

# ANEJO N°2 CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

## ÍNDICE

---

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	CLIMATOLOGÍA.....	1
2.1	TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES .....	1
2.2	TEMPERATURA MEDIA ESTACIONAL .....	1
2.3	TEMPERATURA MEDIA DE LAS MÁXIMAS Y LAS MÍNIMAS Y SU OSCILACIÓN.....	2
2.4	TEMPERATURAS MÁXIMAS Y MÍNIMAS ABSOLUTAS Y SU OSCILACIÓN .....	2
2.5	UMBRALES TÉRMICOS .....	3
3.	CARACTERÍSTICAS PLUVIOMÉTRICAS.....	3
3.1	UMBRALES PLUVIOMÉTRICOS .....	4
3.2	PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS .....	4
4.	ESTUDIO HIDROLÓGICO .....	5
4.1	CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS.....	5
4.2	PROCEDIMIENTO PARA LA APLICACIÓN DEL MÉTODO RACIONAL.....	7
4.3	PERIODO DE RETORNO.....	8
4.4	PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA .....	8
4.5	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN .....	9
4.6	FACTOR REDUCTOR POR ÁREA DE CUENCA .....	10
4.7	PRECIPITACIÓN DIARIA CORREGIDA.....	10
4.8	INTENSIDAD MEDIA DIARIA DE PRECIPITACIÓN CORREGIDA .....	11
4.9	FACTOR DE INTENSIDAD .....	11
4.10	INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN.....	14
4.11	UMBRAL DE ESCORRENTÍA.....	15
4.12	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD EN LA DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN .	16
4.13	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA .....	17
4.14	CAUDALES .....	23

## ANEXOS

### ANEXO I: PLANOS Y TABLAS COMPLEMENTARIAS

## 1. INTRODUCCIÓN

La zona de estudio se encuentra en la ciudad de Gijón/Xixón, muy próxima al mar. Su clima se corresponde con el oceánico fresco, caracterizado por abundantes precipitaciones durante el invierno y los primeros días de la primavera y un tiempo más estable y cálido en verano.

## 2. CLIMATOLOGÍA

Para la caracterización del régimen de temperaturas se procesaron los datos observados en la estación termo-pluviómetrica situada en Gijón (Gijón-Puerto 1208H). Aunque la estación Gijón-Campus (1207U) está más próxima al ámbito de estudio, los datos son insuficientes y no se dispone de series completas.

Se han valorado los datos obtenidos de la estación Gijón-Puerto desde el año 2002 hasta el año 2020, ya que, para años anteriores, no se encuentran datos completos, siendo ésta la serie completa más larga.

### 2.1 TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES

La diferencia de temperatura entre los meses más fríos y los más calurosos apenas alcanza los 10 grados. Se alcanza la mínima temperatura media en el mes de febrero, la máxima temperatura se obtiene en el mes de agosto. La temperatura media anual se encuentra en torno a los 15°C.

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL													
Estac.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
1208H	10,90	10,73	11,96	13,34	15,35	18,08	20,17	20,68	19,24	16,83	13,46	11,64	15,20

### 2.2 TEMPERATURA MEDIA ESTACIONAL

En el cuadro siguiente se reflejan las temperaturas medias en grados centígrados en las distintas estaciones del año: Primavera (Marzo, Abril y Mayo), Verano (Junio, Julio y Agosto), Otoño (Septiembre, Octubre y Noviembre) e Invierno (Diciembre, Enero y Febrero).

TEMPERATURA MEDIA ESTACIONAL				
Estación	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
1208H	13,55	19,64	16,51	11,09

## 2.3 TEMPERATURA MEDIA DE LAS MÁXIMAS Y LAS MÍNIMAS Y SU OSCILACIÓN

La media de las temperaturas extremas de las estaciones consultadas (°C) viene reflejada en las siguientes tablas:

MEDIA DE LAS TEMPERATURAS MÁXIMAS MEDIAS MENSUALES													
Estac.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
1208H	13,91	13,84	15,06	16,07	18,03	20,49	22,68	23,37	22,00	19,82	16,43	14,81	18,04

MEDIA DE LAS TEMPERATURAS MÍNIMAS MEDIAS MENSUALES													
Estac.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
1208H	7,58	7,24	8,52	10,21	12,35	15,33	17,34	17,65	16,10	13,39	10,11	8,09	11,99

La oscilación de la media de las temperaturas máximas y mínimas medias mensuales viene reflejada en la siguiente tabla:

OSCILACIONES DE LAS TEMPERATURAS EXTREMAS MEDIAS MENSUALES													
Estac.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
1208H	6,32	6,61	6,54	5,86	5,68	5,16	5,34	5,73	5,90	6,43	6,32	6,72	6,05

## 2.4 TEMPERATURAS MÁXIMAS Y MÍNIMAS ABSOLUTAS Y SU OSCILACIÓN

Las temperaturas máximas y mínimas absolutas de la estación consultada (°C), así como su oscilación, vienen reflejadas en las siguientes tablas:

MÁXIMAS DE LAS TEMPERATURAS MÁXIMAS MENSUALES													
Estac.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
1208H	23,2	24,2	27,4	27	35	31,3	29,9	32,4	31	30,4	27	24,4	35

MÍNIMAS DE LAS TEMPERATURAS MÍNIMAS MENSUALES													
Estac.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
1208H	-0,2	0	-0,5	4,4	6,6	9,4	11,5	12,8	9	4,8	2	0,4	-0,5

OSCILACIONES DE LAS TEMPERATURAS EXTREMAS													
Estac.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
1208H	23,40	24,20	27,90	22,60	28,40	21,90	18,40	19,60	22,00	25,60	25,00	24,00	28,40

## 2.5 UMBRALES TÉRMICOS

Se incluyen a continuación unas tablas resumen con el número de días en los que se superan unos ciertos umbrales térmicos.

NÚMERO MEDIO DE DÍAS DE TEMPERATURA MÍNIMA MENOR DE 0°C													
Estac.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
1208H	0,11	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02

NÚMERO MEDIO DE DÍAS DE TEMPERATURA MÁXIMA MAYOR DE 30°C													
Estac.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
1208H	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,11	0,00	0,11	0,05	0,05	0,00	0,00	0,03

## 3. CARACTERÍSTICAS PLUVIOMÉTRICAS

Para el análisis de las características pluviométricas del área, se selecciona la estación de Gijón-Puerto (1208H).

Dicha estación dispone de datos a lo largo de una serie completa y continuada de años suficientemente larga y se encuentra en funcionamiento en la actualidad.

A continuación se analizan las distintas variables pluviométricas para esta estación.

### 3.1 UMBRALES PLUVIOMÉTRICOS

Se incluyen a continuación unas tablas resumen con el número de días en los que se superan unos ciertos umbrales pluviométricos.

NÚMERO MEDIO DE DÍAS CON PRECIPITACIONES APRECIABLES MAYORES O IGUALES A 0,1 mm													
Estac.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
1208H	18,11	14,89	15,21	15,47	14,53	12,00	10,68	11,47	10,84	15,00	17,95	16,32	14,37

NÚMERO MEDIO DE DÍAS CON PRECIPITACIONES MAYORES O IGUALES A 1 mm													
Estac.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
1208H	14,11	11,42	11,32	11,68	9,63	7,74	5,84	7,00	6,95	10,47	14,16	12,58	10,24

NÚMERO MEDIO DE DÍAS CON PRECIPITACIONES MAYORES O IGUALES A 10 mm													
Estac.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
1208H	3,79	3,26	2,89	2,21	1,58	1,68	0,95	1,17	1,37	3,05	5,05	4,05	2,59

NÚMERO MEDIO DE DÍAS CON PRECIPITACIONES MAYORES O IGUALES A 30 mm													
Estac.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
1208H	0,37	0,21	0,26	0,16	0,11	0,11	0,11	0,22	0,32	0,68	0,84	0,63	0,33

### 3.2 PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS

Las precipitaciones máximas en 24 horas se resumen en la tabla siguiente:

PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN VEINTICUATRO HORAS													
Estac.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
1208H	58,30	44,40	38,80	60,20	30,90	86,50	35,10	65,20	70,80	67,40	39,90	66,50	86,5

Las precipitaciones máximas ocurren entre el mes de junio y los meses de septiembre y octubre, por lo que se pueden asociar a tormentas de verano y otoñales.

Por su parte, las mínimas precipitaciones máximas se dan en los meses de noviembre y marzo.

## 4. ESTUDIO HIDROLÓGICO

---

El presente apartado tiene por objeto la estimación de los caudales, asociados a una avenida con un periodo de retorno establecido, que se producirán dentro del ámbito de actuación, con el fin de dimensionar la red de aguas pluviales necesaria para evacuar las aguas captadas.

Para la elaboración del presente estudio se han seguido los siguientes pasos:

1. División de la urbanización en dos cuencas, considerando los puntos de vertido autorizados.
2. Obtención de la precipitación máxima diaria en cada cuenca establecida a partir de los mapas incluidos en la publicación “Máximas luvias diarias en la España peninsular” (Mº de Fomento, 1999).
3. Cálculo de los caudales, asociados a un periodo de retorno determinado, que se producirán en cada cuenca mediante métodos hidrometeorológicos.

Los caudales máximos aportados por las cuencas se han calculado para un periodo de retorno de 10 años de acuerdo a las indicaciones de los técnicos municipales y según el Método Racional de acuerdo con la Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprobó la Norma 5.2 - IC Drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras, siendo el método más extendido para el cálculo de los caudales de diseño de redes urbanas de alcantarillado y de obras de drenaje transversal en carreteras.

### 4.1 CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS

---

La urbanización de la ampliación de la Milla del Conocimiento prevista constituye en sí misma varias subcuencas independientes dentro del entorno urbanizado en el que se encuentra. Ello implica que no recibirá caudales de cuencas ubicadas aguas arriba, que serán interceptadas y desviadas sin incorporarse a la zona de actuación.

Se ha dividido el ámbito en dos cuencas. Los vertidos de pluviales se realizarán en distintos puntos de la red municipal de aguas pluviales según las indicaciones de los técnicos de EMA (Empresa Municipal de Aguas).



*Red de pluviales prevista*

Se ha establecido cada cuenca de acuerdo con las fases previstas de ejecución de las obras y conforme a los puntos de conexión a la red de aguas pluviales municipal. Ambas cuencas se observan en la siguiente imagen:



*Cuencas*



## 4.2 PROCEDIMIENTO PARA LA APLICACIÓN DEL MÉTODO RACIONAL

Para el cálculo de los caudales máximos se ha seguido el Método Racional de acuerdo con la Norma 5.2 - IC Drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras actualizada y aprobada mediante la Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero.

Se trata de un método hidrometeorológico basado en admitir que, en la generación de los caudales máximos, la componente de la precipitación que interviene, es únicamente la correspondiente a la escorrentía, desestimando por tanto que los caudales de infiltración en el terreno puedan aflorar tras la lluvia a lo largo de un periodo de tiempo superior al instante de dimensionamiento hidráulico de las infraestructuras.

Este método tampoco tiene en cuenta:

- Aportación de caudales procedentes de otras cuencas o trasvases a ellas.
- Existencia de sumideros, aportaciones o vertidos puntuales, singulares o accidentales de cualquier clase.
- Presencia de lagos, embalses o planas inundables que puedan producir efecto laminador o desviar caudales hacia otras cuencas.
- Caudales que afloren en puntos interiores de la cuenca derivados de su régimen hidrogeológico.

En la zona de estudio, ninguno de estos factores es relevante. La estimación de los caudales máximos con la utilización de estos métodos pierde precisión a medida que aumenta el tamaño de la cuenca. La Instrucción 5.2-IC de Drenaje Superficial de carreteras establece la frontera entre cuencas grandes y pequeñas en un tiempo de concentración igual a seis horas aproximadamente, condición que las cuencas objeto de este estudio cumplen.

La citada Instrucción de Carreteras 5.2-IC “Drenaje superficial” emplea el Método Racional particularizado por D. José Témez en “Cálculo hidrometeorológico de caudales máximos en pequeñas cuencas naturales, para las condiciones climatológicas peninsulares” aplicando coeficientes deducidos de estudios empíricos de aforos en cuencas naturales.

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

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

Dónde:

$Q_T$ : Caudal máximo anual correspondiente al periodo de retorno  $T$ , en el punto de desagüe de la cuenca ( $m^3/s$ ).

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

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



$$C_v = 0,35$$

$$P = 57 \text{ mm/día}$$

La precipitación máxima diaria se deduce de la expresión:

$$P_d = [P] \cdot Y_t$$

Se aplica por tanto a la precipitación media  $[P]$ , un cuantil regional,  $Y_t$ , que es función del periodo de retorno considerado y del coeficiente de variación  $C_v$ . El cuantil regional se obtiene interpolando los valores de la tabla 7.1 de la publicación “Máximas lluvias diarias en la España peninsular”.

$C_v$	PERIODO DE RETORNO EN AÑOS (T)							
	2	5	10	25	50	100	200	500
0.30	0.935	1.194	1.377	1.625	1.823	2.022	2.251	2.541
0.31	0.932	1.198	1.385	1.640	1.854	2.068	2.296	2.602
0.32	0.929	1.202	1.400	1.671	1.884	2.098	2.342	2.663
0.33	0.927	1.209	1.415	1.686	1.915	2.144	2.388	2.724
0.34	0.924	1.213	1.423	1.717	1.930	2.174	2.434	2.785
0.35	0.921	1.217	1.438	1.732	1.961	2.220	2.480	2.831
0.36	0.919	1.225	1.446	1.747	1.991	2.251	2.525	2.892
0.37	0.917	1.232	1.461	1.778	2.022	2.281	2.571	2.953

En el caso que nos ocupa, el valor  $Y_t$  para el periodo de retorno considerado es:

$$T_r = 10 \text{ años: } Y_t = 1,438$$

El resultado es el siguiente:

$$\text{Para el periodo de retorno } T_r = 10 \text{ años: } P_d = [P] \cdot Y_t = 57 \cdot 1,438 = \mathbf{81,97 \text{ mm/día}}$$

#### 4.5 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

El tiempo de concentración  $t_c$ , 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:

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

Dónde:

$t_c$ : Tiempo de concentración (horas).

$L_c$ : Longitud del cauce principal (km).

$J_c$ : Pendiente media del curso principal (adimensional).

Cuenca	Superficie [Ha]	Longitud [m]	Cota cabecera	Cota salida	Pendiente [m/m]	Tiempo de Concentración [Hs]
1	3,29	341,01	20,25	17,99	0,0066	0,344
2	15,12	323,12	13,42	11,00	0,075	0,322

#### 4.6 FACTOR REDUCTOR POR ÁREA DE 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:

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

Si  $A \geq 1 \text{ km}^2$ :

$$K_A = 1 - \frac{\log_{10} A}{15}$$

Dónde:

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

$A$ : Área de la cuenca ( $\text{km}^2$ ).

En este caso particular, para las cuencas en estudio, el valor de  $K_A$  será **1,00**.

#### 4.7 PRECIPITACIÓN DIARIA CORREGIDA

La precipitación obtenida en el apartado anterior se multiplica por el factor de corrección  $K_A$ , utilizándose este valor en lo sucesivo en lugar del valor bruto de precipitación diaria:

$$P_{dc} = P_d \cdot K_A$$

Dónde:

$P_{dc}$ : Precipitación diaria corregida.

$P_d$ : Precipitación diaria calculada para el periodo de retorno elegido.

$K_A$ : Factor reductor.

Por consiguiente, para todas las cuencas se establece:

$$P_{dc} = P_d \cdot K_A = 81,97 \cdot 1 = \mathbf{81,97} \text{ mm/día}$$

#### 4.8 INTENSIDAD MEDIA DIARIA DE PRECIPITACIÓN CORREGIDA

---

Se obtiene del cociente de la precipitación diaria corregida correspondiente al periodo de retorno T, mediante la fórmula:

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

Dónde:

$I_d$ : Intensidad diaria (mm/hora).

$P_{dc}$ : Precipitación diaria corregida (mm).

$K_A$ : Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca.

Se adopta por tanto la siguiente intensidad media diaria de precipitación corregida para el periodo de retorno estudiado:

$$I_d = \mathbf{3,415} \text{ mm/hora}$$

#### 4.9 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 periodo 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:

$$F_{int} = \text{máx} (F_a, F_b)$$

Dónde:

$F_{int}$ : (adimensional) Factor de intensidad.

$F_a$ : (adimensional) Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad ( $I_t/I_d$ ).

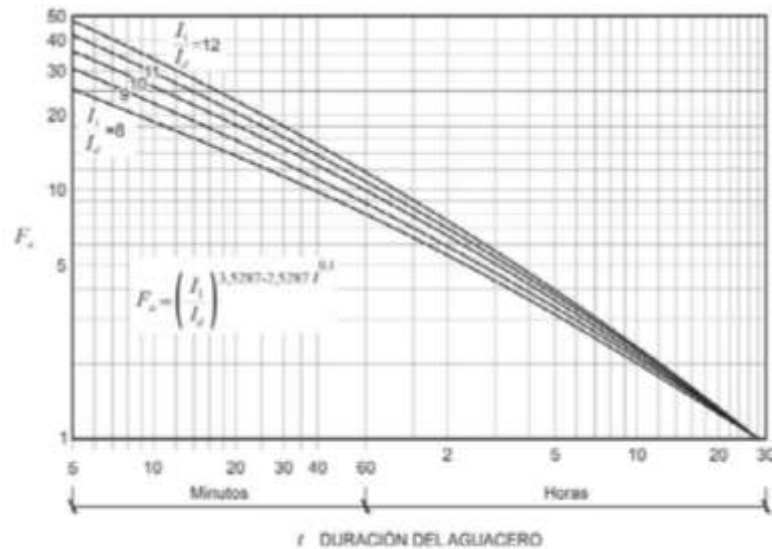
$F_b$ : (adimensional) Factor obtenido a partir de las curvas IDF de un pluviógrafo próximo.

Cálculo del valor  $F_a$ :

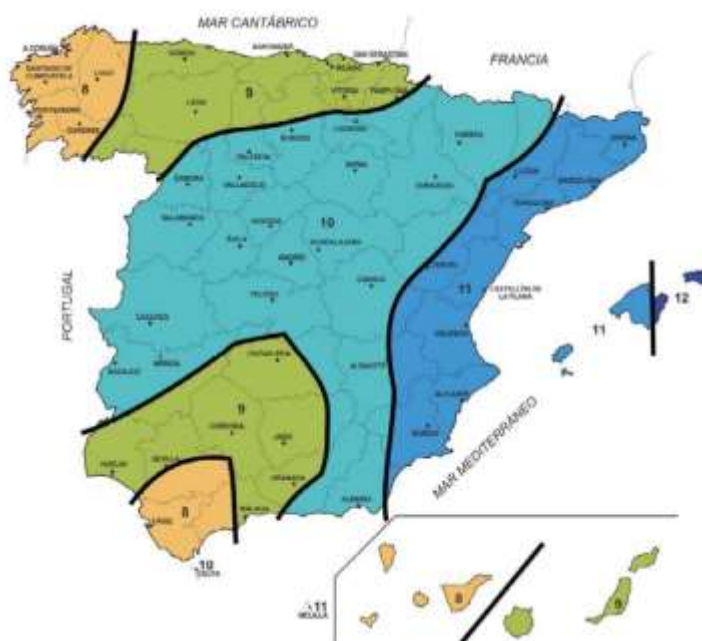
$$F_a = \left( \frac{I_1}{I_d} \right)^{3,5287 - 2,5287 t^{0,1}}$$

Dónde:

$F_a$ : (adimensional): Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad ( $I_1/I_d$ ) y según la siguiente figura:



$I_1/I_d$  (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 siguiente mapa.



Conforme a la ubicación de la zona en estudio, se adopta  $l_1/l_d=9$

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 ( $t=t_c$ ).

Cálculo del valor  $F_b$ :

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

Dónde:

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

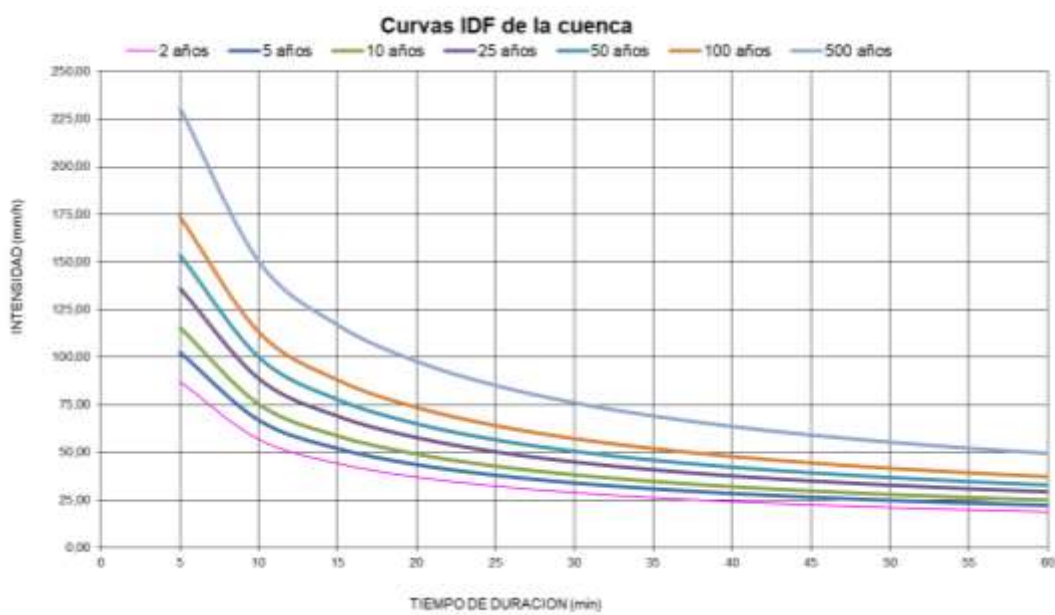
$I_{IDF}(T, t_c)$  (mm/h): Intensidad de precipitación correspondiente al periodo de retorno T y al tiempo de concentración  $t_c$ , obtenido a través de las curvas IDF del pluviógrafo.

$I_{IDF}(T, 24)$  (mm/h) Intensidad de precipitación correspondiente al periodo de retorno T y a un tiempo de aguacero igual a veinticuatro horas ( $t=24$  horas), obtenido a través de curvas IDF.

$K_b$ : (adimensional) Factor que tiene en cuenta la relación entre la intensidad máxima anual en un periodo de veinticuatro horas y la intensidad máxima anual diaria. En defecto de un cálculo específico se puede tomar  $K_b= 1,13$ .

Para calcular los valores de  $I_{IDF}(T, t_c)$ , se han utilizado los datos climatológicos de la estación meteorológica 1208H "Gijón, Puerto".

A continuación se adjuntan las curvas IDF como resultado de los valores de precipitaciones máximas diarias en la estación para periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100 y 500 años respectivamente.



Para obtener valores intermedios de los tiempos equivalentes a los tiempos de concentración se han realizado las interpolaciones necesarias para cada caso.

Cuenca	$T_r$	$t_c$	IDF( $T, t_c$ )	IDF ( $T, 24$ )	$K_b$	$F_b$
1	10 años	20,61 min	48,16	3,48	1,13	15,638
2	10 años	19,33 min	50,12	3,48	1,13	16,275

Para obtener el valor de  $F_{int}$ , se calculan ambos coeficientes y se adopta el máximo valor resultante de entre  $F_a$  y  $F_b$  hallados, tal cual se muestra en la tabla anterior:

Cuenca	$T_r$	$t_c$	$F_a$	$F_b$	$F_{int}$
1	10 años	20,61 min	18,041	15,638	<b>18,041</b>
2	10 años	19,33 min	18,655	16,275	<b>18,655</b>

#### 4.10 INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN

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

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

Dónde:

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

$I_d$ : Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al periodo de retorno  $T$  (mm/h).

$F_{int}$ : Factor de intensidad

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

Cuenca	$T_r$	$I_d$ [mm/hora]	$F_{int}$	$I(T, t)$ [mm/hora]
1	10 años	3,415	18,041	61,613
2	10 años	3,415	18,655	63,711



#### 4.11 UMBRAL DE ESCORRENTÍA

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

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

Dónde:

$P_0^i$ : Valor inicial del umbral de escorrentía (mm).

$\beta$ : Coeficiente reductor del umbral de escorrentía (adimensional).

##### Cálculo del valor inicial del umbral de escorrentía

El valor inicial del umbral de escorrentía en función del “grupo hidrológico de suelo” se obtiene de la tabla 2.3 de la Instrucción 5.2 - IC. Tras consultar el estudio geotécnico del ámbito de actuación, se ha adoptado una tipología hidrológica del suelo incluida en el grupo D.

De la tabla 2.3, se ha adoptado una tipificación de suelo, de acuerdo a los siguientes criterios:

**Viarío:** se ha considerado un 82% de pavimento impermeable, un 12% de pavimento permeable y un 6% de zonas verdes. Obteniendo un  $P_0^i = 2,14$ .

**Parcelas:** se ha considerado un 80% como zona impermeable y un 20% de la superficie de la parcela como zona verde, obteniendo un  $P_0^i = 2,8$ .

**Equipamiento:**  $P_0^i = 3$ .

**Zonas verdes:**  $P_0^i = 10$ .

##### Cálculo del 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 aplica al método a través de un coeficiente corrector del umbral de escorrentía.

Se debe aplicar el producto del valor medio de la región del coeficiente corrector del umbral de escorrentía por un factor dependiente del periodo de retorno T, considerado para el caudal de proyecto en el elemento de que en cada caso se trate.

$$\beta^{PM} = \beta_m \cdot F_T$$

##### Definición de regiones para la caracterización del umbral de escorrentía

De la figura 2.9 de la Instrucción 5.2-IC vigente, se adopta según la ubicación de la zona de estudio la región N° 12.

Con este valor de región 12, consultamos la tabla 2.5 de la Instrucción, para determinar el coeficiente corrector del umbral de escorrentía correspondiente con las calibraciones regionales; en función del periodo de retorno.

Los valores obtenidos son los siguientes:

Para un periodo de retorno,  $T_r = 10$  años:  $\beta_m = 0,95$  y  $F_T = 0,96$

Reemplazando los valores encontrados en la fórmula anterior:

Para un periodo de retorno,  $T_r = 10$  años:  $\beta^{PM} = 0,95 \cdot 0,96 = 0,912$

#### Cálculo del umbral de escorrentía

El umbral de escorrentía  $P_o$ , representa la precipitación mínima que debe caer sobre la cuenca para que se inicie la generación de escorrentía.

Uso	$T_r$	$P_o^l$	$\beta^{PM}$	$P_o$
Viario	10 años	2,14	0,912	<b>1,95</b>
Parcelas	10 años	2,80	0,912	<b>2,55</b>
Equipamiento	10 años	3,00	0,912	<b>2,74</b>
Zona verde	10 años	10,00	0,912	<b>9,12</b>

#### 4.12 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 través de la siguiente expresión:

$$K_t = 1 + \frac{t_c^{1,25}}{t_c^{1,25} + 14}$$

Dónde:

$K_t$ : Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.

$t_c$ : Tiempo de concentración de la cuenca (horas).

Cuenca	$t_c$ Tiempo de concentración [horas]	$K_t$ Coef. uniformidad
1	0,35	1,019
2	0,32	1,017

#### 4.13 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.

El coeficiente de escorrentía  $C$ , se obtiene mediante la siguiente fórmula, representada gráficamente en la figura 2.6 de la Norma 5.2 - IC.

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

Dónde:

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

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

$P_0$ : Umbral de escorrentía (mm).

En todas las cuencas:

Para un periodo de retorno,  $T_r = 10$  años:  $P_d \cdot K_A = 81,97$  mm/día  $\cdot 1$ ; siendo  $81,97 > P_0$

Por consiguiente, el coeficiente de escorrentía se calculará con la siguiente expresión para todas las cuencas:

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

En las siguientes tablas se muestran los umbrales de escorrentía que se han asignado a las diferentes superficies que componen las dos cuencas, de donde se deducen los coeficientes de escorrentía en la situación de cálculo una vez que la urbanización haya sido finalizada.

CUENCA 1						
Parcela	Superficie de parcela (m <sup>2</sup> )	Uso	Umbral de escorrentía inicial	Umbral de escorrentía P <sub>o</sub>	P <sub>d</sub> /P <sub>o</sub>	Coef. de escorrentía (C)
V1.1	656,12	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
M10.1	2.637,50	PCT-2	2,8	2,55	32,10	0,92
EQ5	3.230,99	Equipamiento	3	2,74	29,96	0,91
V1.3	740,31	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
A1.1	765,00	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
V1.2	1.139,00	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
M10.2	2.637,50	PCT-2	2,8	2,55	32,10	0,92
M11.3	1.443,51	PCT-2	2,8	2,55	32,10	0,92
M10.3	2.385,00	PCT-2	2,8	2,55	32,10	0,92
V1.4	1.255,61	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
M11.1	1.285,67	PCT-2	2,8	2,55	32,10	0,92
M11.2	1.063,21	PCT-2	2,8	2,55	32,10	0,92
V1.5	269,72	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
V1.6	714,60	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
M10.4	2.385,00	PCT-2	2,8	2,55	32,10	0,92
V1.7	870,99	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
M16	1.578,19	PCT-2	2,8	2,55	32,10	0,92
<b>Cuenca 1</b>	<b>24.401,80</b>					<b>0,93</b>

CUENCA 2						
Parcela	Superficie de parcela (m <sup>2</sup> )	Uso	Umbral de escorrentía inicial	Umbral de escorrentía P <sub>o</sub>	P <sub>d</sub> /P <sub>o</sub>	Coef. de escorrentía (C)
V2.1	218,43	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
V2.2	190,47	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
V2.3	153,82	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
V2.4	128,62	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
V2.5	152,86	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
V2.6	141,56	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
V2.7	177,60	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
V2.8	277,23	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
V2.9	1.000,57	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
V2.10	599,63	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
M9	3.558,86	PCT-2	2,8	2,55	32,10	0,92
A2.1	510,00	Aparcamiento	1	0,91	89,88	0,99
V2.11	382,33	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
V2.12	194,08	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
V2.13	351,35	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
V2.14	432,99	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
V2.15	1.036,96	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
V2.16	475,23	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
V2.17	950,06	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
M5.1	1.470,43	PCT-1	2,8	2,55	32,10	0,92
V2.18	995,49	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
M2	4.456,73	PCT-5	2,8	2,55	32,10	0,92
M5.2	1.452,19	PCT-1	2,8	2,55	32,10	0,92
V2.19	978,50	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
V2.20	561,10	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95

CUENCA 2						
Parcela	Superficie de parcela (m <sup>2</sup> )	Uso	Umbral de escorrentía inicial	Umbral de escorrentía P <sub>o</sub>	P <sub>d</sub> /P <sub>o</sub>	Coef. de escorrentía (C)
V2.21	87,37	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
V2.22	211,60	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
V2.23	179,14	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
V2.24	222,30	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
V2.25	203,33	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
V2.26	218,57	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
EQ4	2.316,99	Equipamiento	3	2,74	29,96	0,91
V2.27	201,81	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
V2.28	374,78	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
V2.29	521,49	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
A2.2	1.010,65	Aparcamiento	1	0,91	89,88	0,99
V2.30	524,32	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
V2.31	539,05	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
M8.1	1.524,58	PCT-2	2,8	2,55	32,10	0,92
V2.32	551,61	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
M8.2	2.074,88	PCT-2	2,8	2,55	32,10	0,92
V2.33	593,06	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
M8.3	1.786,13	PCT-2	2,8	2,55	32,10	0,92
V2.34	770,61	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
M7	2.825,77	PCT-2	2,8	2,55	32,10	0,92
V2.35	188,42	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
V2.36	96,98	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
V2.37	122,26	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
V2.38	275,57	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
M6	4.282,95	PCT-2	2,8	2,55	32,10	0,92

CUENCA 2						
Parcela	Superficie de parcela (m <sup>2</sup> )	Uso	Umbral de escorrentía inicial	Umbral de escorrentía P <sub>o</sub>	P <sub>d</sub> /P <sub>o</sub>	Coef. de escorrentía (C)
V2.39	835,19	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
EQ3	918,17	Equipamiento	3	2,74	29,96	0,91
V2.40	897,33	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
A2.3	371,91	Aparcamiento	1	0,91	89,88	0,99
V2.41	832,79	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
M15	3.175,00	PCT-3	2,8	2,55	32,10	0,92
V2.42	795,98	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
V2.43	678,40	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
M4.1	987,50	PCT-1	2,8	2,55	32,10	0,92
V2.44	729,42	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
A2.4	2.150,00	Aparcamiento	1	0,91	89,88	0,99
M4.2	987,50	PCT-1	2,8	2,55	32,10	0,92
M3.1	987,50	PCT-1	2,8	2,55	32,10	0,92
V2.45	275,00	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
V2.46	1.291,14	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
V2.47	1.020,96	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
V2.48	998,94	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
M14	3.175,00	PCT-3	2,8	2,55	32,10	0,92
M13.1	2.352,36	PCT-3	2,8	2,55	32,10	0,92
V2.49	442,11	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
M3.2	987,50	PCT-1	2,8	2,55	32,10	0,92
M13.2	2.451,71	PCT-3	2,8	2,55	32,10	0,92
V2.50	1.168,31	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
M1-B	4.009,62	PCT-4	2,8	2,55	32,10	0,92
V2.51	1.202,04	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95

CUENCA 2						
Parcela	Superficie de parcela (m <sup>2</sup> )	Uso	Umbral de escorrentía inicial	Umbral de escorrentía P <sub>0</sub>	P <sub>d</sub> /P <sub>0</sub>	Coef. de escorrentía (C)
V2.52	1.194,99	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
M1-A	9.688,41	PCT-4	2,8	2,55	32,10	0,92
V2.53	434,15	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
V2.54	277,47	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
V2.55	531,10	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
V2.56	863,00	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
V2.57	1.046,49	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
EQ2	1.495,86	Equipamiento	3	2,74	29,96	0,91
V2.58	514,69	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
V2.59	902,52	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
M12	2.107,40	PCT-3	2,8	2,55	32,10	0,92
M13.3	1.854,42	PCT-3	2,8	2,55	32,10	0,92
V2.60	2.666,33	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
A2.5	314,98	Aparcamiento	1	0,91	89,88	0,99
V2.61	594,09	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
V2.62	1.050,73	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
V2.63	1.231,24	Viario	2,14	1,95	42,00	0,95
<b>Cuenca 2</b>	103.040,57					<b>0,93</b>



#### 4.14 CAUDALES

Por último, se obtienen los caudales para cada periodo de retorno aplicando los resultados obtenidos, con el fin de dimensionar la red de pluviales.

El caudal resultante se calcula según la siguiente expresión básica, para el cálculo de caudales:

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

Dónde:

$Q_T$ : Caudal máximo anual correspondiente al periodo de retorno T, en el punto de desagüe de la cuenca (m<sup>3</sup>/s).

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

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

A: Área de la cuenca o superficie considerada (km<sup>2</sup>).

$K_t$ : Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.

CUENCA 1				
Parcela	Superficie de parcela (m <sup>2</sup> )	Uso	Coeficiente de escorrentía (C)	Caudal a evacuar Q (l/s)
V1.1	656,12	Viarío	0,95	10,85
M10.1	2.637,50	PCT-2	0,92	42,39
EQ5	3.230,99	Equipamiento	0,91	51,46
V1.3	740,31	Viarío	0,95	12,24
A1.1	765,00	Viarío	0,95	12,65
V1.2	1.139,00	Viarío	0,95	18,83
M10.2	2.637,50	PCT-2	0,92	42,39
M11.3	1.443,51	PCT-2	0,92	23,20
M10.3	2.385,00	PCT-2	0,92	38,33
V1.4	1.255,61	Viarío	0,95	20,75
M11.1	1.285,67	PCT-2	0,92	20,66

CUENCA 1				
Parcela	Superficie de parcela (m <sup>2</sup> )	Uso	Coefficiente de escorrentía (C)	Caudal a evacuar Q (l/s)
M11.2	1.063,21	PCT-2	0,92	17,09
V1.5	269,72	Viario	0,95	4,46
V1.6	714,60	Viario	0,95	11,81
M10.4	2.385,00	PCT-2	0,92	38,33
V1.7	870,99	Viario	0,95	14,40
M16	1.578,19	PCT-2	0,92	25,36
<b>Cuenca 1</b>	<b>25.057,92</b>		<b>0,86</b>	<b>405,20</b>

CUENCA 2				
Parcela	Superficie de parcela (m <sup>2</sup> )	Uso	Coefficiente de escorrentía (C)	Caudal a evacuar Q (l/s)
V2.1	218,43	Viario	0,95	3,73
V2.2	190,47	Viario	0,95	3,25
V2.3	153,82	Viario	0,95	2,63
V2.4	128,62	Viario	0,95	2,20
V2.5	152,86	Viario	0,95	2,61
V2.6	141,56	Viario	0,95	2,42
V2.7	177,60	Viario	0,95	3,03
V2.8	277,23	Viario	0,95	4,73
V2.9	1.000,57	Viario	0,95	17,09
V2.10	599,63	Viario	0,95	10,24
M9	3.558,86	PCT-2	0,92	59,09
A2.1	510,00	Aparcamiento	0,99	9,05
V2.11	382,33	Viario	0,95	6,53
V2.12	194,08	Viario	0,95	3,31
V2.13	351,35	Viario	0,95	6,00

CUENCA 2				
Parcela	Superficie de parcela (m <sup>2</sup> )	Uso	Coefficiente de escorrentía (C)	Caudal a evacuar Q (l/s)
V2.14	432,99	Viario	0,95	7,39
V2.15	1.036,96	Viario	0,95	17,71
V2.16	475,23	Viario	0,95	8,11
V2.17	950,06	Viario	0,95	16,22
M5.1	1.470,43	PCT-1	0,92	24,41
V2.18	995,49	Viario	0,95	17,00
M2	4.456,73	PCT-5	0,92	74,00
M5.2	1.452,19	PCT-1	0,92	24,11
V2.19	978,50	Viario	0,95	16,71
V2.20	561,10	Viario	0,95	9,58
V2.21	87,37	Viario	0,95	1,49
V2.22	211,60	Viario	0,95	3,61
V2.23	179,14	Viario	0,95	3,06
V2.24	222,30	Viario	0,95	3,80
V2.25	203,33	Viario	0,95	3,47
V2.26	218,57	Viario	0,95	3,73
EQ4	2.316,99	Equipamiento	0,91	38,12
V2.27	201,81	Viario	0,95	3,45
V2.29	521,49	Viario	0,95	8,90
A2.2	1.010,65	Aparcamiento	0,99	17,93
V2.30	524,32	Viario	0,95	8,95
V2.31	539,05	Viario	0,95	9,20
M8.1	1.524,58	PCT-2	0,92	25,31
V2.32	551,61	Viario	0,95	9,42
M8.2	2.074,88	PCT-2	0,92	34,45

<b>CUENCA 2</b>				
<b>Parcela</b>	<b>Superficie de parcela (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Uso</b>	<b>Coefficiente de escorrentía (C)</b>	<b>Caudal a evacuar Q (l/s)</b>
V2.33	593,06	Viario	0,95	10,13
M8.3	1.786,13	PCT-2	0,92	29,66
V2.34	770,61	Viario	0,95	13,16
M7	2.825,77	PCT-2	0,92	46,92
V2.35	188,42	Viario	0,95	3,22
V2.36	96,98	Viario	0,95	1,66
V2.37	122,26	Viario	0,95	2,09
V2.38	275,57	Viario	0,95	4,71
M6	4.282,95	PCT-2	0,92	71,11
V2.39	835,19	Viario	0,95	14,26
EQ3	918,17	Equipamiento	0,91	15,11
V2.40	897,33	Viario	0,95	15,32
A2.3	371,91	Aparcamiento	0,99	6,60
V2.41	832,79	Viario	0,95	14,22
M15	3.175,00	PCT-3	0,92	52,71
V2.42	795,98	Viario	0,95	13,59
V2.43	678,40	Viario	0,95	11,58
M4.1	987,50	PCT-1	0,92	16,40
V2.44	729,42	Viario	0,95	12,46
A2.4	2.150,00	Aparcamiento	0,99	38,15
M4.2	987,50	PCT-1	0,92	16,40
M3.1	987,50	PCT-1	0,92	16,40
V2.45	275,00	Viario	0,95	4,70
V2.46	1.291,14	Viario	0,95	22,05
V2.47	1.020,96	Viario	0,95	17,43

CUENCA 2				
Parcela	Superficie de parcela (m <sup>2</sup> )	Uso	Coefficiente de escorrentía (C)	Caudal a evacuar Q (l/s)
V2.48	998,94	Viario	0,95	17,06
M14	3.175,00	PCT-3	0,92	52,71
M13.1	2.352,36	PCT-3	0,92	39,06
V2.49	442,11	Viario	0,95	7,55
M3.2	987,50	PCT-1	0,92	16,40
M13.2	2.451,71	PCT-3	0,92	40,71
V2.50	1.168,31	Viario	0,95	19,95
M1-B	4.009,62	PCT-4	0,92	66,57
V2.51	1.202,04	Viario	0,95	20,53
V2.52	1.194,99	Viario	0,95	20,41
M1-A	9.688,41	PCT-4	0,92	160,86
V2.53	434,15	Viario	0,95	7,41
V2.54	277,47	Viario	0,95	4,74
V2.55	531,10	Viario	0,95	9,07
V2.56	863,00	Viario	0,95	14,74
V2.57	1.046,49	Viario	0,95	17,87
EQ2	1.495,86	Equipamiento	0,91	24,61
V2.58	514,69	Viario	0,95	8,79
V2.59	902,52	Viario	0,95	15,41
M12	2.107,40	PCT-3	0,92	34,99
M13.3	1.854,42	PCT-3	0,92	30,79
V2.60	2.666,33	Viario	0,95	45,53
A2.5	314,98	Aparcamiento	0,99	5,59
V2.61	594,09	Viario	0,95	10,14
V2.62	1.050,73	Viario	0,95	17,94

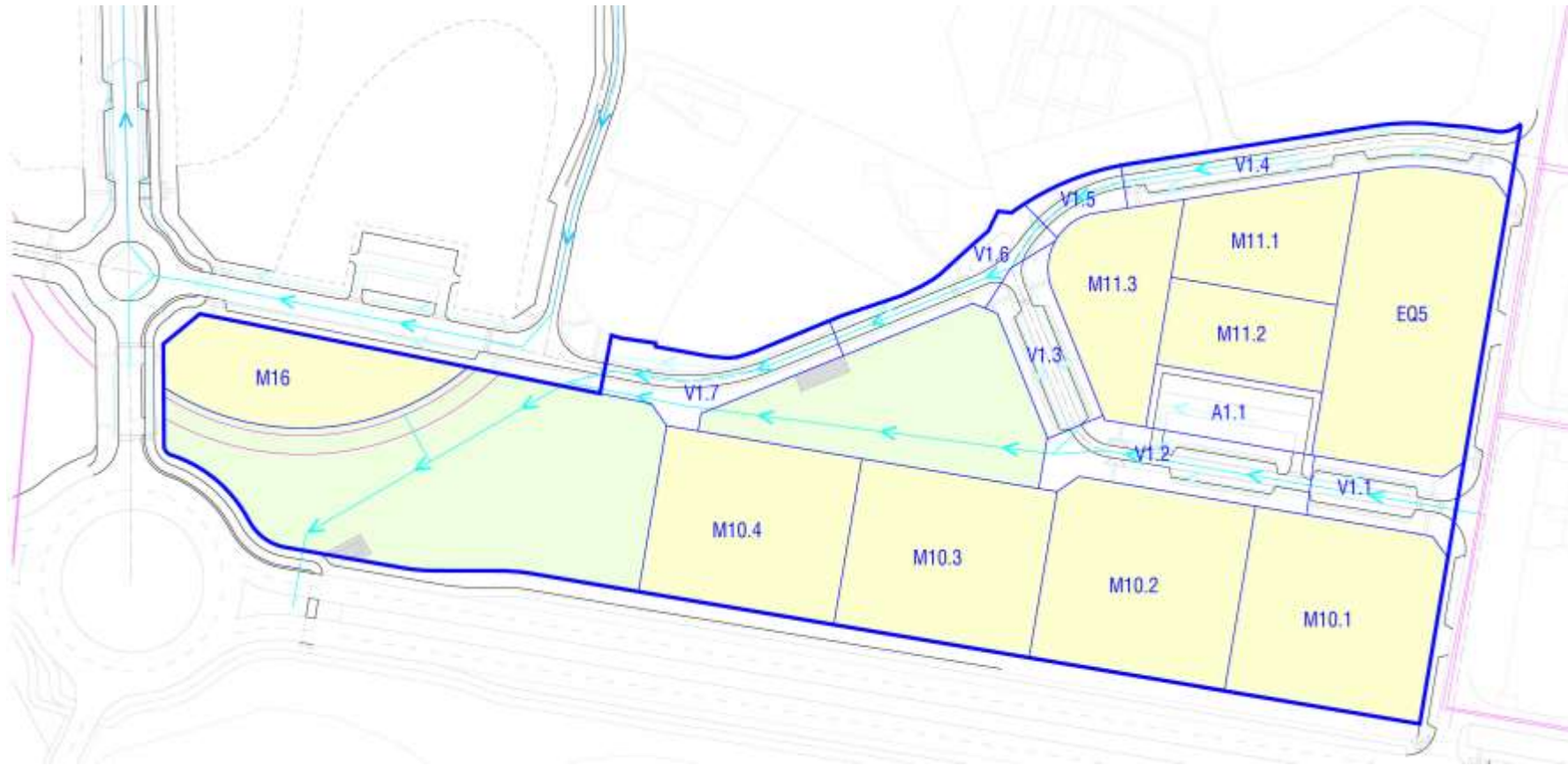
CUENCA 2				
Parcela	Superficie de parcela (m <sup>2</sup> )	Uso	Coefficiente de escorrentía (C)	Caudal a evacuar Q (l/s)
V2.63	1.231,24	Viarío	0,95	21,02
<b>Cuenca 2</b>	102.665,79		0,93	<b>1.726,50</b>

## **ANEXO I: PLANOS Y TABLAS COMPLEMENTARIAS**



**DEFINICIÓN DE ÁREAS DE CUENCA**





**DEFINICIÓN PARCELAS CUENCA 1**



**DEFINICIÓN PARCELAS CUENCA 2**

## ESTIMACIÓN INICIAL DE UMBRAL DE ESCORRENTÍA $P_{oi}$ [mm]

TABLA 2.3.- VALOR INICIAL DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA  $P_{oi}$  (mm)

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 secano (cereales)	R	≥ 3	29	17	10	8
21100	Tierras de labor en secano (cereales)	N	≥ 3	32	19	12	10
21100	Tierras de labor en secano (cereales)	R/N	< 3	34	21	14	12
21100	Tierras de labor en secano (viveros)			0	0	0	0
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			0	0	0	0
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

Código	Uso de suelo	Práctica de cultivo	Pendiente (%)	Grupo de suelo			
				A	B	C	D
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 prados o praderas en secano	R	≥ 3	26	15	9	6
24211	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en secano	N	≥ 3	28	17	11	8
24211	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en secano	R/N	< 3	30	19	13	10
24212	Mosaico de cultivos permanentes en secano		≥ 3	62	28	15	10
24212	Mosaico de cultivos permanentes en secano		< 3	75	34	19	14
24213	Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en secano		≥ 3	39	20	12	8
24213	Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en secano		< 3	66	29	15	10

Código	Uso de suelo	Práctica de cultivo	Pendiente (%)	Grupo de suelo			
				A	B	C	D
24221	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en regadío	R	≥ 3	37	20	12	9
24221	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en regadío	N	≥ 3	42	23	14	11
24221	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en regadío	R/N	< 3	47	25	16	13
24222	Mosaico de cultivos permanentes en regadío		≥ 3	80	34	19	14
24222	Mosaico de cultivos permanentes en 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 en seco y regadío	R	≥ 3	31	17	10	8
24230	Mosaico de cultivos mixtos en seco y regadío	N	≥ 3	34	20	13	10
24230	Mosaico de cultivos mixtos en seco y regadío	R/N	< 3	37	22	14	11
24310	Mosaico de cultivos agrícolas en seco con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	R	≥ 3	26	15	9	6
24310	Mosaico de cultivos agrícolas en seco con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	N	≥ 3	28	17	11	8
24310	Mosaico de cultivos agrícolas en seco con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	R/N	< 3	30	19	13	10
24320	Mosaico de cultivos agrícolas en regadío con espacios significativos de 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 adhesionado		≥ 3	53	23	14	9
24410	Pastizales, prados o praderas con arbolado adhesionado		< 3	80	35	17	10
24420	Cultivos agrícolas con arbolado adhesionado		≥ 3	53	23	14	9
24420	Cultivos agrícolas con arbolado adhesionado		< 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

Código	Uso de suelo	Práctica de cultivo	Pendiente (%)	Grupo de suelo			
				A	B	C	D
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 llanuras aluviales inundadas y llanuras costeras, tierras bajas		≥ 3	70	33	18	13
32100	Formaciones herbáceas de llanuras aluviales 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 supraforestales mediterráneos		< 3	57	25	12	7
32121	Otros pastizales templado oceánicos		≥ 3	53	23	14	9
32121	Otros pastizales templado oceánicos		< 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-breza macaronésico			60	24	14	10
32300	Vegetación esclerófila			60	24	14	10
32311	Grandes formaciones de matorral denso o medianamente denso			75	34	22	16
32312	Matorrales subarbusivos 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 en transición			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

Código	Uso de suelo	Práctica de cultivo	Pendiente (%)	Grupo de suelo			
				A	B	C	D
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
51210	Lagos y lagunas (almacenamiento de agua)			0	0	0	0
51120	Embalses			0	0	0	0
51120	Embalses (almacenamiento de agua)			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

**Notas:**

La codificación de los tipos del suelo corresponde al proyecto europeo Corine Land Cover 2000

N: Denota cultivo según las curvas de nivel.

R: Denota cultivo según la línea de máxima pendiente.

### CUANTILES $Y_t$ , “FACTORES DE AMPLIFICACIÓN”

PUBLICACIÓN “Mapa para el Cálculo de Máximas Precipitaciones Diarias en la España Peninsular” (1997).

Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular

13

$C_v$	PERIODO DE RETORNO EN AÑOS (T)							
	2	5	10	25	50	100	200	500
0.30	0.935	1.194	1.377	1.625	1.823	2.022	2.251	2.541
0.31	0.932	1.198	1.385	1.640	1.854	2.068	2.296	2.602
0.32	0.929	1.202	1.400	1.671	1.884	2.098	2.342	2.663
0.33	0.927	1.209	1.415	1.686	1.915	2.144	2.388	2.724
0.34	0.924	1.213	1.423	1.717	1.930	2.174	2.434	2.785
0.35	0.921	1.217	1.438	1.732	1.961	2.220	2.480	2.831
0.36	0.919	1.225	1.446	1.747	1.991	2.251	2.525	2.892
0.37	0.917	1.232	1.461	1.778	2.022	2.281	2.571	2.953
0.38	0.914	1.240	1.469	1.793	2.052	2.327	2.617	3.014
0.39	0.912	1.243	1.484	1.808	2.083	2.357	2.663	3.067
0.40	0.909	1.247	1.492	1.839	2.113	2.403	2.708	3.128
0.41	0.906	1.255	1.507	1.854	2.144	2.434	2.754	3.189
0.42	0.904	1.259	1.514	1.884	2.174	2.480	2.800	3.250
0.43	0.901	1.263	1.534	1.900	2.205	2.510	2.846	3.311
0.44	0.898	1.270	1.541	1.915	2.220	2.556	2.892	3.372
0.45	0.896	1.274	1.549	1.945	2.251	2.586	2.937	3.433
0.46	0.894	1.278	1.564	1.961	2.281	2.632	2.983	3.494
0.47	0.892	1.286	1.579	1.991	2.312	2.663	3.044	3.555
0.48	0.890	1.289	1.595	2.007	2.342	2.708	3.098	3.616
0.49	0.887	1.293	1.603	2.022	2.373	2.739	3.128	3.677
0.50	0.885	1.297	1.610	2.052	2.403	2.785	3.189	3.738
0.51	0.883	1.301	1.625	2.068	2.434	2.815	3.220	3.799
0.52	0.881	1.308	1.640	2.098	2.464	2.861	3.281	3.860





## TABLA DE COEFICIENTE CORRECTOR DE UMBRAL DE ESCORRENTÍA

TABLA 2.5.- 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			Periodo de retorno $T$ (años), $F_T$				
		50% $\Delta_{50}$	67% $\Delta_{67}$	90% $\Delta_{90}$	2	5	25	100	500
11	0,90	0,20	0,30	0,50	0,80	0,90	1,13	1,34	1,59
12	0,95	0,20	0,25	0,45	0,75	0,90	1,14	1,33	1,56
13	0,60	0,15	0,25	0,40	0,74	0,90	1,15	1,34	1,55
21	1,20	0,20	0,35	0,55	0,74	0,88	1,18	1,47	1,90
22	1,50	0,15	0,20	0,35	0,74	0,90	1,12	1,27	1,37
23	0,70	0,20	0,35	0,55	0,77	0,89	1,15	1,44	1,82
24	1,10	0,15	0,20	0,35	0,76	0,90	1,14	1,36	1,63
25	0,60	0,15	0,20	0,35	0,82	0,92	1,12	1,29	1,48
31	0,90	0,20	0,30	0,50	0,87	0,93	1,10	1,26	1,45
32	1,00	0,20	0,30	0,50	0,82	0,91	1,12	1,31	1,54
33	2,15	0,25	0,40	0,65	0,70	0,88	1,15	1,38	1,62
41	1,20	0,20	0,25	0,45	0,91	0,96	1,00	1,00	1,00
42	2,25	0,20	0,35	0,55	0,67	0,86	1,18	1,46	1,78
511	2,15	0,10	0,15	0,20	0,81	0,91	1,12	1,30	1,50
512	0,70	0,20	0,30	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
52	0,95	0,20	0,25	0,45	0,89	0,94	1,09	1,22	1,36
53	2,10	0,25	0,35	0,60	0,68	0,87	1,16	1,38	1,56
61	2,00	0,25	0,35	0,60	0,77	0,91	1,10	1,18	1,17
71	1,20	0,15	0,20	0,35	0,82	0,94	1,00	1,00	1,00
72	2,10	0,30	0,45	0,70	0,67	0,86	1,00	-	-
81	1,30	0,25	0,35	0,60	0,76	0,90	1,14	1,34	1,58
821	1,30	0,35	0,50	0,85	0,82	0,91	1,07	-	-
822	2,40	0,25	0,35	0,60	0,70	0,86	1,16	-	-
83	2,30	0,15	0,25	0,40	0,63	0,85	1,21	1,51	1,85
91	0,85	0,15	0,25	0,40	0,72	0,88	1,19	1,52	1,95
92	1,45	0,30	0,40	0,70	0,82	0,94	1,00	1,00	1,00
93	1,70	0,20	0,25	0,45	0,77	0,92	1,00	1,00	1,00
941	1,80	0,15	0,20	0,35	0,68	0,87	1,17	1,39	1,64
942	1,20	0,15	0,25	0,40	0,77	0,91	1,11	1,24	1,32
951	1,70	0,30	0,40	0,70	0,72	0,88	1,17	1,43	1,78
952	0,85	0,15	0,25	0,40	0,77	0,90	1,13	1,32	1,54
101	1,75	0,30	0,40	0,70	0,76	0,90	1,12	1,27	1,39
1021	1,45	0,15	0,25	0,40	0,79	0,93	1,00	1,00	1,00
1022	2,05	0,15	0,25	0,40	0,79	0,93	1,00	1,00	1,00

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

## GRUPOS HIDROLÓGICOS DE SUELO

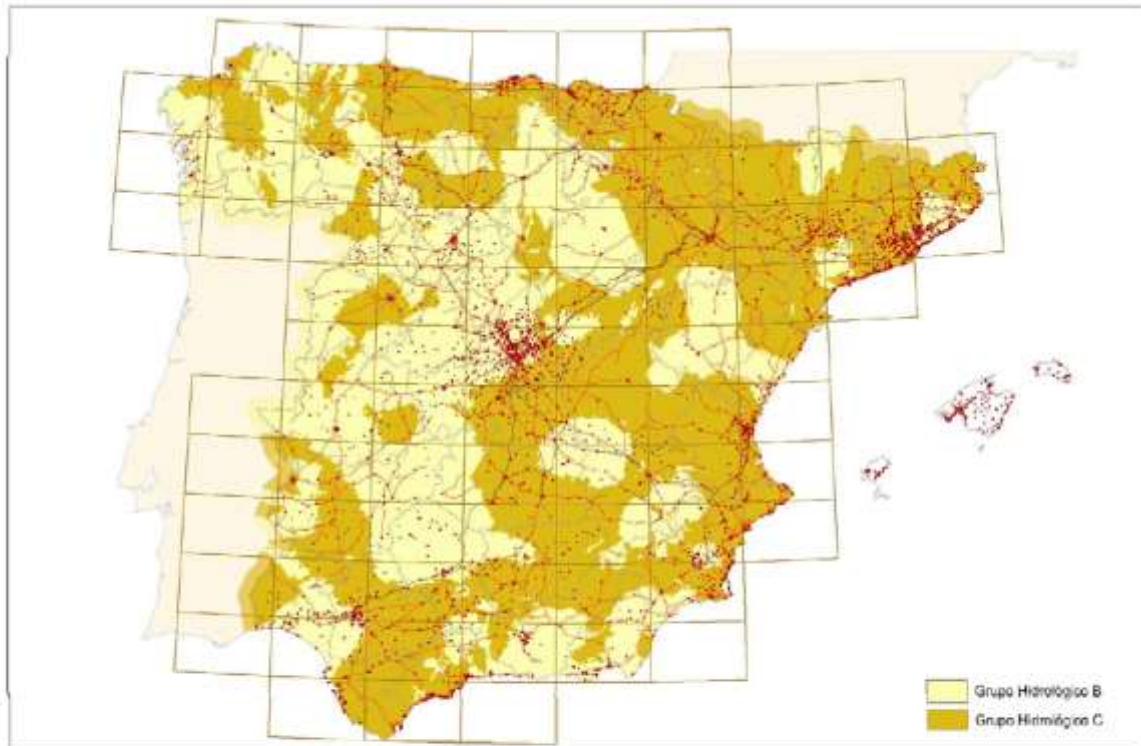


FIGURA 2.7.- MAPA DE GRUPOS HIDROLÓGICOS DE SUELO

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

Grupo	Infiltración (cuando están muy húmedos)	Potencia	Textura	Drenaje
A	Rápida	Grande	Arenosa Areno-limosa	Perfecto
B	Moderada	Media a grande	Franco-arenosa Franca Franco-arcillosa-arenosa Franco-limosa	Bueno a moderado
C	Lenta	Media a pequeña	Franco-arcillosa Franco-arcillo-limosa Arcillo-arenosa	Imperfecto
D	Muy lenta	Pequeño (litosuelo) u horizontes de arcilla	Arcillosa	Pobre o muy pobre

Nota: Los terrenos con nivel freático alto se incluirán en el Grupo D.

### MAPA DE ÍNDICE DE TORRENCIALIDAD

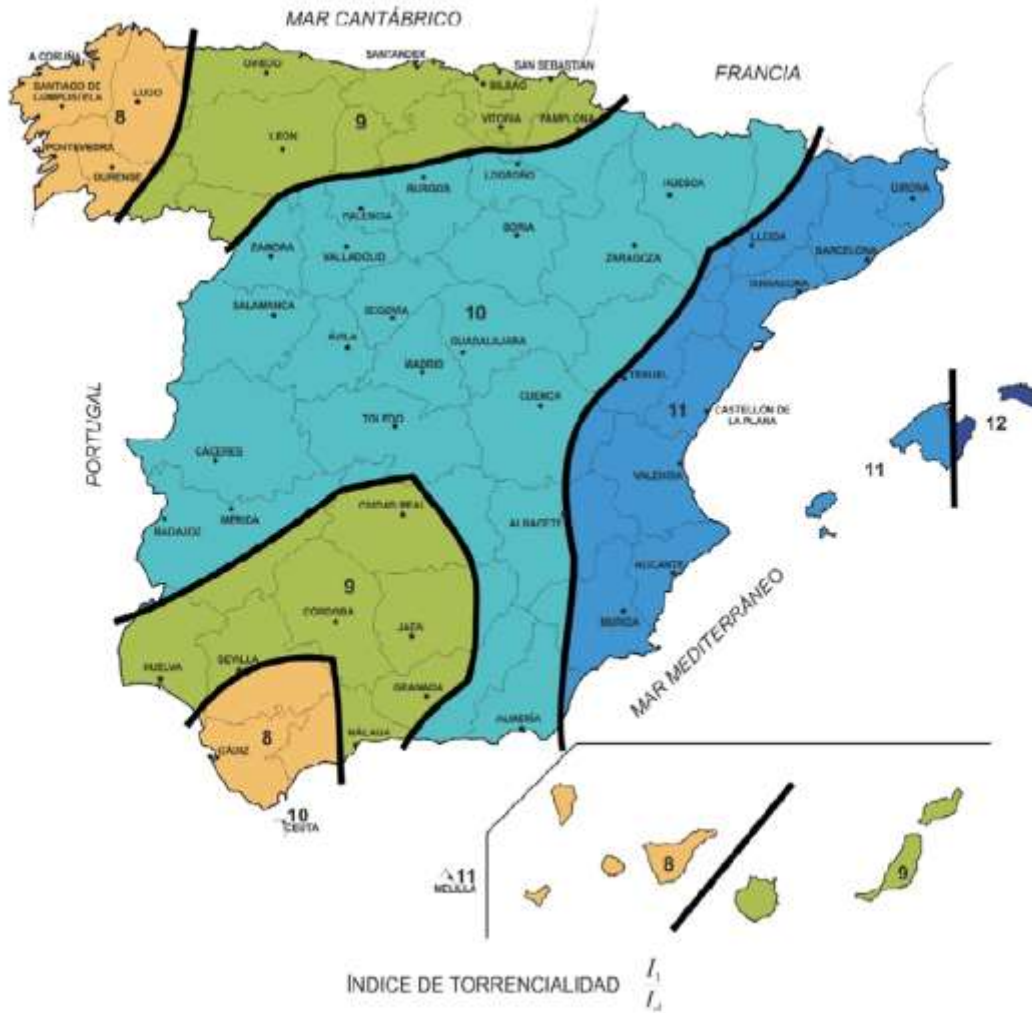


FIGURA 2.4.- MAPA DEL ÍNDICE DE TORRENCIALIDAD ( $I_1/I_a$ )