

ANEJO N°5

Climatología, hidrología y drenaje

APÉNDICE N°5.1

Plano de cuencas

APÉNDICE N°5.2

Cálculos hidráulicos de cunetas

APÉNDICE N°5.3

Cálculos hidráulicos de colectores y caños

APÉNDICE N°5.4

Cálculos hidráulicos de bajantes escalonadas

Índice

1 Introducción	1
2 Climatología e Hidrología	2
2.1 Precipitación máxima en 24h (Pd)	2
2.1.1 Máximas lluvias diarias en la España peninsular	2
2.1.2 Estudio estadístico de las series de precipitaciones diarias máximas anuales	3
2.2 Cálculos hidrológicos	3
2.2.1 Definición de cuencas	3
2.2.2 Intensidad de precipitación $[I(T,t)]$	4
2.2.3 Tiempo de concentración (t_c)	4
2.2.4 Coeficiente de esorrentía	5
2.2.5 Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación	5
2.2.6 Tabla resumen de caudales de proyecto	6
3 Drenaje Longitudinal	7
3.1 Diseño general de la red de drenaje longitudinal	7
3.2 Cálculo de las cunetas	7
3.3 Resultados	7
4 Drenaje Transversal	8
5 Bajante escalonada	9
6 Arquetas	10
7 Balsa para anfibios y SUD de laminación y depuración de agua	11

APENDICE 5.1. PLANO DE CUENCAS

APENDICE 5.2. CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE CUNETAS

APENDICE 5.3. CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE COLECTORES Y CAÑOS

APÉNDICE 5.4. CÁLCULOS HIDRAULICOS BAJANTES ESCALONADAS

1 Introducción

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

El ámbito de estudio comprende el tramo de la carretera BI-2405 en Alto Milloi y presenta una longitud total de unos 2,8 km. Se analizan las necesidades tanto de drenaje transversal como longitudinal.

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

2 Climatología e Hidrología

La orografía de la zona da lugar a la proliferación de cuencas que encierran desniveles importantes y permiten adivinar los cursos de agua que en ellas originan las precipitaciones. Las cuencas de aportación así como la medición de sus superficies, se ha llevado a cabo sobre cartografía a escala E: 1/5.000 de la Diputación Foral de Bizkaia.

En el plano de cuencas que se recoge en este documento en el Apéndice nº 5.1, se aprecian las distintas zonas en que se divide el territorio atendiendo a las divisorias y vertientes que define la topografía del lugar. Sólo parte de éstas son interceptadas por la carretera, lo que exige determinar el área de aportación que ha sido afectada y la nueva trayectoria de las aguas que allí se generan.

Al tratarse de cuencas de reducida extensión, no existe en el Organismo de Cuencas correspondiente datos de su caudal. Se procede por ello, y siguiendo las prescripciones de la norma 5.2-I.C de Drenaje Superficial, a la estimación de este caudal mediante el método hidrometeorológico basado en la fórmula racional modificada.

A continuación se describe el proceso seguido para la obtención de los caudales de cálculo.

2.1 Precipitación máxima en 24h (Pd)

Para la determinación de la precipitación máxima diaria correspondiente al período de retorno T , P_d y según lo establecido en la norma 5.2-I.C Drenaje Superficial, del Ministerio de Fomento, de febrero de 2016, se debe adoptar el mayor valor de los obtenidos a partir de:

- Datos publicados por la Dirección General de Carreteras. “Máximas lluvias diarias en la España peninsular” 1999.
- Estudio estadístico de las series de precipitaciones diarias máximas anuales, medidas en los pluviómetros existentes en la cuenca, o próximos a ella. Se debe ajustar a la serie de precipitaciones máximas registrada en cada pluviómetro, la función de distribución extremal más apropiada a los datos de la zona, considerando al menos las funciones Gumbel y SQRT ET-máx.

2.1.1 Máximas lluvias diarias en la España peninsular

Se ha acudido a la publicación del Ministerio de Fomento “Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular” 1999. Esta publicación recoge los resultados del ajuste estadístico de las series de precipitaciones máximas recogidas en los pluviógrafos y pluviómetros del territorio peninsular. La función de densidad utilizada es la SQRT-ET-máx., ajustada por el método de máxima verosimilitud.

$$F(x) = P(X \leq x) = e^{\left[-K(1+\sqrt{Bx})e^{(-\sqrt{Kx})}\right]}$$

La aplicación práctica de la publicación se traduce en la obtención de P_m (Precipitación media) y C_v (Coeficiente de variación) en cualquier punto del territorio peninsular, que, junto al periodo de retorno y los cuantiles estadísticos, dan como resultado la precipitación deseada.

La obtención de P_m y C_v puede realizarse de dos maneras:

1. Consultando el mapa de isolíneas contenido en la publicación, del cual se adjunta la zona objeto del presente estudio (ilustración 1).
2. Utilizando el software, también, contenido en la publicación.

En este proyecto, se ha preferido consultar el mapa de isolíneas para la obtención de los valores descritos con anterioridad.

De esta forma, se ha calculado la precipitación máxima diaria, (P_d), como resultado de la siguiente formulación:

$$P_d = Y_t \cdot P_m$$

Para determinar la precipitación máxima diaria de la zona de estudio se han seguido los siguientes pasos:

- Localización del punto geográfico en el “Mapa para el Cálculo de Máximas Precipitaciones Diarias en la España Peninsular” (1997), donde se efectuará la consulta de los valores de media P_m y coeficiente de variación C_v .
La carretera se encuentra en el plano 3-1 BILBAO.
- Estimación del valor medio P_m de la máxima precipitación diaria anual y del coeficiente de variación C_v , mediante las isolíneas representadas en el plano anterior. Obteniéndose mediante interpolación entre curvas, en caso necesario. Las isolíneas rojas se refieren al C_v y las moradas al Y_t .
- Obtención del cuantil regional Y_t , mediante la tabla 7.1 de la publicación.

Finalmente, como resultado se han conseguido las precipitaciones máximas diarias en 24 h para los distintos periodos de recurrencia, que se muestran en la tabla que se adjunta a continuación:

Máximas lluvias diarias España Peninsular (1999)				
PERIODO DE RETORNO T_r (años)	COEF. VARIACIÓN C_v (Adim.)	PRECIP. MEDIA P_m (mm)	FACTOR DE AMPLIACIÓN Y_t (Adim.)	PRECIP. MÁX. EN 24H P_d
2	0,38	70	0,914	63,98
5	0,38	70	1,24	86,8
25	0,38	70	1,793	125,51
100	0,38	70	2,327	162,89
500	0,38	70	3,014	210,98

2.1.2 Estudio estadístico de las series de precipitaciones diarias máximas anuales

Se han solicitado los datos de precipitación máxima diaria mensual a la Agencia Estatal de Meteorología (AEMet) de la principal estación situada en la zona. En la siguiente tabla se incluye los datos de la estación meteorológica, incluida la distancia a la traza.

Indicativo	Distancia	Nombre	UTM X	UTM Y	Provincia	Fecha inicio	Fecha final	Años completos
1055A	9	LEKEITIO AGUSTINAS	539917	4801221	BIZKAIA	1986	2020	32

Se ha escogido la estación de Lekeitio-Agustinas, por ser la más próxima a la traza que cumple con los criterios descritos a continuación.

A continuación, se realiza un análisis estadístico de la serie, mediante la aplicación Retorno para la obtención de las funciones de Gumbel y SQRT-ETmáx. De esta manera se obtiene la precipitación máxima diaria asociada a diferentes periodos de retorno.

Se escoge el mayor Pd calculado, por el lado de la seguridad.

Tr (años)	Pd Gumbel	Pd SQRT
2	55,63	52,36
5	74,31	68,45
10	86,67	80,15
25	102,3	96,1
50	113,89	108,78
100	125,4	122,08
200	136,87	136,03
500	151,99	155,49
1000	163,42	171

Los valores obtenidos por los dos métodos de cálculo se pueden comparar directamente, ya que los valores arrojados por la estación se pueden aplicar completamente a la zona de estudio.

Comparando ambos resultados se puede concluir que los valores aportados por la publicación de la DGT, son más conservadores que los calculados mediante la estación Lekeitio-Agustinas. Esto se debe claramente a que, para todos y cada uno de los periodos de retorno contemplados, los valores de precipitación máxima en 24h son más elevados.

Finalmente se presenta la precipitación máxima diaria adoptada para el cálculo del caudal de proyecto para diferentes periodos de retorno:

Tr (años)	2	5	25	100	500
Pd (mm)	63,98	86,6	125,51	162,89	210,98

2.2 Cálculos hidrológicos

Se han realizado los cálculos hidrológicos mediante el método racional modificado proporcionado por la instrucción de drenaje superficial de la DGT, publicada por el Ministerio de Fomento. Este método es aplicable para cuencas de áreas inferiores a 50km².

Este procedimiento parte de la base del método racional tradicional, pero incluye un factor corrector de uniformidad que contempla el reparto temporal del aguacero, cuya duración se considera equivalente al tiempo de concentración.

Esto implica que los caudales punta obtenidos contemplan esta variación temporal, contrariamente a los caudales homogéneos calculados con lluvia neta constante del método racional tradicional.

La expresión que determina el caudal de proyecto para distintos periodos de retorno es la siguiente:

Q = (I(T, tc) · C · A · Kt) / 3,6

Siendo:

Q (m³/s): Caudal máximo anual correspondiente al periodo de retorno T, en el punto de desagüe de la cuenca.

I (T,tc) (mm/h): Intensidad de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado T, para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración tc, de la cuenca.

C (adimensional): Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie considerada.

Kt (adimensional): Coeficiente de uniformidad de la distribución temporal de la precipitación.

2.2.1 Definición de cuencas

En base a la cartografía disponible de la DFB y el taquimétrico realizado en la zona de estudio, se han dibujado las cuencas vertientes para posteriormente realizar el cálculo de caudales.

A partir de estos datos se han obtenido los tiempos de concentración de cada una de las cuencas.

A continuación se describen los valores obtenidos.

CARACTERÍSTICAS CUENCAS DRENADAS						
CUENCA	ÁREAS		LONG. VAGUADA (Km)	COTAS		PEND. (m/m)
	TERRENO (Ha)	CALZADA (Ha)		MÁX. (m)	MIN. (m)	
C-1	5,04	0,00	0,28	160	95	0,23
C-2	3,65	0,00	0,38	205	120	0,22
C-3	3,47	0,00	0,30	230	130	0,33
C-4	8,99	0,00	0,31	230	140	0,29
C-5	2,10	0,00	0,22	195	160	0,16
C-6	2,70	0,00	0,17	195	160	0,20
C-7	1,08	0,00	0,12	195	160	0,29
C-8	1,36	0,00	0,17	195	150	0,26
C-9	1,04	0,00	0,11	175	145	0,28
C-10	4,60	0,00	0,41	280	140	0,34
C-11	8,19	0,00	0,50	300	130	0,34
C-12	9,83	0,00	0,50	245	120	0,25
C-13	9,05	0,00	0,41	260	110	0,36
C-14	1,28	0,00	0,33	245	100	0,44

Anejo nº5: Climatología, hidrología y drenaje
X0000180_05-PC-AN-HID-01

2.2.2 Intensidad de precipitación [I(T,t)]

La intensidad de precipitación se obtendrá por medio de la siguiente fórmula:

I (T, t) = Id · Fint

Donde:

I (T, t) (mm/h): Intensidad de precipitación correspondiente a un período de retorno T y a una duración del aguacero t.

Id (mm/h): Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retorno T (epígrafe 2.2.2.2 de la norma).

Fint (adimensional): Factor de intensidad (epígrafe 2.2.2.4 de la norma).

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 = tc) de dicha cuenca.

A continuación se muestran los valores obtenidos para cada período de retorno.

CUENCA	Fa (adim.)	Período de retorno T (años)									
		2		5		25		100		500	
		Id (mm/h)	I(T,t) (mm/h)	Id (mm/h)	I(T,t) (mm/h)	Id (mm/h)	I(T,t) (mm/h)	Id (mm/h)	I(T,t) (mm/h)	Id (mm/h)	I(T,t) (mm/h)
C-1	16,47	2,67	43,91	3,61	59,43	5,23	86,14	6,79	111,79	8,79	144,80
C-2	15,40	2,67	41,06	3,61	55,58	5,23	80,55	6,79	104,53	8,79	135,40
C-3	16,86	2,67	44,93	3,61	60,82	5,23	88,15	6,79	114,40	8,79	148,17
C-4	16,47	2,67	43,90	3,61	59,42	5,23	86,12	6,79	111,77	8,79	144,77
C-5	16,57	2,67	44,18	3,61	59,80	5,23	86,67	6,79	112,48	8,79	145,69
C-6	17,92	2,67	47,77	3,61	64,65	5,23	93,70	6,79	121,61	8,79	157,51
C-7	19,82	2,67	52,83	3,61	71,51	5,23	103,64	6,79	134,51	8,79	174,22
C-8	18,33	2,67	48,87	3,61	66,15	5,23	95,87	6,79	124,42	8,79	161,16
C-9	20,26	2,67	54,01	3,61	73,10	5,23	105,95	6,79	137,50	8,79	178,10
C-10	15,83	2,67	42,20	3,61	57,11	5,23	82,78	6,79	107,43	8,79	139,14
C-11	15,25	2,67	40,65	3,61	55,02	5,23	79,74	6,79	103,48	8,79	134,04
C-12	14,79	2,67	39,42	3,61	53,36	5,23	77,34	6,79	100,37	8,79	130,01
C-13	15,97	2,67	42,56	3,61	57,61	5,23	83,50	6,79	108,36	8,79	140,36
C-14	17,03	2,67	45,39	3,61	61,44	5,23	89,04	6,79	115,56	8,79	149,68

2.2.2.1 Intensidad media diaria de precipitación corregida (Id)

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

Id = (Pd · KA) / 24

Donde:

Id (mm/h): Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retorno T.

Pd (mm): Precipitación diaria correspondiente al período de retorno T.

KA (adimensional): Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca.

El Factor reductor de la precipitación KA, se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

Si A < 1 km² KA = 1
Si A ≥ 1 km² KA = 1 - (log10 A) / 15

Siendo A, el área de cada cuenca.

2.2.2.2 Factor de intensidad Fint

El factor de intensidad corresponde al mayor de los valores que se indican a continuación.

Fint = máx (Fa, Fb)

2.2.3 Tiempo de concentración (tc)

Tiempo de concentración tc, es el tiempo mínimo necesario desde el comienzo del aguacero para que toda la superficie de la cuenca esté aportando escorrentía en el punto de desagüe. Se obtiene calculando el tiempo de recorrido más largo desde cualquier punto de la cuenca hasta el punto de desagüe, mediante la siguiente formulación:

tc = 0,3 · Lc^0,76 · Jc^-0,19

Donde:

Tc (horas): Tiempo de concentración.

Lc (km): Longitud del cauce.

Jc: (m/m): Pendiente media del cauce.

2.2.4 Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía C , define la parte de la precipitación de intensidad I (T , t_c) que genera el caudal de avenida en el punto de desagüe de la cuenca.

Se obtiene mediante la siguiente fórmula, representada gráficamente en la figura 2.6 de la norma 5.2-I.C de Drenaje Superficial.

$$\begin{aligned} \text{Si } P_d \cdot K_A > P_0 & \quad C = \frac{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} - 1\right) \left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 23\right)}{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 11\right)^2} \\ \text{Si } P_d \cdot K_A \leq P_0 & \quad C = 0 \end{aligned}$$

Donde:

C (adimensional): Coeficiente de escorrentía.

P_d (mm): Precipitación máxima diaria correspondiente al periodo de retorno T considerado.

K_A (Adimensional): factor reductor de la precipitación por área de la cuenca.

P_0 (mm): Umbral de escorrentía

2.2.4.1 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.

β (adimensional): Coeficiente corrector del umbral de escorrentía.

Para la obtención del valor inicial del coeficiente de escorrentía, la Instrucción de Carreteras 5.2-I.C de Drenaje Superficial fija unos valores iniciales de dicha escorrentía en función del uso de la tierra, las pendientes del terreno, sus características hidrológicas y el grupo de suelo correspondiente que se encuentran en la tabla 2.3 de dicha instrucción.

El criterio de codificación de los usos del suelo, así como la descripción de los mismos y el valor de su umbral de escorrentía, que utiliza la Instrucción de Carreteras se corresponde con los usos del suelo del Mapa Corine LandCover.

La determinación de los grupos hidrológicos de suelo presentes en la cuenca se realiza a partir del mapa 2.7 de la Instrucción de carreteras.

Por tanto, la zona de estudio de encuentra dentro del Grupo Hidrológico C.

2.2.4.2 Coeficiente corrector del umbral de escorrentía

La formulación del método racional 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 β .

Al no disponer de datos de calibración específica para una cuenca concreta, ni de información suficiente para llevarla a cabo, se ha tomado el valor del coeficiente corrector a partir de la tabla 2.5 de la instrucción de carreteras, correspondientes a las regiones de la figura 2.9 de la norma.

La norma establece la siguiente formulación para obtener el coeficiente corrector del umbral de escorrentía:

$$\beta_{PM} = \beta_m \cdot F_T$$

Siendo:

- β_{PM} (adimensional): Coeficiente corrector del umbral de escorrentía para drenaje de plataforma y márgenes, o drenaje transversal de vías auxiliares.
- β_m (adimensional): Valor medio en la región, del coeficiente corrector del umbral de escorrentía.
- F_T (adimensional): Factor función del periodo de retorno T .
- $\Delta 50$ (Adimensional): Desviación respecto al valor medio: intervalo de confianza correspondiente al 50%.

La carretera se encuentra en la región con un valor del coeficiente corrector del umbral de escorrentía de 13.

2.2.5 Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación

El coeficiente K_t , tiene en cuenta la falta de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación. Se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

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

Donde:

- K_t (adimensional): Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.
- T_c (horas): Tiempo de concentración de la cuenca.

2.2.6 Tabla resumen de caudales de proyecto

Una vez definidos los parámetros anteriores, se incluye a continuación una tabla resumen con las características de la cuenca, la precipitación máxima diaria para cada período de retorno y la Po inicial media estimada.

CARACTERÍSTICAS CUENCAS DRENADAS														
CUENCA	ÁREAS		LONG. VAGUADA (Km)	COTAS		PEND. (m/m)	Tc (min)	Tdif (min)	Pd (mm)					Po inicial Terreno
	TERRENO (Ha)	CALZADA (Ha)		MÁX. (m)	MÍN. (m)				2	5	25	100	500	
C-1	5,04	0,00	0,28	160	95	0,23	9,04	18,97	63,98	86,6	125,51	162,89	210,98	24,8
C-2	3,65	0,00	0,38	205	120	0,22	11,52	21,70	63,98	86,6	125,51	162,89	210,98	24,8
C-3	3,47	0,00	0,30	230	130	0,33	8,90	18,10	63,98	86,6	125,51	162,89	210,98	24,8
C-4	8,99	0,00	0,31	230	140	0,29	9,44	18,97	63,98	86,6	125,51	162,89	210,98	24,8
C-5	2,10	0,00	0,22	195	160	0,16	8,17	18,73	63,98	86,6	125,51	162,89	210,98	24,8
C-6	2,70	0,00	0,17	195	160	0,20	6,40	15,98	63,98	86,6	125,51	162,89	210,98	24,8
C-7	1,08	0,00	0,12	195	160	0,29	5,00	12,96	63,98	86,6	125,51	162,89	210,98	24,8
C-8	1,36	0,00	0,17	195	150	0,26	6,15	15,24	63,98	86,6	125,51	162,89	210,98	24,8
C-9	1,04	0,00	0,11	175	145	0,28	5,00	12,37	63,98	86,6	125,51	162,89	210,98	24,8
C-10	4,60	0,00	0,41	280	140	0,34	11,32	20,55	63,98	86,6	125,51	162,89	210,98	24,8
C-11	8,19	0,00	0,50	300	130	0,34	13,02	22,14	63,98	86,6	125,51	162,89	210,98	24,8
C-12	9,83	0,00	0,50	245	120	0,25	13,73	23,52	63,98	86,6	125,51	162,89	210,98	24,8
C-13	9,05	0,00	0,41	260	110	0,36	11,12	20,19	63,98	86,6	125,51	162,89	210,98	24,8
C-14	1,28	0,00	0,33	245	100	0,44	9,06	17,74	63,98	86,6	125,51	162,89	210,98	24,8

A continuación se incluye una tabla con los coeficientes de escorrentía calculados:

CÁLCULO DE CAUDALES								
CUENCA	Ka	Kt	Fa	COEFICIENTES ESCORRENTIA				
				TERRENO				
				2	5	25	100	500
C-1	1,00	1,02	16,47	0,59	0,63	0,67	0,70	0,73
C-2	1,00	1,02	15,40	0,59	0,63	0,67	0,70	0,73
C-3	1,00	1,02	16,86	0,59	0,63	0,67	0,70	0,73
C-4	1,00	1,02	16,47	0,59	0,63	0,67	0,70	0,73
C-5	1,00	1,02	16,57	0,59	0,63	0,67	0,70	0,73
C-6	1,00	1,01	17,92	0,59	0,63	0,67	0,70	0,73
C-7	1,00	1,01	19,82	0,59	0,63	0,67	0,70	0,73
C-8	1,00	1,01	18,33	0,59	0,63	0,67	0,70	0,73
C-9	1,00	1,01	20,26	0,59	0,63	0,67	0,70	0,73
C-10	1,00	1,02	15,83	0,59	0,63	0,67	0,70	0,73
C-11	1,00	1,02	15,25	0,59	0,63	0,67	0,70	0,73
C-12	1,00	1,02	14,79	0,59	0,63	0,67	0,70	0,73
C-13	1,00	1,02	15,97	0,59	0,63	0,67	0,70	0,73
C-14	1,00	1,02	17,03	0,59	0,63	0,67	0,70	0,73

Siguiendo la metodología descrita, los caudales obtenidos para cada cuenca son los siguientes:

CÁLCULO DE CAUDALES										
CUENCA	PERÍODOS DE RETORNO (años)									
	2		5		25		100		500	
	I (mm/h)	Q (m3/s)	I (mm/h)	Q (m3/s)	I (mm/h)	Q (m3/s)	I (mm/h)	Q (m3/s)	I (mm/h)	Q (m3/s)
C-1	43,91	0,37	59,43	0,53	86,14	0,82	111,79	1,11	144,80	1,51
C-2	41,06	0,25	55,58	0,36	80,55	0,56	104,53	0,76	135,40	1,03
C-3	44,93	0,26	60,82	0,37	88,15	0,58	114,40	0,78	148,17	1,06
C-4	43,90	0,66	59,42	0,94	86,12	1,46	111,77	1,99	144,77	2,69
C-5	44,18	0,15	59,80	0,22	86,67	0,34	112,48	0,47	145,69	0,63
C-6	47,77	0,21	64,65	0,31	93,70	0,48	121,61	0,65	157,51	0,88
C-7	52,83	0,09	71,51	0,14	103,64	0,21	134,51	0,29	174,22	0,39
C-8	48,87	0,11	66,15	0,16	95,87	0,24	124,42	0,33	161,16	0,45
C-9	54,01	0,09	73,10	0,13	105,95	0,21	137,50	0,28	178,10	0,38
C-10	42,20	0,32	57,11	0,47	82,78	0,72	107,43	0,98	139,14	1,33
C-11	40,65	0,56	55,02	0,80	79,74	1,23	103,48	1,68	134,04	2,28
C-12	39,42	0,65	53,36	0,93	77,34	1,44	100,37	1,96	130,01	2,66
C-13	42,56	0,64	57,61	0,92	83,50	1,42	108,36	1,94	140,36	2,63
C-14	45,39	0,10	61,44	0,14	89,04	0,21	115,56	0,29	149,68	0,40

3 Drenaje Longitudinal

El drenaje longitudinal se resuelve mediante los siguientes elementos:

- Cunetas de plataforma.
- Cunetas de pie de terraplén.
- Cunetas de guarda en la cabeza de los taludes de desmonte.
- Caños y boquillas.

3.1 Diseño general de la red de drenaje longitudinal

A continuación, se describen las diferentes casuísticas que se dan respecto al drenaje longitudinal en función de la tipología de sección que se dé en cada caso:

- Secciones en desmonte
En las secciones en desmonte se dispondrán cunetas de guarda a lo largo de la cabecera del talud, limitando las cunetas, según el caso, de pie de desmonte solo para el caudal del talud y de la plataforma.
Estas cunetas se han dimensionado teniendo en cuenta una limitación de velocidad de 6,00 m/s, comprobando que fueran capaces de desaguar el caudal.
La cuneta de desmonte será la CD-1,00 y se trata de una cuneta trapecial, simétrica y revestida.
Las cunetas de plataforma serán cunetas triangulares CT-1.0. En caminos con sección reducida se opta por la utilización de la CT-1.2 con unos de los lados vertical. Todas las cunetas de plataforma serán revestidas de hormigón. Por lo tanto, se han dimensionado para una limitación de velocidad 6,00 m/s.
- Secciones en terraplén
En las secciones en terraplén, no se prevé necesario el uso de cunetas en general, a excepción de los estribos y el relleno cercano a la rotonda. En los estribos se ejecutarán cunetas de 1,0 metro de anchura, de sección trapecial, revestidas y simétricas. Se han empleado cunetas trapeciales y encachadas de 1 m en el relleno para que recojan el agua procedente de las ODTs. Estas últimas, por lo tanto, se han dimensionado para una limitación de velocidad de 5 m/s.

Todas las cunetas del proyecto se ejecutaran “in situ” tal y como se especifica en los planos de detalle.

3.2 Cálculo de las cunetas

Las cunetas se han calculado de tal modo que el agua circule por su interior en lámina libre y a una velocidad máxima de 6,0 m/s.

3.3 Resultados

Para cada una de las redes dispuestas en la traza una tabla de cálculo con el dimensionamiento de cunetas (Apéndice nº 5.).

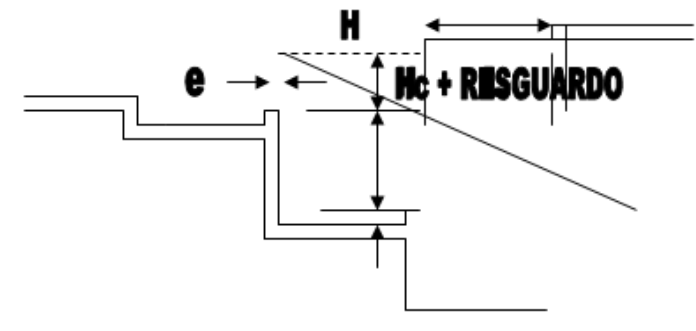
Contiene los siguientes datos:

- Columna 1: identifica el nombre del elemento a calcular.
- Columna 2: indica el punto kilométrico de su proyección al eje de la carretera o ramal del enlace o intersección.
- Columna 3: describe el origen o final del elemento, si es arqueta, sumidero, desagüe, etc.
- Columna 4: indica el tipo de conducto.
- Columna 5: hace referencia a las dimensiones más importantes de la sección.
- Columna 6: indica la longitud del conducto.
- Columna 7: es la pendiente del conducto.
- Columna 8: indica el tiempo de concentración.
- Columnas 9 y 10: indica la superficie de cuenca de aportación propia, para superficie pavimentada y de terreno separadamente.
- Columnas 11 y 12: caudales unitarios para las superficies de aportación.
- Columna 13: caudal de cálculo para cada tramo.
- Columna 14: pendiente crítica (sólo para tramos de colector).
- Columna 15: coeficiente de rugosidad.
- Columna 16: máxima capacidad del conducto.
- Columnas 17, 18, 19 y 20: datos de calado, área, radio hidráulico y velocidad.

5 Bajante escalonada

La principal función de una bajante es salvar, bajo control, un desnivel importante, esto se consigue mediante la sucesión de saltos verticales alcanzando la velocidad crítica al pasar por cada labio de rebose e inmediatamente queda amortiguada con la sumersión del chorro en el siguiente cuenco, tal y como se indica en el siguiente esquema. El caudal de cálculo se ha tomado para un periodo de retorno de 100 años.

Los cálculos realizados para el diseño de cada una de las bajantes son los siguientes:



- Características geométricas

- Ancho de la bajante B_0
- Espesor del labio e
- Pendiente p (%)

- Características del flujo

Caudal Q

Caudal por metro de anchura $q = Q/B_0$

Altura crítica $H_c = (q^2/9.81)^{1/3}$

- Características del resalto

Resguardo $= 0,4 \times H_c$

$H_c + \text{resguardo} = H_c + 0,4 \times H_c$

Salto H

$$H' = \frac{H_c}{2}$$

Longitud del cuenco $= p \times (H - e)$

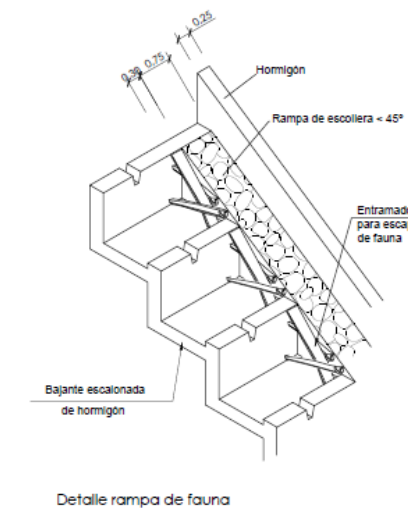
$$\text{Longitud mínima del cuenco } L_{\min} = 0,85 \times \left(2,5 + \frac{1,1 \times H_c}{H} + \left(\frac{0,7 \times H_c}{H} \right)^3 \right) \times \sqrt{H \times H_c}$$

Longitud máxima del cuenco $= L_{\min} + 0,15$

Es así como se obtiene el dimensionamiento de cada una de las bajantes. En la siguiente tabla se enumeran las bajantes diseñadas con sus respectivos caudales.

En el Apéndice nº 5.4 del presente Anejo se adjuntan los resultados del cálculo realizado para las bajantes.

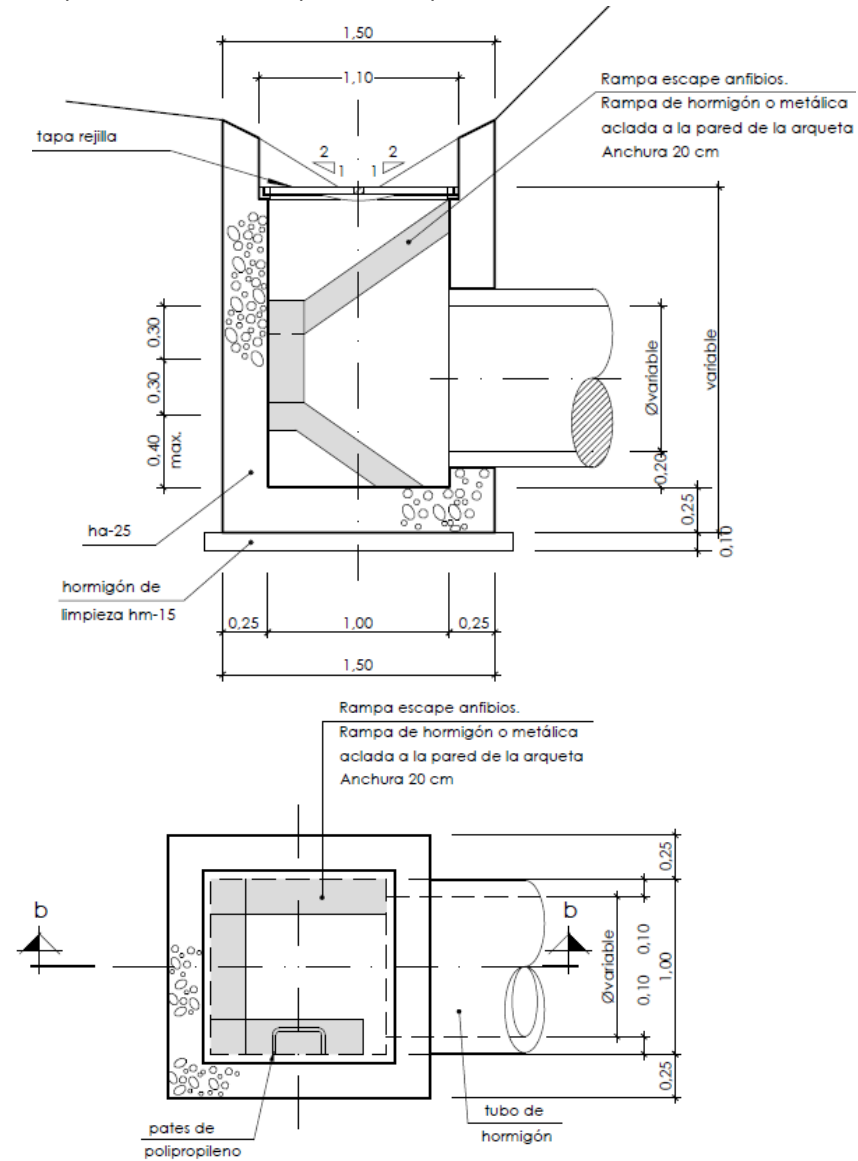
Las bajantes escalonadas, en la medida de lo posible, se diseñarán mediante técnicas de bioingeniería con la finalidad de conectar adecuadamente el paso seco con la misma, la plataforma tendrá la inclinación necesaria para que la unión sea funcional como paso de fauna, y en todo caso con una altura sobre el lecho del arroyo, no inferior a 1 metro para garantizar una sección hidráulica suficiente para la mayor parte de las situaciones hidrológicas.



6 Arquetas

En este proyecto se emplean diferentes tipos de arquetas:

- **Arquetas de escape de anfibios**, a lo largo de toda la traza se han empleado este tipo de arquetas que cuentan con rampas de escape de anfibios.



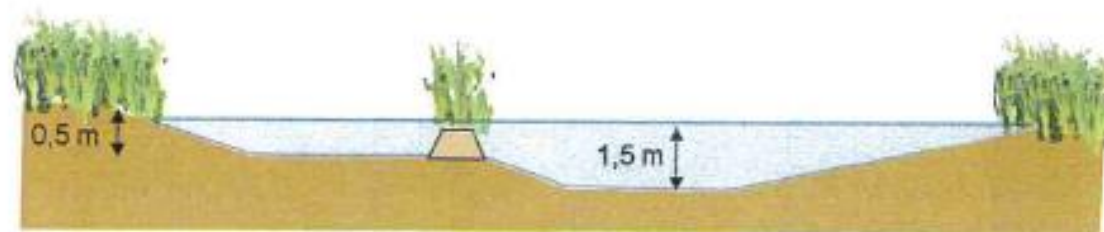
Arquetas hidrodinámicas en los puntos de vertido a cauces, se emplea un sistema de arquetas capaz de remover residuos flotantes, sólidos sedimentables e hidrocarburos. De manera que se tratan las aguas que llegan a los arroyos.



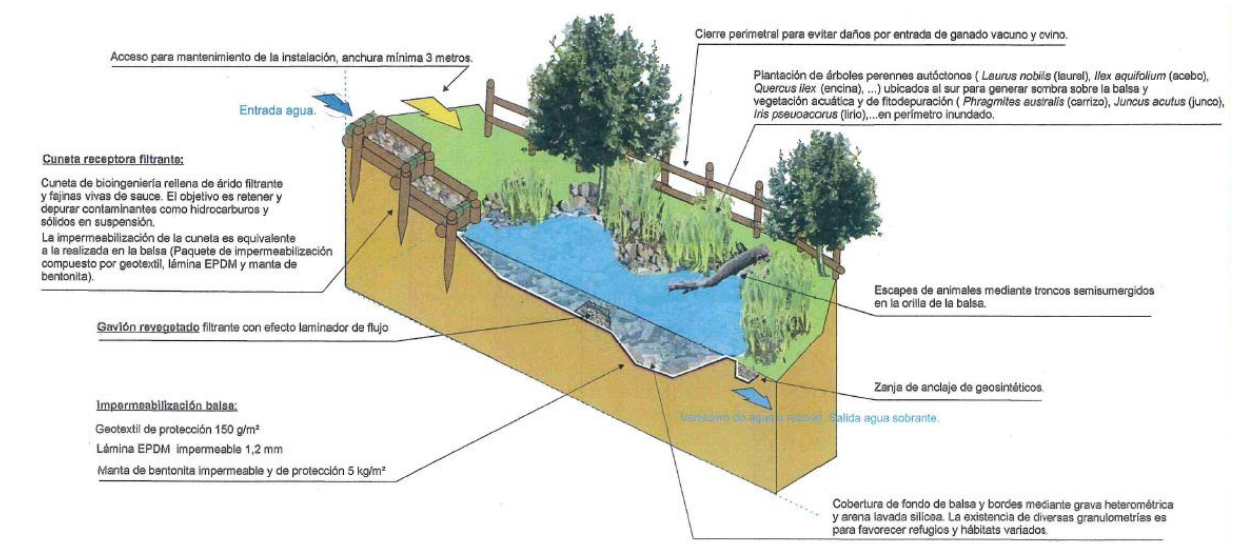
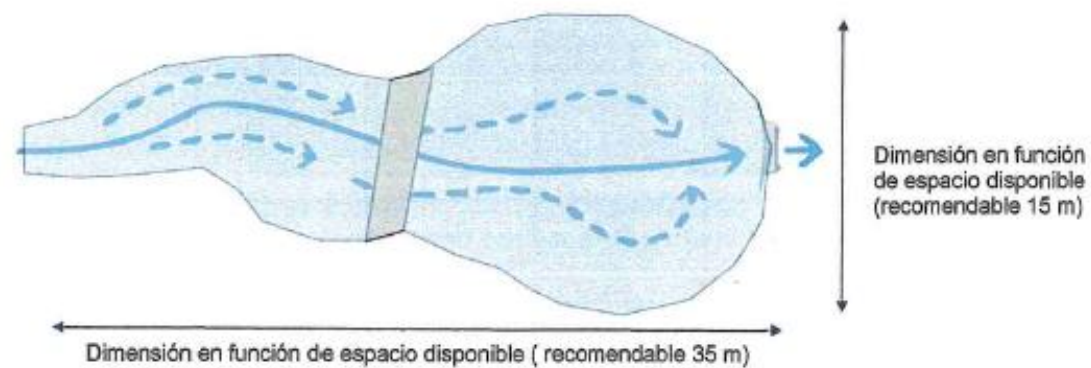
7 Balsa para anfibios y SUD de laminación y depuración de agua

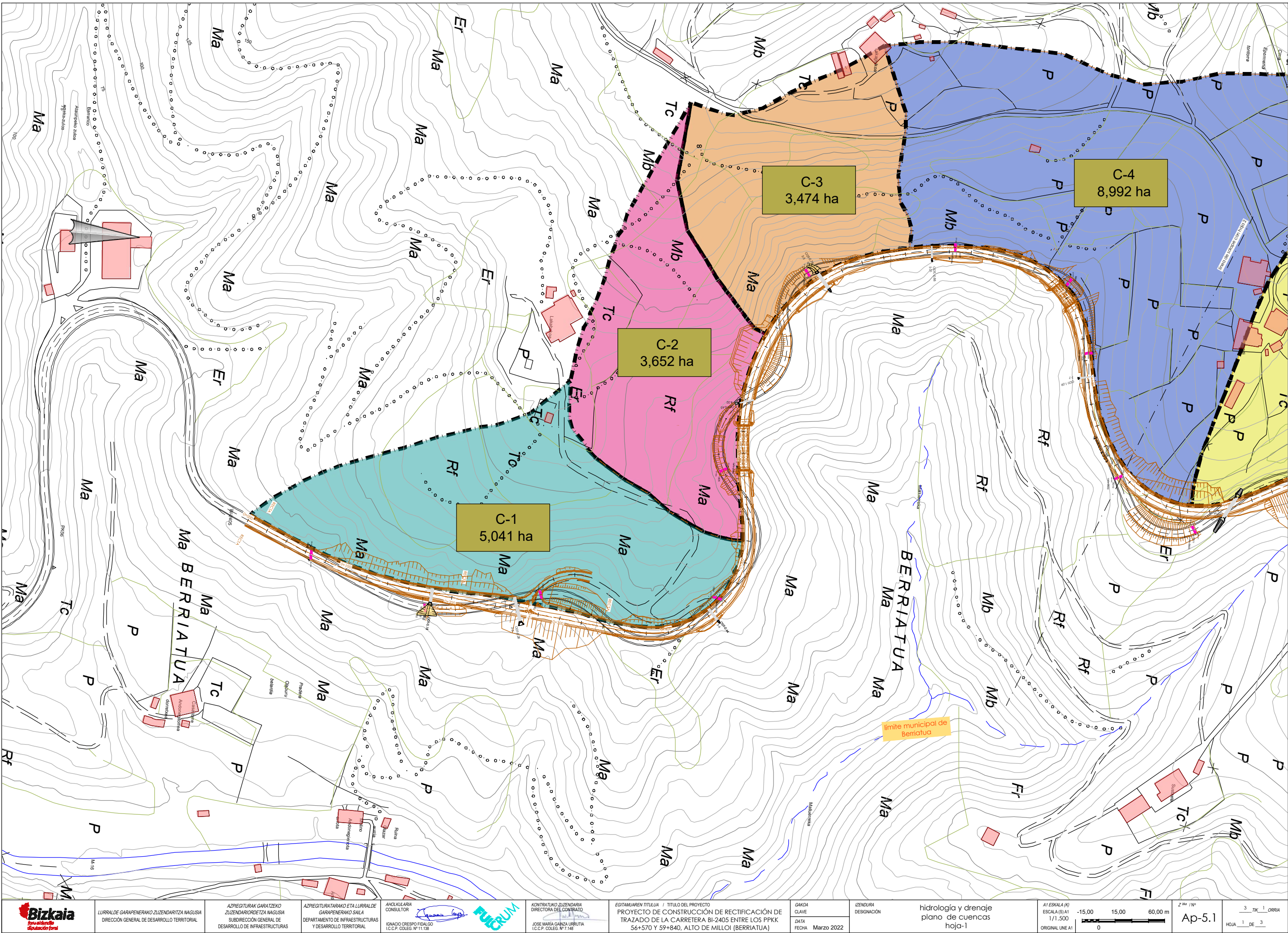
Para evitar que los cauces se contaminen con el agua procedente de la plataforma de la carretera en lugar de arquetas hidrodinámicas, se han empleado balsas en los emplazamientos donde se ha observado que haya suficiente espacio, concretamente entorno a los PKs 0+650 y 2+360.

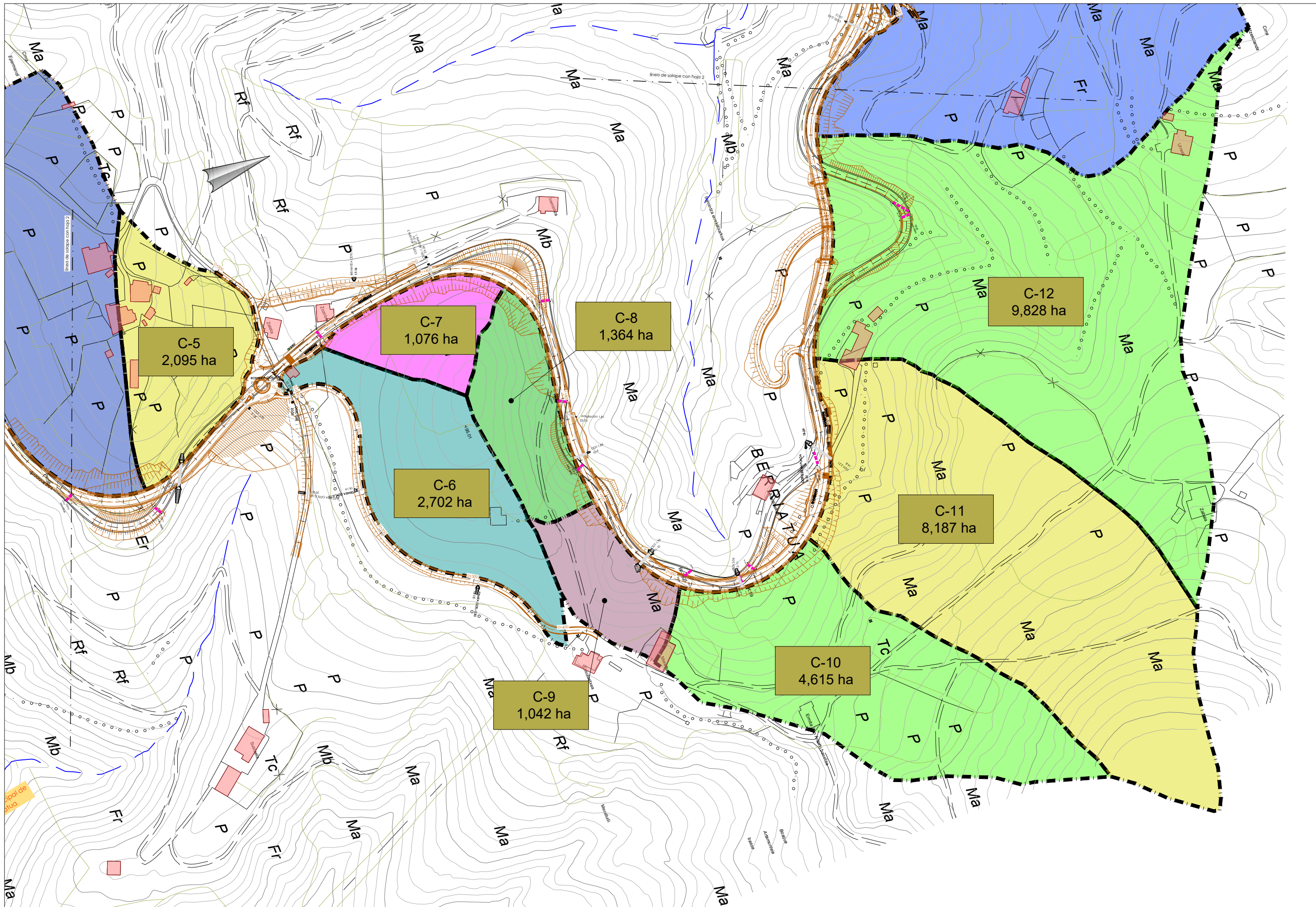
Este sistema permite el filtrado de vertidos mediante el gavión revegetado que se coloca en mitad de la balsa. Además de proporcionar un hábitat adecuado para los anfibios y dotar al entorno de la mayor naturalidad posible.



Dimensión en función de espacio disponible (recomendable 35 m)







CUNETAS

PUNTO DE REFERENCIA			CONDUCTOS DE AGUA				CUENCA APORTACION			CAUDALES APORTADOS			DIMENSIONAMIENTO HIDRAULICO CONDUCTO					
Número	Progres Km+m	Elemento	Tipo	Dimens. m	Longitud m	Pendiente %	Tiempo concentración	Calzada m2	Terreno m2	Calzada l/s/m2	Terreno l/s/m2	Total l/s	Rugosidad	Caudal máximo l/s	Calado m	Area m2	Rh	Velocidad m/s
CUNETAS DE PLATAFORMA Camino Merelludi (Eje 25) Margen derecha	0 + 000	AR-7.1	CI	1,00	19	16,00	10	0,00	1831,14	0,041	0,016	29,298	0,014	467,115	0,065	0,011	0,030	2,732
	0 + 019		CI	1,00	43	10,00	10	180,00	4320,30	0,024	0,016	73,445	0,014	369,287	0,101	0,025	0,046	2,882
	0 + 062		CI	1,00	21	6,00	10	270,00	5605,95	0,024	0,016	96,175	0,014	286,048	0,123	0,038	0,056	2,546
	0 + 083		CI	1,00	16	15,00	10	315,00	6317,34	0,024	0,016	108,637	0,014	452,282	0,108	0,029	0,049	3,701
	0 + 099		CI	1,00	7	1,50	10	315,00	7635,82	0,024	0,016	129,733	0,014	143,024	0,178	0,080	0,081	1,631
	0 + 106																	
	1 + 415		CI	1,00	1415	2,43	10	180,00	10933,71	0,024	0,016	179,259	0,014	182,040	0,184	0,085	0,083	2,119
	1+390	Boquilla																
	1 + 390		CI	1,00	72	2,43	10	0,00	6474,71	0,024	0,016	103,595408	0,014	182,040	0,150	0,056	0,068	1,848
	1 + 318		CI	1,00	18	7,50	10	171,00	7198,64	0,024	0,016	119,282	0,014	319,812	0,128	0,041	0,058	2,921
	1 + 300		CI	1,00	125	7,50	10	1187,50	6257,15	0,024	0,016	128,614	0,014	319,812	0,131	0,043	0,059	2,977
	1 + 175																	

Apéndice 5.2. Cunetas

X0000108.05-PC-AN-DRE-
5.2-1

CUNETAS

PUNTO DE REFERENCIA			CONDUCTOS DE AGUA				CUENCA APORTACION			CAUDALES APORTADOS			DIMENSIONAMIENTO HIDRAULICO CONDUCTO					
Número	Progres Km+m	Elemento	Tipo	Dimens. m	Longitud m	Pendiente %	Tiempo concentración	Calzada m2	Terreno m2	Calzada l/s/m2	Terreno l/s/m2	Total l/s	Rugosidad	Caudal máximo l/s	Calado m	Area m2	Rh	Velocidad m/s
	1 + 175	AR-6.1	CI	1,00	40	4,88	10	551,00	14789,74	0,024	0,016	249,860	0,014	257,973	0,183	0,084	0,083	2,991
	1 + 135		CI	1,00	40	4,88	10	931,00	16757,63	0,024	0,016	290,466	0,014	257,973	0,193	0,094	0,087	3,106
	1 + 095		CI	1,00	55	4,88	10	0,00	8610,84	0,024	0,016	137,773	0,014	257,973	0,146	0,053	0,066	2,577
	1 + 040		CPT	1,00	16,55	25,49	10	0,00	8610,84	0,024	0,016	137,773	0,014	2874,367	0,041	0,034	0,038	4,080
	1 + 025																	
	1 + 005	AR-5.1	CPT	1,00	9,194	20,34	10	0,00	265,83	0,024	0,016	4,253	0,014	2567,569	0,005	0,004	0,005	0,983
	1 + 000		CI	1,00	115	4,22	10	0,00	15938,51	0,024	0,016	255,016	0,014	239,894	0,189	0,090	0,085	2,847
	0 + 885																	
	0 + 885		CI	1,00	20	4,22	10	0,00	1116,77	0,024	0,016	17,868	0,014	239,894	0,070	0,012	0,032	1,465
	0 + 865		CI	1,00	30	4,22	10	0,00	9766,07	0,024	0,016	156,257	0,014	239,894	0,158	0,062	0,071	2,519
	0 + 835		CI	1,00	28	4,22	10	0,00	11843,34	0,024	0,016	189,493	0,014	239,894	0,169	0,072	0,076	2,643
	0 + 807		CI	1,00	18	5,25	10	0,00	14508,67	0,024	0,016	232,139	0,014	267,574	0,175	0,077	0,079	3,018
	0 + 789		CI	1,00	24	5,25	10	0,00	14508,67	0,024	0,016	232,139	0,033	267,574	0,175	0,077	0,079	3,018
	0 + 765	Boquilla																

Apéndice 5.2. Cunetas

X0000108.05-PC-AN-DRE-
5.2-1

CUNETAS

PUNTO DE REFERENCIA			CONDUCTOS DE AGUA				CUENCA APORTACION			CAUDALES APORTADOS			DIMENSIONAMIENTO HIDRAULICO CONDUCTO					
Número	Progres Km+m	Elemento	Tipo	Dimens. m	Longitud m	Pendiente %	Tiempo concentración	Calzada m2	Terreno m2	Calzada l/s/m2	Terreno l/s/m2	Total l/s	Rugosidad	Caudal máximo l/s	Calado m	Area m2	Rh	Velocidad m/s
	0 + 765	Balsa anfibios	CI	1,00	55	5,25	10	0,00	6271,63	0,024	0,016	100,346	0,014	267,574	0,128	0,041	0,058	2,447
	0 + 710		CI	1,00	70	5,25	10	0,00	13421,56	0,024	0,016	214,745	0,014	267,574	0,170	0,073	0,077	2,960
	0 + 640																	
	0 + 585	AR-3.1	CPT-1,00	1,00	19,698	23,00	10	0,00	1536,13	0,024	0,016	24,578	0,014	2730,190	0,015	0,012	0,015	2,037
	0 + 570		CI	1,00	13	6,00	10	0,00	335,88	0,024	0,016	5,374	0,014	286,048	0,042	0,004	0,019	1,238
	0 + 557		CI	1,00	37	6,00	10	351,50	4657,40	0,024	0,016	82,954	0,014	286,048	0,116	0,034	0,053	2,453
	0 + 520		CI	1,00	80	6,00	10	1111,50	7429,07	0,024	0,016	145,541	0,014	286,048	0,144	0,052	0,065	2,824
	0 + 440																	
	0 + 440		CI	1,00	20	6,00	10	190,00	687,51	0,024	0,016	15,560	0,014	286,048	0,062	0,010	0,028	1,615
	0 + 420		CI	1,00	30	6,80	10	285,00	2656,28	0,024	0,016	49,341	0,014	304,522	0,093	0,022	0,042	2,258
	0 + 390		CI	1,00	45	6,80	10	712,50	3304,39	0,024	0,016	69,970	0,014	304,522	0,107	0,028	0,048	2,464
	0 + 345		CI	1,00	55	6,80	10	1262,50	5858,08	0,024	0,016	124,029	0,014	304,522	0,132	0,044	0,060	2,843
	0 + 290																	

Apéndice 5.2. Cunetas

X0000108.05-PC-AN-DRE-
5.2-1

CUNETAS

PUNTO DE REFERENCIA			CONDUCTOS DE AGUA				CUENCA APORTACION			CAUDALES APORTADOS			DIMENSIONAMIENTO HIDRAULICO CONDUCTO					
Número	Progres Km+m	Elemento	Tipo	Dimens. m	Longitud m	Pendiente %	Tiempo concentración	Calzada m2	Terreno m2	Calzada l/s/m2	Terreno l/s/m2	Total l/s	Rugosidad	Caudal máximo l/s	Calado m	Area m2	Rh	Velocidad m/s
Tramo inicial Margen derecha	o + 269	AR-2.1	CI	1,00	21	6,80	10	1472,50	6092,25	0,024	0,016	132,816	0,014	304,522	0,136	0,046	0,061	2,892
	o + 245		CI	1,00	24	5,30	10	1712,50	6114,30	0,024	0,016	138,929	0,014	268,845	0,144	0,052	0,065	2,664
	o + 245	AR-1.1	CI	1,00	37	5,30	10	370,00	440,71	0,024	0,016	15,931	0,014	268,845	0,064	0,010	0,029	1,550
	o + 208																	
	o + 180																	
	o + 180	AR-o.08	CI	1,00	91	5,30	10	864,50	6352,70	0,024	0,016	122,391	0,014	268,845	0,138	0,047	0,062	2,581
	o + 089																	
	o + 075																	
	o + 075	AR-o.08	CI	1,00	14	6,25	10	997,50	7024,16	0,024	0,016	136,327	0,014	291,947	0,139	0,048	0,063	2,821
	o + 000																	
	o + 000	AR-o.08	CI	1,00	75	6,25	10	712,50	6998,29	0,024	0,016	129,073	0,014	291,947	0,136	0,046	0,062	2,782
	o + 000																	
	1+390	ODT-1.39	CD-1,00	1,50	62	2,43	10	180,00	10933,71	0,024	0,019	212,060	0,033	312,718	0,195	0,169	0,139	1,258

Apéndice 5.2. Cunetas

X0000108.05-PC-AN-DRE-
5.2-1

CUNETAS

PUNTO DE REFERENCIA			CONDUCTOS DE AGUA				CUENCA APORTACION			CAUDALES APORTADOS			DIMENSIONAMIENTO HIDRAULICO CONDUCTO					
Número	Progres Km+m	Elemento	Tipo	Dimens. m	Longitud m	Pendiente %	Tiempo concentración	Calzada m2	Terreno m2	Calzada l/s/m2	Terreno l/s/m2	Total l/s	Rugosidad	Caudal máximo l/s	Calado m	Area m2	Rh	Velocidad m/s
	1 + 470	Boquilla	CI	1,00	30	2,43	10	285,00	2336,64	0,024	0,019	51,236	0,014	182,040	0,115	0,033	0,052	1,550
	1 + 440		CPT	1,00	10	5,15	10	380,00	2336,64	0,024	0,019	53,516	0,014	265,013	0,102	0,026	0,046	2,076
	1 + 430																	
	1 + 275		CI	1,00	100	7,50	10	950,00	256,15	0,024	0,016	26,898	0,014	319,812	0,073	0,013	0,033	2,013
	1 + 175																	
	0 + 740	AR-4.1	CI	1,00	30	5,25	10	285,00	22,38	0,024	0,016	7,198	0,014	267,574	0,048	0,006	0,022	1,266
	0 + 710		CI	1,00	70	5,25	10	950,00	22,38	0,024	0,016	23,158	0,014	267,574	0,074	0,014	0,033	1,696
	0 + 640																	
	0 + 410		CI	1,00	20	6,80	10	0,00	220,00	0,024	0,016	3,520	0,014	304,522	0,035	0,003	0,016	1,167
	0 + 390		CI	1,00	45	6,80	10	0,00	220,00	0,024	0,016	3,520	0,014	304,522	0,035	0,003	0,016	1,167
	0 + 345																	

Apéndice 5.2. Cunetas

X0000108.05-PC-AN-DRE-
5.2-1

CUNETAS

PUNTO DE REFERENCIA			CONDUCTOS DE AGUA				CUENCA APORTACION			CAUDALES APORTADOS			DIMENSIONAMIENTO HIDRAULICO CONDUCTO					
Número	Progres Km+m	Elemento	Tipo	Dimens. m	Longitud m	Pendiente %	Tiempo concentración	Calzada m2	Terreno m2	Calzada l/s/m2	Terreno l/s/m2	Total l/s	Rugosidad	Caudal máximo l/s	Calado m	Area m2	Rh	Velocidad m/s
Tronco BI-2405 (Eje 14) Tramo final Margen izquierda	0 + 250	Boquilla	CI	1,00	42	5,30	10	357,00	0,00	0,024	0,016	8,568	0,014	268,845	0,051	0,006	0,023	1,328
	0 + 208		CI	1,00	28	5,30	10	595,00	162,00	0,024	0,016	16,872	0,014	268,845	0,066	0,011	0,030	1,573
	0 + 180		CI	1,00	40	5,30	10	595,00	162,00	0,024	0,016	16,872	0,014	268,845	0,066	0,011	0,030	1,573
	0 + 140																	
	1 + 630	Boquilla	CI	1,00	45	4,80	10	0,00	212,21	0,024	0,019	4,032	0,014	255,849	0,039	0,004	0,018	1,059
	1 + 675		CI	1,00	88	4,80	10	0,00	365,62	0,024	0,019	6,947	0,014	255,849	0,048	0,006	0,022	1,214
	1 + 763		CI	1,00	47	3,84	10	0,00	365,62	0,024	0,019	6,947	0,014	228,839	0,050	0,006	0,023	1,116
	1 + 810																	
	1 + 970	Boquilla	CI	1,00	40	4,85	10	380,00	0,00	0,024	0,019	9,120	0,014	257,178	0,053	0,007	0,024	1,304
	2 + 010		CI	1,00	35	4,85	10	712,50	0,00	0,024	0,019	17,100	0,014	257,178	0,067	0,011	0,030	1,526
	2 + 045		CI	1,00	55	3,74	10	1235,00	0,00	0,024	0,019	29,640	0,014	225,839	0,086	0,019	0,039	1,589
	2 + 100																	
	2 + 145	Boquilla	CI	1,00	45	3,74	10	1662,50	245,57	0,024	0,019	44,566	0,014	225,839	0,101	0,025	0,045	1,759
	2 + 168		CI	1,00	23	2,00	10	1881,00	245,57	0,024	0,019	49,810	0,014	165,150	0,118	0,035	0,053	1,430

Apéndice 5.2. Cunetas

X0000108.05-PC-AN-DRE-
5.2-1

CUNETAS

PUNTO DE REFERENCIA			CONDUCTOS DE AGUA				CUENCA APORTACION			CAUDALES APORTADOS			DIMENSIONAMIENTO HIDRAULICO CONDUCTO					
Número	Progres Km+m	Elemento	Tipo	Dimens. m	Longitud m	Pendiente %	Tiempo concentración	Calzada m2	Terreno m2	Calzada l/s/m2	Terreno l/s/m2	Total l/s	Rugosidad	Caudal máximo l/s	Calado m	Area m2	Rh	Velocidad m/s
Tramo final Margen derecha	2 + 210	AR-14.1	CI	1,00	42	3,76	10	2280,00	245,57	0,024	0,019	59,386	0,014	226,442	0,112	0,031	0,051	1,894
	1+420	ODT-1.42	CD-1,00	1,50	45	9,27	10	542,02	5867,58	0,024	0,019	124,493	0,033	610,786	0,091	0,076	0,076	1,645
	1 + 473	AR-10.1	CI	1,00	127	3,58	10	1206,50	7963,70	0,024	0,019	180,266	0,014	220,956	0,171	0,073	0,077	2,454
	1 + 600																	
	1 + 600																	
	1 + 628	AR-11.1	CI	1,00	28	4,80	10	266,00	1444,31	0,024	0,019	33,826	0,014	255,849	0,087	0,019	0,039	1,803
	1 + 763		CI	1,00	135	4,80	10	1548,50	6438,32	0,024	0,019	159,492	0,014	255,849	0,155	0,060	0,070	2,657
	1 + 814		CI	1,00	51	3,84	10	1548,50	8008,77	0,024	0,019	189,331	0,014	228,839	0,172	0,074	0,078	2,551
	1 + 814	AR-12.1	CI	1,00	41	3,84	10	0,00	3807,19	0,024	0,019	72,337	0,014	228,839	0,120	0,036	0,054	2,005
	1 + 855																	

Apéndice 5.2. Cunetas

X0000108.05-PC-AN-DRE-
5.2-1

CUNETAS

PUNTO DE REFERENCIA			CONDUCTOS DE AGUA				CUENCA APORTACION			CAUDALES APORTADOS			DIMENSIONAMIENTO HIDRAULICO CONDUCTO					
Número	Progres Km+m	Elemento	Tipo	Dimens. m	Longitud m	Pendiente %	Tiempo concentración	Calzada m2	Terreno m2	Calzada l/s/m2	Terreno l/s/m2	Total l/s	Rugosidad	Caudal máximo l/s	Calado m	Area m2	Rh	Velocidad m/s
	1 + 855	Boquilla	CI	1,00	45	3,84	10	0,00	2270,46	0,024	0,019	43,139	0,014	228,839	0,099	0,024	0,045	1,762
	1 + 900		CI	1,00	70	4,85	10	0,00	10088,99	0,024	0,019	191,691	0,014	257,178	0,166	0,069	0,075	2,793
	1 + 970																	
	1 + 970	AR-13.1	CI	1,00	40	4,85	10	0,00	1416,59	0,024	0,019	26,915	0,014	257,178	0,079	0,016	0,036	1,710
	2 + 010		CI	1,00	35	4,85	10	0,00	1721,57	0,024	0,016	27,545	0,014	257,178	0,080	0,016	0,036	1,720
	2 + 045		CI	1,00	15	3,00	10	0,00	1721,57	0,024	0,016	27,545	0,014	202,267	0,088	0,019	0,040	1,436
	2 + 060																	
	2 + 060	AR-15.1	CI	1,00	85	3,00	10	0,00	935,74	0,024	0,016	14,972	0,014	202,267	0,070	0,012	0,031	1,233
	2 + 145		CI	1,00	42	3,00	10	0,00	4681,10	0,024	0,016	74,898	0,014	202,267	0,127	0,041	0,058	1,844
	2 + 187		CI	1,00	23	5,00	10	0,00	12616,24	0,024	0,016	201,860	0,014	261,125	0,168	0,071	0,076	2,862
	2 + 210																	
	2 + 225		CI	1,00	28	5,00	10	0,00	5746,69	0,024	0,016	91,947	0,014	261,125	0,125	0,039	0,056	2,351
	2 + 253																	

CUNETAS

PUNTO DE REFERENCIA			CONDUCTOS DE AGUA				CUENCA APORTACION			CAUDALES APORTADOS			DIMENSIONAMIENTO HIDRAULICO CONDUCTO					
Número	Progres Km+m	Elemento	Tipo	Dimens. m	Longitud m	Pendiente %	Tiempo concentración	Calzada m2	Terreno m2	Calzada l/s/m2	Terreno l/s/m2	Total l/s	Rugosidad	Caudal máximo l/s	Calado m	Area m2	Rh	Velocidad m/s
Camino Solabarrieta	2 + 310	AR-16.1	CI	1,00	57	5,00	10	541,50	12502,68	0,024	0,016	213,039	0,014	261,125	0,171	0,073	0,077	2,900
	2 + 358		CI	1,00	48	5,00	10	997,50	16064,62	0,024	0,016	280,974	0,014	261,125	0,190	0,090	0,086	3,108
	2 + 367		CI	1,00	9	5,00	10	1083,00	16555,94	0,024	0,016	290,887	0,014	261,125	0,193	0,093	0,087	3,135
	2 + 470		CPT	1,00	12,405	54,90	10	117,85	1693,57	0,024	0,016	29,926	0,033	4218,358	0,013	0,010	0,013	2,868
	2 + 495																	
	2 + 520																	
	2 + 562		CI	1,00	42	7,00	10	636,50	1791,54	0,024	0,016	43,941	0,014	308,967	0,089	0,020	0,040	2,218
	2 + 588		CI	1,00	26	4,29	10	883,50	10122,99	0,024	0,016	183,172	0,014	241,876	0,167	0,069	0,075	2,637
	2 + 635		CI	1,00	47	4,29	10	883,50	15507,22	0,024	0,016	269,320	0,014	241,876	0,193	0,093	0,087	2,904
	0 + 066		CI	1,20	32	23,66	10	144,00	20873,19	0,024	0,016	337,427	0,014	1135,063	0,159	0,060	0,064	5,588
	0 + 034																	
	0 + 020																	
	2 + 680		CI	1,20	14	10,35	10	63,00	21389,90	0,024	0,016	343,750	0,014	750,728	0,187	0,083	0,076	4,117

Apéndice 5.2. Cunetas

X0000108.05-PC-AN-DRE-
5.2-1

CUNETAS

PUNTO DE REFERENCIA			CONDUCTOS DE AGUA				CUENCA APORTACION			CAUDALES APORTADOS			DIMENSIONAMIENTO HIDRAULICO CONDUCTO					
Número	Progres Km+m	Elemento	Tipo	Dimens. m	Longitud m	Pendiente %	Tiempo concentración	Calzada m2	Terreno m2	Calzada l/s/m2	Terreno l/s/m2	Total l/s	Rugosidad	Caudal máximo l/s	Calado m	Area m2	Rh	Velocidad m/s
Camino Ermita Margen izquierda	2 + 730	AR-17.1	CI	1,20	50	4,29	10	0,00	5192,03	0,024	0,016	83,073	0,014	241,876	0,124	0,038	0,056	2,164
	2 + 810		CI	1,20	80	4,29	10	0,00	16677,50	0,024	0,016	266,840	0,014	241,876	0,192	0,092	0,087	2,897
	0 + 092	Boquilla	CI	1,20	62	10,00	10	0,00	442,96	0,024	0,019	8,416	0,014	737,926	0,047	0,005	0,019	1,608
	0 + 030																	
	0 + 020		CPT	1,00	10	17,16	10	0,00	442,96	0,024	0,019	8,416	0,014	2358,392	0,009	0,007	0,008	1,224
	0 + 092	AR-19.1	CI	1,20	25	6,00	10	0,00	2231,89	0,024	0,019	42,406	0,014	571,595	0,094	0,021	0,038	1,989
	0 + 117																	
	0 + 148		CI	1,20	31	6,00	10	155,00	4452,09	0,024	0,019	88,310	0,014	571,595	0,124	0,037	0,050	2,389
	0 + 214	AR-19.1	CI	1,20	66	3,00	10	330,00	1682,55	0,024	0,019	39,889	0,014	404,178	0,105	0,026	0,043	1,510
	0 + 148																	
	0 + 214		CI	1,20	81	2,00	10	405,00	13600,49	0,024	0,019	268,129	0,014	330,010	0,231	0,128	0,094	2,089

Apéndice 5.2. Cunetas

X0000108.05-PC-AN-DRE-
5.2-1

CUNETAS

PUNTO DE REFERENCIA			CONDUCTOS DE AGUA				CUENCA APORTACION			CAUDALES APORTADOS			DIMENSIONAMIENTO HIDRAULICO CONDUCTO						
Número	Progres Km+m	Elemento	Tipo	Dimens. m	Longitud m	Pendiente %	Tiempo concentración	Calzada m2	Terreno m2	Calzada l/s/m2	Terreno l/s/m2	Total l/s	Rugosidad	Caudal máximo l/s	Calado m	Area m2	Rh	Velocidad m/s	
Camino Sustaeta	0 + 295	AR-20.1	CI	1,20	115	0,50	10	0,00	8419,06	0,024	0,019	159,962	0,014	165,005	0,247	0,147	0,100	1,092	
	0 + 410																		
	0 + 295	AR-20.1																	
	0 + 000	AR-21.1	CI	1,00	14	9,00	10	0,00	685,02	0,024	0,019	13,015	0,014	350,336	0,054	0,007	0,024	1,798	
	0 + 014		CI	1,00	21	25,00	10	0,00	1764,19	0,024	0,019	33,520	0,014	583,893	0,063	0,010	0,029	3,340	
	0 + 035																		
	0 + 145	AR-22.1	CPT	1,00	75	13,74	10	0,00	442,96	0,024	0,019	8,416	0,014	2110,638	0,009	0,007	0,009	1,144	
	0 + 070																		
	CUNETAS DE GUARDA Tronco BI-2405 Tramo inicial Margen izquierda	1 + 280	CD		1,00	79,484	17,96	10	0,00	3318,43	0,024	0,016	53,095	0,033	2412,739	0,026	0,021	0,024	2,547
1 + 175																			

Apéndice 5.2. Cunetas

X0000108.05-PC-AN-DRE-
5.2-1

CUNETAS

PUNTO DE REFERENCIA			CONDUCTOS DE AGUA				CUENCA APORTACION			CAUDALES APORTADOS			DIMENSIONAMIENTO HIDRAULICO CONDUCTO					
Número	Progres Km+m	Elemento	Tipo	Dimens. m	Longitud m	Pendiente %	Tiempo concentración	Calzada m2	Terreno m2	Calzada l/s/m2	Terreno l/s/m2	Total l/s	Rugosidad	Caudal máximo l/s	Calado m	Area m2	Rh	Velocidad m/s
Tramo final Margen derecha	1 + 135	AR-1.1	CD	1,00	37,524	16,01	10	0,00	13755,74	0,024	0,016	220,092	0,033	2278,067	0,064	0,053	0,056	4,192
	0 + 230	AR-0.18	CD	1,00	50	24,00	10	0,00	4128,72	0,024	0,016	66,060	0,033	2789,092	0,027	0,022	0,025	3,028
	0 + 180		CD	1,00	20	22,50	10	0,00	2223,47	0,024	0,016	35,576	0,033	2700,527	0,019	0,015	0,018	2,338
	0 + 160																	
	2 + 005		CD	1,00	40	36,22	10	0,00	685,70	0,024	0,016	10,971	0,033	3426,348	0,008	0,006	0,008	1,703
	2 + 045		CD	1,00	25	3,50	10	0,00	30435,40	0,024	0,016	486,966	0,033	1065,102	0,170	0,145	0,126	3,350
	2 + 070		CD	1,00	70	27,14	10	0,00	12295,43	0,024	0,016	196,727	0,033	2965,939	0,051	0,041	0,046	4,753
	2 + 140																	
ZANJAS	0+780	ODT-0.78	CD-1,80	1,80	9,93	32,24	10	0,00	29975,00	0,024	0,016	479,600	0,033	3952,367	0,117	0,131	0,098	3,665
	1 + 420	ODT-1.42	CD-0,60	0,30	50	22,54	10	542,02	0,00	0,024	0,019	13,008	0,033	572,459	0,021	0,013	0,019	1,040
	0+280	ODT-0.28	CD-1,80	1,80	91,21	8,33	10	1260,00	18707,56	0,024	0,019	385,684	0,033	2009,166	0,154	0,178	0,124	2,172
	0+280	ODT-0.28	CD-1,80	1,80	73,98	15,96	10	1260,00	18707,56	0,024	0,019	385,684	0,033	2781,057	0,127	0,143	0,105	2,698

COLECTORES y ODTs

PUNTO DE REFERENCIA				CONDUCTOS DE AGUA						CUENCA APORTACION			CAUDALES APORTADOS			DIMENSIONAMIENTO HIDRAULICO CONDUCTO			
Número	Progres Km+m	Elemento	Cota Terreno	Tipo	Dimens. m	Longitud m	Pendiente %	Cotas entrada m	Cotas salida m	Tiempo concen (min)	Calzada m2	Terreno m2	Calzada l/s/m2	Terreno l/s/m2	Total l/s	Rugosidad	Caudal máximo l/s	Calado m	Velocidad m/s
ODT's TRONCO																			
ODT-0.08 Existente	0+080	Arqueta	88,19	Tajea	0,60	15,10	17,40	88,19	85,56	10,00	735,00	10.762,56	0,041	0,030	353,01	0,014	---	0,086	5,110
	0+080	-	85,88																
ODT-0.18	0+180	Arqueta	96,25	Caño	1,50	11,70	0,50	93,75	93,69	10,00	765,50	7.910,19	0,041	0,030	268,69	0,014	4659,94	0,244	1,434
	0+180	Boquilla	93,68																
ODT-0.28	0 + 280	Arqueta	100,36	Caño	1,80	28,32	12,21	96,35	92,89	10,00	1.260,00	18.707,56	0,041	0,030	612,89	0,014	37296,93	0,161	5,470
	0 + 280	Boquilla	93,22																
ODT-0.44	0+440	Arqueta	112,45	Caño	1,50	13,31	2,45	109,63	109,31	10,00	819,00	9.514,82	0,041	0,030	319,02	0,014	10280,49	0,181	2,629
	0+440	Boquilla	109,31																
ODTL-0.65	0 + 650	Arqueta	124,41	Caño	0,60	13,45	0,51	122,95	122,88	10,00	950,00	22,38	0,041	0,030	39,62	0,014	406,37	0,127	0,912
	0 + 650	Boquilla	122,88																
ODT-0.78	0 + 780	Boquilla	128,15	Caño	1,80	17,58	9,50	128,15	126,48	10,00	0,00	29.975,00	0,041	0,030	899,25	0,014	32895,11	0,205	5,624
	0 + 780	-	126,48																
ODTL-0.88	0 + 885	Arqueta	136,57	Caño	0,60	11,67	5,10	134,96	134,37	10,00	0,00	16.136,11	0,041	0,030	484,08	0,014	1287,21	0,255	4,230
	0 + 885	Boquilla	134,37																
ODTL-1.09	1 + 090	Arqueta	145,75	Caño	0,60	13,45	6,26	144,31	143,47	10,00	1.344,00	16.531,80	0,041	0,030	551,06	0,014	1426,75	0,259	4,721
	1 + 090	Boquilla	143,17																

COLECTORES y ODTs

PUNTO DE REFERENCIA				CONDUCTOS DE AGUA						CUENCA APORTACION			CAUDALES APORTADOS		DIMENSIONAMIENTO HIDRAULICO CONDUCTO				
Número	Progres Km+m	Elemento	Cota Terreno	Tipo	Dimens. m	Longitud m	Pendiente %	Cotas entrada m	Cotas salida m	Tiempo concen (min)	Calzada m2	Terreno m2	Calzada l/s/m2	Terreno l/s/m2	Total l/s	Rugosidad	Caudal máximo l/s	Calado m	Velocidad m/s
ODT-1.30	1 + 300	Boquilla	155,83	Cajón	2x2	19,63	1,85	155,75	155,39	10,00	171,00	7.198,64	0,041	0,030	222,97	0,014	---	0,133	2,091
	1 + 300	Boquilla	155,39																
ODTL-1.39	1+390	Arqueta	162,38	Caño	0,60	11,22	0,50	160,97	160,91	10,00	180,00	10.933,71	0,041	0,030	335,39	0,014	403,16	0,418	1,595
	1+390	-	160,91																
ODTL-1.42	1 + 420	Arqueta	162,70	Caño	0,60	14,30	0,50	161,29	161,22	10,00	542,02	0,00	0,041	0,030	22,22	0,014	403,16	0,096	0,765
	1 + 420	Boquilla	161,22																
Camino ermita ODTL-0.02	0+020	Boquilla	160,15	Caño	0,60	11,10	0,50	160,14	160,08	10,00	542,02	5.867,58	0,041	0,030	198,25	0,014	403,16	0,297	1,420
	0+020	Boquilla	160,08																
ODTL-1.60 parte 1	1 + 600	Arqueta	159,48	Caño	0,60	13,55	0,50	157,93	157,87	10,00	1.206,50	7.963,50	0,041	0,036	336,15	0,014	403,56	0,418	1,597
	1 + 600	Boquilla	157,81																
ODTL-1.60 parte 2	1+600	Arqueta	156,80	Caño	0,60	4,50	0,50	155,42	155,40	10,00	1.206,50	7.963,50	0,041	0,036	336,15	0,014	403,16	0,419	1,596
	1 + 600	Boquilla	155,39																
ODT-1.81 Ampliación	1 + 810	Arqueta	150,57	Caño	0,50	22,65	12,10	149,37	146,63	10,00	2.042,50	9.610,34	0,041	0,036	429,71	0,014	1219,60	0,205	5,671
	1 + 810	-	147,12																
ODT-1.86	1 + 860	Boquilla	149,01	Caño	1,50	12,59	9,98	146,07	144,81	10,00	0,00	22.397,56	0,041	0,036	806,31	0,014	20731,07	0,202	5,673
	1 + 860	-	144,81																

COLECTORES y ODTs

PUNTO DE REFERENCIA				CONDUCTOS DE AGUA						CUENCA APORTACION			CAUDALES APORTADOS			DIMENSIONAMIENTO HIDRAULICO CONDUCTO			
Número	Progres Km+m	Elemento	Cota Terreno	Tipo	Dimens. m	Longitud m	Pendiente %	Cotas entrada m	Cotas salida m	Tiempo concen (min)	Calzada m2	Terreno m2	Calzada l/s/m2	Terreno l/s/m2	Total l/s	Rugosidad	Caudal máximo l/s	Calado m	Velocidad m/s
ODT-1.96	1+960	Boquilla	141,33	Cajón	3x2	13,52	6,37	141,16	140,30	10,00	0,00	11.680,32	0,041	0,036	420,49	0,014	---	0,055	2,546
	1+960	Boquilla	139,96																
ODT-2.06	2+060	Arqueta	142,23	Caño	1,50	12,70	3,05	139,43	139,04	10,00	0,00	47.272,38	0,041	0,036	1701,81	0,014	11457,81	0,391	4,650
	2+060	Boquilla	138,97																
ODTL-2.20	2 + 200	-	135,45	Caño	0,40	34,89	8,09	134,34	131,51	10,00	1.742,50	0,00	0,041	0,030	71,44	0,014	550,14	0,097	3,020
	2 + 200	Boquila	131,20																
ODT-2.22	2+220	Arqueta	134,79	Caño	1,80	22,44	4,50	131,44	130,43	10,00	0,00	68.156,64	0,041	0,030	2044,70	0,014	22637,32	0,366	5,521
	2+220	Arqueta	130,29																
ODTL-2.63	2+630	Arqueta	110,75	Caño	1,80	27,03	7,04	107,44	105,53	10,00	868,00	50.310,97	0,041	0,030	1544,92	0,014	28326,57	0,286	5,953
	2+630	-	105,42																
ODT-2.69	2 + 690	Arqueta	107,82	Cajón	2x2	17,72	8,00	105,22	103,80	10,00	202,50	35.015,18	0,041	0,030	1058,76	0,014	---	0,234	5,648
	2 + 690	Boquilla	103,59																
ODTL-2.80	2 + 800	Arqueta	104,72	Caño	0,60	12,69	0,51	101,31	101,25	10,00	202,50	12766,644	0,041	0,030	391,30	0,014	406,37	0,473	1,637
	2 + 800	Boquilla	101,23																
ACCESO ERMITA																			
ODTL-0.15	0+150	Arqueta	165,94	Caño	0,60	6,06	0,70	164,31	164,27	10,00	0,00	7.518,78	0,032	0,026	195,49	0,014	477,37	0,267	1,604
	0+150	Boquilla	164,27																

COLECTORES y ODTS

PUNTO DE REFERENCIA				CONDUCTOS DE AGUA						CUENCA APORTACION			CAUDALES APORTADOS			DIMENSIONAMIENTO HIDRAULICO CONDUCTO			
Número	Progres Km+m	Elemento	Cota Terreno	Tipo	Dimens. m	Longitud m	Pendiente %	Cotas entrada m	Cotas salida m	Tiempo concen (min)	Calzada m2	Terreno m2	Calzada l/s/m2	Terreno l/s/m2	Total l/s	Rugosidad	Caudal máximo l/s	Calado m	Velocidad m/s
ODTL-0.30	0+300	Arqueta	166,13	Caño	0,60	6,16	4,03	164,47	164,22	10,00	0,00	13.601,31	0,032	0,026	353,63	0,014	1144,01	0,229	3,566
	0+300	Boquilla	163,98																
Camino Iremintza ODTL-0.06	0+065	Arqueta	156,68	Caño	0,60	6,05	2,85	155,18	155,01	10,00	0,00	3.438,58	0,032	0,026	89,40	0,014	963,21	0,124	2,131
	0+065	Boquilla	154,95																
Camino Sustaeta ODTL-0.09	0 + 095	Boquilla	156,78	Caño	0,60	7,33	10,00	145,97	145,24	10,00	0,00	17.446,24	0,032	0,026	453,60	0,014	1802,98	0,205	5,310
	0 + 095	Boquilla	155,00																
Viaducto 1 Colector colgado	0 + 630	-	123,83	Caño	0,13	41,07	6,00	123,83	121,37	10,00	390,17	0,00	0,041	0,030	16,00	0,014	21,30	0,081	1,906
	0 + 580	-	121,43																
Viaducto 2 Colector colgado	1 + 026	-	143,01	Caño	0,13	21,70	4,90	143,01	141,95	10,00	206,15	0,00	0,041	0,030	8,45	0,014	19,25	0,058	1,518
	1 + 005	-	140,56																
Viaducto 3 Colector colgado	5 + 403	-	124,40	Caño	0,13	30,94	7,00	124,40	122,23	10,00	293,93	0,00	0,041	0,030	12,05	0,014	23,01	0,064	1,897
	2 + 433	-	122,30	Caño	0,13	40,88	7,00	122,43	119,57	10,00	388,36	0,00	0,041	0,030	15,92	0,014	23,01	0,076	2,024
	2 + 473	-	119,63																

CÁLCULO DE CUENCO DE CAÍDA VERTICAL

ODT-0.28 bajante 1

1. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Ancho de la bajante	Bo	2,00	m
Espesor del labio		0,30	m
Pendiente		66,67	%
Pendiente de cálculo		1,50	T(H):1 (V)

2. CARACTERÍSTICAS DEL FLUJO

Caudal	Q	0,45	m³/s
Caudal por metro de anchura	q	0,23	m³/s/m
Altura crítica	hc	0,17	m

3. CARACTERÍSTICAS DEL RESALTO

Resguardo Cte		0,30	m
Resguardo		0,30	m
hc+resguardo		0,47	m
Salto		0,91	m
Resalto aguas abajo	h'	0,09	m
Longitud del cuenco	L	1,06	m
Longitud mínima	Lmín	0,92	m
Longitud máxima	Lmáx	1,07	m

CÁLCULO DE CUENCO DE CAÍDA VERTICAL

ODT-0.28 bajante 2

1. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Ancho de la bajante	Bo	2,00	m
Espesor del labio		0,30	m
Pendiente		54,64	%
Pendiente de cálculo		1,83	T(H):1 (V)

2. CARACTERÍSTICAS DEL FLUJO

Caudal	Q	0,45	m³/s
Caudal por metro de anchura	q	0,23	m³/s/m
Altura crítica	hc	0,17	m

3. CARACTERÍSTICAS DEL RESALTO

Resguardo Cte		0,30	m
Resguardo		0,30	m
hc+resguardo		0,47	m
Salto		0,69	m
Resalto aguas abajo	h'	0,09	m
Longitud del cuenco	L	0,96	m
Longitud mínima	Lmín	0,82	m
Longitud máxima	Lmáx	0,97	m

CÁLCULO DE CUENCO DE CAÍDA VERTICAL

ODT-1.60 bajante

1. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Ancho de la bajante	B ₀	0,80	m
Espesor del labio		0,25	m
Pendiente		59,31	%
Pendiente de cálculo		1,69	T(H):1 (V)

2. CARACTERÍSTICAS DEL FLUJO

Caudal	Q	0,25	m ³ /s
Caudal por metro de anchura	q	0,31	m ³ /s/m
Altura crítica	h _c	0,21	m

3. CARACTERÍSTICAS DEL RESALTO

Resguardo Cte		0,30	m
Resguardo		0,30	m
h _c +resguardo		0,51	m
Salto		0,81	m
Resalto aguas abajo	h'	0,11	m
Longitud del cuenco	L	1,12	m
Longitud mínima	L _{mín}	0,99	m
Longitud máxima	L _{máx}	1,14	m

CÁLCULO DE CUENCO DE CAÍDA VERTICAL

ODT-2.06 bajante

1. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Ancho de la bajante	B ₀	1,00	m
Espesor del labio		0,30	m
Pendiente		66,67	%
Pendiente de cálculo		1,50	T(H):1 (V)

2. CARACTERÍSTICAS DEL FLUJO

Caudal	Q	1,23	m ³ /s
Caudal por metro de anchura	q	1,23	m ³ /s/m
Altura crítica	h _c	0,54	m

3. CARACTERÍSTICAS DEL RESALTO

Resguardo Cte		0,30	m
Resguardo		0,30	m
h _c +resguardo		0,84	m
Salto		1,78	m
Resalto aguas abajo	h'	0,27	m
Longitud del cuenco	L	2,37	m
Longitud mínima	L _{mín}	2,37	m
Longitud máxima	L _{máx}	2,52	m

CÁLCULO DE CUENCO DE CAÍDA VERTICAL

Bajante del relleno

1. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Ancho de la bajante	B ₀	1,00	m
Espesor del labio		0,25	m
Pendiente		63,65	%
Pendiente de cálculo		1,57	T(H):1 (V)

2. CARACTERÍSTICAS DEL FLUJO

Caudal	Q	0,22	m ³ /s
Caudal por metro de anchura	q	0,22	m ³ /s/m
Altura crítica	h _c	0,17	m

3. CARACTERÍSTICAS DEL RESALTO

Resguardo Cte		0,30	m
Resguardo		0,30	m
h _c +resguardo		0,47	m
Salto		0,70	m
Resalto aguas abajo	h'	0,09	m
Longitud del cuenco	L	0,85	m
Longitud mínima	L _{mín}	0,82	m
Longitud máxima	L _{máx}	0,97	m