I N D I C E

1. INTRODUCCIÓN 2

2. CLIMATOLOGÍA 2

2.1. INTRODUCCIÓN 2

2.2. DATOS ESTACIONES 2

2.3. RESUMEN DE DATOS 5

2.4. CÁLCULO DE LA MÁXIMA PRECIPITACIÓN DIARIA 5

3. HIDROLOGÍA 6

3.1. INTRODUCCIÓN 6

3.2. PERÍODOS DE RETORNO A CONSIDERAR 6

3.3. CARACTERIZACIÓN DE LAS CUENCAS VERTIENTES 6

3.4. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS HIDROLÓGICOS PARA EL CÁLCULO DE CAUDALES 8

3.4.1. INTENSIDAD MEDIA DE PRECIPITACIÓN 8

3.4.2. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA 9

3.4.3. COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD EN LA DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN 11

APÉNDICE Nº1: RESUMEN DE CÁLCULOS 12

APÉNDICE Nº2: PLANO DE CUENCAS Y SUPERFICIES DRENANTES 13

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento aborda la caracterización climatológica e hidrológica del ámbito de actuación correspondiente al proyecto de "Mejora de la seguridad vial en la intersección de Ribela. Construcción de un enlace y reordenación de accesos en la carretera N-525, p.k. 244+368. T.M. de Coles. Provincia de Ourense", así como la extensión territorial que forma parte de las cuencas interceptadas por la traza definida.

Para la elaboración el estudio climático de la zona se emplea las siguientes publicaciones:

- ✓ Datos Climáticos para carreteras" M.O.P. 1964.
- ✓ "Guía Resumida del Clima en España 1981-2010". Publicación de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).
- ✓ Anuarios e informes climatológicos. Meteogalicia.
- ✓ "Mapa de máximas lluvias diarias en la España peninsular", del Ministerio de Fomento.

Los datos de las estaciones pluviométricas y termométricas recogidos por la AEMET sirven para el análisis del clima del tramo objeto de este proyecto.

En las proximidades de la zona de actuación existen tres estaciones termo-pluviométricas, y se valoran los datos de las mismas en función de los siguientes criterios:

- ✓ Proximidad a la zona de estudio
- ✓ Altitud similar al perfil de la traza.
- ✓ Ser estación climatológica principal

En la siguiente tabla se especifican las características de los datos de las estaciones disponibles en la AEMET en las proximidades de la obra:

ID	Denominación	Tipo	Coordenadas (UTM Y-29T ED-50)			Provincia	Ayuntamiento	Centro de la AEMET	Distancia media a la traza (Km)
			Longitud	Latitud	Altura				
10155	OURENSE ESTACIÓN	TP	592539	4689796	139	OURENSE	OURENSE	GAL	4,47
10148	OURENSE	TP	594942	4688775	143	OURENSE	OURENSE	GAL	4,43
19031	PAZO DE FONTEFIZ	TP	595830	4698343	403	OURENSE	COLES	GAL	5,50

Tabla 1: Datos de las estaciones pluviométricas estudiadas.

Los datos recogidos por la AEMET se han procesado informáticamente para optimizar su utilización y obtener los valores medios y máximos (o mínimos según proceda) de las variables térmicas y pluviométricas más significativas de la serie de datos y así crear climogramas y otros gráficos estadísticos.

El objeto del estudio climatológico es caracterizar las distintas variables climáticas con el fin de obtener los índices climáticos utilizables en el diseño de plantaciones y del cálculo del drenaje de las obras.

2. CLIMATOLOGÍA

2.1. INTRODUCCIÓN

Dentro del complejo conjunto de fenómenos, procesos y características que definen el clima, se resumen en este apartado los datos climáticos más significativos de las variables que se registran en las estaciones seleccionadas.

2.2. DATOS ESTACIONES

DENOMINACIÓN DE LA ESTACIÓN: Ourense-Ourense

Data		Temp. media (ºC)	Temp. máxima (ºC)	Temp. mínima (ºC)	Humidade relativa media (%)	Temp. media das máximas (ºC)	Temp. media das mínimas (ºC)	Chuvia máxima diaria (L/m2)	Días de chuvia ≥ a 0.1 mm (Días)	Días de chuvia ≥ a 1 mm (Días)	Días de chuvia ≥ a 10 mm (Días)
Xaneiro	2016	9,6	20,2	-1,8	84,5	13,9	5,8	44,4	25	19	8
Febreiro	2016	8,7	20,2	-1,3	81,3	13,8	4,6	35,4	19	13	7
marzo	2016	9,7	21,2	-1	73,8	16,7	4,2	23	17	15	3
Abril	2016	11,8	25,6	0,5	70,3	18,6	6,4	25,2	15	15	6
Maio	2016	15,4	33,6	1,6	69,4	22,6	9,4	17,6	17	15	3
Xuño	2016	20,1	35,7	7,7	62	27,9	13	11,6	6	3	1
Xullo	2016	23,6	41	9,6	55	33,2	15,1	0	0	0	0
Agosto	2016	23,3	40,5	9,5	54	33,5	14,8	17,6	2	2	1
Setembro	2016	19,8	41,6	9,3	64	29	12,7	24,4	4	3	1
Outubro	2016	15,2	28,5	5,8	76	23,2	10	13,6	9	8	2
Novembro	2016	9,3	25	1,6	84	14,6	5,7	22,2	15	11	4
Decembro	2016	7,1	19,8	-2	86	13,5	3,5	11,8	3	3	1
		MEDIA	MÁXIMA	MÍNIMA	MEDIA	MEDIA DAS MÁXIMAS	MEDIA DAS MÍNIMAS	MÁXIMA	TOTAL	TOTAL	TOTAL
ANO 2016		14,5	41,6	-2,0	71,7	21,7	8,8	44,4	132	107	37

Tabla 2: Datos obtenidos de la estación pluviométrica de Ourense (Ourense).

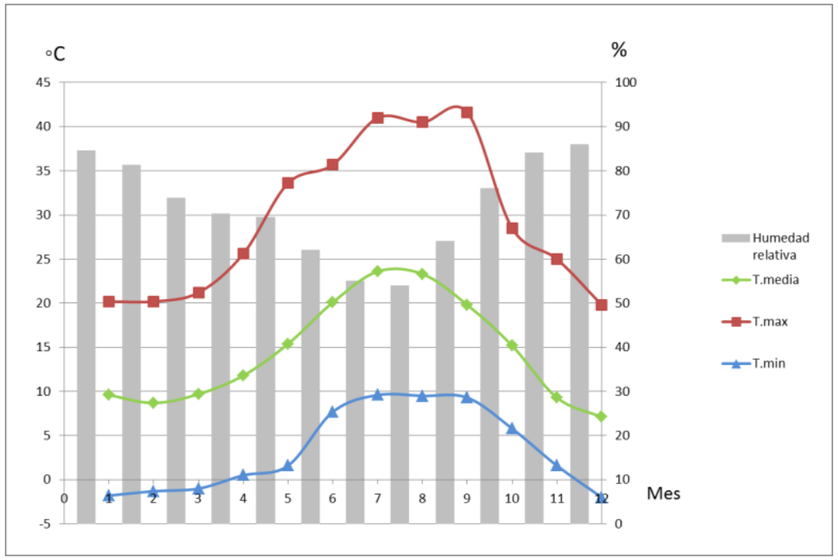


Gráfico 1: Datos climáticos obtenidos de la estación pluviométrica de Ourense (Ourense).

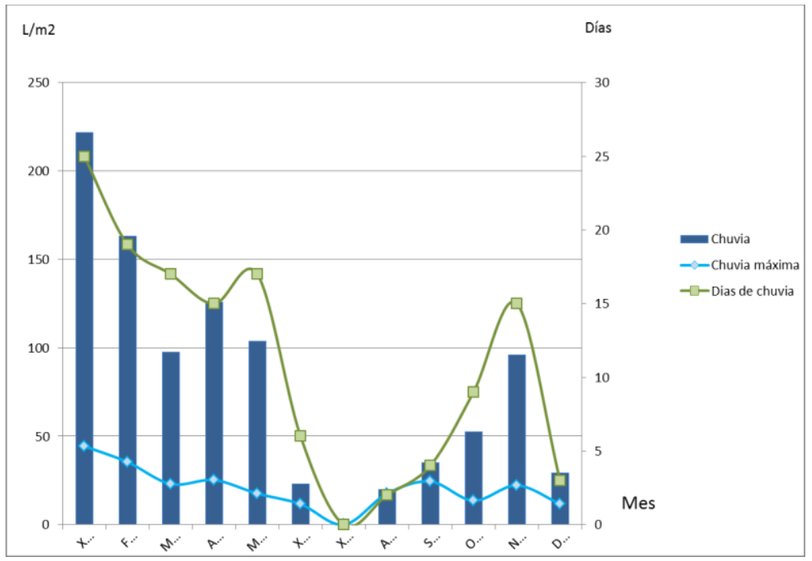


Gráfico 2: Datos pluviométricos obtenidos de la estación pluviométrica de Ourense (Ourense)

DENOMINACIÓN DE LA ESTACIÓN: Ourense-Estación

Data		Temp. media (ºC)	Temp. máxima (ºC)	Temp. mínima (ºC)	Humidade relativa media (%)	Chuvia (L/m2)	Temp. media das máximas (ºC)	Temp. media das mínimas (ºC)	Chuvia máxima diaria (L/m2)	Días de chuvia ≥ a 0.1 mm (Días)	Días de chuvia ≥ a 1 mm (Días)	Días de chuvia ≥ a 10 mm (Días)
Xaneiro	2016	9,9	20,8	-0,4	85,1	237	14,2	6,4	48,6	22	19	8
Febreiro	2016	9,2	20,6	0,2	80,8	175,3	14	5,4	38,2	17	15	8
marzo	2016	10,2	21,4	-0,1	75,6	97,6	17	4,9	28,1	15	14	2
Abril	2016	12,6	27	2,5	70,5	126,5	19,2	7,5	23,7	14	14	5
Maio	2016	16,1	33,9	3,6	70,7	101,2	23	10,5	17,9	17	15	3
Xuño	2016	20,4	35,4	8,9	66	26,4	27,8	13,9	12,6	6	3	2
Xullo	2016	24	41,1	10,6	58	0	33,1	16,2	0	0	0	0
Agosto	2016	23,7	41,2	10,8	57	10,5	33,5	15,7	8,8	2	2	0
Setembro	2016	21,2	34,5	9,1	67	29	13,6	3	10,2	5	3	1
Outubro	2016	16	29,6	7,8	78	50,1	23,7	11,1	15,2	9	8	1
Novembro	2016	10,1	25,9	2,2	86	98,3	15,3	6,8	23,4	16	11	4
Decembro	2016	8,1	20,6	-0,2	87	32,5	14,1	4,8	12,5	3	3	2
		MEDIA	MÁXIMA	MÍNIMA	MEDIA	TOTAL	MEDIA	MEDIA	MÁXIMA	TOTAL	TOTAL	TOTAL
ANO 2016		15,1	41,2	-0,4	73,5	984,4	20,7	8,9	48,6	126	107	36

Tabla 3: Datos obtenidos de la estación pluviométrica de Estación (Ourense).

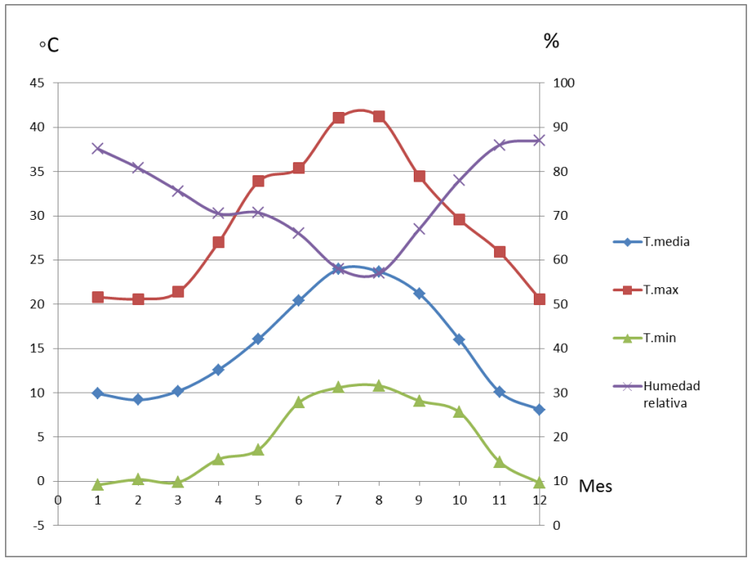


Gráfico 3: Datos climáticos obtenidos de la estación pluviométrica de Estación (Ourense).

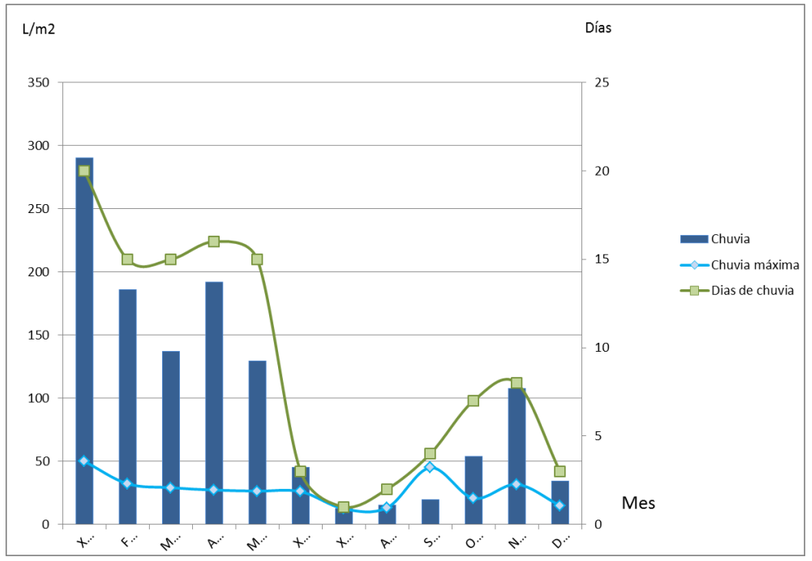


Gráfico 3: Datos pluviométricos obtenidos de la estación pluviométrica de Estación (Ourense).

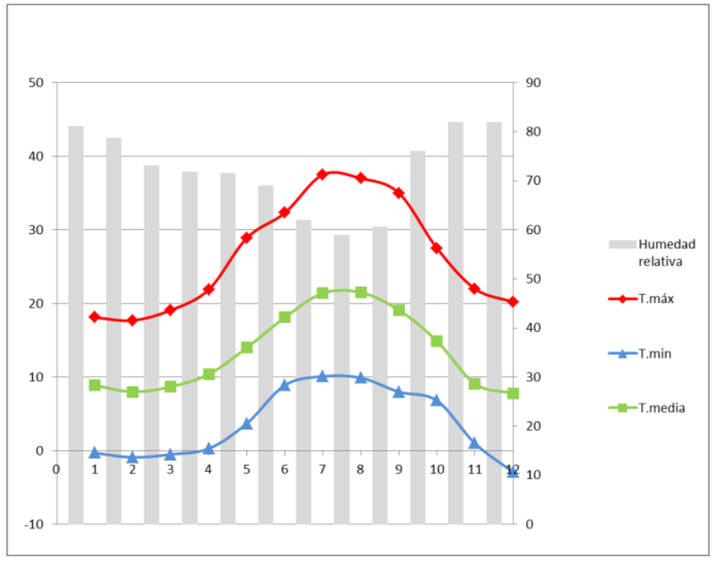


Gráfico 5: Datos climáticos obtenidos de la estación pluviométrica de Pazo de Fontefiz (Coles).

DENOMINACIÓN DE LA ESTACIÓN: Coles - Pazo de Fontefiz

Data		Temp. media (ºC)	Temp. máxima (ºC)	Temp. mínima (ºC)	Humidade relativa media (%)	Chuvia (L/m2)	Chuvia máxima diaria (L/m2)	Días de chuvia maior ou igual a 1 mm (Días)	Días de chuvia maior ou igual a 10 mm (Días)	Días de chuvia maior ou igual a 30 mm (Días)	Días de chuvia maior ou igual a 60 mm (Días)
Xaneiro	2016	8,9	18,1	-0,3	81,1	290,6	50,1	20	11	1	0
Febreiro	2016	8	17,7	-0,9	78,7	186	32,3	15	9	1	0
Marzo	2016	8,7	19,1	-0,5	73,1	137	29,2	15	5	0	0
Abril	2016	10,4	21,9	0,3	71,9	192,2	27,3	16	11	0	0
Maio	2016	14	28,9	3,7	71,6	129,4	26,5	15	5	0	0
Xuño	2016	18,1	32,3	8,9	69	45,5	26,1	3	2	0	0
Xullo	2016	21,4	37,5	10,1	62	12,5	12,5	1	1	0	0
Agosto	2016	21,5	37	9,9	59	15,4	13,3	2	1	0	0
Setembro	2016	19,1	35	8	60,6	19,6	45	4	1	1	0
Outubro	2016	14,9	27,5	6,8	76	54,2	20,8	7	1	0	0
Novembro	2016	9,1	22	1	82	107,9	31,8	8	5	1	0
Decembro	2016	7,8	20,2	-2,9	82	34,5	15	3	2	0	0
		MEDIA	MÁXIMA	MÍNIMA	MEDIA	TOTAL	MEDIA	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL
ANO 2016		13,5	37,5	-2,9	72,3	1224,8	27,5	109	54	4	0

Tabla 4: Datos obtenidos de la estación pluviométrica de Pazo de Fontefiz (Coles)

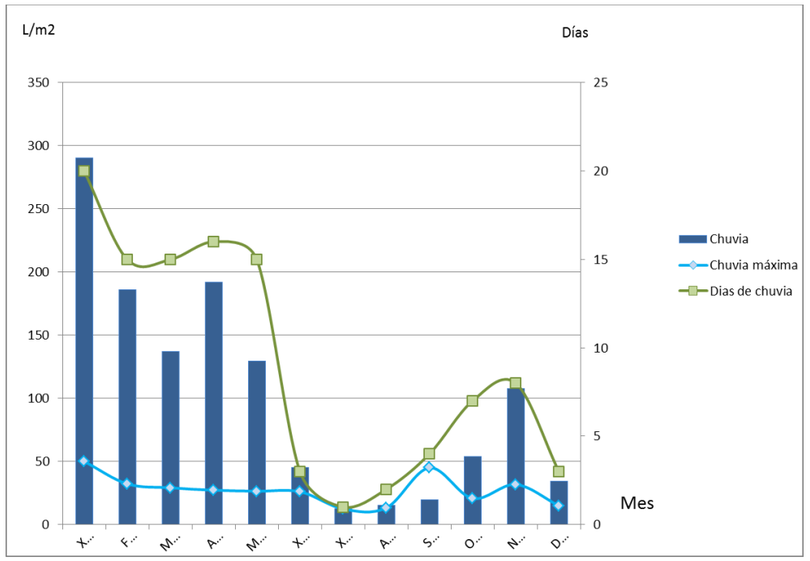


Gráfico 6: Datos pluviométricos obtenidos de la estación pluviométrica de Pazo de Fontefiz (Coles).

2.3. RESUMEN DE DATOS

Observando los datos mostrados anteriormente, se establecen las siguientes conclusiones en cuanto a las temperaturas:

- la temperatura media anual de la zona está en el entorno de los 14ºC
- la temperatura máxima absoluta obtenida es de 41,6 ºC
- la temperatura mínima obtenida es de -2,9 ºC
- la temperatura media de las máximas es de 21ºC
- la temperatura media de las mínimas es 8,9ºC.

En cuanto a los datos pluviométricos, las precipitaciones de la zona en la que se actúa son abundantes, con una precipitación media anual oscilante entre 968,2 y 1.224,8 L/m2. El periodo más húmedo corresponde a los meses comprendidos entre Noviembre y Mayo.

El clima resultante de esta zona corresponde a un clima oceánico.

Figura 1. Mapa de climas de la península ibérica.

2.4. CÁLCULO DE LA MÁXIMA PRECIPITACIÓN DIARIA

La Dirección General de Carreteras editó en 1999 la publicación "Máximas lluvias diarias en la España Peninsular" donde se recoge el "Mapa para el cálculo de máximas precipitaciones diarias en la España Peninsular (1997)". Este Mapa ha sido obtenido a partir de un estudio realizado por el CEDEX a escala nacional.

La función de distribución utilizada es la denominada SQRT-ETmax y el procedimiento seguido para la estimación regional de los cuantiles fue el de momentos.

El proceso es el siguiente:

- ✓ Localización en los planos del punto deseado.
- ✓ Estimación mediante las isolíneas presentadas del coeficiente de variación Cv y del valor P de máxima precipitación diaria anual en la zona de actuación.
  - Cv= 0,35
  - P= 55 mm.
- ✓ Obtención del factor de amplificación Y_T, para el período de retorno deseado T y el valor Cv, mediante el uso de la tabla 7.1 recogida en la publicación.

T (años)	2	5	10	25	50	100	200	500
Cv=0,35 ; Y_T	0,921	1,217	1,438	1,732	1,961	2,22	2,48	2,831

Tabla 5: Relación Yt con el periodo de retorno y para un valor CV (Extracto Tabla 7.1 Máximas lluvias diarias en la España Peninsular)

- ✓ Se realiza el producto de ampliación Y_T por el valor medio P obteniéndose la precipitación máxima diaria para el período de retorno deseado $(Pd)_T$. En el presente caso se obtienen los valores de precipitación máxima diaria siguientes:

T (años)	2	5	10	25	50	100	200	500
Cv=0,35 ; Y_T	0,921	1,217	1,438	1,732	1,961	2,22	2,48	2,831
Pd (mm)	50,655	66,935	79,09	95,26	107,86	122,1	136,4	155,71

Tabla 6: Valores de precipitación máxima diaria en función del periodo de retorno

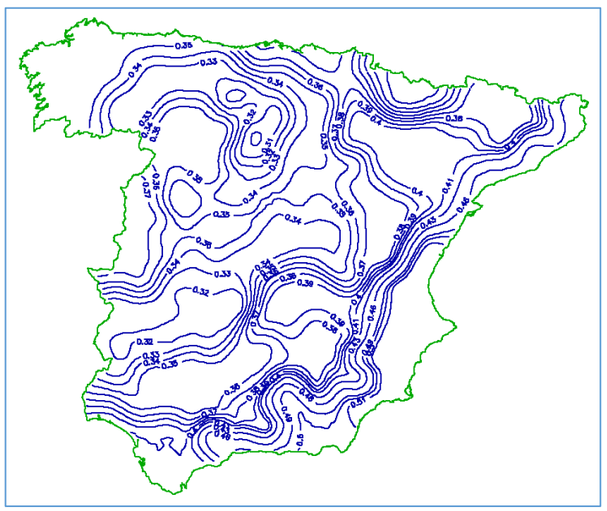


Figura 2. Mapa de Isolíneas del valor regional del coeficiente Cv.

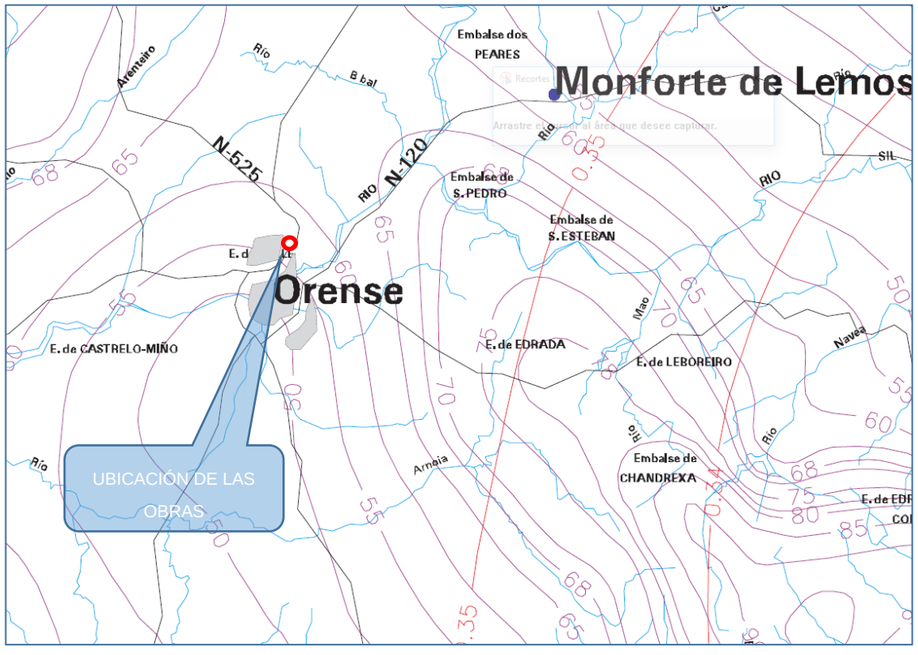


Figura 3. Isolíneas del valor del coeficiente P en la provincia de Ourense.

3. HIDROLOGÍA

3.1. INTRODUCCIÓN

Conocidos los datos de la precipitación correspondiente a la zona de proyecto, el siguiente paso sería determinar el caudal circulante por el área de afección para un período de retorno determinado. Dicho caudal vertiente será en función de la topografía del terreno, de la intensidad de la lluvia y de las características del suelo.

El procedimiento de cálculo se ha desarrollado conforme a lo dispuesto en la Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2 - IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras.

3.2. PERÍODOS DE RETORNO A CONSIDERAR

La selección del 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.

El período de retorno T, es el periodo de tiempo expresado en años para el cual el caudal máximo anual tiene una probabilidad de ser excedido igual a 1/T.

La normativa 5.2-I.C. recomienda adoptar períodos de retorno no inferiores a los que se exponen a continuación para cada uno de los siguientes elementos de drenaje:

- ✓ Drenaje de plataforma y márgenes: veinticinco años (T= 25 años), salvo en el caso excepcional de desagüe por bombeo en que se debe adoptar cincuenta años (T= 50 años).
- ✓ Drenaje transversal: se debe establecer por el proyecto en un valor superior o igual a cien años (T=100 años) que resulte compatible con los criterios sobre el particular de la Administración Hidráulica competente.

3.3. CARACTERIZACIÓN DE LAS CUENCAS VERTIENTES

Con objeto de definir la influencia que la nueva infraestructura puede provocar sobre el curso actual de la escorrentía que se produce en el entorno, se han estudiado las cuencas interceptadas por los nuevos viales.

Para el cálculo del caudal recogido en cada cuenca es necesario definir sus parámetros físicos, que junto con los datos de precipitaciones máximas para distintos periodos de retorno, servirán de base para este cálculo.

En concreto los parámetros definidos han sido:

- ✓ Nombre de la cuenca
- ✓ Área de la cuenca (km²)
- ✓ Longitud del cauce principal (m)
- ✓ Cotas máxima y mínima del cauce principal (m)
- ✓ Diferencia de cotas (m)
- ✓ Pendiente media (m/m)
- ✓ Tiempo de concentración (Tc) en horas

Este último parámetro (Tc), se ha evaluado siguiendo las recomendaciones de la norma 5.2-I.C., como:

$$T_c = 0{,}3 \cdot L_c^{\,0{,}76} \cdot J_c^{\,-0{,}19}$$

Siendo:

T_C = tiempo de concentración (en horas)

Lc = longitud del cauce principal (en km)

Jc = pendiente media del cauce principal (m/m)

Para las cuencas secundarias, el tiempo de concentración se debe determinar dividiendo el recorrido de la escorrentía en tramos de característica homogéneas inferiores a trescientos metros de longitud (300 m) y sumando los tiempos parciales obtenidos, distinguiendo entre:

- Flujo canalizado a través de cunetas u otros elementos de drenaje: se puede considerar régimen uniforme y aplicar la ecuación de Manning.
- Flujo difuso sobre el terreno:

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

Ecuación que ha sido adaptada para poder ser operada siguiendo las unidades de la t_c anterior de la siguiente manera:

$$t_{dif} = 2 \cdot (L_{dif} \cdot 1000)^{0{,}408} \cdot n_{dif}^{\,0{,}312} \cdot J_{dif}^{\,-0{,}209} / 60$$

Siendo:

t_{dif} = tiempo de recorrido en flujo difuso sobre el terreno (en horas)

n_{dif} = coeficiente de flujo difuso (tabla 2.1 de la 5.2.I.C.)

L_{dif} = longitud del recorrido en flujo difuso (en km)

J = pendiente media (m/m)

TABLA 2.1.- VALORES DEL COEFICIENTE DE FLUJO DIFUSO n_{dif}

Cobertura del terreno		n_{dif}
Pavimentado o revestido		0,015
No pavimentado ni revestido	Sin vegetación	0,050
	Con vegetación escasa	0,120
	Con vegetación media	0,320
	Con vegetación densa	1,000

Debido a que en las cuencas secundarias objeto de estudio se aprecia una preponderancia del flujo difuso del terreno, siendo la longitud canalizada de muy corta longitud (inferior a los 300 metros que marca la norma para que se considere flujo difuso en cuencas principales), se ha considerado que el tiempo de concentración es el tiempo del recorrido en flujo difuso

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS CUENCAS

CUENCA	ÁREA Km2	LONGITUD- Lc/Ldif m	COTA MÁX. msnm	COTA MIN. msnm	DESNIVEL m	PTE. MEDIA- Jc/Jdif m/m	ndif	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN - t_c/t_{dif} h
C.PRINCIPAL 1	0,491964	1,01	400	305	95	0,094	-	0,474
C.SECUNDARIA 1	0,00333	0,116	312	298	14	0,121	0,320	0,253
C.SECUNDARIA 2	0,002015	0,061	310	295	15	0,246	0,320	0,196
C.SECUNDARIA 3	0,012449	0,153	400	305	95	0,621	0,320	0,318

Tabla 7: Características físicas de las cuencas objeto de estudio

Respecto a las superficies que forman parte de la plataforma, y que se hace referencia como superficies drenantes, han sido calculadas aquellas que por su área, pendiente y distribución, tienen un impacto significativo en los elementos de drenaje asociados. Estas superficies se muestran a continuación:

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS SUPERFICIES DRENANTES					
SUPERFICIES DRENANTES	**ÁREA** Km2	**LONGITUD** Ldif	**PTE. MEDIA-Jdif** m/m	**ndif**	**TIEMPO DE CONCENTRACIÓN - Tc/Tdif** h
PLATAFORMA 1	0,001456	0,155	0,022	0,015	0,168
PLATAFORMA 2	0,000239	0,061	0,022	0,015	0,115
PLATAFORMA 3	0,002293	0,179	0,066	0,015	0,142
PLATAFORMA 4	0,000749	0,109	0,023	0,015	0,145
PLATAFORMA 5	0,002187	0,13	0,076	0,015	0,121
PLATAFORMA 6	0,002299	0,183	0,038	0,015	0,160
PLATAFORMA 7	0,000757	0,117	0,038	0,015	0,134
PLATAFORMA 8	0,001238	0,211	0,045	0,015	0,164
PLATAFORMA 9	0,0008	0,211	0,045	0,015	0,164

Tabla 8: Características físicas de las superficies drenantes objeto de estudio

3.4. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS HIDROLÓGICOS PARA EL CÁLCULO DE CAUDALES

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

Según la Instrucción 5.2.-IC, para cuencas pequeñas es apropiado el método hidrometeorológico basado en la aplicación de la fórmula racional: una intensidad media de precipitación y una estimación de escorrentía constante en el tiempo.

Este método parte básicamente de las mismas hipótesis que el clásico método racional pero incluye un factor corrector de uniformidad que contempla el reparto temporal del aguacero, cuya duración total se considera equivalente al tiempo de concentración, tal como establece también la fórmula racional clásica.

La hipótesis de lluvia neta constante que establece el método racional, no es real, y en la práctica existen variaciones en su reparto temporal que favorecen el desarrollo de los caudales punta. Esto complica el problema de obtener una fórmula simple para análisis de los caudales punta.

Sin embargo, en el método modificado, dentro de la duración del tiempo de concentración la variación de la lluvia neta la refleja globalmente, refiriendo los caudales punta determinados considerando esa variación a los caudales homólogos calculados con lluvia neta constante. La fórmula de cálculo empleada corresponde a una versión del método racional. Se conserva la expresión tradicional incorporándole únicamente el factor K, denominado de uniformidad.

- Q = caudal de aguas pluviales correspondiente a un período de retorno dado (m3/s)
- I(T,tc) = Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno considerado T, para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración tc.
- A = superficie de la cuenca (Km2)
- C = coeficiente de escorrentía
- K=coeficiente de uniformidad

Los parámetros hidrológicos que intervienen en la determinación de los caudales de desagüe de una cuenca son el umbral de escorrentía, Intensidades medias de precipitación y coeficiente de escorrentía.

3.4.1.INTENSIDAD MEDIA DE PRECIPITACIÓN

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

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

Donde:

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

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:

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

- K_A (adimensional) Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca

Como se ha indicado en el apartado anterior, para el cálculo de la precipitación total diaria se empleará la metodología recogida en la publicación del Ministerio de Fomento "Las Precipitaciones Máximas en 24 horas y sus períodos de retorno en España. Volumen 1 Galicia" obtenidas en el apartado anterior:

T (años)	2	5	10	25	50	100	200	500
Cv=0,35 ; Yt	0,921	1,217	1,438	1,732	1,961	2,22	2,48	2,831
Pd (mm)	50,655	66,935	79,09	95,26	107,86	122,1	136,4	155,71

Tabla 6: Valores de precipitación máxima diaria en función del periodo de retorno

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:

Si $A < 1$ km² $\qquad K_A = 1$

Si $A \geq 1$ km² $\qquad K_A = 1 - \frac{\log_{10} A}{15}$

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 tomará el mayor valor de los obtenidos de entre los que se indican a continuación:

$$F_{int} = máx\ (F_a, F_b)$$

Donde:

- Fa (adimensional) Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad (I1/Id)
- Fb (adimensional) Factor obtenido a partir de las curvas IDF de un pluviógrafo próximo.

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

Para obtener el valor de Fa, se utilizará la figura 2.4 de la 5.2. I.C., obteniéndose un índice de torrencialidad (I_1/Id) de 8 para nuestro caso:

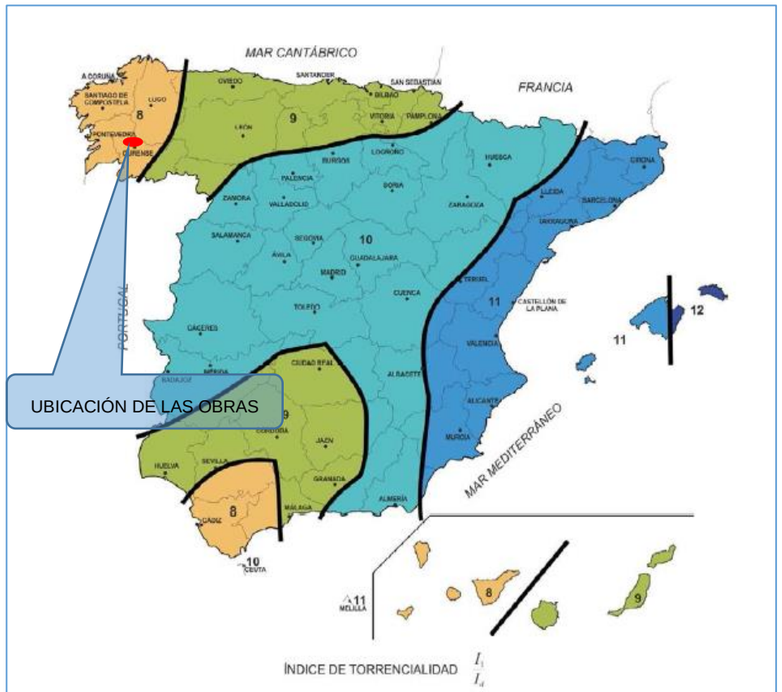


FIGURA 2.4.- MAPA DEL ÍNDICE DE TORRENCIALIDAD (I_1/I_d)

Para la obtención de F_b, es necesario de disponer de las curvas IDF para calcular la intensidad de precipitación en función del tc (duración del aguacero) y del período de retorno T considerado (en nuestro caso 25 años), obtener el cociente de intensidades siguiente:

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

En donde k_b es un factor que tiene en cuenta la relación entre la intensidad máxima anual en un período de veinticuatro horas y la intensidad máxima anual diaria. En defecto de un cálculo específico se puede tomar k_b de 1,13.

Los valores $I_{IDF}(T,t_c)$ y $I_{IDF}(T,24)$ se mostrarán en tablas 10 y 11 (Apéndice Nº1)

3.4.2.COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

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

El coeficiente de escorrentía C, se obtendrá mediante la siguiente fórmula:

Si $P_d \cdot K_A > P_0$

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

Si $P_d \cdot K_A \leq P_0$

$$C = 0$$

Donde:

C = Coeficiente de escorrentía

P_d = Precipitación diaria correspondiente al período de retorno T considerado (mm)

K_A = Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca

P_0 = Umbral de escorrentía (mm)

El umbral de escorrentía P0 (mm) se determinará con la siguiente fórmula:

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

Donde:

P_0^i es el valor inicial del umbral de escorrentía y se obtiene de la tabla 2.3. de la 5.2.I.C.

β (adimensional) Coeficiente corrector del umbral de escorrentía

El tipo hidrológico del suelo se obtiene de la tabla 2.4. En este caso pertenece al grupo Hidrológico B

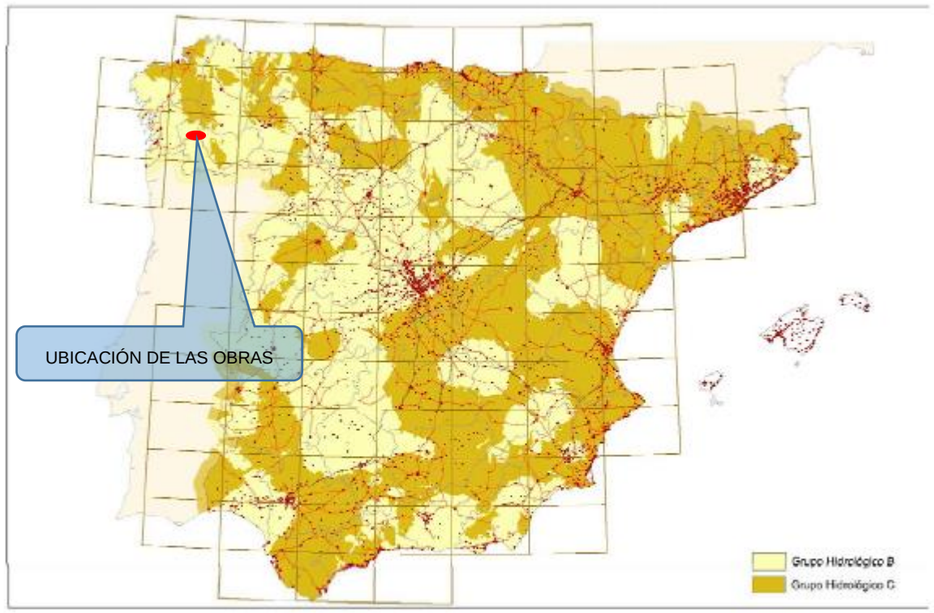


FIGURA 2.7.- MAPA DE GRUPOS HIDROLÓGICOS DE SUELO

TABLA 2.4.- GRUPOS HIDROLÓGICOS DE SUELO A EFECTOS DE LA DETERMINACIÓN DEL VALOR INICIAL DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA

Considerando los usos del suelo de cada una de las cuencas y superficies de drenaje, según la tabla 2.4 de la 5.2.I.C. y teniendo en cuenta un grupo hidrológico B obtenemos:

CUENCA	USO DEL SUELO	CÓD.	Po
C.PRINCIPAL 1	Bosque mixto	31300	47
C.SECUNDARIA 1	Bosque mixto	31300	47
C.SECUNDARIA 2	Bosque mixto	31300	47
C.SECUNDARIA 3	Prados y praderas	23100	33
PLATAFORMAS	Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados	12200	1
TERRAPLENES/DESMONTES	Espacios con vegetación escasa	33300	14

Tabla 9: Características del uso del suelo y Po correspondiente a las cuencas/superficies objeto de estudio

Como no se dispone de información suficiente en la propia cuenca de cálculo o en cuencas próximas similares, para llevar a cabo la calibración específica para la cuenca, se puede tomar el valor del

coeficiente corrector a partir de los datos de la tabla 2.5, correspondientes a las regiones de la figura 2.9 de la 5.2.I.C.

Según la figura 2.9, nuestra zona de proyecto se encuentra dentro de la zona 11:

FIGURA 2.9.- REGIONES CONSIDERADAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL COEFICIENTE CORRECTOR DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA

TABLA 2.5.- COEFICIENTE CORRECTOR DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA: VALORES CORRESPONDIENTES A CALIBRACIONES REGIONALES

Región	Valor medio, β_m	Desviación respecto al valor medio para el intervalo de confianza del			Período de retorno T (años), F_T				
		50% Δ_{50}	67% Δ_{67}	90% Δ_{90}	2	5	25	100	500
11	0,90	0,20	0,30	0,50	0,80	0,90	1,13	1,34	1,59

Los valores de escorrentía asociados a cada una de las cuencas o superficies estudiadas se mostrarán en las tablas 10 y 11 (Apéndice Nº1).

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

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

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

Siendo:

K_t = Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación

t_c = Tiempo de concentración de la cuenca

Los valores del coeficiente de uniformidad de cada una de las cuencas o superficies estudiadas se mostrarán en las tablas 10 y 11 (Apéndice Nº1)

APENDICE Nº1: RESUMEN DE CALCULOS

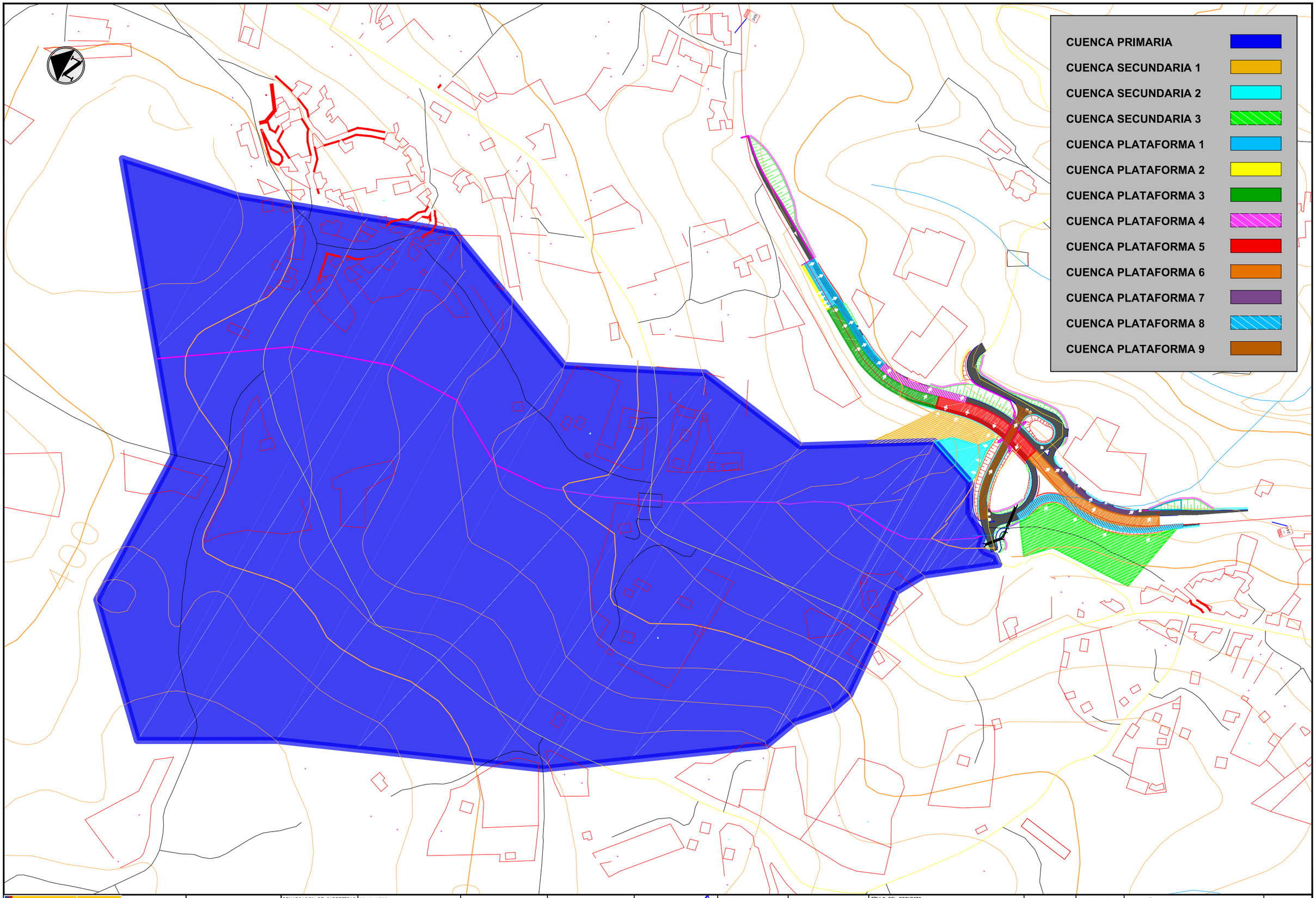
	A [km^2]	Tc [horas]	P [mm]	Yt	Pd [mm]	I1/Id	CV	T [años]	I(T,t)	Id [mm/h]	KA	Fint	Fa	Fb	kb	I_{IDF}(T,tc) [mm/h]	I_{IDF}(T,24) [mm/h]	C	Po	Po´	β	F_T	Δ50	βm	Kt	Q [l/s]
C.PRINCIPAL 1	0,491964	0,474	55	2,22	122,1	8	0,35	100	60,03	5,09	1,00	11,80	11,68	11,80	1,13	59,43	5,69	0,241	44,086	47	0,938	1,34	0,2	0,9	1,027	**2026,870**
C.SECUNDARIA 1	0,00333	0,253	55	1,732	95,26	8	0,35	25	63,03	3,97	1,00	15,88	15,72	15,88	1,13	62,41	4,44	0,217	37,177	47	0,791	1,13	0,2	0,9	1,013	**12,819**
C.SECUNDARIA 2	0,002015	0,196	55	1,732	95,26	8	0,35	25	70,72	3,97	1,00	17,82	17,64	17,82	1,13	70,01	4,44	0,217	37,177	47	0,791	1,13	0,2	0,9	1,009	**8,673**
C.SECUNDARIA 3	0,012449	0,318	55	1,732	95,26	8	0,35	25	56,70	3,97	1,00	14,28	14,14	14,28	1,13	56,14	4,44	0,329	26,103	33	0,791	1,13	0,2	0,9	1,017	**65,586**

Tabla 10: Resumen cálculos de coeficientes y caudales de las cuencas objeto de estudio

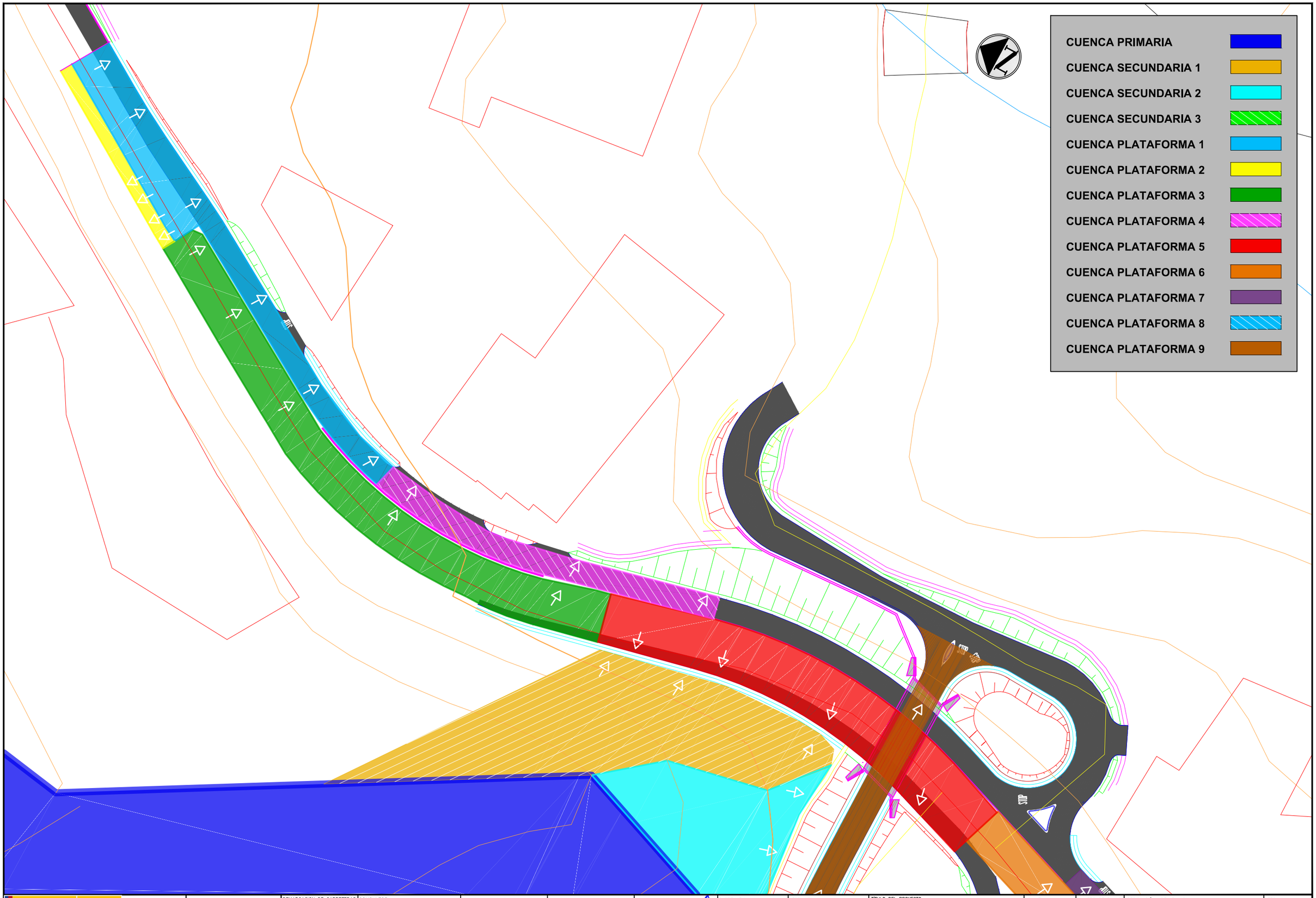
	A [km^2]	Tc [horas]	P [mm]	Kt	Pd [mm]	I1/Id	CV	T [años]	I(T,t)	Id [mm/h]	KA	Fint	Fa	Fb	kb	I_{IDF}(T,tc) [mm/h]	I_{IDF}(T,24) [mm/h]	C	Po	Po´	β	F_T	Δ50	βm	Kt	Q [l/s]
PLATAFORMA 1	0,001456	0,168	55	1,732	95,26	8	0,35	25	75,73	3,97	1,00	19,08	18,89	19,08	1,13	74,98	4,44	0,992	0,791	1	0,791	1,13	0,2	0,9	1,008	**30,60**
PLATAFORMA 2	0,000239	0,115	55	1,732	95,26	8	0,35	25	89,25	3,97	1,00	22,49	22,26	22,49	1,13	88,36	4,44	0,992	0,791	1	0,791	1,13	0,2	0,9	1,005	**5,90**
PLATAFORMA 3	0,002293	0,142	55	1,732	95,26	8	0,35	25	81,59	3,97	1,00	20,56	20,35	20,56	1,13	80,78	4,44	0,992	0,791	1	0,791	1,13	0,2	0,9	1,006	**51,85**
PLATAFORMA 4	0,000749	0,145	55	1,732	95,26	8	0,35	25	80,86	3,97	1,00	20,37	20,17	20,37	1,13	80,06	4,44	0,992	0,791	1	0,791	1,13	0,2	0,9	1,006	**16,79**
PLATAFORMA 5	0,002187	0,121	55	1,732	95,26	8	0,35	25	87,39	3,97	1,00	22,02	21,80	22,02	1,13	86,52	4,44	0,992	0,791	1	0,791	1,13	0,2	0,9	1,005	**52,91**
PLATAFORMA 6	0,002299	0,160	55	1,732	95,26	8	0,35	25	77,29	3,97	1,00	19,47	19,28	19,47	1,13	76,52	4,44	0,992	0,791	1	0,791	1,13	0,2	0,9	1,007	**49,30**
PLATAFORMA 7	0,000757	0,134	55	1,732	95,26	8	0,35	25	83,66	3,97	1,00	21,08	20,87	21,08	1,13	82,83	4,44	0,992	0,791	1	0,791	1,13	0,2	0,9	1,006	**17,55**
PLATAFORMA 8	0,001238	0,164	55	1,732	95,26	8	0,35	25	76,52	3,97	1,00	19,28	19,09	19,28	1,13	75,76	4,44	0,992	0,791	1	0,791	1,13	0,2	0,9	1,007	**26,29**
PLATAFORMA 9	0,0008	0,164	55	1,732	95,26	8	0,35	25	76,52	3,97	1,00	19,28	19,09	19,28	1,13	75,76	4,44	0,992	0,791	1	0,791	1,13	0,2	0,9	1,007	**16,99**

Tabla 11: Resumen cálculos de coeficientes y caudales de las superficies drenantes objeto de estudio

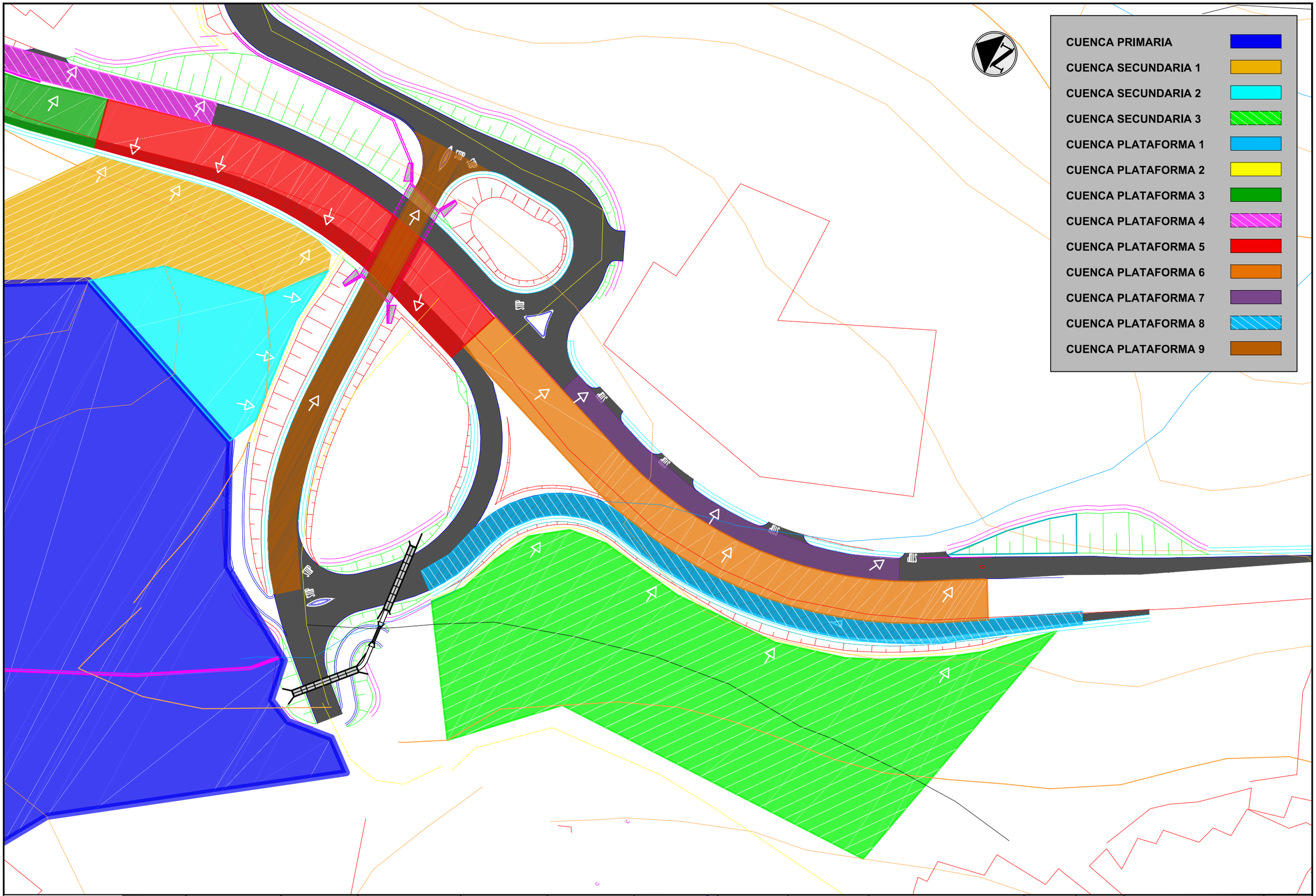
APÉNDICE Nº2: PLANO DE CUENCAS Y SUPERFICIES DRENANTES



GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO	SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS	DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS / SUBDIRECCION GENERAL DE CONSERVACION Y EXPLOTACION	DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTADO EN GALICIA / UNIDAD DE CARRETERAS DE OURENSE	CONSULTOR: L2 ingeniería	EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO: D. ALEJANDRO LÓPEZ PEREZ	EL INGENIERO JEFE DE LA UNIDAD DE CARRETERAS: D. ÁLVARO RODRIGUEZ AGUIAR	Vº Bº EL INGENIERO JEFE DE LA DEMARCACIÓN: D. ANGEL GONZALEZ DEL RÍO	SUSTITUYE A : / SUSTITUIDO POR :	ESCALAS: DIN-A3: 1/ 4.000 (0m. 40 m 80 m.)	TITULO DEL PROYECTO: MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL EN LA INTERSECCIÓN DE RIBELA, CONSTRUCCIÓN DE UN ENLACE Y REORDENACIÓN DE ACCESOS EN LA CARRETERA N-525, P.K. 244+368 T.M. DE COLES.PROVINCIA DE OURENSE	CLAVE: 33-OR-5330	NUMERO DE PLANO: A-05.02 / HOJA: 1 DE 3	DESIGNACIÓN DEL PLANO: ANEJO Nº5 - DRENAJE / APÉNDICE Nº2 / PLANO DE CUENCAS Y SUPERFICIES DRENANTES	FECHA: JULIO 2017 / Nº DE PÁGINA:



GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO	SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS	DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS / SUBDIRECCION GENERAL DE CONSERVACION Y EXPLOTACION	DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTADO EN GALICIA / UNIDAD DE CARRETERAS DE OURENSE	CONSULTOR: L2 ingeniería	EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO: D. ALEJANDRO LÓPEZ PEREZ	EL INGENIERO JEFE DE LA UNIDAD DE CARRETERAS: D. ÁLVARO RODRIGUEZ AGUIAR	Vº Bº EL INGENIERO JEFE DE LA DEMARCACIÓN: D. ANGEL GONZALEZ DEL RÍO	SUSTITUYE A : / SUSTITUIDO POR :	ESCALAS: DIN-A3: 1/ 1.000 0m. 10 m 20 m.	TITULO DEL PROYECTO: MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL EN LA INTERSECCIÓN DE RIBELA. CONSTRUCCIÓN DE UN ENLACE Y REORDENACIÓN DE ACCESOS EN LA CARRETERA N-525, P.K. 244+368 T.M. DE COLES.PROVINCIA DE OURENSE	CLAVE: 33-OR-5330	NUMERO DE PLANO: A-05.02 / HOJA: 2 DE 3	DESIGNACIÓN DEL PLANO: ANEJO Nº5 - DRENAJE / APÉNDICE Nº2 / PLANO DE CUENCAS Y SUPERFICIES DRENANTES	FECHA: JULIO 2017 / Nº DE PÁGINA:



GOBIERNO DE ESPAÑA	MINISTERIO DE FOMENTO	SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS	DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS SUBDIRECCION GENERAL DE CONSERVACION Y EXPLOTACION	DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTADO EN GALICIA UNIDAD DE CARRETERAS DE OURENSE	CONSULTOR: L2 ingeniería	EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO: D. ALEJANDRO LÓPEZ PEREZ	EL INGENIERO JEFE DE LA UNIDAD DE CARRETERAS: D. ÁLVARO RODRIGUEZ AGUAR	V° B° EL INGENIERO JEFE DE LA DEMARCACIÓN: D. ANGEL GONZALEZ DEL RÍO	SUSTITUYE A : SUSTITUIDO POR :	ESCALAS: DIN-A3: 1/ 1.000 0m. 10 m 20 m.	TITULO DEL PROYECTO: MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL EN LA INTERSECCIÓN DE RIBELA. CONSTRUCCIÓN DE UN ENLACE Y REORDENACIÓN DE ACCESOS EN LA CARRETERA N-525, P.K. 244+368 T.M. DE COLES.PROVINCIA DE OURENSE	CLAVE: 33-OR-5330	NUMERO DE PLANO: A-05.02 HOJA: 3 DE 3	DESIGNACIÓN DEL PLANO: ANEJO Nº5 - DRENAJE APÉNDICE Nº2 PLANO DE CUENCAS Y SUPERFICIES DRENANTES	FECHA: JULIO 2017 N° DE PÁGINA: