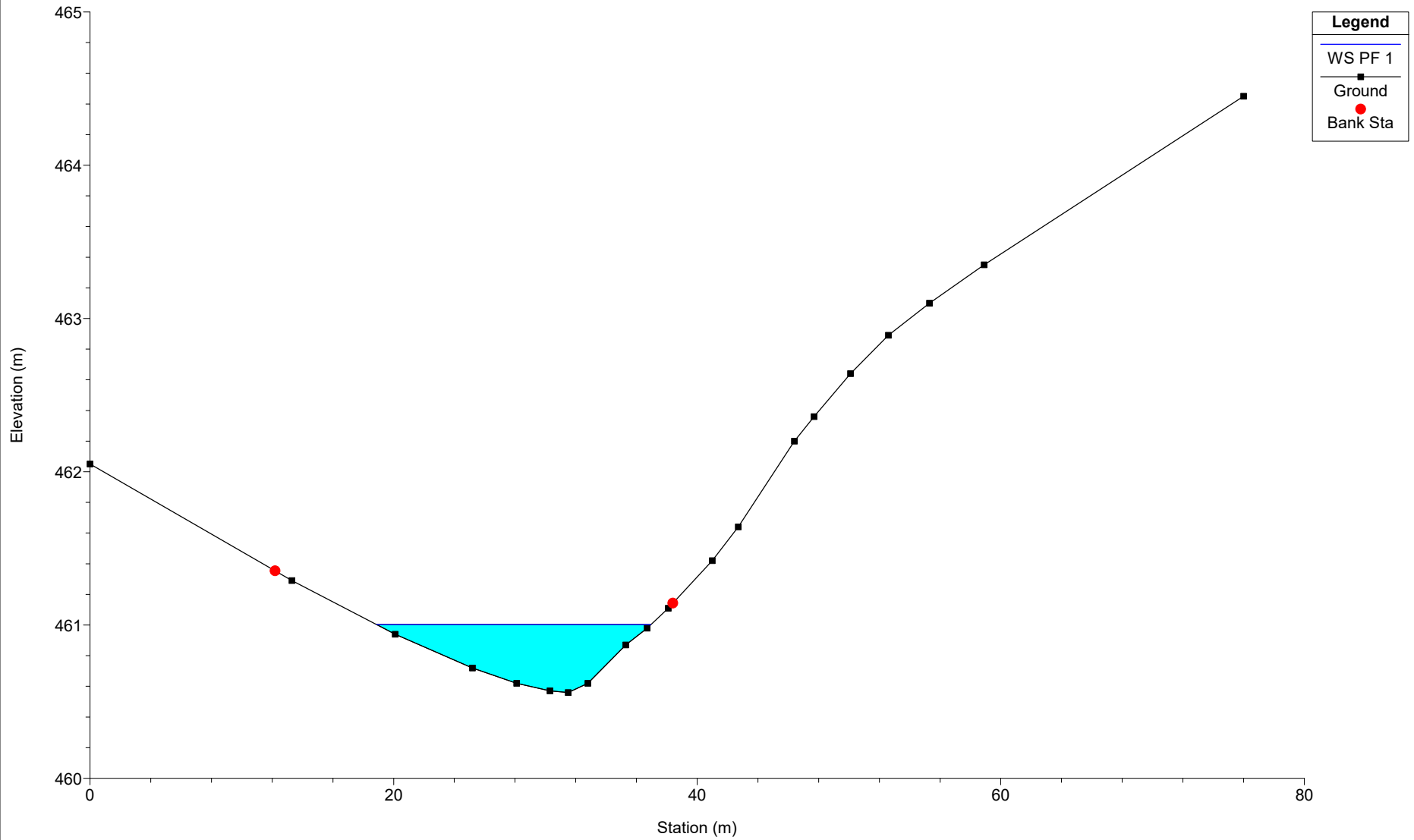
rev08 Plan: Plan 01 27/05/2019
RS = 988



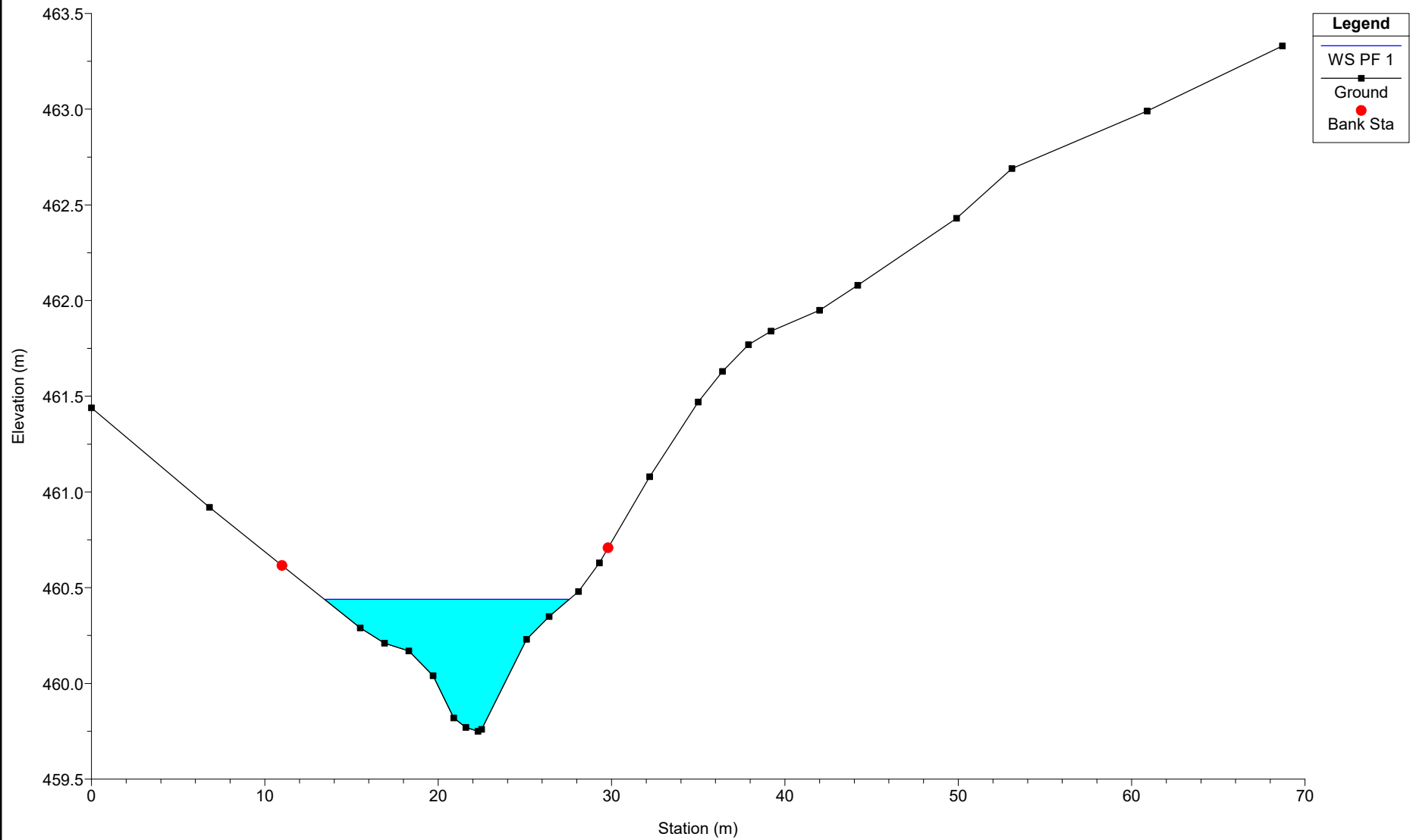
rev08 Plan: Plan 01 27/05/2019
RS = 736



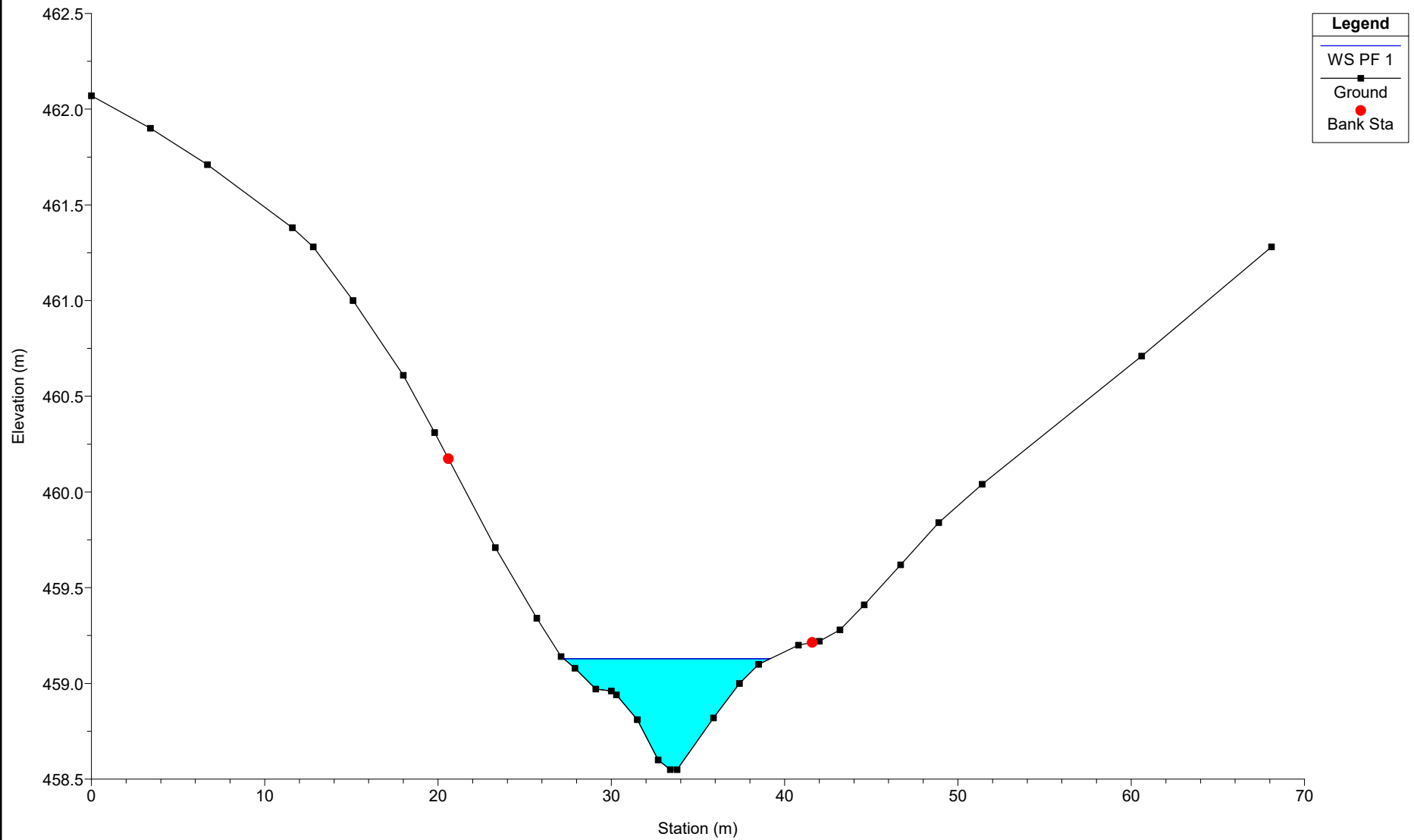
rev08 Plan: Plan 01 27/05/2019
RS = 578



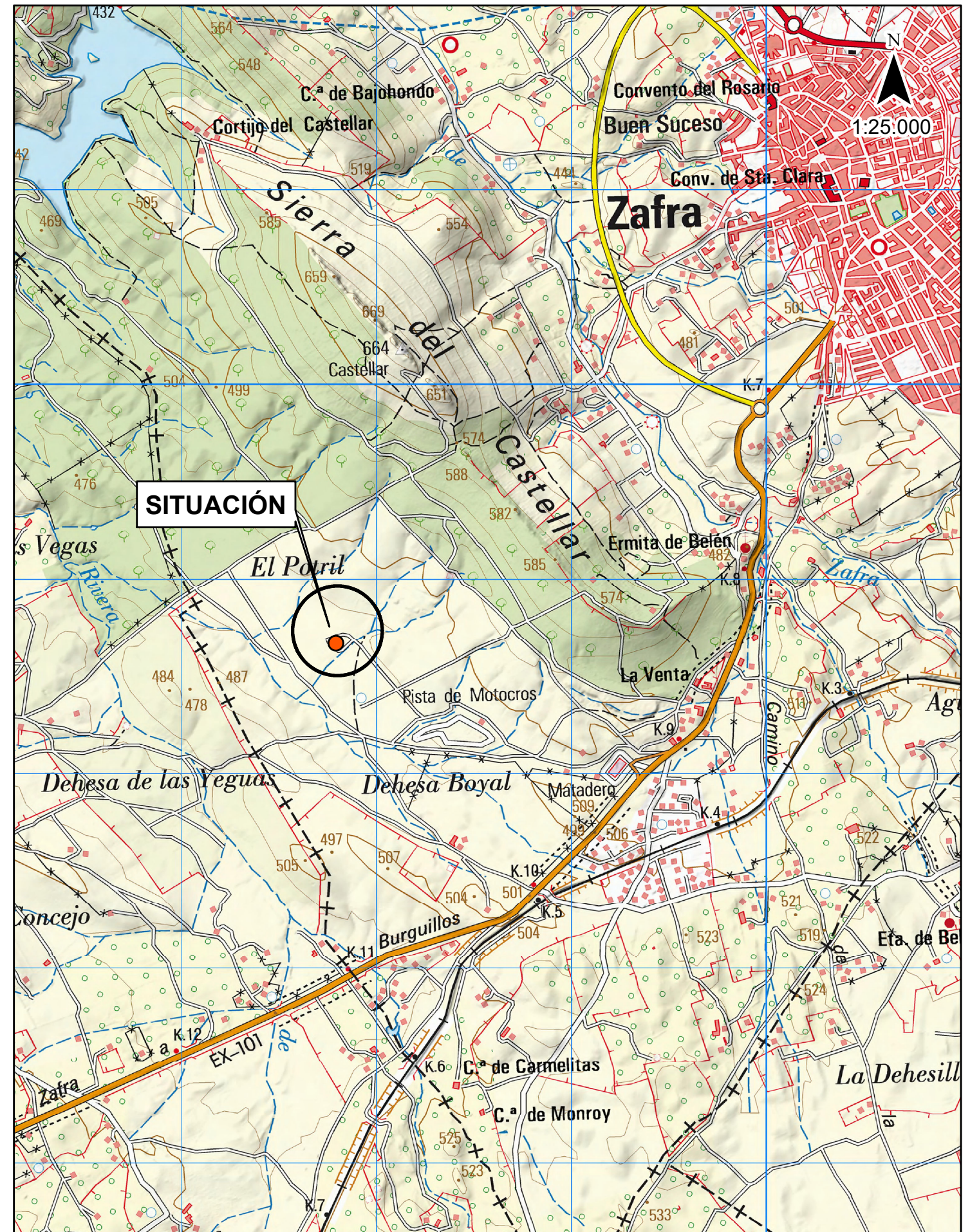
rev08 Plan: Plan 01 27/05/2019
RS = 389

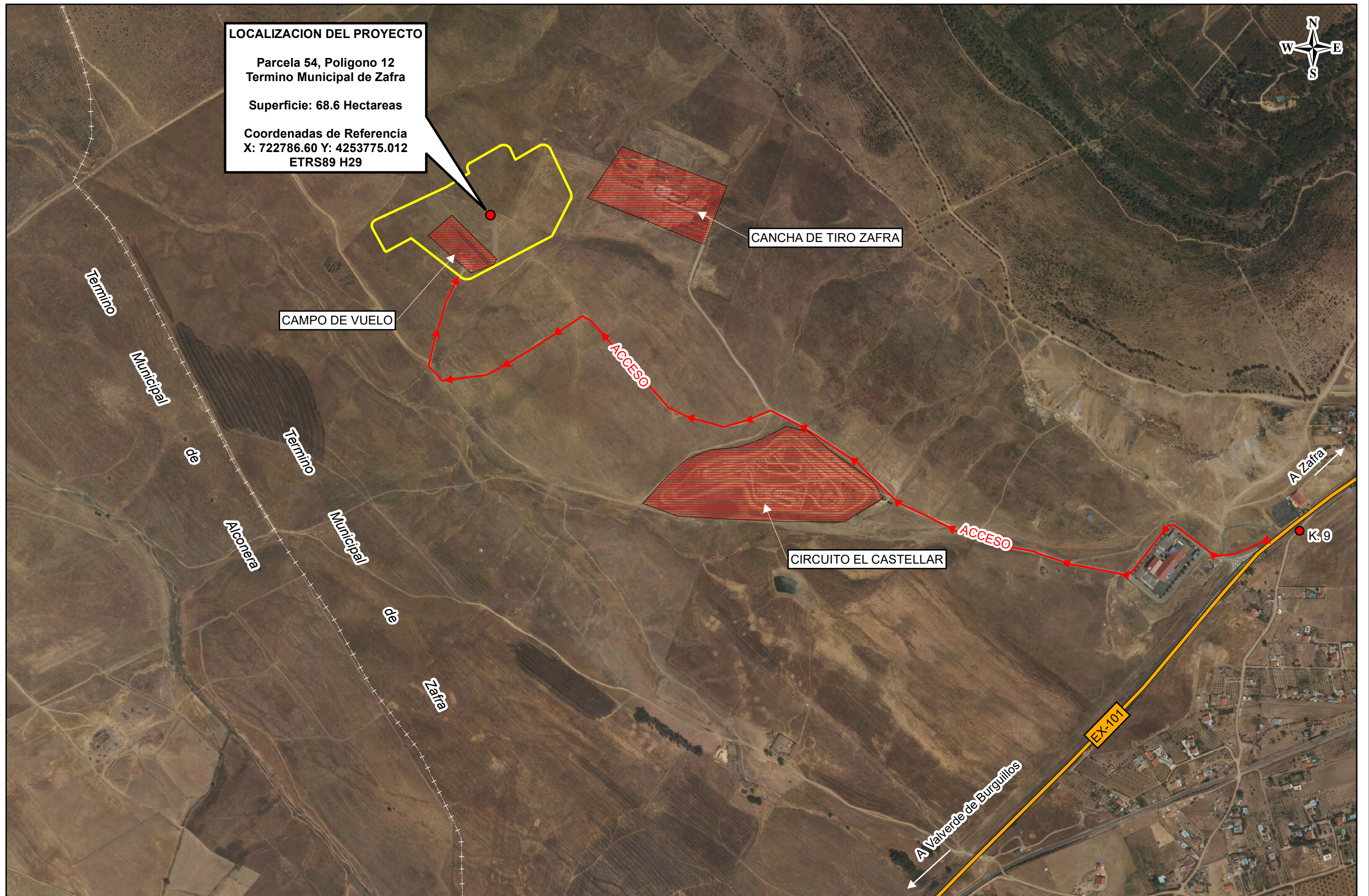


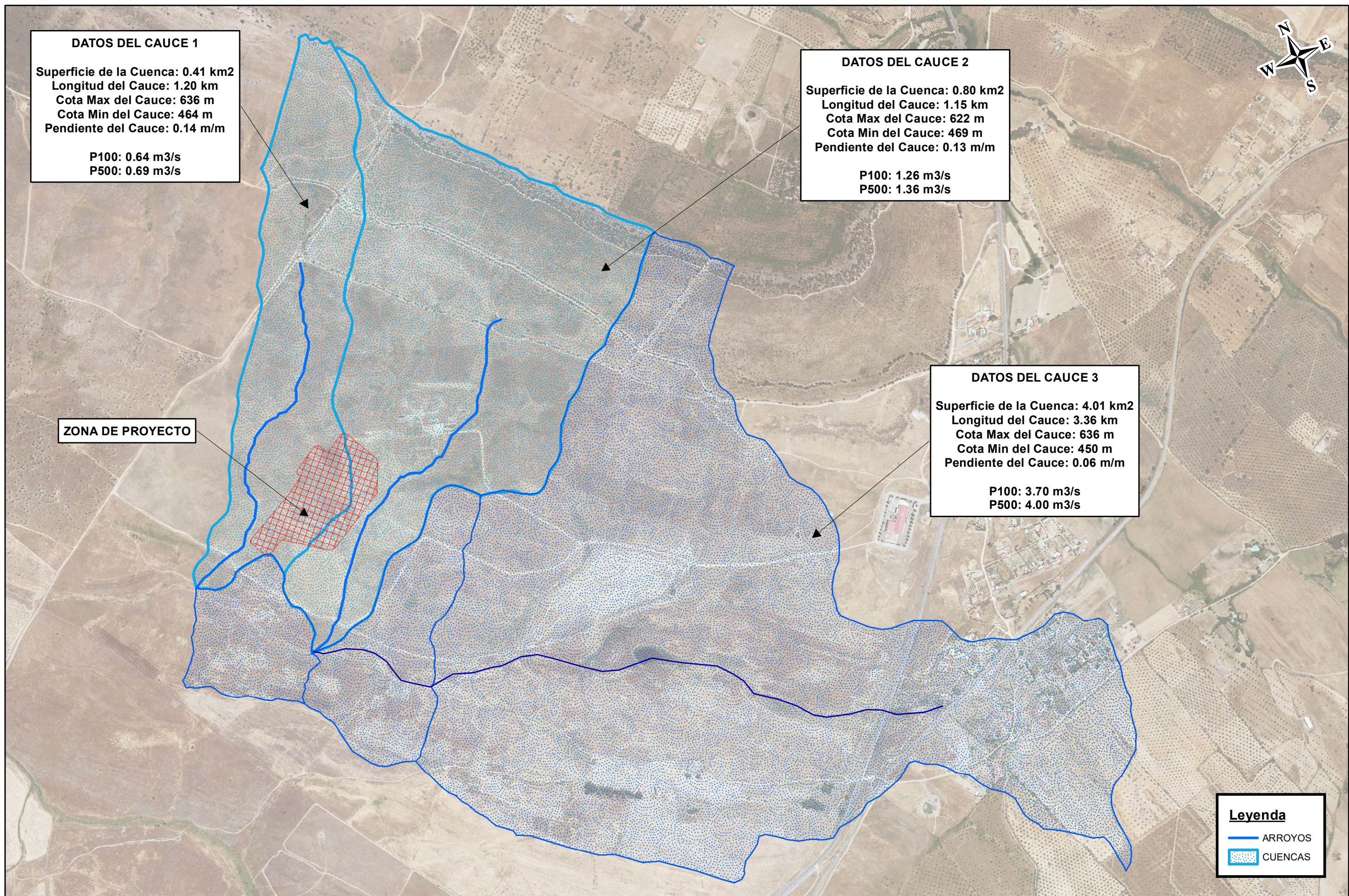
rev08 Plan: Plan 01 27/05/2019
RS = 32

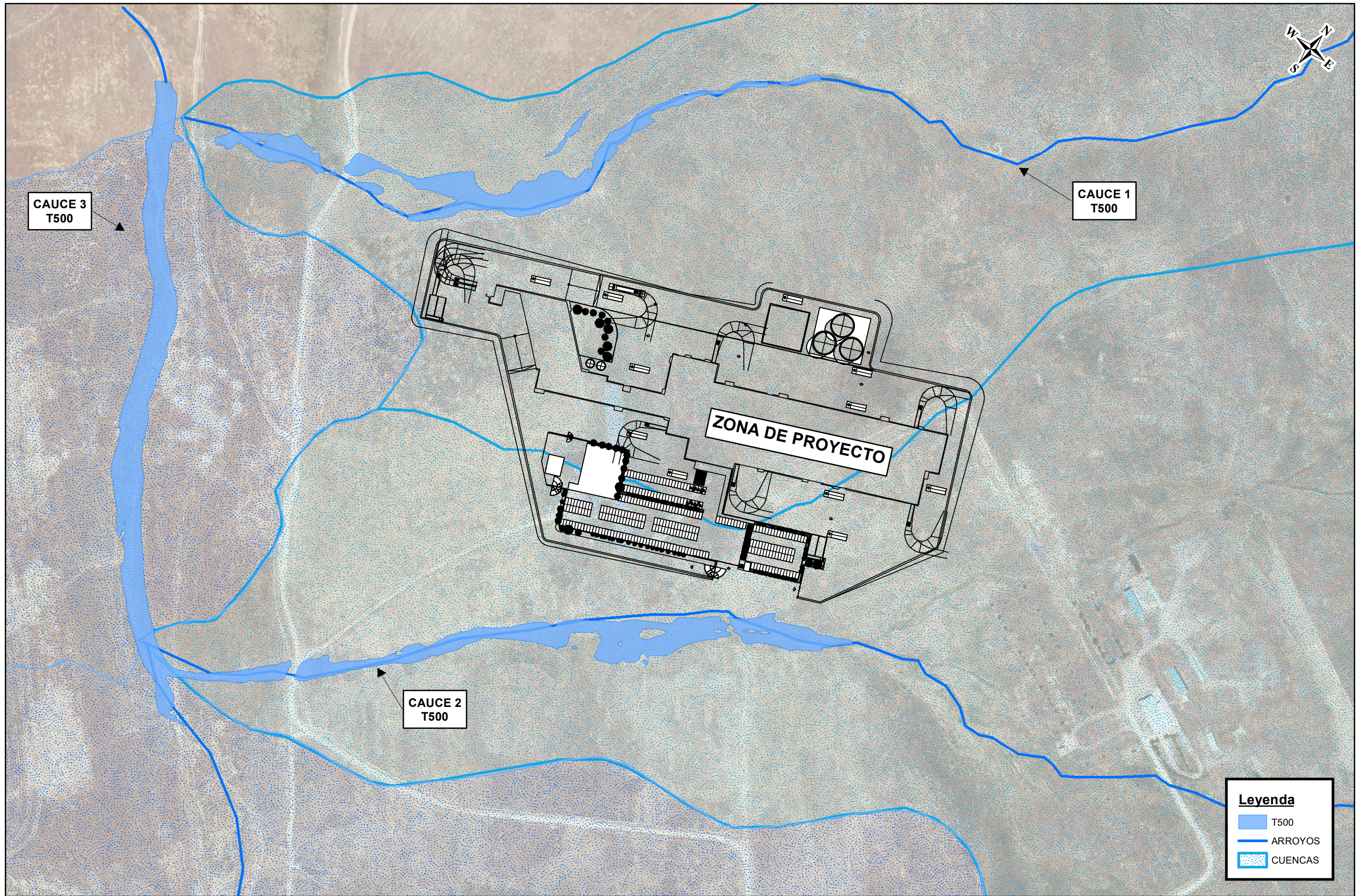


PLANOS

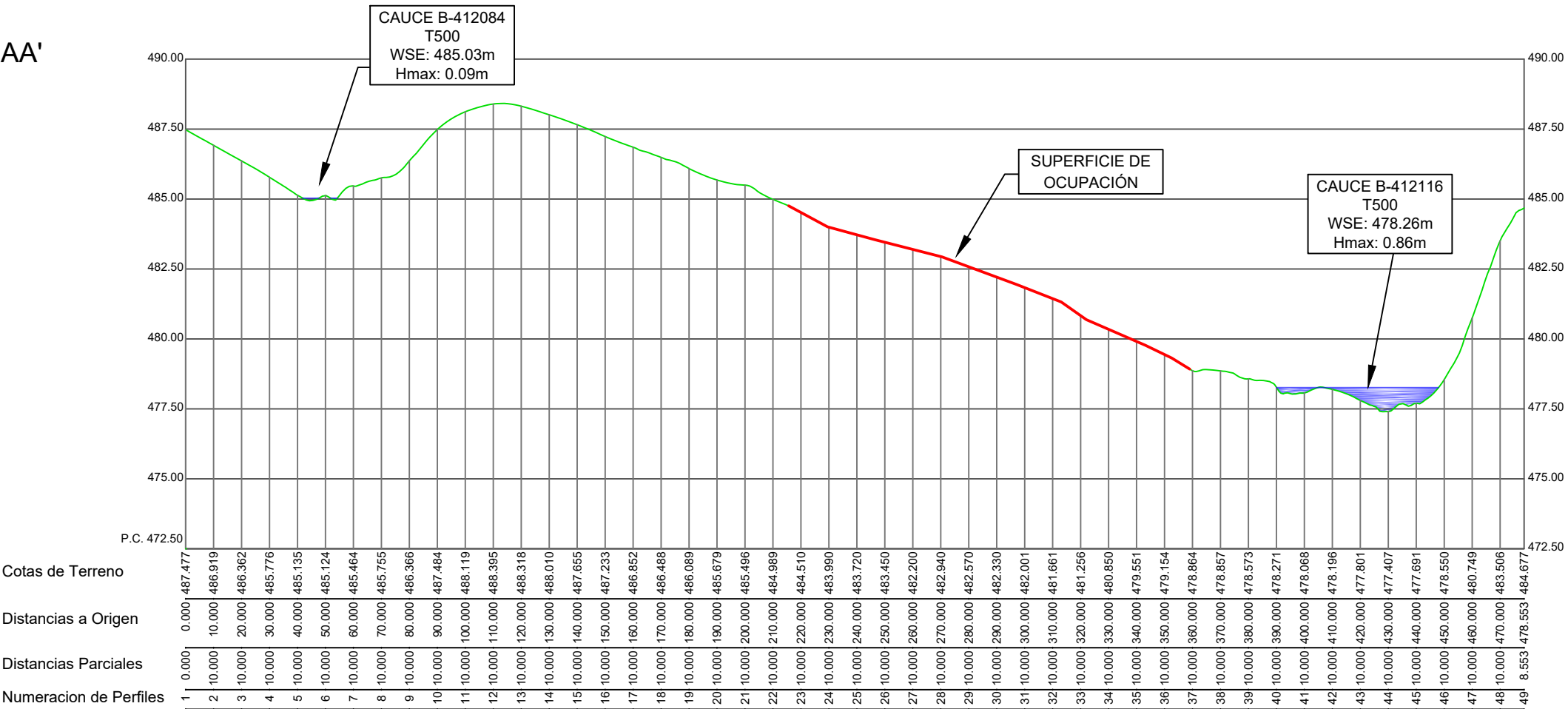




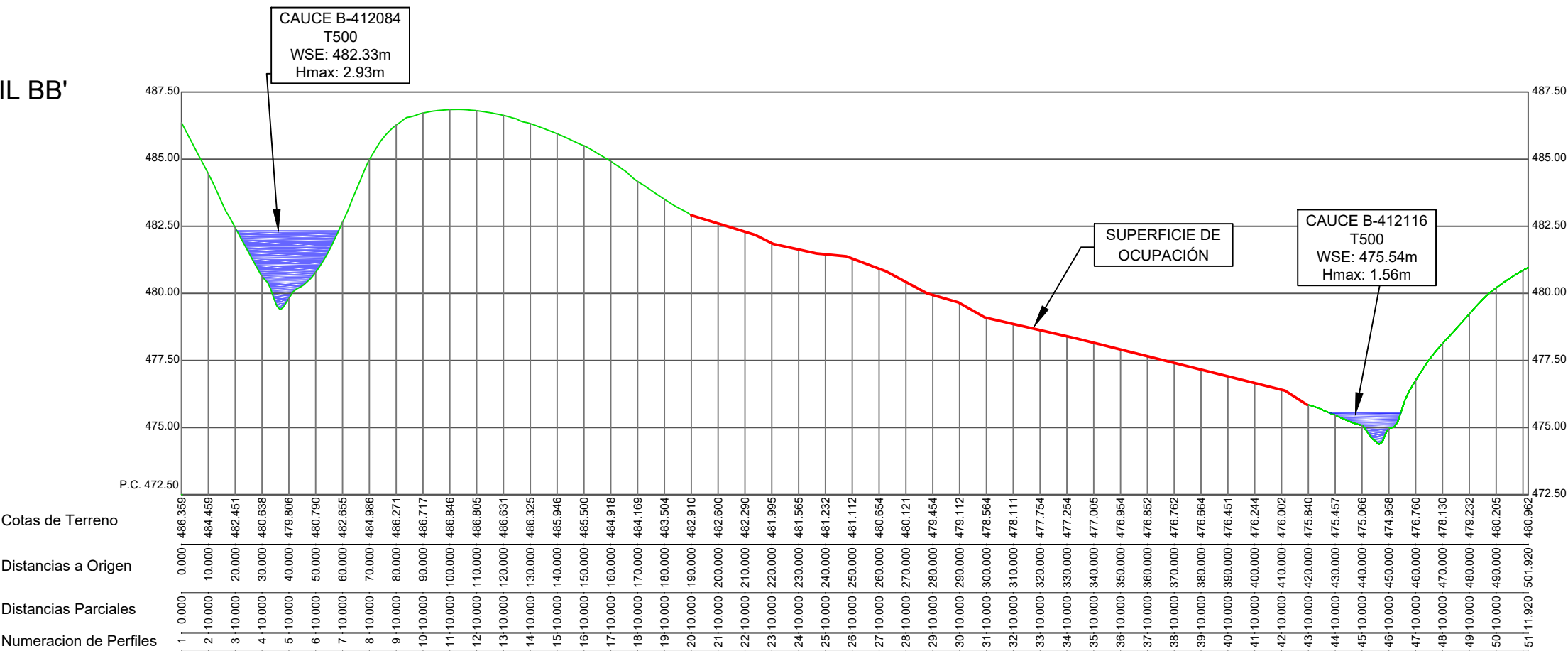




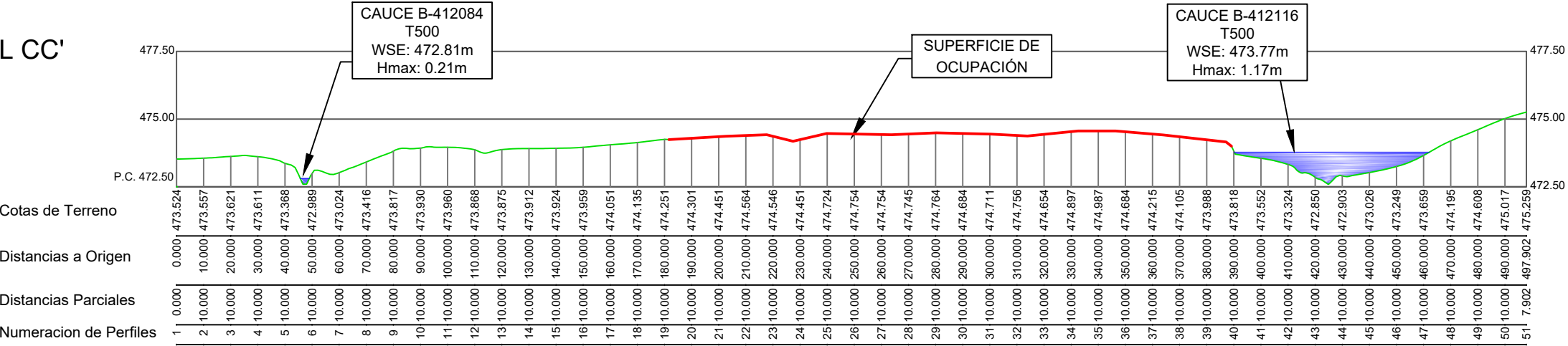
PERFIL AA'



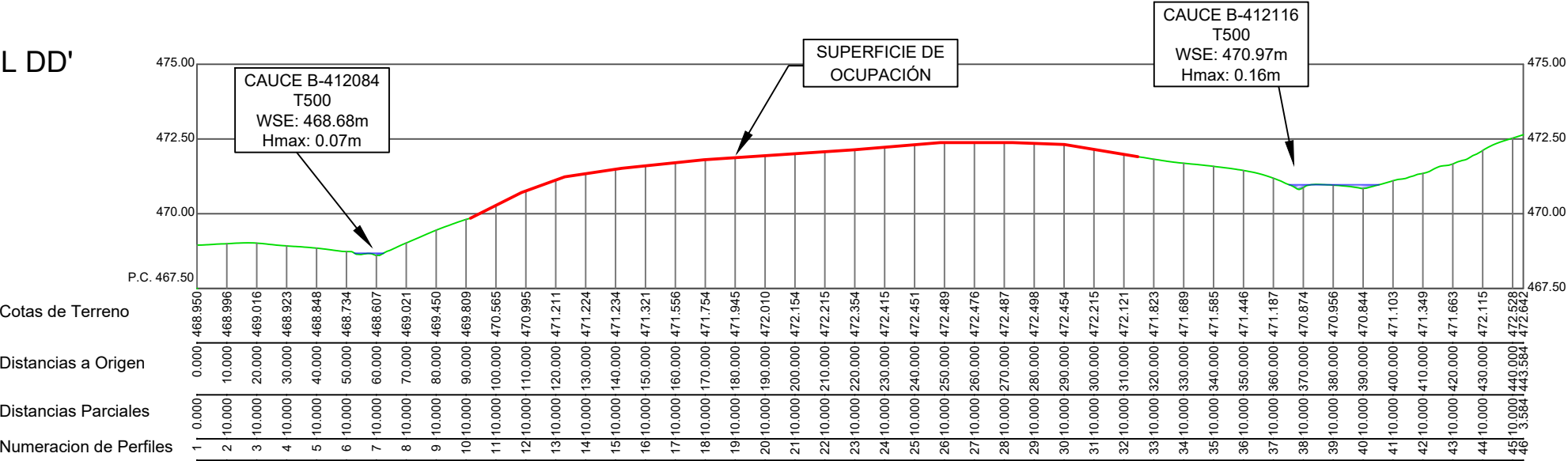
PERFIL BB'



PERFIL CC'

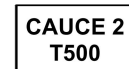
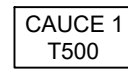


PERFIL DD'



SECCIÓN PP'

EH: 2000
EV: 200



ZONA DE PROYECTO