

PROYECTO CONSTRUCTIVO

**ACONDICIONAMIENTO, ENSANCHE Y RECTIFICACIÓN DE TRAZADO DE LA
CARRETERA BI-630**

TRAMO: EL CALLEJO – LA CADENA (L.P.)

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

ANEJO Nº 6: DRENAJE

● CONTROL DE CALIDAD			
DOCUMENTO	Anejo nº 6. Drenaje		
CÓDIGO	RD5292-PC-AX-06-DRENAJE-D01.docx		
EDICIÓN Nº	1	Fecha edición	Enero 2021
REVISIÓN Nº	1	Fecha revisión	Enero 2021
REALIZADO POR	Nombre	ASE/ELL/LSV	Firma:
	Fecha	18/01/2021	
REVISADO POR	Nombre	SGC	Firma:
	Fecha	18/01/2021	
APROBADO POR	Nombre	AGU	Firma:
	Fecha	18/01/2021	

EDIC. / REV.	FECHA	RESPONSABLE MODIFICACIÓN	SECC. / PÁRRAFO MODIFICADO	MODIFICACIÓN EFECTUADA
1/1	Enero /21		-	Edición inicial

■ ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2 CLIMATOLOGÍA.....	1
2.1. TEMPERATURAS MEDIAS	1
2.2. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA	2
3. HIDROLOGÍA.....	3
3.1. CAUDALES	3
3.2. INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN	3
3.3. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.....	5
3.4. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA	5
3.5. COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD EN LA DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN	7
3.6. ESTIMACIÓN DE LOS CAUDALES A DESAGUAR	7
3.6.1. Período de retorno	7
3.6.2. Características de las cuencas drenadas.....	7
4. DRENAJE	10
4.1. CRITERIOS DE DISEÑO	10
4.2. OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL	10
4.2.1. ODTs- Paso de fauna	14
4.3. REDES DE AGUAS LIMPIAS	14
4.3.1. Bajantes escalonadas escolleras y encachadas	14
4.3.2. Arqueta desarenadora desengrasadora	14
4.4. OBRAS DE DRENAJE LONGITUDINAL	15
4.4.1. Diseño de la red de drenaje longitudinal	15
4.4.2. Determinación del caudal de diseño de cada elemento	15
4.4.3. Determinación de la pendiente	15
4.4.4. Determinación de la velocidad y el calado	15
5. COMPROBACIÓN HIDRÁULICA DE PUENTES EXISTENTES.....	20
5.1. PUENTE EL CALLEJO – PK 1+330	20
6. ESTUDIO DE INUNDABILIDAD.....	20
7. APÉNDICE 1: INVENTARIO OBRAS DE DRENAJE LONGITUDINAL.....	23
8. APÉNDICE 2: INVENTARIO OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL.....	27
9. APÉNDICE 3: ESTUDIO HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO DE RÍO RIOSECO	1
10. APÉNDICE 4: PLANOS.....	1
10.1. PLANO DE CUENCAS.....	1
10.2. PLANO DE SURGENCIAS	1

■ ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

El objeto de este anejo es el diseño de la Red de Drenaje, lo que incluye la comprobación del dimensionamiento de las obras de drenaje y la justificación de los sistemas de evacuación de las aguas en las obras proyectadas.

A continuación, se describen las principales características de la red de drenaje proyectada. Se adjuntan los cálculos justificativos de dicha red de drenaje.

2. CLIMATOLOGÍA

Karrantza, es un municipio situado en el extremo occidental de la comarca de Las Encartaciones, provincia de Bizkaia, limitando con las Comunidades de Castilla-León y Cantabria. Está ubicado en un valle que apenas se eleva sobre el nivel del mar, arropado por macizos y montes, y a menos de 30 kilómetros del mar. La combinación de esos tres factores hace que el tiempo en Karrantza se constituya en un microclima especial.

Es cierto que toda la fachada marítima, desde la costa hasta la divisoria de la cordillera Cantábrica, forma un bloque de clima oceánico. Pero la influencia del mar va perdiendo fuerza a medida que surgen las primeras elevaciones montañosas, como el macizo de Ranero que forma parte del Parque natural de Armañón. Este entronca con el macizo kárstico de los Jorrios, dividiendo ese bloque climático en dos mitades: la costa y el cinturón interior. Así nos encontramos con un tipo de clima más moderado en cuanto a las temperaturas.

2.1. TEMPERATURAS MEDIAS

La "máxima media diaria" (línea roja continua) muestra la media de la temperatura máxima de un día por cada mes. Del mismo modo, "mínima media diaria" se muestra en color azul. Los días calurosos y noches frías (líneas azules y rojas discontinuas) muestran la media del día más caliente y noche más fría de cada mes en los últimos 30 años.

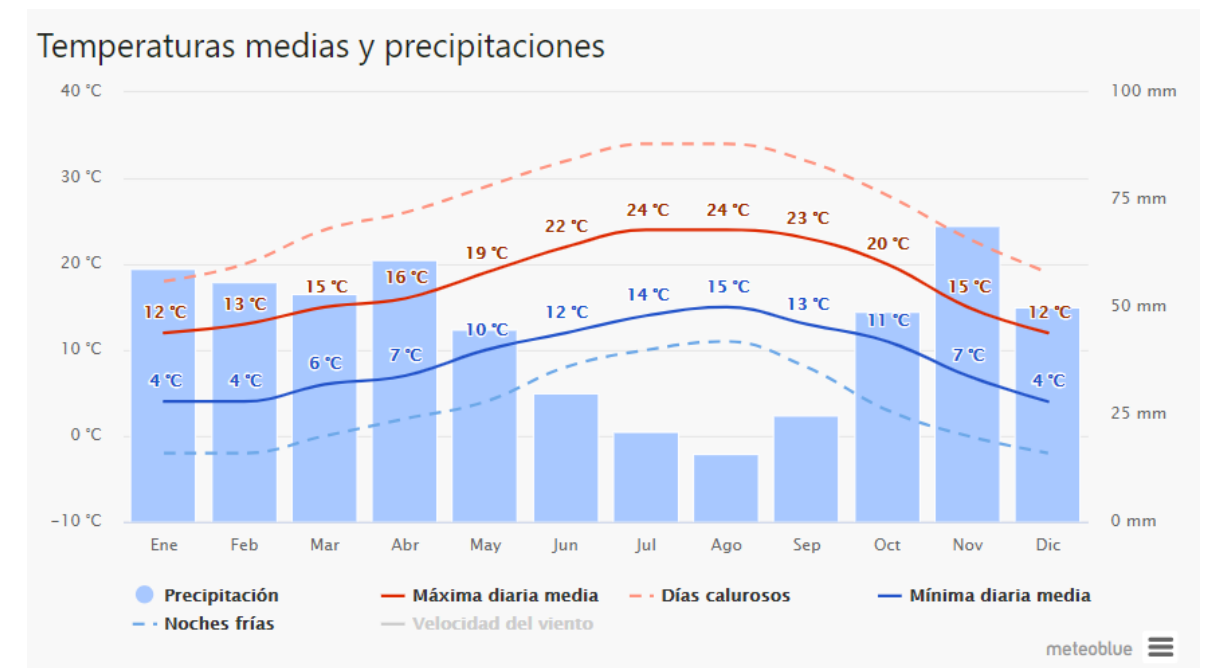


Figura 1. Temperaturas medias

2.2. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA

Los índices agroclimáticos son relaciones entre las diferentes variables del clima que buscan cuantificar la influencia de este sobre las comunidades vegetales.

Para alcanzar este objetivo, se buscan por lo general estimadores que definan bien la aridez (factor limitativo para la vida vegetal) o bien la productividad vegetal.

La zona de estudio se ha analizado según la clasificación de Koppen, cuyos principales criterios son la temperatura, las precipitaciones y la distribución de los distintos tipos de vegetación.

En primer lugar, se establecen cinco tipos principales de climas, en función de la precipitación media y la temperatura media anual, encontrándose el área de estudio en la zona C “Clima templado cálido”.

CLASIFICACIÓN DE KÖPPEN	ZONA	DESCRIPCIÓN
A	Clima tropical	Ningún mes presenta temperaturas medias inferiores a 18°C y las precipitaciones anuales son superiores a la evaporación
B	Clima seco	Las precipitaciones anuales son inferiores a la evaporación
C	Clima templado cálido	La temperatura media del mes más frío es menor a 18°C y superior a -3°C y la del mes más cálido es superior a 10°C. Las precipitaciones exceden a la evaporación
D	Clima de nieve	La temperatura media del mes más frío es menor de -3°C y la del mes más cálido es superior a 10°C. Las precipitaciones exceden a la evaporación
E	Clima de hielo	La temperatura media del mes más cálido es inferior a 10°C. La vegetación suele ser escasa o nula

Tabla 1: Clasificación climática de Köppen

Dentro de este grupo principal podemos distinguir tres subgrupos en función del régimen de lluvias.

GRUPO C: CLIMA TEMPLADO		
Cs	Verano Seco	El verano es seco con un mínimo de precipitaciones marcado: la precipitación del mes más seco del verano es inferior a la tercera parte de la precipitación del mes más húmedo, y algún mes tiene precipitación inferior a 30 mm
Cw	Invierno Seco	El invierno es seco: la precipitación del mes más seco del invierno es inferior a una décima parte de la precipitación del mes más húmedo
Cf	Húmedo	No es ni s ni w. Precipitaciones suficientes a lo largo del año, sin estación seca

Tabla 2. Subclasificación de Köppen I

La tercera clasificación corresponde al factor térmico:

GRUPO Cf: CLIMA TEMPLADO HÚMEDO		
a	Subtropical	El verano es caluroso pues se superan los 22 °C de media en el mes más cálido. Las temperaturas medias superan los 10 °C al menos cuatro meses al año
b	Templado	El verano es fresco pues no se superan los 22 °C de media en el mes más cálido. Las temperaturas medias superan los 10 °C al menos cuatro meses al año
c	Frío	El verano es frío. Menos de cuatro meses al año con temperatura media superior a 10 °C

Tabla 3. Subclasificación de Köppen II

Por lo tanto, El clima aquí se clasifica como Cfb por el sistema Köppen-Geiger. La temperatura aquí es en promedio 14.2 °C.

El periodo de cultivo en Karrantza normalmente dura 11 meses (342 días), desde aproximadamente el 24 de enero hasta aproximadamente el 31 de diciembre, rara vez comienza después del 6 de marzo o termina antes del 25 de noviembre.

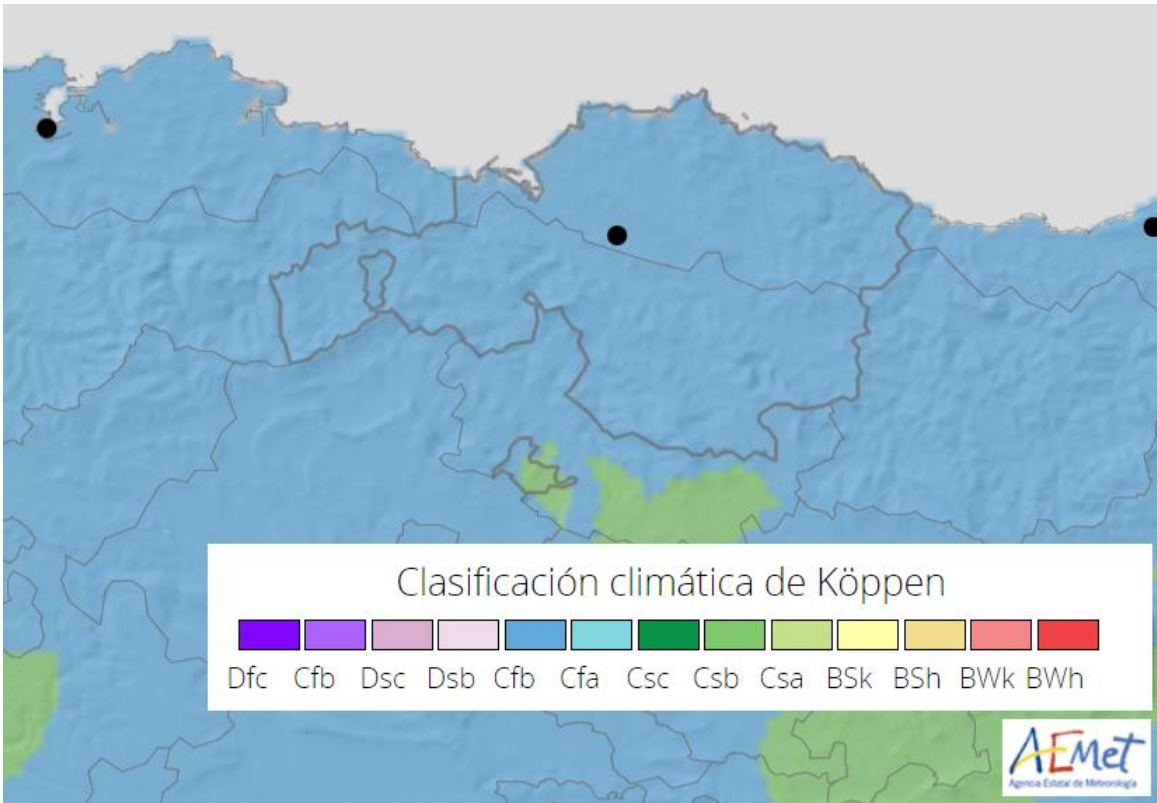


Figura 1. Clasificación climática de Köppen

3. HIDROLOGÍA

La orografía de la zona da lugar a la proliferación de cuencas que encierran desniveles importantes y permiten adivinar los cursos de agua que en ellas originan las precipitaciones. Las cuencas de aportación, así como la medición de sus superficies, se ha llevado a cabo sobre cartografía a escala E: 1/1.000 de la Diputación Foral de Bizkaia.

En el plano de cuencas que se recoge en los apéndices, se aprecian las distintas zonas en que se divide el territorio atendiendo a las divisorias y vertientes que define la topografía del lugar. Con este documento se obtiene el área de aportación que ha sido afectada y la nueva trayectoria de las aguas que allí se generan. Las cuencas a estudiar son aquellas que se enumeran en el citado plano.

3.1. CAUDALES

Para las cuencas de estudio se aplica por tanto el método racional descrito en la Norma 5.2 IC de drenaje superficial, con el que se determinan los caudales de diseño de los elementos de drenaje a partir de un caudal máximo Q_T , correspondiente a un período de retorno T , calculado mediante la fórmula:

$$Q_T = \frac{I(T, t_c) \cdot C \cdot A \cdot K_t}{3,6}$$

donde:

- Q_T en m³/s: Caudal máximo anual correspondiente al período de retorno T , en el punto de desagüe de la cuenca.
- $I(T, t_c)$ en mm/h: Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno considerado T , para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración t_c , de la cuenca.
- C (adimensional): Coeficiente medio de esorrentía de la cuenca o superficie considerada.
- A en km²: Área de la cuenca es la superficie medida en proyección horizontal que drena al punto de desagüe. Se considera que todas las cuencas delimitadas son homogéneas, de modo que en cada una de ellas puede adoptarse un valor único de la intensidad de precipitación y del coeficiente de esorrentía.
- K_t (adimensional): Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.

En los puntos siguientes se describe la obtención de cada uno de los términos de la formulación del método racional, así como de los caudales resultantes de diseño.

3.2. INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN

Para calcular la precipitación en las cuencas del proyecto se utilizará el documento de "Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular" (Dirección General de Carreteras. 1999). La zona de proyecto se muestra en la siguiente imagen.

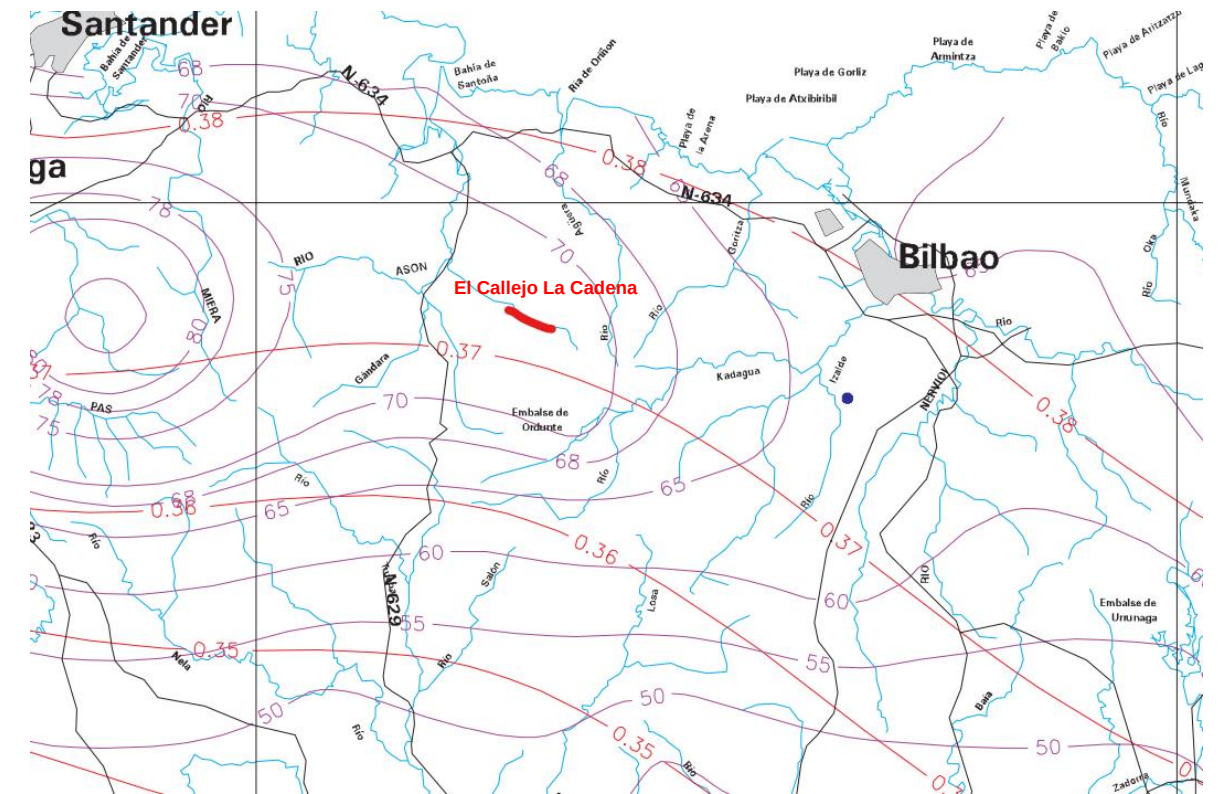


Figura 2. Pm y Cv en la zona de Proyecto. "Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular" (1999)

En la zona de proyecto (área marcada en rojo en imagen anterior) se encuentran los siguientes valores:

- Pm: 72 mm/día
- Cv: 0,37. Para un periodo de retorno de 25 años, el coeficiente resultante es 1,778 y para 100 años el coeficiente es 2,281.
- Pmax: 128,026 mm/día para 25 años y 164,232 para 100 años de periodo de retorno.

C _v	PERIODO DE RETORNO EN AÑOS (T)							
	2	5	10	25	50	100	200	500
0.30	0.935	1.194	1.377	1.625	1.823	2.022	2.251	2.541
0.31	0.932	1.198	1.385	1.640	1.854	2.068	2.296	2.602
0.32	0.929	1.202	1.400	1.671	1.884	2.098	2.342	2.663
0.33	0.927	1.209	1.415	1.686	1.915	2.144	2.388	2.724
0.34	0.924	1.213	1.423	1.717	1.930	2.174	2.434	2.785
0.35	0.921	1.217	1.438	1.732	1.961	2.220	2.480	2.831
0.36	0.919	1.225	1.446	1.747	1.991	2.251	2.525	2.892
0.37	0.917	1.232	1.461	1.778	2.022	2.281	2.571	2.953
0.38	0.914	1.240	1.469	1.793	2.052	2.327	2.617	3.014
0.39	0.912	1.243	1.484	1.808	2.083	2.357	2.663	3.067
0.40	0.909	1.247	1.492	1.839	2.113	2.403	2.708	3.128
0.41	0.906	1.255	1.507	1.854	2.144	2.434	2.754	3.189
0.42	0.904	1.259	1.514	1.884	2.174	2.480	2.800	3.250
0.43	0.901	1.263	1.534	1.900	2.205	2.510	2.846	3.311
0.44	0.898	1.270	1.541	1.915	2.220	2.556	2.892	3.372
0.45	0.896	1.274	1.549	1.945	2.251	2.586	2.937	3.433
0.46	0.894	1.278	1.564	1.961	2.281	2.632	2.983	3.494
0.47	0.892	1.286	1.579	1.991	2.312	2.663	3.044	3.555
0.48	0.890	1.289	1.595	2.007	2.342	2.708	3.098	3.616
0.49	0.887	1.293	1.603	2.022	2.373	2.739	3.128	3.677
0.50	0.885	1.297	1.610	2.052	2.403	2.785	3.189	3.738

Figura 3. Coeficientes resultantes según C_v y el periodo de retorno

La intensidad de precipitación I (T, t) correspondiente a un período de retorno T, y a una duración del aguacero t, a emplear en la estimación de caudales por el método racional, se obtendrá por medio de la siguiente fórmula:

$$I(T, t) = I_d \cdot F_{\text{int}}$$

donde:

- I (T, t) en mm/h es la intensidad de precipitación correspondiente a un período de retorno T y a una duración del aguacero t.
- I_d en mm/h es la intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retorno T.
- F_{int} (adimensional) es el factor de intensidad.

La intensidad de precipitación a considerar en el cálculo del caudal máximo anual para el período de retorno T, en el punto de desagüe de la cuenca Q_T, es la que corresponde a una duración del aguacero igual al tiempo de concentración (t = t_c) de dicha cuenca.

La intensidad media diaria de precipitación corregida I_d, correspondiente al período de retorno T, se obtiene mediante la fórmula:

$$I_d = \frac{P_d \cdot K_A}{24}$$

siendo:

- P_d en mm la precipitación máxima diaria correspondiente al período de retorno T, obtenida a partir del documento "Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular" (Dirección General de Carreteras, 1999).
- K_A (adimensional) el factor reductor de la precipitación por área de la cuenca:

$$\text{Si } A < 1 \text{ km}^2 \quad K_A = 1$$

$$\text{Si } A \geq 1 \text{ km}^2 \quad K_A = 1 - \frac{\log_{10} A}{15}$$

El factor de intensidad F_{int} es adimensional e introduce la torrencialidad de la lluvia en el área de estudio. Se tomará el mayor valor de los obtenidos de entre los que se indican a continuación:

$$F_{\text{int}} = \max (F_a, F_b)$$

donde:

- F_a (adimensional): Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad (I₁/I_d), en la zona de estudio I₁/I_d = 8 (ver figura siguiente), y t la duración del aguacero en horas.

$$F_a = \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{3,5287 - 2,5287 t^{0,1}}$$

- F_b (adimensional): Factor obtenido a partir de las curvas IDF de un pluviógrafo próximo.

$$F_b = k_b \frac{I_{\text{IDF}}(T, t_c)}{I_{\text{IDF}}(T, 24)}$$

siendo:

- I_{IDF} (T, t_c) en mm/h: Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno T y al tiempo de concentración t_c, obtenido a través de las curvas IDF del pluviógrafo.
- I_{IDF} (T, 24) en mm/h: Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno T y a un tiempo de aguacero igual a veinticuatro horas (t = 24 h), obtenido a través de curvas IDF.
- k_b (adimensional): Factor que tiene en cuenta la relación entre la intensidad máxima anual en un período de veinticuatro horas y la intensidad máxima anual diaria. En defecto de un cálculo específico se puede tomar k_b = 1,13

Dado que no se dispone de datos de un pluviógrafo cercano se ha aplicado la formulación de la IDF de Témez para la obtención de los valores de F_b

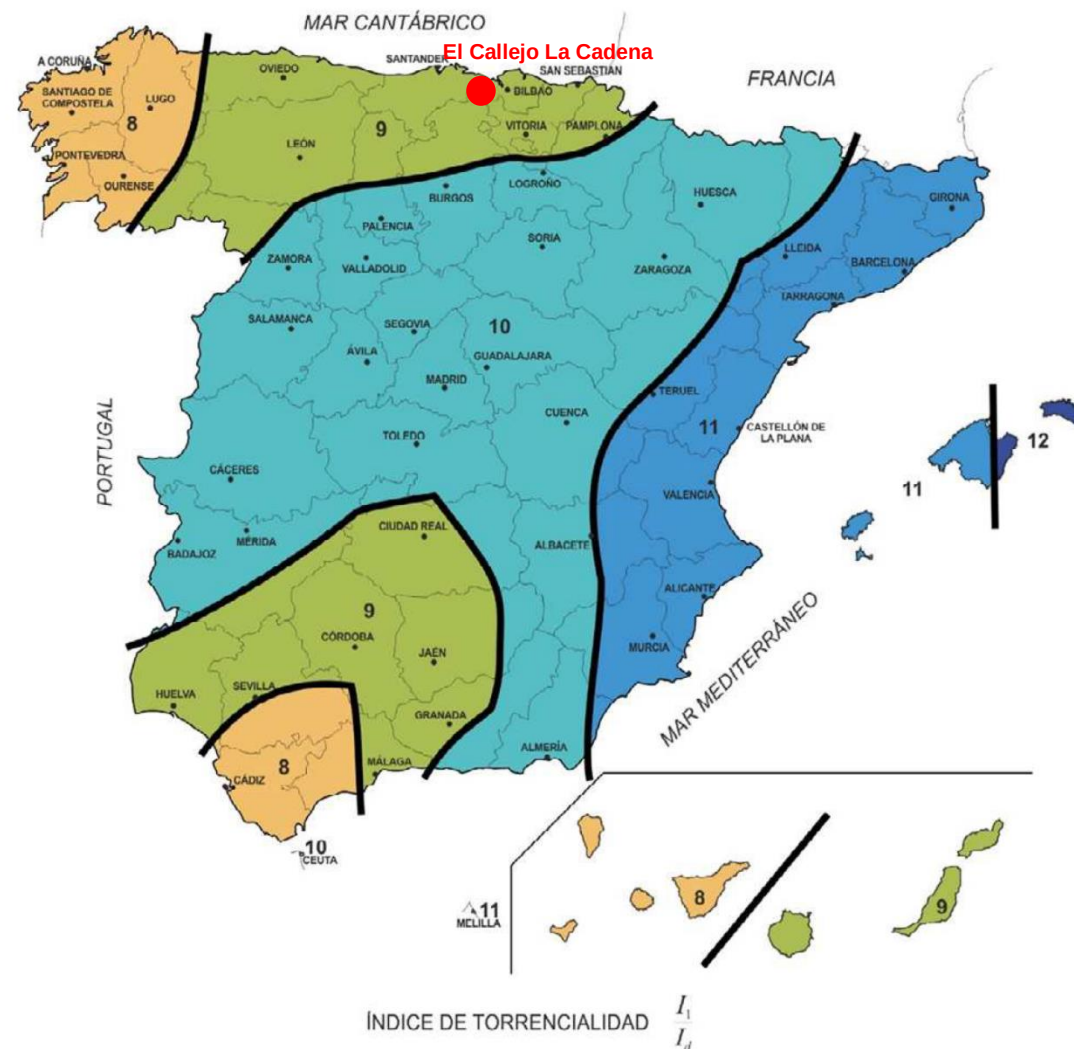


Figura 4. Índice de torrencialidad I1/I0 (Norma 5.2 – IC Drenaje Superficial, 2016)

3.3. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Para el cálculo del tiempo de concentración de las cuencas de drenaje se ha empleado la siguiente fórmula de la Norma 5.2 - IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras.

$$T_c = 0,3 \times 60 \times \frac{L^{0,76}}{S^{0,19}}$$

Notación:

- Tc: Tiempo de concentración en minutos
- L: Longitud del curso más largo en km
- S: pendiente (m/m)

El cálculo de la intensidad de lluvia, para ser empleada en el Método Racional, se realizará con el tiempo de concentración de cada una de las cuencas de drenaje en estudio.

En el caso de cuencas muy pequeñas cuyo tiempo de concentración obtenido por la formulación anterior es inferior a 0,25 h, el tiempo de concentración se calcula utilizando la formulación del flujo

difuso en tramos de características homogéneas y sumando los tiempos parciales obtenidos, distinguiendo entre:

- Flujo canalizado a través de cunetas u otros elementos de drenaje considerando régimen uniforme y aplicando la ecuación de Manning.
- Flujo difuso sobre el terreno:

$$t_{dif} = 2 \cdot L_{dif}^{0,408} \cdot n_{dif}^{0,312} \cdot J_{dif}^{-0,209}$$

Donde

- t_{dif} (minutos) Tiempo de recorrido en flujo difuso sobre el terreno.
- n_{dif} (adimensional) Coeficiente de flujo difuso.
- L_{dif} (m) Longitud de recorrido en flujo difuso.
- J_{dif} (adimensional) Pendiente media

En el caso de las cunetas, se ha considerado un tiempo de concentración de 5 minutos.

3.4. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

El coeficiente de escorrentía se define como:

$$C = \frac{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} - 1\right) \cdot \left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 23\right)}{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 11\right)}$$

donde:

- C: Coeficiente de escorrentía
- P_d: Precipitación diaria para un periodo de retorno dado (mm)
- K_A = $1 - \frac{\log_{10} A}{15}$ donde A es el área de la cuenca en km². K_A=1 si A<1km²
- P₀: Umbral de escorrentía (mm)

A partir del mapa de grupos hidrológicos del suelo indicado en la norma 5.2 - IC Drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras, el área del estudio se encuentra en zona de Grupo Hidrológico de Suelo B.

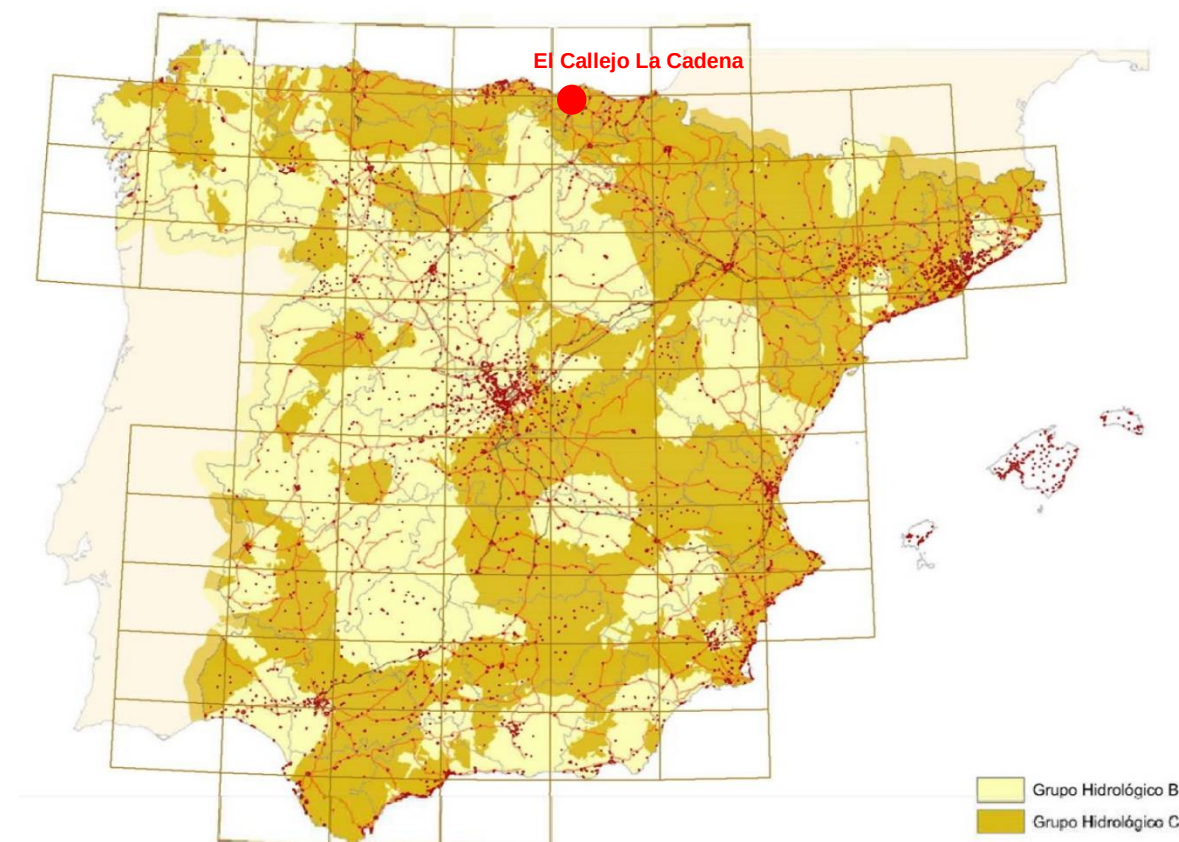


Figura 5. Grupos hidrológicos de suelo, Norma 5.2 - IC de la Instrucción de Carreteras (2016).

El proyecto se ubica en terrenos principalmente de zonas de bosques, prados y zonas urbanas. En función del reparto de usos en cada cuenca se ha asignado un valor de P_0 promedio, para grupos de suelo tipo C y con pendientes $>3\%$, considerando los valores por usos de la tabla 2.3 Valor inicial del umbral de escorrentía P_0^i (mm) de la norma IC-5.2.

- Tejido urbano discontinuo 8 mm
- Prados y praderas 18 mm
- Bosques de ribera 22 mm
- Mezclas de frondosas 31 mm

Se realiza una media ponderada de las diferentes zonas en cada cuenca.

A este valor inicial se le aplica un factor corrector (tabla 2.5 de la norma IC-5.2) en función de la zona en que se encuentra la actuación. En este caso, la zona es la 13:

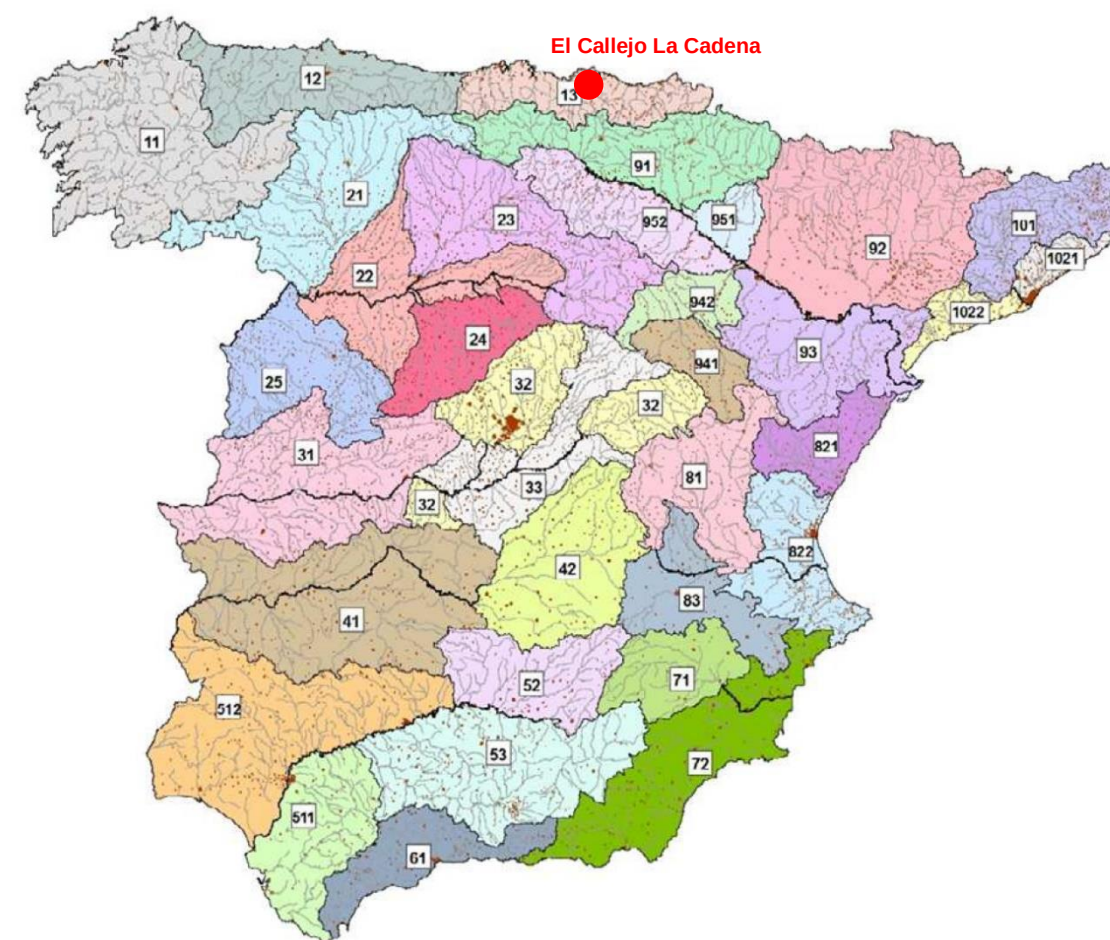


Figura 6. Regiones para el coeficiente corrector de P_0 , Norma 5.2 - IC (2016).

Los factores de corrección para el umbral de escorrentía resultantes para 25 y 100 años de periodo de retorno son:

- Para 25 años, el coeficiente $\beta_m = 0,60$ y $F_T = 1,15$ $\beta^{PM} = \beta_m \cdot F_T = 0,69$
- Para 100 años, el coeficiente $\beta_m = 0,60$ y $F_T = 1,34$ $\beta^{PM} = \beta_m \cdot F_T = 0,804$

Región	Valor medio, β_m	Desviación respecto al valor medio para el intervalo de confianza del			Período de retorno T (años), F_T				
		50% Δ_{50}	67% Δ_{67}	90% Δ_{90}	2	5	25	100	500
11	0,90	0,20	0,30	0,50	0,80	0,90	1,13	1,34	1,59
12	0,95	0,20	0,25	0,45	0,75	0,90	1,14	1,33	1,56
13	0,60	0,15	0,25	0,40	0,74	0,90	1,15	1,34	1,55
21	1,20	0,20	0,35	0,55	0,74	0,88	1,18	1,47	1,90
22	1,50	0,15	0,20	0,35	0,74	0,90	1,12	1,27	1,37
23	0,70	0,20	0,35	0,55	0,77	0,89	1,15	1,44	1,82
24	1,10	0,15	0,20	0,35	0,76	0,90	1,14	1,36	1,63
25	0,60	0,15	0,20	0,35	0,82	0,92	1,12	1,29	1,48
31	0,90	0,20	0,30	0,50	0,87	0,93	1,10	1,26	1,45
32	1,00	0,20	0,30	0,50	0,82	0,91	1,12	1,31	1,54
33	2,15	0,25	0,40	0,65	0,70	0,88	1,15	1,38	1,62
41	1,20	0,20	0,25	0,45	0,91	0,96	1,00	1,00	1,00
42	2,25	0,20	0,35	0,55	0,67	0,86	1,18	1,46	1,78
511	2,15	0,10	0,15	0,20	0,81	0,91	1,12	1,30	1,50
512	0,70	0,20	0,30	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
52	0,95	0,20	0,25	0,45	0,89	0,94	1,09	1,22	1,36
53	2,10	0,25	0,35	0,60	0,68	0,87	1,16	1,38	1,56
61	2,00	0,25	0,35	0,60	0,77	0,91	1,10	1,18	1,17
71	1,20	0,15	0,20	0,35	0,82	0,94	1,00	1,00	1,00
72	2,10	0,30	0,45	0,70	0,67	0,86	1,00	-	-
81	1,30	0,25	0,35	0,60	0,76	0,90	1,14	1,34	1,58
821	1,30	0,35	0,50	0,85	0,82	0,91	1,07	-	-
822	2,40	0,25	0,35	0,60	0,70	0,86	1,16	-	-
83	2,30	0,15	0,25	0,40	0,63	0,85	1,21	1,51	1,85
91	0,85	0,15	0,25	0,40	0,72	0,88	1,19	1,52	1,95
92	1,45	0,30	0,40	0,70	0,82	0,94	1,00	1,00	1,00
93	1,70	0,20	0,25	0,45	0,77	0,92	1,00	1,00	1,00
941	1,80	0,15	0,20	0,35	0,68	0,87	1,17	1,39	1,64
942	1,20	0,15	0,25	0,40	0,77	0,91	1,11	1,24	1,32
951	1,70	0,30	0,40	0,70	0,72	0,88	1,17	1,43	1,78
952	0,85	0,15	0,25	0,40	0,77	0,90	1,13	1,32	1,54
101	1,75	0,30	0,40	0,70	0,76	0,90	1,12	1,27	1,39
1021	1,45	0,15	0,25	0,40	0,79	0,93	1,00	1,00	1,00
1022	2,05	0,15	0,25	0,40	0,79	0,93	1,00	1,00	1,00

En Ceuta y Melilla se adoptarán valores similares a los de la región 61.
Pueden obtenerse valores intermedios por interpolación adecuada a partir de los datos de esta tabla
En todos los casos $F_{10}=1,00$

Figura 7. Factores de corrección para el umbral de escorrentía.

El umbral de escorrentía corregido resultante para 25 años de periodo de retorno es:

$$P_0 = P_0^i \cdot \beta = P_0^i \cdot 0,69, \text{ en mm}$$

Y para 100 años de periodo de retorno es:

$$P_0 = P_0^i \cdot \beta = P_0^i \cdot 0,804, \text{ en mm}$$

Lo expuesto en estos apartados son la fuente de los datos utilizados en el Apéndice nº1 “Cálculo de los caudales de drenaje”.

3.5. COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD EN LA DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN

El coeficiente K_t tiene en cuenta la falta de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación. Se obtendrá a través de la siguiente expresión:

$$K_t = 1 + \frac{T_c^{1.25}}{T_c^{1.25} + 14}$$

donde:

- K_t (adimensional) Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.
- t_c (horas) Tiempo de concentración de la cuenca descrito en el apartado 3.3. .

3.6. ESTIMACIÓN DE LOS CAUDALES A DESAGUAR

3.6.1. Período de retorno

Para el cálculo del caudal de referencia empleado para el dimensionamiento de las diferentes obras de drenaje se ha considerado el período de retorno recomendado en las Normas BAT:

- 25 años sumideros, cunetas, colectores, caños y obras con sección de desagüe inferior a entre $0,75 \text{ m}^2$.
- 100 años para caños, alcantarillas, bajantes escalonadas, tajeas, pontones y obras con sección de desagüe entre $0,75 \text{ m}^2$ y 5 m^2 .
- 250 años para pontones, puentes y obras con sección de desagüe entre 5 m^2 y 50 m^2 .
- 500 años para puentes y obras con sección de desagüe superior a 50 m^2 .

3.6.2. Características de las cuencas drenadas

A continuación, se describirán las características de las cuencas interceptadas drenadas, con su superficie, longitud y desnivel. Con estas características y lo descrito en apartados anteriores se procederá al cálculo de los caudales de proyecto con los que dimensionaremos las obras de drenaje transversal.

CUENCA	Area (m²)	Area (Km²)	Longitud Cauce (Km)	Cota inicio (msnm)	Cota final (msnm)	Desnivel cuenca (m)	Pendiente i (m/m) cuenca	Tc (minutos)				Pre diaria (mm)	Id	I (mm/h)	Kt	P'0 (Grupo C)	Beta (Reg12)	Ft (Reg12, T25)	P0	C (coeficiente escorrentía)	Q (m³/s) T=25 años	Q (m³/s) T=100 años
								Norma española	California culverts practice (1942)	Kipirch (1940)	Promedio											
C-01	28.800,00	0,03	282,00	65,00	0,23	9,09	2,65	2,64	15,00	128,02	5,33	98,55	1,68	20,00	0,60	1,15	13,80	0,65	0,86	28.800,00	0,03	
C-02	4.800,00	0,00	157,00	40,00	0,25	5,71	1,62	1,62	15,00	128,02	5,33	98,55	1,68	19,00	0,60	1,15	13,11	0,67	0,15	4.800,00	0,00	
C-03	600,00	0,00	53,00	15,00	0,28	2,45	0,68	0,67	15,00	128,02	5,33	98,55	1,68	20,00	0,60	1,15	13,80	0,65	0,02	600,00	0,00	
C-04	7.019.000,00	7,02	5.490,00	577,58	0,11	100,73	35,23	35,12	100,73	128,02	5,03	33,71	1,96	25,00	0,60	1,15	17,25	0,56	71,51	7.019.000,00	7,02	105,56
C-05	3.900,00	0,00	108,00	15,00	0,14	4,83	1,54	1,53	15,00	128,02	5,33	98,55	1,68	17,00	0,60	1,15	11,73	0,70	0,13	3.900,00	0,00	
C-06	500,00	0,00	58,00	10,00	0,17	2,89	0,88	0,87	15,00	128,02	5,33	98,55	1,68	17,00	0,60	1,15	11,73	0,70	0,02	500,00	0,00	
C-07	5.500,00	0,01	154,00	25,00	0,16	6,13	1,90	1,90	15,00	128,02	5,33	98,55	1,68	17,00	0,60	1,15	11,73	0,70	0,18	5.500,00	0,01	
C-08	8.500,00	0,01	221,00	40,00	0,18	7,91	2,41	2,40	15,00	128,02	5,33	98,55	1,68	17,00	0,60	1,15	11,73	0,70	0,27	8.500,00	0,01	
C-09	18.000,00	0,02	275,00	60,00	0,22	9,01	2,65	2,64	15,00	128,02	5,33	98,55	1,68	17,00	0,60	1,15	11,73	0,70	0,58	18.000,00	0,02	
C-10	14.800,00	0,01	301,00	70,00	0,23	9,54	2,77	2,77	15,00	128,02	5,33	98,55	1,68	18,00	0,60	1,15	12,42	0,68	0,46	14.800,00	0,01	
C-11	34.200,00	0,03	413,00	90,00	0,22	12,28	3,63	3,62	15,00	128,02	5,33	98,55	1,68	18,00	0,60	1,15	12,42	0,68	1,07	34.200,00	0,03	
C-12	20.900,00	0,02	409,00	90,00	0,22	12,16	3,59	3,58	15,00	128,02	5,33	98,55	1,68	18,00	0,60	1,15	12,42	0,68	0,66	20.900,00	0,02	
C-13	7.100,00	0,01	185,00	40,00	0,22	6,68	1,96	1,96	15,00	128,02	5,33	98,55	1,68	18,00	0,60	1,15	12,42	0,68	0,22	7.100,00	0,01	
C-14	93.800,00	0,09	675,00	130,00	0,19	18,26	5,56	5,54	18,26	128,02	5,33	89,52	1,73	18,00	0,60	1,15	12,42	0,68	2,75	93.800,00	0,09	
C-15	9.400,00	0,01	284,00	80,00	0,28	8,80	2,46	2,46	15,00	128,02	5,33	98,55	1,68	18,00	0,60	1,15	12,42	0,68	0,29	9.400,00	0,01	
C-16	19.900,00	0,02	492,00	110,00	0,22	13,96	4,11	4,10	15,00	128,02	5,33	98,55	1,68	18,00	0,60	1,15	12,42	0,68	0,62	19.900,00	0,02	
C-17	9.200,00	0,01	287,00	80,00	0,28	8,89	2,49	2,49	15,00	128,02	5,33	98,55	1,68	18,00	0,60	1,15	12,42	0,68	0,29	9.200,00	0,01	
C-18	36.900,00	0,04	505,00	110,00	0,22	14,31	4,24	4,23	15,00	128,02	5,33	98,55	1,68	18,00	0,60	1,15	12,42	0,68	1,16	36.900,00	0,04	
C-19	103.300,00	0,10	1.163,00	190,00	0,16	28,48	9,00	8,97	28,48	128,02	5,33	71,54	1,82	18,00	0,60	1,15	12,42	0,68	2,56	103.300,00	0,10	
C-20	33.250,00	0,03	393,00	130,00	0,33	10,92	2,98	2,97	15,00	128,02	5,33	98,55	1,68	18,00	0,60	1,15	12,42	0,68	1,04	33.250,00	0,03	
C-21	85.700,00	0,09	573,00	190,00	0,33	14,54	3,97	3,96	15,00	128,02	5,33	98,55	1,68	31,00	0,60	1,15	21,39	0,50	1,97	85.700,00	0,09	
C-22	78.500,00	0,08	507,00	185,00	0,36	13,01	3,49	3,48	15,00	128,02	5,33	98,55	1,68	27,00	0,60	1,15	18,63	0,55	1,98	78.500,00	0,08	
C-23	63.200,00	0,06	547,00	185,00	0,34	13,98	3,81	3,79	15,00	128,02	5,33	98,55	1,68	28,00	0,60	1,15	19,32	0,54	1,56	63.200,00	0,06	
C-24	7.100,00	0,01	205,00	90,00	0,44	6,31	1,62	1,61	15,00	128,02	5,33	98,55	1,68	31,00	0,60	1,15	21,39	0,50	0,16	7.100,00	0,01	
C-25	28.100,00	0,03	500,00	180,00	0,36	12,91	3,47	3,46	15,00	128,02	5,33	98,55	1,68	31,00	0,60	1,15	21,39	0,50	0,65	28.100,00	0,03	
C-26	0,00	0,00	0,00	231,00	1,05	5,64	1,22	1,22	15,00	128,02	5,33	98,55	1,68	31,00	0,60	1,15	21,39	0,50	0,32	0,00	0,00	
C-27	9.400,00	0,01	170,00	95,00	0,56	5,23	1,28	1,27	15,00	128,02	5,33	98,55	1,68	31,00	0,60	1,15	21,39	0,50	0,22	9.400,00	0,01	
C-28	259.600,00	0,26	993,00	95,00	0,10	27,96	9,79	9,76	27,96	128,02	5,33	72,23	1,82	15,00	0,60	1,15	10,35	0,74	6,98	259.600,00	0,26	
C-29	1.300,00	0,00	64,00	15,00	0,23	2,94	0,84	0,84	15,00	128,02	5,33	98,55	1,68	8,00	0,60	1,15	5,52	0,88	0,05	1.300,00	0,00	
C-30	1.800,00	0,00	145,00	20,00	0,14	6,04	1,93	1,93	15,00	128,02	5,33	98,55	1,68	15,00	0,60	1,15	10,35	0,74	0,06	1.800,00	0,00	
C-31	25.200,00	0,03	288,00	95,00	0,33	8,63	2,34	2,34	15,00	128,02	5,33	98,55	1,68	25,00	0,60	1,15	17,25	0,58	0,67	25.200,00	0,03	
C-32	9.000,00	0,01	299,00	95,00	0,32	8,94	2,45	2,44	15,00	128,02	5,33	98,55	1,68	30,00	0,60	1,15	20,70	0,51	0,21	9.000,00	0,01	
C-33	49.700,00	0,05	408,00	100,00	0,25	11,90	3,44	3,43	15,00	128,02	5,33	98,55	1,68	29,00	0,60	1,15	20,01	0,52	1,20	49.700,00	0,05	
C-34	47.700,00	0,05	578,00	110,00	0,19	16,26	4,95	4,94	16,26	128,02	5,33	94,77	1,70	24,00	0,60	1,15	16,56	0,59	1,26	47.700,00	0,05	
C-35	22.300,00	0,02	199,00	65,00	0,33	6,53	1,77	1,76	15,00	128,02	5,33	98,55	1,68	25,00	0,60	1,15	17,25	0,58	0,59	22.300,00	0,02	
C-36	43.200,00	0,04	205,00	65,00	0,32	6,71	1,83	1,83	15,00	128,02	5,33	98,55	1,68	25,00	0,60	1,15	17,25	0,58	1,14	43.200,00	0,04	
C-37	159.700,00	0,16	795,00	60,00	0,08	24,70	9,04	9,01	24,70	128,02	5,33	76,95	1,80	24,00	0,60	1,15	16,56	0,59	3,62	159.700,00	0,16	
C-38	15.000,00	0,02	306,00	125,00	0,41	8,68	2,26	2,26	15,00	128,02	5,33	98,55	1,68	23,00	0,60	1,15	15,87	0,60	0,42	15.000,00	0,02	

CUENCA	Area (m²)	Area (Km²)	Longitud Cauce (Km)	Cota inicio (msnm)	Cota final (msnm)	Desnivel cuenca (m)	Pendiente i (m/m) cuenca	Tc (minutos)				Pre diaria (mm)	Id	I (mm/h)	Kt	P'0 (Grupo C)	Beta (Reg12)	Ft (Reg12, T25)	P0	C (coeficiente escorrentía)	Q (m³/s) T=25 años	Q (m³/s) T=100 años
								Norma española	California culverts practice (1942)	Kipirch (1940)	Promedio											
C-39	12.200,00	0,01	227,00	40,00	0,18	8,11	2,48	2,48	15,00	128,02	5,33	98,55	1,68	23,00	0,60	1,15	15,87	0,60	0,34	12.200,00	0,01	
C-40	14.120.000,00	14,12	6.592,00	721,00	0,11	114,90	39,95	39,83	114,90	128,02	4,93	30,53	1,96	29,00	0,60	1,15	20,01	0,50	116,70	14.120.000,00	14,12	175,83
C-41	59.300,00	0,06	285,00	50,00	0,18	9,65	2,97	2,96	15,00	128,02	5,33	98,55	1,68	22,00	0,60	1,15	15,18	0,62	1,69	59.300,00	0,06	
C-42	208.000,00	0,21	858,00	250,00	0,29	20,25	5,70	5,68	20,25	128,02	5,33	85,05	1,75	25,00	0,60	1,15	17,25	0,58	4,96	208.000,00	0,21	
C-43	2.500,00	0,00	192,00	310,00	1,61	4,69	0,93	0,93	15,00	128,02	5,33	98,55	1,68	18,00	0,60	1,15	12,42	0,68	0,08	2.500,00	0,00	
C-44	173.800,00	0,17	814,00	320,00	0,39	18,38	4,88	4,86	18,38	128,02	5,33	89,24	1,73	8,00	0,60	1,15	5,52	0,88	6,54	173.800,00	0,17	
C-45	224.500,00	0,22	1.042,00	30,00	0,03	36,44	16,14	16,09	36,44	128,02	5,33	62,90	1,86	8,00	0,60	1,15	5,52	0,88	6,41	224.500,00	0,22	
C-46	12.300,00	0,01	186,00	100,00	0,54	5,64	1,39	1,38	15,00	128,02	5,33	98,55	1,68	8,00	0,60	1,15	5,52	0,88	0,50	12.300,00	0,01	
C-47	39.300,00	0,04	556,00	330,00	0,59	12,72	3,10	3,09	15,00	128,02	5,33	98,55	1,68	18,00	0,60	1,15	12,42	0,68	1,23	39.300,00	0,04	
C-48	163.400,00	0,16	556,00	320,00	0,58	12,80	3,14	3,13	15,00	128,02	5,33	98,55	1,68	18,00	0,60	1,15	12,42	0,68	5,13	163.400,00	0,16	
C-49	126.400,00	0,13	700,00	570,00	0,81	14,27	3,28	3,27	15,00	128,02	5,33	98,55	1,68	18,00	0,60	1,15	12,42	0,68	3,97	126.400,00	0,13	

Tabla 4. Características de las cuencas drenadas

4. DRENAJE

Se definirán las obras de drenaje de paso transversal existente, comprobándose si son suficientes, hay que ampliar alguna, o hacer alguna nueva.

4.1. CRITERIOS DE DISEÑO

Para el dimensionamiento del drenaje se siguen los siguientes criterios con los que se procederá al dimensionamiento de los distintos elementos de las redes de drenaje.

- Se separan las aguas provenientes de calzada de las de cuencas adyacentes, para lo que será necesario disponer de sistemas de drenaje independientes.
- Las aguas de calzada serán tratadas antes de su vertido a cauces naturales.
- Las aportaciones a las cunetas provienen de las calzadas, desmontes, y de pequeñas cuencas naturales o intercuenas interceptadas. El dimensionamiento hidráulico de cunetas y colectores se basa en los caudales generados para el periodo de retorno de 25 años.
- Se ha limitado a 6 m/s la velocidad máxima en colectores y cunetas de hormigón en situación de avenidas.
- Los caños (obras transversales del drenaje longitudinal) y colectores se han tratado de dimensionar de tal forma que el caudal correspondiente al período de retorno considerado no ocupe más del 75 % de la sección.
- Los colectores se proyectan íntegramente en tubería de hormigón, con un coeficiente de rugosidad de Manning igual a 0.013. El diámetro mínimo adoptado para ellos es de 400 mm, disponiéndose arquetas con distancia máxima entre ellas de 50 m.

4.2. OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL

A lo largo de la traza, donde se solape con la carretera existente, se numerarán correlativamente según el avance de PK's. Se han comprobado las obras de drenaje transversal existentes y aquellas que tengan una sección hidráulica insuficientes se repondrán con un diámetro superior, el cual se calcula posteriormente. En el Apéndice 2: Inventario obras de drenaje transversal se enumeran las obras de drenaje existentes.

Al resto de obras de drenaje se les dará continuidad en la ampliación de la calzada.

Además, se ha tratado de separar el agua de calzada, anulando aquellas ODTs que vertían directamente al río.

Se crean obras de drenaje transversales en los lugares donde es necesario evacuar el agua de las cunetas.

CUENCA	Código	PK Final	pk proyecto	Z _i	Z _r	Pendiente	D. transversal tipo	Sec. 1 num. tubos	Sec. 1 diámetro (cm)	Sec. 1 ancho (cm)	Sec. 1 alto (cm)	Sec. 1 longitud (m)	SECCIÓN DE DESAGÜE (m2)	Periodo de retorno	Caudal (m3/seg)	VERIFICACIÓN	Q _{max}	Velocidad (v) (m/s)	Area Mojada (m2)	P _m (m)	Ángulo (rad)	R _h
C-01	DRCO-2646	55061	1180	2,26	2,24	0,020	Tajea	1		50	70	13	0,350	25	0,860	CUMPLE	0,874	3,330	0,263	1,550		0,169
C-02	DRCO-2647	55136	1255	2,10	2,50	0,044	Caño	1	50			9	0,196	25	0,147	CUMPLE	0,591	4,010	0,147	1,198	4,790	0,123
C-03	DRCO-2612	55153	1272	2,10	2,50	0,044	Caño	1	50			9	0,196	25	0,018	CUMPLE	0,591	4,010	0,147	1,198	4,790	0,123
C-04	DRCO-2648	55210	1329			0,010	Pontón	1		500	420	10	21,000	100	71,510	CUMPLE	80,952	3,855	21,000	13,400		1,567
C-05	DRCO-2613	55324	1442	1,50	1,90	0,057	Caño	1	60			7	0,283	25	0,125	CUMPLE	1,089	5,135	0,212	1,437	4,790	0,148
C-06	DRCO-2614	55340	1459	1,05	1,04	0,001	Tajea	1		50	50	10	0,250	25	0,016	CUMPLE	0,129	0,687	0,188	1,250		0,150
C-07	DRCO-2615	55404	1523	1,10		0,138	Caño	1	60			8	0,283	25	0,177	CUMPLE	1,272	6,000	0,212	1,437	4,790	0,148
C-08	DRCO-2616	55461	1580			0,010	Caño	1	60			7	0,283	25	0,273	CUMPLE	0,456	2,148	0,212	1,437	4,790	0,148
C-09	DRCO-2617	55485	1604	1,00	1,20	0,025	Caño	1	60			8	0,283	25	0,579	CUMPLE	0,720	3,396	0,212	1,437	4,790	0,148
C-10	DRCO-2618	55545	1664	1,25	1,40	0,019	Caño	1	60			8	0,283	25	0,464	CUMPLE	0,624	2,941	0,212	1,437	4,790	0,148
C-11	DRCO-2619	55580	1699	1,15	1,40	0,036	Caño	1	60			7	0,283	25	1,073	NO CUMPLE	0,861	4,060	0,212	1,437	4,790	0,148
C-12	DRCO-2620	55617	1736	1,50	1,70	0,029	Caño	1	60			7	0,283	25	0,656	CUMPLE	0,770	3,631	0,212	1,437	4,790	0,148
C-13	DRCO-2621	55656	1772	1,20	1,700	0,036	Caño	1	60			14	0,283	25	0,223	CUMPLE	0,861	4,060	0,212	1,437	4,790	0,148
C-14	DRCO-2622	55912	2028	1,20	1,50	0,027	Caño	1	60			11	0,283	25	2,755	NO CUMPLE	0,752	3,547	0,212	1,437	4,790	0,148
C-15	DRCO-2623	55979	2098	1,05	1,70	0,036	Caño	1	60			18	0,283	25	0,295	CUMPLE	0,866	4,082	0,212	1,437	4,790	0,148
C-16	DRCO-2624	56055	2174	1,10	1,23	0,019	Caño	1	60			7	0,283	25	0,624	NO CUMPLE	0,621	2,927	0,212	1,437	4,790	0,148
C-17	DRCO-2625	56095	2214	1,05	1,23	0,026	Caño	1	60			7	0,283	25	0,289	CUMPLE	0,730	3,445	0,212	1,437	4,790	0,148
C-18	DRCO-	56203	2322	0,95	1,53	0,097	Caño	1	60			6	0,283	25	1,158	CUMPLE	1,272	6,000	0,212	1,437	4,790	0,148

CUENCA	Código	PK Final	pk proyecto	Z _i	Z _r	Pendiente	D. transversal tipo	Sec. 1 num. tubos	Sec. 1 diámetro (cm)	Sec. 1 ancho (cm)	Sec. 1 alto (cm)	Sec. 1 longitud (m)	SECCIÓN DE DESAGÜE (m2)	Periodo de retorno	Caudal (m3/seg)	VERIFICACIÓN	Qmax	Velocidad (v) (m/s)	Area Mojada (m2)	P _m (m)	Ángulo (rad)	R _n
	2649																					
C-19	DRCO-2650	56324	2443	1,50	1,40	0,011	Tajea	1		50	70	9	0,350	25	2,558	NO CUMPLE	0,652	2,482	0,263	1,550		0,169
C-20	DRCO-2651	56493	2635	0,95	1,50	0,023	Caño	1	60			24	0,283	25	1,043	NO CUMPLE	0,690	3,252	0,212	1,437	4,790	0,148
C-21	DRCO-9820	56633	2752	1,55	2,00	0,025	Caño	1	80			18	0,503	25	1,972	NO CUMPLE	1,551	4,114	0,377	1,916	4,790	0,197
C-22	DRCO-9818	56792	2911	1,30	2,00	0,047	Caño	1	50			15	0,196	25	1,981	NO CUMPLE	0,605	4,109	0,147	1,198	4,790	0,123
C-23	DRCO-9819	56938	3057	2,00	2,40	0,044	Caño	2	60			9	0,283	25	1,558	NO CUMPLE	0,960	4,529	0,212	1,437	4,790	0,148
C-24	DRCO-9821	57048	3167	1,10	2,20	0,157	Caño	1	50			7	0,196	25	0,163	CUMPLE	0,884	6,000	0,147	1,198	4,790	0,123
C-25	DRCO-9822	57099	3218	1,10	2,20	0,157	Caño	1	50			7	0,196	25	0,647	CUMPLE	0,884	6,000	0,147	1,198	4,790	0,123
C-26	DRCO-9823	57150	3269	1,20	1,80	0,075	Caño	1	50			8	0,196	25	5,084	NO CUMPLE	0,767	5,210	0,147	1,198	4,790	0,123
C-27	DRCO-9824	57230	3349	1,55	2,40	0,121	Caño	1	50			7	0,196	25	0,318	CUMPLE	0,884	6,000	0,147	1,198	4,790	0,123
C-28	DRCO-9825	57299	3418	1,50	2,40	0,113	Caño	1	60			8	0,283	25	0,467	CUMPLE	1,272	6,000	0,212	1,437	4,790	0,148
C-29	DRCO-9826	57379	3498	1,20	1,60	0,050	Caño	1	60			8	0,283	25	0,052	CUMPLE	1,019	4,803	0,212	1,437	4,790	0,148
C-30	DRCO-9827	57446	3565	1,10	1,75	0,081	Caño	1	60			8	0,283	25	0,061	CUMPLE	1,272	6,000	0,212	1,437	4,790	0,148
C-31	DRCO-9828	57545	3664	1,10	1,50	0,067	Caño	1	60			6	0,283	25	0,666	CUMPLE	1,176	5,546	0,212	1,437	4,790	0,148
C-32	DRCO-9829	57607	3726	0,95	1,40	0,064	Caño	1	60			7	0,283	25	0,212	CUMPLE	1,155	5,446	0,212	1,437	4,790	0,148
C-33	DRCO-9830	57643	3762	1,15	1,50	0,050	Caño	1	60			7	0,283	25	1,197	NO CUMPLE	1,019	4,803	0,212	1,437	4,790	0,148
C-34	DRCO-9831	57767	3886	1,30	1,60	0,033	Caño	1	60			9	0,283	25	1,258	NO CUMPLE	0,832	3,922	0,212	1,437	4,790	0,148
C-35	DRCO-8915	57925	4044			0,010	Caño	1	60			10	0,283	25	0,590	NO CUMPLE	0,456	2,148	0,212	1,437	4,790	0,148

CUENCA	Código	PK Final	pk proyecto	Z _i	Z _r	Pendiente	D. transversal tipo	Sec. 1 num. tubos	Sec. 1 diámetro (cm)	Sec. 1 ancho (cm)	Sec. 1 alto (cm)	Sec. 1 longitud (m)	SECCIÓN DE DESAGÜE (m2)	Periodo de retorno	Caudal (m3/seg)	VERIFICACIÓN	Qmax	Velocidad (v) (m/s)	Area Mojada (m2)	P _m (m)	Ángulo (rad)	R _n
C-36	DRCO-2656	58039	4158	2,60	3,00	0,040	Tajea	1		50	70	10	0,350	25	1,143	CUMPLE	1,236	4,709	0,263	1,550		0,169
C-37	DRCO-9832	58227	4346	1,20	1,60	0,036	Caño	1	60			11	0,283	25	0,406	CUMPLE	0,869	4,096	0,212	1,437	4,790	0,148
C-38	DRCO-9833	58293	4412	2,35	3,00	0,033	Caño	1	60			20	0,283	25	3,910	NO CUMPLE	0,821	3,873	0,212	1,437	4,790	0,148
C-39	DRCO-9834	58357	4476	1,10	2,50	0,117	Caño	1	60			12	0,283	25	0,338	CUMPLE	1,272	6,000	0,212	1,437	4,790	0,148
C-40	DRCO-2657	58531	4650	7,00	7,50	0,050	Pontón	1		400	500	10	20,000	100	116,700	CUMPLE	162,075	8,104	20,000	14,000		1,429
C-41	DRCO-9835	58610	4729	1,00	1,50	0,056	Caño	1	60			9	0,283	25	1,686	NO CUMPLE	1,074	5,063	0,212	1,437	4,790	0,148
C-42	DRCO-9836	58959	5078	1,00	1,50	0,056	Caño	1	60			9	0,283	25	4,962	NO CUMPLE	1,074	5,063	0,212	1,437	4,790	0,148
C-43	DRCO-9837	59121	5240	1,00	1,40	0,044	Caño	1	60			9	0,283	25	6,018	NO CUMPLE	0,960	4,529	0,212	1,437	4,790	0,148
C-44	DRCO-9838	59263	5382	1,00	1,30	0,038	Caño	1	60			8	0,283	25	6,539	NO CUMPLE	0,882	4,160	0,212	1,437	4,790	0,148
C-45	DRCO-9839	59345	5464	1,10	1,40	0,038	Caño	1	60			8	0,283	25	0,101	CUMPLE	0,882	4,160	0,212	1,437	4,790	0,148
C-46	DRCO-9840	59527	5646	1,00	2,00	0,111	Caño	1	60			9	0,283	25	0,496	CUMPLE	1,272	6,000	0,212	1,437	4,790	0,148
C-47	DRCO-2658	59693	5812	1,15	1,25	0,014	Caño	1	40			7	0,126	25	5,126	NO CUMPLE	0,185	1,959	0,094	0,958	4,790	0,098
C-48	DRCO-9841	59869	5988	1,20	1,50	0,038	Caño	1	60			8	0,283	25	1,233	NO CUMPLE	0,882	4,160	0,212	1,437	4,790	0,148
C-49	DRCO-9842	60119	6238	1,30	1,50	0,025	Caño	1	60			8	0,283	25	3,965	NO CUMPLE	0,720	3,396	0,212	1,437	4,790	0,148

Tabla 5. Cálculo del drenaje transversal existente

4.2.1. ODTs- Paso de fauna

Se ha previsto la adaptación de 3 obras de drenaje como nuevos pasos de fauna. Los cuales consisten en adaptar tres tubos de hormigón de diámetro 1500, con banquetta lateral de hormigón de medio metro de ancho y formación de rampa de acceso a ambos lados del paso sostenida con muro krainer simple reforzado con empalizada estaquillada en los siguientes Pks del eje principal:

- PK 3+060
- PK 3+965
- PK 4+440

4.3. REDES DE AGUAS LIMPIAS

Las redes de aguas limpias se han definido a partir de las subcuencas obtenidas a partir de los puntos altos y bajos de los taludes generados. En el plano se definen las subcuencas. Una vez obtenidas las subcuencas se han calculado los caudales con un periodo de retorno de 25 años y 100 años.

Las redes de aguas limpias discurren en varios tramos de la traza en un colector paralelo al colector bajo cuneta que recoge el agua superficial sucia de la plataforma. De esta forma se evita que las aguas limpias se ensucien evitando el paso de estas por la arqueta desarenadora.

El agua superficial de las distintas subcuencas es recogida por las cunetas de guarda, las cuales se definirán en los planos de detalles de drenaje. Los cálculos de las distintas cunetas se incluyen en el apéndice 8.1. Para el dimensionamiento hidráulico de las cunetas se ha considerado la fórmula de Manning:

$$i = \frac{n^2 \cdot v^2}{R_h^{4/3}}$$

De acuerdo con esto, se obtiene el valor de la velocidad en función de la pendiente:

$$v = \frac{R_h^{2/3} \cdot i^{1/2}}{n}$$

Por continuidad: $Q = v \cdot S$

con lo que se obtiene el valor del caudal en función de la pendiente:

$$Q = \frac{R_h^{2/3} \cdot i^{1/2} \cdot S}{n}$$

Siendo:

i: pendiente (tanto por uno)

n: coeficiente de rugosidad de Manning

v: velocidad (m/s)

S: Superficie mojada (m²)

P: perímetro mojado (m)

R_h: Radio hidráulico (m)

Q: caudal (m³/s)

Para el coeficiente de rugosidad de Manning, se han tomado los siguientes valores:

- 0.013 para cunetas revestidas de hormigón
- 0.035 para cunetas con obstáculos (con piedras al tresbolillo embebidas en el hormigón)

4.3.1. Bajantes escalonadas escolleras y encachadas

Se dispondrán bajantes en los tramos de desmonte, en los que, debido a su gran desnivel, no sea posible poner un colector, para conducir el caudal recogido hacia algún otro elemento o hacia el cauce natural.

La principal función de una bajante es salvar, bajo control, un desnivel importante, esto se consigue mediante la sucesión de saltos verticales alcanzando la velocidad crítica al pasar por cada labio de rebose e inmediatamente queda amortiguada con la sumersión del chorro en el siguiente cuenco.

4.3.2. Arqueta desarenadora desengrasadora

Se emplea una arqueta desarenadora desengrasadora en el PK 1+742 dado que no se cuenta con espacio suficiente para construir un lecho de arena. Uno de los objetivos del drenaje transversal es alterar lo mínimo posible el régimen hidráulico de la corriente existente, pero no es éste el único objetivo que se persigue, también se trata de que el agua alcance el cauce natural sin que la presencia de la vía produzca en ella alteraciones cualitativas.

El empleo de las arquetas desarenadoras desengrasadoras se justifica por la necesidad de eliminar tanto los sólidos en suspensión (partículas de tamaño mayor a 1 mm), como los aceites y grasas que, originados por el tránsito de los vehículos, se depositan en la calzada y son arrastrados hacia el cauce natural.

Las distintas redes de drenaje se completan por lo tanto con la colocación de unas arquetas especiales desarenadoras desengrasadoras en aquellos puntos de vertido que incluyan aguas provenientes de la calzada.

Se diseñan redes separativas recogiendo unas las aguas limpias y otras el agua de plataforma. Algunas de las redes que recogen agua de la calzada recogen también pequeñas cantidades de agua proveniente del terreno de modo que el caudal extra que debe ser tratado en las arquetas no es importante.

Se sitúa una arqueta desarenadora desengrasadora al final de la red de drenaje, siempre que el vertido se produzca al cauce natural y siempre que lleve aguas de la calzada.

En este proyecto se emplean diferentes tipos de arquetas:

- **Arquetas de drenaje** convencionales, esta se emplean para desaguar las aguas de la carretera, donde únicamente interfiere con la traza.
- **Arquetas de escape de anfibios**, en la mayor parte del drenaje se han empleado este tipo de arquetas las cuales al no presentar las paredes verticales permiten el escape de anfibios.
- **Arquetas hidrodinámicas** en los tres puntos de vertido a arroyos, se emplea un sistema de arquetas capaz de remover residuos flotantes, sólidos sedimentables e hidrocarburos. De manera que se tratan las aguas que llegan a los arroyos.

4.4. OBRAS DE DRENAJE LONGITUDINAL

En el “Apéndice 1: Inventario obras de drenaje longitudinal”, se realiza una descripción del drenaje longitudinal existente, el cual se aprovecha o se repone en las a zonas donde la plataforma proyectada se comparte con la existente.

El drenaje longitudinal se resuelve mediante dispositivos superficiales (cunetas de plataforma y cunetas de pie de terraplén) cuyos costes de construcción y conservación son inferiores a los dispositivos enterrados.

Las cunetas actúan como elementos de intercepción, recibiendo lateralmente el agua aportada por las cuencas o subcuencas adyacentes o en su caso el agua procedente de la calzada. A través de ellas es conducida hasta las obras de drenaje transversal.

Las características de las cunetas vienen condicionadas por el resto de los elementos de la sección tipo. Su trazado en planta, pendientes, dimensiones, taludes, materiales superficiales, etc., se adecua a la carretera y su obra de infraestructura.

El drenaje longitudinal de la plataforma está constituido por un conjunto de cunetas que, en régimen hidráulico de lámina libre, recogen, canalizan y evacuan a los cauces u obras de drenaje transversal, las escorrentías de la propia plataforma y de los taludes que, de forma más o menos difusa, vierten hacia ella.

Se sustituirá el drenaje existente que es afectado por las modificaciones de mejora del trazado, aprovechándose allí donde sea posible.

Para el dimensionamiento de la nueva red de drenaje longitudinal, se tratarán los siguientes puntos:

- • Método de cálculo empleado
- • Secciones tipo utilizadas
- • Caudales de diseño de cada elemento
- • Dimensionamiento de los elementos del drenaje longitudinal

El desmonte lleva una cuneta entre él mismo y la plataforma, cuya misión es interceptar y conducir el agua que escurre por el talud de la trinchera y que recibe la calzada cuando el peralte de la misma, hace que ésta sea tributaria. Esta cuneta se ejecuta siempre revestida para asegurar un mejor mantenimiento de la misma.

Siguiendo la normativa vigente, se estudian los criterios expuestos en la Norma 5.2-IC “Drenaje Superficial” en su epígrafe 3.2.2., Resguardos de la calzada, es que indica que:

- El resguardo de la lámina de agua respecto a la calzada será mayor o igual a 5 centímetros.
- La lámina de agua no debe alcanzar el arcén

4.4.1. Diseño de la red de drenaje longitudinal

El drenaje longitudinal se resuelve mediante cunetas de hormigón de anchuras de un metro, de tipo asimétrico para la calzada, a excepción de los cunetones en los grandes desmontes. El agua de los desmontes se recoge mediante cunetas en cabeza de talud trapezoidales de un metro de anchura en la parte superior, medio metro de anchura en la parte inferior y una altura de medio metro.

En los casos de la recogida separativa, se disponen caces o bordillos circular emplazados en las bermas.

4.4.2. Determinación del caudal de diseño de cada elemento

Para cada elemento del drenaje longitudinal se ha obtenido el caudal de diseño como la suma de:

El caudal procedente del terreno. Para cada elemento se indicará qué cuencas recoge, y el caudal correspondiente a cada una de ellas.

- El caudal procedente de la plataforma. Para cada elemento se indica qué superficie de plataforma drenará; el caudal se obtendrá multiplicando esa superficie por el caudal de escorrentía unitario.
- El caudal procedente de taludes. Para cada elemento se indica qué superficie de taludes drenará; el caudal se obtendrá multiplicando esa superficie por el caudal de escorrentía unitario.
- El caudal procedente de otros elementos de drenaje que desemboquen en él.

Para cada cuneta se ha tomado como caudal de diseño el caudal máximo que pueda recoger.

El periodo de retorno considerado en el cálculo es T = 25 años, según prescribe la Instrucción 5.2-IC.

Además, se han realizado comprobaciones para los criterios de validez considerados que son:

	Cunetas hormigón	Cunetas de tierra
Velocidad máx. admisible (m/s)	4,50	1,50

La condición de velocidad se ha comprobado con la pendiente máxima.

4.4.3. Determinación de la pendiente

Cada cuneta se ha dimensionado teniendo en cuenta las pendientes mínima y máxima que presente en toda su longitud. En aquellos elementos de drenaje que discurren paralelos a la vía o los viales, se ha supuesto que la pendiente del elemento de drenaje coincide en todo momento con la del eje, salvo en casos especiales en los que se ha definido una específica.

En el caso de colectores, la determinación de la pendiente viene definida según la pendiente de la rasante de proyecto al igual que las cunetas.

4.4.4. Determinación de la velocidad y el calado

La velocidad y el calado en los elementos de drenaje se obtienen mediante la fórmula de Manning:

$$V = \frac{Q}{A} = 1/n \times I^{1/2} \times R^{2/3}$$

Dónde:

Q = caudal de diseño del elemento de drenaje para T= 25 años (m3/s)

A = sección mojada (m2)

n = coeficiente de rugosidad de Manning (adimensional). Se han adoptado los siguientes valores:
Hormigón: n = 0,015

R = radio hidráulico (m)

I = pendiente (m/m)

Las cunetas de calzada son las siguientes:

Cuneta Lado izquierdo:

Perfil	Cota	Pen %	b	h	n	P _m (m)	R _h	v (m/s)	Area Mojada (m2)	Q _{max} (m3/s)
1790	147,579									
1800	147,717	-1,387	1	0,15	0,015	1,15	0,065	1,272	0,075	0,0954
1810	147,915	-1,977	1	0,15	0,015	1,15	0,065	1,518	0,075	0,1139
1820	148,122	-2,066	1	0,15	0,015	1,15	0,065	1,552	0,075	0,1164
1830	148,328	-2,066	1	0,15	0,015	1,15	0,065	1,552	0,075	0,1164
1840	148,536	-2,078	1	0,15	0,015	1,15	0,065	1,557	0,075	0,1167
1850	148,746	-2,096	1	0,15	0,015	1,15	0,065	1,5637	0,075	0,1172
1860	148,955	-2,096	1	0,15	0,015	1,15	0,065	1,563	0,075	0,1172
1870	149,165	-2,096	1	0,15	0,015	1,15	0,065	1,563	0,075	0,1172
1880	149,374	-2,096	1	0,15	0,015	1,15	0,065	1,563	0,075	0,1172
1890	149,394	-0,197	1	0,15	0,015	1,15	0,065	0,479	0,075	0,0359
1900	149,191	2,03	1	0,15	0,015	1,15	0,065	1,538	0,075	0,1154 2

Cuneta Lado derecho:

Perfil	Cota	Pen %	b	h	n	P _m (m)	R _h	V (m/s)	Area Mojada (m2)	Q _{max} (m3/s)
1000	166,880									
1010	166,395	4,850	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	2,379	0,075	0,178
1020	165,910	4,850	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	2,379	0,075	0,178
1030	165,425	4,850	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	2,379	0,075	0,178
1040	164,940	4,849	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	2,379	0,075	0,178

Perfil	Cota	Pen %	b	h	n	P _m (m)	R _h	V (m/s)	Area Mojada (m2)	Q _{max} (m3/s)
1050	164,305	6,349	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	2,722	0,075	0,204
1060	163,820	4,850	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	2,379	0,075	0,178
1070	163,335	4,850	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	2,379	0,075	0,178
1100	161,880									
1110	161,395	4,850	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	2,379	0,075	0,178
1160	160,910	4,849	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	2,379	0,075	0,178
1360	151,900									
1370	151,660	2,401	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,674	0,075	0,126
1380	151,598	0,621	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,851	0,075	0,064
1390	151,501	0,968	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,063	0,075	0,080
1800	147,500									
1810	147,663	1,627	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,378	0,075	0,103
1820	147,822	1,598	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,365	0,075	0,102
1830	147,964	1,414	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,284	0,075	0,096
1840	148,105	1,414	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,284	0,075	0,096
1850	148,246	1,414	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,284	0,075	0,096
2220	141,282									
2230	141,150	1,326	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,244	0,075	0,093
2240	141,029	1,211	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,189	0,075	0,089
2250	140,918	1,107	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,136	0,075	0,085
2260	140,811	1,069	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,117	0,075	0,084
2270	140,703	1,076	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,120	0,075	0,084
2280	140,594	1,095	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,130	0,075	0,085
2290	140,483	1,113	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,140	0,075	0,085
2300	140,399	0,835	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,987	0,075	0,074

Perfil	Cota	Pen %	b	h	n	P _m (m)	Rh	V (m/s)	Area Mojada (m ²)	Q _{max} (m ³ /s)
2310	140,349	0,500	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,764	0,075	0,057
2320	140,299	0,500	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,764	0,075	0,057
2330	140,249	0,500	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,764	0,075	0,057
2340	140,227	0,218	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,504	0,075	0,038
2350	140,221	0,065	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,275	0,075	0,021
2360	140,213	0,077	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,300	0,075	0,022
2370	140,204	0,089	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,322	0,075	0,024
2380	140,194	0,102	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,345	0,075	0,026
2390	140,183	0,114	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,365	0,075	0,027
2400	140,159	0,235	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,524	0,075	0,039
2410	140,109	0,500	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,764	0,075	0,057
2420	140,059	0,500	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,764	0,075	0,057
2430	140,009	0,500	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,764	0,075	0,057
2440	139,959	0,500	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,764	0,075	0,057
2450	139,909	0,500	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,764	0,075	0,057
2460	139,849	0,603	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,839	0,075	0,063
2780	142,326									
2920	142,550	2,246	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,619	0,075	0,121
2930	142,776	2,259	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,623	0,075	0,122
2940	142,958	1,825	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,459	0,075	0,109
2950	143,098	1,391	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,274	0,075	0,096
3050	143,465									
3060	143,513	0,480	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,748	0,075	0,056
3070	143,538	0,255	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,545	0,075	0,041
3360	143,106									
3370	143,128	0,225	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,512	0,075	0,038

Perfil	Cota	Pen %	b	h	n	P _m (m)	Rh	V (m/s)	Area Mojada (m ²)	Q _{max} (m ³ /s)
3380	143,151	0,224	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,511	0,075	0,038
3390	143,176	0,258	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,549	0,075	0,041
3400	143,204	0,279	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,571	0,075	0,043
3410	143,232	0,279	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,571	0,075	0,043
3420	143,260	0,276	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,567	0,075	0,043
3510	143,168									
3520	142,954	2,143	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,581	0,075	0,119
3530	142,673	2,809	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,810	0,075	0,136
3540	142,328	3,448	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	2,006	0,075	0,150
3550	141,974	3,537	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	2,031	0,075	0,152
3560	141,686	2,888	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,836	0,075	0,138
3570	141,395	2,905	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,841	0,075	0,138
3660	138,648									
3670	138,342	3,055	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,888	0,075	0,142
3680	137,998	3,441	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	2,004	0,075	0,150
4120	122,656	1,018	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,090	0,075	0,082
4130	122,592	0,634	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,860	0,075	0,065
4140	122,567	0,249	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,539	0,075	0,040
4150	122,581	0,135	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,397	0,075	0,030
4160	122,633	0,520	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,779	0,075	0,058
4170	122,723	0,905	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,028	0,075	0,077
4180	122,852	1,289	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,226	0,075	0,092
4190	123,020	1,674	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,398	0,075	0,105
4200	123,225	2,058	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,550	0,075	0,116
4210	123,470	2,443	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,688	0,075	0,127
4220	123,753	2,828	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,816	0,075	0,136
4230	124,074	3,212	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,936	0,075	0,145

Perfil	Cota	Pen %	b	h	n	P _m (m)	Rh	V (m/s)	Area Mojada (m2)	Q _{max} (m3/s)
4240	124,432	3,584	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	2,045	0,075	0,153
4250	124,801	3,691	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	2,075	0,075	0,156
4260	125,170	3,691	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	2,075	0,075	0,156
4270	125,540	3,691	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	2,075	0,075	0,156
4280	125,904	3,641	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	2,061	0,075	0,155
4290	126,191	2,875	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,831	0,075	0,137
4300	126,379	1,875	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,479	0,075	0,111
4310	126,466	0,875	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,010	0,075	0,076
4320	126,454	0,125	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,382	0,075	0,029
4330	126,341	1,125	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,146	0,075	0,086
4340	126,129	2,125	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,575	0,075	0,118
4400	124,369	2,941	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,852	0,075	0,139
4410	124,075	2,941	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,852	0,075	0,139
4420	123,781	2,941	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,852	0,075	0,139
4460	122,641	2,626	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,750	0,075	0,131
4550	121,549	0,882	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,014	0,075	0,076
4560	121,460	0,882	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,014	0,075	0,076
4570	121,384	0,768	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,947	0,075	0,071
4580	121,340	0,432	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,710	0,075	0,053
4590	121,147	1,931	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,501	0,075	0,113
4600	121,106	0,415	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,696	0,075	0,052
4610	121,074	0,315	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,606	0,075	0,045
4620	121,069	0,054	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,251	0,075	0,019
4630	121,067	0,017	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,141	0,075	0,011
4940	127,051									
4950	127,216	1,644	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,385	0,075	0,104
4960	127,422	2,062	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,551	0,075	0,116

Perfil	Cota	Pen %	b	h	n	P _m (m)	Rh	V (m/s)	Area Mojada (m2)	Q _{max} (m3/s)
4970	127,651	2,293	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,636	0,075	0,123
4980	127,847	1,959	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,512	0,075	0,113
4990	128,010	1,626	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,377	0,075	0,103
5000	128,139	1,293	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,228	0,075	0,092
5010	128,235	0,959	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,058	0,075	0,079
5020	128,336	1,011	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,086	0,075	0,081
5030	128,421	0,850	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,996	0,075	0,075
5040	128,470	0,494	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,759	0,075	0,057
5050	128,484	0,137	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,400	0,075	0,030
5060	128,466	0,177	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,454	0,075	0,034
5070	128,413	0,529	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,786	0,075	0,059
5080	128,343	0,708	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,909	0,075	0,068
5090	128,272	0,708	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,909	0,075	0,068
5100	128,201	0,708	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,909	0,075	0,068
5110	128,141	0,602	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,838	0,075	0,063
5120	128,081	0,602	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,838	0,075	0,063
5130	128,020	0,602	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,838	0,075	0,063
5140	127,960	0,602	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,838	0,075	0,063
5150	127,900	0,602	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,838	0,075	0,063
5160	127,840	0,602	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,838	0,075	0,063
5170	127,769	0,708	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,909	0,075	0,068
5180	127,698	0,708	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,909	0,075	0,068
5190	127,627	0,708	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,909	0,075	0,068
5200	127,557	0,708	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,909	0,075	0,068
5210	127,556	0,008	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,097	0,075	0,007
5270	127,176	0,352	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,641	0,075	0,048
5280	127,142	0,340	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,630	0,075	0,047
5290	127,108	0,340	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,630	0,075	0,047
5300	127,074	0,340	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,630	0,075	0,047

Perfil	Cota	Pen %	b	h	n	P _m (m)	R _h	V (m/s)	Area Mojada (m ²)	Q _{max} (m ³ /s)
5310	127,040	0,340	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,630	0,075	0,047
5340	127,018									
5350	127,060	0,421	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,701	0,075	0,053
5380	127,218									
5390	127,280	0,619	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,850	0,075	0,064
5460	127,559									
5470	127,556	0,037	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,208	0,075	0,016
5480	127,489	0,666	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	0,881	0,075	0,066
5490	127,366	1,231	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,198	0,075	0,090
5500	127,222	1,436	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,294	0,075	0,097
5510	127,016	2,061	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,551	0,075	0,116
5520	126,777	2,390	1,000	0,150	0,015	1,150	0,065	1,670	0,075	0,125

5. COMPROBACIÓN HIDRÁULICA DE PUENTES EXISTENTES

5.1. PUENTE EL CALLEJO – PK 1+330

Se considera una sección cuadrada para tener en cuenta el resguardo necesario para la avenida de 500 años. La sección a considerar es de 5x4,2 metros.

Teniendo en cuenta la pluviometría de la zona y las características de la cuenca, se obtiene un caudal de proyecto de

Periodo de retorno (años)	Caudal de cálculo (m³/s)
250	82,57
100	72,06

Aplicando las fórmulas descritas en el apartado anterior, y teniendo en cuenta un coeficiente de Manning de 0,035, recomendado para ríos secundarios con piedras y vegetación escasa. Además, la pendiente del río en ese tramo es de 0.01 en tanto por uno.

El caudal máximo es de 80,95 m/s por lo que sí cumple la avenida de 100 años.

6. ESTUDIO DE INUNDABILIDAD

Dentro de las obras de adecuación de la carretera BI-630, objeto del presente proyecto, se incluye la modificación del puente, en la BI-630 entre el PK 4+637 y 4+722, para lo que es necesario ejecutar un nuevo paso sobre el río Rioseco.

Puesto que dicho río cuenta con una superficie de cuenca drenante de 13,5 km², superior a 1 km², la Agencia Vasca del Agua requiere la elaboración de un estudio hidráulico que permita ajustar el nuevo paso a las condiciones de inundabilidad reales de la zona.

El ámbito de estudio no se encuentra incluido en ninguna de la Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación de la CAPV, por lo que Ur Agentzia no cuenta con ningún modelo hidráulico que tomar como base. Es por ello, que se ha elaborado un estudio hidrológico e hidráulico completo.

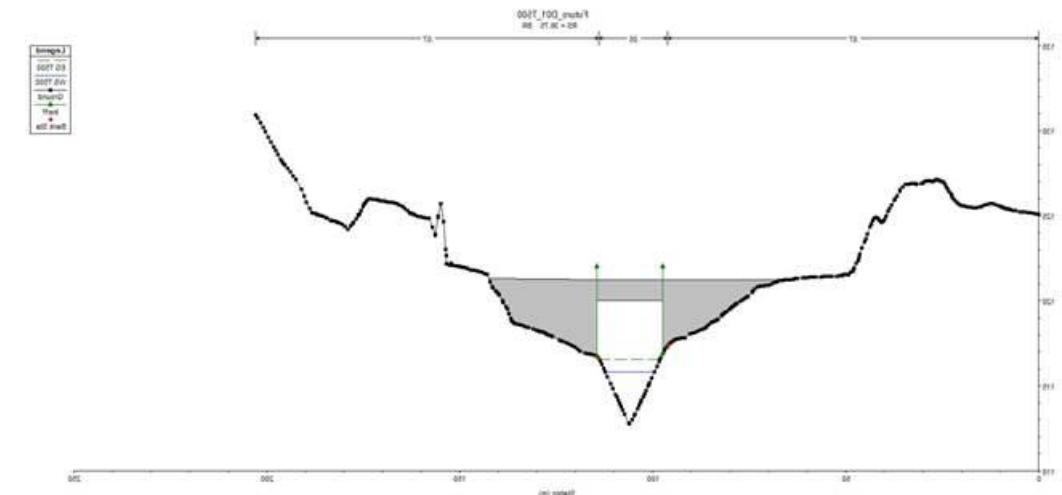
La finalidad de este estudio es obtener las cotas de lámina de agua y las manchas de inundación para las avenidas de 10, 100 y 500 años de periodo de retorno en la zona de estudio para las situaciones actual y futura. Con ellas será posible estudiar si el puente proyectado es adecuado, según las afecciones que provoca en el comportamiento hidráulico del río.

En estudio completo se encuentra en el apéndice Nº3 Estudio Hidrológico-hidráulico de Rioseco.

Del análisis hidrológico-hidráulico realizado y presentado se concluye que el nuevo paso

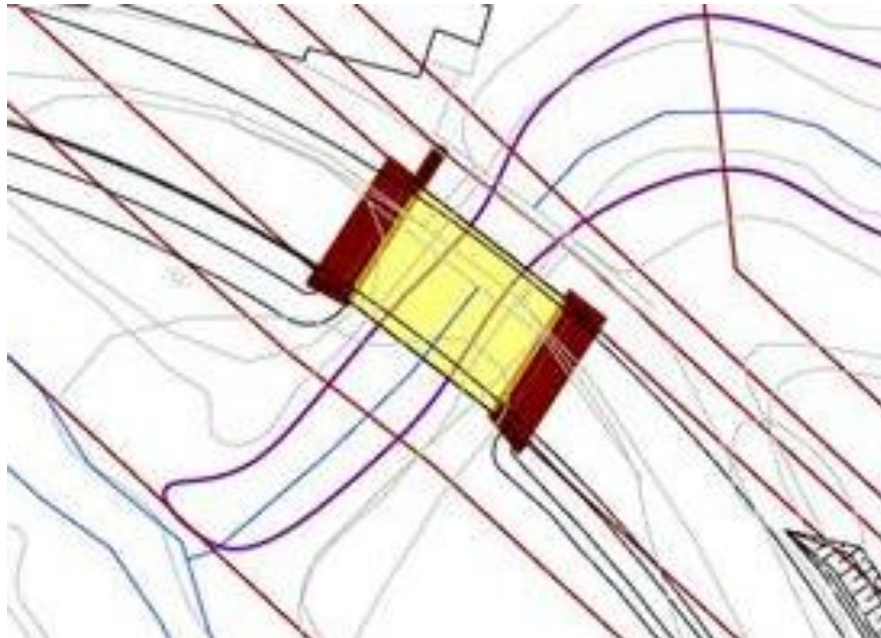
■ Gálbo

La cota inferior del nuevo tablero es de 120 metros, superior a la cota 117,06 metros correspondiente a la avenida de 500 años de periodo de retorno, por lo que el **resguardo es muy superior** al mínimo de un 1 m exigido por la normativa.



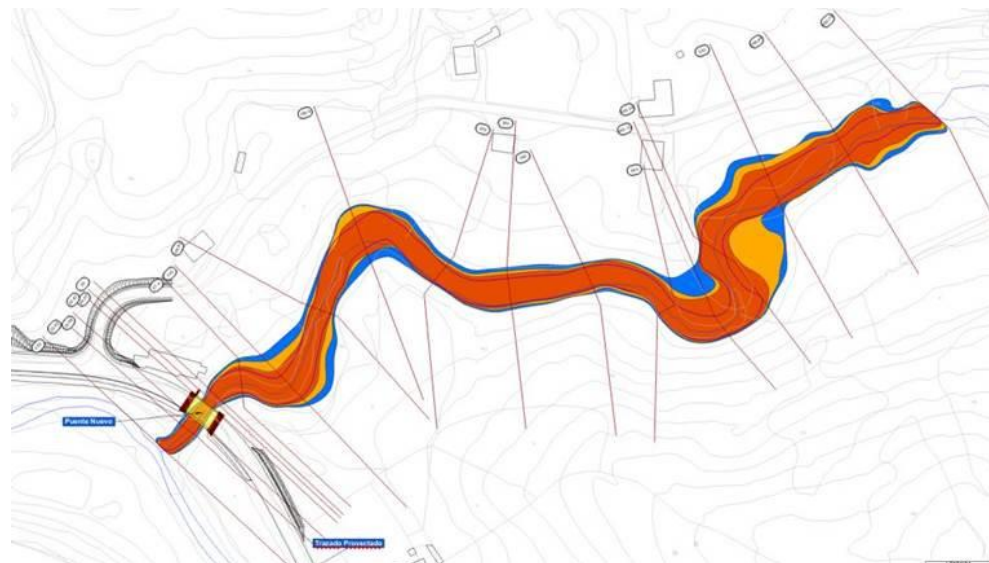
■ Zona de Flujo Preferente

Después de calcular la Zona de Flujo Preferente (línea morada), se comprueba que los estribos se sitúan **fuera de dicha zona**.



- Incremento de la Inundabilidad de la zona

No incrementa la inundabilidad de la zona (sobreelevación inferior a 10 centímetros para la avenida correspondiente a 500 años de periodo de retorno).



Por todo ello, según los requisitos exigidos por URA, se considera que **la nueva estructura es apta** desde el punto de vista hidráulico.

7. APÉNDICE 1: INVENTARIO OBRAS DE DRENAJE LONGITUDINAL

Código	Referencia	Á. Conservación	Carretera	Eje	PK Inicial	PK Final	pk inicial proyecto	PK final Proyecto	X Inicial	Y Inicial	X Final	Y Final	Longitud entre PKs(m)	Denominación	Tipo funcionalidad	Nodo Inicial	Nodo Inicial-Código	Z inicial	Nodo Final	Nodo Final-Código	Z final	Fecha última verificación 'in-situ'	D. longitudinal tipo	D. longitudinal material	D. longitudinal estado(ateramientos)	D. longitudinal estado (estructural)	Sec. 1 num. tubos	Sec. 1 diámetro (cm)	Sec. 1 ancho (cm)	Sec. 1 alto (cm)	Sec. 1 longitud (m)
DRCO-2660	27167-323	3	BI-630	BI-630_Tronco	55040	55061	1159,16	1180,16	472314,871	4786853,6	472295,75	4786851,58	21	CO-BI-630-055+040-01	Longitudinal	ND-BI-630-055+040-D-01	DRNO-5704	1,05	ND-BI-630-055+061-D-01	DRNO-5705		41396	Caño	Fábrica	Limpio		1	50			21
DRCO-2661	27174-324	3	BI-630	BI-630_Tronco	55232	55210	1351,16	1329,16	472143,215	4786800,1	472157,5	4786805,58	22	CO-BI-630-055+232-01	Longitudinal	ND-BI-630-055+232-D-01	DRNO-5711	1	ND-BI-630-055+210-D-01	DRNO-5710	1,5	41396	Tajea	Mampostería	Limpio	Bueno	1		60	80	8
DRCO-2663	27182-327	3	BI-630	BI-630_Tronco	55285	55305	1404,16	1424,16	472080,184	4786775,1	472066,03	4786771,08	20	CO-BI-630-055+285-01	Longitudinal	ND-BI-630-055+285-D-01	DRNO-5712		ND-BI-630-055+305-D-01	DRNO-5713		41396	Caño	PVC	Limpio		1	16			20
DRCO-2662	27181-326	3	BI-630	BI-630_Tronco	55305	55320	1424,16	1439,16	472066,028	4786771,1	472054,5	4786768,58	15	CO-BI-630-055+305-01	Longitudinal	ND-BI-630-055+305-D-01	DRNO-5713	0,25	ND-BI-630-055+320-D-01	DRNO-5714		41396	Caño	PVC	Limpio		1	16			15
DRCO-2664	27188-328	3	BI-630	BI-630_Tronco	55320	55323	1439,16	1442,16	472054,496	4786768,6	472048,43	4786766,58	3	CO-BI-630-055+320-01	Longitudinal	ND-BI-630-055+320-D-01	DRNO-5714	1,2	ND-BI-630-055+323-D-01	DRNO-5717	1,5	41396	Caño	Fábrica	Limpio		1	60			3
DRCO-2665	27194-329	3	BI-630	BI-630_Tronco	55387	55404	1506,16	1523,16	471986,934	4786767,6	471969,53	4786769,08	17	CO-BI-630-055+387-01	Longitudinal	ND-BI-630-055+387-D-01	DRNO-5718	0,25	ND-BI-630-055+404-D-01	DRNO-5719	1	41396	Tajea	Mampostería	Limpio	Bueno	1		30	15	8
DRCO-2666	27205-330	3	BI-630	BI-630_Tronco	55617	55604	1736,16	1723,16	471751,434	4786798,1	471767,5	4786795,58	13	CO-BI-630-055+617-01	Longitudinal	ND-BI-630-055+617-D-01	DRNO-5727	0,4	ND-BI-630-055+604-D-01	DRNO-5729	0,6	41396	Caño	PVC	Limpio		1	20			13
DRCO-2667	27226-331	3	BI-630	BI-630_Tronco	56324	56324	2443,16	2443,16	471193,621	4787163,1	471193,62	4787163,08	0	CO-BI-630-056+324-01	Longitudinal	ND-BI-630-056+324-D-01	DRNO-5744	0,7	ND-BI-630-056+324-D-01	DRNO-5744		41396	Caño	Fábrica	Limpio		1	40			8
DRCO-2653	27015-315	3	BI-630	BI-630_Tronco	56518	56528	2637,16	2647,16	471118,965	4787339,6	471115,59	4787347,58	10	CO-BI-630-056+518-01	Longitudinal	ND-BI-630-056+518-D-01	DRNO-5751	0,2	ND-BI-630-056+528-D-01	DRNO-5750		41396	Tajea	PVC	Limpio		1		35	12	10
DRCO-2654	27016-316	3	BI-630	BI-630_Tronco	56518	56508	2637,16	2627,16	471118,965	4787339,6	471123,72	4787329,58	10	CO-BI-630-056+518-01	Longitudinal	ND-BI-630-056+518-D-01	DRNO-5751		ND-BI-630-056+508-D-01	DRNO-5748		41396	Tajea	PVC	Limpio		1		35	12	10
DRCO-2668	27235-332	3	BI-630	BI-630_Tronco	56633	56633	2752,16	2752,16	471073,059	4787450,1	471073,06	4787450,08	0	CO-BI-630-056+633-01	Longitudinal	ND-BI-630-056+633-D-01	DRNO-5753	0,5	ND-BI-630-056+633-D-01	DRNO-5753		41396	Caño	Fábrica	Limpio		1	50			8
DRCO-2669	27271-334	3	BI-630	BI-630_Tronco	58039	58039	4158,16	4158,16	469976,028	4788133,6	469976,03	4788133,58	0	CO-BI-630-058+039-01	Longitudinal	ND-BI-630-058+039-D-01	DRNO-5775	0,5	ND-BI-630-058+039-D-01	DRNO-5775	2	41396	Caño	Fábrica	Limpio	Bueno	1	40			39
DRCO-2670	27278-335	3	BI-630	BI-630_Tronco	58357	58357	4476,16	4476,16	469821,215	4788394,1	469821,22	4788394,08	0	CO-BI-630-058+357-01	Longitudinal	ND-BI-630-058+357-D-01	DRNO-5849	0,5	ND-BI-630-058+357-D-01	DRNO-5849	0,8	41396	Caño	Fábrica	Limpio	Bueno	1	20			21
DRCO-2671	27300-336	3	BI-630	BI-630_Tronco	59527	59503	5646,16	5622,16	468847,84	4788732,1	468869,72	4788722,08	24	CO-BI-630-059+527-01	Longitudinal	ND-BI-630-059+527-D-01	DRNO-5792	0,5	ND-BI-630-059+503-D-01	DRNO-5791	0,8	41396	Caño	PVC	Limpio	Bueno	1	40			24

8. APÉNDICE 2: INVENTARIO OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL

Código	Referencia	Á. Cons enación	Carretera	Eje	PK Inicial	PK Final	X Inicial	Y Inicial	X Final	Y Final	Denominación	Nodo Inicial	Nodo Inicial- Código	Z Inicial	Nodo Final	Nodo Final- Código	Z final	Fecha última verificación 'in-situ'	D. transversal tipo	D. transversal material	D. transversal estado (aterramientos)	D. transversal estado (estructural)	Cuenca área (Ha)	Cuenca longitud(m)	Cuenca desnivel (m)	Sec. 1 num. tubos	Sec. 1 diámetro (cm)	Sec. 1 anch o (cm)	Sec. 1 alto (cm)	Sec. 1 longitud (m)
DRCO-2646	27007-308	3	BI-630	BI-630_Tronco	55+0061	55+0061	472297,5	4786842,1	472295,75	4786851,6	CO-BI-630-055+061-01	ND-BI-630-055+061+01	DRNO-5706		ND-BI-630-055+061-D-01	DRNO-5705		41396	Tajea	Mampostería	Cegado 25%		2,88	282	65	1				
DRCO-2647	27008-309	3	BI-630	BI-630_Tronco	55+0136	55+0136	472229,25	4786823,1	472226,4	4786833,6	CO-BI-630-055+136-01	ND-BI-630-055+136+01	DRNO-5709	2,1	ND-BI-630-055+136-D-01	DRNO-5708	2,5	41396	Caño	Fábrica	Limpio	Bueno	0,48	157	40	1	50			9
DRCO-2612	19351-61	3	BI-630	BI-630_Tronco	55+0153	55+0153	472213	4786817,1	472209,28	4786826,6	CO-BI-630-055+153-01	ND-BI-630-055+153+01	DRNO-5894	2,1	ND-BI-630-055+153-D-01	DRNO-5707	2,5	41396	Caño	Fábrica	Limpio	Bueno	0,06	53	15	1	50			9
DRCO-2648	27009-310	3	BI-630	BI-630_Tronco	55+0210	55+0210	472159,84	4786796,1	472157,5	4786805,6	CO-BI-630-055+210-01	ND-BI-630-055+210+01	DRNO-5863		ND-BI-630-055+210-D-01	DRNO-5710		41396	Pontón	Mampostería	Cegado 25%		701,9	5490	577,58	1		500	420	10
DRCO-2613	19352-62	3	BI-630	BI-630_Tronco	55+0323	55+0324	472048,43	4786766,6	472048,65	4786757,6	CO-BI-630-055+323-01	ND-BI-630-055+323-D-01	DRNO-5717	1,5	ND-BI-630-055+324+01	DRNO-5715	1,9	41396	Caño	Fábrica	Limpio	Bueno	0,39	108	15	1	60			7
DRCO-2614	19353-63	3	BI-630	BI-630_Tronco	55+0340	55+0340	472031,78	4786762,6	472031,78	4786762,6	CO-BI-630-055+340-01	ND-BI-630-055+340-D-01	DRNO-5716	1,05	ND-BI-630-055+340-D-01	DRNO-5716		41396	Tajea	Mampostería	Limpio	Bueno	0,05	58	10	1		50	50	10
DRCO-2615	19356-64	3	BI-630	BI-630_Tronco	55+0404	55+0404	471969,53	4786769,1	471967,65	4786760,6	CO-BI-630-055+404-01	ND-BI-630-055+404-D-01	DRNO-5719	1,1	ND-BI-630-055+404+01	DRNO-5802		41396	Caño	Fábrica	Limpio	Bueno	0,55	154	25	1	60			8
DRCO-2616	19357-65	3	BI-630	BI-630_Tronco	55+0461	55+0461	471910,28	4786778,1	471908,15	4786768,6	CO-BI-630-055+461-01	ND-BI-630-055+461-D-01	DRNO-5720		ND-BI-630-055+461+01	DRNO-5721		41396	Caño	Fábrica	Limpio	Bueno	0,85	221	40	1	60			7
DRCO-2617	19358-66	3	BI-630	BI-630_Tronco	55+0485	55+0485	471887,34	4786781,1	471885,97	4786772,1	CO-BI-630-055+485-01	ND-BI-630-055+485-D-01	DRNO-5722	1	ND-BI-630-055+485+01	DRNO-5723	1,2	41396	Caño	Fábrica	Limpio	Bueno	1,8	275	60	1	60			8
DRCO-2618	19359-67	3	BI-630	BI-630_Tronco	55+0545	55+0545	471831,34	4786788,6	471829,81	4786778,6	CO-BI-630-055+545-01	ND-BI-630-055+545-D-01	DRNO-5841	1,25	ND-BI-630-055+545+01	DRNO-5724	1,4	41396	Caño	Fábrica	Limpio	Bueno	1,48	301	70	1	60			8
DRCO-2619	19360-68	3	BI-630	BI-630_Tronco	55+0580	55+0580	471798,43	4786793,1	471797,37	4786784,6	CO-BI-630-055+580-01	ND-BI-630-055+580-D-01	DRNO-5725	1,15	ND-BI-630-055+580+01	DRNO-5726	1,4	41396	Caño	Fábrica	Limpio	Bueno	3,42	413	90	1	60			7
DRCO-2620	19361-69	3	BI-630	BI-630_Tronco	55+0617	55+0617	471751,43	4786798,1	471750,22	4786790,6	CO-BI-630-055+617-01	ND-BI-630-055+617-D-01	DRNO-5727	1,5	ND-BI-630-055+617+01	DRNO-5728	1,7	41396	Caño	Fábrica	Limpio	Bueno	2,09	409	90	1	60			7
DRCO-2621	19362-70	3	BI-630	BI-630_Tronco	55+0653	55+0656	471715,93	4786804,1	471714,53	4786794,1	CO-BI-630-055+653-01	ND-BI-630-055+653-D-01	DRNO-5730	1,2	ND-BI-630-055+656+01	DRNO-5731	1,7	41396	Caño	Fábrica	Limpio	Bueno	0,71	185	40	1	60			14
DRCO-2622	19363-71	3	BI-630	BI-630_Tronco	55+0909	55+0912	471480,93	4786898,6	471474,03	4786892,1	CO-BI-630-055+909-01	ND-BI-630-055+909-D-01	DRNO-5732	1,2	ND-BI-630-055+912+01	DRNO-5733	1,5	41396	Caño	Fábrica	Limpio	Bueno	9,38	675	130	1	60			11
DRCO-2623	19364-72	3	BI-630	BI-630_Tronco	55+0979	55+0979	471419,78	4786933,6	471414,4	4786925,1	CO-BI-630-055+979-01	ND-BI-630-055+979-D-01	DRNO-5734	1,05	ND-BI-630-055+979+01	DRNO-5735	1,7	41396	Caño	Fábrica	Limpio	Bueno	0,94	284	80	1	60			18
DRCO-2624	19365-73	3	BI-630	BI-630_Tronco	56+0055	56+0055	471358,84	4786969,1	471354,72	4786960,6	CO-BI-630-056+055-01	ND-BI-630-056+055-D-01	DRNO-5736	1,1	ND-BI-630-056+055+01	DRNO-5737	1,23	41396	Caño	Fábrica	Limpio	Bueno	1,99	492	110	1	60			7
DRCO-2625	19366-74	3	BI-630	BI-630_Tronco	56+0095	56+0095	471320,75	4786990,1	471318,47	4786981,6	CO-BI-630-056+095-01	ND-BI-630-056+095-D-01	DRNO-5738	1,05	ND-BI-630-056+095+01	DRNO-5739	1,23	41396	Caño	Fábrica	Limpio	Bueno	0,92	287	80	1	60			7
DRCO-2649	27011-311	3	BI-630	BI-630_Tronco	56+0203	56+0203	471231,75	4787043,1	471239,09	4787045,6	CO-BI-630-056+203-01	ND-BI-630-056+203-D-01	DRNO-5741	0,95	ND-BI-630-056+203+01	DRNO-5740	1,53	41396	Caño	Fábrica	Limpio	Bueno	3,69	505	110	1	60			6
DRCO-2650	27012-312	3	BI-630	BI-630_Tronco	56+0324	56+0324	471193,62	4787163,1	471183,5	4787155,6	CO-BI-630-056+324-01	ND-BI-630-056+324-D-01	DRNO-5744		ND-BI-630-056+324+01	DRNO-5743	1,4	41396	Tajea	Mampostería	Limpio	Bueno	10,33	1163	190	1		50	70	9
DRCO-2651	27013-313	3	BI-630	BI-630_Tronco	56+0516	56+0493	471106,25	4787331,6	471130,59	4787315,1	CO-BI-630-056+516-01	ND-BI-630-056+516-D-01	DRNO-5746	0,95	ND-BI-630-056+493-D-01	DRNO-5745	1,5	41396	Caño	Fábrica	Limpio	Bueno	3,325	393	130	1	60			24
DRCO-9820	19370-78	3	BI-630	BI-630_Tronco	56+0633	56+0633	471051,15	4787437,1	471073,06	4787450,1	ND-BI-630-056+633-D-01	DRNO-5752	1,55	ND-BI-630-056+633+01	DRNO-5753	2	41396	Caño	Fábrica	Limpio	Bueno	8,57	573	190	1	80			18	
DRCO-9818	19368-76	3	BI-630	BI-630_Tronco	56+0792	56+0792	470978,37	4787575,6	470965,18	4787567,6	ND-BI-630-056+792-D-01	DRNO-5754	1,3	ND-BI-630-056+792+01	DRNO-5755	2	41396	Caño	Fábrica	Limpio	Bueno	7,85	507	185	1	50			15	
DRCO-9819	19369-77	3	BI-630	BI-630_Tronco	56+0938	56+0938	470870,5	4787663,1	470866,22	4787653,6	ND-BI-630-056+938-D-01	DRNO-5842	2	ND-BI-630-056+938+01	DRNO-5756	2,4	41884	Caño	Fábrica	Limpio	Bueno	6,32	547	185	2	60			9	
DRCO-9821	19371-79	3	BI-630	BI-630_Tronco	57+0048	57+0048	470810,53	4787696,6	470806,22	4787687,6	ND-BI-630-057+048-D-01	DRNO-5757	1,1	ND-BI-630-057+048+01	DRNO-5758	2,2	41626	Caño	Fábrica	Limpio	Bueno	0,71	205	90	1	50			7	
DRCO-9822	19372-80	3	BI-630	BI-630_Tronco	57+0099	57+0099	470768,28	4787723,6	470763,22	4787715,1	ND-BI-630-057+099-D-01	DRNO-5843	1,1	ND-BI-630-057+099+01	DRNO-5759	2,2	41396	Caño	Fábrica	Limpio	Bueno	2,81	500	180	1	50			7	
DRCO-9823	19373-81	3	BI-630	BI-630_Tronco	57+0150	57+0150	470722,59	4787745,6	470722,47	4787736,6	ND-BI-630-057+150-D-01	DRNO-5760	1,2	ND-BI-630-057+150+01	DRNO-5761	1,8	41396	Caño	Fábrica	Limpio	Bueno	25,96	993	231	1	50			8	
DRCO-9824	19374-82	3	BI-630	BI-630_Tronco	57+0230	57+0230	470642,43	4787744,6	470642,59	4787736,1	ND-BI-630-057+230-D-01	DRNO-5762	1,55	ND-BI-630-057+230+01	DRNO-5763	2,4	41626	Caño	Fábrica	Limpio	Bueno	0,94	170	95	1	50			7	
DRCO-9825	19375-83	3	BI-630	BI-630_Tronco	57+0299	57+0299	470574,03	4787732,1	470579,53	4787723,1	ND-BI-630-057+299-D-01	DRNO-5764	1,5	ND-BI-630-057+299+01	DRNO-5765	2,4	41396	Caño	Fábrica	Limpio	Bueno	1,38	220	95	1	60			8	
DRCO-9826	19376-84	3	BI-630	BI-630_Tronco	57+0379	57+0379	470507,5	4787689,1	470513,47	4787679,6	ND-BI-630-057+379-D-01	DRNO-5844	1,2	ND-BI-630-057+379+01	DRNO-5766	1,6	41396	Caño	Fábrica	Limpio	Bueno	0,13	64	15	1	60			8	
DRCO-9827	19377-85	3	BI-630	BI-630_Tronco	57+0446	57+0446	470448,72	4787685,1	470435,72	4787678,1	ND-BI-630-057+446-D-01	DRNO-5767	1,1	ND-BI-630-057+446+01	DRNO-5768	1,75	41396	Caño	Fábrica	Limpio	Bueno	0,18	145	20	1	60			8	
DRCO-9828	19378-86	3	BI-630	BI-630_Tronco	57+0545	57+0545	470388,06	4787766,1	470380,25	4787762,1	ND-BI-630-057+545-D-01	DRNO-5769	1,1	ND-BI-630-057+545+01	DRNO-5770	1,5	41396	Caño	Fábrica	Limpio	Bueno	2,52	288	95	1	60			6	
DRCO-9829	19379-87	3	BI-630	BI-630_Tronco	57+0607	57+0607	470345,81	4787813,6	470338,78	4787807,6	ND-BI-630-057+607-D-01	DRNO-5845	0,95	ND-BI-630-057+607+01	DRNO-5771	1,4	41396	Caño	Fábrica	Limpio	Bueno	0,9	299	95	1	60			7	
DRCO-9830	19380-88	3	BI-630	BI-630_Tronco	57+0643	57+0643	470314,25	4787830,6	470311,81	4787821,6	ND-BI-630-057+643-D-01	DRNO-5846	1,15	ND-BI-630-057+643+01	DRNO-5772	1,5	41396	Caño	Fábrica	Limpio	Bueno	4,97	408	100	1	60			7	
DRCO-9831	19381-89	3	BI-630	BI-630_Tronco	57+0767	57+0767	470194	4787863,1	470191,68	4787853,1	ND-BI-630-057+767-D-01	DRNO-5847	1,3	ND-BI-630-057+767+01	DRNO-5773	1,6	41396	Caño	Fábrica	Limpio	Bueno	4,77	578	110	1	60			9	
DRCO-9815	19382-90	3	BI-630	BI-630_Tronco	57+0925	57+0925	470080,4	4787966,6	470072,75	4787960,1	ND-BI-630-057+925-D-01	DRNO-5848		ND-BI-630-057+925+01	DRNO-5774		41558	Caño	Fábrica	Limpio	Bueno	2,23	199	65	1	60			10	
DRCO-2656	27018-318	3	BI-630	BI-630_Tronco	58+0039	58+0039	469966,09	4788127,6	469976,03	4788133,6	CO-BI-630-058+039-01	ND-BI-630-058+039-D-01	DRNO-5776	2,6	ND-BI-630-058+039+01	DRNO-5775	3	41396	Tajea	Mampostería	Limpio	Bueno	4,32	205	65	1		50	70	10
DRCO-9832	19383-91	3	BI-630	BI-630_Tronco	58+																									

9. APÉNDICE 3: ESTUDIO HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO DE RÍO RIOSECO

PROYECTO CONSTRUCTIVO

ACONDICIONAMIENTO, ENSANCHE Y RECTIFICACIÓN DE TRAZADO DE LA CARRETERA BI-630

TRAMO: EL CALLEJO – LA CADENA (L.P.)

ANEJO N°6: DRENAJE

APÉNDICE 6.3. ESTUDIO HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO DE RÍO RIOSECO

● CONTROL DE CALIDAD			
DOCUMENTO	Estudio Hidrológico-Hidráulico del río Rioseco		
CÓDIGO	RD5292-PC-AX-ESTUDIO-HIDRAULICO-D01.docx		
EDICIÓN N°	1	Fecha edición	Enero 2021
REVISIÓN N°	1	Fecha revisión	Enero 2021
REALIZADO POR	Nombre	LSV	Firma:
	Fecha	18/01/2021	
REVISADO POR	Nombre	ASE	Firma:
	Fecha	19/01/2021	
APROBADO POR	Nombre	AGU	Firma:
	Fecha	19/01/2021	

● REGISTRO DE MODIFICACIONES				
EDIC. / REV.	FECHA	RESPONSABLE MODIFICACIÓN	SECC. / PÁRRAFO MODIFICADO	MODIFICACIÓN EFECTUADA
1/1	Enero /21		-	Edición inicial

■ ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. DATOS DE PARTIDA	1
2.1. TOPOGRAFÍA	1
2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA	1
2.3. GEOMETRÍA DEL CAUCE	1
2.4. ELEMENTOS SINGULARES	2
2.5. CONDICIONES DE CONTORNO	2
2.6. COEFICIENTES DE RUGOSIDAD	2
3. ANÁLISIS HIDROLÓGICO	2
4. ANÁLISIS HIDRÁULICO	3
4.1. SITUACION ACTUAL	3
4.2. SITUACION SIN PUENTE	4
4.3. SITUACION FUTURA	4
5. CONCLUSIONES	5
6. ANEXOS	6
ANEXO N°01 PLANOS	
ANEXO N° 02 PERFILES LONGITUDINALES	
ANEXO N° 03 PERFILES TRANSVERSALES	
ANEXOS N° 04 TABLAS DE RESULTADOS	

■ ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Caudales utilizados en la modelización para los periodos de retorno de 10, 100 y500 años	2
Tabla 2. Cota de lámina de agua para T500 en las situaciones actual, sin puente y futuro	5

■ ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Perfiles transversales del Modelo Hidráulico Hec-Ras de la Situación Actual del cauce	3
Figura 2. Perfil longitudinal para la avenida de 500 años en la Situación actual de inundabilidad	3
Figura 3. Perfil transversal del Puente existente	3
Figura 4. Comparativa del perfil longitudinal Situación actual – Situación natural sin puente para T500 ...	4
Figura 5. Perfiles transversales del modelo hidráulico Hec-Ras para la Situación futura	4
Figura 6. Perfil transversal del nuevo Puente proyectado	5

1. INTRODUCCIÓN

Dentro de las obras de adecuación de la carretera BI-630, objeto del presente proyecto, se incluye la modificación del puente, en la BI-630 entre el PK 4+637 y 4+722, para lo que es necesario ejecutar un nuevo paso sobre el río Rioseco.

Puesto que dicho río cuenta con una superficie de cuenca drenante de 13,5 km², superior a 1 km², la Agencia Vasca del Agua requiere la elaboración de un estudio hidráulico que permita ajustar el nuevo paso a las condiciones de inundabilidad reales de la zona.

El ámbito de estudio no se encuentra incluido en ninguna de la Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación de la CAPV, por lo que Ur Agentzia no cuenta con ningún modelo hidráulico que tomar como base. Es por ello, que se ha elaborado un estudio hidrológico e hidráulico completo.

La finalidad de este estudio es obtener las cotas de lámina de agua y las manchas de inundación para las avenidas de 10, 100 y 500 años de periodo de retorno en la zona de estudio para las situaciones actual y futura. Con ellas será posible estudiar si el puente proyectado es adecuado, según las afecciones que provoca en el comportamiento hidráulico del río.

En los siguientes apartados se presentan los trabajos desarrollados y los resultados obtenidos.

2. DATOS DE PARTIDA

2.1. TOPOGRAFÍA

Para la realización del modelo hidráulico, se ha utilizado la información procedente del Modelo Digital de Elevaciones puesto a disposición pública por el Gobierno Vasco, en la página web de GeoEuskadi.

El Modelo Digital de Elevaciones para estudios hidráulicos de 1m es la unión del Modelo Digital del Terreno (MDT) de 1m con el Modelo Digital de elevaciones de las edificaciones y construcciones exceptuando los puentes y que ha sido extraído del Modelo Digital de Superficies (MDS) de 1m, para identificar las edificaciones y construcciones del MDS de 1m se ha utilizado como máscara las edificaciones y construcciones de la Base Topográfica Armonizada del Gobierno Vasco. El sistema geodésico de referencia es el ETRS89, adoptado como sistema oficial en España por el Real Decreto 1071/2007 del 27 de julio y en el sistema de referencia de coordenadas UTM (proyección conforme Universal Transversa de Mercator) en el huso 30. La altimetría se representa mediante cotas ortométricas en base al nuevo modelo del geoide EGM08_RED NAP.

2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA

Rioseco es un afluente del río Karrantza por la margen derecha, discurre en el tramo de estudio y casi en su totalidad por el Término Municipal de Karrantza

La cuenca del río tiene una pendiente media en torno al 1,2 %, y la superficie de esta es de 13,5 km².

2.3. GEOMETRÍA DEL CAUCE

Se ha modelizado la situación actual del cauce de Rioseco en una longitud de unos 660 metros. Para ello se han introducido un total de 18 secciones a lo largo del tramo con anchura suficiente para incluir no sólo el cauce principal, sino también la llanura de inundación; asimismo se ha introducido el eje del río.

La distancia entre estas secciones es variable, y se han elegido aquellos perfiles más representativos (cambios de sección y pendiente, obras singulares...).

Las secciones introducidas en el programa proceden de perfiles longitudinales realizados sobre la cartografía tridimensional disponible.

Se ha introducido también en el modelo, la estructura de paso bajo la carretera existente, que está formada por un puente bóveda.

A continuación, se adjunta un esquema de la geometría en planta introducida en el modelo, con la ubicación de las secciones transversales utilizadas.

2.4. ELEMENTOS SINGULARES

En el tramo estudiado de Rioseco existe únicamente un elemento singular, una estructura de desagüe existente bajo la carretera actual, formado por un puente bóveda de sillería.

En el estado futuro existirá un nuevo elemento singular, un puente de vigas de un solo vano de 17 metros de luz entre ejes de apoyos y con estribos paralelos al cauce.

2.5. CONDICIONES DE CONTORNO

Otro punto necesario para la modelización hidráulica del arroyo es la obtención de una sección de control en la que sea conocida la relación existente entre caudal y calado.

Se ha tomado como condición de contorno en ambos casos la del calado normal, con pendiente del terreno del 1% aguas abajo del cauce.

2.6. COEFICIENTES DE RUGOSIDAD

Los coeficientes de rugosidad empleados en la modelización hidráulica de Rioseco se han estimado a partir de las visitas a la zona de actuación y teniendo en cuenta los criterios que marca el Plan Territorial Sectorial de Ordenación de los Ríos y Arroyos de la CAPV-Vertiente Cantábrica, adoptándose los siguientes valores:

- En el cauce $n=0,05$
- En ambas márgenes $n=0,07$

3. ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Tal y como se establece en los criterios para la elaboración de estudios hidráulicos recogidos en el Plan Hidrológico de la parte española de la DH del Cantábrico Occidental (2015-2021), para la delimitación cartográfica de la zona inundable, el análisis de las causas que motivan la inundación y las propuestas de mejoras hidráulicas y medioambientales es necesario estimar los caudales correspondientes, al menos, a los periodos de retorno de 10, 100 y 500 años de periodo de retorno.

En ausencia de otros validados por la Administración Hidráulica, se utilizarán los valores expresados en el Plan Hidrológico Norte III aprobado por el Real Decreto 1664/1998.

Para dar cumplimiento a los requerimientos anteriores, se utiliza el ábaco del Plan hidrológico en el que, a partir de la superficie de cuenca drenante, se obtiene el valor de caudal específico correspondiente. El río cuenta con una superficie de cuenca drenante de 13,5 km². Las cuencas de aportación, así como la medición de sus superficies, se ha llevado a cabo sobre el Modelo Digital del Terreno del Gobierno Vasco.

Para estudiar el comportamiento hidráulico del arroyo en estudio se han tenido en cuenta los caudales de avenida correspondientes a periodos de retorno de 10, 100 y 500 años.

Estos caudales se han calculado de acuerdo con la metodología establecida en el Plan Hidrológico Norte III. Según el documento Normativa del P.H.N. III, los caudales de avenida se calculan con la siguiente fórmula:

$$Q = q \times S$$

donde:

T = periodo de retorno considerado en años.

S = superficie de la cuenca de aportación en km².

q = caudal específico, expresado en m³/km²/s, que depende de la cuenca y del periodo de retorno, y que se obtiene del ábaco "G.N.1.- Caudales específicos de avenidas en función de la cuenca afluente y del periodo de retorno T", en función de la superficie de la cuenca de aportación.

A continuación, se resume el cálculo de caudales según este método:

Superficie de la Cuenca (km ²)	q (m ³ /s/km ²)	Q = q x S (m ³ /s)
13,5	T = 10 años	33,75
	T = 100 años	49,95
	T = 500 años	75,60

Tabla 1. Caudales utilizados en la modelización para los periodos de retorno de 10, 100 y 500 años

Estos caudales son los que se han empleado en el análisis hidráulico de río Rioseco que se desarrolla en el siguiente apartado.

4. ANÁLISIS HIDRÁULICO

Para la elaboración de la cartografía de inundabilidad de la zona de estudio se ha empleado el software informático de cálculo hidráulico Hec-Ras v.5.0.7

El análisis hidráulico se ha desarrollado en tres escenarios diferentes:

- **Situación actual**, considerando el trazado actual de la carretera BI-630 y el paso existente.
- **Situación sin puente**, en la que se elimina el paso sobre el río, al ser un elemento antrópico que no reflejan el estado natural del cauce.
- **Situación futura**, una vez ejecutadas las obras proyectadas en la que, partiendo de la situación anterior, se comprueba que no se produce un agravamiento de la inundabilidad existente, analizando para ello la sobreelevación que se produciría en la lámina de agua correspondiente a la avenida de 500 años de periodo de retorno una vez se encuentren ejecutados las obras del nuevo trazado y puente sobre el río.

A continuación, se exponen los criterios considerados, los trabajos desarrollados y los resultados obtenidos en cada uno de ellos.

4.1. SITUACION ACTUAL

En primer lugar, es necesario conocer la inundabilidad de la zona en las condiciones actuales, es decir, considerando la carretera BI-630 con su trazado actual así como el paso existente sobre Rioseco.

Para ello, se han obtenido una serie de perfiles transversales al flujo del agua a partir del Modelo Digital del Terreno que se encuentra a disposición pública en la página web de GeoEuskadi, con los que poder analizar el comportamiento hidráulico de las diferentes avenidas. La separación entre perfiles es del orden de 50 metros, excepto en la zona del paso sobre el arroyo, en la que esta distancia se reduce notablemente para poder analizar correctamente la influencia de la estructura.

En total, se han modelizado 660 metros de cauce de Rioseco, desde 100 metros aguas abajo del paso de la BI-630, con el fin de que los resultados obtenidos no se vean condicionados por las condiciones existentes y hasta más de 400 metros aguas arriba, con el fin de poder comprobar la influencia del puente actual en la Inundabilidad de la zona.

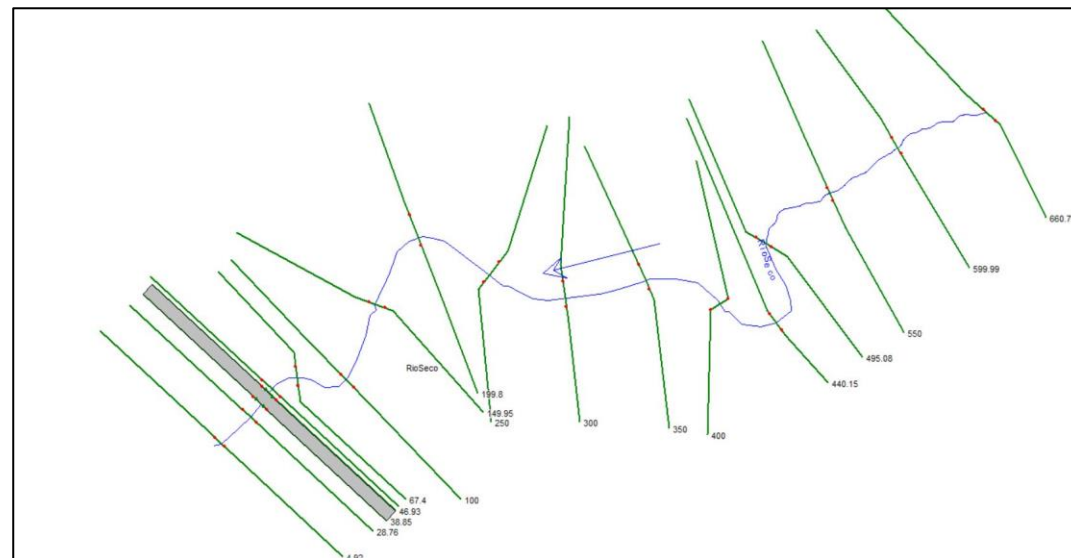


Figura 1. Perfiles transversales del Modelo Hidráulico Hec-Ras de la Situación Actual del cauce

En el Anexo N° 1: Planos, se presentan las superficies de inundación correspondientes a cada uno de los periodos de tetorno, así como la Zona de Flujo Preferente.

Como se puede comprobar en la imagen siguiente, la BI-630 y su paso sobre Rioseco causan una importante sobreelevación de la lámina de agua correspondiente a la avenida de 500 años de periodo de retorno.

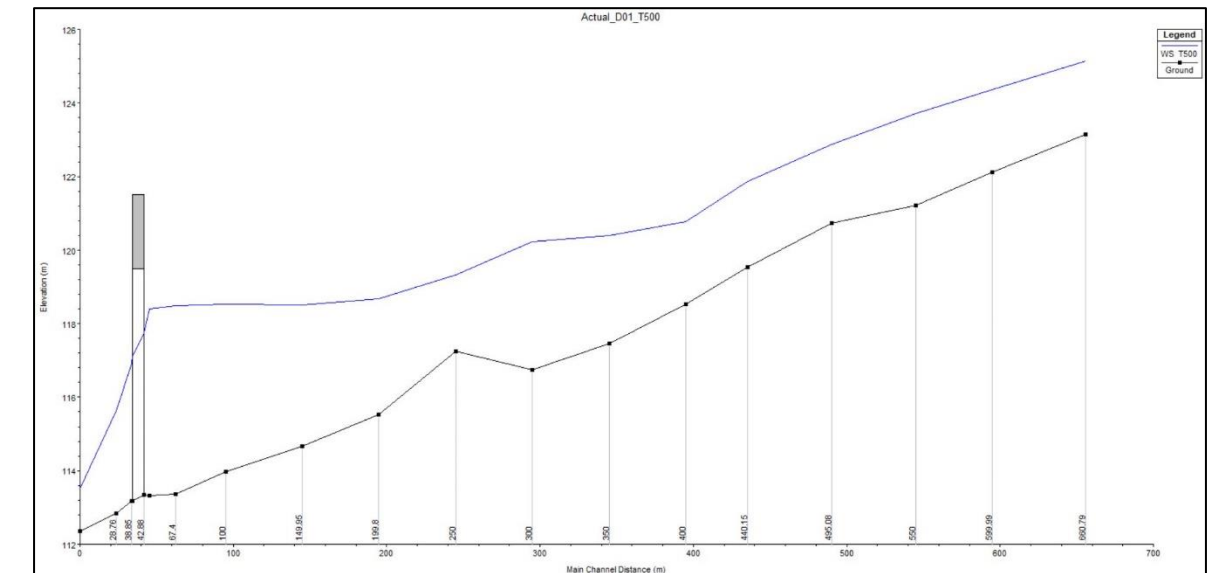


Figura 2. Perfil longitudinal para la avenida de 500 años en la Situación actual de inundabilidad

De acuerdo con el modelo hidráulico unidimensional, el puente actual produce una obstrucción al flujo que genera una sobreelevación significativa de la lámina de agua. Los incrementos de cota de la lámina de agua que se generan tienen unos valores de aproximadamente de 50 cm para la avenida de 500 años.

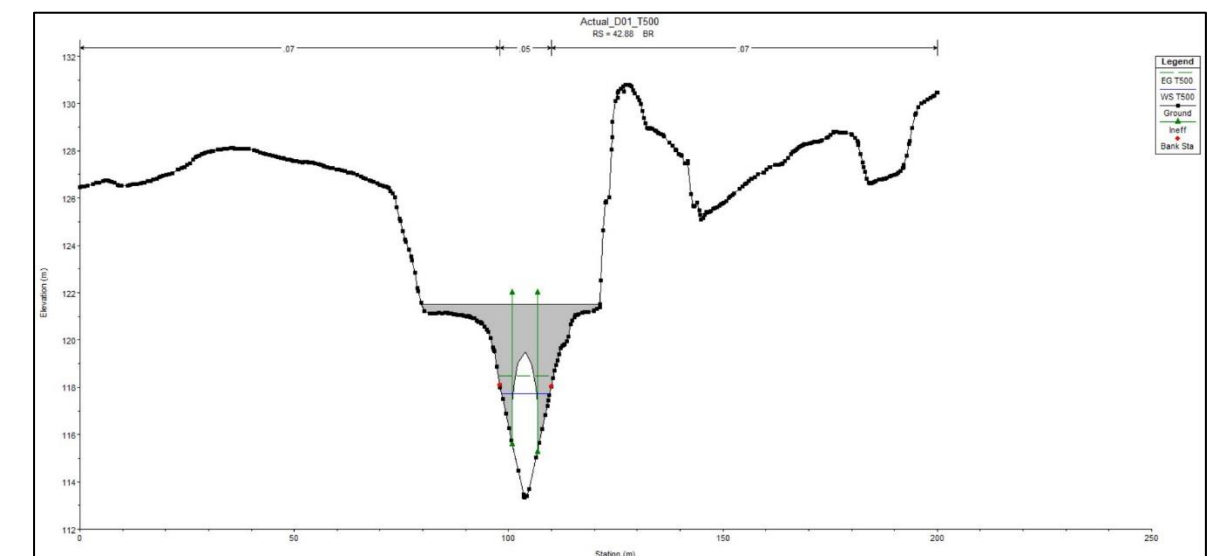


Figura 3. Perfil transversal del Puente existente

La insuficiente capacidad hidráulica del paso junto con el obstáculo que suponen para el flujo del agua los rellenos de la carretera hace que las avenidas inundan los terrenos aguas arriba de la BI-630.

4.2. SITUACION SIN PUENTE

Como se ha comentado en el apartado anterior, previo al análisis de la afección del nuevo puente sobre la inundabilidad de la zona, es necesario conocer cuál sería ésta si no existiera el elemento antrópico formado por el puente existente. Para ello, se ha realizado una simulación hidráulica eliminando dicho elemento.

La eliminación en el modelo del puente existente conlleva la eliminación así mismo de los perfiles específicos que se incluyen para una correcta modelización de puentes, en este caso, los perfiles 28.76 y 46.93.

Tal y como era de suponer, la reducción en las cotas es notable, siendo en el caso de la avenida de 500 años de periodo de retorno, superior a 50 cm.

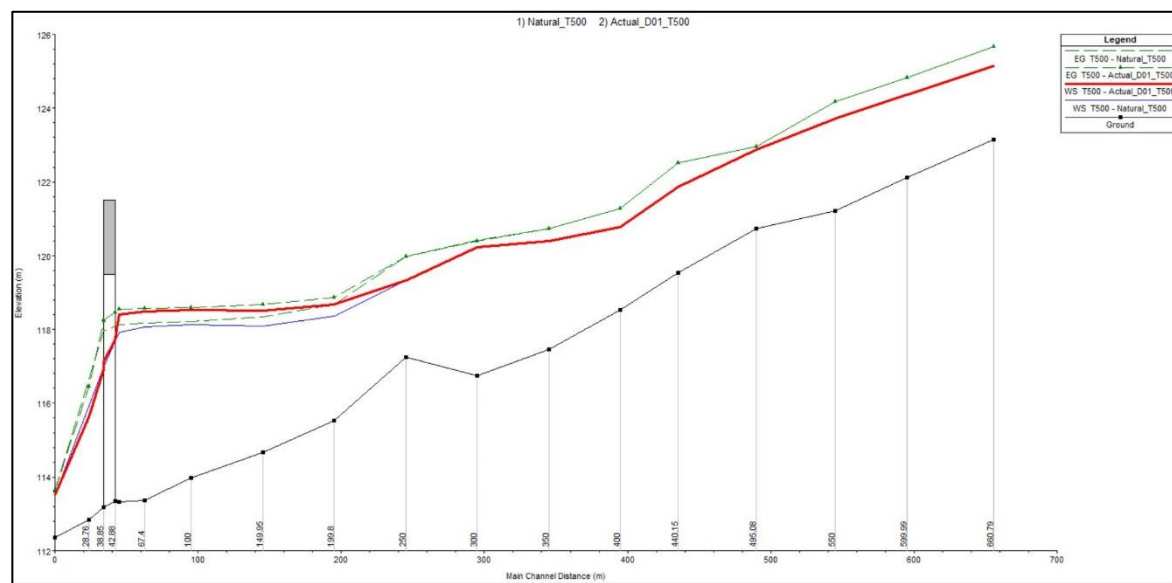


Figura 4. Comparativa del perfil longitudinal Situación actual – Situación natural sin puente para T500

4.3. SITUACION FUTURA

A continuación, se analiza la afección que la ejecución del nuevo trazado de la BI-630 y del nuevo puente proyectado pueden provocar en la inundabilidad de la zona.

La situación futura se refleja en el modelo hidráulico tanto modificando los perfiles que, de acuerdo con la implantación prevista, se ven afectados por las obras como con la eliminación e introducción de nuevos perfiles necesarios.

Por ello, para la modelización de la situación futura se eliminan los perfiles 28.76 y 46.93, necesarios únicamente para modelizar el paso existente y se incluyen nuevos perfiles, el perfil 42.83 y 30.28, situado aguas arriba y aguas abajo del nuevo puente.

La topografía del nuevo perfil se ha obtenido, al igual que el resto de los perfiles, del Modelo Digital del Terreno publicado por el Gobierno Vasco.

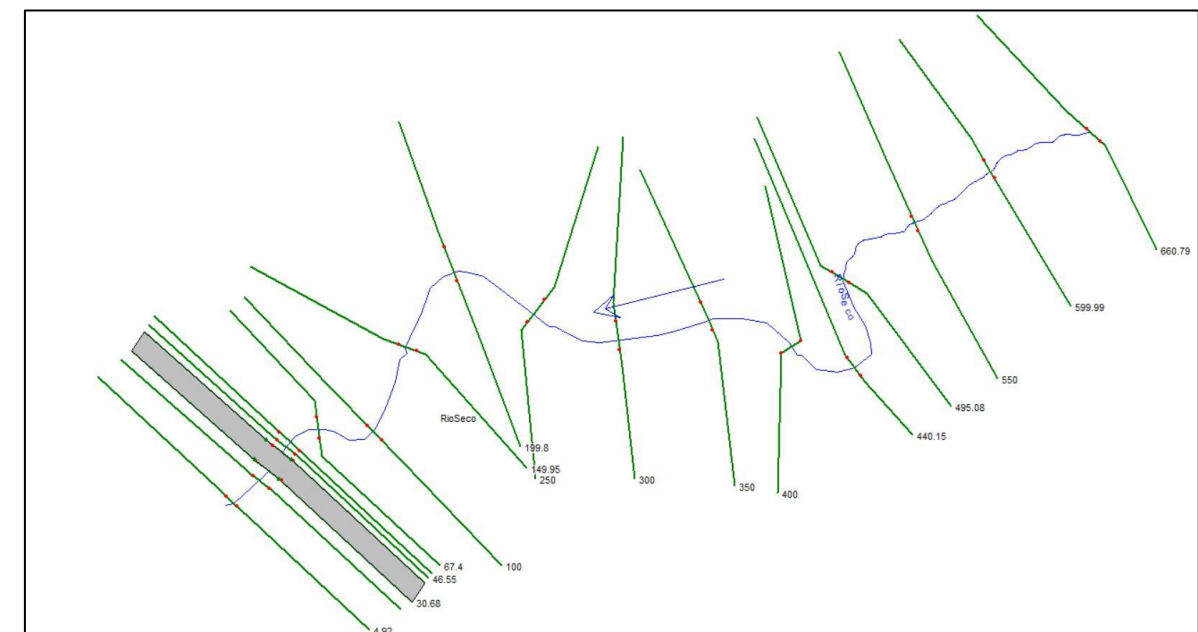


Figura 5. Perfiles transversales del modelo hidráulico Hec-Ras para la Situación futura

Para la implantación del nuevo paso se han tenido en consideración los requisitos que establece URA-Agencia Vasca del Agua en los cruces sobre los cauces:

- Los estribos deben situarse fuera de la Zona de Flujo Preferente (Z.F.P.).
- Las nuevas actuaciones no deben empeorar la Inundabilidad de la zona
- Resguardo mínimo de 1 metro de la cara inferior del tablero respecto a la cota de lámina de agua correspondiente a la avenida de 500 años de periodo de retorno.

Como puede comprobarse en los planos correspondientes, los estribos del nuevo puente proyectado se encuentran fuera de la Zona de Flujo Preferente.

La cota inferior del nuevo tablero es de 120 metros, muy superior a la cota 117,06 metros correspondiente a la avenida de 500 años de periodo de retorno, por lo que el resguardo es muy superior al mínimo de un metro exigido por la normativa.

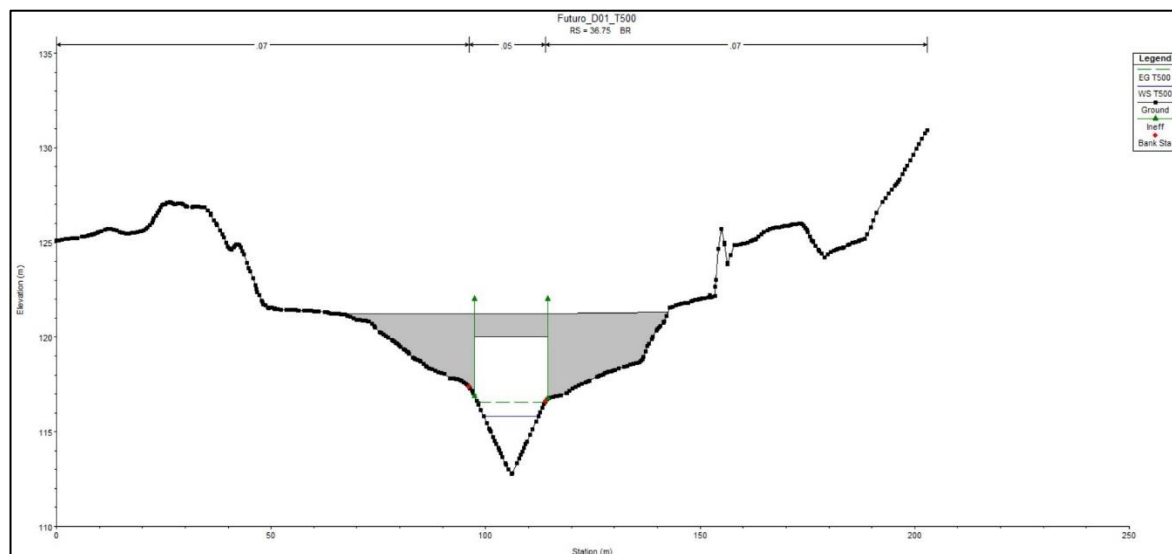


Figura 6. Perfil transversal del nuevo Puente proyectado

La diferencia de cotas existente entre la situación sin puente y la situación futura se debe más a la introducción del nuevo perfil para el análisis de la situación futura que a una variación real de la lámina de agua.

A continuación, se presenta un resumen con los resultados de las cotas de lámina de agua obtenidos en las simulaciones realizadas:

Perfil Modelo Hec-Ras	T500 – Actual Cota lámina (m)	T500 – Sin Puente Cota lámina (m)	T500 – Futura Cota lámina (m)
660.79	125.15	125.15	125.15
599.99	124.37	124.37	124.37
550	123.72	123.72	123.72
495.08	122.86	122.86	122.86
440.15	121.87	121.87	121.87
400	120.78	120.78	120.78
350	120.39	120.39	120.39
300	120.23	120.23	120.23
250	119.33	119.33	119.33
199.8	118.67	118.37	118.44
149.95	118.50	118.09	118.20
100	118.54	118.12	118.23
67.4	118.49	118.06	118.18
50	118.40	117.93	118.06

Tabla 2. Cota de lámina de agua para T500 en las situaciones actual, sin puente y futuro

5. CONCLUSIONES

Del análisis hidrológico-hidráulico realizado y presentado se concluye que el nuevo paso proyectado en la BI- 630 cumple con todos los condicionantes exigidos:

- Los estribos se sitúan fuera de la Zona de Flujo Preferente (Z.F.P.).
- No incrementa la inundabilidad de la zona (sobreelevación inferior a 10 centímetros para la avenida correspondiente a 500 años de periodo de retorno).
- Resguardo de la cara inferior del tablero respecto a la cota de lámina de agua correspondiente a la avenida de 500 años de periodo de retorno superior a 1 metro.

En el **Anexo N° 01: Planos**, **Anexo N°02: Perfil longitudinal**, **Anexo N°03: Perfiles transversales** y el **Anexo N° 04: Tablas de resultados**, se muestran las superficies de inundación, perfiles y resultados obtenidos en cada una de las situaciones analizadas.

6. ANEXOS

A continuación, se incluyen los siguientes anexos:

■ ANEXO N° 01 PLANOS

Plano 01. Cuenca del Río Rioseco

Plano 02 Planta actual de Inundabilidad

Plano 03. Planta futura de Inundabilidad

■ ANEXO N° 02 PERFILES LONGITUDINALES

Perfil longitudinal para la Situación Actual

Perfil longitudinal para la Situación sin Puente

Perfil longitudinal para la Situación Futura

■ ANEXO N° 03 PERFILES TRANSVERSALES

Perfiles transversales para la Situación Actual

Perfiles transversales para la Situación sin Puente

Perfiles transversales para la Situación Futura

■ ANEXO N° 04 TABLAS DE RESULTADOS

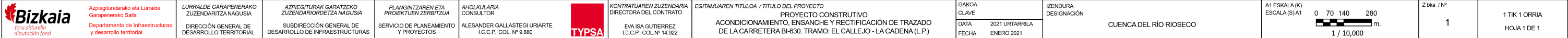
Tablas de resultados para las avenidas de 10, 100 y 500 años en la Situación Actual

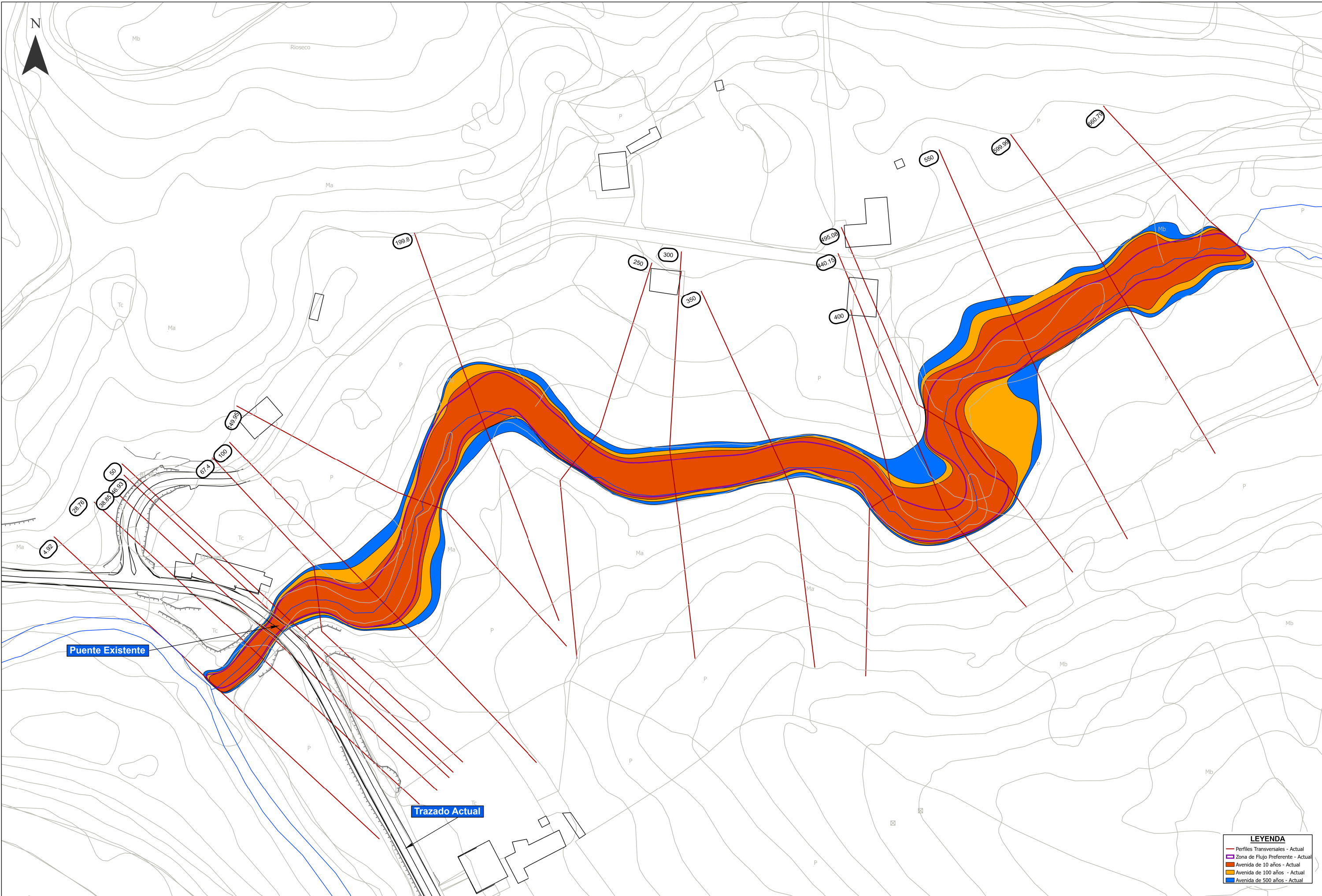
Tablas de resultados para las avenidas de 10, 100 y 500 años en la Situación sin Puente

Tablas de resultados para las avenidas de 10, 100 y 500 años en la Situación Futura



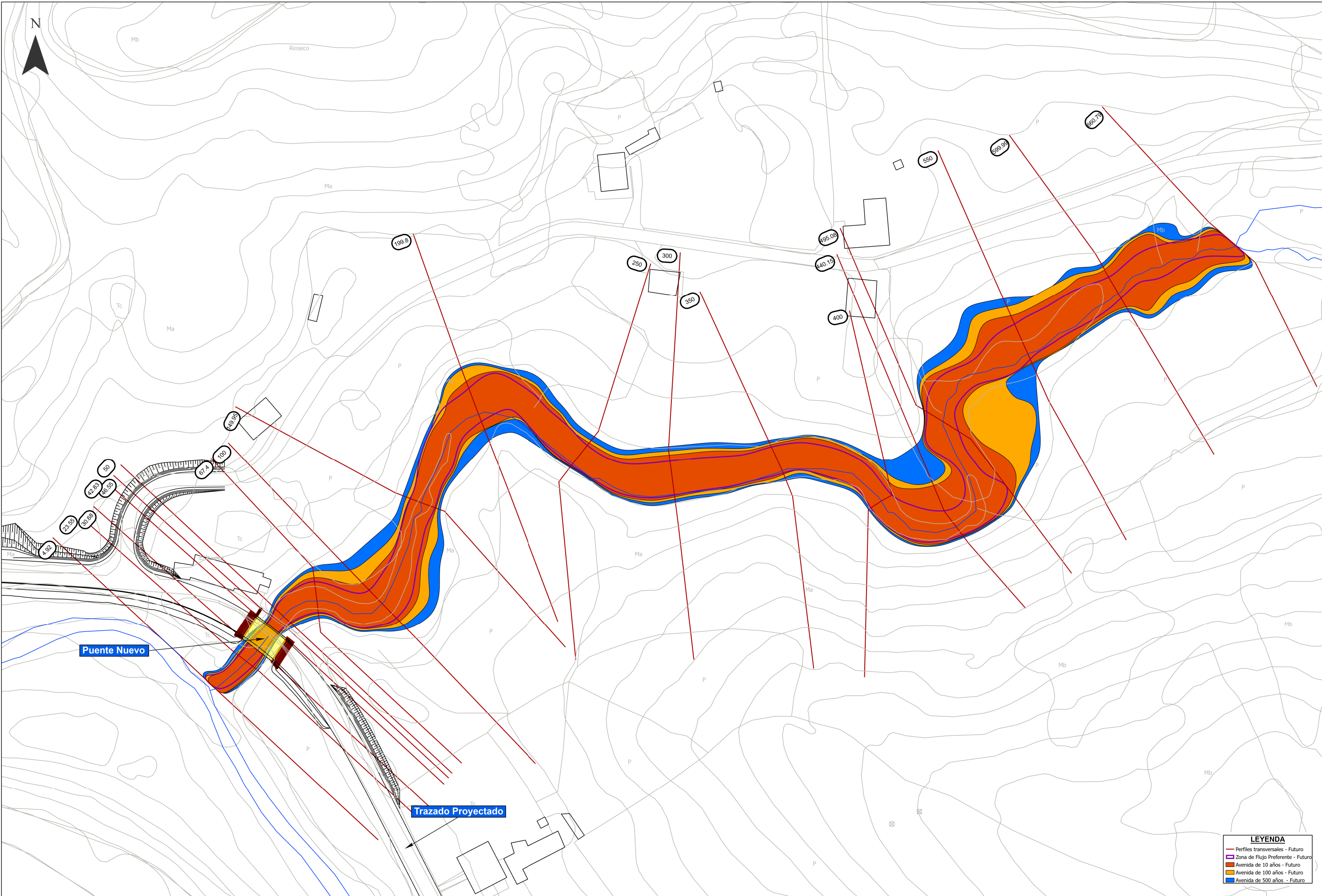
ANEXO N°01 PLANOS





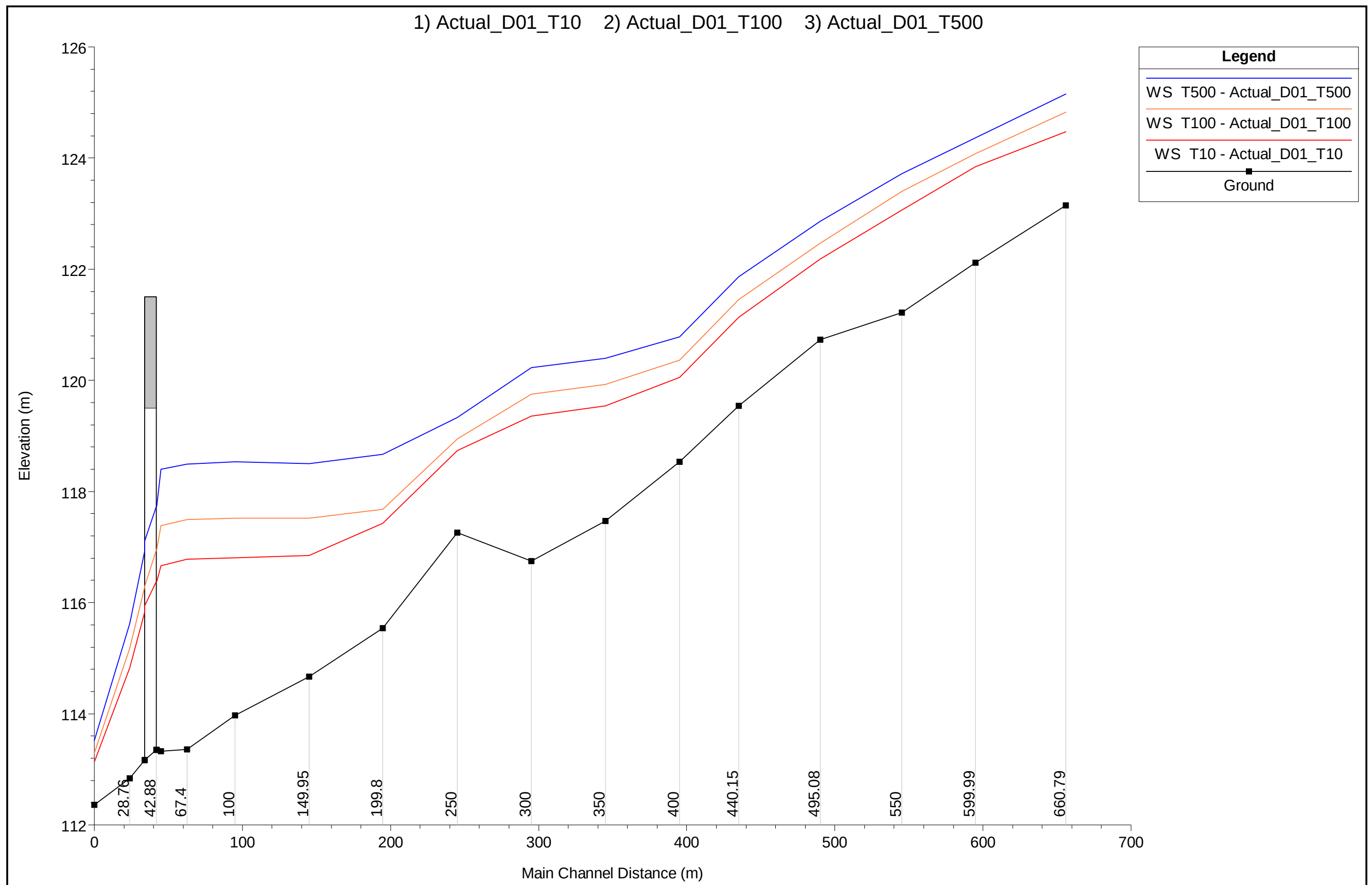
LEYENDA

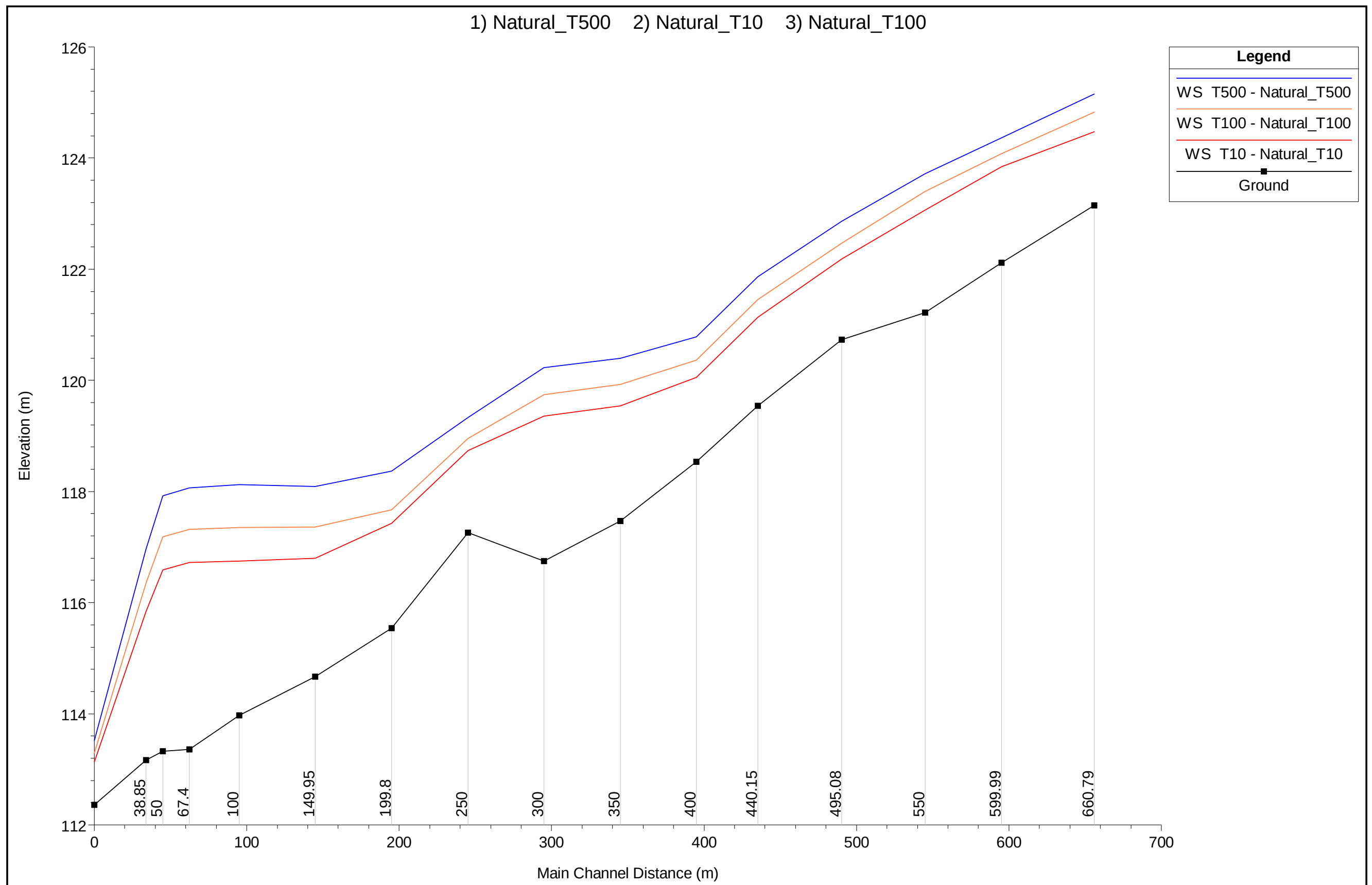
- Perfiles Transversales - Actual
- Zona de Flujo Preferente - Actual
- Avenida de 10 años - Actual
- Avenida de 100 años - Actual
- Avenida de 500 años - Actual

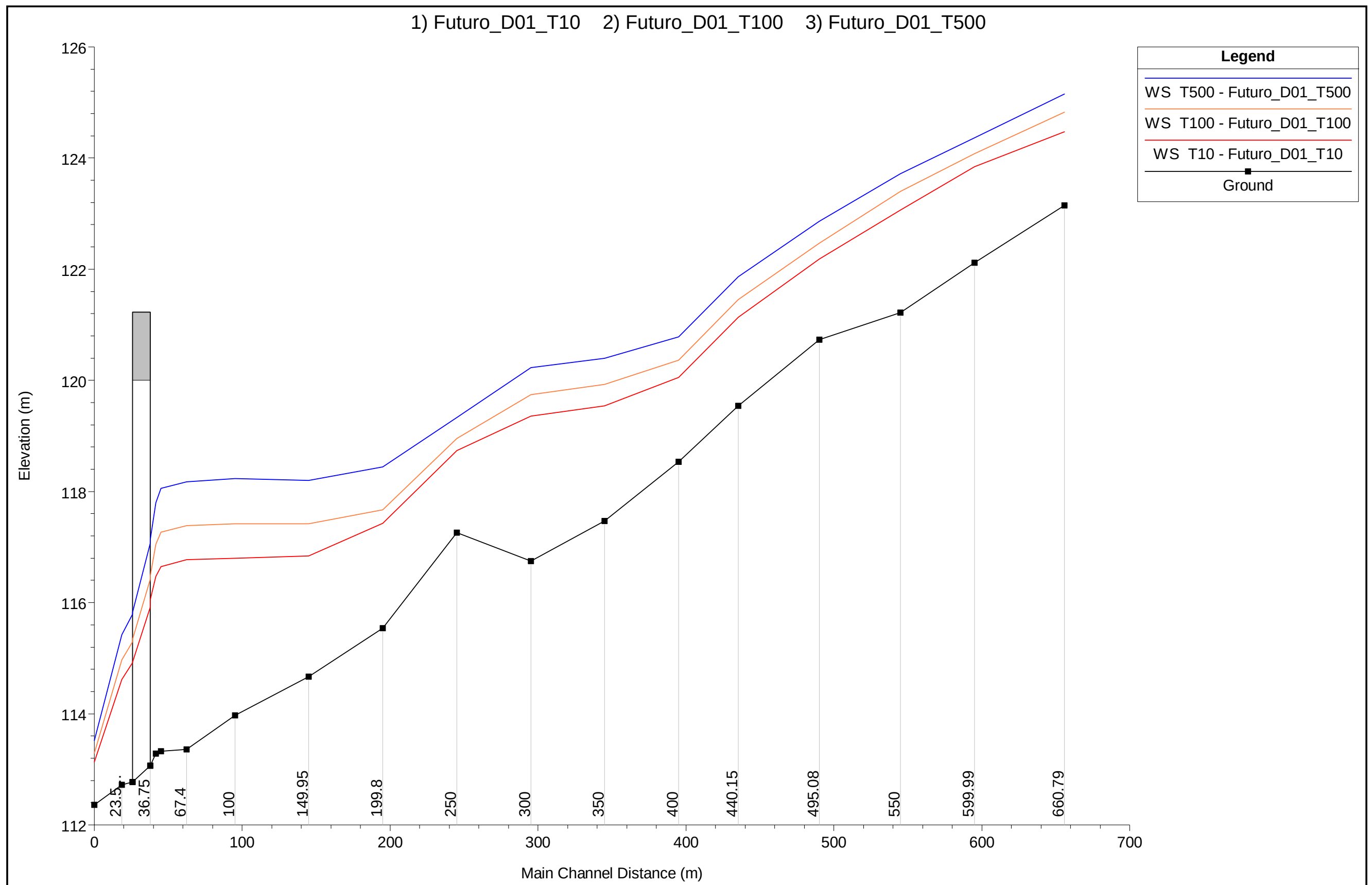




ANEXO N° 02 PERFILES LONGITUDINALES

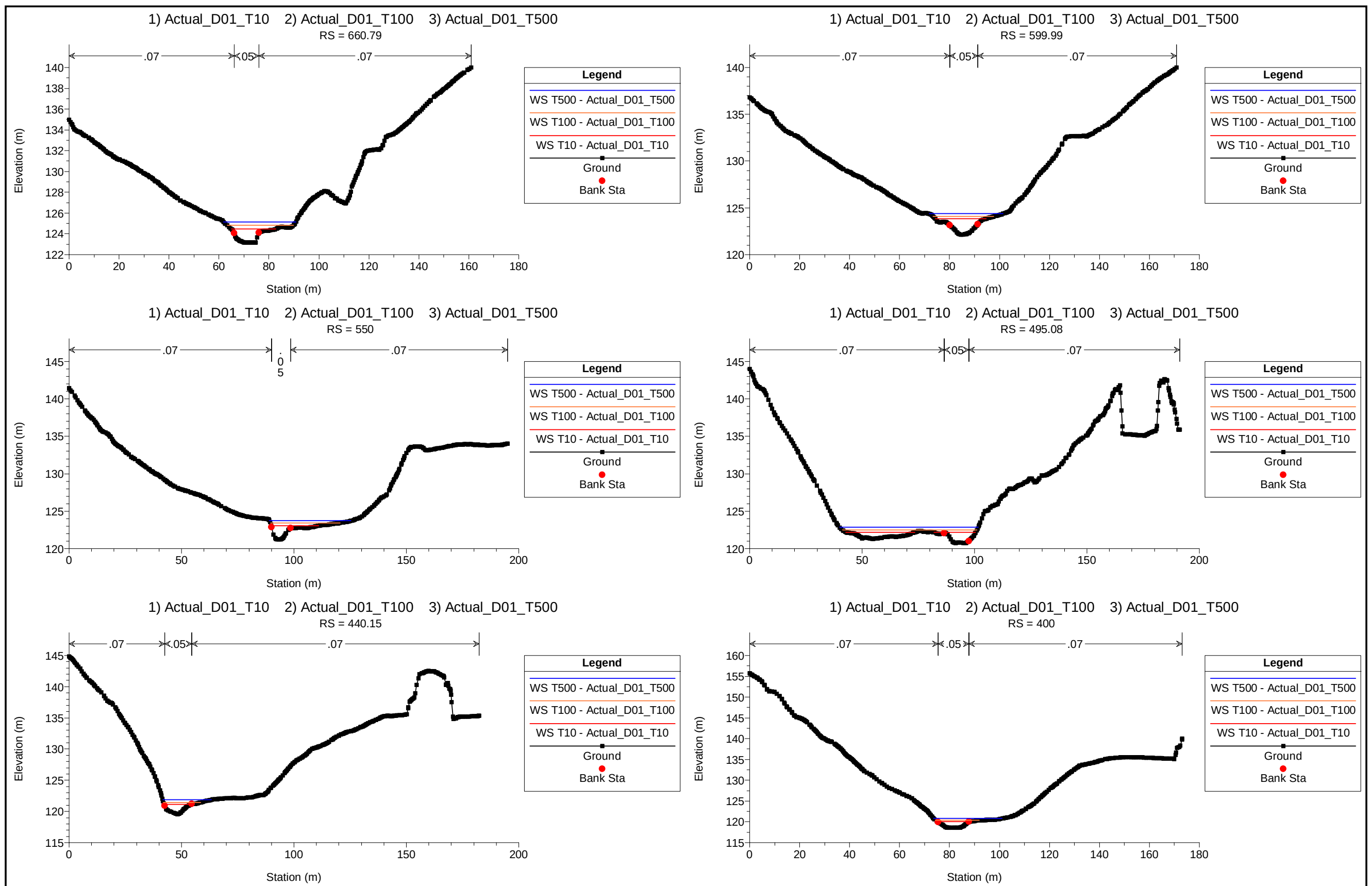


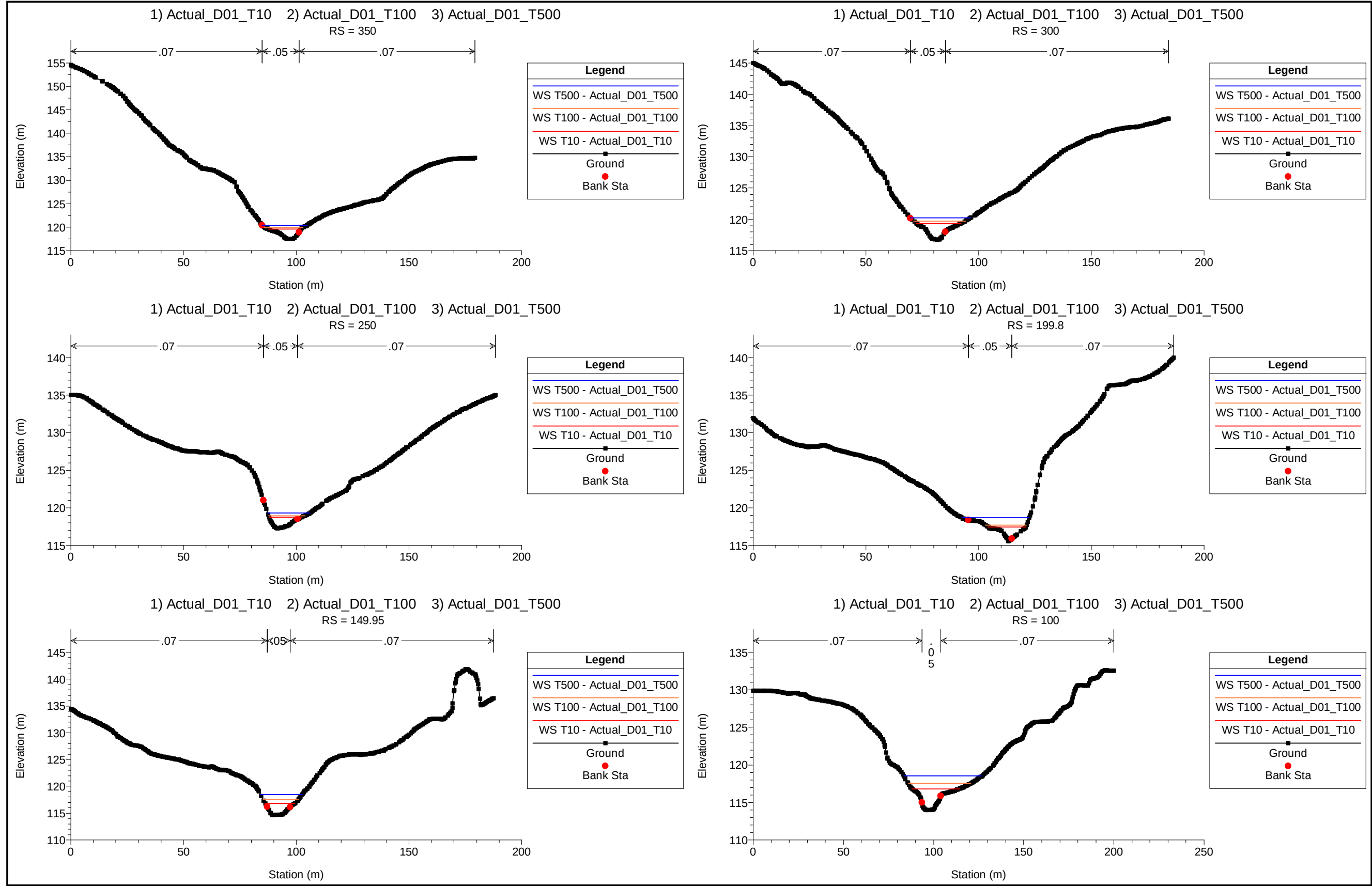


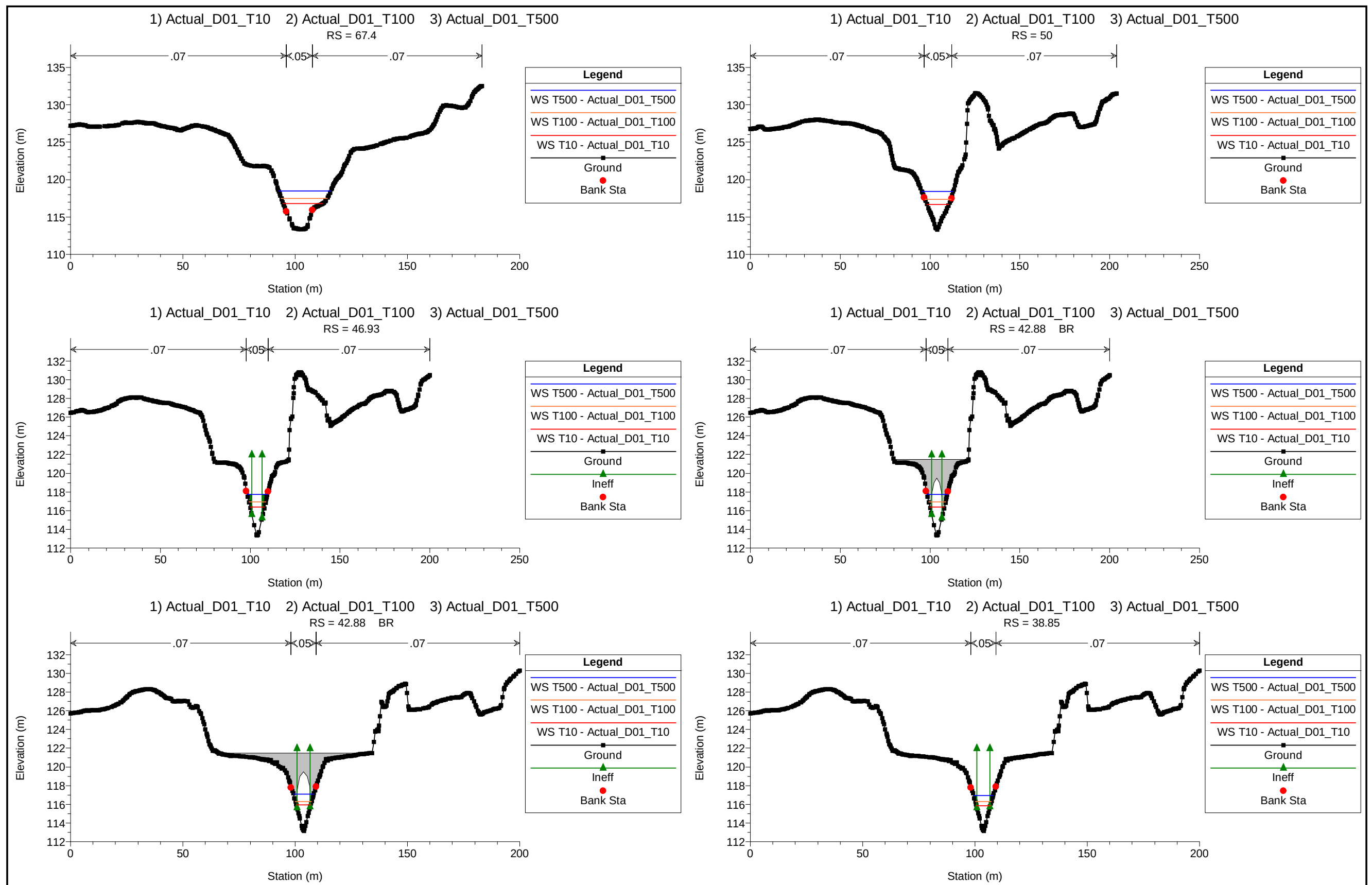


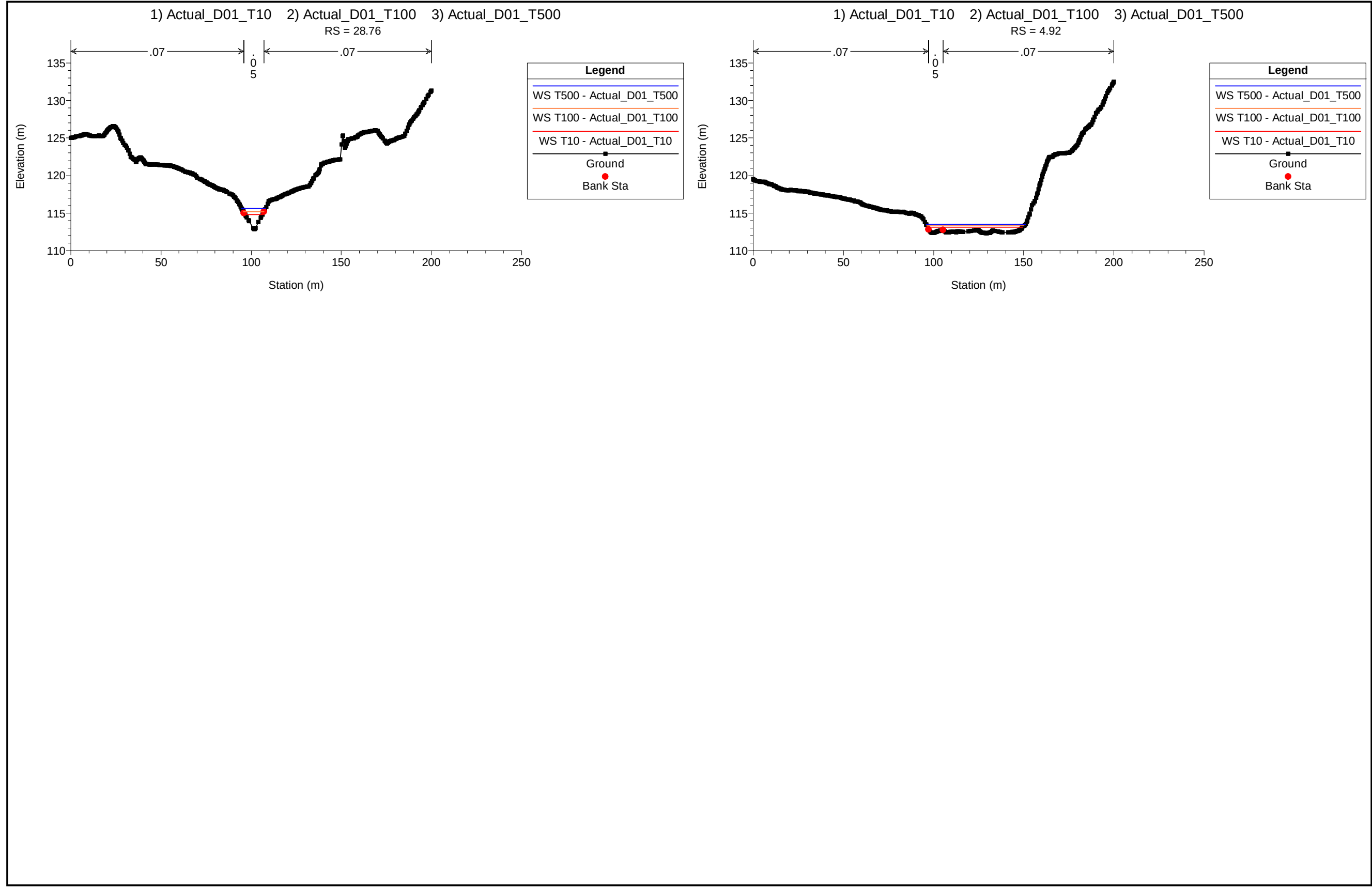


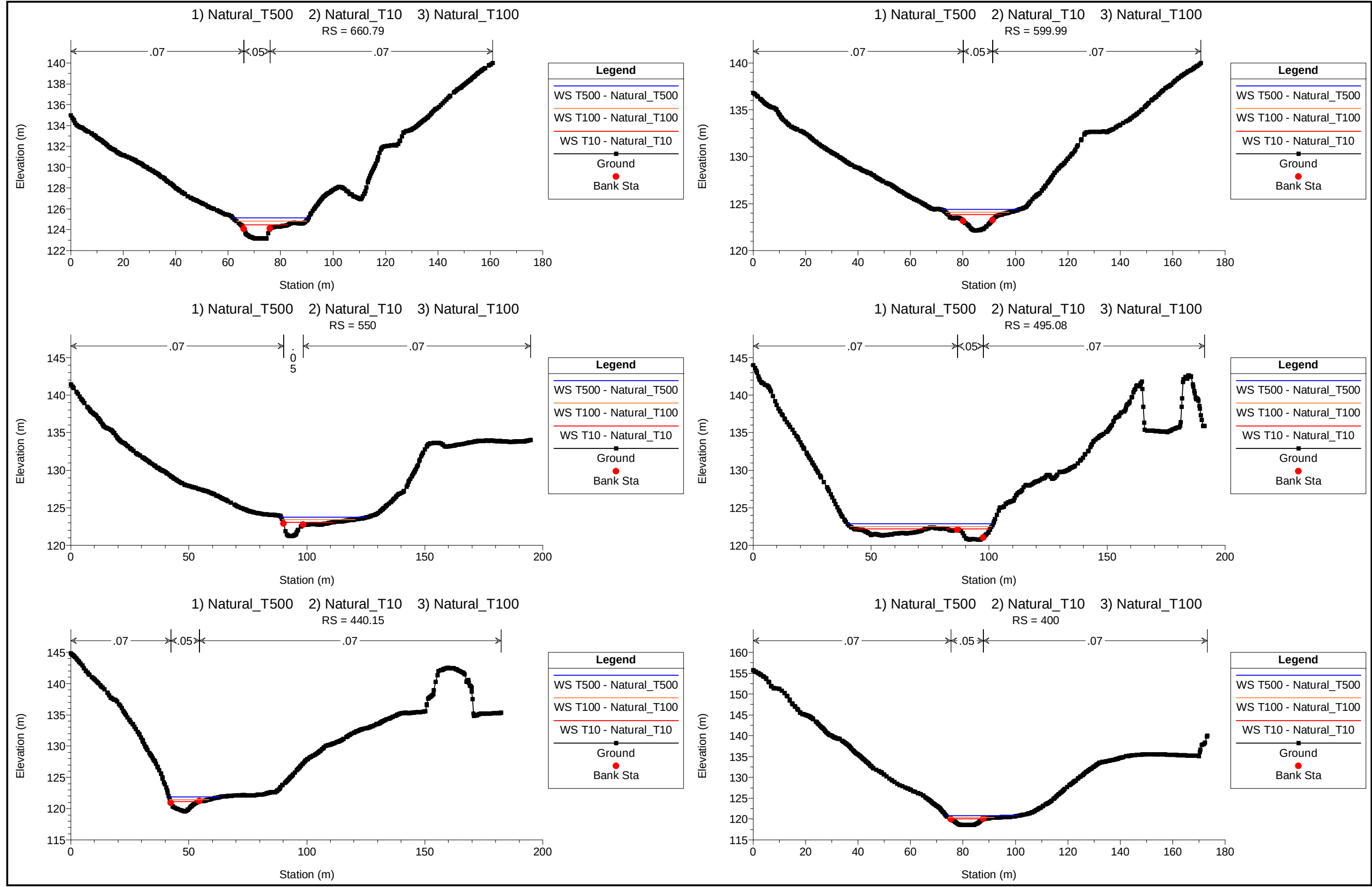
ANEXO N° 03 PERFILES TRANSVERSALES

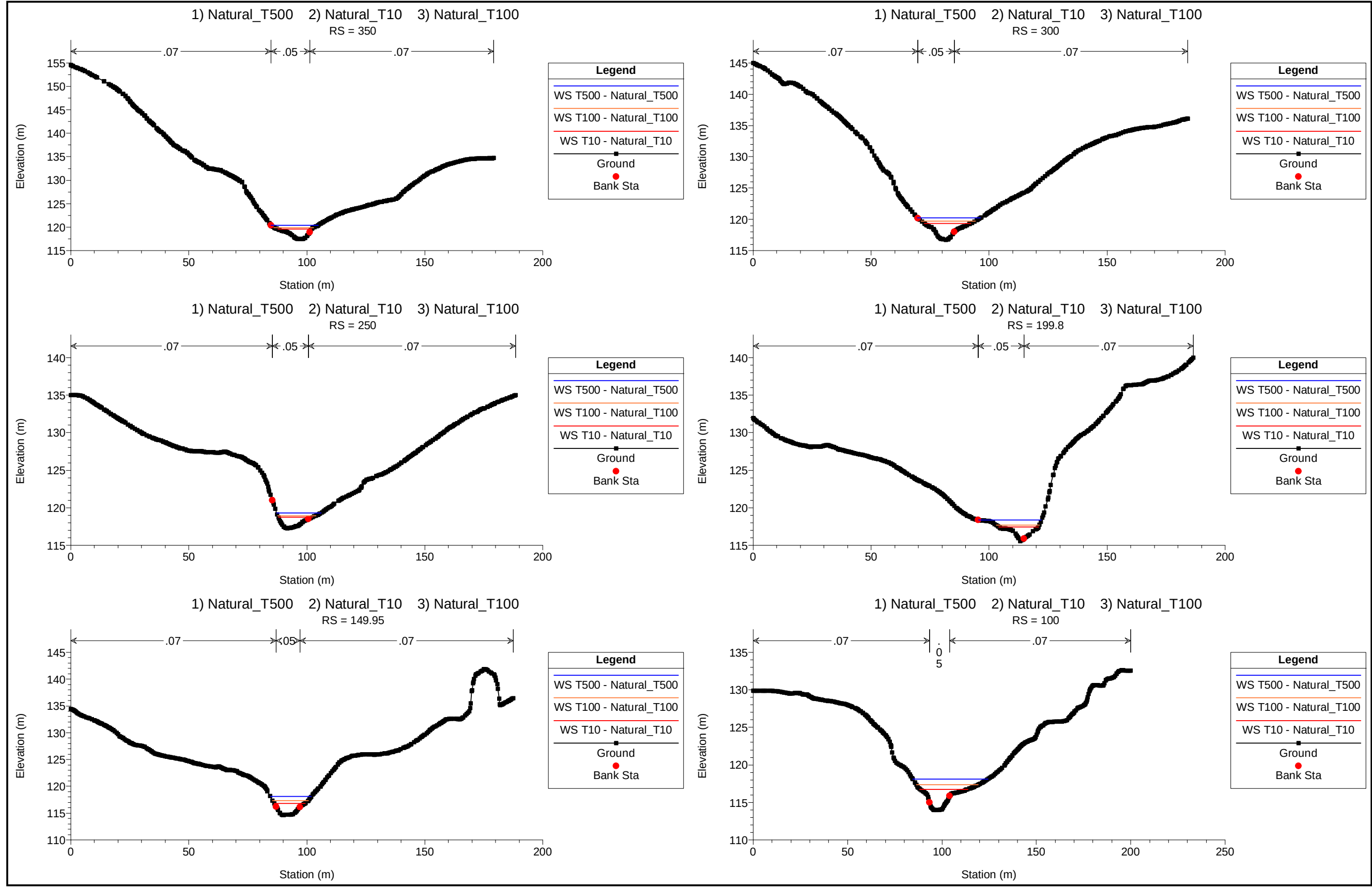


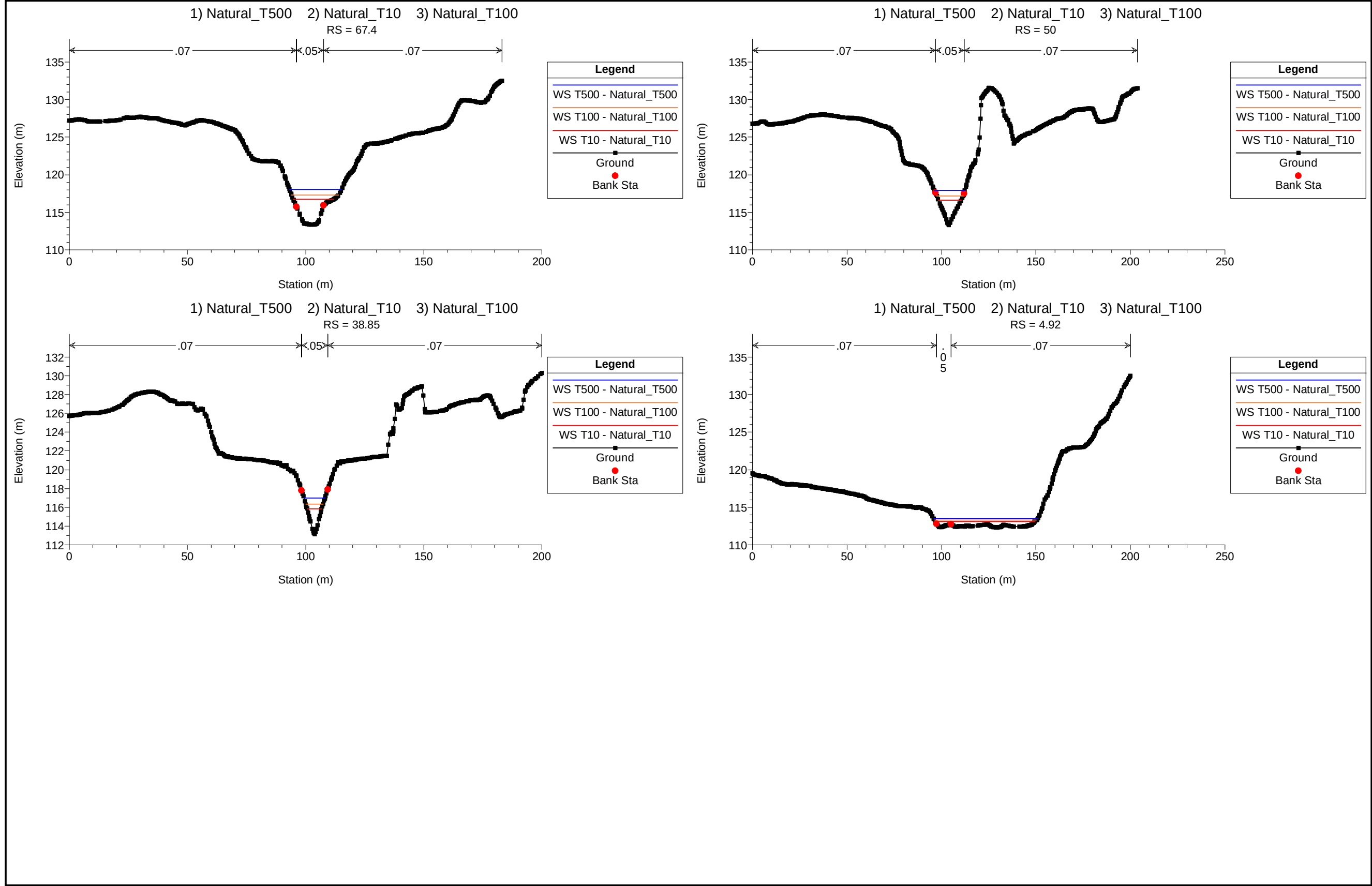


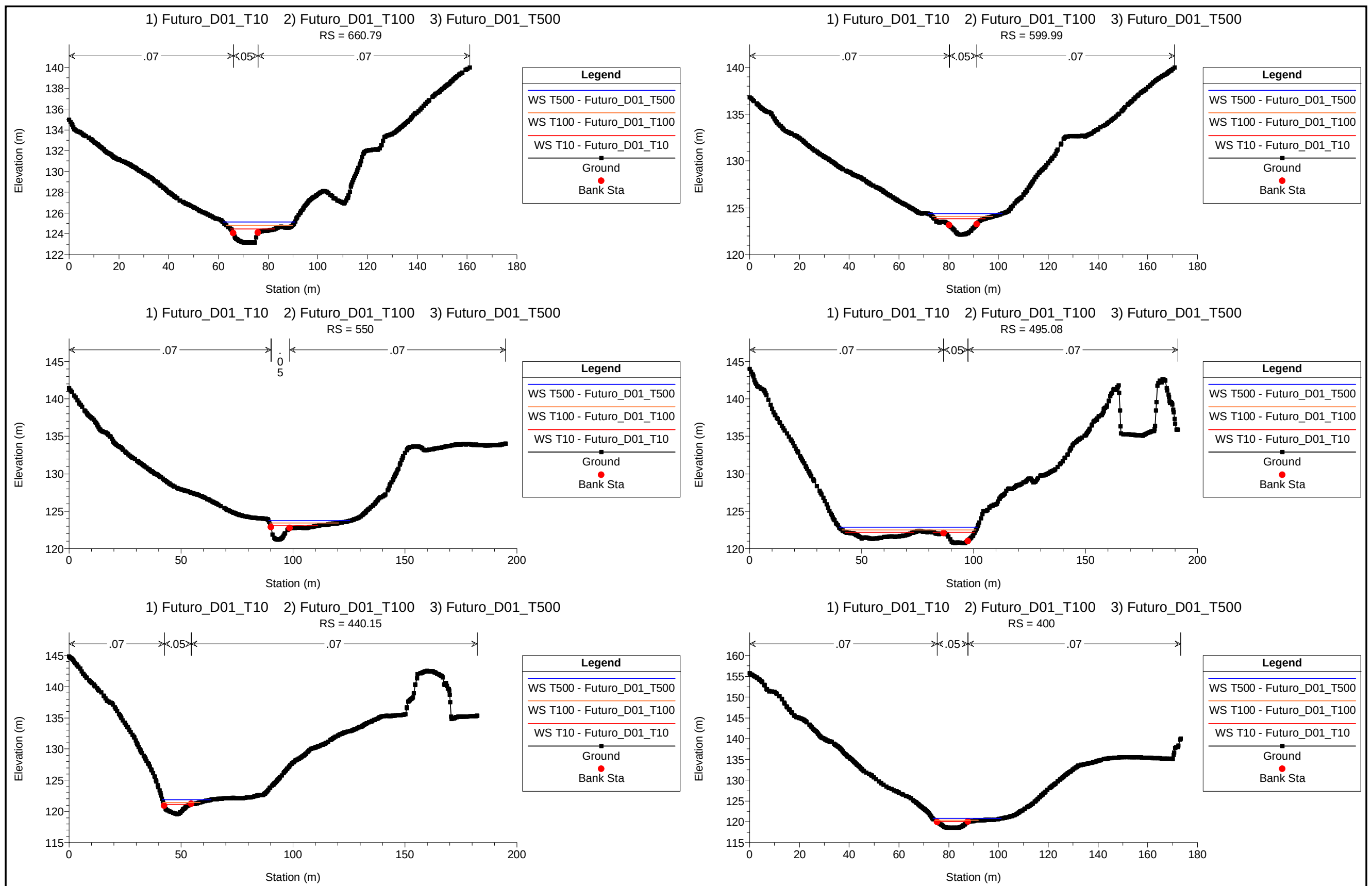


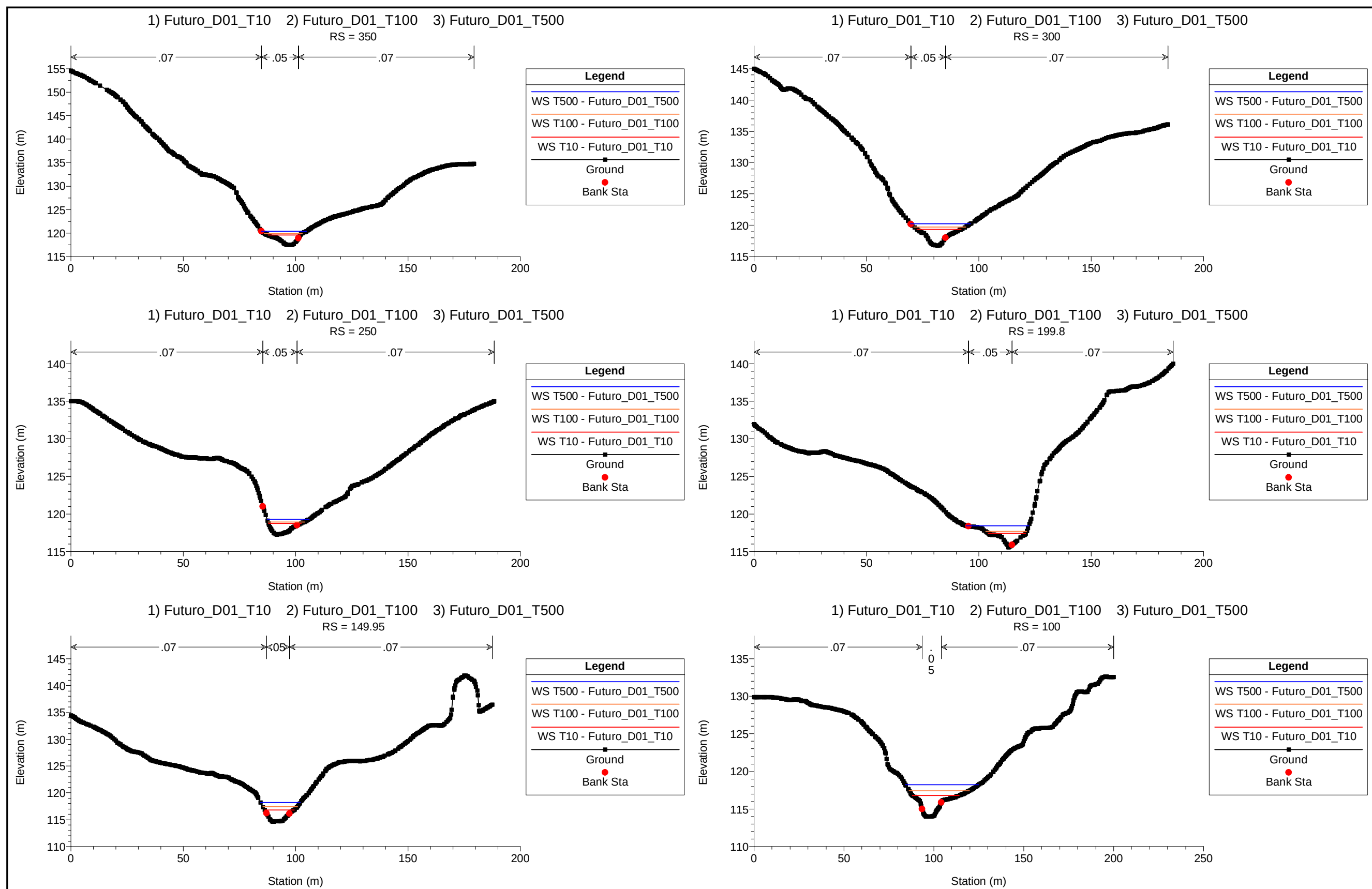


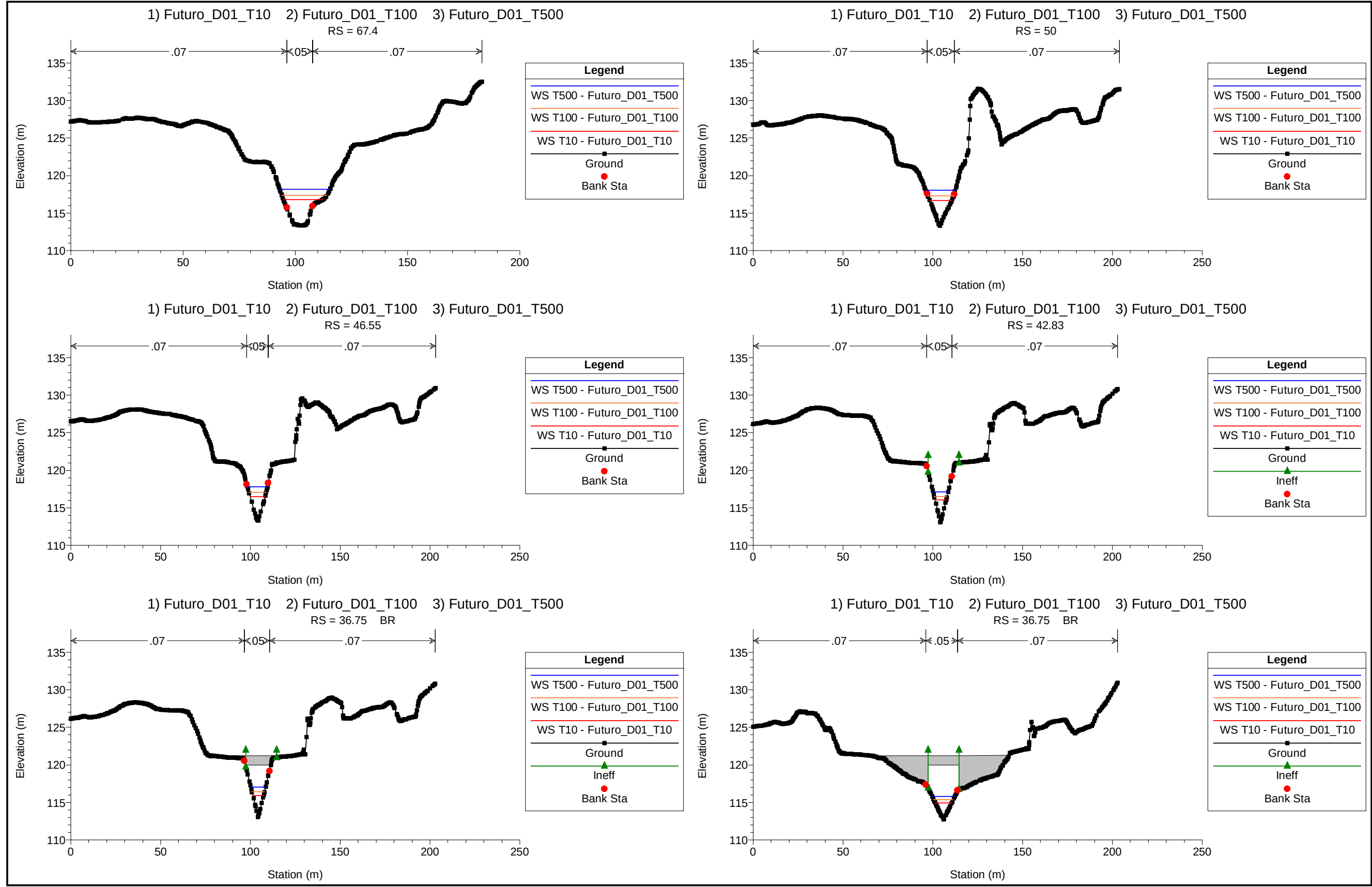


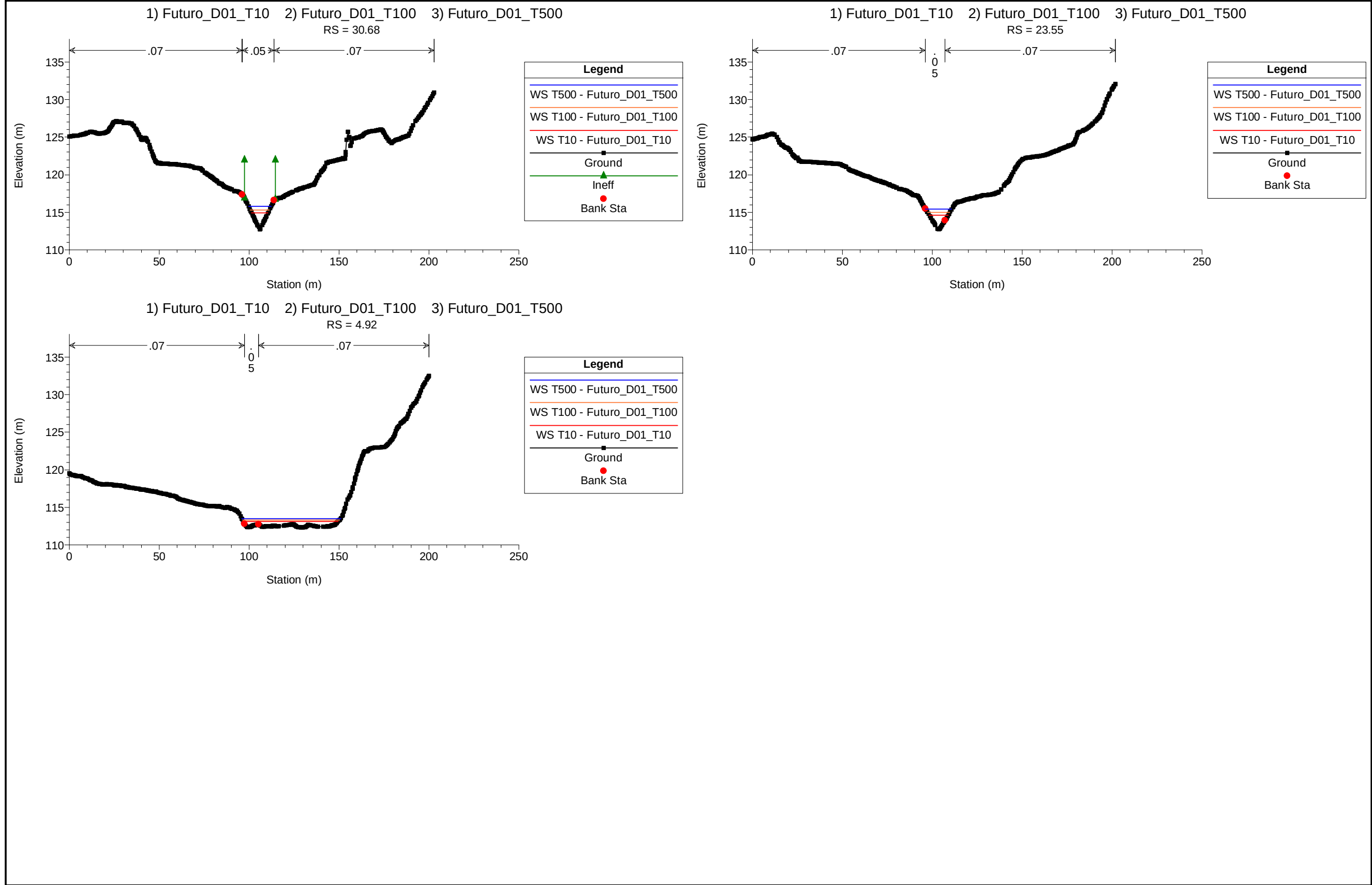














ANEXOS N° 04 TABLAS DE RESULTADOS

Situación Actual T-10

Cauce	Sección	Periodo de retorno	Q Total (m3/s)	Cota lecho (m)	Cota lámina (m)	Calado (m)	C.Crítico (m)	C. Energía (m)	Pendiente (m/m)	Vel. Cauce (m/s)	Área mojada (m2)	Ancho lámina (m)	Nº Froude
RioSeco	660.79	T10	33.75	123.15	124.47	1.33	124.47	124.91	0.02	2.95	12.49	17.82	0.89
RioSeco	599.99	T10	33.75	122.12	123.84	1.72		124.07	0.01	2.17	17.67	20.38	0.60
RioSeco	550	T10	33.75	121.22	123.06	1.84	123.06	123.47	0.02	2.92	13.87	21.07	0.82
RioSeco	495.08	T10	33.75	120.73	122.19	1.46		122.28	0.01	1.68	30.55	49.24	0.51
RioSeco	440.15	T10	33.75	119.54	121.13	1.59	121.13	121.61	0.03	3.05	11.10	12.06	1.00
RioSeco	400	T10	33.75	118.54	120.05	1.51		120.37	0.01	2.50	13.52	13.05	0.76
RioSeco	350	T10	33.75	117.47	119.54	2.07		119.76	0.01	2.10	16.26	14.28	0.61
RioSeco	300	T10	33.75	116.75	119.35	2.61		119.47	0.00	1.53	24.62	19.68	0.39
RioSeco	250	T10	33.75	117.26	118.73	1.48	118.65	119.10	0.02	2.69	12.72	14.50	0.87
RioSeco	199.8	T10	33.75	115.54	117.42	1.89	117.42	117.81	0.04	2.98	12.54	16.77	1.11
RioSeco	149.95	T10	33.75	114.67	116.85	2.18		117.02	0.00	1.86	18.91	13.26	0.45
RioSeco	100	T10	33.75	113.97	116.81	2.83		116.88	0.00	1.25	32.44	26.24	0.26
RioSeco	67.4	T10	33.75	113.36	116.79	3.43		116.84	0.00	1.05	34.09	17.48	0.20
RioSeco	50	T10	33.75	113.33	116.66	3.34		116.80	0.00	1.65	20.43	12.22	0.41
RioSeco	46.93	T10	33.75	113.35	116.38	3.03	115.77	116.76	0.01	2.74	12.30	8.06	0.60
RioSeco	42.88	Puente existente											
RioSeco	38.85	T10	33.75	113.16	115.83	2.66	115.83	116.58	0.03	3.85	8.77	6.06	1.00
RioSeco	28.76	T10	33.75	112.84	114.83	1.99	114.83	115.37	0.03	3.24	10.40	9.75	1.00
RioSeco	4.92	T10	33.75	112.36	113.13	0.80	112.88	113.19	0.01	1.40	31.47	52.78	0.58

Situación Actual T-100

Cauce	Sección	Periodo de retorno	Q Total (m3/s)	Cota lecho (m)	Cota lámina (m)	Calado (m)	C.Crítico (m)	C. Energía (m)	Pendiente (m/m)	Vel. Cauce (m/s)	Área mojada (m2)	Ancho lámina (m)	Nº Froude
RioSeco	660.79	T100	49.95	123.15	124.83	1.68	124.83	125.26	0.01	3.07	20.43	26.58	0.81
RioSeco	599.99	T100	49.95	122.12	124.08	1.96		124.40	0.01	2.60	23.03	24.21	0.66
RioSeco	550	T100	49.95	121.22	123.40	2.18	123.40	123.81	0.01	3.07	22.49	30.82	0.77
RioSeco	495.08	T100	49.95	120.73	122.47	1.74		122.56	0.01	1.74	46.39	59.78	0.48
RioSeco	440.15	T100	49.95	119.54	121.45	1.91	121.45	122.00	0.02	3.31	15.78	16.57	0.95
RioSeco	400	T100	49.95	118.54	120.37	1.83		120.77	0.01	2.84	18.31	17.42	0.77
RioSeco	350	T100	49.95	117.47	119.93	2.46		120.19	0.01	2.29	22.31	16.94	0.61
RioSeco	300	T100	49.95	116.75	119.75	3.00		119.89	0.00	1.73	33.01	23.02	0.41
RioSeco	250	T100	49.95	117.26	118.95	1.69	118.94	119.48	0.02	3.24	15.99	16.14	0.95
RioSeco	199.8	T100	49.95	115.54	117.68	2.15	117.67	118.14	0.03	3.22	17.08	18.27	1.08
RioSeco	149.95	T100	49.95	114.67	117.52	2.85		117.70	0.00	1.92	28.68	15.66	0.39
RioSeco	100	T100	49.95	113.97	117.52	3.55		117.59	0.00	1.26	54.30	34.51	0.23
RioSeco	67.4	T100	49.95	113.36	117.49	4.13		117.56	0.00	1.19	47.60	20.45	0.20
RioSeco	50	T100	49.95	113.33	117.39	4.06		117.53	0.00	1.66	30.18	14.72	0.37
RioSeco	46.93	T100	49.95	113.35	116.95	3.60	116.22	117.47	0.01	3.19	15.65	9.43	0.62
RioSeco	42.88	Puente existente											
RioSeco	38.85	T100	49.95	113.16	116.28	3.11	116.28	117.26	0.03	4.38	11.40	7.21	1.00
RioSeco	28.76	T100	49.95	112.84	115.18	2.34	115.18	115.82	0.03	3.56	14.06	11.27	1.00
RioSeco	4.92	T100	49.95	112.36	113.29	0.96	112.99	113.38	0.01	1.64	40.12	53.86	0.61

Situación Actual T-500

Cauce	Sección	Periodo de retorno	Q Total (m3/s)	Cota lecho (m)	Cota lámina (m)	Calado (m)	C.Crítico (m)	C. Energía (m)	Pendiente (m/m)	Vel. Cauce (m/s)	Área mojada (m2)	Ancho lámina (m)	Nº Froude
RioSeco	660.79	T500	76.60	123.15	125.15	2.00	125.15	125.67	0.01	3.48	29.43	28.93	0.83
RioSeco	599.99	T500	76.60	122.12	124.37	2.25	124.21	124.83	0.01	3.21	30.63	29.48	0.75
RioSeco	550	T500	76.60	121.22	123.72	2.50	123.72	124.18	0.01	3.46	33.09	36.25	0.79
RioSeco	495.08	T500	76.60	120.73	122.86	2.14		122.95	0.00	1.72	70.47	61.69	0.41
RioSeco	440.15	T500	76.60	119.54	121.87	2.32	121.87	122.52	0.02	3.66	23.67	21.63	0.91
RioSeco	400	T500	76.60	118.54	120.78	2.24	120.65	121.28	0.01	3.20	28.03	27.44	0.76
RioSeco	350	T500	76.60	117.47	120.39	2.93		120.73	0.01	2.59	30.97	20.05	0.62
RioSeco	300	T500	76.60	116.75	120.23	3.48		120.41	0.00	1.98	45.00	26.70	0.43
RioSeco	250	T500	76.60	117.26	119.33	2.07	119.33	119.98	0.02	3.64	22.72	18.82	0.94
RioSeco	199.8	T500	76.60	115.54	118.67	3.13		118.86	0.01	2.06	40.08	29.98	0.57
RioSeco	149.95	T500	76.60	114.67	118.50	3.83		118.68	0.00	1.99	45.43	18.54	0.34
RioSeco	100	T500	76.60	113.97	118.54	4.57		118.59	0.00	1.22	94.12	43.52	0.19
RioSeco	67.4	T500	76.60	113.36	118.49	5.13		118.57	0.00	1.33	69.41	23.17	0.20
RioSeco	50	T500	76.60	113.33	118.40	5.07		118.54	0.00	1.68	46.47	17.48	0.31
RioSeco	46.93	T500	76.60	113.35	117.74	4.39	116.87	118.47	0.01	3.79	20.21	11.28	0.65
RioSeco	42.88	Puente existente											
RioSeco	38.85	T500	76.60	113.16	116.92	3.76	116.92	118.23	0.03	5.06	15.13	8.70	1.00
RioSeco	28.76	T500	76.60	112.84	115.62	2.78	115.62	116.44	0.02	4.02	19.52	13.21	0.98
RioSeco	4.92	T500	76.60	112.36	113.52	1.18	113.14	113.63	0.01	1.96	52.31	55.13	0.63

Situación futura T-10

Cauce	Sección	Periodo de retorno	Q Total (m3/s)	Cota lecho (m)	Cota lámina (m)	Calado (m)	C.Crítico (m)	C. Energía (m)	Pendiente (m/m)	Vel. Cauce (m/s)	Área mojada (m2)	Ancho lámina (m)	Nº Froude
RioSeco	660.79	T10	33.75	123.15	124.47	1.33	124.47	124.91	0.02	2.95	12.49	17.82	0.89
RioSeco	599.99	T10	33.75	122.12	123.84	1.72		124.07	0.01	2.17	17.67	20.38	0.60
RioSeco	550	T10	33.75	121.22	123.06	1.84	123.06	123.47	0.02	2.92	13.87	21.07	0.82
RioSeco	495.08	T10	33.75	120.73	122.19	1.46		122.28	0.01	1.68	30.55	49.24	0.51
RioSeco	440.15	T10	33.75	119.54	121.13	1.59	121.13	121.61	0.03	3.05	11.10	12.06	1.00
RioSeco	400	T10	33.75	118.54	120.05	1.51		120.37	0.01	2.50	13.52	13.05	0.76
RioSeco	350	T10	33.75	117.47	119.54	2.07		119.76	0.01	2.10	16.26	14.28	0.61
RioSeco	300	T10	33.75	116.75	119.35	2.61		119.47	0.00	1.53	24.62	19.68	0.39
RioSeco	250	T10	33.75	117.26	118.73	1.48	118.65	119.10	0.02	2.69	12.72	14.50	0.87
RioSeco	199.8	T10	33.75	115.54	117.42	1.89	117.42	117.81	0.04	2.98	12.54	16.77	1.11
RioSeco	149.95	T10	33.75	114.67	116.84	2.17		117.01	0.00	1.87	18.78	13.22	0.45
RioSeco	100	T10	33.75	113.97	116.79	2.82		116.87	0.00	1.26	32.14	26.06	0.26
RioSeco	67.4	T10	33.75	113.36	116.77	3.41		116.83	0.00	1.06	33.89	17.40	0.20
RioSeco	50	T10	33.75	113.33	116.65	3.32		116.79	0.00	1.67	20.25	12.17	0.41
RioSeco	46.55	T10	33.75	113.29	116.47	3.18		116.76	0.01	2.37	14.26	8.30	0.58
RioSeco	42.83	T10	33.75	113.07	116.05	2.99	115.91	116.67	0.03	3.47	9.72	6.28	0.89
RioSeco	36.75	Puente futuro											
RioSeco	30.68	T10	33.75	112.77	114.92	2.15	114.92	115.48	0.03	3.31	10.19	9.09	1.00
RioSeco	23.55	T10	33.75	112.72	114.61	1.90	114.61	115.15	0.02	3.27	10.76	10.58	0.98
RioSeco	4.92	T10	33.75	112.36	113.13	0.80	112.88	113.19	0.01	1.40	31.47	52.78	0.58

Situación futura T-100

Cauce	Sección	Periodo de retorno	Q Total (m3/s)	Cota lecho (m)	Cota lámina (m)	Calado (m)	C.Crítico (m)	C. Energía (m)	Pendiente (m/m)	Vel. Cauce (m/s)	Área mojada (m2)	Ancho lámina (m)	Nº Froude
RioSeco	660.79	T100	49.95	123.15	124.83	1.68	124.83	125.26	0.01	3.07	20.43	26.58	0.81
RioSeco	599.99	T100	49.95	122.12	124.08	1.96		124.40	0.01	2.60	23.03	24.21	0.66
RioSeco	550	T100	49.95	121.22	123.40	2.18	123.40	123.81	0.01	3.07	22.49	30.82	0.77
RioSeco	495.08	T100	49.95	120.73	122.47	1.74		122.56	0.01	1.74	46.39	59.78	0.48
RioSeco	440.15	T100	49.95	119.54	121.45	1.91	121.45	122.00	0.02	3.31	15.78	16.57	0.95
RioSeco	400	T100	49.95	118.54	120.37	1.83		120.77	0.01	2.84	18.31	17.42	0.77
RioSeco	350	T100	49.95	117.47	119.93	2.46		120.19	0.01	2.29	22.29	16.93	0.62
RioSeco	300	T100	49.95	116.75	119.74	3.00		119.88	0.00	1.73	32.96	23.00	0.41
RioSeco	250	T100	49.95	117.26	118.95	1.70	118.94	119.48	0.02	3.22	16.10	16.20	0.95
RioSeco	199.8	T100	49.95	115.54	117.67	2.14	117.67	118.14	0.03	3.26	16.89	18.21	1.10
RioSeco	149.95	T100	49.95	114.67	117.42	2.75		117.62	0.00	2.02	27.17	15.36	0.42
RioSeco	100	T100	49.95	113.97	117.42	3.44		117.49	0.00	1.33	50.80	33.43	0.24
RioSeco	67.4	T100	49.95	113.36	117.39	4.03		117.46	0.00	1.23	45.48	20.09	0.21
RioSeco	50	T100	49.95	113.33	117.27	3.94		117.42	0.00	1.76	28.41	14.37	0.40
RioSeco	46.55	T100	49.95	113.29	117.05	3.76		117.39	0.01	2.57	19.43	9.55	0.58
RioSeco	42.83	T100	49.95	113.07	116.48	3.41	116.42	117.29	0.03	3.97	12.58	7.13	0.95
RioSeco	36.75	Puente futuro											
RioSeco	30.68	T100	49.95	112.77	115.30	2.53	115.30	115.96	0.03	3.59	13.93	10.60	1.00
RioSeco	23.55	T100	49.95	112.72	114.97	2.25	114.97	115.60	0.02	3.59	14.84	12.37	0.98
RioSeco	4.92	T100	49.95	112.36	113.29	0.96	112.99	113.38	0.01	1.64	40.12	53.86	0.61

Situación futura T-500

Cauce	Sección	Periodo de retorno	Q Total (m3/s)	Cota lecho (m)	Cota lámina (m)	Calado (m)	C.Crítico (m)	C. Energía (m)	Pendiente (m/m)	Vel. Cauce (m/s)	Área mojada (m2)	Ancho lámina (m)	Nº Froude
RioSeco	660.79	T500	76.60	123.15	125.15	2.00	125.15	125.67	0.01	3.48	29.43	28.93	0.83
RioSeco	599.99	T500	76.60	122.12	124.37	2.25	124.21	124.83	0.01	3.21	30.63	29.48	0.75
RioSeco	550	T500	76.60	121.22	123.72	2.50	123.72	124.18	0.01	3.46	33.09	36.25	0.79
RioSeco	495.08	T500	76.60	120.73	122.86	2.14		122.95	0.00	1.72	70.47	61.69	0.41
RioSeco	440.15	T500	76.60	119.54	121.87	2.32	121.87	122.52	0.02	3.66	23.66	21.63	0.91
RioSeco	400	T500	76.60	118.54	120.78	2.24	120.65	121.28	0.01	3.20	28.03	27.45	0.76
RioSeco	350	T500	76.60	117.47	120.39	2.93		120.73	0.01	2.59	30.97	20.05	0.62
RioSeco	300	T500	76.60	116.75	120.23	3.48		120.41	0.00	1.98	45.01	26.70	0.43
RioSeco	250	T500	76.60	117.26	119.33	2.07	119.33	119.98	0.02	3.64	22.72	18.82	0.94
RioSeco	199.8	T500	76.60	115.54	118.44	2.90		118.71	0.01	2.41	33.35	27.79	0.73
RioSeco	149.95	T500	76.60	114.67	118.20	3.53		118.43	0.00	2.22	39.93	17.64	0.40
RioSeco	100	T500	76.60	113.97	118.23	4.26		118.31	0.00	1.38	81.28	40.90	0.23
RioSeco	67.4	T500	76.60	113.36	118.18	4.82		118.28	0.00	1.45	62.32	22.38	0.23
RioSeco	50	T500	76.60	113.33	118.06	4.73		118.24	0.00	1.90	40.62	16.53	0.37
RioSeco	46.55	T500	76.60	113.29	117.80	4.51		118.20	0.01	2.81	27.24	11.32	0.58
RioSeco	42.83	T500	76.60	113.07	117.13	4.06	117.06	118.09	0.03	4.34	17.64	8.43	0.96
RioSeco	36.75	Puente existente											
RioSeco	30.68	T500	76.60	112.77	115.79	3.02	115.79	116.57	0.02	3.91	19.59	12.54	1.00
RioSeco	23.55	T500	76.60	112.72	115.43	2.71	115.43	116.18	0.02	3.96	20.99	14.63	0.98
RioSeco	4.92	T500	76.60	112.36	113.52	1.18	113.14	113.63	0.01	1.96	52.31	55.13	0.63

Situación sin puente T-10

Cauce	Sección	Periodo de retorno	Q Total (m3/s)	Cota lecho (m)	Cota lámina (m)	Calado (m)	C.Crítico (m)	C. Energía (m)	Pendiente (m/m)	Vel. Cauce (m/s)	Área mojada (m2)	Ancho lámina (m)	Nº Froude
RioSeco	660.79	T10	33.75	123.15	124.47	1.33	124.47	124.91	0.019729	2.95	12.49	17.82	0.89
RioSeco	599.99	T10	33.75	122.12	123.84	1.72		124.07	0.00831	2.17	17.67	20.38	0.6
RioSeco	550	T10	33.75	121.22	123.06	1.84	123.06	123.47	0.017431	2.92	13.87	21.07	0.82
RioSeco	495.08	T10	33.75	120.73	122.19	1.46		122.28	0.006495	1.68	30.55	49.24	0.51
RioSeco	440.15	T10	33.75	119.54	121.13	1.59	121.13	121.61	0.026634	3.05	11.1	12.06	1
RioSeco	400	T10	33.75	118.54	120.05	1.51		120.37	0.014718	2.5	13.52	13.05	0.76
RioSeco	350	T10	33.75	117.47	119.54	2.07		119.76	0.009314	2.1	16.26	14.28	0.61
RioSeco	300	T10	33.75	116.75	119.35	2.61		119.47	0.003395	1.53	24.62	19.68	0.39
RioSeco	250	T10	33.75	117.26	118.73	1.48	118.65	119.1	0.019459	2.69	12.72	14.5	0.87
RioSeco	199.8	T10	33.75	115.54	117.42	1.89	117.42	117.81	0.03547	2.98	12.54	16.77	1.11
RioSeco	149.95	T10	33.75	114.67	116.8	2.13		116.98	0.004895	1.92	18.25	13.03	0.47
RioSeco	100	T10	33.75	113.97	116.75	2.78		116.83	0.00147	1.29	30.95	25.35	0.27
RioSeco	67.4	T10	33.75	113.36	116.73	3.37		116.78	0.000924	1.08	33.07	17.09	0.21
RioSeco	50	T10	33.75	113.33	116.59	3.26		116.74	0.004645	1.73	19.55	11.98	0.43
RioSeco	38.85	T10	33.75	113.16	115.84	2.67	115.84	116.58	0.032469	3.8	8.87	6.08	1.01
RioSeco	4.92	T10	33.75	112.36	113.13	0.8	112.88	113.19	0.010013	1.4	31.47	52.78	0.58

Situación sin puente T-100

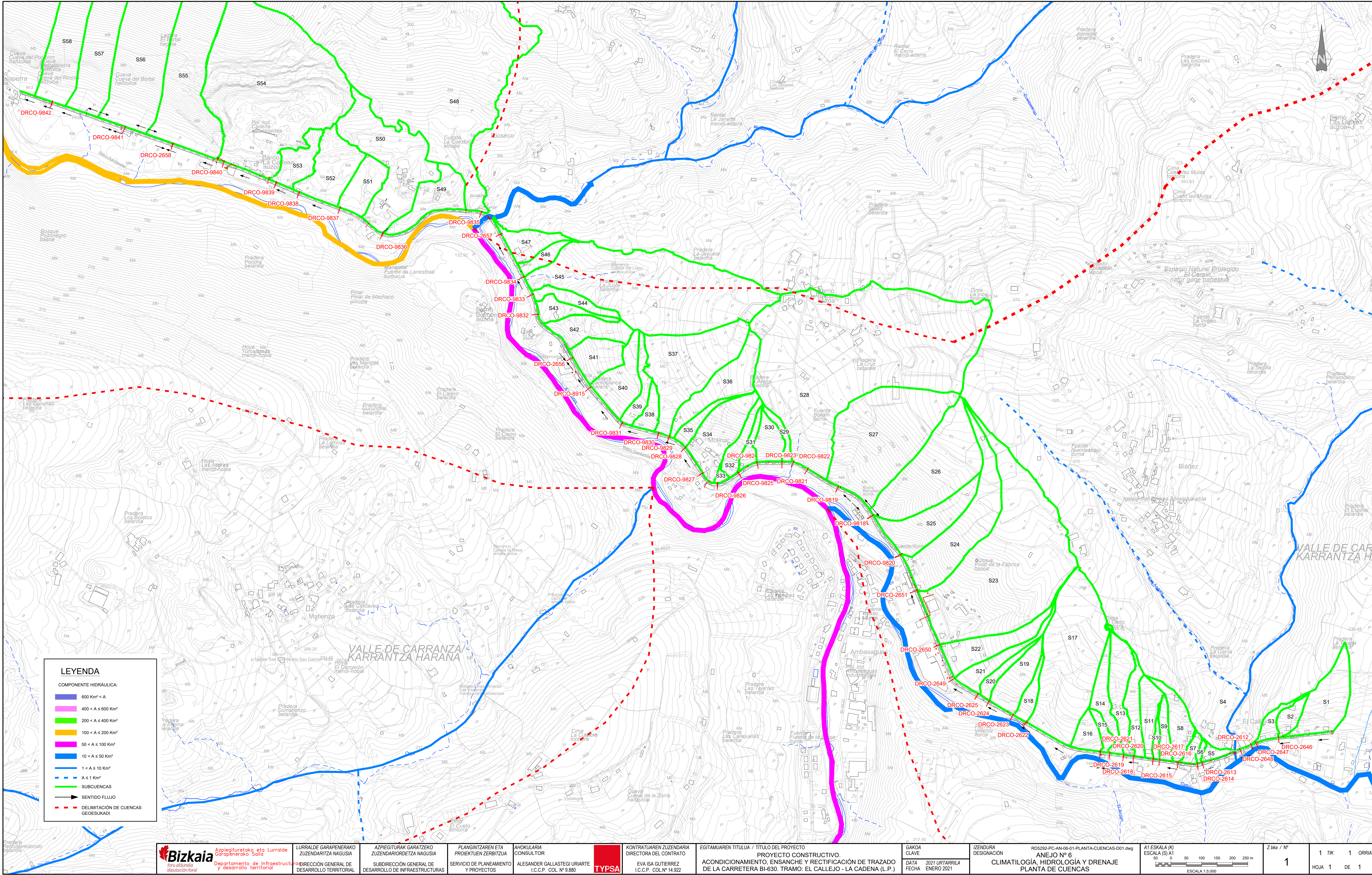
Cauce	Sección	Periodo de retorno	Q Total (m3/s)	Cota lecho (m)	Cota lámina (m)	Calado (m)	C.Crítico (m)	C. Energía (m)	Pendiente (m/m)	Vel. Cauce (m/s)	Área mojada (m2)	Ancho lámina (m)	Nº Froude
RioSeco	660.79	T100	49.95	123.15	124.83	1.68	124.83	125.26	0.014845	3.07	20.43	26.58	0.81
RioSeco	599.99	T100	49.95	122.12	124.08	1.96		124.4	0.009599	2.6	23.03	24.21	0.66
RioSeco	550	T100	49.95	121.22	123.4	2.18	123.4	123.81	0.01419	3.07	22.49	30.82	0.77
RioSeco	495.08	T100	49.95	120.73	122.47	1.74		122.56	0.005149	1.74	46.39	59.78	0.48
RioSeco	440.15	T100	49.95	119.54	121.45	1.91	121.45	122	0.021728	3.31	15.78	16.57	0.95
RioSeco	400	T100	49.95	118.54	120.37	1.83		120.77	0.013534	2.84	18.31	17.42	0.77
RioSeco	350	T100	49.95	117.47	119.93	2.46		120.19	0.008809	2.29	22.29	16.93	0.62
RioSeco	300	T100	49.95	116.75	119.74	3		119.88	0.003655	1.73	32.96	23	0.41
RioSeco	250	T100	49.95	117.26	118.95	1.7	118.94	119.48	0.0219	3.22	16.1	16.2	0.95
RioSeco	199.8	T100	49.95	115.54	117.67	2.14	117.67	118.14	0.032198	3.26	16.89	18.21	1.1
RioSeco	149.95	T100	49.95	114.67	117.36	2.69		117.57	0.003945	2.08	26.23	15.18	0.44
RioSeco	100	T100	49.95	113.97	117.35	3.38		117.43	0.001218	1.37	48.61	32.7	0.26
RioSeco	67.4	T100	49.95	113.36	117.32	3.96		117.4	0.000979	1.26	44.12	19.87	0.22
RioSeco	50	T100	49.95	113.33	117.19	3.86		117.36	0.004185	1.83	27.26	14.12	0.42
RioSeco	38.85	T100	49.95	113.16	116.35	3.18	116.35	117.19	0.030673	4.06	12.3	7.41	1.01
RioSeco	4.92	T100	49.95	112.36	113.29	0.96	112.99	113.38	0.010003	1.64	40.12	53.86	0.61

Situación sin puente T-500

Cauce	Sección	Periodo de retorno	Q Total (m3/s)	Cota lecho (m)	Cota lámina (m)	Calado (m)	C.Crítico (m)	C. Energía (m)	Pendiente (m/m)	Vel. Cauce (m/s)	Área mojada (m2)	Ancho lámina (m)	Nº Froude
RioSeco	660.79	T500	76.6	123.15	125.15	2	125.15	125.67	0.014668	3.48	29.43	28.93	0.83
RioSeco	599.99	T500	76.6	122.12	124.37	2.25	124.21	124.83	0.011673	3.21	30.63	29.48	0.75
RioSeco	550	T500	76.6	121.22	123.72	2.5	123.72	124.18	0.014166	3.46	33.09	36.25	0.79
RioSeco	495.08	T500	76.6	120.73	122.86	2.14		122.95	0.003563	1.72	70.47	61.69	0.41
RioSeco	440.15	T500	76.6	119.54	121.87	2.32	121.87	122.52	0.018067	3.66	23.67	21.63	0.91
RioSeco	400	T500	76.6	118.54	120.78	2.24	120.65	121.28	0.012197	3.2	28.03	27.45	0.76
RioSeco	350	T500	76.6	117.47	120.39	2.93		120.73	0.008335	2.59	30.97	20.05	0.62
RioSeco	300	T500	76.6	116.75	120.23	3.48		120.41	0.003884	1.98	45.02	26.7	0.43
RioSeco	250	T500	76.6	117.26	119.33	2.07	119.33	119.98	0.020326	3.64	22.72	18.82	0.94
RioSeco	199.8	T500	76.6	115.54	118.37	2.83		118.67	0.015788	2.54	31.34	26.67	0.8
RioSeco	149.95	T500	76.6	114.67	118.09	3.42		118.34	0.003395	2.32	38.02	17.31	0.43
RioSeco	100	T500	76.6	113.97	118.12	4.15		118.21	0.000999	1.45	76.81	39.97	0.24
RioSeco	67.4	T500	76.6	113.36	118.06	4.7		118.17	0.001058	1.51	59.8	22.08	0.24
RioSeco	50	T500	76.6	113.33	117.93	4.6		118.13	0.003485	2	38.49	16.17	0.4
RioSeco	38.85	T500	76.6	113.16	116.97	3.8	116.97	117.96	0.028996	4.42	17.33	8.8	1.01
RioSeco	4.92	T500	76.6	112.36	113.52	1.18	113.14	113.63	0.010006	1.96	52.31	55.13	0.63

10. APÉNDICE 4: PLANOS

10.1. PLANO DE CUENCAS



10.2. PLANO DE SURGENCIAS

