



*euskal trenbide sarea*

---

Proyecto Constructivo del  
desdoblamiento en Deba entre los PK  
72+509.074 y PK 73+181.011

---

## Anejo 06. Hidrología y Drenaje

Abril 2024





## Índice:

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>2</b>
<b>2. HIDROLOGÍA</b> .....	<b>2</b>
2.1. INTRODUCCIÓN.....	2
2.2. DELIMITACIÓN Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS CUENCAS .....	2
2.3. METODOLOGÍA .....	5
2.3.1. Introducción .....	5
2.3.2. Formula general de cálculo .....	5
2.3.3. Periodo de retorno.....	5
2.3.4. Intensidad de precipitación .....	6
2.3.5. Coeficiente de escorrentía .....	11
2.3.6. Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación .....	21
2.4. APLICACIÓN DEL MÉTODO HIDROMETEREOLÓGICO .....	21
2.4.1. Precipitación de cálculo .....	21
2.4.2. Coeficiente de escorrentía .....	22
2.4.3. Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación .....	24
2.4.4. Resultados .....	25
<b>3. DRENAJE</b> .....	<b>26</b>
3.1. DRENAJE LONGITUDINAL .....	26
3.1.1. Diseño de la red de drenaje longitudinal.....	26
3.1.2. Determinación del caudal de diseño de cada elemento .....	27
3.1.3. Determinación de la velocidad y el calado.....	27
3.1.4. Definición de las cunetas y tuberías .....	27
3.2. DRENAJE TRANSVERSAL .....	30
<b>APÉNDICE 1. PLANO DE CUENCAS .....</b>	<b>31</b>
<b>APÉNDICE Nº2. CÁLCULOS HIDROLÓGICOS .....</b>	<b>32</b>
<b>APÉNDICE Nº3. ESTUDIO HIDRÁULICO DEL ARROYO URZABAL .....</b>	<b>33</b>
<b>APÉNDICE Nº4. COMUNICACIONES CON URA .....</b>	<b>34</b>

# Anejo 06. Hidrología y Drenaje

---

## 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.

## 2. HIDROLOGÍA

### 2.1. INTRODUCCIÓN

En este apartado se definen los parámetros hidrológicos, así como el procedimiento de cálculo a utilizar para obtener los caudales a desaguar por cada obra de drenaje. El paso previo más importante para diseñar una obra de drenaje es el establecimiento del *caudal de diseño*. Este caudal puede definirse como el caudal máximo que puede circular por una obra de desagüe sin riesgo alguno para la infraestructura ni interrupción del servicio. Por tanto, el caudal no se determina con los procedimientos hidrológicos habituales en estudios de abastecimiento, basados en fenómenos ordinarios, sino con un estudio de los fenómenos extraordinarios.

La metodología a aplicar para el cálculo de caudales asociados a diferentes períodos de retorno depende del tamaño y naturaleza de las superficies aportantes. Cuando se tienen cuencas pequeñas resultan adecuados los métodos hidrometeorológicos, como es el caso del método racional. Estos se basan en aplicar una intensidad media de precipitación a la superficie de la cuenca, estimando con ello su escurrentía. Esto equivale a admitir que la única componente de esa precipitación que interviene en la generación de caudales máximos es la que escurre superficialmente.

Para obtener los caudales de diseño se va a utilizar el procedimiento de cálculo establecido por la Instrucción 5.2-IC “Drenaje superficial” del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible. En ella se utiliza de una forma particular el método racional, según la metodología que se expone en el siguiente apartado.

### 2.2. DELIMITACIÓN Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS CUENCAS

Las superficies interceptadas por la traza de la plataforma que tienen una superficie vertiente significativa se han delimitado sobre cartografía a escala 1:2.500 y están reflejadas en el plano adjunto “cuencas”. Una vez representadas las cuencas, se han deducido sus características físicas: superficie, longitud y cotas extremas y pendiente del curso principal.

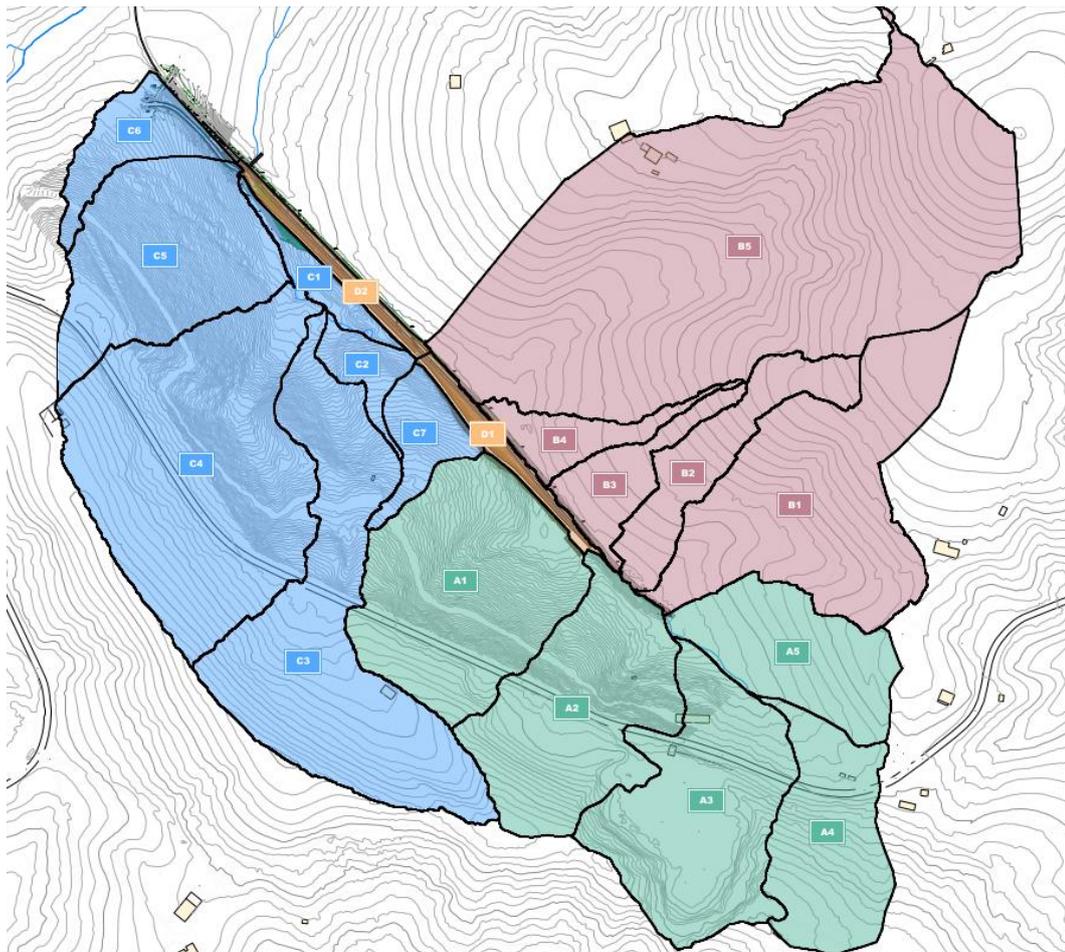


Ilustración 1. Cuencas.

En los siguientes cuadros están caracterizadas las cuencas que se han identificado siguiendo la operativa antedicha.

Tabla 1. Características de las subcuencas "A"

ZONA	SUBCUENCA	SUPERFICIE (Km <sup>2</sup> )	LONGITUD (Km)	Z <sub>máx</sub> (msnm)	Z <sub>mín</sub> (msnm)	DESNIVEL (m)	PENDIENTE (m/m)	T <sub>c</sub> (h)
IZQUIERDA TÚNEL (A)	A1	0.0527	0.3492	172	80	92.00	0.26	0.25
	A2	0.0445	0.3250	217	79	138.00	0.42	0.25
	A3	0.0472	0.6555	180.5	86.5	94.00	0.14	0.31
	A4	0.0293	0.4358	200	94	106.00	0.24	0.25
	A5	0.0271	0.3924	137	86.5	50.50	0.13	0.25

La subcuencas "A" corresponden a la zona recogida en el lado izquierdo de la plataforma, previo a que desemboque en el arroyo Urzabal.

Tabla 2. Características de las subcuencas "B"

ZONA	SUBCUENCA	SUPERFICIE (Km <sup>2</sup> )	LONGITUD (Km)	Z <sub>máx</sub> (msnm)	Z <sub>mín</sub> (msnm)	DESNIVEL (m)	PENDIENTE (m/m)	T <sub>c</sub> (h)
DERECHA TÚNEL (B)	B1	0.0589	0.5360	235	77.6	157.40	0.29	0.25
	B2	0.0195	0.4160	145	76.87	68.13	0.16	0.25
	B3	0.0118	0.2520	145	76.28	68.72	0.27	0.25
	B4	0.0095	0.2930	171	74.2	96.80	0.33	0.25
	B5	0.1659	0.8150	189	72	117.00	0.14	0.37

Las subcuencas "B" corresponden a la zona recogida en el lado derecho de la plataforma, que tras pasar bajo la tajea existente desembocan en el arroyo Urzabal.

Tabla 3. Características de las subcuencas "C"

ZONA	SUBCUENCA	SUPERFICIE (Km <sup>2</sup> )	LONGITUD (Km)	Z <sub>máx</sub> (msnm)	Z <sub>mín</sub> (msnm)	DESNIVEL (m)	PENDIENTE (m/m)	T <sub>c</sub> (h)
ARROYO (C)	C1	0.0062	0.0947	71.3	60.8	10.50	0.11	0.25
	C2	0.0063	0.2025	103	62.5	40.50	0.20	0.25
	C3	0.0651	0.6911	217	61.5	155.50	0.23	0.30
	C4	0.0787	0.4847	215	59	156.00	0.32	0.25
	C5	0.0419	0.3117	192	57	135.00	0.43	0.25
	C6	0.0128	0.3106	137	57	80.00	0.26	0.25
	C7	0.0097	0.1934	123	75	48.00	0.25	0.25

Las subcuencas "C" son aquellas que no vierten su agua a la plataforma ferroviaria en ningún punto, pero que tienen que ser tomadas en cuenta a la hora de calcular el impacto de la obra sobre la ODT existente y su ampliación.

Tabla 4. Características de las subcuencas "D"

ZONA	SUBCUENCA	SUPERFICIE (Km2)	LONGITUD (Km)	Zmáx (msnm)	Zmín (msnm)	DESNIVEL (m)	PENDIENTE (m/m)	Tc (h)
PLATAF (D)	D1	0.0054	0.0100	172	76.5	95.50	9.55	0.25
	D2	0.0051	0.0100	217	79	138.00	13.80	0.25

Las subcuencas "D" son aquellas que vierten directamente a la plataforma ferroviaria o son parte de la propia plataforma.

## 2.3. METODOLOGÍA

### 2.3.1. Introducción

Para dimensionar las obras de drenaje de una infraestructura es suficiente, normalmente, conocer los caudales punta.

La elección del método de cálculo queda determinada en primera instancia por el área de la cuenca. al tratarse esta de una cuenca que no llega a un área de 50km<sup>2</sup>, se aplicará el método racional descrito en la norma 5.2-IC de la instrucción de carreteras.

### 2.3.2. Formula general de cálculo

Siguiendo el método racional, el caudal máximo anual  $Q_T$ , correspondiente a un período de retorno  $T$ , se calcula mediante la fórmula:

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

Siendo:

$Q_T$	Caudal máximo anual correspondiente al período de retorno $T$ , en el punto de desagüe de la cuenca en m <sup>3</sup> /s.
$I(T, t_c)$	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 en mm/h.
$C$	Coefficiente medio de escorrentía.
$A$	Área de la cuenca en km <sup>2</sup> .
$K_t$	Coefficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.

El método de cálculo propuesto supone unos valores únicos de la intensidad de precipitación y del coeficiente de escorrentía para toda la cuenca, correspondientes a sus valores medios. Esta hipótesis sólo es aceptable en cuencas que sean suficientemente homogéneas, tanto respecto de la variación espacial de la precipitación como del coeficiente de escorrentía, como es el caso de estudio.

### 2.3.3. Periodo de retorno

Se define siempre en correspondencia con un valor numérico que mide la magnitud de un fenómeno (intensidad de lluvia, caudal de avenida...), y es un intervalo de tiempo de una duración tal que el valor de referencia es alcanzado o superado en media, al menos una vez cada intervalo de esa duración en que puede subdividirse una serie indefinida de acontecimientos de dicho fenómeno.

La selección de un caudal de referencia para el que debe proyectarse un elemento de drenaje está relacionada con la frecuencia de su aparición, que se puede definir por su período de retorno: cuanto mayor sea éste, mayor será el caudal.

Las condiciones de funcionamiento de los elementos de drenaje superficial pueden verse alteradas por su obstrucción debida a cuerpos arrastrados por la corriente, plásticos o aterramientos. Para evitarlo se necesita un adecuado diseño, un cierto sobredimensionamiento y una eficaz conservación. Por este motivo se adoptará un período de retorno de 25 años para los elementos de drenaje superficial de la plataforma y márgenes.

El riesgo de obstrucción por obras de drenaje transversal se establece como alto el riesgo de obstrucción de las obras de drenaje, se dimensionan para un período de retorno de 100 años con el objetivo de minimizar los daños producidos en el propio elemento de drenaje y en la plataforma y las sobreelevaciones producidas por las obras de drenaje y sus afecciones a núcleos poblados o industriales, con el riesgo de pérdida de vidas humanas o graves daños personales. En este proyecto no hay ninguna obra de drenaje transversal que pudiera condicionar un alto riesgo para las nuevas plataformas.

Además, se calcularán los periodos de retorno T10, T100 y T100 para tomarlos como referencia a la hora de realizar el estudio hidráulico del arroyo Urzabal.

### 2.3.4. Intensidad de precipitación

La intensidad de precipitación  $I(T, t_c)$  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:

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

donde:

$I(T, t)$ (mm/h)	Intensidad de precipitación correspondiente a un período de retorno $T$ y a una duración del aguacero $t$ .
$I_d$ (mm/h)	Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retorno $T$ .
$F_{int}$ (adimensional)	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.

#### 2.3.4.1. Intensidad media diaria de precipitación corregida

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

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

donde:

$I_d$ (mm/h)	Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retorno $T$ .
$P_d$ (mm)	Precipitación diaria correspondiente al período de retorno $T$ .
$K_A$ (adimensional)	Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca.

Con objeto de sistematizar el procedimiento de determinación de la máxima precipitación diaria, la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento publicó en 1999 la monografía denominada Máximas lluvias diarias en la España Peninsular, en la que incluye un mapa, que cubre todo el territorio peninsular, donde están reflejadas sendas familias de isóneas correspondientes a la variación espacial del valor medio de la ley de frecuencia de máximas precipitaciones, por una parte, y el coeficiente de variación, por otra.

Con esta información gráfica, y para un emplazamiento concreto, es posible, por tanto, determinar tanto el valor medio de la ley de frecuencias de máximas precipitaciones diarias, como el coeficiente de variación correspondiente a esa ley. A partir de los valores obtenidos del coeficiente de variación, y mediante la información del cuadro adjunto (tomado de la monografía de la Dirección General de Carreteras), se puede deducir el factor regional  $Y_t$ , que es el que se debe aplicar al valor medio para determinar la lluvia asociada a cada periodo de retorno.

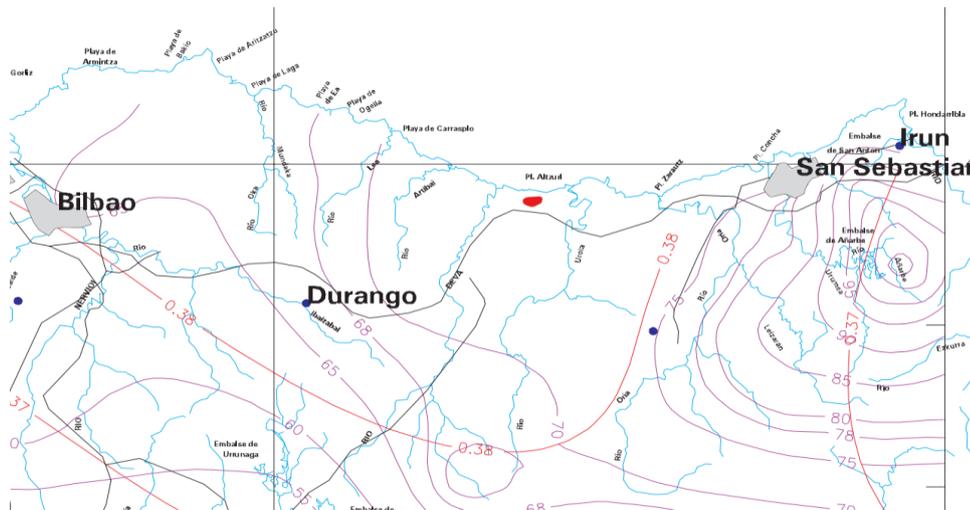


Ilustración 2. Mapa de isóneas de  $C_v$  y  $P_m$

Tabla 5. Cuantiles  $Y_t$ , de la Ley SQRT-ET max, también denominados Factores de Amplificación  $K_T$ , en el “Mapa para el Cálculo de Máximas Precipitaciones Diarias en la España Peninsular” (1997)

COEFICIENTE DE VARIACIÓN ( $C_v$ )	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)							
	2	5	10	25	50	100	200	500
0,3	0,935	1,194	1,377	1,625	1,823	2,022	2,251	2,541
0,31	0,932	0,198	1,385	1,64	1,854	2,068	2,296	2,602
0,32	0,929	1,202	1,4	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	1,93	2,174	2,434	2,785
0,35	0,921	1,217	1,438	1,732	1,961	2,22	2,48	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

COEFICIENTE DE VARIACIÓN (C <sub>v</sub> )	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)							
	2	5	10	25	50	100	200	500
0,38	0,914	1,24	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
0,4	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	2,48	2,8	3,25
0,43	0,901	1,263	1,534	1,9	2,205	2,51	2,846	3,311
0,44	0,898	1,27	1,541	1,915	2,22	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	0,89	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
0,5	0,885	1,297	1,61	2,052	2,403	2,785	3,189	3,738
0,51	0,883	1,301	1,625	2,068	2,434	2,815	3,22	3,799
0,52	0,881	1,308	1,64	2,098	2,464	2,861	3,281	3,86

En definitiva, según la monografía, el proceso a seguir para determinar la máxima precipitación en un emplazamiento determinado, correspondiente a diversos periodos de recurrencia, se sintetiza en lo que sigue:

- Para el ámbito territorial abarcado por el tramo del proyecto constructivo, y mediante la información del “Mapa de máximas precipitaciones diarias” -tomada de la monografía aludida-, se calculan los coeficientes de variación de la ley de frecuencias utilizada la denominada SQRT-ET máx- y el valor medio de la precipitación máxima que se deduce de esa ley.
- Para un periodo de retorno determinado y el valor del coeficiente de variación antes obtenido, se determina, mediante el factor regional Y<sub>t</sub> que debe afectar al valor medio de la precipitación para obtener el valor de la precipitación máxima, en mm/día, correspondiente al periodo de retorno en cuestión.

Se identifica la ubicación de la traza según los puntos de coordenadas seleccionados en la zona, la cual se indican los parámetros de C<sub>v</sub> y Precipitación media:

Tabla 6. Coordenadas y valor correspondiente de  $C_v$  y  $P_m$

Coord. "X" HUSO 30	Coord. "Y" HUSO 30	Coefficiente de variación $C_v$	Valor medio de la máxima precipitación
556288,30	4792672,30	0,38	72,5

#### a. Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca

El factor reductor de la precipitación por área de la cuenca  $K_A$ , tiene en cuenta la no simultaneidad de la lluvia en toda su superficie. Se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

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

donde:

$K_A$ (adimensional)	Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca.
$A$ (km <sup>2</sup> )	Área de la cuenca

#### b. Factor de intensidad

El factor de intensidad introduce la torrencialidad de la lluvia en el área de estudio y depende de:

- La duración del aguacero  $t$
- El período de retorno  $T$ , si se dispone de curvas intensidad - duración - frecuencia (IDF) aceptadas por la Dirección General de Carreteras, en un pluviógrafo situado en el entorno de la zona de estudio que pueda considerarse representativo de su comportamiento.

Se toma como factor de intensidad el mayor entre los valores siguientes:

$$F_{int} = \text{máx}(F_a, F_b)$$

donde:

$F_{int}$ (adimensional)	Factor de intensidad
$F_a$ (adimensional)	Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad ( $I_1/I_d$ )
$F_b$ (adimensional)	Factor obtenido a partir de las curvas IDF de un pluviógrafo próximo.

#### a. Obtención de $F_a$

$$F_a = \left(\frac{I_1}{I_d}\right)^{3.5287 - 2.5287t^{0.1}}$$

donde:

$F_a$ (adimensional)	Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad ( $I_1/I_d$ )
$I_1/I_d$ (adimensional)	Índice de torrencialidad que expresa la relación entre la intensidad de precipitación horaria y la media diaria corregida. Su valor se determina en función de la zona geográfica, a partir del mapa de la figura 2.4.
$t$ (horas)	Duración del aguacero

Para la obtención del factor  $F_a$ , se debe particularizar la expresión para un tiempo de duración del aguacero igual al tiempo de concentración ( $t = t_c$ ).

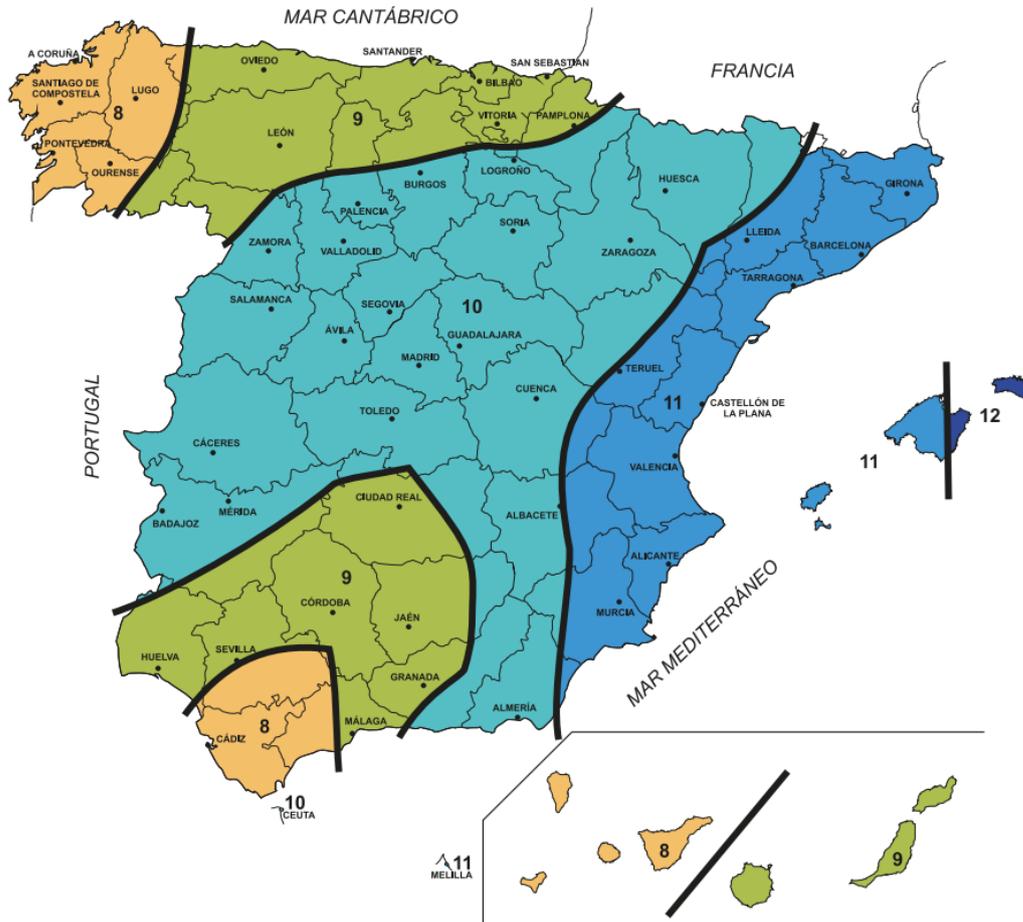


Ilustración 3. Mapa del índice de torrencialidad

#### b. Obtención de $F_b$

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

$F_b$ (adimensional)	Factor obtenido a partir de las curvas IDF de un pluviógrafo próximo.
$I_{IDF}(T, t_c)$ (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.
$I_{IDF}(T, 24)$ (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 (figura 2.5).

Debido a que el cálculo se realiza mediante los datos obtenidos de la DGC, se empleará el factor  $F_a$ .

#### c. Tiempo de concentración

El tiempo de concentración es el tiempo transcurrido desde el final de la lluvia neta (la que produce escorrentía) hasta el final de la escorrentía superficial provocada en la cuenca. En cuanto al tiempo de concentración que interviene en el cálculo de caudales a desaguar por el drenaje se propone estimarlo por la fórmula siguiente:

$$t_c = 0,3 \cdot L_c^{0,76} \cdot J_c^{(-0,19)}$$

Siendo:

$T_c$ (horas)	Tiempo de concentración en horas.
$L_c$ (km)	Longitud del cauce principal en Km
$J_c$ (adimensional)	Pendiente media de la cuenca en tanto por uno.

Dado que el tiempo de concentración depende de la longitud y pendiente del cauce escogido, deben tantearse diferentes cauces o recorridos del agua, incluyendo siempre en los tanteos los de mayor longitud y menor pendiente. El cauce (o recorrido) que debe escogerse es aquél que da lugar a un valor mayor del tiempo de concentración  $t_c$ .

Se establecerá un valor mínimo para el tiempo de concentración de 0,25 h.

### 2.3.5. Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía  $C$ , define la parte de la precipitación de intensidad  $I(T, t)$  que genera el caudal de avenida en el punto de desagüe de la cuenca. El coeficiente de escorrentía  $C$ , se obtendrá mediante la siguiente formula:

$$\text{Si } P_d \cdot K_A > P_0 \quad C = \frac{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} - 1\right) \left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 23\right)}{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 11\right)^2}$$

$$\text{Si } P_d \cdot K_A \leq P_0 \quad C = 0$$

donde:

$C$ (adimensional)	Coeficiente de escorrentía
$P_d$ (mm)	Precipitación diaria correspondiente al período de retorno considerado.
$K_A$ (adimensional)	Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca.
$P_0$ (mm)	Umbral de escorrentía.

#### 2.3.5.1. Umbral de escorrentía

El umbral de escorrentía  $P_0$ , representa la precipitación mínima que debe caer sobre la cuenca para que se inicie la generación de escorrentía. Se determinará mediante la siguiente fórmula:

$$P_0 = P_0^i \cdot \beta$$

donde:

$P_0$ (mm)	Umbral de escorrentía
$P_0^i$ (mm)	Valor inicial del umbral de escorrentía.
$\beta$ (adimensional)	Coeficiente corrector del umbral de escorrentía.

#### 2.3.5.2. Valor inicial del umbral de escorrentía

El valor inicial del umbral de escorrentía  $P_0^i$ , se determinará como se refiere a continuación, a partir de series de datos o mapas publicados por la Dirección General de Carreteras, en los que se obtenga directamente el valor de  $P_0^i$  para una determinada localización geográfica. Normalmente, dicho valor en cada punto se obtendrá como promedio en la cuenca vertiente al punto de cálculo de una determinada discretización espacial llevada a cabo sobre el territorio.

La determinación de los grupos hidrológicos de suelo presentes en la cuenca se debe realizar a partir del mapa de la *Ilustración 4*. Cuando se disponga de información más detallada, en el proyecto se

puede justificar el cambio del grupo hidrológico de suelo en alguna cuenca concreta, según los criterios de la *Tabla 8*.

*Tabla 8. Valor inicial del Umbral de Escorrentía*

CÓDIGO	USO DE SUELO	PRÁCTICA DE CULTIVO	PENDIENTE (%)	GRUPO DE SUELO			
				A	B	C	D
11100	Tejido urbano continuo			1	1	1	1
11200	Tejido urbano discontinuo			24	14	8	6
11200	Urbanizaciones			24	14	8	6
11210	Estructura urbana abierta			24	14	8	6
11220	Urbanizaciones exentas y/o ajardinadas			24	14	8	6
12100	Zonas industriales y comerciales			6	4	3	3
12100	Granjas agrícolas			24	14	8	6
12110	Zonas industriales			12	7	5	4
12120	Grandes superficies de equipamiento y servicios			6	4	3	3
12200	Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados			1	1	1	1
12210	Autopistas, autovías y terrenos asociados			1	1	1	1
12220	Complejos ferroviarios			12	7	5	4
12300	Zonas portuarias			1	1	1	1
12400	Aeropuertos			24	14	8	6
13100	Zonas de extracción minera			16	9	6	5
13200	Escombreras y vertederos			20	11	8	6
13300	Zonas de construcción			24	14	8	6
14100	Zonas verdes urbanas			53	23	14	10
14200	Instalaciones deportivas y recreativas			79	32	18	13
14210	Campos de golf			79	32	18	13
14220	Resto de instalaciones deportivas y recreativas			53	23	14	10
21100	Tierras de labor en seco (cereales)		≥ 3	29	17	10	8
21100	Tierras de labor en seco (cereales)	N	≥ 3	32	19	12	10
21100	Tierras de labor en seco (cereales)	R/N	< 3	34	21	14	12

21100	Tierras de labor en secano (viveros)		≥ 3	62	28	15	10
21100	Tierras de labor en secano (viveros)		< 3	75	34	19	14
21100	Tierras de labor en secano (hortalizas)	R	≥ 3	23	13	8	6
21100	Tierras de labor en secano (hortalizas)	N	≥ 3	25	16	11	8
21100	Tierras de labor en secano (hortalizas)	R/N	< 3	29	19	14	11
21100	Tierras abandonadas		≥ 3	16	10	7	5
21100	Tierras abandonadas		< 3	20	14	11	8
21200	Terrenos regados permanentemente	R	≥ 3	37	20	12	9
21200	Terrenos regados permanentemente	N	≥ 3	42	23	14	11
21200	Terrenos regados permanentemente	R/N	< 3	47	25	16	13
21210	Cultivos herbáceos en regadío	R	≥ 3	37	20	12	9
21210	Cultivos herbáceos en regadío	N	≥ 3	42	23	14	11
21210	Cultivos herbáceos en regadío	R/N	< 3	47	25	16	13
21220	Otras zonas de irrigación (*)	R	≥ 3	37	20	12	9
21220	Otras zonas de irrigación (*)	N	≥ 3	42	23	14	11
21220	Otras zonas de irrigación (*)	R/N	< 3	47	25	16	13
21300	Arrozales			47	25	16	13
22100	Viñedos		≥ 3	62	28	15	10
22100	Viñedos		< 3	75	34	19	14
22110	Viñedos en secano		≥ 3	62	28	15	10
22110	Viñedos en secano		< 3	75	34	19	14
22120	Viñedos en regadío		≥ 3	62	28	15	10
22120	Viñedos en regadío		< 3	75	34	19	14
22200	Frutales y plantaciones de bayas		≥ 3	80	34	19	14
22200	Frutales y plantaciones de bayas		< 3	95	42	22	15
22210	Frutales en secano		≥ 3	62	28	15	10

22210	Frutales en secano		< 3	75	34	19	14
22220	Frutales en regadío		≥ 3	80	34	19	14
22220	Frutales en regadío		< 3	95	42	22	15
22221	Cítricos		≥ 3	80	34	19	14
22221	Cítricos		< 3	95	42	22	15
22222	Frutales tropicales		≥ 3	80	34	19	14
22222	Frutales tropicales		< 3	95	42	22	15
22223	Otros frutales en regadío		≥ 3	80	34	19	14
22223	Otros frutales en regadío		< 3	95	42	22	15
22300	Olivares		≥ 3	62	28	15	10
22300	Olivares		< 3	75	34	19	14
22310	Olivares en secano		≥ 3	62	28	15	10
22310	Olivares en secano		< 3	75	34	19	14
22320	Olivares en regadío		≥ 3	62	28	15	10
22320	Olivares en regadío		< 3	75	34	19	14
23100	Prados y praderas		≥ 3	70	33	18	13
23100	Prados y praderas		< 3	120	55	22	14
23100	Pastos en tierras abandonadas		≥ 3	24	14	8	6
23100	Pastos en tierras abandonadas		< 3	58	25	12	7
23100	Prados arbolados		≥ 3	70	33	18	13
23100	Prados arbolados		< 3	120	55	22	14
24110	Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en secano		≥ 3	39	20	12	8
24110	Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en secano		< 3	66	29	15	10
24120	Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en regadío		≥ 3	75	33	18	14
24120	Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en regadío		< 3	106	48	22	15
24211	Mosaico de cultivos anuales con praderas en secano	R	≥ 3	26	15	9	6

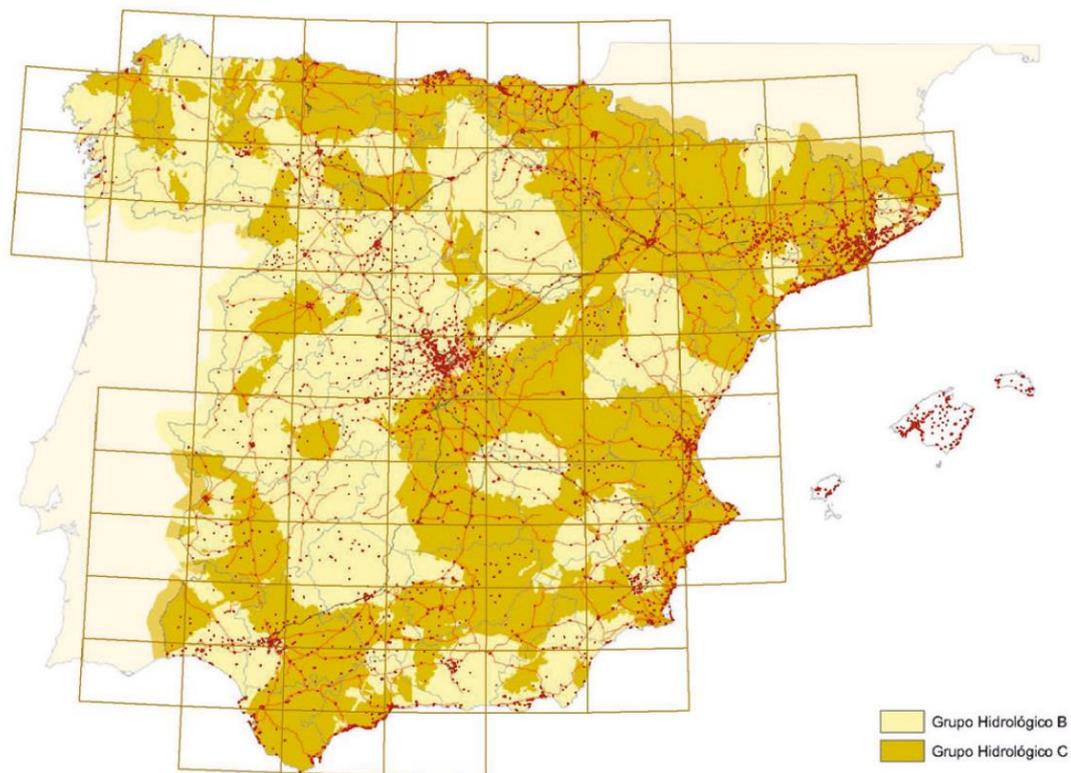
24211	Mosaico de cultivos anuales conprados o praderas en secano	N	≥ 3	28	17	11	8
24211	Mosaico de cultivos anuales conprados o praderas en secano	R/N	< 3	30	19	13	10
24212	Mosaico de cultivos permanentesen secano		≥ 3	62	28	15	10
24212	Mosaico de cultivos permanentesen secano		< 3	75	34	19	14
24213	Mosaico de cultivos anuales concultivos permanentes en secano		≥ 3	39	20	12	8
24213	Mosaico de cultivos anuales concultivos permanentes en secano		< 3	66	29	15	10
24221	Mosaico de cultivos anuales conprados o praderas en regadío	R	≥ 3	37	20	12	9
24221	Mosaico de cultivos anuales conprados o praderas en regadío	N	≥ 3	42	23	14	11
24221	Mosaico de cultivos anuales conprados o praderas en regadío	R/N	< 3	47	25	16	13
24222	Mosaico de cultivos permanentesen regadío		≥ 3	80	34	19	14
24222	Mosaico de cultivos permanentesen regadío		< 3	95	42	22	15
24223	Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en regadío		≥ 3	75	33	18	14
24223	Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en regadío		< 3	106	48	22	15
24230	Mosaico de cultivos mixtos ensecano y regadío	R	≥ 3	31	17	10	8
24230	Mosaico de cultivos mixtos ensecano y regadío	N	≥ 3	34	20	13	10
24230	Mosaico de cultivos mixtos ensecano y regadío	R/N	< 3	37	22	14	11
24310	Mosaico de cultivos agrícolas en secano con espacios significativosde vegetación natural y seminatural	R	≥ 3	26	15	9	6
24310	Mosaico de cultivos agrícolas en secano con espacios significativosde vegetación natural y seminatural	N	≥ 3	28	17	11	8
24310	Mosaico de cultivos agrícolas en secano con espacios significativosde vegetación natural y seminatural	R/N	< 3	30	19	13	10
24320	Mosaico de cultivos agrícolas en regadío con espacios significativosde vegetación natural y seminatural	R	≥ 3	37	20	12	9

24320	Mosaico de cultivos agrícolas en regadío con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	N	≥ 3	42	23	14	11
24320	Mosaico de cultivos agrícolas en regadío con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	R/N	< 3	47	25	16	13
24330	Mosaico de prados o praderas con espacios significativos de vegetación natural y seminatural		≥ 3	70	33	18	13
24330	Mosaico de prados o praderas con espacios significativos de vegetación natural y seminatural		< 3	120	55	22	14
24400	Sistemas agroforestales		≥ 3	53	23	14	9
24400	Sistemas agroforestales		< 3	80	35	17	10
24410	Pastizales, prados o praderas con arbolado adherado		≥ 3	53	23	14	9
24410	Pastizales, prados o praderas con arbolado adherado		< 3	80	35	17	10
24420	Cultivos agrícolas con arbolado adherado		≥ 3	53	23	14	9
24420	Cultivos agrícolas con arbolado adherado		< 3	80	35	17	10
31100	Frondosas			90	47	31	23
31110	Perennifolias			90	47	31	23
31120	Caducifolias y marcescentes			90	47	31	23
31130	Otras frondosas de plantación		≥ 3	79	34	19	14
31130	Otras frondosas de plantación		< 3	94	42	22	15
31140	Mezclas de frondosas			90	47	31	23
31150	Bosques de ribera			76	34	22	16
31160	Laurisilva macaronésica			90	47	31	23
31200	Bosques de coníferas			90	47	31	23
31210	Bosques de coníferas de hojas aciculares			90	47	31	23
31220	Bosques de coníferas de hojas tipo cupresáceo			90	47	31	23
31300	Bosque mixto			90	47	31	23
32100	Pastizales naturales		≥ 3	53	23	14	9
32100	Pastizales naturales		< 3	80	35	17	10

32100	Prados alpinos	≥ 3	70	33	18	13
32100	Prados alpinos	< 3	120	55	22	14
32100	Formaciones herbáceas de llanurasaluviales inundadas y llanuras costeras, tierras bajas	≥ 3	70	33	18	13
32100	Formaciones herbáceas de llanurasaluviales inundadas y llanuras costeras, tierras bajas	< 3	120	55	22	14
32110	Pastizales supraforestales	≥ 3	70	33	18	13
32110	Pastizales supraforestales	< 3	120	55	22	14
32111	Pastizales supraforestales templado-oceánicos, pirenaicos y orocantábricos	≥ 3	70	33	18	13
32111	Pastizales supraforestales templado-oceánicos, pirenaicos y orocantábricos	< 3	120	55	22	14
32112	Pastizales supraforestales mediterráneos	≥ 3	24	14	8	6
32112	Pastizales supraforestalesmediterráneos	< 3	57	25	12	7
32121	Otros pastizales templadooceánicos	≥ 3	53	23	14	9
32121	Otros pastizales templadooceánicos	< 3	79	35	17	10
32122	Otros pastizales mediterráneos	≥ 3	24	14	8	6
32122	Otros pastizales mediterráneos	< 3	57	25	12	7
32200	Landas y matorrales mesófilas		76	34	22	16
32210	Landas y matorrales en climas húmedos. Vegetación mesófila		76	34	22	16
32220	Fayal-brezal macaronésico		60	24	14	10
32300	Vegetación esclerófila		60	24	14	10
32311	Grandes formaciones de matorraldenso o medianamente denso		75	34	22	16
32312	Matorrales subarbustivos o arbustivos muy poco densos		60	24	14	10
32320	Matorrales xerófilos macaronésicos		40	17	8	5
32400	Matorral boscoso de transición		75	34	22	16
32400	Claras de bosques		40	17	8	5
32400	Zonas empantanadas fijas o entransición		60	24	14	10
32410	Matorral boscoso de frondosas		75	34	22	16

32420	Matorral boscoso de coníferas		75	34	22	16
32430	Matorral boscoso de bosque mixto		75	34	22	16
33110	Playas y dunas		152	152	152	152
33120	Ramblas con poca o sin vegetación		15	8	6	4
33200	Roquedo		2	2	2	2
33210	Rocas desnudas con fuerte pendiente		2	2	2	2
33220	Afloramientos rocosos y canchales	≥ 3	2	2	2	2
33220	Afloramientos rocosos y canchales	< 3	4	4	4	4
33230	Coladas lávicas cuaternarias	≥ 3	3	3	3	3
33230	Coladas lávicas cuaternarias	< 3	5	5	5	5
33300	Espacios con vegetación escasa	≥ 3	24	14	8	6
33300	Espacios con vegetación escasa	< 3	58	25	12	7
33310	Xeroestepa subdesértica	≥ 3	24	14	8	6
33310	Xeroestepa subdesértica	< 3	58	25	12	7
33320	Cárcavas y/o zonas en proceso de erosión		15	8	6	4
33330	Espacios orófilos altitudinales con vegetación escasa	≥ 3	24	14	8	6
33330	Espacios orófilos altitudinales con vegetación escasa	< 3	58	25	12	7
33400	Zonas quemadas		15	8	6	4
33500	Glaciares y nieves permanentes		0	0	0	0
41100	Humedales y zonas pantanosas		2	2	2	2
41200	Turberas y prados turbosos		248	99	25	16
42100	Marismas		2	2	2	2
42200	Salinas		5	5	5	5
42300	Zonas llanas intermareales		0	0	0	0
51100	Cursos de agua		0	0	0	0
51110	Ríos y cauces naturales		0	0	0	0
51120	Canales artificiales		0	0	0	0
51210	Lagos y lagunas		0	0	0	0

51220	Embalses	0	0	0	0
52100	Lagunas costeras	0	0	0	0
52200	Estuarios	0	0	0	0
52300	Mares y océanos	0	0	0	0



*Ilustración 4. Mapa de los grupos hidrológicos de suelo*

### 2.3.5.3. Coeficiente corrector del umbral de escorrentía

La formulación del método racional efectuada en los epígrafes precedentes requiere una calibración con datos reales de las cuencas, que se introduce en el método a través de un coeficiente corrector del umbral de escorrentía  $\beta$ .

Al no disponer de la información suficiente en la propia cuenca de caculo en cuencas próximas similares para llevar a cabo una calibración específica, se toma el valor del coeficiente corrector a partir de los datos de la siguiente tabla, en base a las regiones de la siguiente imagen:

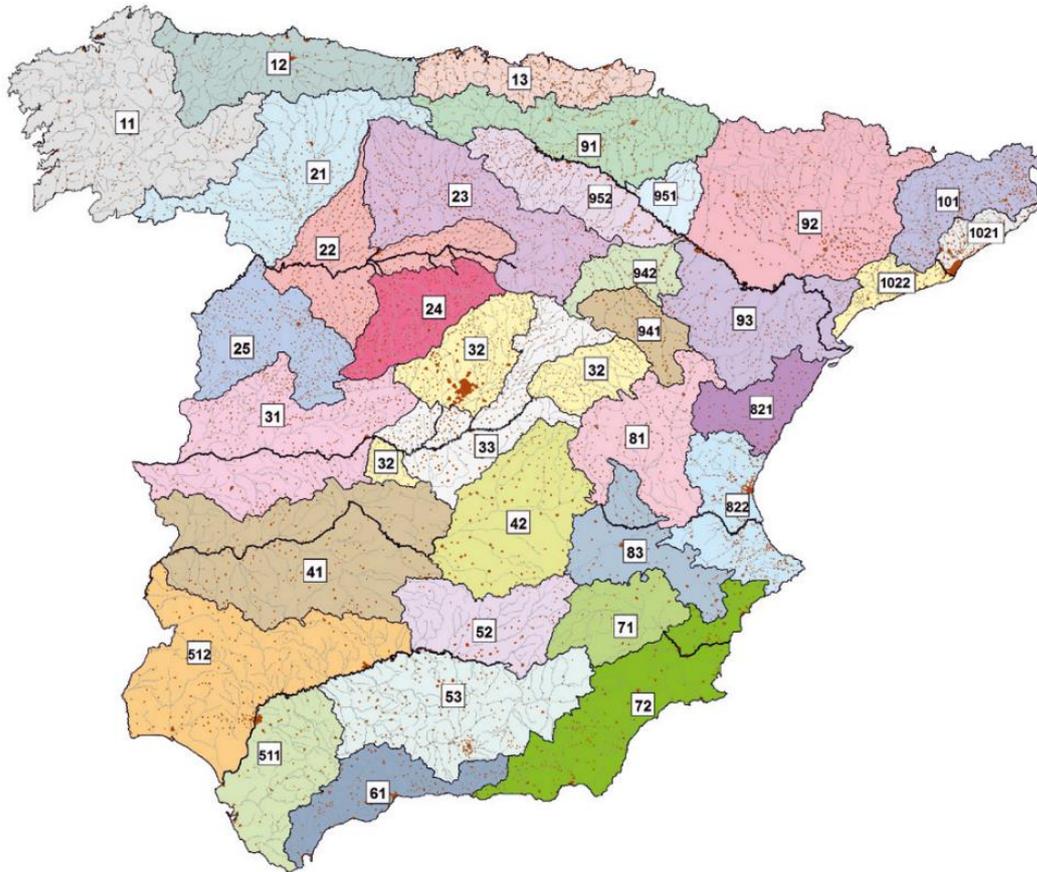


Ilustración 5. Mapa de regiones consideradas para la caracterización del coeficiente corrector del umbral de escorrentía

Tabla 9. Coeficiente Corrector del Umbral de Escorrentía:  
valores correspondientes a calibraciones regionales

REGIÓN	VALOR MEDIO $\beta_M$	DESVIACIÓN RESPECTO AL VALOR MEDIO PARA EL INTERVALO DE CONFIANZA DEL			PERÍODO DE RETORNO $T$ (AÑOS), $F_T$				
		50%	67%	90%	2	5	25	100	500
		$\Delta_{50}$	$\Delta_{67}$	$\Delta_{90}$					
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

### 2.3.6. Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación

Se trata de un coeficiente que tiene en cuenta la falta de uniformidad en la distribución temporal del aguacero. Viene determinado, en función del tiempo de concentración de la cuenca, mediante la siguiente expresión.

$$K = \frac{1 + T_C^{1,25}}{T_C^{1,25} + 14}$$

## 2.4. APLICACIÓN DEL MÉTODO HIDROMETEREOLÓGICO

A continuación, se detallan los valores seleccionados para los cálculos mediante el métodos hidrometereológico para cada una de las cuencas y periodos de retorno. Además, se puede ver el cálculo detallado de todos los valores en el apéndice nº2 del presente anejo.

### 2.4.1. Precipitación de cálculo

Se identifica la ubicación de la traza según los puntos de coordenadas seleccionados en la zona de Deba, la cual se indican los parámetros de Cv y Precipitación media:

Tabla 6. Coordenadas y valor correspondiente de  $C_v$  y  $P_m$

Coord. "X" USO 30	Coord. "Y" USO 30	Coefficiente de variación $C_v$	Valor medio de la máxima precipitación
556288,30	4792672,30	0,38	72,5

Los cuantiles de máximas precipitaciones calculados según el mapa de máximas lluvias diarias de la D.G.C. en la zona de Deba son:

Años	$Y_T$	Precipitaciones de cálculo
2	0,914	66,27
5	1,240	89,90
10	1,469	106,50
25	1,793	129,99
50	2,052	148,77
100	2,327	168,71
300	2,617	189,73
500	3,014	218,52

En resumen, en la tabla adjunta se reflejan las precipitaciones máximas diarias obtenidas de la bibliografía de "Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular" para los periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100, 300 y 500 años en la zona de Deba:

**CUADRO 2. PRECIPITACIONES DE CALCULO**

Periodo de retorno	2	5	10	25	50	100	300	500
<b>Precipitación</b>	66,27	89,90	106,50	129,99	148,77	168,71	189,73	218,52

## 2.4.2. Coeficiente de escorrentía

### 2.4.2.1. Umbral de escorrentía

El umbral de escorrentía se define como la mínima cantidad de agua que tiene que llover inicialmente hasta que empieza escurrir por el terreno. En función de la pendiente y naturaleza del terreno y del uso del suelo, se estima para cada cuenca un valor inicial del umbral de escorrentía ( $P_o$ ).

El valor inicial del umbral de escorrentía se establece de *bosque mixto*, debido a la clara predominancia de las zonas boscosas en el área estudiada.

A la zona de Deba le corresponde, además, un suelo del grupo hidrológico C, resultando en un valor inicial del umbral de escorrentía igual a 31.

CÓDIGO	USO DE SUELO	PRÁCTICA DE CULTIVO	PENDIENTE (%)	GRUPO DE SUELO			
				A	B	C	D
31300	Bosque mixto			90	47	31	23

En cuanto al coeficiente corrector del umbral de escorrentía, al ubicarse Deba en la zona 13, se le asignan los valores establecidos en la siguiente tabla:

REGIÓN	VALOR MEDIO $\beta_M$	DESVIACIÓN RESPECTO AL VALOR MEDIO PARA EL INTERVALO DE CONFIANZA DEL			PERÍODO DE RETORNO $T$ (AÑOS), $F_T$				
		50%	67%	90%	2	5	25	100	500
		$\Delta_{50}$	$\Delta_{67}$	$\Delta_{90}$					
13	0,60	0,15	0,25	0,40	0,74	0,90	1,15	1,34	1,55

Empleando los valores de  $F_T$  establecidos en la tabla para cada periodo de retorno y obteniendo un valor de T10 mediante la interpolación de los datos, se obtienen los siguientes valores de coeficiente de escorrentía (C) para cada periodo de retorno:

Periodo de retorno	P'0	Beta	Ft	P0	Coeficiente de escorrentía (C)
T10	31.00	0.60	0.96	17.86	0.50
T25	31.00	0.60	1.15	21.39	0.51
T100	31.00	0.60	1.34	24.92	0.54
T500	31.00	0.60	1.55	28.83	0.58

### 2.4.3. Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación

Viene determinado, en función del tiempo de concentración de la cuenca, mediante la siguiente expresión.

$$K = \frac{1 + Tc^{1,25}}{Tc^{1,25} + 14}$$

En la siguiente tabla se establecen los resultados de los valores de K para cada subcuenca.

ZONA	SUBCUENCA	Tiempo de concentración (Tc) (h)	K (adim.)
<b>IZQUIERDA TÚNEL (A)</b>	A1	0.25	1.01
	A2	0.25	1.01
	A3	0.31	1.02
	A4	0.25	1.01
	A5	0.25	1.01
<b>DERECHA TÚNEL (B)</b>	B1	0.25	1.01
	B2	0.25	1.01
	B3	0.25	1.01
	B4	0.25	1.01
	B5	0.37	1.02
<b>ARROYO (C)</b>	C1	0.25	1.01
	C2	0.25	1.01
	C3	0.30	1.02
	C4	0.25	1.01
	C5	0.25	1.01
	C6	0.25	1.01
	C7	0.25	1.01
<b>PLATAF. (D)</b>	D1	0.25	1.01
	D2	0.25	1.01

#### 2.4.4. Resultados

A continuación, se presentan los resultados de los caudales para cada subcuenca para cada periodo de retorno.

ZONA	SUBCUENCA	Q10	Q25	Q100	Q500
		m3/s	m3/s	m3/s	m3/s
<b>IZQUIERDA TÚNEL (A)</b>	A1	0.61	0.75	1.05	1.45
	A2	0.51	0.63	0.88	1.23
	A3	0.49	0.61	0.85	1.18
	A4	0.34	0.42	0.58	0.81
	A5	0.31	0.39	0.54	0.75
<b>DERECHA TÚNEL (B)</b>	B1	0.68	0.84	1.17	1.62
	B2	0.22	0.28	0.39	0.54
	B3	0.14	0.17	0.23	0.33
	B4	0.11	0.14	0.19	0.26
	B5	1.59	1.96	2.74	3.80
<b>ARROYO (C)</b>	C1	0.07	0.09	0.12	0.17
	C2	0.07	0.09	0.13	0.17
	C3	0.69	0.85	1.19	1.65
	C4	0.91	1.12	1.56	2.17
	C5	0.48	0.60	0.83	1.15
	C6	0.15	0.18	0.25	0.35
	C7	0.11	0.14	0.19	0.27
<b>PLATAF. (D)</b>	D1	0.06	0.08	0.11	0.16
	D2	0.06	0.07	0.10	0.15

Se resumen seguidamente los valores para cada zona y periodos de retorno:

ZONA	Q10	Q25	Q100	Q500
	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s
A	2.26	2.80	3.90	5.41
B	2.74	3.38	4.72	6.55
C	2.48	3.07	4.28	5.93
D	0.12	0.15	0.21	0.29

### 3. DRENAJE

Se definirán las obras de drenaje longitudinales y transversales generadas por la ampliación de la plataforma.

- Se diseñará el drenaje longitudinal para el camino de acceso y la plataforma ferroviaria.
- Se comprobará la viabilidad de ampliar la ODT existente por la que pasa el arroyo Urzabal bajo la plataforma ferroviaria.

#### 3.1. DRENAJE LONGITUDINAL

El drenaje longitudinal se resuelve mediante dispositivos superficiales, así como una tubería longitudinal con capacidad de recoger el agua generada.

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 plataforma. A través de ellas es conducida hasta el arroyo Urzabal.

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 plataforma ferroviaria y su obra de infraestructura.

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

Las cunetas se ejecutan siempre revestidas para asegurar un mejor mantenimiento de las mismas.

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.

##### 3.1.1. Diseño de la red de drenaje longitudinal

El drenaje longitudinal se resuelve mediante cunetas de hormigón de anchuras variables.

### 3.1.2. 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
<b>Velocidad máx. admisible (m/s)</b>	6,00	1,50

### 3.1.3. 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)

### 3.1.4. Definición de las cunetas y tuberías

Se proponen cuatro tipos de soluciones distintas para los dos entornos: plataforma ferroviaria y camino.

Para el vial se proponen cuatro colectores rectangulares de distinta dimensión que se ajustan al caudal de cada subcuenca.

Para la plataforma ferroviaria se propone una combinación de una tubería que recogería tanto parte de lo vertido por el vial, como lo generado en la propia plataforma mediante cunetas rectangulares.

### 3.1.4.1. Vial

Cód.	Margen	Ubicación	Pen (%)	B (m)	n	QT25 (m3/s)	Pm (m)	Rh (m)	v (m/s)	Área Mojada (m2)	h* (m)	H (m)	Qmax (m3/s)
1	Derecha	Camino PK 0+000 a 0+028	9.00	0.25	0.014	0.07	0.435	0.053	3.029	0.023	0.092	0.2	0.194
2	Derecha	Camino PK 0+028 a 0+070	15.00	0.25	0.014	0.07	0.404	0.048	3.635	0.019	0.077	0.2	0.250
3	Derecha	Camino PK 0+080 a 0+100	15.00	0.25	0.014	0.07	0.404	0.048	3.635	0.019	0.077	0.2	0.250
4	Izquierda	Camino PK 0+100 a 0+130	15.00	0.25	0.014	0.07	0.404	0.048	3.635	0.019	0.077	0.20	0.250
5	Izquierda	Camino PK 0+140 a 0+180	15.00	0.25	0.014	0.07	0.404	0.048	3.635	0.019	0.077	0.20	0.250
6	Izquierda	Camino PK 0+180 a 0+240	2.13	0.25	0.014	0.07	0.567	0.070	1.768	0.040	0.158	0.20	0.094
7	Derecha	Camino PK 0+260 a 0+320	2.03	0.25	0.014	0.07	0.573	0.070	1.736	0.040	0.161	0.2	0.092
8	Derecha	Camino PK 0+340 a 0+354	2.03	0.3	0.014	0.07	0.568	0.071	1.741	0.040	0.134	0.3	0.197
9	Derecha	Camino PK 0+354 a 0+400	3.00	0.3	0.014	0.07	0.532	0.065	2.009	0.035	0.116	0.3	0.240
10	Derecha	Camino PK 0+430 a 0+540	16.00	0.25	0.014	0.14	0.401	0.047	3.719	0.019	0.075	0.2	0.258
11	Derecha	Camino PK 0+540 a 0+604	16.00	0.4	0.017	0.75	1.043	0.123	5.830	0.129	0.322	0.40	1.193
12	Derecha	Camino PK 0+604 a 0+707	1.00	0.6	0.014	0.75	1.654	0.191	2.371	0.316	0.527	0.60	0.879

### 3.1.4.2. Plataforma ferroviaria

Cód.	Ubicación	Pen (%)	B (m)	n	QT25 (m3/s)	Pm (m)	Rh (m)	v (m/s)	Área Mojada (m2)	h* (m)	H (m)	Qmax (m3/s)
13	Plat. Ferrov. PK 0+420 a 0+707	1.90	0.30	0.014	0.02	0.414	0.041	1.174	0.017	0.057	0.3	0.191

### 3.1.4.3. Plataforma ferroviaria (tubería)

Cód.	Ubicación	Pen (%)	Diam (m)	n	QT25 (m3/s)	Pm (m)	Rh (m)	v (m/s)	Área Mojada (m2)	h (m)	% de llenado	Qmax (m3/s)
13	Plat. Ferrov. Conexión explanada	2.00	0.63	0.008	0.75	0.965	0.153	5.067	0.148	0.303	47.47	1.607
14	Plat. Ferrov. 0+707 a 0+420	1.90	0.8	0.008	2.80	1.721	0.243	6.703	0.418	0.620	83.15	2.962
15	Plat. Ferrov. 0+420 a 0+400	1.00	1.5	0.014	6.24	3.242	0.455	4.227	1.476	1.168	83.50	6.564

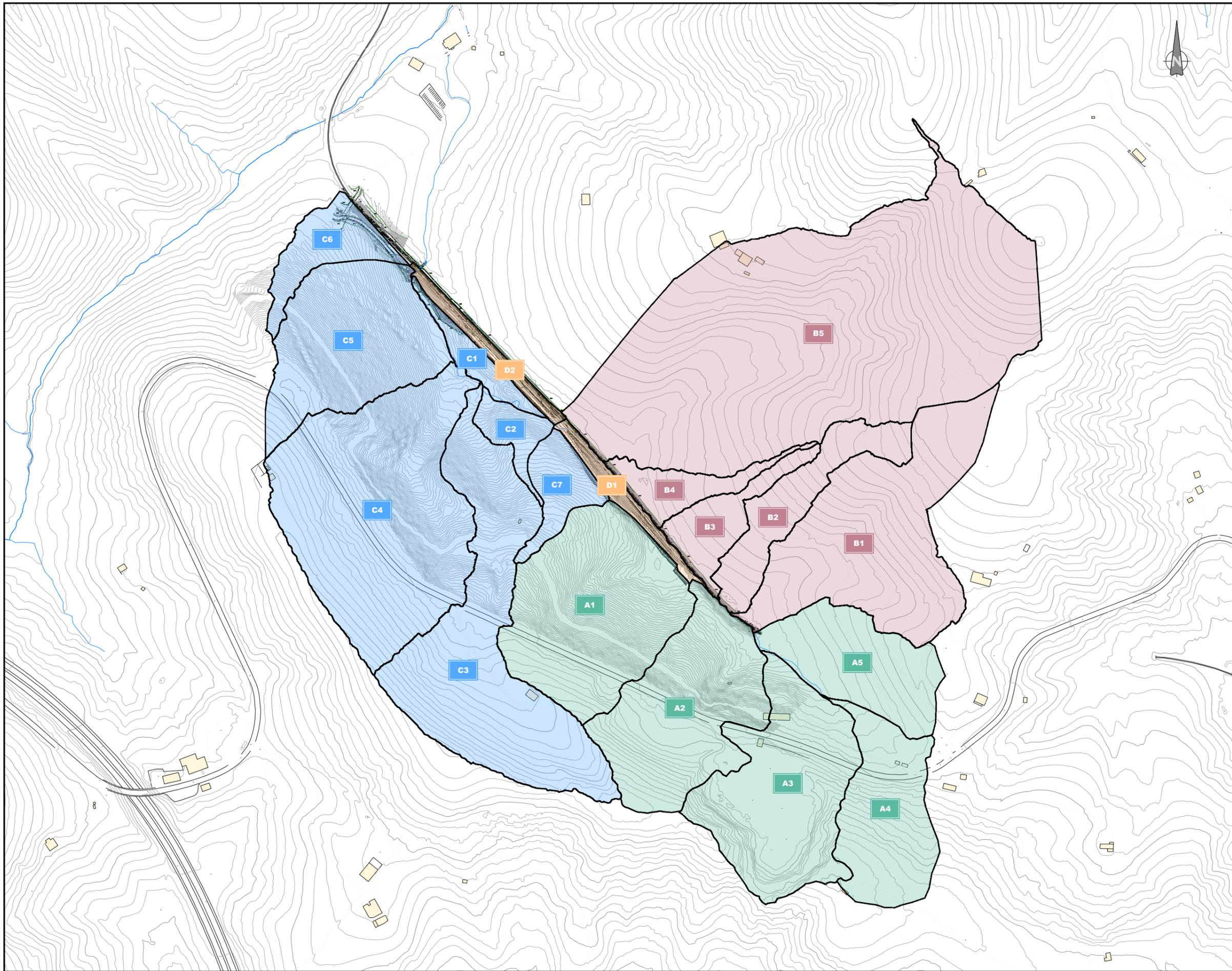
### **3.2. DRENAJE TRANSVERSAL**

La ODT existente se compone de una sección rectangular abovedada de dimensiones 2,5 m x 3,28 m hasta la clave de la bóveda.

El caudal a considerar será de 18.05 m<sup>3</sup>/s, correspondiente a un periodo de retorno de 500 años.

La ampliación de la ODT de una longitud de 11 a 16 metros queda justificada en el apéndice de estudio hidráulico adjunto en el presente anejo.

## APÉNDICE 1. PLANO DE CUENCAS



OHARRAK:  
NOTAS:

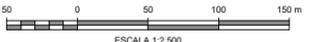
REV.	PRIMERA EMISIÓN	Sep. 23	JMH	ETS	
	CLASE DE MODIFICACIÓN	FECHA	NOMBRE	COMP.	OBRA
BERRIKUSPENAK / REVISIONES					
AHOLKULARIA / CONSULTOR			INGENIARI EGILEA INGENIERO AUTOR		
			JESÚS MUNGUIRA HERNANDO <small>Ingeniero Caminos C.C. y P.P. Col. N.º 11.390</small>		
AHOLKULARIAREN ERREFERENTZIA REFERENCIA CONSULTOR			ERREFERENTZIA REFERENCIA		
<small>RS995-F2-AN-06-01-CUENCAS-001</small>					

**EUSKO JAURLARITZA**  
LURRALDE PLANGINTZA,  
ETXEBIZITZA ETA GARRAIO SAILA

**GOBIERNO VASCO**  
DEPARTAMENTO DE PLANIFICACIÓN  
TERRITORIAL, VIVIENDA Y TRANSPORTES

**et euskal trenbide sarea**  
PROIEKTUAREN IKUSKAPENA ETA ZUZENDARITZA  
INSPECCIÓN Y DIRECCIÓN DEL PROYECTO

ESKALA ORIGINALA  
ESCALA ORIGINAL  
EN DIN A1



ESKALA GRAFIKOA  
ESCALA GRAFICA

PROIEKTUAREN IZENBURUA  
TÍTULO DEL PROYECTO  
**DEBAKO BIKOIZKETA ERAIKITZEKO PROIEKTUA**  
PK 72+509.074 Y PK 73+181.011  
PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL DESDOBLAMIENTO  
EN DEBA ENTRE LOS PK 72+509.074 Y PK 73+181.011

PLANOAREN IZENBURUA  
TÍTULO DEL PLANO  
ERANSKINA-06  
ARROAK  
AN-06  
CUENCAS

PLANO ZK. / N. PLANO  
**1**  
ORRIA / HOJA  
1 / FIN  
Sigue



## **APÉNDICE N°2. CÁLCULOS HIDROLÓGICOS**

**T10**

CUENCA		Longitud (Km)	Area (Km <sup>2</sup> )	<50km <sup>2</sup>	KA	Cota inicio (m)	Cota final (m)	Desnivel (m) cuenca	Pendiente i (m/m) cuenca	Norma española	Tc (0,25 h min cuencas principales)	Pd (mm/dia)	Id (mm/h)	I (mm/h)	Kt	P'0 (Grupo C)	Beta (Reg13)	Ft (Reg13, T10)	P0	C (coeficiente de escorrentía)	Q T10 (m <sup>3</sup> /s)
A	A1	0.35	0.0527	SI	1	172	80	92	0.26	0.17	0.25	106.50	4.44	81.99	1.01	31	0.6	0.96	17.86	0.50	0.61
	A2	0.33	0.0445	SI	1	217	79	138	0.42	0.15	0.25	106.50	4.44	81.99	1.01	31	0.6	0.96	17.86	0.50	0.51
	A3	0.66	0.0472	SI	1	180.5	86.5	94	0.14	0.31	0.31	106.50	4.44	73.80	1.02	31	0.6	0.96	17.86	0.50	0.49
	A4	0.44	0.0293	SI	1	200	94	106	0.24	0.21	0.25	106.50	4.44	81.99	1.01	31	0.6	0.96	17.86	0.50	0.34
	A5	0.39	0.0271	SI	1	137	86.5	50.5	0.13	0.22	0.25	106.50	4.44	81.99	1.01	31	0.6	0.96	17.86	0.50	0.31
<b>TOTAL</b>																				<b>2.26</b>	

T25

CUENCA		Longitud (Km)	Area (Km <sup>2</sup> )	<50km <sup>2</sup>	KA	Cota inicio (m)	Cota final (m)	Desnivel (m) cuenca	Pendiente i (m/m) cuenca	Norma española	Tc (0,25 h min cuencas principales)	Pd (mm/dia)	Id (mm/h)	I (mm/h)	Kt	P'0 (Grupo C)	Beta (Reg13)	Ft (Reg13, T10)	P0	C (coeficiente de escorrentía)	Q T10 (m <sup>3</sup> /s)
A	A1	0.349	0.0527	SI	1	172	80	92	0.263	0.17	0.25	129.99	5.416	100.1	1.012	31	0.6	1.15	21.39	0.506	0.751
	A2	0.325	0.0445	SI	1	217	79	138	0.425	0.15	0.25	129.99	5.416	100.1	1.012	31	0.6	1.15	21.39	0.506	0.634
	A3	0.656	0.0472	SI	1	180.5	86.5	94	0.143	0.31	0.31	129.99	5.416	90.08	1.016	31	0.6	1.15	21.39	0.506	0.608
	A4	0.436	0.0293	SI	1	200	94	106	0.243	0.21	0.25	129.99	5.416	100.1	1.012	31	0.6	1.15	21.39	0.506	0.417
	A5	0.392	0.0271	SI	1	137	86.5	50.5	0.129	0.22	0.25	129.99	5.416	100.1	1.012	31	0.6	1.15	21.39	0.506	0.385
<b>TOTAL</b>																				<b>2.80</b>	

**T100**

CUENCA		Longitud (Km)	Area (Km <sup>2</sup> )	<50km <sup>2</sup>	KA	Cota inicio (m)	Cota final (m)	Desnivel (m) cuenca	Pendiente i (m/m) cuenca	Norma española	Tc (0,25 h min cuencas principales)	Pd (mm/dia)	Id (mm/h)	I (mm/h)	Kt	P'0 (Grupo C)	Beta (Reg13)	Ft (Reg13, T10)	P0	C (coeficiente de escorrentía)	Q T10 (m <sup>3</sup> /s)
A	A1	0.349	0.0527	SI	1	172	76.5	95.5	0.274	0.17	0.25	168.71	7.029	129.9	1.012	31	0.6	1.34	24.92	0.544	1.047
	A2	0.325	0.0445	SI	1	217	79	138	0.425	0.15	0.25	168.71	7.029	129.9	1.012	31	0.6	1.34	24.92	0.544	0.884
	A3	0.656	0.0472	SI	1	180.5	86.5	94	0.143	0.31	0.31	168.71	7.029	116.9	1.016	31	0.6	1.34	24.92	0.544	0.848
	A4	0.436	0.0293	SI	1	200	94	106	0.243	0.21	0.25	168.71	7.029	129.9	1.012	31	0.6	1.34	24.92	0.544	0.581
	A5	0.392	0.0271	SI	1	137	86.5	50.5	0.129	0.22	0.25	168.71	7.029	129.9	1.012	31	0.6	1.34	24.92	0.544	0.537
<b>TOTAL</b>																				<b>3.90</b>	

**T500**

CUENCA		Longitud (Km)	Area (Km <sup>2</sup> )	<50km <sup>2</sup>	KA	Cota inicio (m)	Cota final (m)	Desnivel (m) cuenca	Pendiente i (m/m) cuenca	Norma española	Tc (0,25 h min cuencas principales)	Pd (mm/dia)	Id (mm/h)	I (mm/h)	Kt	P'0 (Grupo C)	Beta (Reg13)	Ft (Reg13, T10)	P0	C (coeficiente de escorrentía)	Q T10 (m <sup>3</sup> /s)
A	A1	0.349	0.0527	SI	1	172	76.5	95.5	0.274	0.17	0.25	218.52	9.105	168.2	1.012	31	0.6	1.55	28.83	0.583	1.454
	A2	0.325	0.0445	SI	1	217	79	138	0.425	0.15	0.25	218.52	9.105	168.2	1.012	31	0.6	1.55	28.83	0.583	1.227
	A3	0.656	0.0472	SI	1	180.5	86.5	94	0.143	0.31	0.31	218.52	9.105	151.4	1.016	31	0.6	1.55	28.83	0.583	1.177
	A4	0.436	0.0293	SI	1	200	94	106	0.243	0.21	0.25	218.52	9.105	168.2	1.012	31	0.6	1.55	28.83	0.583	0.807
	A5	0.392	0.0271	SI	1	137	86.5	50.5	0.129	0.22	0.25	218.52	9.105	168.2	1.012	31	0.6	1.55	28.83	0.583	0.746
<b>TOTAL</b>																				<b>5.41</b>	

T10																					
CUENCA		Longitud (Km)	Area (Km <sup>2</sup> )	<50km <sup>2</sup>	KA	Cota inicio (m)	Cota final (m)	Desnivel (m) cuenca	Pendiente i (m/m) cuenca	Norma española	Tc (0,25 h min cuencas principales)	Pd (mm/dia)	Id (mm/h)	I (mm/h)	Kt	P'0 (Grupo C)	Beta (Reg13)	Ft (Reg13, T10)	P0	C (coeficiente de escorrentía)	Q T10 (m <sup>3</sup> /s)
B	B1	0.536	0.0589	SI	1	235	77.6	157.4	0.294	0.24	0.25	106.5	4.438	81.99	1.012	31	0.6	0.96	17.86	0.5	0.678
	B2	0.416	0.0195	SI	1	145	76.87	68.13	0.164	0.22	0.25	106.5	4.438	81.99	1.012	31	0.6	0.96	17.86	0.5	0.225
	B3	0.252	0.0118	SI	1	145	76.28	68.72	0.273	0.13	0.25	106.5	4.438	81.99	1.012	31	0.6	0.96	17.86	0.5	0.136
	B4	0.293	0.0095	SI	1	171	74.2	96.8	0.33	0.15	0.25	106.5	4.438	81.99	1.012	31	0.6	0.96	17.86	0.5	0.109
	B5	0.815	0.1659	SI	1	189	72	117	0.144	0.37	0.37	106.5	4.438	67.57	1.02	31	0.6	0.96	17.86	0.5	1.588
<b>TOTAL</b>																					<b>2.736</b>

**T25**

CUENCA		Longitud (Km)	Area (Km <sup>2</sup> )	<50km <sup>2</sup>	KA	Cota inicio (m)	Cota final (m)	Desnivel (m) cuenca	Pendiente i (m/m) cuenca	Norma española	Tc (0,25 h min cuencas principales)	Pd (mm/dia)	Id (mm/h)	I (mm/h)	Kt	P'0 (Grupo C)	Beta (Reg13)	Ft (Reg13, T10)	P0	C (coeficiente de escorrentía)	Q T10 (m <sup>3</sup> /s)
<b>B</b>	B1	0.536	0.0589	SI	1	235	77.6	157.4	0.294	0.24	0.25	129.99	5.416	100.1	1.012	31	0.6	1.15	21.39	0.506	0.839
	B2	0.416	0.0195	SI	1	145	76.87	68.13	0.164	0.22	0.25	129.99	5.416	100.1	1.012	31	0.6	1.15	21.39	0.506	0.278
	B3	0.252	0.0118	SI	1	145	76.28	68.72	0.273	0.13	0.25	129.99	5.416	100.1	1.012	31	0.6	1.15	21.39	0.506	0.168
	B4	0.293	0.0095	SI	1	171	74.2	96.8	0.33	0.15	0.25	129.99	5.416	100.1	1.012	31	0.6	1.15	21.39	0.506	0.135
	B5	0.815	0.1659	SI	1	189	72	117	0.144	0.37	0.37	129.99	5.416	82.48	1.02	31	0.6	1.15	21.39	0.506	1.963
<b>TOTAL</b>																					<b>3.383</b>

T100																					
CUENCA		Longitud (Km)	Area (Km <sup>2</sup> )	<50km <sup>2</sup>	KA	Cota inicio (m)	Cota final (m)	Desnivel (m) cuenca	Pendiente i (m/m) cuenca	Norma española	Tc (0,25 h min cuencas principales)	Pd (mm/dia)	Id (mm/h)	I (mm/h)	Kt	P'0 (Grupo C)	Beta (Reg13)	Ft (Reg13, T10)	P0	C (coeficiente de escorrentía)	Q T10 (m <sup>3</sup> /s)
B	B1	0.536	0.0589	SI	1	235	77.6	157.4	0.294	0.24	0.25	168.71	7.029	129.9	1.012	31	0.6	1.34	24.92	0.544	1.17
	B2	0.416	0.0195	SI	1	145	76.87	68.13	0.164	0.22	0.25	168.71	7.029	129.9	1.012	31	0.6	1.34	24.92	0.544	0.388
	B3	0.252	0.0118	SI	1	145	76.28	68.72	0.273	0.13	0.25	168.71	7.029	129.9	1.012	31	0.6	1.34	24.92	0.544	0.234
	B4	0.293	0.0095	SI	1	171	74.2	96.8	0.33	0.15	0.25	168.71	7.029	129.9	1.012	31	0.6	1.34	24.92	0.544	0.188
	B5	0.815	0.1659	SI	1	189	72	117	0.144	0.37	0.37	168.71	7.029	107	1.02	31	0.6	1.34	24.92	0.544	2.738
<b>TOTAL</b>																					<b>4.718</b>

T500																					
CUENCA		Longitud (Km)	Area (Km <sup>2</sup> )	<50km <sup>2</sup>	KA	Cota inicio (m)	Cota final (m)	Desnivel (m) cuenca	Pendiente i (m/m) cuenca	Norma española	Tc (0,25 h min cuencas principales)	Pd (mm/dia)	Id (mm/h)	I (mm/h)	Kt	P'0 (Grupo C)	Beta (Reg13)	Ft (Reg13, T10)	P0	C (coeficiente de escorrentía)	Q T10 (m <sup>3</sup> /s)
<b>B</b>	B1	0.536	0.0589	SI	1	235	77.6	157.4	0.294	0.24	0.25	218.52	9.105	168.2	1.012	31	0.6	1.55	28.83	0.583	1.623
	B2	0.416	0.0195	SI	1	145	76.87	68.13	0.164	0.22	0.25	218.52	9.105	168.2	1.012	31	0.6	1.55	28.83	0.583	0.538
	B3	0.252	0.0118	SI	1	145	76.28	68.72	0.273	0.13	0.25	218.52	9.105	168.2	1.012	31	0.6	1.55	28.83	0.583	0.325
	B4	0.293	0.0095	SI	1	171	74.2	96.8	0.33	0.15	0.25	218.52	9.105	168.2	1.012	31	0.6	1.55	28.83	0.583	0.262
	B5	0.815	0.1659	SI	1	189	72	117	0.144	0.37	0.37	218.52	9.105	138.6	1.02	31	0.6	1.55	28.83	0.583	3.8
<b>TOTAL</b>																					<b>6.548</b>

T10																					
CUENCA	Longitud (Km)	Area (Km <sup>2</sup> )	<50km <sup>2</sup>	KA	Cota inicio (m)	Cota final (m)	Desnivel (m) cuenca	Pendiente i (m/m) cuenca	Norma española	Tc (0,25 h min cuencas principales)	Pd (mm/dia)	Id (mm/h)	I (mm/h)	Kt	P'0 (Grupo C)	Beta (Reg13)	Ft (Reg13, T10)	P0	C (coeficiente de escorrentía)	Q T10 (m <sup>3</sup> /s)	
C	C1	0.095	0.0062	SI	1	71.3	60.8	10.5	0.111	0.08	0.25	106.5	4.438	81.99	1.012	31	0.6	0.96	17.86	0.5	0.071
	C2	0.203	0.0063	SI	1	103	62.5	40.5	0.2	0.12	0.25	106.5	4.438	81.99	1.012	31	0.6	0.96	17.86	0.5	0.073
	C3	0.691	0.0651	SI	1	217	61.5	155.5	0.225	0.3	0.3	106.5	4.438	75.01	1.016	31	0.6	0.96	17.86	0.5	0.688
	C4	0.485	0.0787	SI	1	215	59	156	0.322	0.21	0.25	106.5	4.438	81.99	1.012	31	0.6	0.96	17.86	0.5	0.906
	C5	0.312	0.0419	SI	1	192	57	135	0.433	0.15	0.25	106.5	4.438	81.99	1.012	31	0.6	0.96	17.86	0.5	0.482
	C6	0.311	0.0128	SI	1	137	57	80	0.258	0.16	0.25	106.5	4.438	81.99	1.012	31	0.6	0.96	17.86	0.5	0.147
	C7	0.193	0.0097	SI	1	123	75	48	0.248	0.11	0.25	106.5	4.438	81.99	1.012	31	0.6	0.96	17.86	0.5	0.112
<b>TOTAL</b>																				<b>2.48</b>	

T25																					
CUENCA	Longitud (Km)	Area (Km <sup>2</sup> )	<50km <sup>2</sup>	KA	Cota inicio (m)	Cota final (m)	Desnivel (m) cuenca	Pendiente i (m/m) cuenca	Norma española	Tc (0,25 h min cuencas principales)	Pd (mm/dia)	Id (mm/h)	I (mm/h)	Kt	P'0 (Grupo C)	Beta (Reg13)	Ft (Reg13, T10)	P0	C (coeficiente de escorrentía)	Q T10 (m <sup>3</sup> /s)	
C	C1	0.095	0.0062	SI	1	71.3	60.8	10.5	0.111	0.08	0.25	129.99	5.416	100.1	1.012	31	0.6	1.15	21.39	0.506	0.088
	C2	0.203	0.0063	SI	1	103	62.5	40.5	0.2	0.12	0.25	129.99	5.416	100.1	1.012	31	0.6	1.15	21.39	0.506	0.09
	C3	0.691	0.0651	SI	1	217	61.5	155.5	0.225	0.3	0.3	129.99	5.416	91.55	1.016	31	0.6	1.15	21.39	0.506	0.851
	C4	0.485	0.0787	SI	1	215	59	156	0.322	0.21	0.25	129.99	5.416	100.1	1.012	31	0.6	1.15	21.39	0.506	1.121
	C5	0.312	0.0419	SI	1	192	57	135	0.433	0.15	0.25	129.99	5.416	100.1	1.012	31	0.6	1.15	21.39	0.506	0.597
	C6	0.311	0.0128	SI	1	137	57	80	0.258	0.16	0.25	129.99	5.416	100.1	1.012	31	0.6	1.15	21.39	0.506	0.182
	C7	0.193	0.0097	SI	1	123	75	48	0.248	0.11	0.25	129.99	5.416	100.1	1.012	31	0.6	1.15	21.39	0.506	0.139
<b>TOTAL</b>																				<b>3.067</b>	

T100																					
CUENCA	Longitud (Km)	Area (Km <sup>2</sup> )	<50km <sup>2</sup>	KA	Cota inicio (m)	Cota final (m)	Desnivel (m) cuenca	Pendiente i (m/m) cuenca	Norma española	Tc (0,25 h min cuencas principales)	Pd (mm/dia)	Id (mm/h)	I (mm/h)	Kt	P'0 (Grupo C)	Beta (Reg13)	Ft (Reg13, T10)	P0	C (coeficiente de escorrentía)	Q T10 (m <sup>3</sup> /s)	
C	C1	0.095	0.0062	SI	1	71.3	60.8	10.5	0.111	0.08	0.25	168.71	7.029	129.9	1.012	31	0.6	1.34	24.92	0.544	0.122
	C2	0.203	0.0063	SI	1	103	62.5	40.5	0.2	0.12	0.25	168.71	7.029	129.9	1.012	31	0.6	1.34	24.92	0.544	0.125
	C3	0.691	0.0651	SI	1	217	61.5	155.5	0.225	0.3	0.3	168.71	7.029	118.8	1.016	31	0.6	1.34	24.92	0.544	1.187
	C4	0.485	0.0787	SI	1	215	59	156	0.322	0.21	0.25	168.71	7.029	129.9	1.012	31	0.6	1.34	24.92	0.544	1.563
	C5	0.312	0.0419	SI	1	192	57	135	0.433	0.15	0.25	168.71	7.029	129.9	1.012	31	0.6	1.34	24.92	0.544	0.832
	C6	0.311	0.0128	SI	1	137	57	80	0.258	0.16	0.25	168.71	7.029	129.9	1.012	31	0.6	1.34	24.92	0.544	0.254
	C7	0.193	0.0097	SI	1	123	75	48	0.248	0.11	0.25	168.71	7.029	129.9	1.012	31	0.6	1.34	24.92	0.544	0.193
<b>TOTAL</b>																				<b>4.276</b>	

T500																					
CUENCA	Longitud (Km)	Area (Km <sup>2</sup> )	<50km <sup>2</sup>	KA	Cota inicio (m)	Cota final (m)	Desnivel (m) cuenca	Pendiente i (m/m) cuenca	Norma española	Tc (0,25 h min cuencas principales)	Pd (mm/dia)	Id (mm/h)	I (mm/h)	Kt	P'0 (Grupo C)	Beta (Reg13)	Ft (Reg13, T10)	P0	C (coeficiente de escorrentía)	Q T10 (m <sup>3</sup> /s)	
C	C1	0.095	0.0062	SI	1	71.3	60.8	10.5	0.111	0.08	0.25	218.52	9.105	168.2	1.012	31	0.6	1.55	28.83	0.583	0.17
	C2	0.203	0.0063	SI	1	103	62.5	40.5	0.2	0.12	0.25	218.52	9.105	168.2	1.012	31	0.6	1.55	28.83	0.583	0.174
	C3	0.691	0.0651	SI	1	217	61.5	155.5	0.225	0.3	0.3	218.52	9.105	153.9	1.016	31	0.6	1.55	28.83	0.583	1.648
	C4	0.485	0.0787	SI	1	215	59	156	0.322	0.21	0.25	218.52	9.105	168.2	1.012	31	0.6	1.55	28.83	0.583	2.169
	C5	0.312	0.0419	SI	1	192	57	135	0.433	0.15	0.25	218.52	9.105	168.2	1.012	31	0.6	1.55	28.83	0.583	1.155
	C6	0.311	0.0128	SI	1	137	57	80	0.258	0.16	0.25	218.52	9.105	168.2	1.012	31	0.6	1.55	28.83	0.583	0.352
	C7	0.193	0.0097	SI	1	123	75	48	0.248	0.11	0.25	218.52	9.105	168.2	1.012	31	0.6	1.55	28.83	0.583	0.268
<b>TOTAL</b>																				<b>5.935</b>	

T10																					
D	CUENCA	Longitud (Km)	Area (Km <sup>2</sup> )	<50km <sup>2</sup>	KA	Cota inicio (m)	Cota final (m)	Desnivel (m) cuenca	Pendiente i (m/m) cuenca	Norma española	Tc (0,25 h min cuencas principales)	Pd (mm/dia)	Id (mm/h)	I (mm/h)	Kt	P'0 (Grupo C)	Beta (Reg13)	Ft (Reg13, T10)	P0	C (coeficiente de escorrentía)	Q T10 (m <sup>3</sup> /s)
	D1	0.01	0.0054	SI	1	172	80	92	9.2	0.01	0.25	106.5	4.438	81.99	1.012	31	0.6	0.96	17.86	0.5	0.062
D2	0.01	0.0051	SI	1	217	79	138	13.8	0.01	0.25	106.5	4.438	81.99	1.012	31	0.6	0.96	17.86	0.5	0.059	
<b>TOTAL</b>																				<b>0.121</b>	

T25																					
CUENCA		Longitud (Km)	Area (Km <sup>2</sup> )	<50km <sup>2</sup>	KA	Cota inicio (m)	Cota final (m)	Desnivel (m) cuenca	Pendiente i (m/m) cuenca	Norma española	Tc (0,25 h min cuencas principales)	Pd (mm/dia)	Id (mm/h)	I (mm/h)	Kt	P'0 (Grupo C)	Beta (Reg13)	Ft (Reg13, T10)	P0	C (coeficiente de escorrentía)	Q T10 (m <sup>3</sup> /s)
D	D1	0.01	0.0054	SI	1	172	80	92	9.2	0.01	0.25	129.99	5.416	100.1	1.012	31	0.6	1.15	21.39	0.506	0.077
	D2	0.01	0.0051	SI	1	217	79	138	13.8	0.01	0.25	129.99	5.416	100.1	1.012	31	0.6	1.15	21.39	0.506	0.072
<b>TOTAL</b>																					<b>0.15</b>

T100																					
D	CUENCA	Longitud (Km)	Area (Km <sup>2</sup> )	<50km <sup>2</sup>	KA	Cota inicio (m)	Cota final (m)	Desnivel (m) cuenca	Pendiente i (m/m) cuenca	Norma española	Tc (0,25 h min cuencas principales)	Pd (mm/dia)	Id (mm/h)	I (mm/h)	Kt	P'0 (Grupo C)	Beta (Reg13)	Ft (Reg13, T10)	P0	C (coeficiente de escorrentía)	Q T10 (m <sup>3</sup> /s)
	D1	0.01	0.0054	SI	1	172	76.5	95.5	9.55	0.01	0.25	168.71	7.029	129.9	1.012	31	0.6	1.34	24.92	0.544	0.107
D2	0.01	0.0051	SI	1	217	79	138	13.8	0.01	0.25	168.71	7.029	129.9	1.012	31	0.6	1.34	24.92	0.544	0.101	
<b>TOTAL</b>																				<b>0.208</b>	

T500																					
CUENCA		Longitud (Km)	Area (Km <sup>2</sup> )	<50km <sup>2</sup>	KA	Cota inicio (m)	Cota final (m)	Desnivel (m) cuenca	Pendiente i (m/m) cuenca	Norma española	Tc (0,25 h min cuencas principales)	Pd (mm/dia)	Id (mm/h)	I (mm/h)	Kt	P'0 (Grupo C)	Beta (Reg13)	Ft (Reg13, T10)	P0	C (coeficiente de escorrentía)	Q T10 (m <sup>3</sup> /s)
D	D1	0.01	0.0054	SI	1	172	76.5	95.5	9.55	0.01	0.25	218.52	9.105	168.2	1.012	31	0.6	1.55	28.83	0.583	0.148
	D2	0.01	0.0051	SI	1	217	79	138	13.8	0.01	0.25	218.52	9.105	168.2	1.012	31	0.6	1.55	28.83	0.583	0.14
<b>TOTAL</b>																					<b>0.289</b>

## **APÉNDICE Nº3. ESTUDIO HIDRÁULICO DEL ARROYO URZABAL**



*euskal trenbide sarea*

---

Proyecto Constructivo del  
desdoblamiento en Deba entre los PK  
72+509.074 y PK 73+181.011

---

## Estudio hidráulico

Abril 2024





## Índice:

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>2</b>
<b>2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO</b> .....	<b>2</b>
2.1. SITUACIÓN ACTUAL .....	2
2.2. SITUACIÓN FUTURA.....	2
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	<b>3</b>
<b>4. METODOLOGÍA</b> .....	<b>3</b>
4.1. DATOS REQUERIDOS POR EL PROGRAMA.....	3
4.2. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO .....	4
4.3. LIMITACIONES .....	5
<b>5. DATOS DE PARTIDA</b> .....	<b>6</b>
5.1. TOPOGRAFÍA Y CARTOGRAFÍA.....	6
5.2. CAUDALES .....	6
5.3. PARÁMETROS HIDRÁULICOS.....	6
5.4. GEOMETRÍA .....	7
5.4.1. SITUACIÓN ACTUAL.....	7
5.4.2. SITUACIÓN FUTURA .....	7
<b>6. ANÁLISIS</b> .....	<b>7</b>
<b>7. CONCLUSIONES</b> .....	<b>8</b>

# Estudio hidráulico

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente Estudio Hidráulico tiene por objeto analizar en detalle las consecuencias hidráulicas en arroyo Urtzabal, en el T.M. de Deba (Gipuzkoa), por el desarrollo del desdoblamiento de la vía Bilbao-Donostia entre los PK 72+509.074 y PK 73+181.011.

Mediante el presente Estudio Hidráulico queda justificada la No Afección a Terceros ni la generación de Alteraciones Significativas del régimen del arroyo Urtzabal.

## 2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

### 2.1. SITUACIÓN ACTUAL

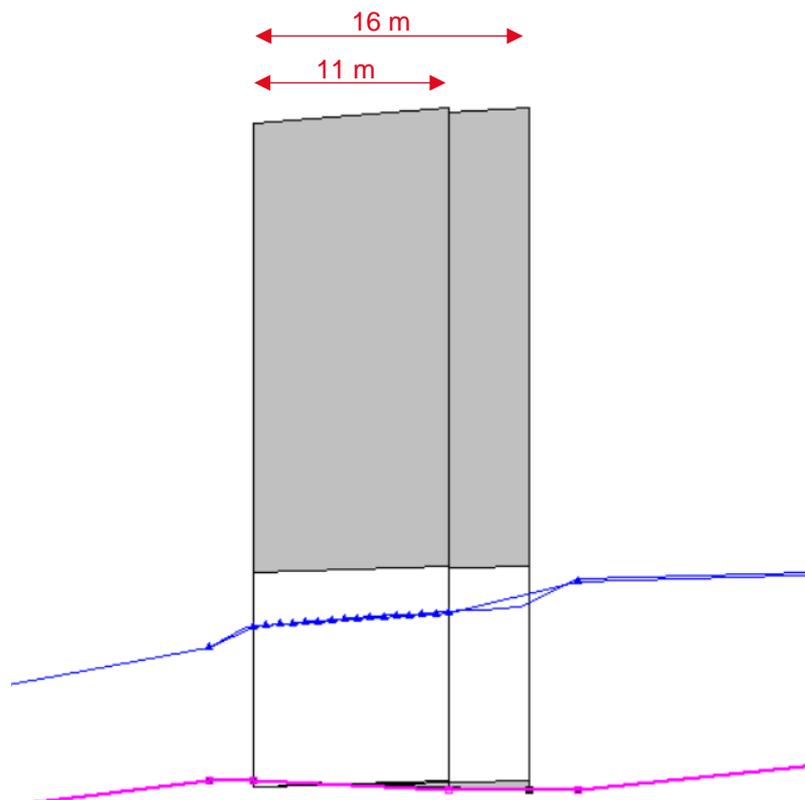
El cauce del arroyo comprendido en el área de estudio se encuentra en un entorno rural compuesto en su mayoría por bosque tipo encinar cantábrico y en una pequeña parte por pastos mesófilos, además de la vía única del ferrocarril Bilbao-Donostia de Euskal Trenbide Sarea (ETS).

El arroyo discurre también por una obra de drenaje transversal (ODT) bajo la plataforma ferroviaria de dimensiones 2 m de ancho x 3.28 m de alto hasta la clave del arco de la ODT.

### 2.2. SITUACIÓN FUTURA

El desdoblamiento de la vía supone la ampliación de la plataforma ferroviaria y la realización de un camino auxiliar paralelo a esta. Los trabajos se realizarán en una zona cercana al arroyo, respetando en todo caso la distancia de 5m al arroyo de Urtzabal.

Se realizará, además, una ampliación de la ODT en longitud, pasando de los 11 metros actuales a 16 metros.



### 3. OBJETIVOS

El objetivo del presente estudio es comprobar las afecciones en la inundabilidad del arroyo de Urtzabal tras la ampliación de la plataforma ferroviaria de ETS. Se comprobará que las infraestructuras no quedarán anegadas ni que el cauce vaya a sufrir alteraciones significativas. Además, se revisará que tras la ampliación de la ODT esta siga funcionando correctamente.

### 4. METODOLOGÍA

Para el estudio hidráulico del río Urtzabal en la zona de estudio, se han realizado simulaciones de su comportamiento utilizando el programa HEC-RAS, desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos. La versión empleada ha sido la 6.2.

El programa HEC-RAS fue diseñado para calcular líneas de agua en ríos y canales en caso de movimiento gradualmente variado. El procedimiento de cálculo se basa en la resolución de la ecuación unidimensional de la energía usando el método del "Standard Step". El programa puede ser aplicado en estudios de gestión de llanuras de inundación a fin de evaluar el efecto de los obstáculos al paso de avenidas y deslindar las zonas de riesgo de crecidas. El modelo también se puede usar para evaluar los efectos en el nivel del agua causados por mejoras en el cauce y en los diques y por la presencia de puentes y otras estructuras en la llanura de inundación.

#### 4.1. DATOS REQUERIDOS POR EL PROGRAMA

- Datos geométricos del cauce: el programa necesita un cierto número de secciones transversales del cauce. Para cada sección deberán indicarse al menos los siguientes datos:
  - Las coordenadas de los puntos que la definen.
  - Las distancias hasta la sección situada inmediatamente aguas abajo, medidas a lo largo del canal principal y de cada orilla.
  - Los valores del número de Manning en el canal principal y las dos orillas.
  - Los límites del canal principal.
  - Los coeficientes de contracción y expansión del flujo.

Además, podrá incluirse información adicional, como la presencia de diques, zonas obstruidas o cauces secundarios no incluidos en la corriente principal.

- Definición de obras: el programa permite modelizar el comportamiento de puentes, alcantarillas, compuertas... Los principales datos requeridos son:
  - Coordenadas de los puntos que definen el tablero, expresadas en ternas de la forma (x, y del cordón superior, y del cordón inferior).
  - Anchura del tablero.
  - Taludes de la carretera o vía.
  - Forma y dimensiones de las pilas.
- Datos de flujo:
  - Caudal inicial.
  - Variaciones de caudal a lo largo del tramo estudiado (p.ej, por la llegada de un afluente).
  - Condiciones de contorno en los extremos del tramo de estudio. Estas condiciones de contorno pueden ser de varios tipos (calado crítico, calado normal, altura de lámina conocida...).
  - Régimen de flujo.
- Parámetros de cálculo:
  - Método de cálculo de la pendiente hidráulica.

- Método de cálculo del calado crítico.
- Condiciones de convergencia.

## 4.2. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

El objetivo primordial del programa HEC-RAS es calcular la cota de agua en los puntos de interés en función del caudal circulante a lo largo del río.

Los cálculos comienzan en una sección transversal con condiciones iniciales conocidas o estimadas y se procede hacia aguas arriba si el régimen es lento o hacia aguas abajo si, por el contrario, el régimen es rápido. Los calados para cálculos en régimen lento están constreñidos al calado crítico o menores.

La metodología usada en el modelo HEC-RAS para el cálculo de líneas de agua se detalla a continuación:

- Las siguientes dos ecuaciones (Ec. n° 1 y n° 2) se resuelven por un procedimiento iterativo ("Standard Step") a fin de obtener la cota de agua en una sección transversal.

$$WS_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = WS_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e$$

$$h_e = LS_f + C \left( \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right)$$

Donde:

$WS_1, WS_2$  = Cota de agua en las secciones 1 y 2.

$V_1, V_2$  = Velocidades medias (relación entre el caudal total y la sección) en las secciones 1 y 2.

$\alpha_1, \alpha_2$  = Coeficientes de velocidad en las secciones 1 y 2.

$g$  = Aceleración de la gravedad.

$h_e$  = Pérdida de carga entre las secciones 1 y 2.

$L$  = Distancia ponderada con el caudal entre las secciones 1 y 2.

$S_f$  = Pérdida de carga unitaria (pendiente de fricción) entre las secciones 1 y 2.

$C$  = Coeficiente de pérdida por contracción o por expansión.

La distancia entre secciones,  $L$ , se obtiene ponderando las distancias por la llanura de inundación izquierda, por el cauce y por la llanura de inundación derecha con sus respectivos caudales resultantes de promediar los caudales correspondientes de la sección 1 con los de la sección 2.

- La pendiente de fricción representativa se expresa normalmente como sigue (Ec. n° 3), aunque es posible utilizar ecuaciones alternativas:

$$S = \left( \frac{Q_1 + Q_2}{K_1 + K_2} \right)^2$$

donde  $K_1$  y  $K_2$  representan el transporte al principio y final del tramo entre secciones.

- El transporte se define de la siguiente manera (Ec. n° 4):

$$K \frac{1}{n} A.R^{2/3}$$

Donde:

n = Número de Manning

A = Área de la sección considerada

R = Radio hidráulico

El transporte total para una sección transversal se obtiene sumando el transporte de las llanuras de inundación izquierda y derecha y del cauce.

- El coeficiente de velocidad  $\alpha$  para una sección se obtiene con la siguiente ecuación (Ec. n° 5):

$$\alpha = \frac{A^2_T}{K^3_T} \left( \frac{K^3_{LOB}}{A^2_{LOB}} + \frac{K^3_{CH}}{A^2_{CH}} + \frac{K^3_{ROB}}{A^2_{ROB}} \right)$$

donde el subíndice T se refiere a la sección transversal total, LOB a la llanura de inundación izquierda, CH al cauce y ROB a la llanura de inundación derecha.

- El procedimiento de cálculo iterativo para resolver las ecuaciones (1) y (2) es como sigue:
  - Estimar la cota de agua en la sección de aguas arriba ( $WS_2$ ) ya que se parte de que  $WS_1$  es conocida.
  - Basándose en  $WS_2$ , determinar el transporte total y la carga de velocidad correspondientes.
  - Con los valores del paso 2, obtener la pendiente de fricción  $S_f$  y resolver la ecuación (2) para obtener la pérdida de carga en el tramo  $h_e$ .
  - Con los valores de los pasos 2 y 3, obtener el valor de  $WS_2$  de la ecuación (1).
  - Comparar el valor obtenido de  $WS_2$  con el estimado en el paso 1 y repetir los pasos del 1 al 5 hasta que la diferencia sea menor que un valor dado (0,01 m).

El primer ciclo iterativo se basa en la pendiente de fricción de las dos secciones transversales previas. El segundo ciclo comienza asumiendo que el nivel del agua es la media entre el nivel resultante en el primer ciclo y el que se estimó inicialmente. Una vez equilibrado el nivel de agua en una sección transversal, se efectúa una serie de comprobaciones con objeto de asegurarse de que el calado es mayor o igual al crítico, si el régimen es lento, o igual o menor si el régimen es rápido. Si esto no se cumple, se asume que el calado de la sección coincide con el crítico de dicha sección para el caudal considerado y se emite un mensaje indicando dicha circunstancia. La aparición del calado crítico en el programa es generalmente el resultado de un problema relacionado con las distancias entre perfiles o con su geometría, aunque, en ocasiones, surge que el flujo es realmente crítico.

### 4.3. LIMITACIONES

Las siguientes suposiciones están implícitas en las expresiones analíticas usadas en el programa:

- El régimen es permanente, ya que los términos de la ecuación de la energía que dependen del tiempo no se incluyen.
- El movimiento es gradualmente variado, porque la ecuación (1) está basada en la premisa de que exista distribución hidrostática de presiones en cada sección transversal.

- El flujo es unidimensional porque la ecuación (4) está basada en que la carga hidráulica total es la misma para todos los puntos de una sección transversal.
- Las pendientes deben ser pequeñas (menores del 10%) porque la carga de presión, que es una componente de WS en la ecuación (1), está representada por la altura de agua medida verticalmente.

## 5. DATOS DE PARTIDA

Los criterios que se han seguido a la hora de realizar el presente estudio hidráulico se han estructurado según los siguientes aspectos:

- Recopilación de información disponible: estudios existentes, información histórica, etc.
- Trabajos de campo: documentación fotográfica, comprobación de la información recopilada, etc.
- Modelación hidráulica y delimitación de zonas inundables para diferentes periodos de retorno: tipo de análisis, geometría, estudio de caudales máximos, condiciones de contorno, coeficientes de rugosidad, estructuras, delimitación de zonas inundables, zona de flujo preferente, etc.
- Como base para la redacción de este documento se han utilizado documentos técnicos y metodológicos manejados en la actualidad por la Agencia Vasca del Agua.

### 5.1. TOPOGRAFÍA Y CARTOGRAFÍA

Para la realización del estudio hidráulico es necesario disponer de una cartografía de precisión que represente fielmente la realidad del terreno en el tramo de estudio.

Para ello, se ha realizado un levantamiento topográfico realizado por la empresa TOPOLAN lo cual se ha complementado con la información LIDAR disponible del año 2017.

### 5.2. CAUDALES

Para el cálculo de caudales se ha seguido la metodología e indicaciones proporcionadas por las siguientes Normativas e Instrucciones:

- Norma 5.2-IC de la Instrucción de carreteras – Drenaje Superficial
- Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular de la Dirección General de Carreteras

A continuación, se muestran los caudales establecidos:

Río Urtzabal	PERIODO DE RETORNO (años)		
	T=10	T=100	T=500
Caudal (m <sup>3</sup> /s)	7,54	13,00	18,05

### 5.3. PARÁMETROS HIDRÁULICOS

Los parámetros hidráulicos utilizados en el modelo son:

- Número de Manning en el cauce 0,034.
- Número de Manning en ambas márgenes de área rural 0,045
- Número de Manning en el área rural 0,05.

- Número de Manning en el área forestal 0,06.
- Coeficientes de expansión entre las secciones 0,3 / 0,5
- Coeficientes de contracción entre las secciones 0,1 / 0,3

## 5.4. GEOMETRÍA

Se ha analizado la situación hidráulica actual utilizando el programa HEC-RAS, versión 6.2, como se ha comentado en apartados anteriores; generando un nuevo modelo denominado DEBA.prj.

En él se ha definido tanto la situación actual como la futura, establecida con el nuevo terreno en la margen derecha del río Urzabal y una ODT con la longitud ajustada.

### 5.4.1. SITUACIÓN ACTUAL

En la situación actual las secciones afectadas mantienen su geometría original imitando la topografía existente. En las secciones afectadas no existen edificaciones ni otro tipo de construcciones a excepción de la plataforma ferroviaria existente.

### 5.4.2. SITUACIÓN FUTURA

La situación futura difiere de la situación actual en la anchura de la plataforma debido al desdoblamiento de la vía, y la construcción del camino de servicio. La plataforma y el camino se encuentran en todo momento fuera del alcance del arroyo Urtzabal.

## 6. ANÁLISIS

Se ha realizado el análisis tanto de la situación del camino de servicio como de la plataforma respecto a la variación de la cota de la lámina de agua para cada periodo de retorno.

A continuación, se muestra una tabla donde se encuentra la cota del camino o de la plataforma (eligiéndose en todo momento la inferior de las dos) y la cota de la lámina de agua.

Puede observarse que en todo momento la lámina de agua se encuentra por debajo, siendo el punto más desfavorable el correspondiente a la sección 571 donde para T500 el camino se encuentra a 0,40 metros de distancia de la lámina de agua.

Cota lámina agua (m)				
Sección	T=10	T=100	T=500	Cota plataforma/camino (m)
<b>571</b>	70,15	70,43	70,65	<b>71,05</b>
<b>538</b>	68,61	68,86	69,06	<b>70,00</b>
<b>448</b>	61,78	61,94	62,06	<b>68,40</b>
<b>358</b>	57,68	57,90	58,41	<b>66,75</b>

<b>267</b>	56,38	57,13	57,73	<b>59,42</b>
------------	-------	-------	-------	--------------

De la misma manera se ha analizado la situación de la ODT. En la siguiente tabla se puede observar como la lámina de agua no alcanza en ningún momento la cota superior de la obra de drenaje transversal.

La variación más desfavorable de la lámina es de un aumento de 6 centímetros en la salida de la ODT para el periodo T500. En la situación más desfavorable se mantiene una distancia de la lámina de agua respecto a la clave de la obra de drenaje transversal de 0,19 metros.

	Cota lámina agua (m)			Cota superior ODT (m)
	T=10	T=100	T=500	
<b>Entrada ODT</b>				
<b>Situación Actual</b>	56,35	57,09	57,69	57,92
<b>Entrada ODT</b>				
<b>Situación Futura</b>	56,38	57,13	57,73	57,92
<b>Salida ODT</b>				
<b>Situación Actual</b>	55,97	56,50	56,94	57,83
<b>Salida ODT</b>				
<b>Situación Futura</b>	56,01	56,56	57,00	57,83

## 7. CONCLUSIONES

Analizados los resultados obtenidos en el modelo, se observa que en general el aumento del nivel del agua es despreciable en todas las secciones estudiadas, al tratarse de un aumento de entre 3-6 cm.

La cota del agua queda alejada de alcanzar la cota de la plataforma ferroviaria en todos los puntos estudiados, por lo que se puede afirmar la no afección de los trabajos a la infraestructura.

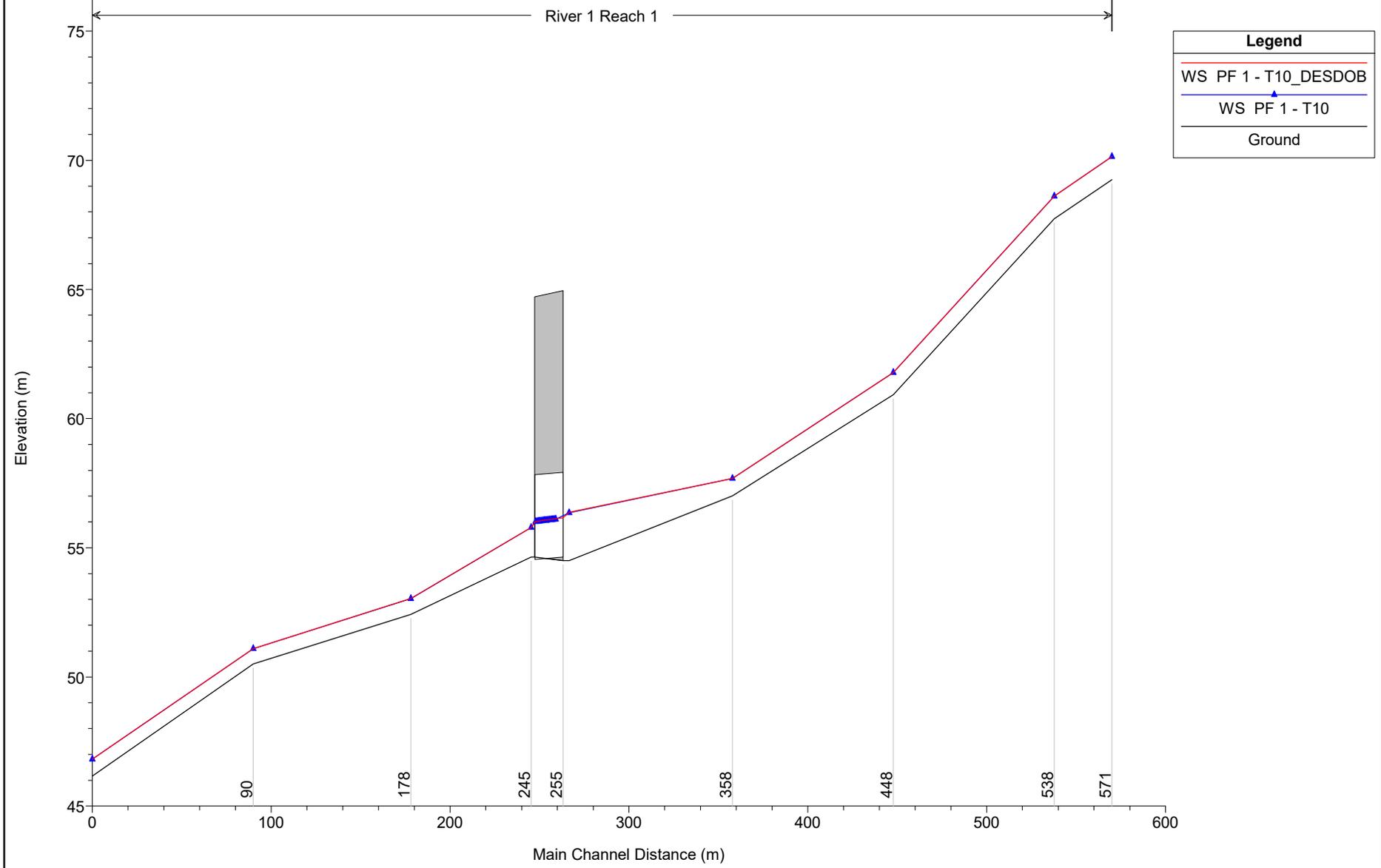
Se puede ver, además, que, a pesar de ampliar la longitud de la OTD, el nivel del agua aumenta de forma leve en esta, sin que esto suponga un problema de funcionamiento de la obra de drenaje.

Por lo anteriormente mencionado, se puede concluir que no existen ni afecciones a terceros ni la generación de Alteraciones Significativas del régimen del arroyo Urtzabal, además de comprobarse el correcto funcionamiento del elemento de drenaje transversal existente.

## PERFILES LONGITUDINALES

DEBA Plan: 1) T10 2) T10\_DESDOB

River 1 Reach 1



**Legend**

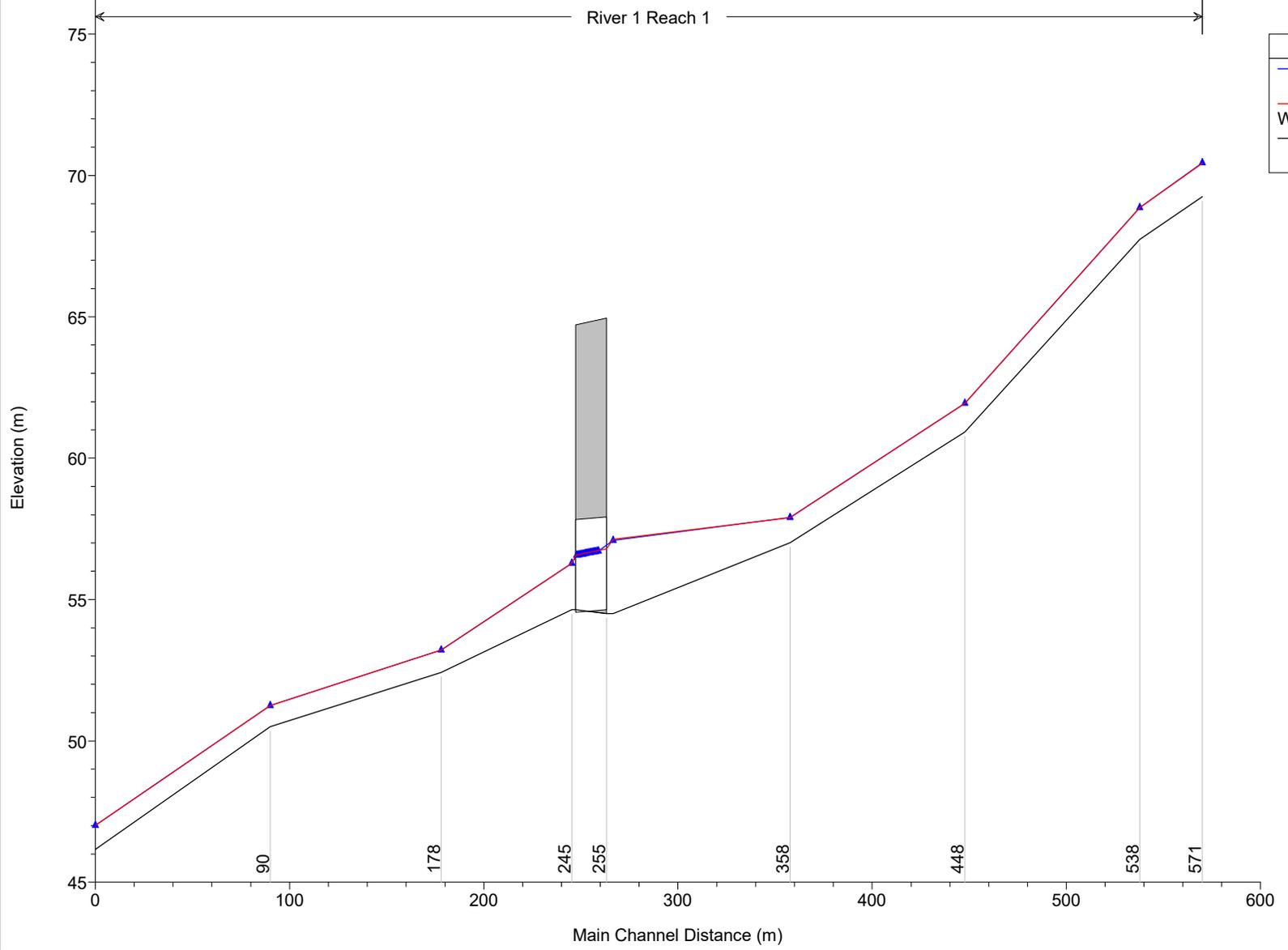
- WS PF 1 - T10\_DESDOB
- WS PF 1 - T10
- Ground

DEBA Plan: 1) T100 2) T100\_DESDOB

River 1 Reach 1

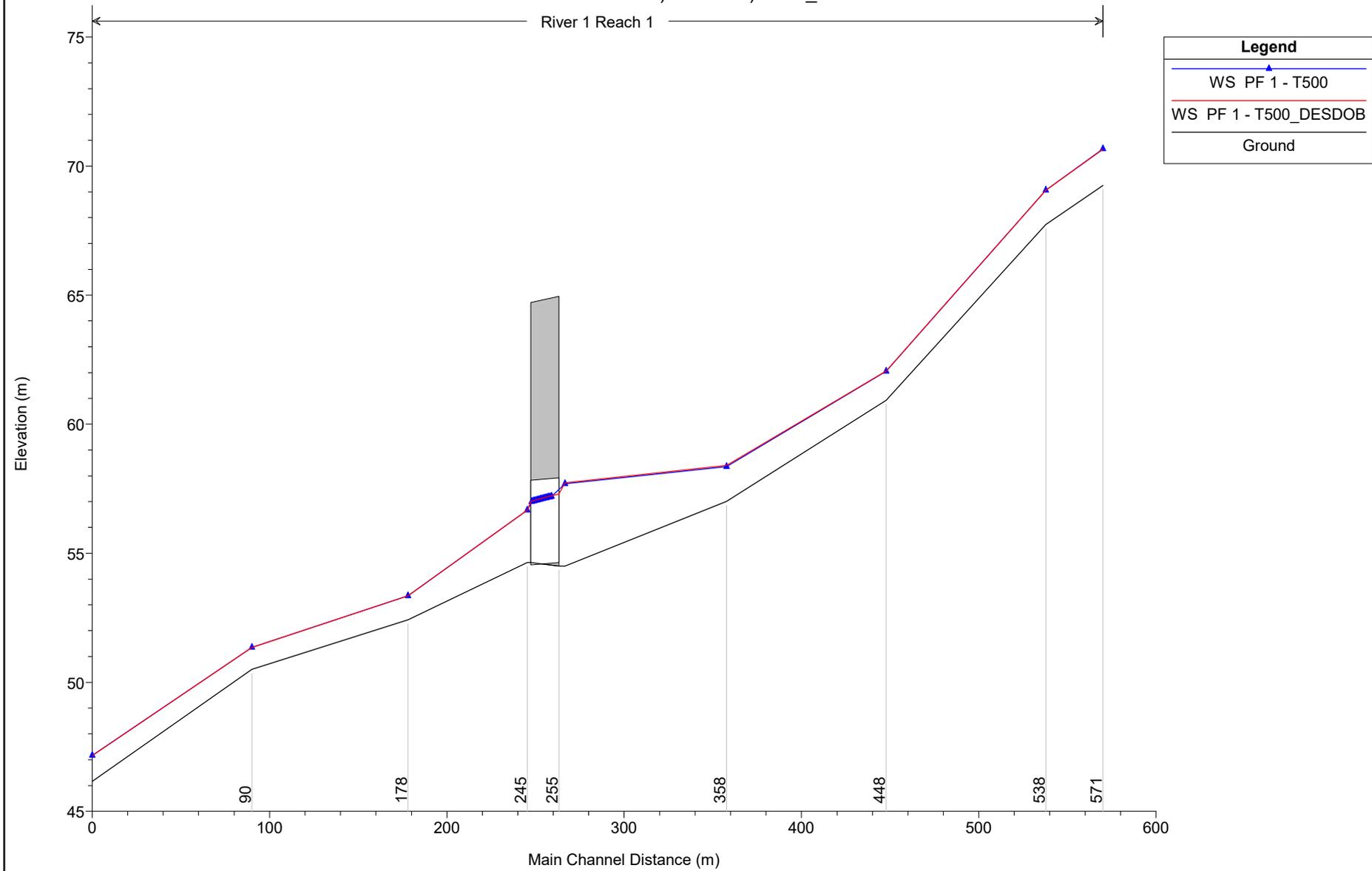
Legend

- WS PF 1 - T100
- WS PF 1 - T100\_DESDOB
- Ground



DEBA Plan: 1) T500 2) T500\_DESDOB

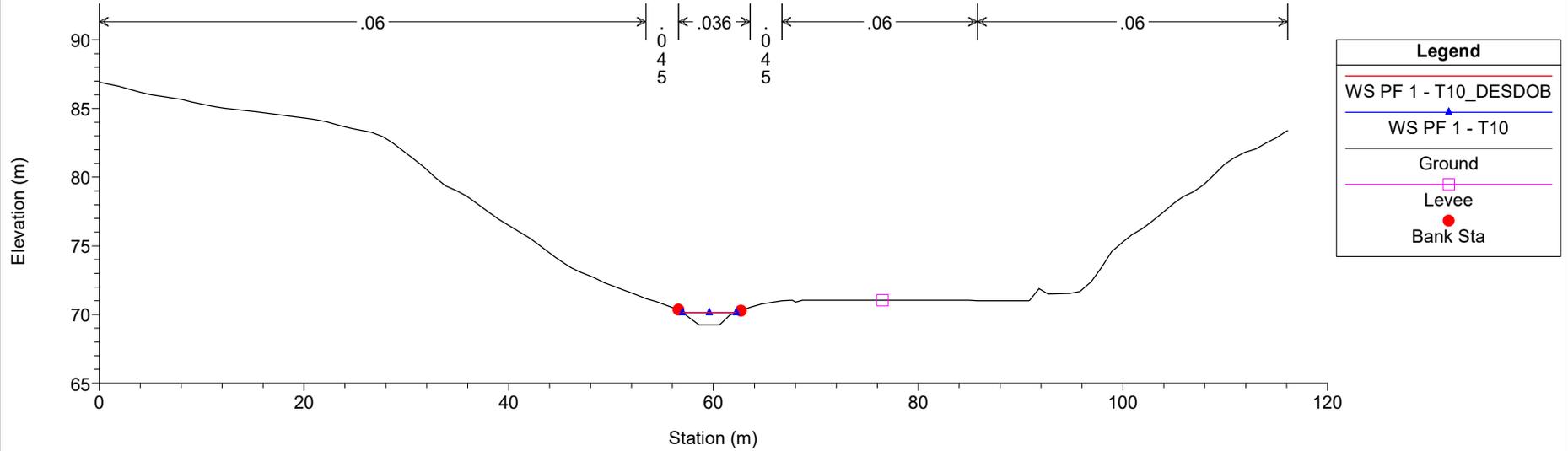
River 1 Reach 1



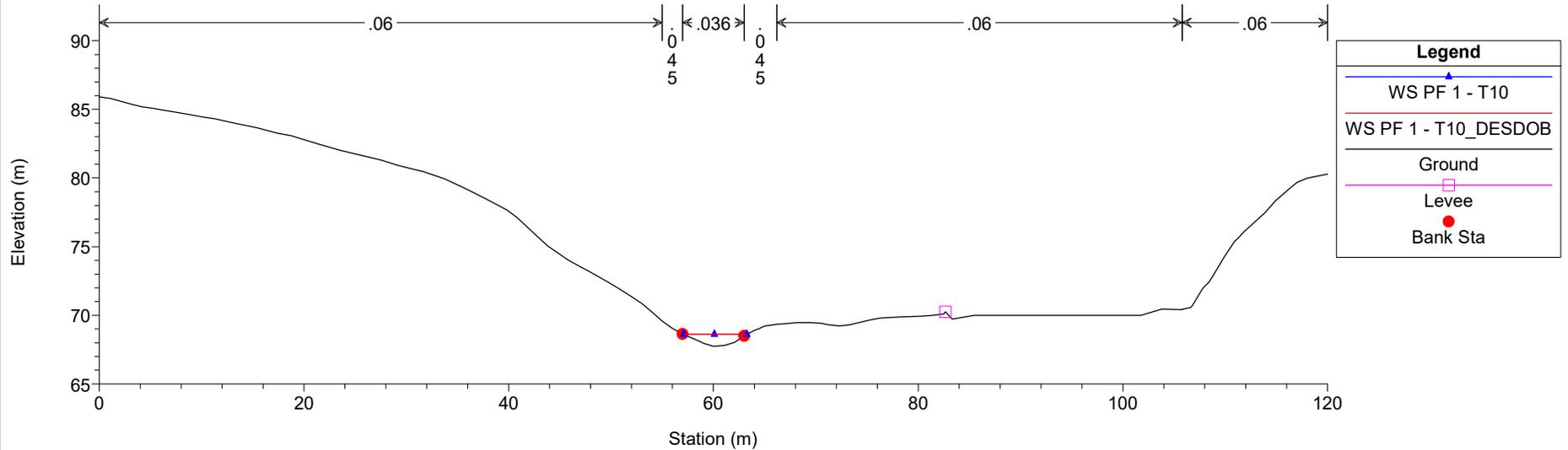


## SECCIONES

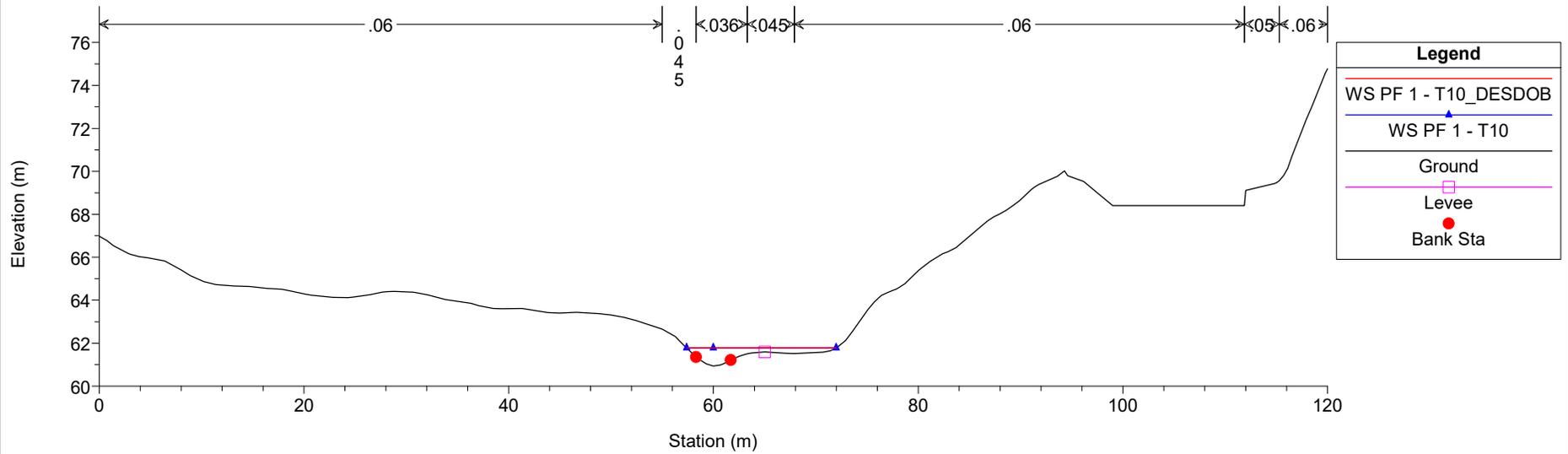
DEBA Plan: 1) T10 13/02/2024 2) T10\_DESDOB 13/02/2024



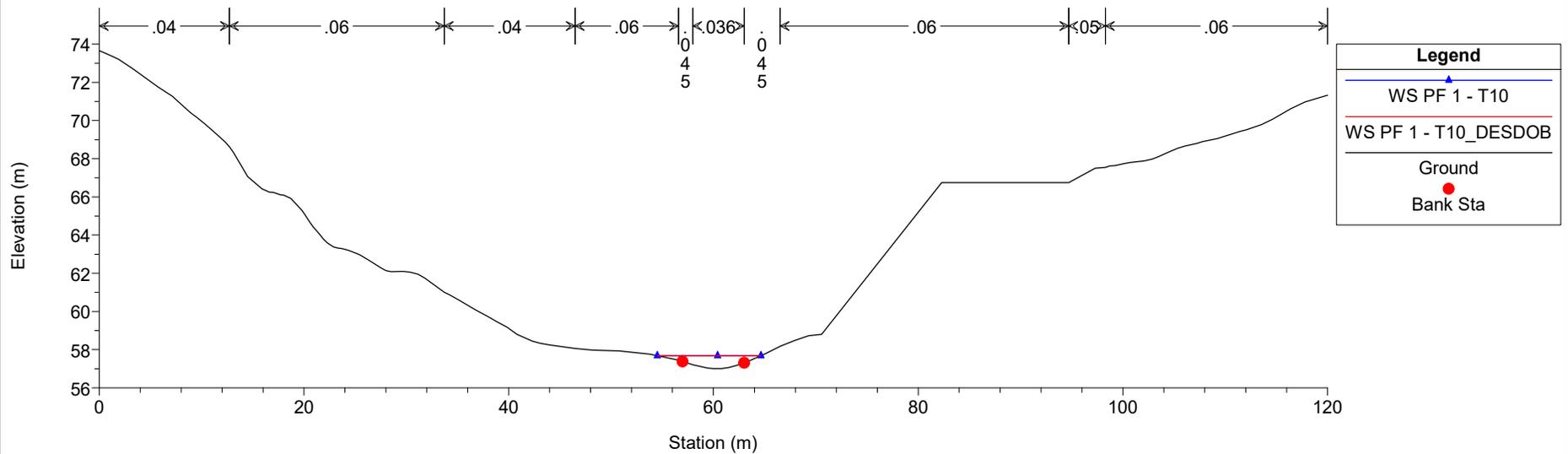
DEBA Plan: 1) T10 13/02/2024 2) T10\_DESDOB 13/02/2024



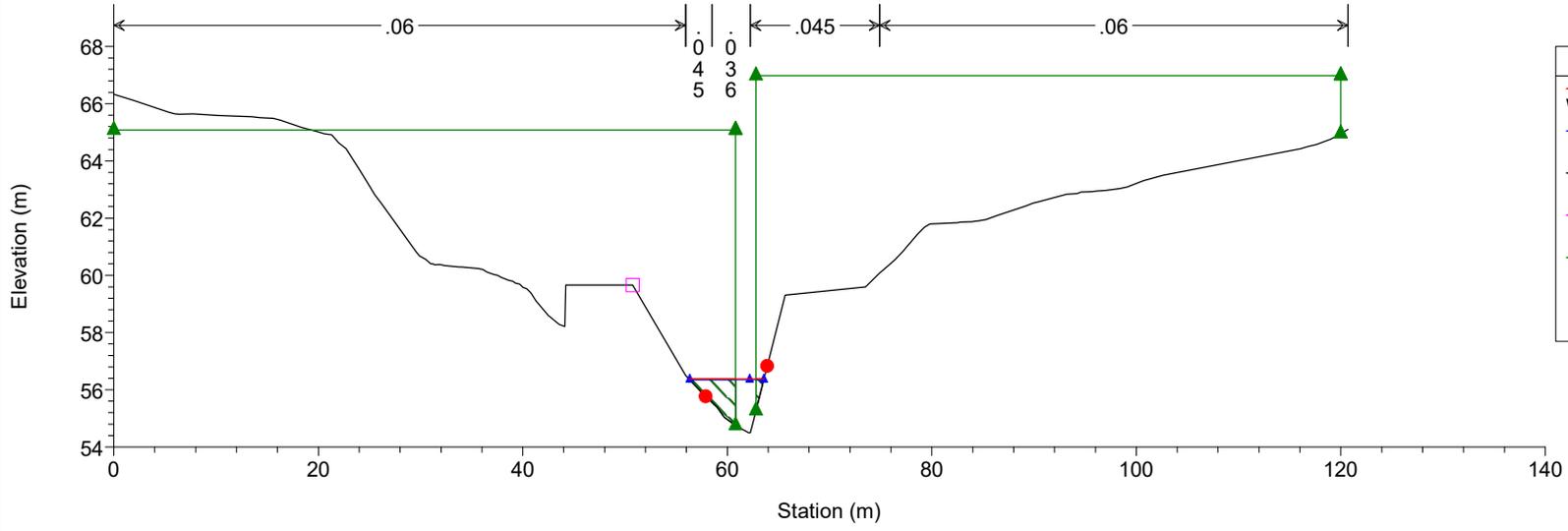
DEBA Plan: 1) T10 13/02/2024 2) T10\_DESDOB 13/02/2024



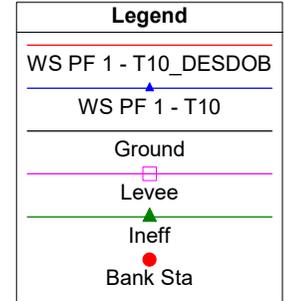
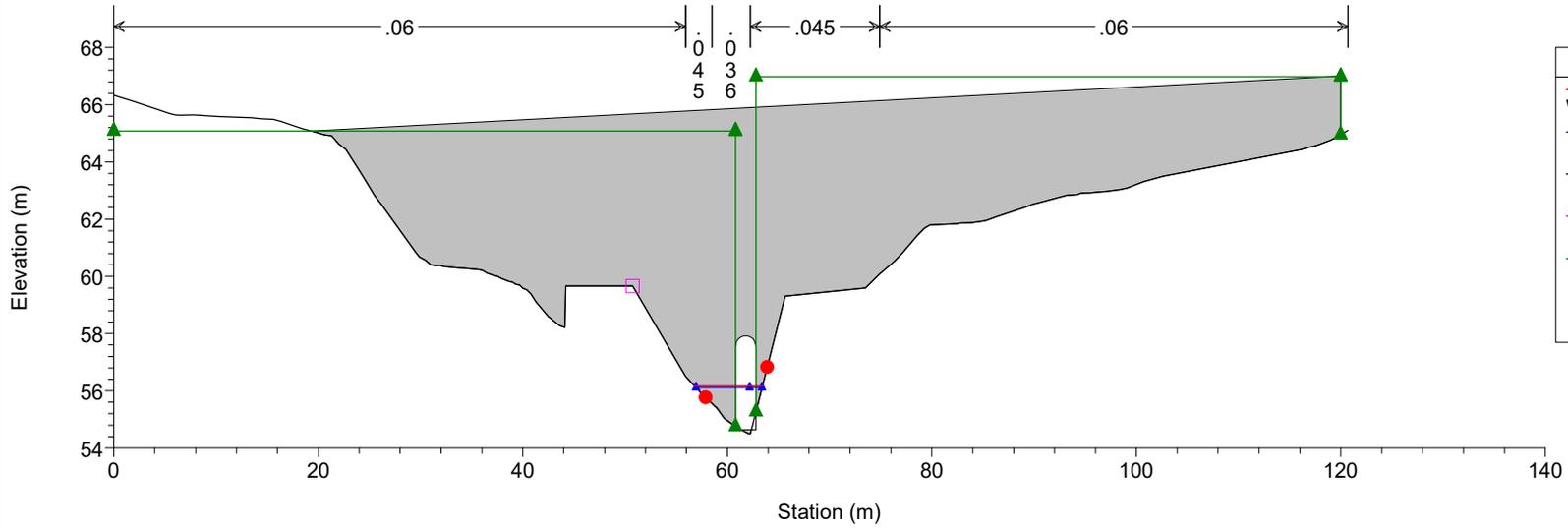
DEBA Plan: 1) T10 13/02/2024 2) T10\_DESDOB 13/02/2024



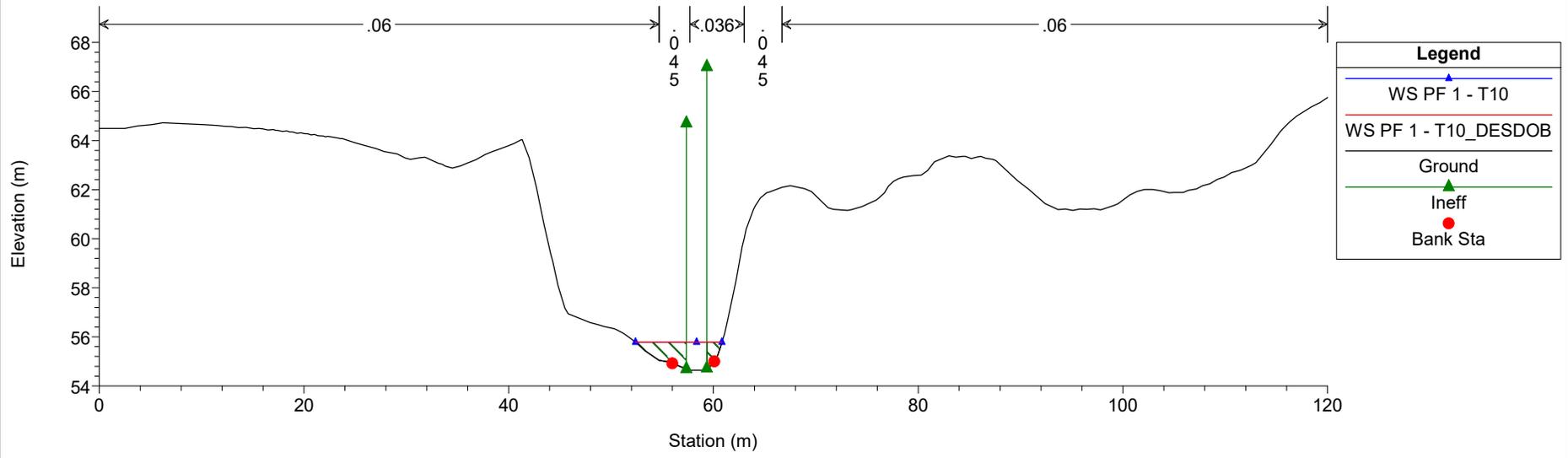
DEBA Plan: 1) T10 13/02/2024 2) T10\_DESDOB 13/02/2024



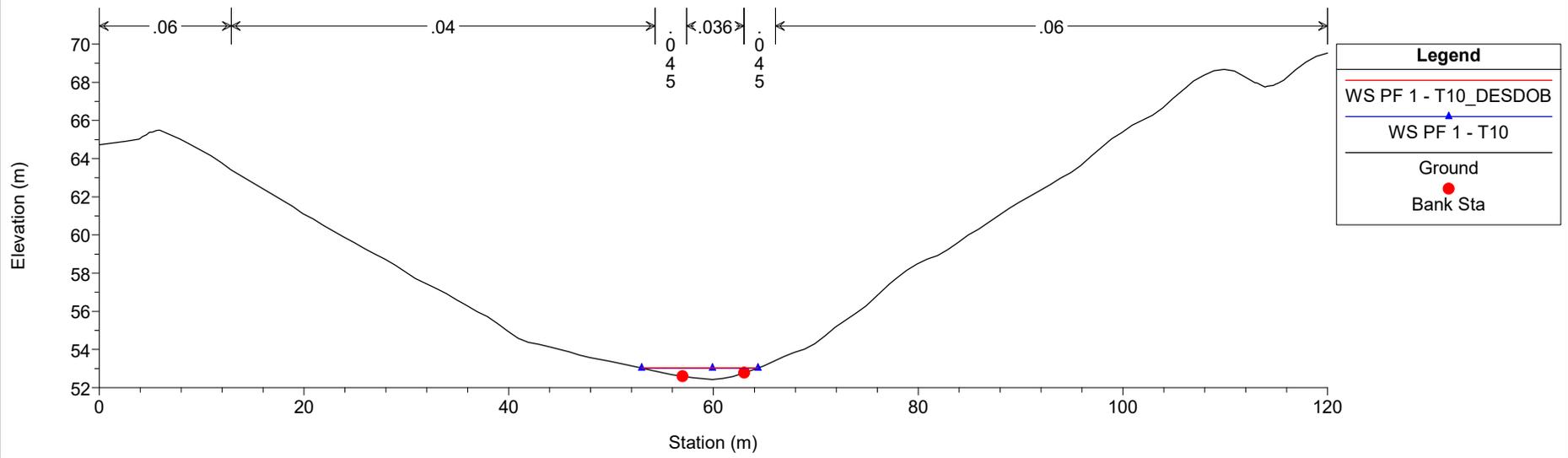
DEBA Plan: 1) T10 13/02/2024 2) T10\_DESDOB 13/02/2024



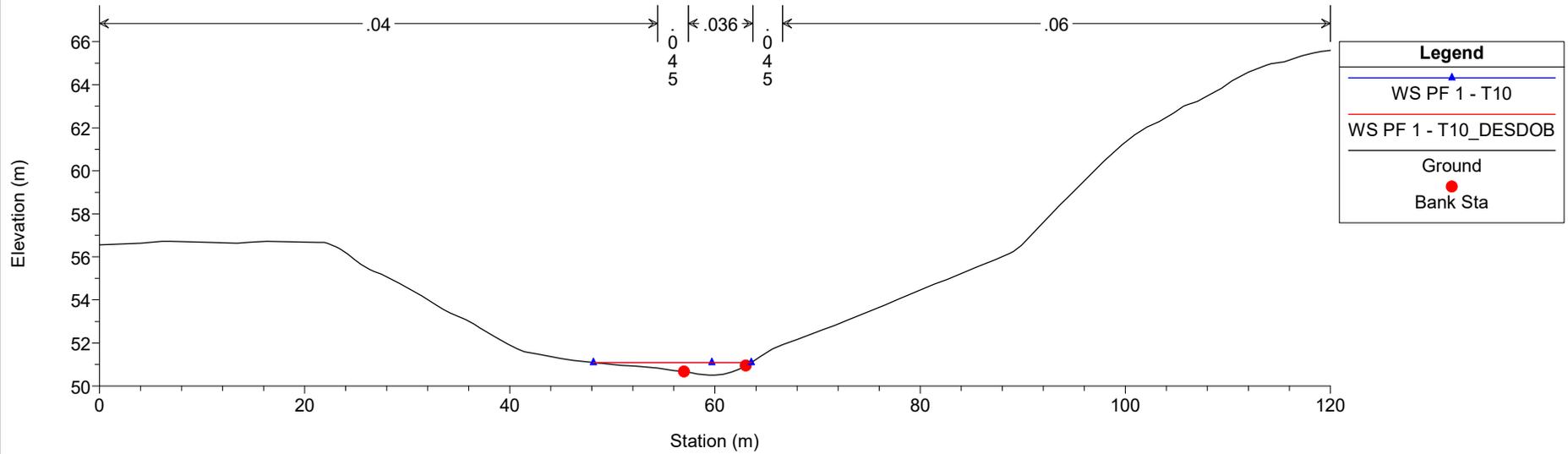
DEBA Plan: 1) T10 13/02/2024 2) T10\_DESDOB 13/02/2024



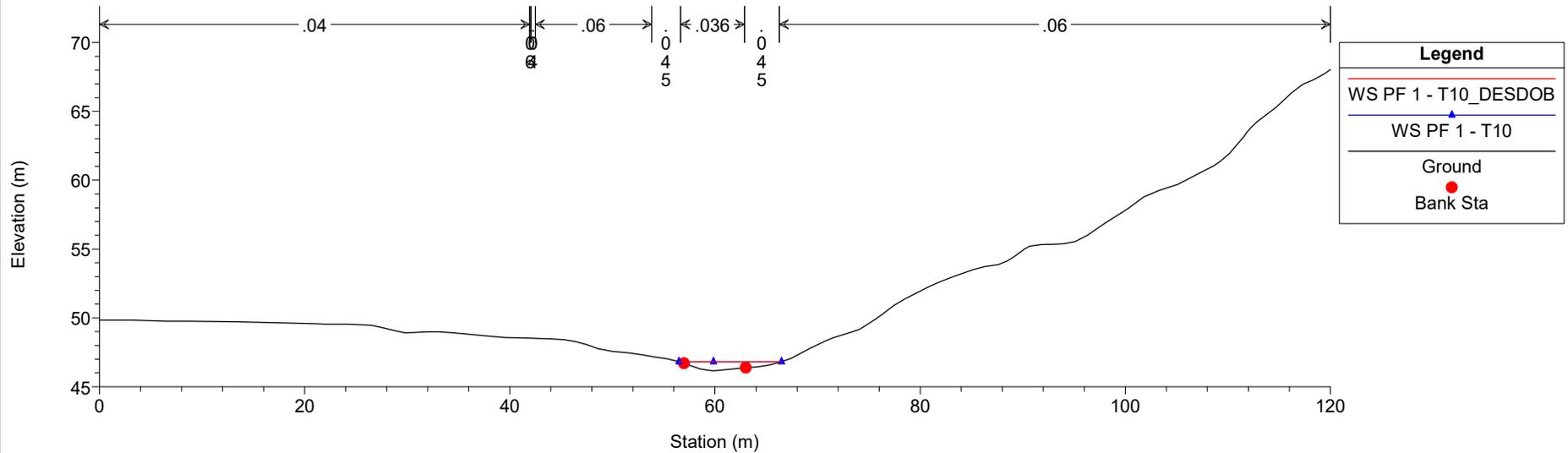
DEBA Plan: 1) T10 13/02/2024 2) T10\_DESDOB 13/02/2024



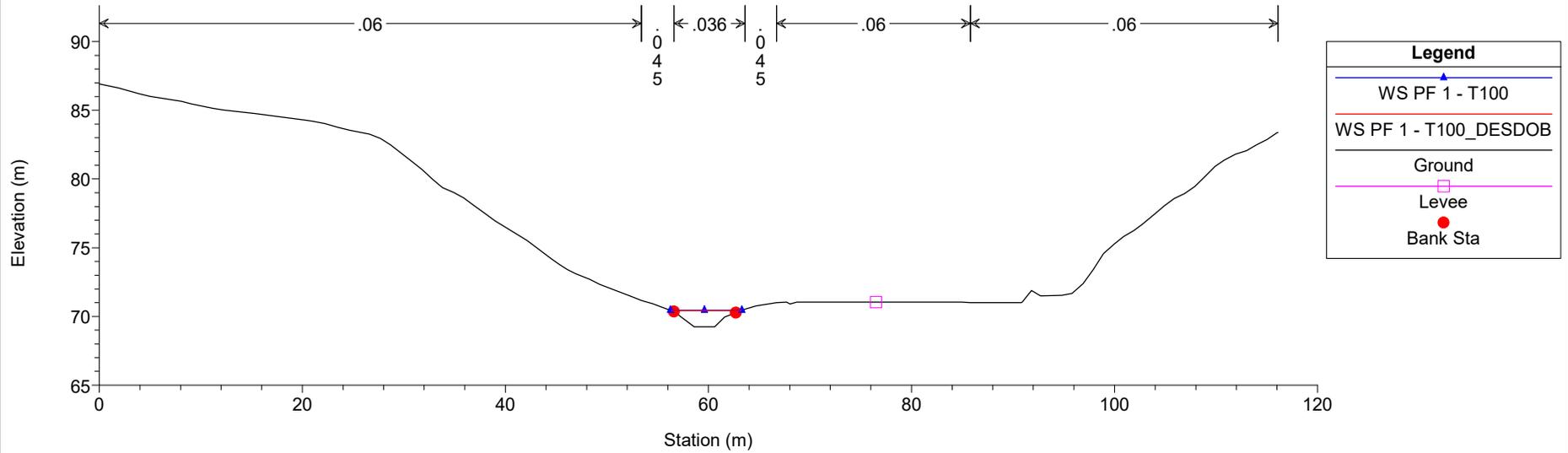
DEBA Plan: 1) T10 13/02/2024 2) T10\_DESDOB 13/02/2024



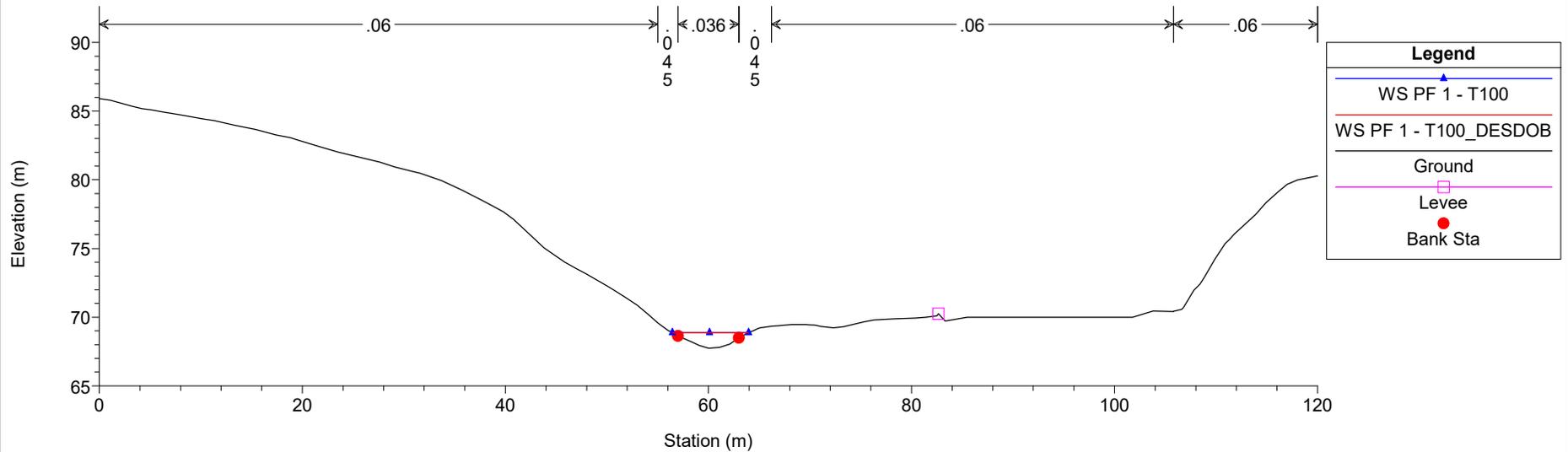
DEBA Plan: 1) T10 13/02/2024 2) T10\_DESDOB 13/02/2024



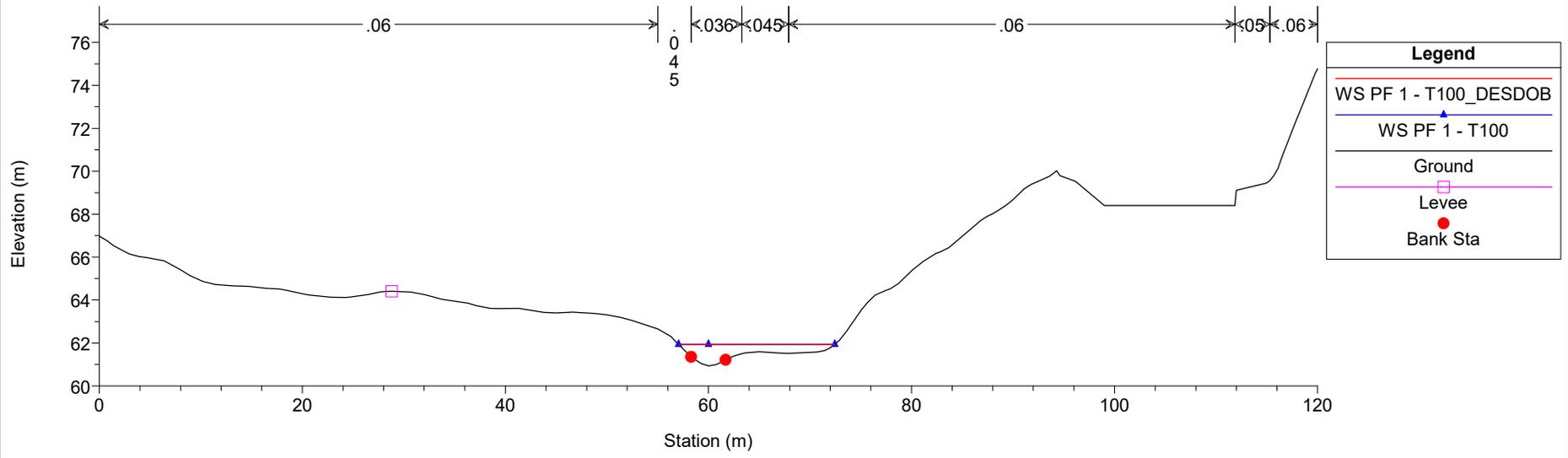
DEBA Plan: 1) T100 13/02/2024 2) T100\_DESDOB 13/02/2024



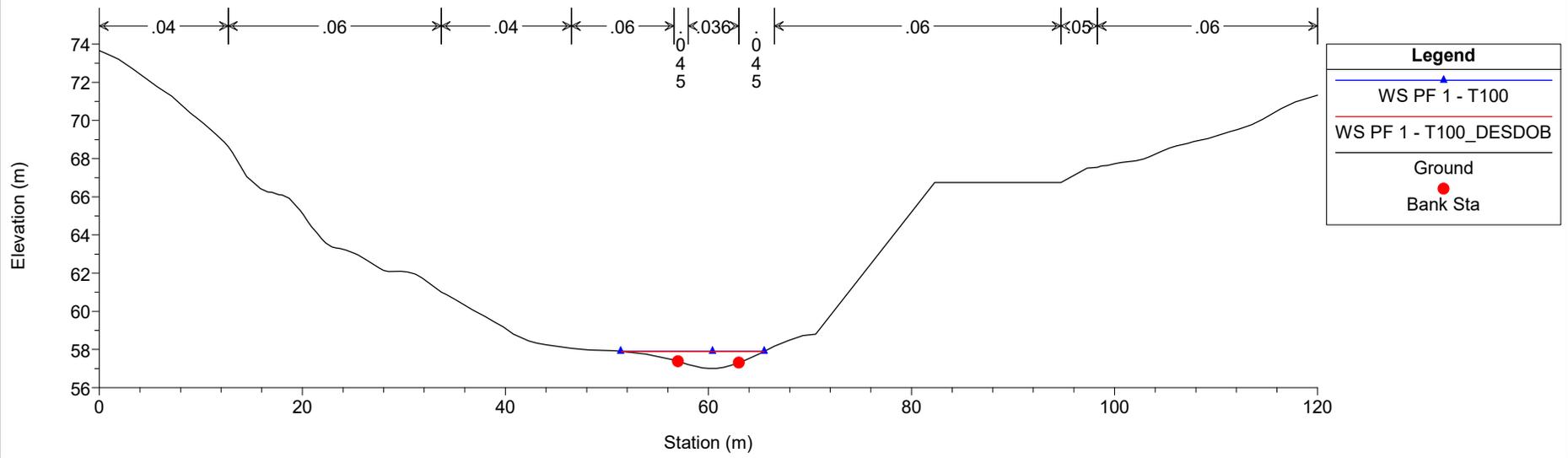
DEBA Plan: 1) T100 13/02/2024 2) T100\_DESDOB 13/02/2024



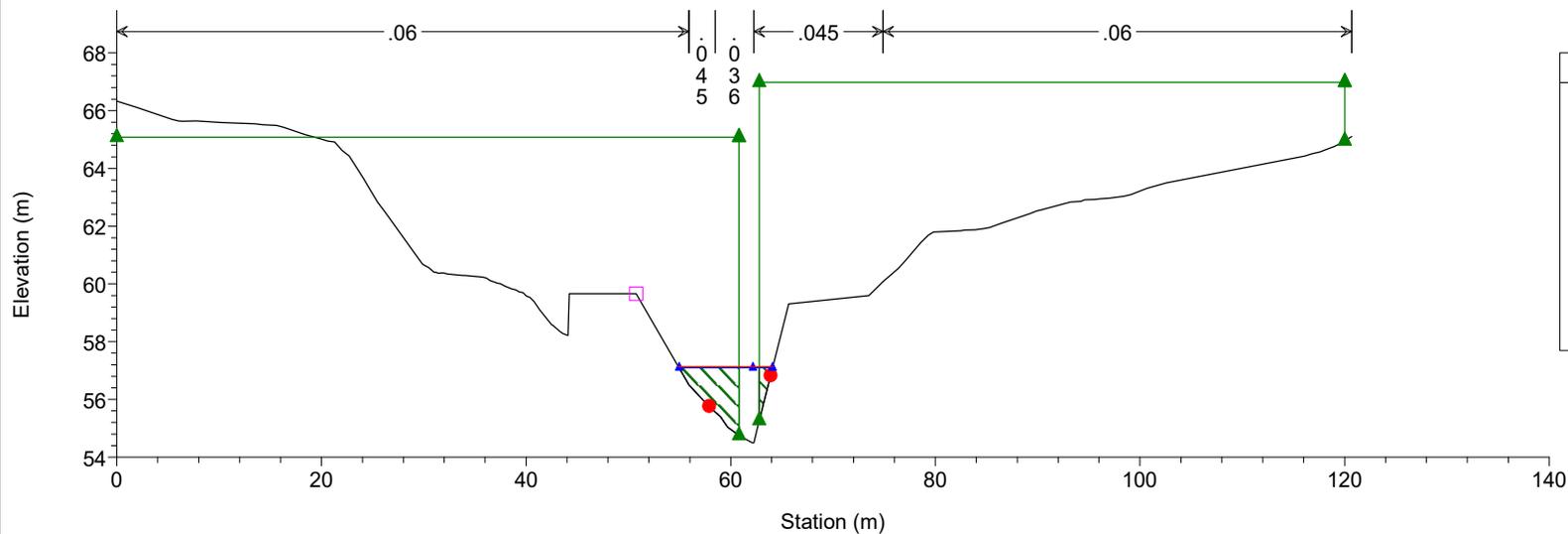
DEBA Plan: 1) T100 13/02/2024 2) T100\_DESDOB 13/02/2024



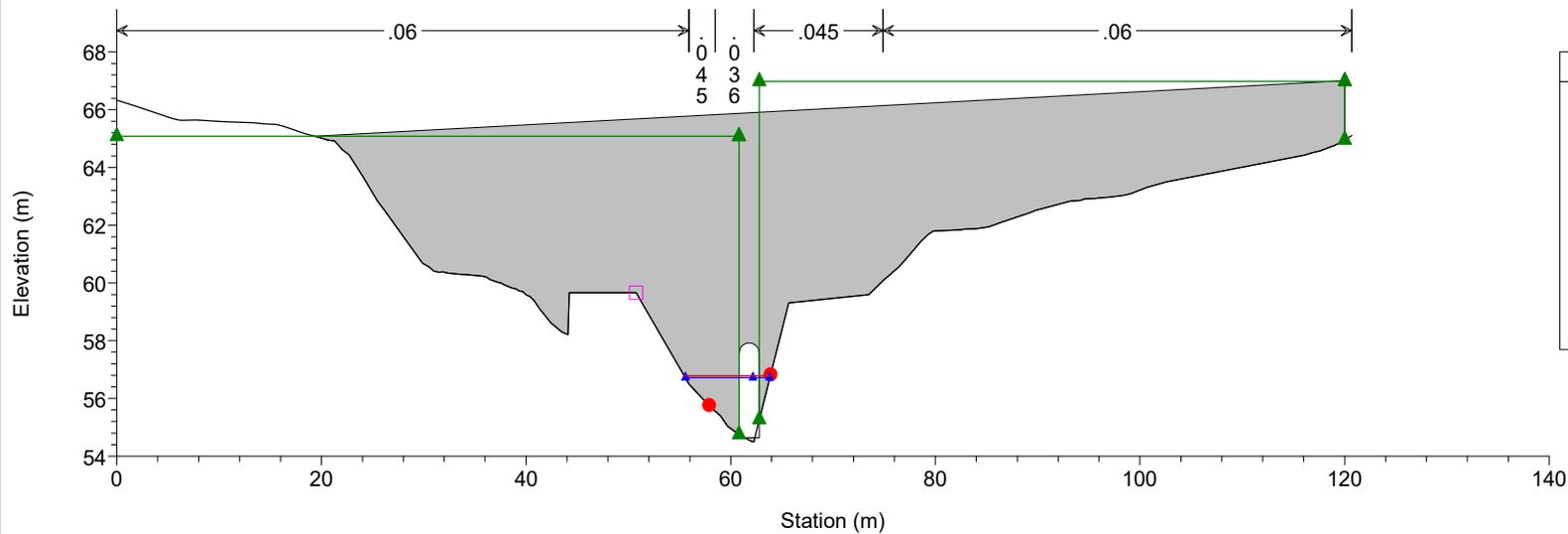
DEBA Plan: 1) T100 13/02/2024 2) T100\_DESDOB 13/02/2024



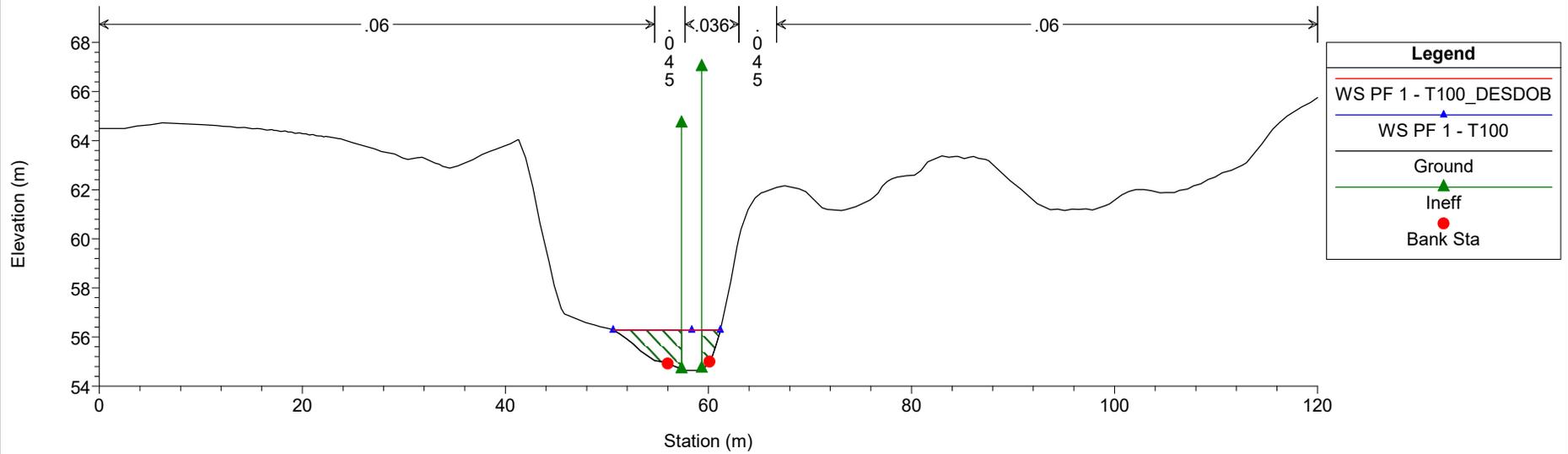
DEBA Plan: 1) T100 13/02/2024 2) T100\_DESDOB 13/02/2024



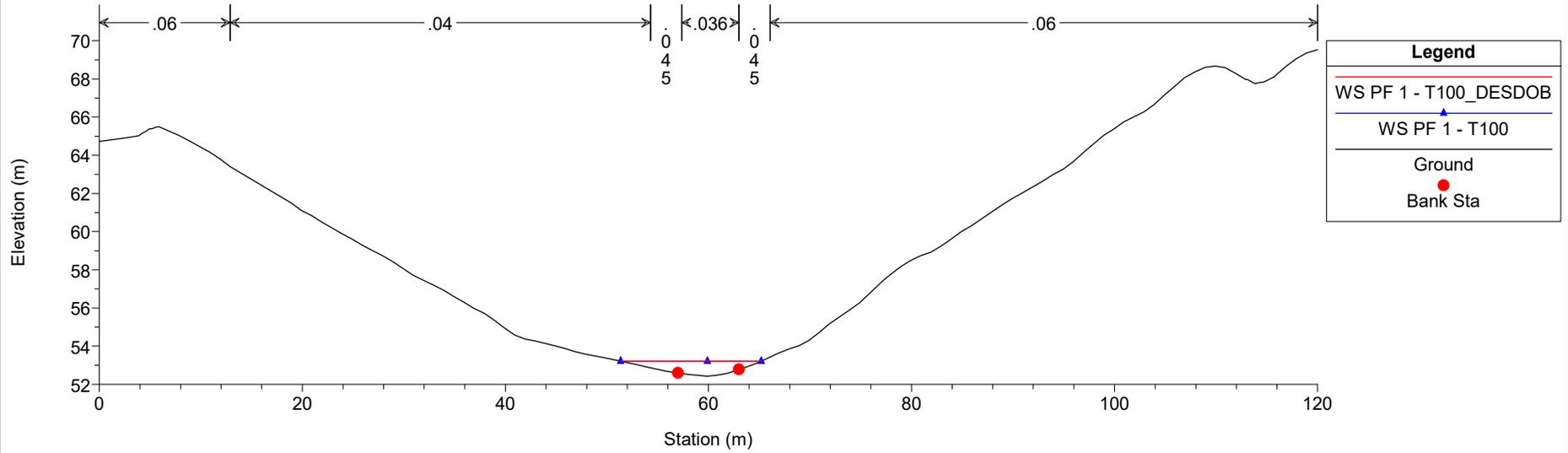
DEBA Plan: 1) T100 13/02/2024 2) T100\_DESDOB 13/02/2024



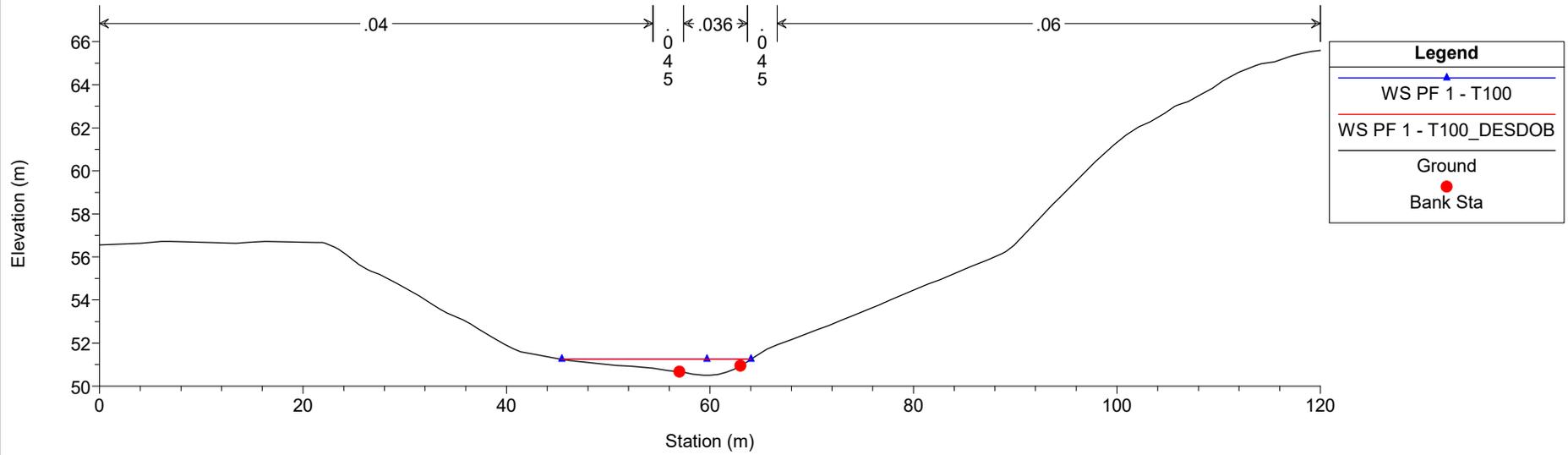
DEBA Plan: 1) T100 13/02/2024 2) T100\_DESDOB 13/02/2024



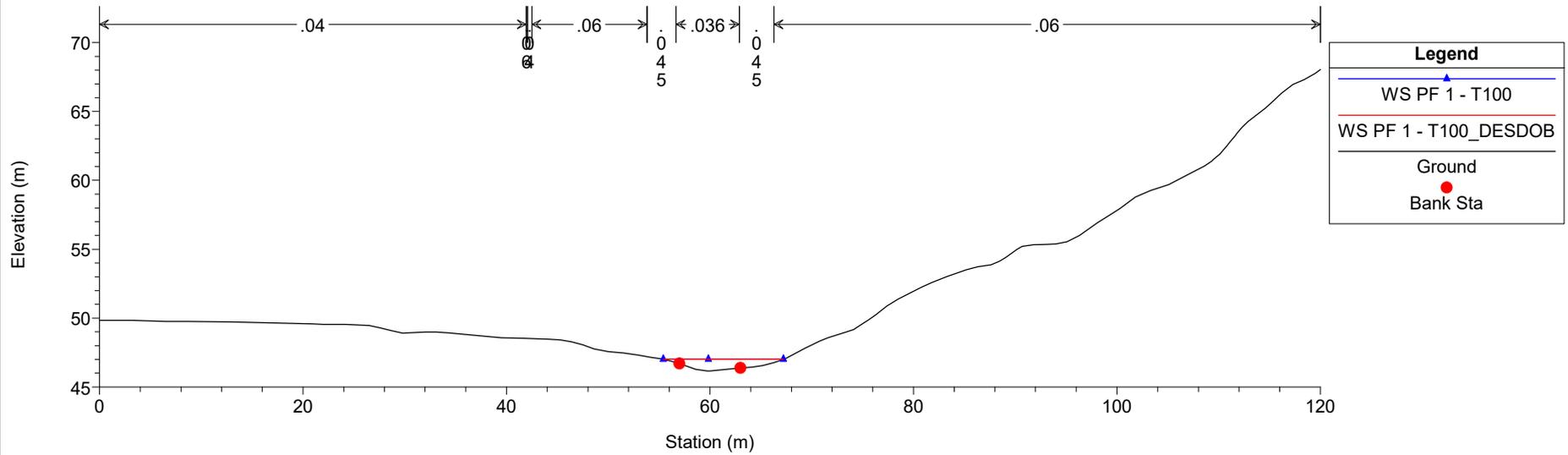
DEBA Plan: 1) T100 13/02/2024 2) T100\_DESDOB 13/02/2024



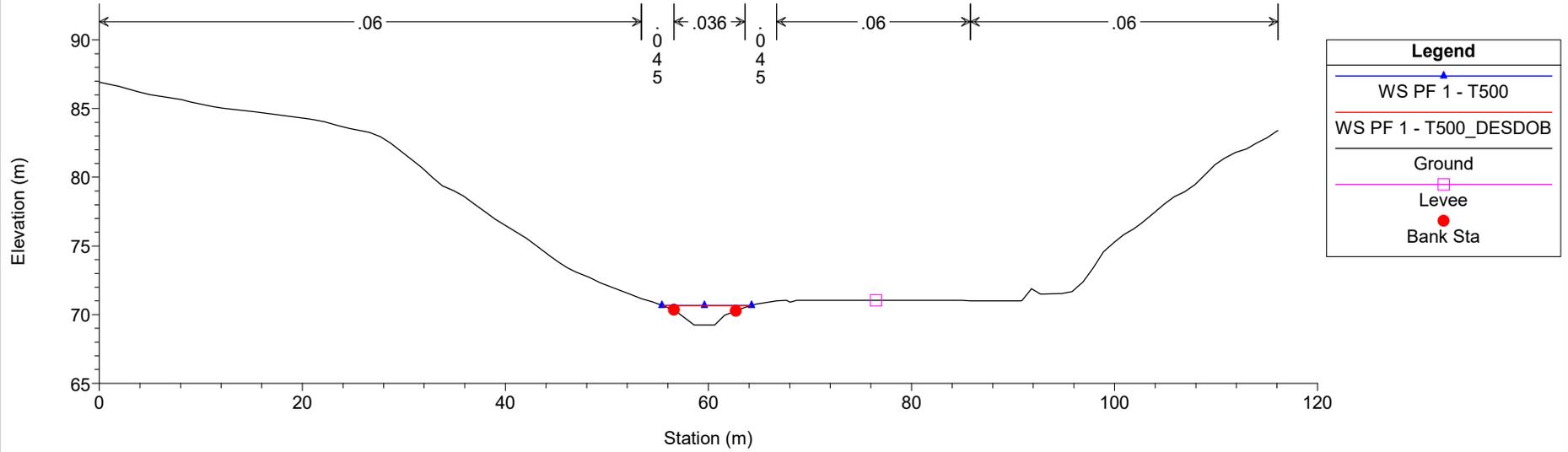
DEBA Plan: 1) T100 13/02/2024 2) T100\_DESDOB 13/02/2024



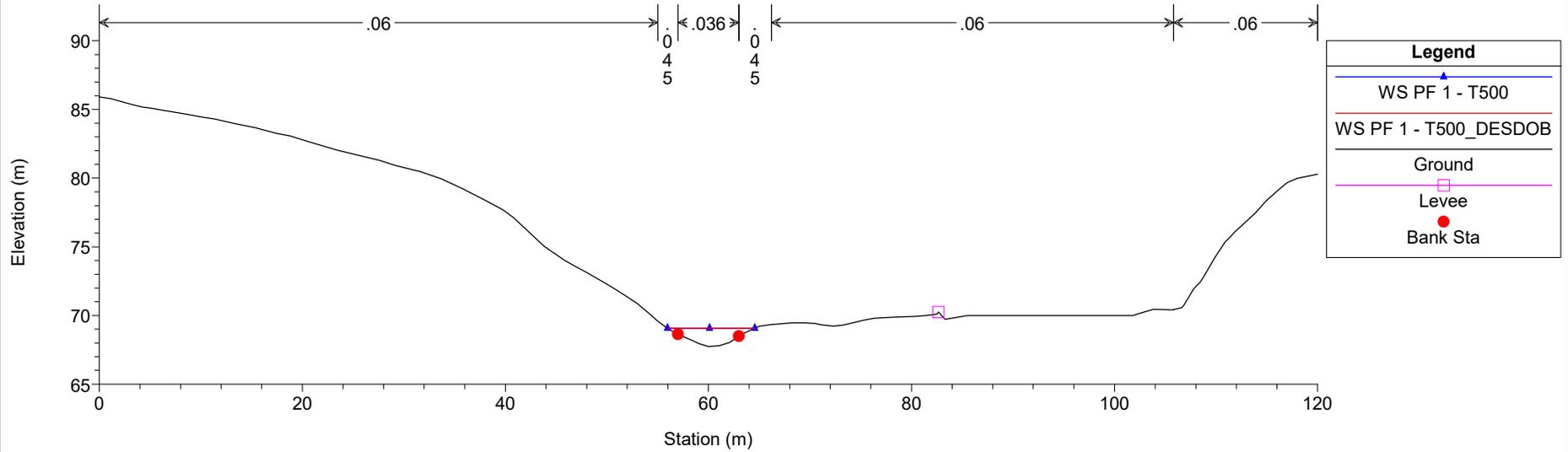
DEBA Plan: 1) T100 13/02/2024 2) T100\_DESDOB 13/02/2024



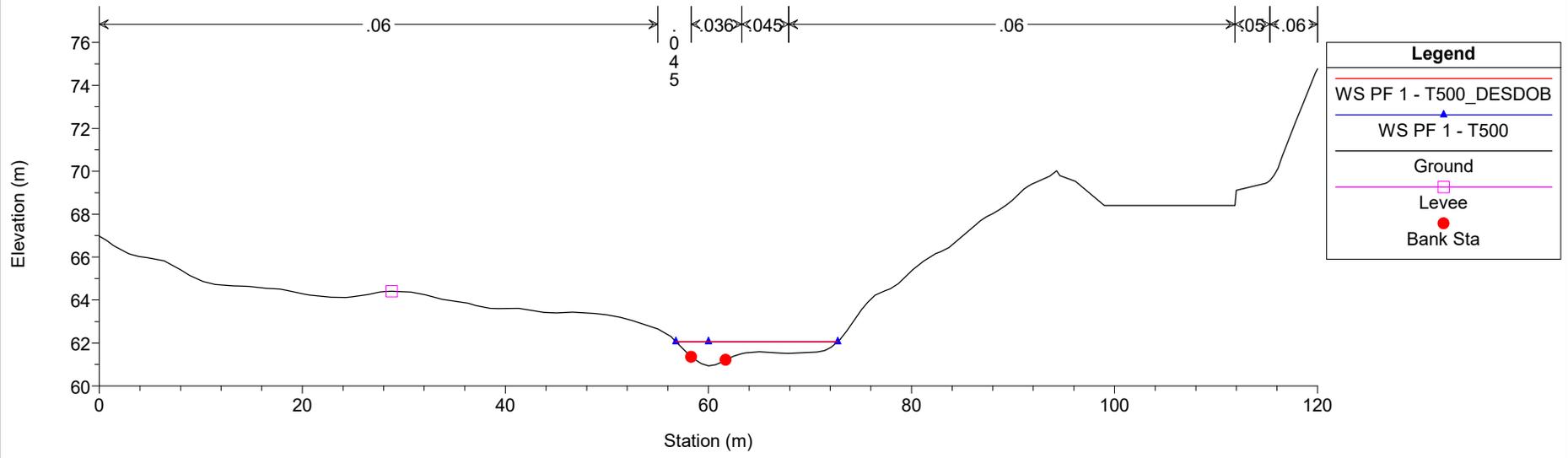
DEBA Plan: 1) T500 13/02/2024 2) T500\_DESDOB 13/02/2024



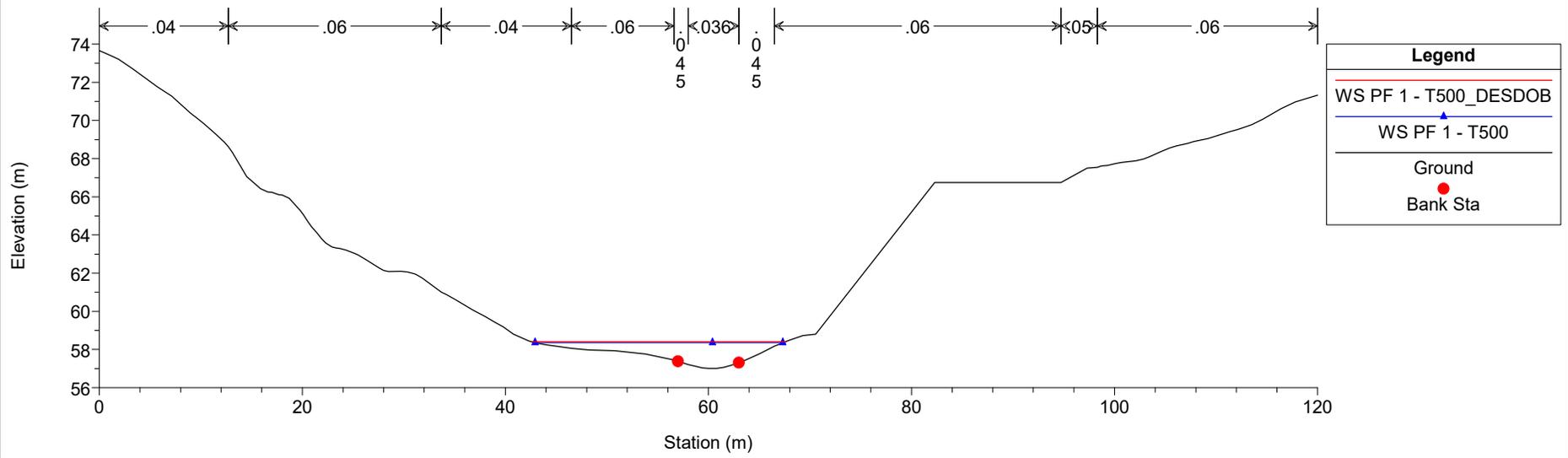
DEBA Plan: 1) T500 13/02/2024 2) T500\_DESDOB 13/02/2024



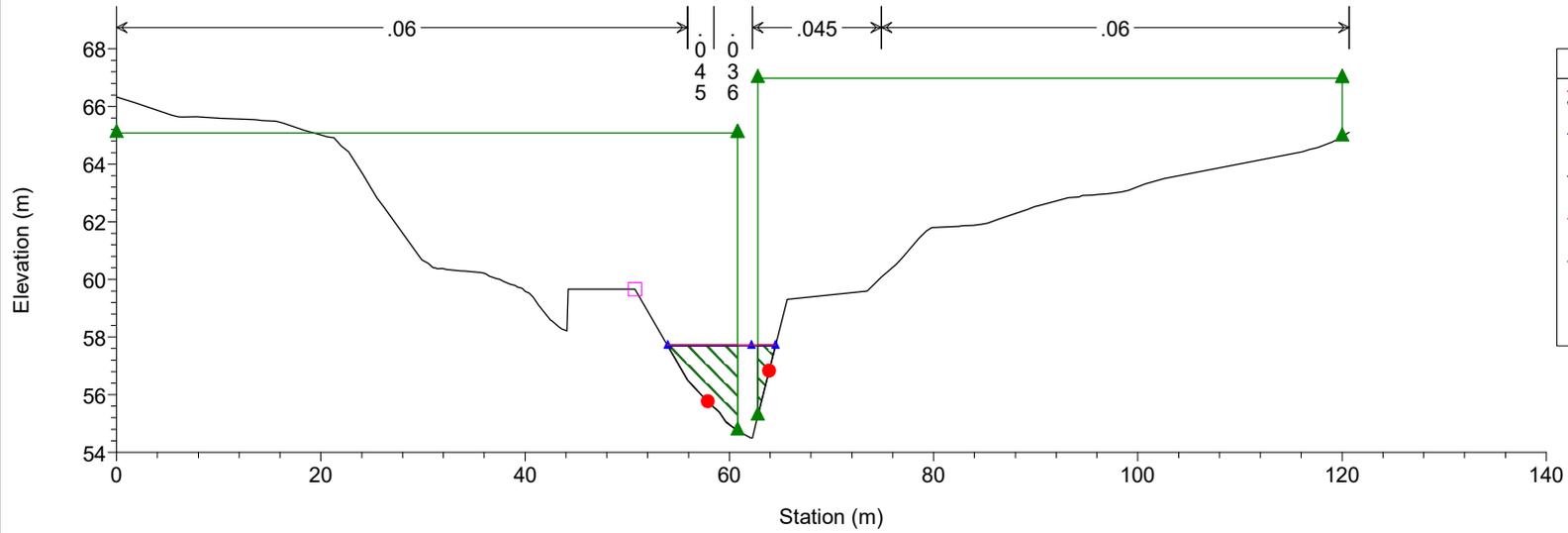
DEBA Plan: 1) T500 13/02/2024 2) T500\_DESDOB 13/02/2024



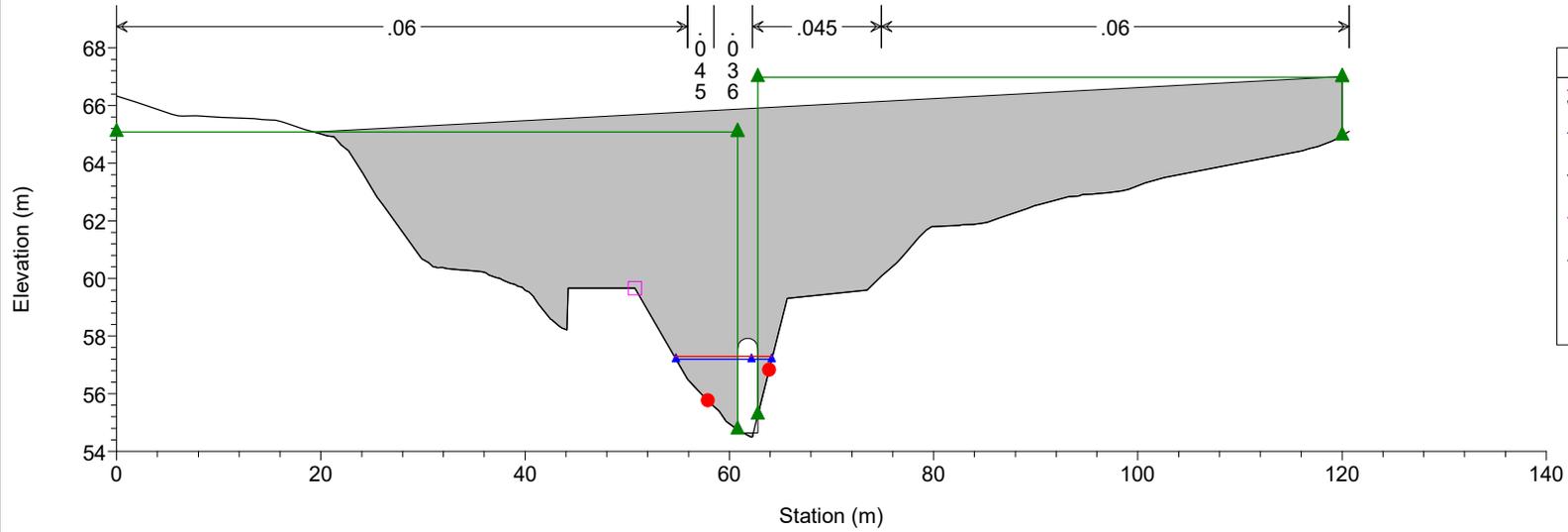
DEBA Plan: 1) T500 13/02/2024 2) T500\_DESDOB 13/02/2024



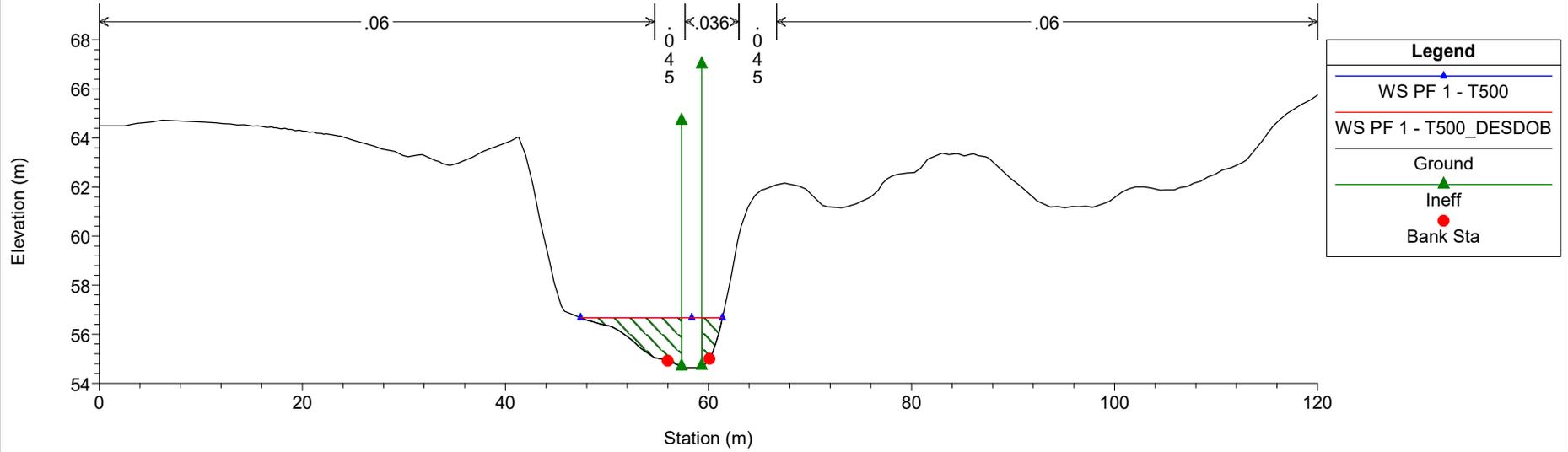
DEBA Plan: 1) T500 13/02/2024 2) T500\_DESDOB 13/02/2024



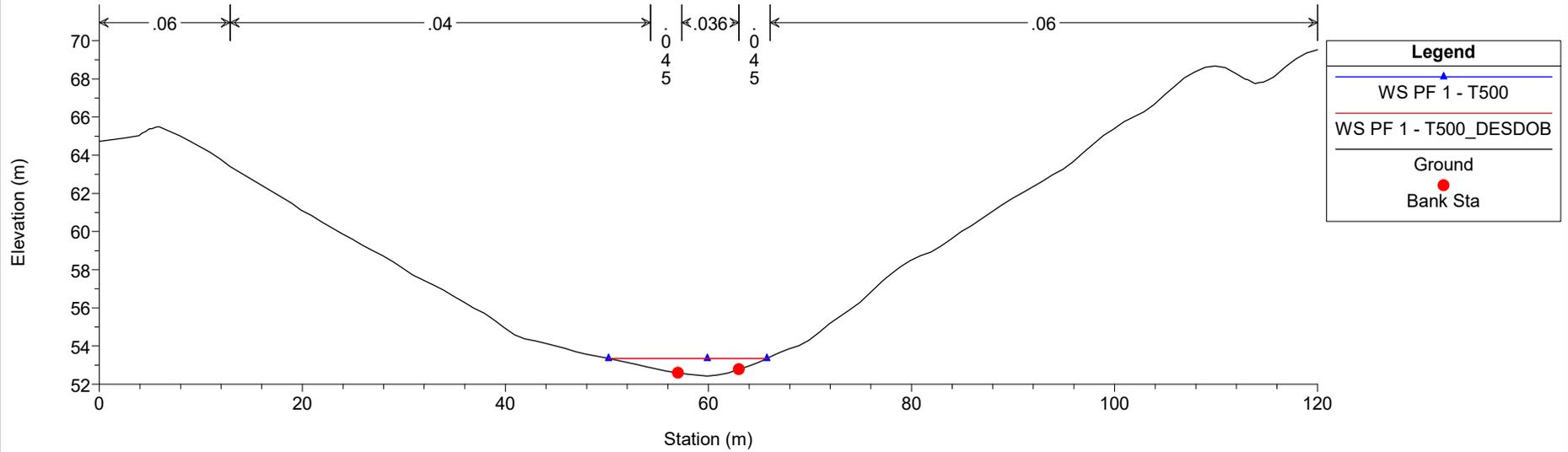
DEBA Plan: 1) T500 13/02/2024 2) T500\_DESDOB 13/02/2024



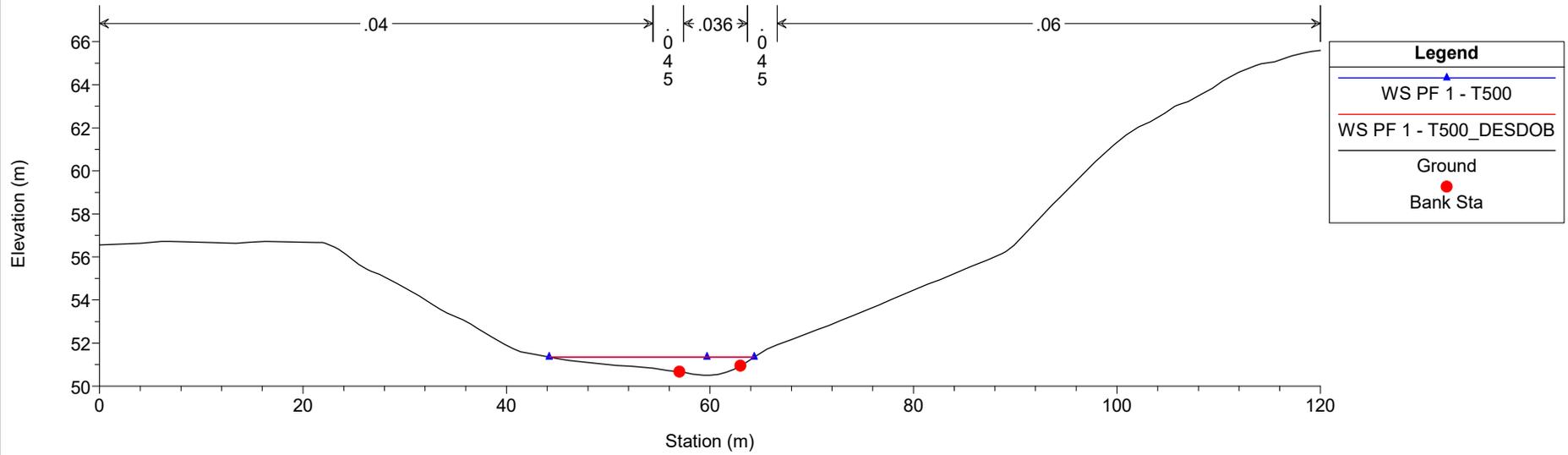
DEBA Plan: 1) T500 13/02/2024 2) T500\_DESDOB 13/02/2024



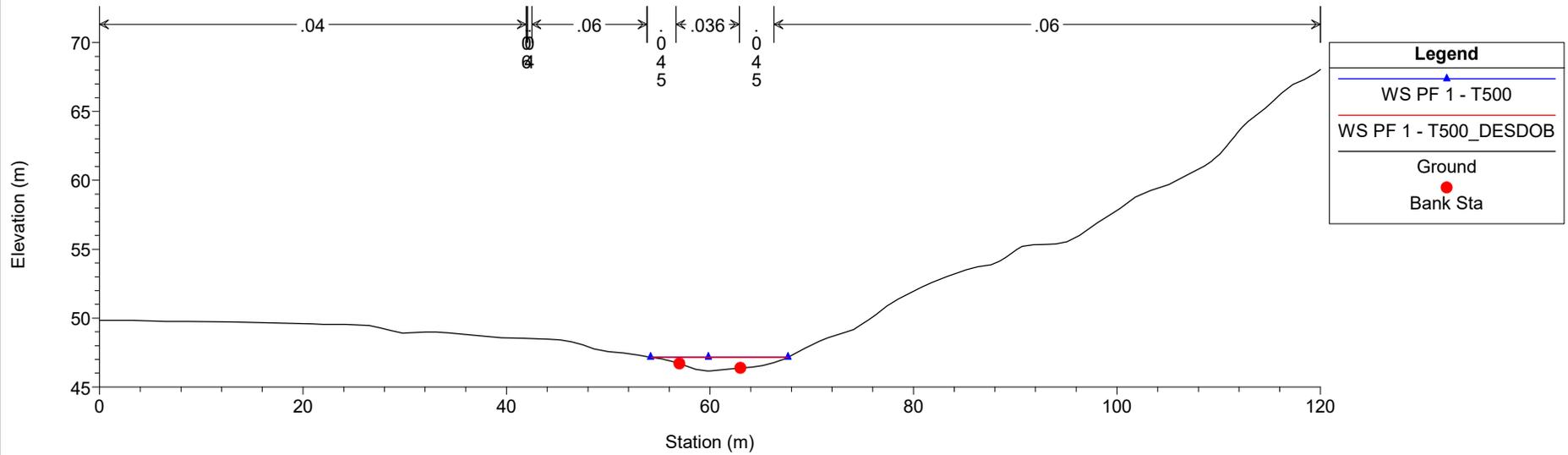
DEBA Plan: 1) T500 13/02/2024 2) T500\_DESDOB 13/02/2024



DEBA Plan: 1) T500 13/02/2024 2) T500\_DESDOB 13/02/2024



DEBA Plan: 1) T500 13/02/2024 2) T500\_DESDOB 13/02/2024



## TABLAS DE RESULTADOS

**SITUACIÓN ACTUAL**

T10								
Sección	Caudal (m3/s)	Cota lámina (m)	Cota Energía (m)	Pendiente (m/m)	Vel Cauce (m/s)	Área mojada (m)	Nº Froude	Calado (m)
571	7.54	70.14	70.45	0.015723	2.47	3.09	0.97	0.59
538	7.54	68.61	68.88	0.016267	2.31	3.27	0.99	0.53
448	7.54	61.78	61.95	0.009811	2.06	5.10	0.81	0.35
358	7.54	57.68	57.90	0.013502	2.14	3.96	0.92	0.39
267	7.54	56.35	56.61	0.003965	2.26	3.34	0.56	1.67
<i>ODT</i>								
245	7.54	55.78	56.35	0.013344	3.34	2.26	1.01	1.13
178	7.54	53.03	53.23	0.015046	2.09	4.14	0.94	0.36
90	7.54	51.09	51.26	0.013735	1.97	4.69	0.91	0.30
0	7.54	46.82	47.02	0.014935	2.13	4.00	0.96	0.40

T100								
Sección	Caudal (m3/s)	Cota lecho (m)	Cota lámina (m)	Calado (m)	Cota Energía (m)	Pendiente (m/m)	Vel Cauce (m/s)	Nº Froude
571	13.00	70.44	70.82	0.013083	2.78	4.92	0.93	0.70
538	13.00	68.86	69.23	0.013471	2.69	5.00	0.96	0.67
448	13.00	61.94	62.17	0.010696	2.48	7.48	0.87	0.49
358	13.00	57.90	58.17	0.011620	2.45	6.56	0.89	0.46
267	13.00	57.09	57.46	0.003453	2.70	4.82	0.55	2.41
<i>ODT</i>								
245	13.00	56.28	57.09	0.011723	4.00	3.25	1.00	1.63
178	13.00	53.21	53.46	0.013293	2.41	6.47	0.93	0.47
90	13.00	51.25	51.45	0.012597	2.27	7.33	0.91	0.39
0	13.00	47.01	47.28	0.013220	2.48	6.08	0.95	0.52

T500								
Sección	Caudal (m3/s)	Cota lecho (m)	Cota lámina (m)	Calado (m)	Cota Energía (m)	Pendiente (m/m)	Vel Cauce (m/s)	Nº Froude
571	18.05	70.67	71.08	0.010823	2.94	6.72	0.88	0.76
538	18.05	69.06	69.49	0.011796	2.92	6.62	0.93	0.77
448	18.05	62.05	62.33	0.011343	2.79	9.29	0.92	0.58
358	18.05	58.36	58.46	0.002930	1.67	15.93	0.48	0.65
267	18.05	57.69	58.15	0.003186	3.00	6.02	0.55	3.01
<i>ODT</i>								
245	18.05	56.67	57.69	0.010984	4.47	4.04	1.00	2.02
178	18.05	53.35	53.64	0.012406	2.63	8.49	0.93	0.54
90	18.05	51.35	51.59	0.012428	2.49	9.37	0.92	0.47
0	18.05	47.16	47.47	0.011902	2.69	8.03	0.93	0.59

**SITUACIÓN FUTURA**

T10								
Sección	Caudal (m3/s)	Cota lámina (m)	Cota Energía (m)	Pendiente (m/m)	Vel Cauce (m/s)	Área mojada (m)	Nº Froude	Calado (m)
571	7.54	70.15	70.44	0.017080	2.42	3.12	1.00	0.59
538	7.54	68.61	68.88	0.016267	2.31	3.27	0.99	0.53
448	7.54	61.78	61.95	0.009574	2.13	5.13	0.81	0.35
358	7.54	57.68	57.90	0.013808	2.15	3.93	0.93	0.39
267	7.54	56.38	56.63	0.005037	2.23	3.38	0.55	1.69
ODT								
245	7.54	55.78	56.35	0.013346	3.34	2.26	1.01	1.13
178	7.54	53.03	53.23	0.014295	2.08	4.18	0.93	0.37
90	7.54	51.09	51.26	0.013735	1.97	4.69	0.91	0.30
0	7.54	46.82	47.02	0.014908	2.12	4.01	0.96	0.40

T100								
Sección	Caudal (m3/s)	Cota lecho (m)	Cota lámina (m)	Calado (m)	Cota Energía (m)	Pendiente (m/m)	Vel Cauce (m/s)	Nº Froude
571	13.00	70.43	70.80	0.014918	2.72	4.82	0.98	0.70
538	13.00	68.86	69.23	0.013471	2.69	5.00	0.96	0.67
448	13.00	61.94	62.16	0.010617	2.56	7.49	0.88	0.49
358	13.00	57.90	58.17	0.011774	2.47	6.52	0.90	0.46
267	13.00	57.13	57.49	0.004406	2.67	4.88	0.55	2.44
ODT								
245	13.00	56.28	57.09	0.011722	4.00	3.25	1.00	1.63
178	13.00	53.22	53.46	0.012767	2.41	6.50	0.93	0.47
90	13.00	51.25	51.45	0.012597	2.27	7.33	0.91	0.39
0	13.00	47.01	47.28	0.013226	2.47	6.08	0.95	0.52

T500								
Sección	Caudal (m3/s)	Cota lecho (m)	Cota lámina (m)	Calado (m)	Cota Energía (m)	Pendiente (m/m)	Vel Cauce (m/s)	Nº Froude
571	18.05	70.65	71.07	0.012268	2.90	6.50	0.93	0.75
538	18.05	69.06	69.49	0.011796	2.92	6.62	0.93	0.77
448	18.05	62.06	62.33	0.011186	2.86	9.33	0.92	0.59
358	18.05	58.41	58.50	0.002451	1.57	17.10	0.44	0.69
267	18.05	57.73	58.18	0.004074	2.97	6.08	0.54	3.04
ODT								
245	18.05	56.67	57.69	0.010985	4.47	4.04	1.00	2.02
178	18.05	53.35	53.64	0.012121	2.64	8.46	0.93	0.54
90	18.05	51.35	51.59	0.012428	2.49	9.37	0.92	0.47
0	18.05	47.15	47.47	0.012368	2.71	7.90	0.95	0.59

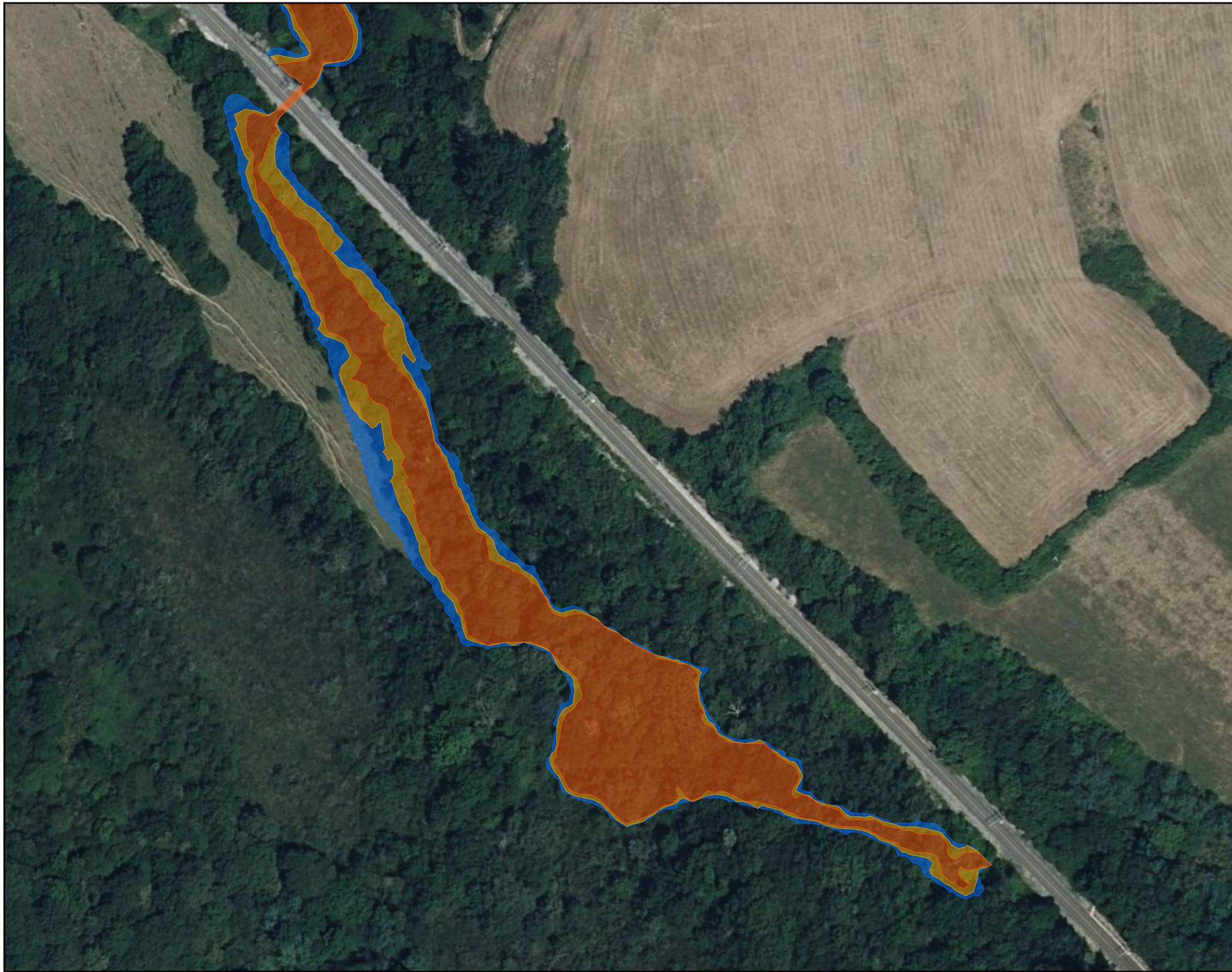
T10									
Sección	Situación	Caudal (m3/s)	Cota lámina (m)	Cota Energía (m)	Pendiente (m/m)	Vel Cauce (m/s)	Área mojada (m2)	Nº Froude	Calado (m)
571	ACTUAL	7.54	70.14	70.45	0.015723	2.47	3.09	0.97	0.59
571	FUTURA	7.54	70.15	70.44	0.017080	2.42	3.12	1.00	0.59
538	ACTUAL	7.54	68.61	68.88	0.016267	2.31	3.27	0.99	0.53
538	FUTURA	7.54	68.61	68.88	0.016267	2.31	3.27	0.99	0.53
448	ACTUAL	7.54	61.78	61.95	0.009811	2.06	5.10	0.81	0.35
448	FUTURA	7.54	61.78	61.95	0.009574	2.13	5.13	0.81	0.35
358	ACTUAL	7.54	57.68	57.9	0.013502	2.14	3.96	0.92	0.39
358	FUTURA	7.54	57.68	57.90	0.013808	2.15	3.93	0.93	0.39
267	ACTUAL	7.54	56.35	56.61	0.003965	2.26	3.34	0.56	1.67
267	FUTURA	7.54	56.38	56.63	0.005037	2.23	3.38	0.55	1.69
ODT									
245	ACTUAL	7.54	55.78	56.35	0.013344	3.34	2.26	1.01	1.13
245	FUTURA	7.54	55.78	56.35	0.013346	3.34	2.26	1.01	1.13
178	ACTUAL	7.54	53.03	53.23	0.015046	2.09	4.14	0.94	0.36
178	FUTURA	7.54	53.03	53.23	0.014295	2.08	4.18	0.93	0.37
90	ACTUAL	7.54	51.09	51.26	0.013735	1.97	4.69	0.91	0.30
90	FUTURA	7.54	51.09	51.26	0.013735	1.97	4.69	0.91	0.30
0	ACTUAL	7.54	46.82	47.02	0.014935	2.13	4.00	0.96	0.40
0	FUTURA	7.54	46.82	47.02	0.014908	2.12	4.01	0.96	0.40

T100									
Sección	Situación	Caudal (m3/s)	Cota lámina (m)	Cota Energía (m)	Pendiente (m/m)	Vel Cauce (m/s)	Área mojada (m2)	Nº Froude	Calado (m)
571	ACTUAL	13.00	70.44	70.82	0.013083	2.78	4.92	0.93	0.70
571	FUTURA	13.00	70.43	70.80	0.014918	2.72	4.82	0.98	0.70
538	ACTUAL	13.00	68.86	69.23	0.013471	2.69	5.00	0.96	0.67
538	FUTURA	13.00	68.86	69.23	0.013471	2.69	5.00	0.96	0.67
448	ACTUAL	13.00	61.94	62.17	0.010896	2.48	7.48	0.87	0.49
448	FUTURA	13.00	61.94	62.16	0.010617	2.56	7.49	0.88	0.49
358	ACTUAL	13.00	57.9	58.17	0.01162	2.45	6.56	0.89	0.46
358	FUTURA	13.00	57.90	58.17	0.011774	2.47	6.52	0.90	0.46
267	ACTUAL	13.00	57.09	57.46	0.003453	2.70	4.82	0.55	2.41
267	FUTURA	13.00	57.13	57.49	0.004406	2.67	4.88	0.55	2.44
ODT									
245	ACTUAL	13.00	56.28	57.09	0.011723	4.00	3.25	1.00	1.63
245	FUTURA	13.00	56.28	57.09	0.011722	4.00	3.25	1.00	1.63
178	ACTUAL	13.00	53.21	53.46	0.013293	2.41	6.47	0.93	0.47
178	FUTURA	13.00	53.22	53.46	0.012767	2.41	6.5	0.93	0.47
90	ACTUAL	13.00	51.25	51.45	0.012597	2.27	7.33	0.91	0.39
90	FUTURA	13.00	51.25	51.45	0.012597	2.27	7.33	0.91	0.39
0	ACTUAL	13.00	47.01	47.28	0.013220	2.48	6.08	0.95	0.52
0	FUTURA	13.00	47.01	47.28	0.013226	2.47	6.08	0.95	0.52

T500									
Sección	Situación	Caudal (m3/s)	Cota lámina (m)	Cota Energía (m)	Pendiente (m/m)	Vel Cauce (m/s)	Área mojada (m2)	Nº Froude	Calado (m)
571	ACTUAL	18.05	70.67	71.08	0.010823	2.94	6.72	0.88	0.76
571	FUTURA	18.05	70.65	71.07	0.012268	2.90	6.50	0.93	0.75
538	ACTUAL	18.05	69.06	69.49	0.011796	2.92	6.62	0.93	0.77
538	FUTURA	18.05	69.06	69.49	0.011796	2.92	6.62	0.93	0.77
448	ACTUAL	18.05	62.05	62.33	0.011343	2.79	9.29	0.92	0.58
448	FUTURA	18.05	62.06	62.33	0.011186	2.86	9.33	0.92	0.59
358	ACTUAL	18.05	58.36	58.46	0.00293	1.67	15.93	0.48	0.65
358	FUTURA	18.05	58.41	58.50	0.002451	1.57	17.10	0.44	0.69
267	ACTUAL	18.05	57.69	58.15	0.003186	3.00	6.02	0.55	3.01
267	FUTURA	18.05	57.73	58.18	0.004074	2.97	6.08	0.54	3.04
ODT									
245	ACTUAL	18.05	56.67	57.69	0.010984	4.47	4.04	1	2.02
245	FUTURA	18.05	56.67	57.69	0.010985	4.47	4.04	1	2.02
178	ACTUAL	18.05	53.35	53.64	0.012406	2.63	8.49	0.93	0.54
178	FUTURA	18.05	53.35	53.64	0.012121	2.64	8.46	0.93	0.54
90	ACTUAL	18.05	51.35	51.59	0.012428	2.49	9.37	0.92	0.47
90	FUTURA	18.05	51.35	51.59	0.012428	2.49	9.37	0.92	0.47
0	ACTUAL	18.05	47.16	47.47	0.011902	2.69	8.03	0.93	0.59
0	FUTURA	18.05	47.15	47.47	0.012368	2.71	7.90	0.95	0.59



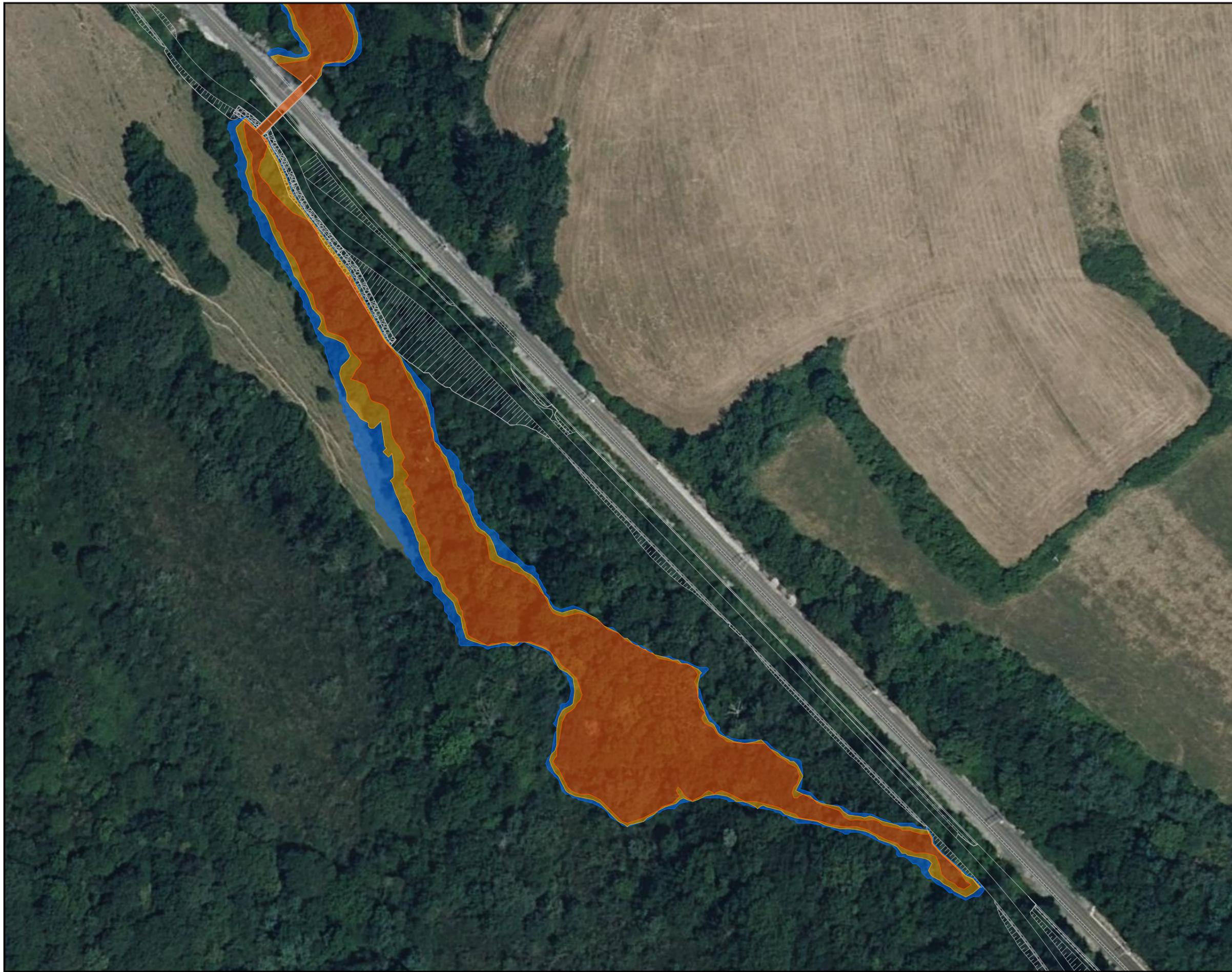
## PLANOS DE INUNDACIÓN



OHARRAK :  
NOTAS :

LEYENDA INUNDABILIDAD	
	INUNDABILIDAD DE 10 AÑOS DE PERÍODO DE RETORNO
	INUNDABILIDAD DE 100 AÑOS DE PERÍODO DE RETORNO
	INUNDABILIDAD DE 500 AÑOS DE PERÍODO DE RETORNO

A	PRIMERA EMISIÓN	Sep. 23	JMH	ETS	
REV.	CLASE DE MODIFICACIÓN	FECHA	NOMBRE	COMP.	OBRA
BERRIKUSPENAK / REVISIONES					
AHOLKULARIA / CONSULTOR 			INGENIARI EGILEA INGENIERO AUTOR JESÚS MUNGUIRA HERNANDO <small>Ingeniero Caminos C.C. y P.P. Col. N.º 11.390</small>		
AHOLKULARIAREN ERREFERENTZIA REFERENCIA CONSULTOR			ERREFERENTZIA REFERENCIA		
<small>RL9965-F2-AN-05-03-INUNDABILIDAD-001</small>					



OHARRAK :  
NOTAS :

LEYENDA INUNDABILIDAD	
	INUNDABILIDAD DE 10 AÑOS DE PERÍODO DE RETORNO
	INUNDABILIDAD DE 100 AÑOS DE PERÍODO DE RETORNO
	INUNDABILIDAD DE 500 AÑOS DE PERÍODO DE RETORNO

A	PRIMERA EMISIÓN	Sep. 23	JMH	ETS
REV.	CLASE DE MODIFICACIÓN	FECHA	NOMBRE	COMP. OBRA
BERRIKUSPENAK / REVISIONES				
AHOLKULARIA / CONSULTOR 		INGENIARI EGILEA INGENIERO AUTOR JESÚS MUNGUIRA HERNANDO <small>Ingeniero Caminos C.C. Y P.P. Col. N.º 11.390</small>		
AHOLKULARIAREN ERREFERENTZIA REFERENCIA CONSULTOR		ERREFERENTZIA REFERENCIA		
<small>RL9965-F2-AN-05-03-INUNDABILIDAD-001</small>				



## **APÉNDICE N°4. COMUNICACIONES CON URA**

**De:** Varela Del Castaño, Maria Carmen <[mc-varela@uragentzia.eus](mailto:mc-varela@uragentzia.eus)>

**Enviado el:** jueves, 7 de marzo de 2024 13:52

**Para:** Isabel Martinez Garcia <[imartinez@ets-rfv.eus](mailto:imartinez@ets-rfv.eus)>

**CC:** Guerrero Verdejo, Maria Jose <[mguerrero@uragentzia.eus](mailto:mguerrero@uragentzia.eus)>

**Asunto:** RE: Estudio hidráulico

Buenos días Isabel,

Tal y como hemos comentado por teléfono, hemos revisado el estudio hidráulico que me enviaste y nos parece correcto.

De hecho, pese a que los caudales utilizados en el modelo hidráulico están calculados con la Norma 5.2-IC y son superiores a los que se obtienen con el ábaco del PHN III, la ampliación de la longitud de la obra de paso que proponéis no causa un incremento de la inundabilidad existente.

(Los caudales empleados en el modelo son 7,54 m<sup>3</sup>/s, 13 m<sup>3</sup>/s y 18,05 m<sup>3</sup>/s para T10, T100 y T500 respectivamente. Para una cuenca de 0,8 km<sup>2</sup>, que es lo que tiene aproximadamente el arroyo Urtzabal en el tramo analizado, los caudales que se obtendrían con el ábaco del PHN III serían 3,2 m<sup>3</sup>/s, 6,7 m<sup>3</sup>/s y 9,6 m<sup>3</sup>/s para esas mismas avenidas).

Por otro lado, como he visto que dentro de las actuaciones se propone la ejecución de un relleno aguas arriba del paso, pongo en copia a M<sup>a</sup> José Guerrero, que es la responsable de autorizaciones de obras, para que podáis comentar con ella directamente los condicionantes que tendría que cumplir.

Por mi parte creo que nada más. Cualquier otra cosa que necesites, avísame sin problema.

Un saludo



**Carmen Varela del Castaño**

Uholde-prebentzioko teknikaria  
Técnico de prevención de inundaciones

Boulevard eraikina. Edificio Boulevard  
Gamarrako Atea kalea 1.A - 11. solairua ·  
C/ Portal de Gamarra 1.A – Planta 11  
01013 Vitoria-Gasteiz  
945-011867

[mc-varela@uragentzia.eus](mailto:mc-varela@uragentzia.eus)

**De:** Guerrero Verdejo, Maria Jose <[mguerrero@uragentzia.eus](mailto:mguerrero@uragentzia.eus)>  
**Enviado el:** viernes, 22 de marzo de 2024 12:58  
**Para:** Isabel Martinez Garcia <[imartinez@ets-rfv.eus](mailto:imartinez@ets-rfv.eus)>  
**CC:** Auza Aldasoro, Iñigo <[i-auza@uragentzia.eus](mailto:i-auza@uragentzia.eus)>; Mayoz Platero, Iker <[i-mayoz@uragentzia.eus](mailto:i-mayoz@uragentzia.eus)>  
**Asunto:** RE: Estudio hidráulico Deba

Hola Isabel

Le hemos echado un vistazo a la propuesta y, teniendo en cuenta que ya se os ha validado por parte de URA el EH de la ampliación de la ODT y que en el tramo paralelo a la regata se respeta la servidumbre de cauces de 5 metros, la propuesta parece autorizable

Como complemento, indicar una serie de condiciones que deben cumplir este tipo de obras y que debéis tener en cuenta para la preparación de la documentación a presentar en URA:

- Los marcos de las obras de drenaje se semienterrarán en el lecho de las regatas o se acondicionará la base de los mismos con cantos o bolos de similares características a los de un río para que tenga una constitución rugosa e irregular que garantice la existencia de una lámina continua de agua de cierto espesor.
- La escollera hormigonada prevista para sujetar el relleno y el camino de servicio deberá respetar la servidumbre de cauces (franja de cinco metros de anchura desde el dominio público hidráulico (DPH). Aunque no se trate de una escollera de encauzamiento de la regata, se debería realizar una correcta integración ambiental de la misma, evitando el uso de hormigón y limitándose su uso al trasdós para poder revegetar la misma con estaquillas. El proyecto a presentar deberá incluir un anejo con las medidas de protección y correctoras previstas (incluyendo revegetaciones de las márgenes afectadas etc

Finalmente, indicar que, dado que se trata de obras con proyección en DPH y en sus zonas de protección deberá de contar con la autorización de esta Agencia Vasca del Agua . Las solicitud se deber hacer de forma telemática, a través de la sede electrónica del gobierno Vasco o en la sede electrónica de esta Agencia. *a Autorización de obras en dominio público hidráulico y en zona de policía a través de: Trámites y solicitudes. Obras (euskadi.eus)*

Pongo en copia a mis compañeros de la oficina de Gipuzkoa, porque serán los que tramiten la autorización. Si necesitáis más información , no dudéis en poneros en contacto con nosotros.

saludos



**Maria José Guerrero Verdejo**

Lan-baimen arduraduna  
Responsable de autorizaciones de obras

Boulevard eraikina. Edificio Boulevard  
Gamarrako Atea kalea 1.A - 11. solairua ·  
C/ Portal de Gamarra 1.A – Planta 11  
01013 Vitoria-Gasteiz

EMAKUMEEN AURK/ INDKERIAK