APÉNDICE 1
ESTUDIO HIDRÁULICO E HIDROLÓGICO

1 Estudio Hidrológico del Zanjón de la Aguada

1.1 Antecedentes Disponibles

Los antecedentes utilizados corresponden básicamente a estadísticas fluviométricas (máximas anuales en 24 horas) que se obtuvieron de las estaciones fluviométricas pertenecientes a la Dirección General de Aguas y de los registros solicitados a estas instituciones.

Los estudios considerados son los siguientes:

- "Precipitaciones Máximas en 1,2 y 3 días", D.G.A Ministerio de Obras Públicas. Chile, 1991.
- "Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Santiago", actualmente en ejecución por CADE IDEPE. DOH-MOP (Septiembre del 2000).
- "Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Santiago – Ampliación Zona Norte- Estero las Cruces", actualmente en ejecución por CADE IDEPE. DOH-MOP (Septiembre del 2000).
- "Estudio de Ingeniería. Concesión Internacional Transporte Ferroviario de Cercanías Santiago-Melipilla". CADE IDEPE (Mayo del 2001).

1.2 Calculo de Caudales Máximos Instantáneos

El cálculo de caudales de máximos instantáneos a utilizar para los estudios de crecida en zona, se efectuó mediante el uso de metodología directa, basados en el análisis estadístico de las estaciones pluviométricas de la D.G.A. de "Zanjón en Puente Particular" y "Mapocho en Rinconada". La primera estación está a poco más de 2 kilómetros aguas abajo del puente ferroviario, por lo que los caudales determinados de ésta, para los distintos periodos de retorno serán los utilizados como caudales de diseño.

Por otra parte, la estadística de la estación ubicada en el zanjón, no tiene la extensión suficiente para validar los test de convergencia en el análisis de frecuencia, por esta razón se realiza una extensión mediante una curva doble acumulada con la estadística de la estación de Mapocho en Rinconada de Maipú.

El procedimiento de obtención de los caudales a utilizar en la zona fue el siguiente:

- Obtención de los datos de caudales oficiales de la estación.
- Limpieza de datos mediante el procedimiento de análisis de datos dudosos
- Análisis estadístico obteniendo caudales máximos instantáneos asociados a una respectiva probabilidad de excedencia.
- Transposición de caudales desde la zona de la estación fluviométrica, hasta el punto de extracción de áridos.

Una vez realizado el análisis de datos dudosos, se procede con el análisis de frecuencia de la estación el cual consiste en determinar el que tipo de distribución estadística representa de mejor manera el

comportamiento de la estación, para lo cual se utiliza una prueba de bondad de ajuste, utilizando para éste caso la prueba "χ Cuadrado".

Esta es una prueba no paramétrica que mide la discrepancia entre una distribución observada y otra teórica.

A continuación, se presentan en los siguientes cuadros los resultados tanto del análisis de frecuencia como de sus respectivos test de convergencia para la estación del zanjón extendida.

Tabla Nº 1-1 Resumen de Análisis de Frecuencias

T (años)	Pexc. %	Caudal Máximo (mm)				
		Normal	Log-Normal	Pearson	Log-Pearson	Gumbel
2	50.00	83	56	63	59	72
5	20.00	145	125	130	126	149
10	10.00	177	189	179	183	200
25	4.00	212	294	243	268	265
50	2.00	234	391	291	339	313
100	1.00	254	506	340	416	361
200	0.50	273	640	389	500	409
500	0.20	295	851	454	620	471
1000	0.10	311	1039	504	719	519

Fuente: Elaboración propia

Tabla Nº 1-2 Resumen de Test de Bondad de Ajuste

Parámetros	Normal	Log-Normal	Pearson	Log-Pearson	Gumbel
χ^2(calculado) =	2.83	1.25	0.11	0.91	1.70
χ^2(0,05) =	5.99	5.99	3.84	3.84	5.99
Test	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado
χ^2(calc) / χ^2(0,05)	0.47	0.21	0.03	0.24	0.28

Fuente: Elaboración propia

De los resultados obtenidos en base a los análisis realizados, se determina que la distribución Pearson es la que mejor representa el comportamiento de la estación, por ende es la que se utiliza para la determinación de los datos finales en la estación. El resultado de estos caudales se presenta a continuación en la siguiente tabla.

Tabla Nº 1-3 Caudales Máximos Instantáneos
Estación Zanjón en Puente en Particular

P. Retorno [años)]	Caudal [m^3/s]
2	63
5	130
10	179
25	243
50	291
100	340
200	389

Fuente: Elaboración propia

2 Estudio Hidráulico del Zanjón de la Aguada

2.1 Introducción

En el presente capítulo se aborda el estudio hidráulico-fluvial del cauce en la zona de construcción de la obra, éste tiene por objetivo la determinación de las cotas de eje hidráulico así como los parámetros destinados a la velocidad del flujo tanto para las situaciones sin y con proyecto, para luego proceder a la determinación de las socavaciones asociadas al sector.

En el presente capítulo, se presentan primero, los antecedentes de ingeniería básica recopilados en terreno (topografía, perfiles transversales) que permitieron elaborar los estudios hidráulicos en cuestión. Posteriormente, a partir de los caudales obtenidos, definidos en el capítulo anterior y antecedentes de ingeniería básica, se efectuó el modelo hidráulico respectivo tanto para las situaciones sin proyecto y con proyecto. En los anexos se entregan los resultados tabulados junto con sus láminas respectivas.

2.2 Estudios Básicos.

a) Topografía.

En la zona de estudio se realizó un levantamiento topográfico digital del zanjón de la aguada incluyendo sus zonas de inundación, lo cual permitió generar los antecedentes básicos necesarios para el cálculo de los ejes hidráulicos y sus parámetros asociados.

La extensión de los 7 perfiles topobatimétricos cubriendo una longitud aproximada de cauce de 181 m.

A continuación se muestra una imagen en planta con el levantamiento y la ubicación de los perfiles transversales.

Figura 2.2-1
Levantamiento Topográfico



Fuente: Elaboración propia

b) Hidrología.

Los caudales de diseño adoptados corresponden a los definidos en el capítulo anterior y corresponden a los caudales para crecidas de T=2 años, T=5 años, T=10 años, T=25 años, T=50 años y T=100 años de período de retorno.

Estos valores de caudales se resumen en la siguiente tabla.

Tabla Nº 2.2-1
Resumen Caudales de Modelación

Caudales [m^3/s]					
T=2	T=5	T=10	T=25	T=50	T=100
63	130	179	243	291	340

Fuente: Elaboración propia

2.3 Análisis Hidráulico Fluvial.

El análisis hidráulico-fluvial que se presenta a continuación se efectuó mediante modelación hidráulica realizada con el software HEC-RAS Versión 5.0, (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System) desarrollado por el U.S. Army Corps of Engineers.

Este programa es el modelo matemático más utilizado en la actualidad para la resolución de regímenes permanentes (variado y uniforme) y permite simular el movimiento estacionario unidimensional (flujo unidireccional) de una corriente de agua. Esta aproximación de flujo unidireccional es válida, puesto que la componente de la velocidad en la dirección del flujo es la componente principal en la totalidad de las corrientes analizadas.

Además, el programa ofrece la posibilidad de analizar distintos tipos de régimen: lento, crítico, rápido y mixto. Para la aplicación del modelo, se hace la suposición de que el lecho es fijo.

El método de cálculo del HEC-RAS está basado en la ecuación de continuidad (conservación de la masa) y en la ecuación de conservación de la energía (unidimensional). No obstante, el método de cálculo requiere admitir la hipótesis de que la pérdida de carga por roce en una sección es la que tendría un flujo uniforme de la misma velocidad y radio hidráulico. Se consideran en el proceso las pérdidas de carga por fricción (Manning) y pérdidas de carga localizadas por contracción-expansión (coeficiente de pérdidas multiplicado por la variación de la carga de energía cinética entre secciones).

Entre sus principales características técnicas se destacan:

- Realiza el cálculo hidráulico de diversas tipologías estructurales.
- Permite la visualización gráfica de resultados y permite la edición gráfica de secciones transversales.
- Considera secciones variables (no prismáticas)
- Es posible incorporar condiciones de borde y de control arbitrarias, lo cual permite considerar tramos con distintos regímenes de escurrimiento, río y torrente, dentro de la misma red de drenaje.
- Resuelve las confluencias del cauce principal con sus afluentes (nodos) mediante los métodos de la conservación de la energía o del momentum.
- En las secciones transversales se puede definir el cauce principal y sus áreas de inundación considerando rugosidades y, por lo tanto, velocidades diferenciales.
- El modelo incluye también pérdidas por contracciones o expansiones naturales del cauce.
- A pesar de ser unidimensional incorpora los efectos de los meandros del cauce.
- Permite identificar en los perfiles el cauce principal y los secundarios.
- El programa cuenta además con subrutinas gráficas que permiten visualizar en 2 y 3 dimensiones el escurrimiento tanto en el cauce como en las obras.
- Para el caso de los puentes, el cálculo se realiza por diferentes métodos (Energía, Momentum, Ecuación de Yarnell, etc.) de acuerdo a la clase de flujo (A, B, o C) y la selección del usuario; el resultado adoptado puede ser el de un método específico elegido por el usuario, o el más desfavorable si así se selecciona.
- Cabe señalar que, de acuerdo con las recomendaciones señaladas en el HEC-RAS Hydraulic Reference Manual, en su sub-acápite denominado Parallel Bridges (dentro del capítulo 5), dada la condición de puentes paralelos cercanos para la doble calzada, la situación de ambos puede modelarse como la de un sólo puente.

Los datos básicos de partida requeridos para la modelización con HEC-RAS son de dos tipos: datos geométricos y datos de flujo estacionario. Los datos de entrada utilizados en la modelación se presentan a continuación.

- Geometría de las secciones transversales del cauce que definan los cambios representativos del mismo en el tramo analizado.
- Distancia entre secciones o perfiles transversales del cauce utilizados en el estudio (longitud de los tramos: cauce, margen izquierda y margen derecha).

- Caudal de diseño: Se utilizaron el caudal medio anual y las crecidas para períodos de retorno iguales a 5,10, 25, 50 y 100 años señaladas en la Tabla N°2.2-1.
- Condiciones de contorno: Para aguas arriba y abajo, se establece condición de altura normal con pendiente media igual a la del cauce.
- Rugosidad del cauce y de las márgenes (valores del coeficiente de rugosidad n de Manning).
- Coeficientes de pérdidas de carga por expansión y contracción.

a) Coeficiente de Rugosidad.

El coeficiente de rugosidad al ser un canal revestido completamente en hormigón corresponderá a un n=0.015

b) Otros Parámetros Modelo HEC.

Para modelación:

- Condiciones de Borde: Altura normal con pendiente 0,0111.
- Coeficiente Resistencia de Pila Método Momentum: 1,33
- Coeficiente Forma de Pila Método Yarnell: 1,25
- Coeficientes de Contracción y Expansión en Vecindad Puente existente: 0,3 y 0,5 respectivamente.

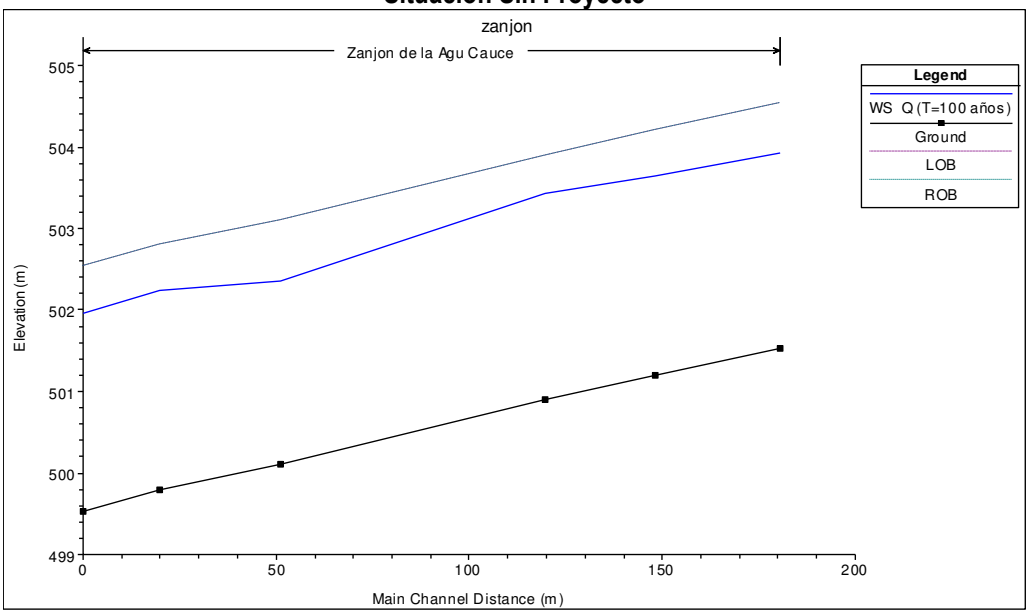
c) Cálculos y Resultados

Las salidas del modelo numérico se presentan en forma de tablas y gráficos que incluyen toda la información hidráulica de modo que facilite su revisión y comprensión.

Al final de este apéndice (en la sección “Respaldo de Modelaciones”), se entregan en detalle los resultados obtenidos del cálculo del eje hidráulico de la zona en estudio. Los resultados se presentan para los caudales medios anuales y para los caudales asociados a los períodos de retorno 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años como también para los caudales medios anuales.

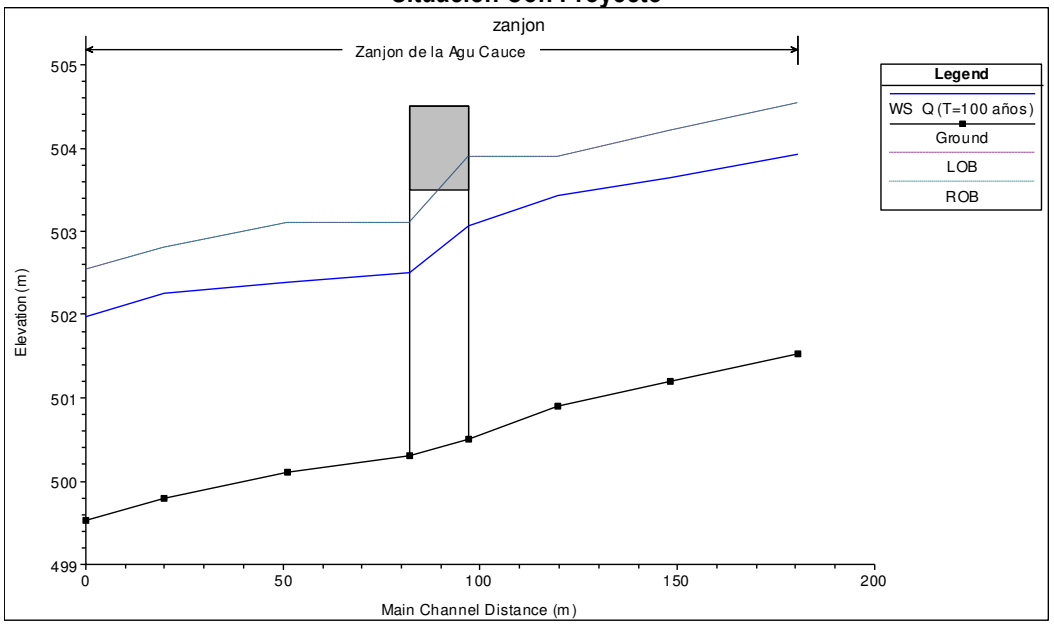
En las siguientes figuras es posible observar los ejes hidráulicos para el caudal de T=100 años en vista longitudinal, tanto para la situación sin proyecto, como para la situación con proyecto.

Figura 2.2-2
Perfil Longitudinal Eje Hidráulico – T=100 años
Situación Sin Proyecto



Fuente: Elaboración propia

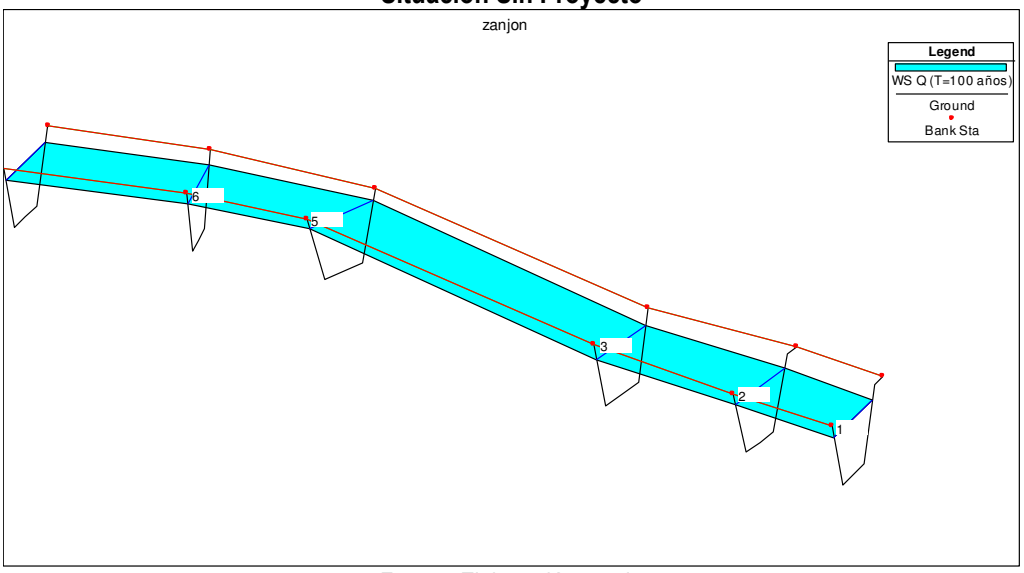
Figura 2.2-3
Perfil Longitudinal Eje Hidráulico – T=100 años
Situación Con Proyecto



Fuente: Elaboración propia

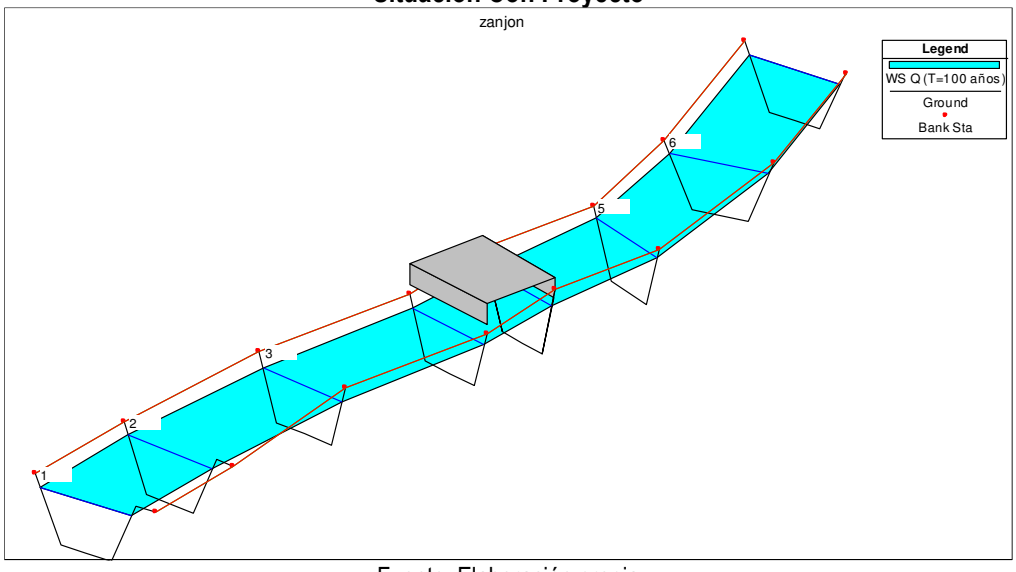
De igual manera se presentan a continuación en las siguientes figuras, una vista isométrica del estero Fiscal en la zona de proyecto para cada el caudal de T=100 años.

Figura 2.2-4
Vista Isométrica Eje Hidráulico – T=100 años
Situación Sin Proyecto



Fuente: Elaboración propia

Figura 2.2-5
Vista Isométrica Eje Hidráulico – T=100 años
Situación Con Proyecto



Fuente: Elaboración propia

Finalmente se presentan a continuación en las siguientes tablas, las alturas de escurrimiento para el caudal de T=100 años, para las situaciones “Sin Proyecto” y “Con Proyecto”.

Tabla Nº 2.2-4
Eje Hidráulico – T=100 años
Situación Sin Proyecto

Perfil	Periodo de Retorno	Q Total (m^3/s)	Cotas			Altura Escurrimiento (m)	Velocidad (m/s)	Área de Escurrimiento (m^2)	Ancho Superficial (m)	Froude
			Fondo (m)	Escurrimiento (m)	Critica (m)					
6	T=100 años	340	501.53	503.93	505.36	2.40	10.14	33.54	17.99	2.37
5	T=100 años	340	501.20	503.64	505.06	2.44	10.04	33.85	17.77	2.32
4	T=100 años	340	500.90	503.43	504.84	2.53	9.93	34.24	17.09	2.24
3	T=100 años	340	500.10	502.36	503.83	2.26	10.24	33.21	17.42	2.37
2	T=100 años	340	499.80	502.23	503.65	2.43	9.94	34.2	18.11	2.31
1	T=100 años	340	499.53	501.95	503.38	2.42	10	33.98	18.07	2.33

Fuente: Elaboración propia

Tabla Nº 2.2-5
Eje Hidráulico – T=100 años
Situación Con Proyecto

Perfil	Periodo de Retorno	Q Total (m^3/s)	Cotas			Altura Escurrimiento (m)	Velocidad (m/s)	Área de Escurrimiento (m^2)	Ancho Superficial (m)	Froude
			Fondo (m)	Escurrimiento (m)	Critica (m)					
6	T=100 años	340	501.53	503.93	505.36	2.40	10.14	33.54	17.99	2.37
5	T=100 años	340	501.20	503.64	505.06	2.44	10.04	33.85	17.77	2.32
4	T=100 años	340	500.90	503.43	504.84	2.53	9.93	34.24	17.09	2.24
3	T=100 años	340	500.10	502.39	503.84	2.29	10.08	33.74	17.49	2.32
2	T=100 años	340	499.80	502.26	503.65	2.46	9.8	34.69	18.2	2.27
1	T=100 años	340	499.53	501.98	503.38	2.45	9.88	34.43	18.15	2.29

Fuente: Elaboración propia

Respaldo de Modelaciones

Situación Sin Proyecto

Situación Sin Proyecto - T=2 Años

Perfil	Periodo de Retorno	Q Total (m3/s)	Cotas			Altura Escurrimiento (m)	Velocidad (m/s)	Área de Escurrimiento (m2)	Ancho Superficial (m)	Froude
			Fondo (m)	Escurrimiento (m)	Critica (m)					
6	T=2 años	63	501.53	502.45	502.99	0.92	5.95	10.59	13.06	2.11
5	T=2 años	63	501.20	502.14	502.66	0.94	5.86	10.75	12.98	2.06
4	T=2 años	63	500.90	501.85	502.38	0.95	5.85	10.77	12.67	2.02
3	T=2 años	63	500.10	500.90	501.45	0.80	6.09	10.34	13.92	2.26
2	T=2 años	63	499.80	500.77	501.26	0.97	5.58	11.28	13.24	1.93
1	T=2 años	63	499.53	500.48	500.99	0.95	5.75	10.96	13.16	2.01

Situación Sin Proyecto - T=5 Años

Perfil	Periodo de Retorno	Q Total (m3/s)	Cotas			Altura Escurrimiento (m)	Velocidad (m/s)	Área de Escurrimiento (m2)	Ancho Superficial (m)	Froude
			Fondo (m)	Escurrimiento (m)	Critica (m)					
6	T=5 años	130	501.53	502.93	503.79	1.40	7.55	17.22	14.66	2.22
5	T=5 años	130	501.20	502.62	503.47	1.42	7.47	17.41	14.53	2.18
4	T=5 años	130	500.90	502.36	503.20	1.46	7.41	17.54	14.09	2.12
3	T=5 años	130	500.10	501.35	502.22	1.25	7.7	16.89	15	2.32
2	T=5 años	130	499.80	501.24	502.06	1.44	7.26	17.92	14.81	2.11
1	T=5 años	130	499.53	500.96	501.79	1.43	7.36	17.66	14.76	2.15

Situación Sin Proyecto - T=10 Años

Perfil	Periodo de Retorno	Q Total (m3/s)	Cotas			Altura Escurrimiento (m)	Velocidad (m/s)	Área de Escurrimiento (m2)	Ancho Superficial (m)	Froude
			Fondo (m)	Escurrimiento (m)	Critica (m)					
6	T=10 años	179	501.53	503.21	504.25	1.68	8.35	21.43	15.59	2.27
5	T=10 años	179	501.20	502.90	503.94	1.70	8.27	21.66	15.43	2.23
4	T=10 años	179	500.90	502.65	503.69	1.75	8.19	21.86	14.92	2.16
3	T=10 años	179	500.10	501.62	502.68	1.52	8.49	21.08	15.66	2.34
2	T=10 años	179	499.80	501.52	502.53	1.72	8.09	22.13	15.73	2.18
1	T=10 años	179	499.53	501.23	502.25	1.70	8.18	21.89	15.68	2.21

Situación Sin Proyecto - T=25 Años

Perfil	Periodo de Retorno	Q Total (m3/s)	Cotas			Altura Escurrimiento (m)	Velocidad (m/s)	Área de Escurrimiento (m2)	Ancho Superficial (m)	Froude
			Fondo (m)	Escurrimiento (m)	Critica (m)					
6	T=25 años	243	501.53	503.52	504.75	1.99	9.17	26.49	16.63	2.32
5	T=25 años	243	501.20	503.22	504.44	2.02	9.08	26.75	16.45	2.27
4	T=25 años	243	500.90	502.99	504.19	2.09	8.99	27.04	15.87	2.2
3	T=25 años	243	500.10	501.94	503.19	1.84	9.29	26.14	16.42	2.35
2	T=25 años	243	499.80	501.83	503.10	2.03	8.94	27.17	16.77	2.24
1	T=25 años	243	499.53	501.55	502.83	2.02	9.02	26.95	16.72	2.27

Situación Sin Proyecto - T=50 Años

Perfil	Periodo de Retorno	Q Total (m3/s)	Cotas			Altura Escurrimiento (m)	Velocidad (m/s)	Área de Escurrimiento (m2)	Ancho Superficial (m)	Froude
			Fondo (m)	Escurrimiento (m)	Critica (m)					
6	T=50 años	291	501.53	503.73	505.07	2.20	9.68	30.06	17.33	2.35
5	T=50 años	291	501.20	503.44	504.76	2.24	9.59	30.36	17.13	2.3
4	T=50 años	291	500.90	503.22	504.52	2.32	9.49	30.68	16.5	2.22
3	T=50 años	291	500.10	502.15	503.52	2.05	9.79	29.72	16.93	2.36
2	T=50 años	291	499.80	502.04	503.38	2.24	9.47	30.73	17.46	2.28
1	T=50 años	291	499.53	501.76	503.11	2.23	9.54	30.51	17.42	2.3

Situación Sin Proyecto - T=100 Años

Perfil	Periodo de Retorno	Q Total (m3/s)	Cotas			Altura Escurrimiento (m)	Velocidad (m/s)	Área de Escurrimiento (m2)	Ancho Superficial (m)	Froude
			Fondo (m)	Escurrimiento (m)	Critica (m)					
6	T=100 años	340	501.53	503.93	505.36	2.40	10.14	33.54	17.99	2.37
5	T=100 años	340	501.20	503.64	505.06	2.44	10.04	33.85	17.77	2.32
4	T=100 años	340	500.90	503.43	504.84	2.53	9.93	34.24	17.09	2.24
3	T=100 años	340	500.10	502.36	503.83	2.26	10.24	33.21	17.42	2.37
2	T=100 años	340	499.80	502.23	503.65	2.43	9.94	34.2	18.11	2.31
1	T=100 años	340	499.53	501.95	503.38	2.42	10	33.98	18.07	2.33

Situación Con Proyecto

Situación Con Proyecto - T=2 Años

Perfil	Periodo de Retorno	Q Total (m3/s)	Cotas			Altura Escurrimiento (m)	Velocidad (m/s)	Área de Escurrimiento (m2)	Ancho Superficial (m)	Froude
			Fondo (m)	Escurrimiento (m)	Critica (m)					
6	T=2 años	63	501.53	502.45	502.99	0.92	5.95	10.59	13.06	2.11
5	T=2 años	63	501.20	502.14	502.66	0.94	5.86	10.75	12.98	2.06
4	T=2 años	63	500.90	501.85	502.38	0.95	5.85	10.77	12.67	2.02
3	T=2 años	63	500.10	500.95	501.44	0.85	5.72	11.01	14.03	2.06
2	T=2 años	63	499.80	500.81	501.26	1.01	5.33	11.81	13.37	1.81
1	T=2 años	63	499.53	500.51	500.99	0.98	5.56	11.34	13.25	1.92

Situación Con Proyecto - T=5 Años

Perfil	Periodo de Retorno	Q Total (m3/s)	Cotas			Altura Escurrimiento (m)	Velocidad (m/s)	Área de Escurrimiento (m2)	Ancho Superficial (m)	Froude
			Fondo (m)	Escurrimiento (m)	Critica (m)					
6	T=5 años	130	501.53	502.93	503.78	1.40	7.55	17.22	14.66	2.22
5	T=5 años	130	501.20	502.62	503.47	1.42	7.47	17.41	14.53	2.18
4	T=5 años	130	500.90	502.36	503.20	1.46	7.41	17.54	14.09	2.12
3	T=5 años	130	500.10	501.39	502.22	1.29	7.44	17.46	15.09	2.21
2	T=5 años	130	499.80	501.28	502.06	1.48	7.05	18.43	14.93	2.03
1	T=5 años	130	499.53	500.99	501.79	1.46	7.18	18.09	14.85	2.08

Situación Con Proyecto - T=10 Años

Perfil	Periodo de Retorno	Q Total (m3/s)	Cotas			Altura Escurrimiento (m)	Velocidad (m/s)	Área de Escurrimiento (m2)	Ancho Superficial (m)	Froude
			Fondo (m)	Escurrimiento (m)	Critica (m)					
6	T=10 años	179	501.53	503.21	504.25	1.68	8.35	21.43	15.59	2.27
5	T=10 años	179	501.20	502.90	503.94	1.70	8.27	21.66	15.43	2.23
4	T=10 años	179	500.90	502.65	503.69	1.75	8.19	21.86	14.92	2.16
3	T=10 años	179	500.10	501.66	502.68	1.56	8.27	21.64	15.74	2.25
2	T=10 años	179	499.80	501.55	502.53	1.75	7.91	22.62	15.84	2.11
1	T=10 años	179	499.53	501.26	502.25	1.73	8.02	22.32	15.77	2.15

Situación Con Proyecto - T=25 Años

Perfil	Periodo de Retorno	Q Total (m3/s)	Cotas			Altura Escurrimiento (m)	Velocidad (m/s)	Área de Escurrimiento (m2)	Ancho Superficial (m)	Froude
			Fondo (m)	Escurrimiento (m)	Critica (m)					
6	T=25 años	243	501.53	503.52	504.75	1.99	9.17	26.49	16.63	2.32
5	T=25 años	243	501.20	503.22	504.44	2.02	9.09	26.74	16.45	2.28
4	T=25 años	243	500.90	502.99	504.19	2.09	8.99	27.03	15.87	2.2
3	T=25 años	243	500.10	501.97	503.19	1.87	9.11	26.68	16.49	2.29
2	T=25 años	243	499.80	501.86	503.10	2.06	8.78	27.66	16.87	2.19
1	T=25 años	243	499.53	501.57	502.83	2.04	8.87	27.39	16.81	2.22

Situación Con Proyecto - T=50 Años

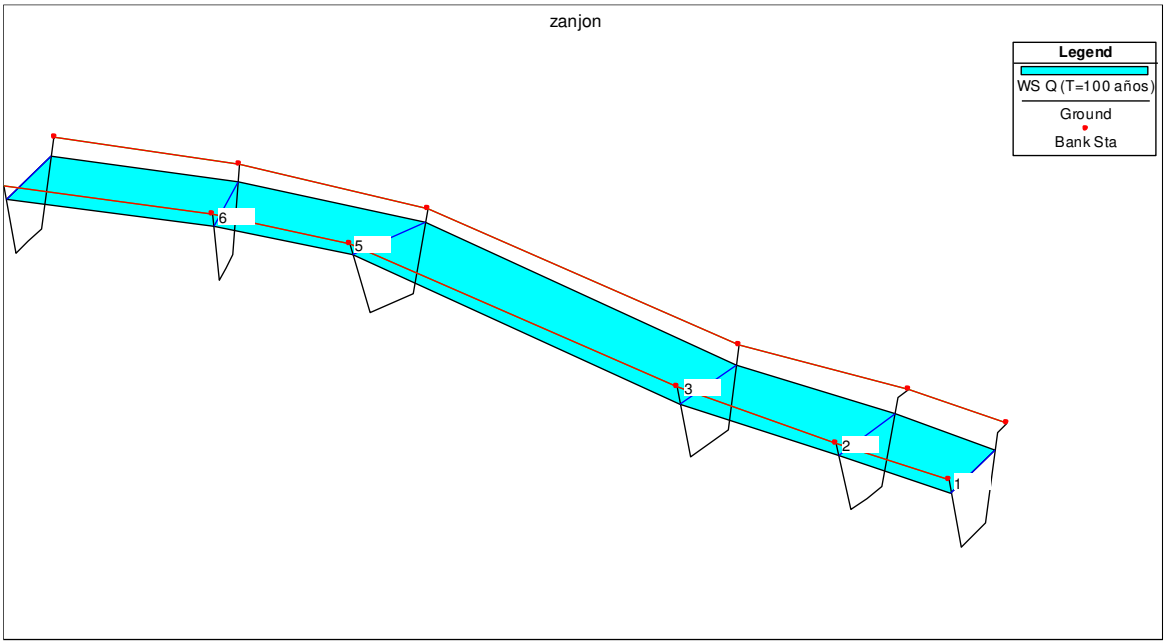
Perfil	Periodo de Retorno	Q Total (m3/s)	Cotas			Altura Escurrimiento (m)	Velocidad (m/s)	Área de Escurrimiento (m2)	Ancho Superficial (m)	Froude
			Fondo (m)	Escurrimiento (m)	Critica (m)					
6	T=50 años	291	501.53	503.73	505.07	2.20	9.68	30.06	17.33	2.35
5	T=50 años	291	501.20	503.44	504.76	2.24	9.59	30.34	17.13	2.3
4	T=50 años	291	500.90	503.21	504.52	2.31	9.49	30.66	16.5	2.22
3	T=50 años	291	500.10	502.19	503.53	2.09	9.62	30.25	17	2.3
2	T=50 años	291	499.80	502.07	503.38	2.27	9.32	31.22	17.55	2.23
1	T=50 años	291	499.53	501.78	503.11	2.25	9.4	30.95	17.5	2.26

Situación Con Proyecto - T=100 Años

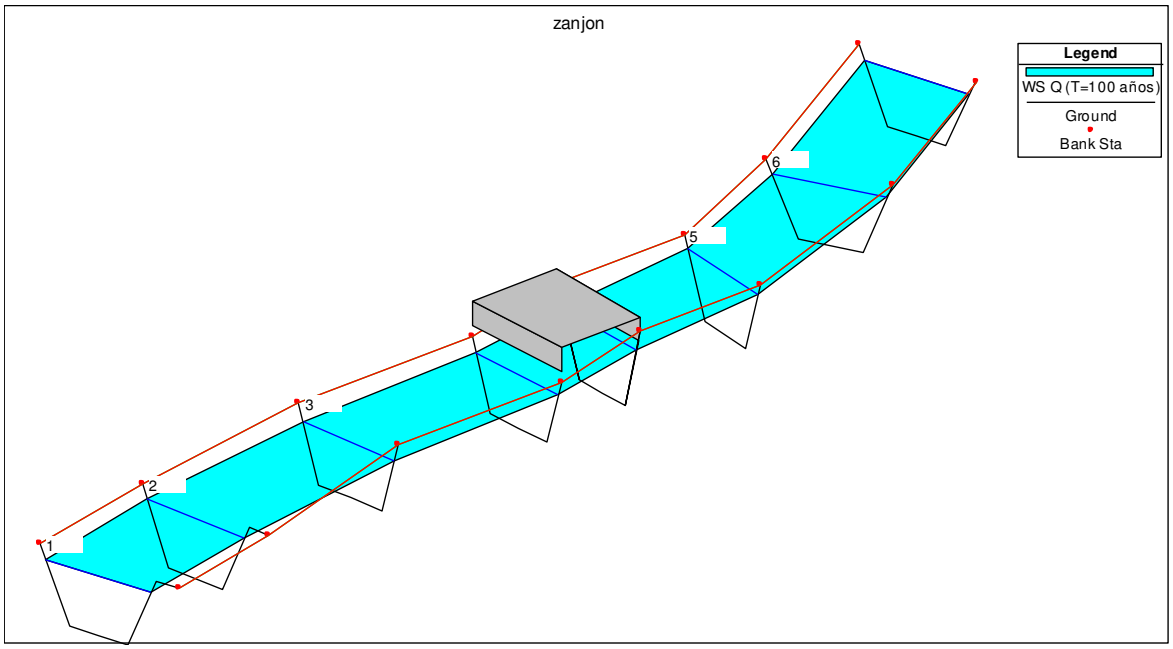
Perfil	Periodo de Retorno	Q Total (m3/s)	Cotas			Altura Escurrimiento (m)	Velocidad (m/s)	Área de Escurrimiento (m2)	Ancho Superficial (m)	Froude
			Fondo (m)	Escurrimiento (m)	Critica (m)					
6	T=100 años	340	501.53	503.93	505.36	2.40	10.14	33.54	17.99	2.37
5	T=100 años	340	501.20	503.64	505.06	2.44	10.04	33.85	17.77	2.32
4	T=100 años	340	500.90	503.43	504.84	2.53	9.93	34.24	17.09	2.24
3	T=100 años	340	500.10	502.39	503.84	2.29	10.08	33.74	17.49	2.32
2	T=100 años	340	499.80	502.26	503.65	2.46	9.8	34.69	18.2	2.27
1	T=100 años	340	499.53	501.98	503.38	2.45	9.88	34.43	18.15	2.29

Vista Isométrica – Modelación

Vista Isométrica Eje Hidráulico – T=100 años
Situación Sin Proyecto

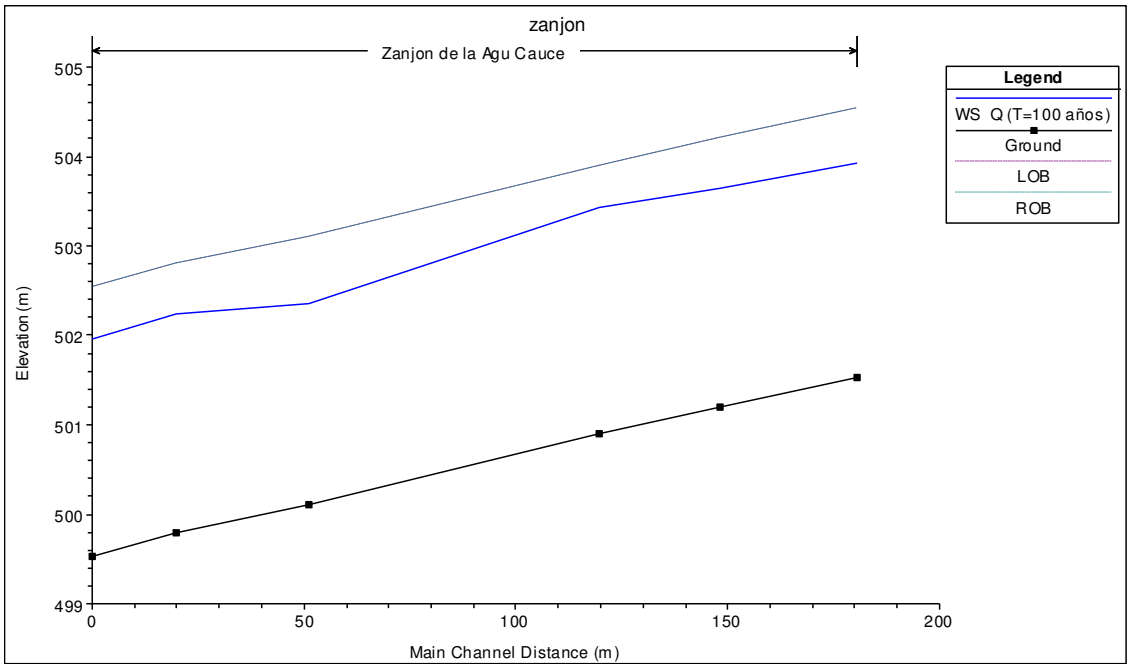


Vista Isométrica Eje Hidráulico – T=100 años
Situación Con Proyecto

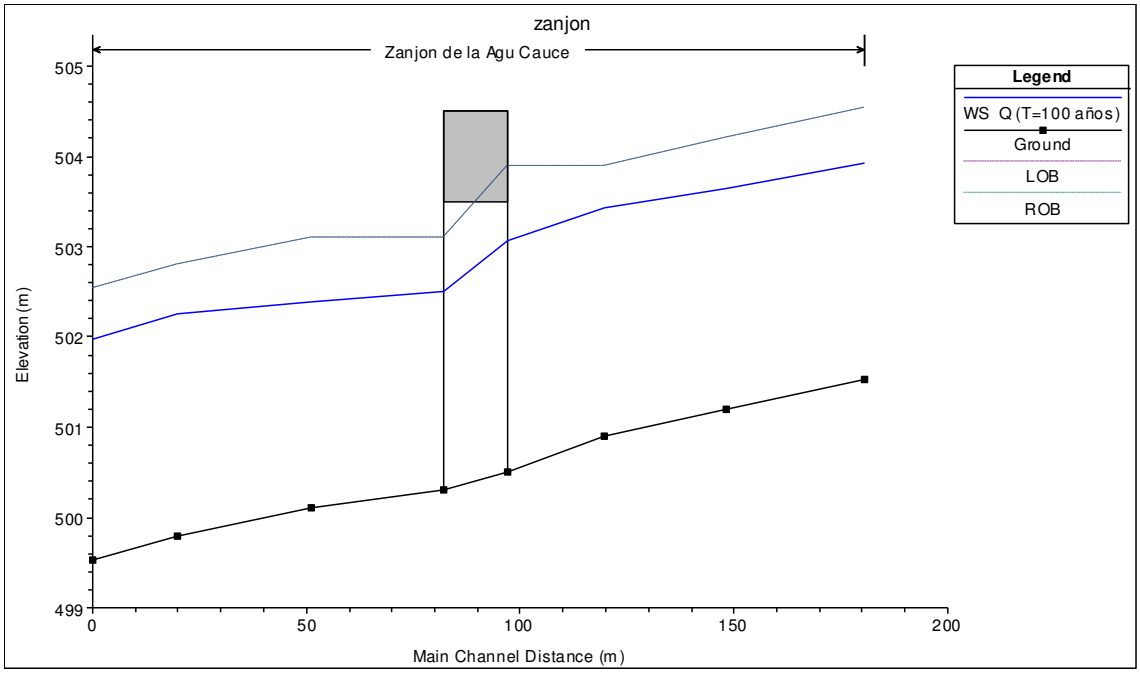


Perfil Longitudinal

Perfil Longitudinal Eje Hidráulico – T=100 años
Situación Sin Proyecto

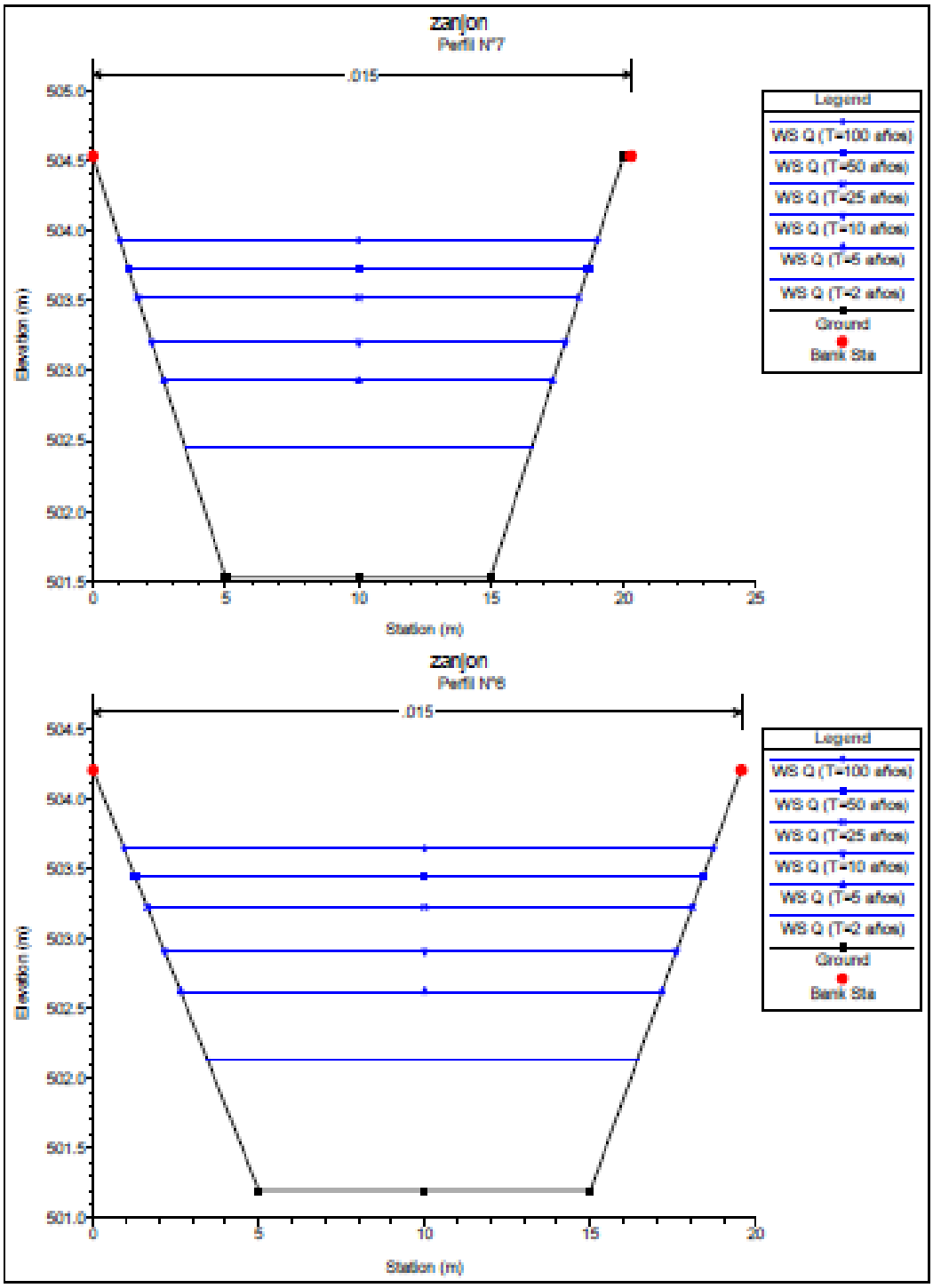


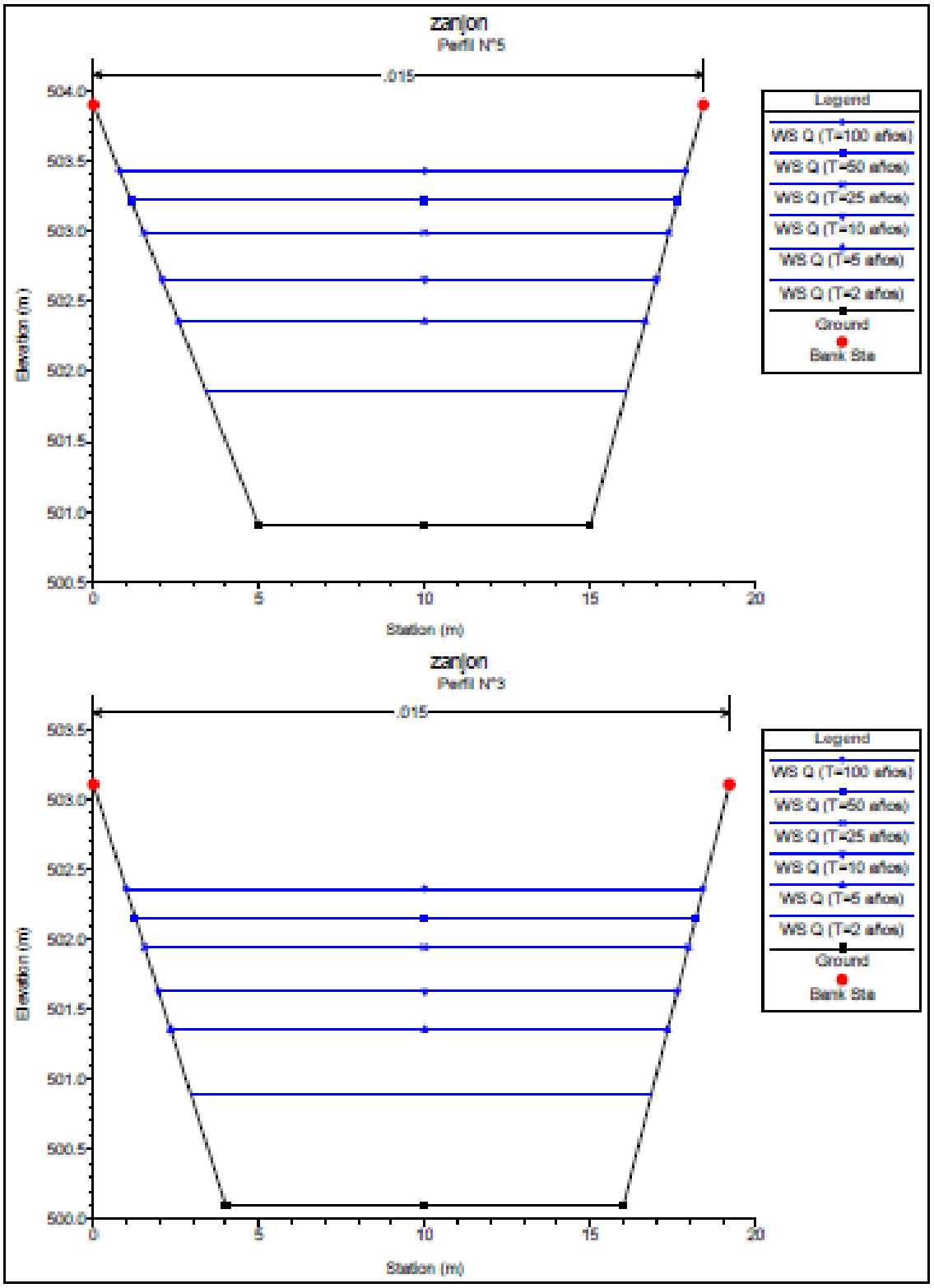
Perfil Longitudinal Eje Hidráulico – T=100 años
Situación Con Proyecto

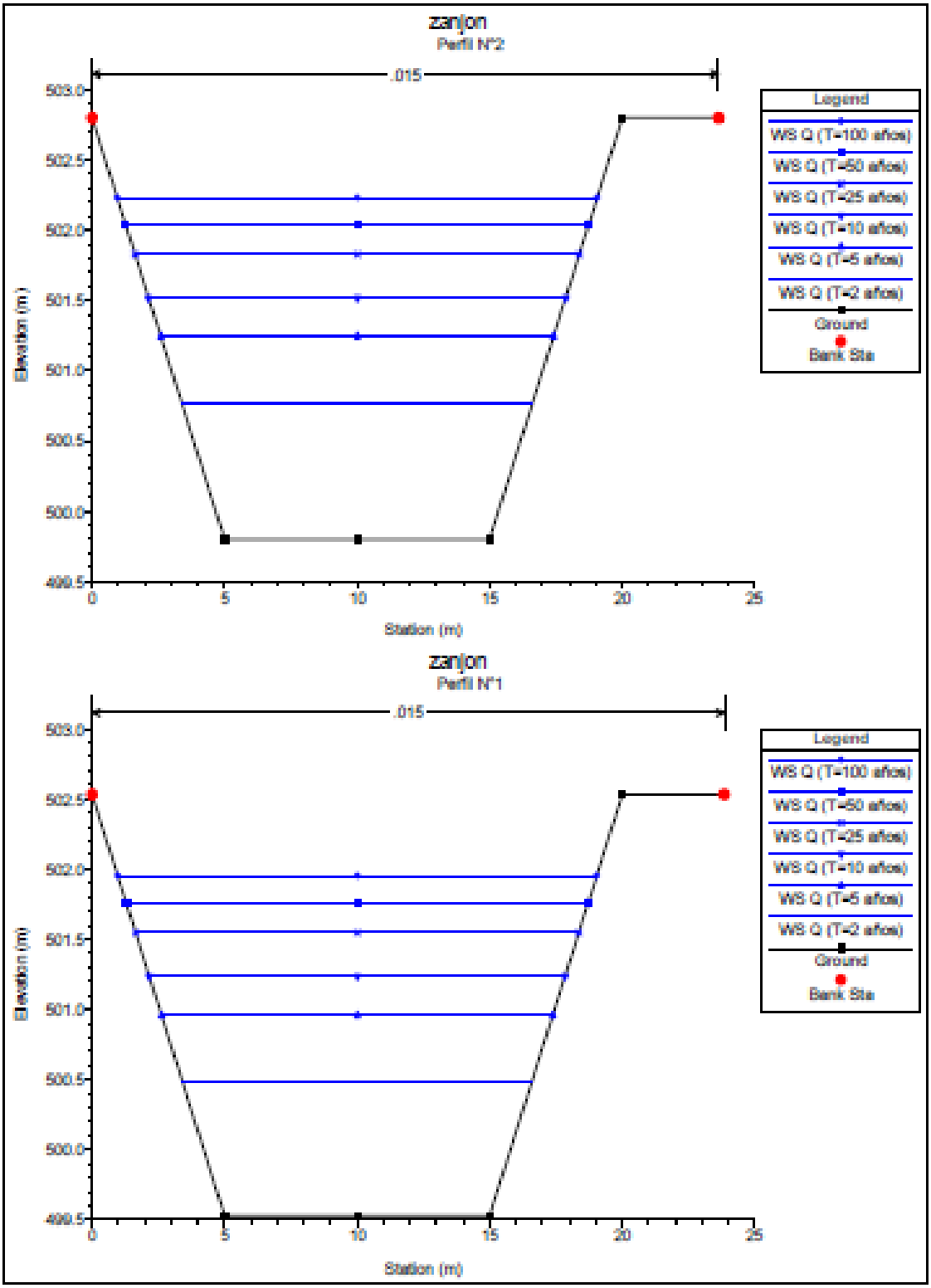


Perfiles Transversales

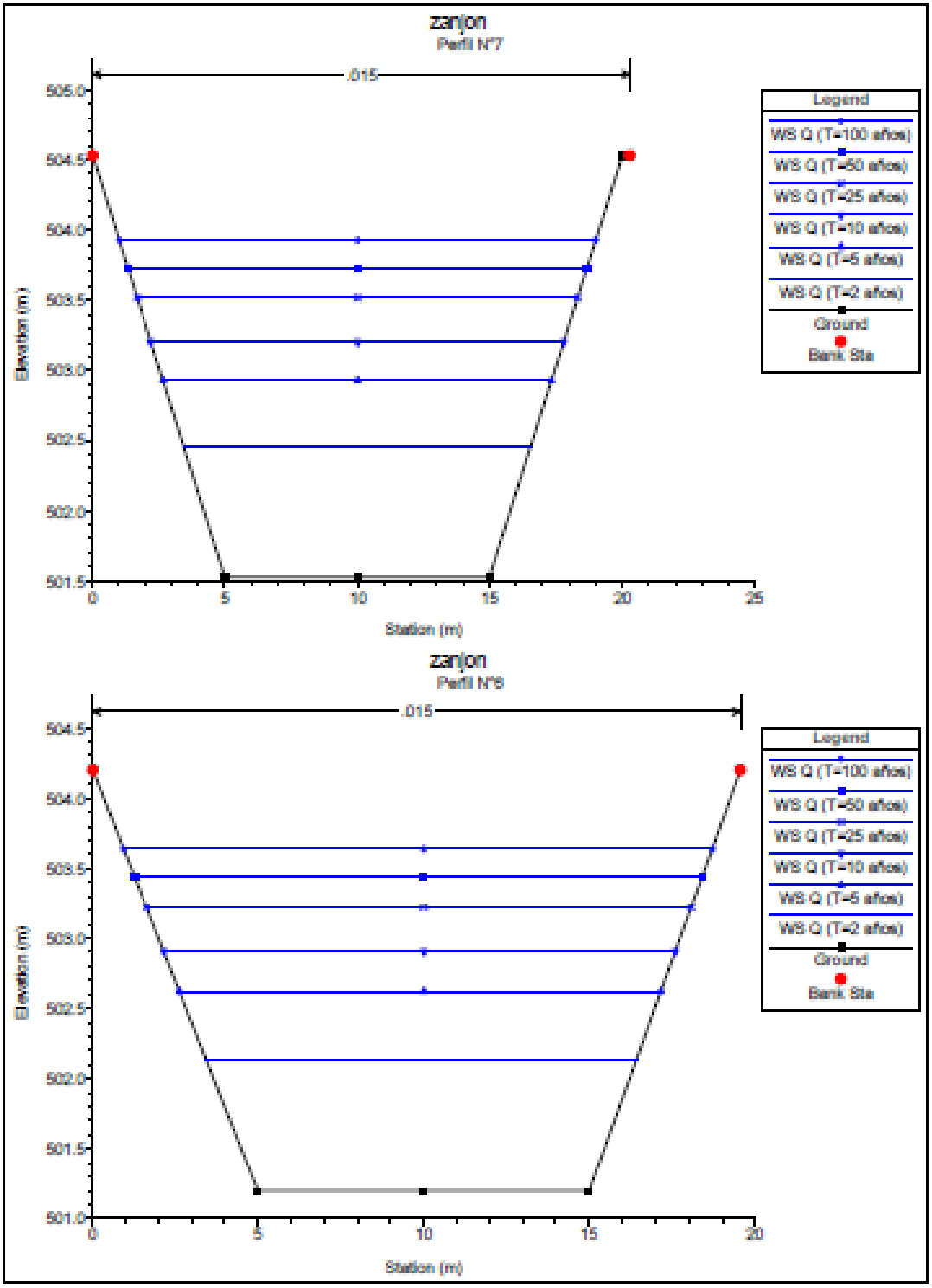
Situación Sin Proyecto

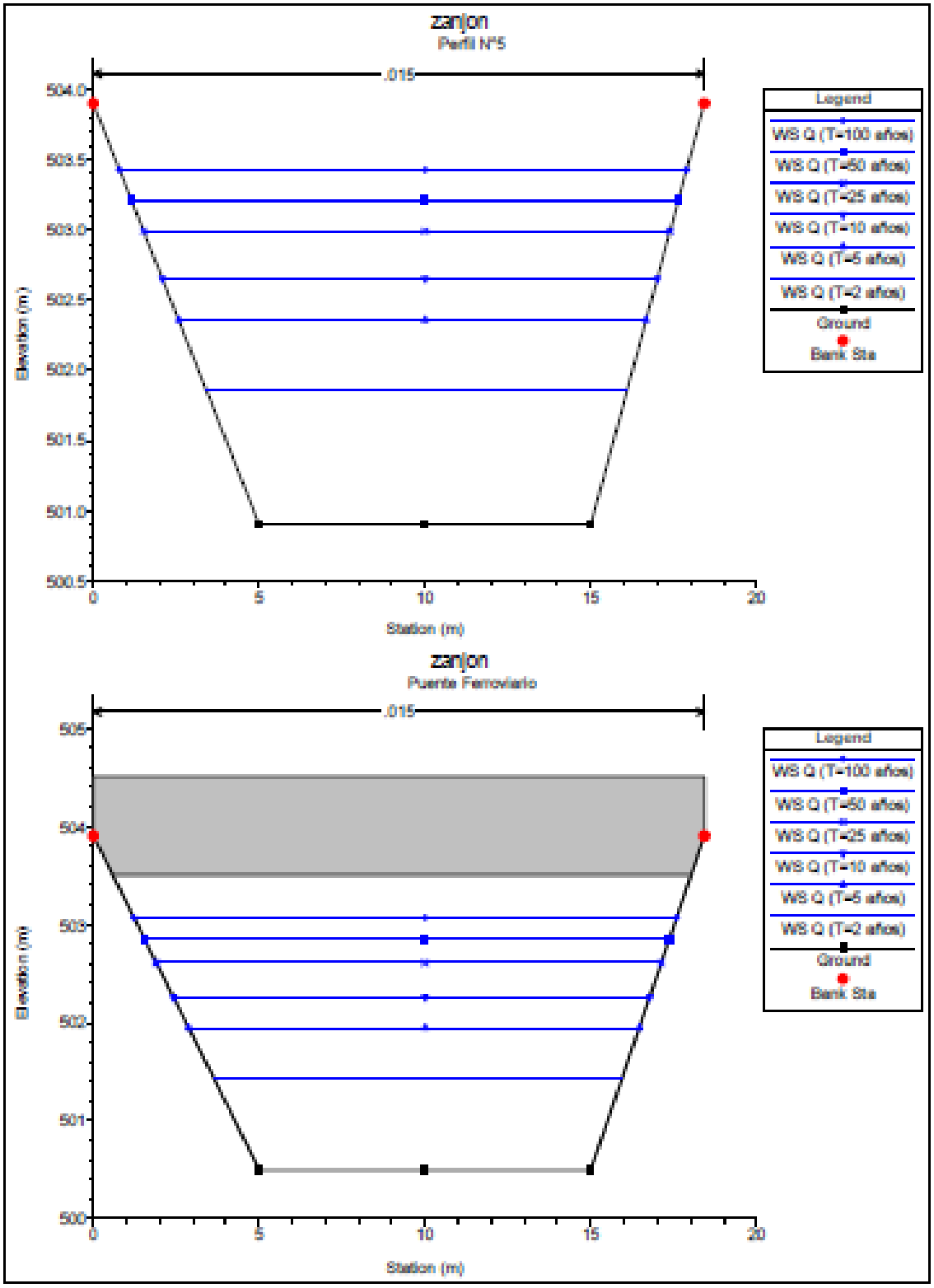


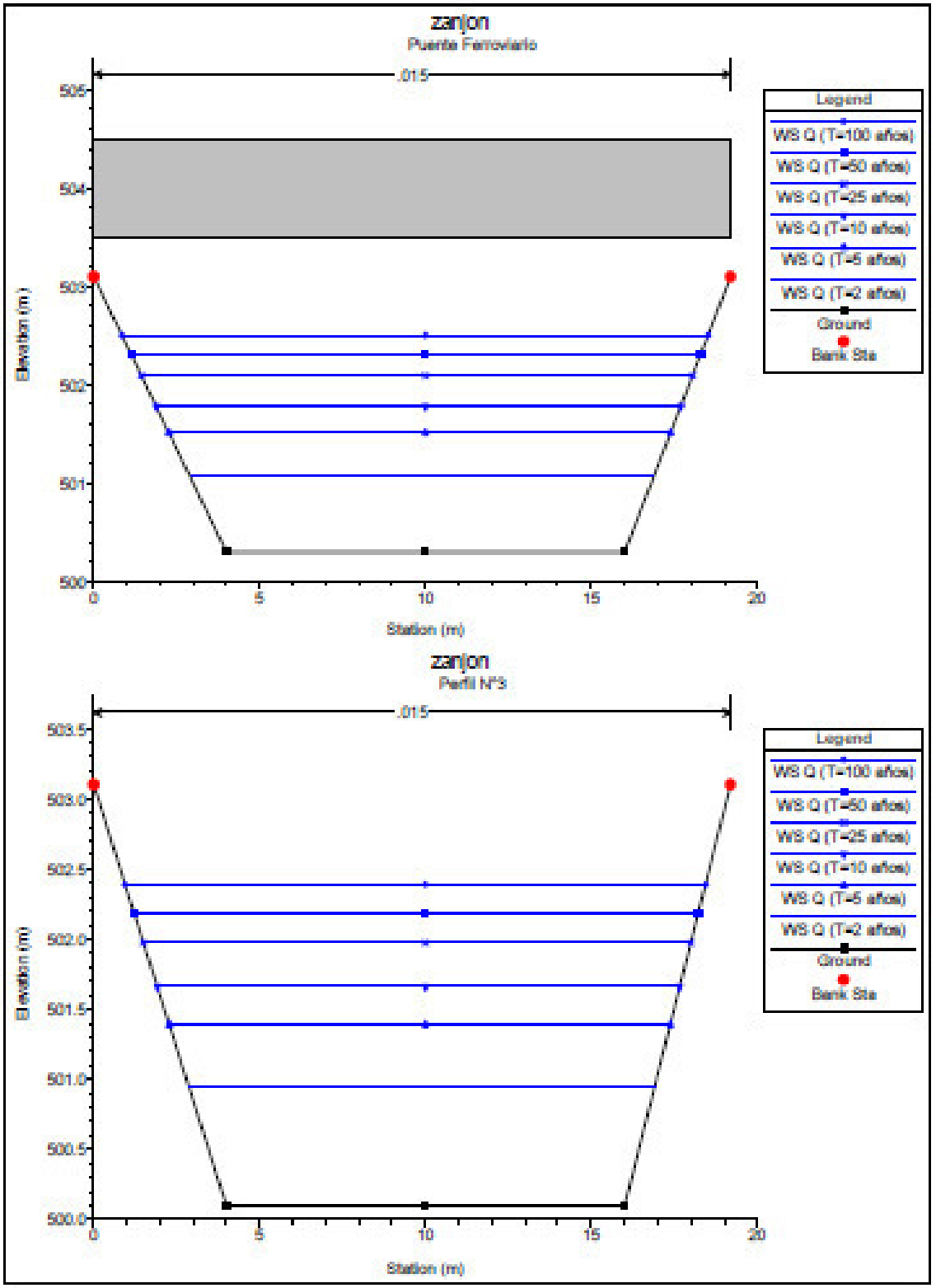

zanjon
Perfil N°5
.015
Elevation (m)
Station (m)
Legend
WS Q (T=100 años)
WS Q (T=50 años)
WS Q (T=25 años)
WS Q (T=10 años)
WS Q (T=5 años)
WS Q (T=2 años)
Ground
Bank Sta
zanjon
Perfil N°3
.015
Elevation (m)
Station (m)
Legend
WS Q (T=100 años)
WS Q (T=50 años)
WS Q (T=25 años)
WS Q (T=10 años)
WS Q (T=5 años)
WS Q (T=2 años)
Ground
Bank Sta

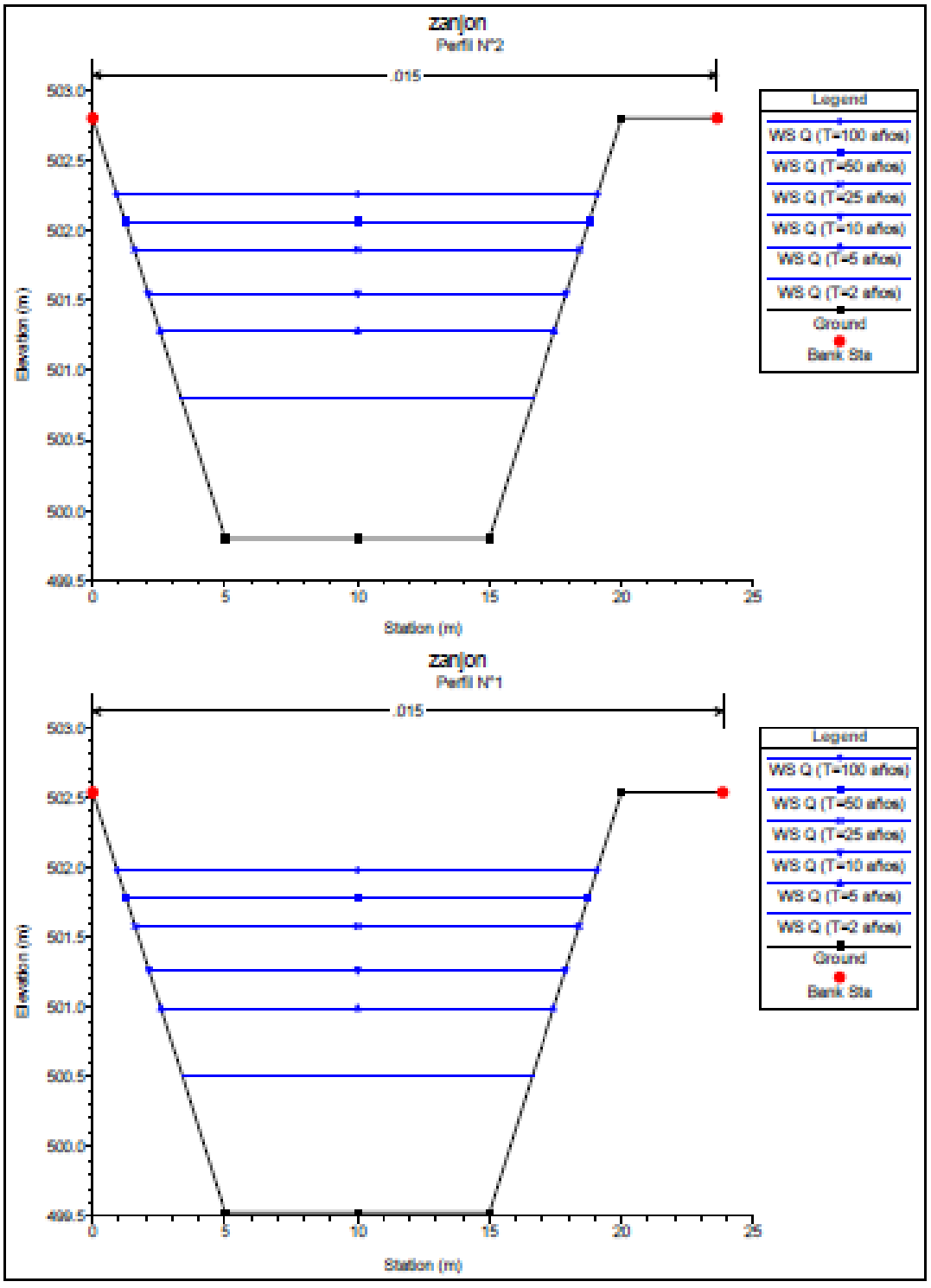

zanjon
Perfil N°2
.015
Legend
WS Q (T=100 años)
WS Q (T=50 años)
WS Q (T=25 años)
WS Q (T=10 años)
WS Q (T=5 años)
WS Q (T=2 años)
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
zanjon
Perfil N°1
.015
Legend
WS Q (T=100 años)
WS Q (T=50 años)
WS Q (T=25 años)
WS Q (T=10 años)
WS Q (T=5 años)
WS Q (T=2 años)
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

Situación Con Proyecto




zanjon
Perfil N°5
.015
Legend
WS Q (T=100 años)
WS Q (T=50 años)
WS Q (T=25 años)
WS Q (T=10 años)
WS Q (T=5 años)
WS Q (T=2 años)
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
zanjon
Puente Ferroviario
.015
Legend
WS Q (T=100 años)
WS Q (T=50 años)
WS Q (T=25 años)
WS Q (T=10 años)
WS Q (T=5 años)
WS Q (T=2 años)
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)


zanjon
Puente Ferroviario
.01.5
505
504
503
502
501
500
Elevation (m)
0
5
10
15
20
Station (m)
Legend
WS Q (T=100 años)
WS Q (T=50 años)
WS Q (T=25 años)
WS Q (T=10 años)
WS Q (T=5 años)
WS Q (T=2 años)
Ground
Bank Sta
zanjon
Perfil N°3
.01.5
503.5
503.0
502.5
502.0
501.5
501.0
500.5
500.0
Elevation (m)
0
5
10
15
20
Station (m)
Legend
WS Q (T=100 años)
WS Q (T=50 años)
WS Q (T=25 años)
WS Q (T=10 años)
WS Q (T=5 años)
WS Q (T=2 años)
Ground
Bank Sta


zanjon
Perfil N°2
.015
Elevation (m)
Station (m)
Legend
WS Q (T=100 años)
WS Q (T=50 años)
WS Q (T=25 años)
WS Q (T=10 años)
WS Q (T=5 años)
WS Q (T=2 años)
Ground
Bank Sta
zanjon
Perfil N°1
.015
Elevation (m)
Station (m)
Legend
WS Q (T=100 años)
WS Q (T=50 años)
WS Q (T=25 años)
WS Q (T=10 años)
WS Q (T=5 años)
WS Q (T=2 años)
Ground
Bank Sta