

Estudio de mejora de la seguridad vial en la conexión de la A-31 con la CV-656
TM. de Caudete (Albacete) y Villena (Alicante)



ANEJO Nº 4

HIDROLOGÍA Y DRENAJE





ÍNDICE

1. OBJETO DEL ANEJO
2. ZONA DE ESTUDIO
3. CLIMATOLOGÍA
4. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL
 - 4.1 PLANTEAMIENTO METODO ESCOGIDO
 - 4.2 DETERMINACIÓN DE LAS VARIABLES
 - 4.2.1 PERIODO DE RETORNO
 - 4.2.2 PRECIPITACIONES MÁXIMAS
 - 4.2.3 INTENSIDAD MEDIA DIARIA
 - 4.2.4 FACTOR DE INTENSIDAD F_{int}
 - 4.2.5 ÍNDICE DE TORRENCIALIDAD
 - 4.2.6 INTENSIDAD DE LLUVIA
 - 4.2.7 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN
 - 4.2.8 COEFICIENTE DE ESCORRENTIA
 - 4.2.9 UMBRAL DE ESCORRENTÍA
 - 4.2.11 COEFICIENTE CORRECTOR DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA
 - 4.2.12 COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD
 - 4.3 CÁLCULO DE LOS CAUDALES MAXIMOS
 - 4.3 OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL
- 5.- REPORTAJE FOTOGRÁFICO

1. OBJETO DEL ANEJO

El presente anejo tiene por objeto el estudio hidrológico del entorno afectado por la actuación.

Para ello se analizan las condiciones climatológicas y se procede con el seguimiento de las normativas vigentes para el correcto funcionamiento del drenaje superficial, favoreciendo la recogida de las aguas y su evacuación.

2. ZONA DE ESTUDIO

La zona estudiada pertenece a la cuenca hidrográfica del Júcar, más concretamente a la subcuenca del río Vinalopó, que desagua a través de la Acequia del Rey, estando enclavada en la unidad hidrogeológica nº36.- Villena-Benejama

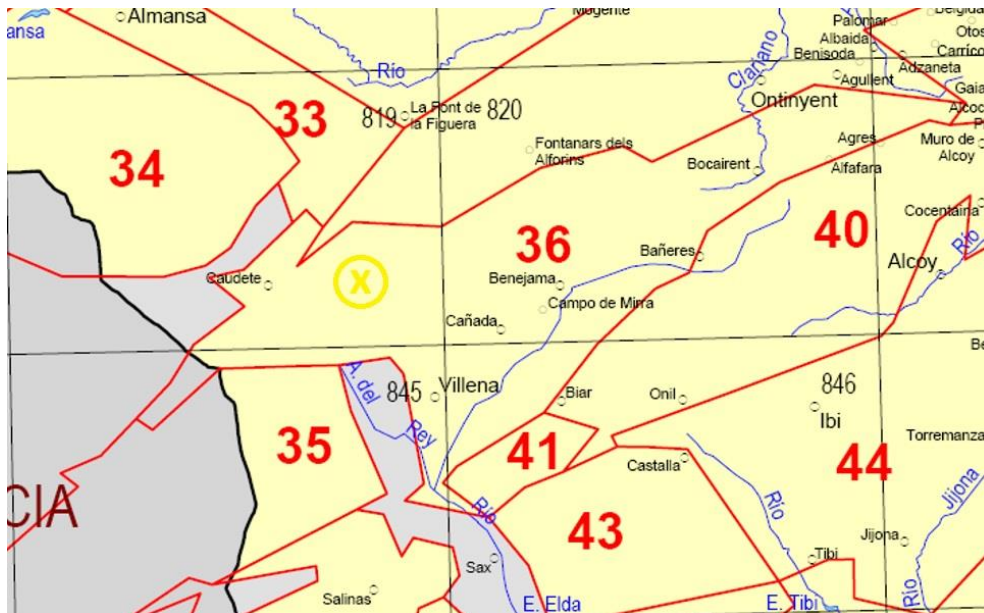


Figura 1.- *Unidades hidrogeológicas de la C.H. del Júcar.*

Según la información proporcionada por la Confederación Hidrográfica del Júcar y el Mapa Geotécnico General a escala 1:200.000 publicados por el IGME, en su hoja 7-8/63 Onteniente (según indica en el apartado correspondiente a las características hidrológicas), la zona estudiada no presenta riesgo de inundación.



COORDENADAS CAUDETE (informe pluviométrico mensual SAIH de noviembre 2008)

CODIGO SAIH	DESCRIPCION	UTM X	UTM Y	P (mm)
8 P 7P01	CAUDETE	647804	4378961	20.20





3. CLIMATOLOGÍA

Caudete presenta un clima continental suavizado por la influencia mediterránea, con una temperatura media anual de 15 grados y un régimen de lluvia de tipo mediterráneo, con picos en primavera y otoño.

 Parámetros climáticos promedio de Caudete 													
Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Temp. máx. media (°C)	12.5	13.5	16.5	18.6	22.0	26.6	30.3	30.3	27.0	21.7	16.9	13.5	20.8
Temp. media (°C)	7.5	8.3	10.8	13.0	16.3	20.5	23.9	24.0	20.9	16.1	11.6	8.7	15.2
Temp. mín. media (°C)	2.6	3.2	5.1	7.4	10.6	14.5	17.5	17.8	14.9	10.6	6.4	3.9	9.5
Precipitación total (mm)	27	30	33	47	41	29	10	16	41	61	45	37	417

Del mismo modo se tienen los datos para el municipio del Villena, al cual pertenece la zona en cuestión.

 Parámetros climáticos promedio de Villena en el periodo 1981-2010 													
Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Temp. máx. media (°C)	12.4	13.2	15.8	18.5	22.2	26.8	32.1	31.5	27.1	21.8	16.7	12.8	20.9
Temp. media (°C)	6.6	7.2	10.0	12.7	15.9	20.6	24.7	24.5	20.9	16.0	11.0	7.5	14.8
Temp. mín. media (°C)	0.8	1.2	4.1	6.8	9.5	14.3	17.2	17.4	14.6	10.1	5.2	2.1	8.6
Precipitación total (mm)	28	30	33	46	38	22	8	15	42	62	44	32	400

Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Datos de precipitación para el periodo 1981-2010 y de temperatura para el periodo 1981-2010 en Villena (7038).

4. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

4.1 PLANTEAMIENTO METODO ESCOGIDO

El objetivo del presente anejo es comprobar y si es necesario, diseñar las obras de drenaje para la correcta evaluación de las aguas que interfieren en los viales siguiendo las indicaciones recogidas en la Instrucción 5.2 IC “Drenaje Superficial”

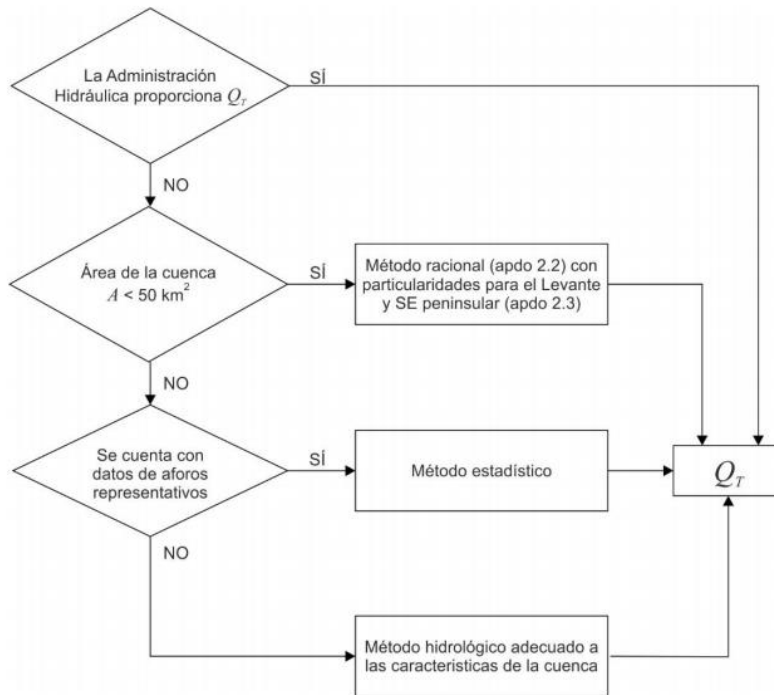


Figura 2. Diagrama de flujo para la elección del método de cálculo

Del mismo modo que propone dicha norma, la metodología empleada para el cálculo de caudales es la que corresponde al método racional. Se fundamenta en la escorrentía que genera una determinada cuenca a partir de la precipitación uniforme en el tiempo, sobre su superficie, en este caso se trata de una cuenca de área inferior a cincuenta kilómetros cuadrados:

El caudal viene dado por la siguiente expresión:

$$Q = \frac{I \cdot C \cdot A \cdot K_t}{3,6}$$

Donde:

Q = Caudal para un determinado periodo de retorno en m^3/s

C = Coeficiente de escorrentía de la cuenca

I = Intensidad media diaria de precipitación correspondiente al periodo de retorno y a un intervalo igual al tiempo de concentración (mm/h)

A = Área de la cuenca; superficie medida en proyección horizontal (planta) que drena al punto de desagüe. Se mide en km^2

K_t = Coeficiente de uniformidad (adimensional)



4.2. DETERMINACIÓN DE LAS VARIABLES

4.2.1 PERIODO DE RETORNO (T)

Desde el punto de vista hidrológico, se puede definir el periodo de retorno, como el número de años en que se considera que se superará al menos una vez la intensidad de la lluvia máxima adoptada, y por lo tanto tiene una probabilidad de ser excedido igual a $1/T$

En nuestro caso se adopta un nivel de riesgo correspondiente a un periodo de retorno de 10 años para la determinación de los caudales máximos.

4.2.2 PRECIPITACIONES MÁXIMAS

La Precipitación Máxima Diaria (P_d) se obtiene de la publicación “Máximas Lluvias diarias en la España Peninsular” facilitada por el Ministerio de Fomento en 1999.

El calculo de la precipitacion se lleva a cabo con la estimacion de cuantiles para un determinado peridodo de retorno, mediante el uso de mapas de representacion del coeficiente de vaciacion C_v y de valor medio \bar{p} de la máxima precipitación diaria anual

De modo que los paso seguidos son:

- 1) Localización planos el punto geográfico deseado
- 2) Estimación mediante las Isolíneas representadas del coeficiente de variación C_v (líneas rojas con valores inferiores a la unidad) y de valor medio \bar{p} de la máxima precipitación diaria anual (líneas moradas)
- 3) Para el periodo de retorno deseado T y valor de C_v , obtención del cuantil regional Y_t (también denominado “Factor de Ampliación K_T ” en el “ Mapa para el Cálculo de Máximas Precipitaciones Diarias en la España Peninsular” de 1997, mediante el uso de la tabla 7.1
- 4) Realizar el producto del cuantil regional Y_t por el valor medio \bar{p} obteniéndose X_t , es decir, el cuantil local buscado (también denominado P_T en el “Mapa para el Cálculo de Máximas Precipitaciones Diarias en la España Peninsular”

Siguiendo las directrices anteriores, los valores obtenidos a partir de la siguiente imagen son:

$$\bar{p} = 52$$

$$C_v = 0.51$$

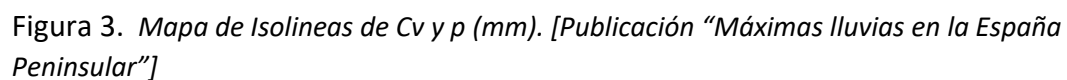


Tabla 7.1 - Cuantiles Y_1 de la Ley SQRT-ET max, también denominados Factores de Amplificación K_1 , en el "Mapa para el Cálculo de Máximas Precipitaciones Diarias en la España Peninsular" (1997).

$$P_{d100} = K_{100} * \overline{p} = 2,815 * 52 = 146,38 \text{ mm/día}$$



4.2.3. INTENSIDAD MEDIA DIARIA

Para la obtención de la intensidad media diaria, es necesario partir de la precipitación máxima diaria.

Para contrastar los datos se ha recurrido al estudio hidrológico del proyecto de urbanización de la UA-3 del Parque Tecnológico Empresarial de Caudete, que refleja un valor medio de la precipitación diaria máxima anual (P_d) de 85 mm/día.

De modo que, por la envergadura de tal proyecto y su relativa cercanía se adopta dicho dato. Por tanto, el valor buscado de la intensidad máxima horaria será:

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

En lo referido al valor K_A siguiendo el criterio de la instrucción, para el factor reductor de la precipitación por área de la cuenca, especifica que toda aquella cuenca inferior a un kilómetro cuadrado, dicho factor equivale a 1.

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

A partir de dicha aclaración, se obtiene el resultado de Intensidad media diaria siguiente:

$I_d = 3,54167 \text{ mm/h}$

4.2.4 FACTOR DE INTENSIDAD F_{int}

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

-La duración de la lluvia (t_c)

-Periodo de retorno

Se tomará el mayor valor de los obtenido:

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

Donde:

F_{int} (adimensional) Factor de intensidad

F_a (adimensional) Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad

F_b (adimensional) Factor obtenido a partir de la curva IDF



- a) Obtención de F_a para el cual se debe determinar el tiempo de duración del aguacero igual al tiempo de concentración ($t = t_c$)

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

- b) Obtención de F_b

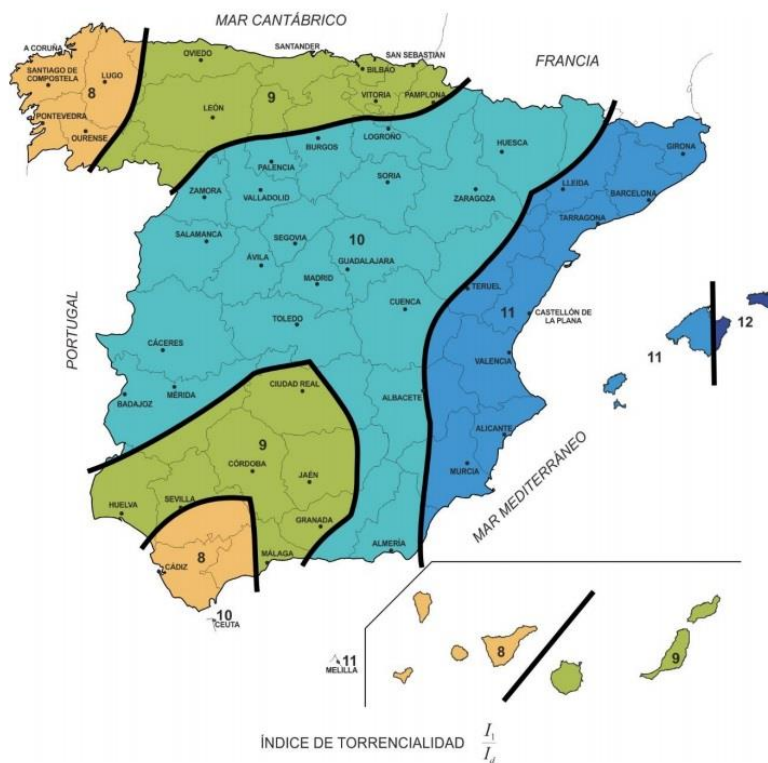
$$F_b = k_b \frac{I_{IDF}(T, t_c)}{I_{IDF}(T, 24)}$$

Por falta de datos para obtener estos parámetros se ha recurrido a la expresión general de las curvas intensidad-duración.

4.2.5 ÍNDICE DE TORRENCIALIDAD

El índice de torrencialidad que expresa la relación entre la intensidad de precipitación horaria y la media diaria corregida, presenta un valor de 11, justificado en el mapa siguiente, el cual caracteriza con un color azulado toda la parte mediterránea que incluye la zona de nuestra actuación.

$$\frac{I_1}{I_d} = 11$$





4.2.6 INTENSIDAD DE LA LLUVIA

La formulación para el cálculo de la intensidad de precipitación para cualquier duración a partir de la precipitación diaria en España es la siguiente:

$$I_t = I_d \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{\left(\frac{28^{0.1} - T_c^{0.1}}{28^{0.1} - 1} \right)}$$

Donde:

I_t = Intensidad media correspondiente al intervalo de duración t deseado

I_d = Intensidad diaria media

I_1/I_d = Índice de torrencialidad

$t = t_c$

4.2.7 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Para el cálculo del tiempo de concentración se va a emplear la fórmula de Témez:

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

CUENCA	Área (km ²)	K _A	Longitud (km)	Pendiente (m/m)	Cota inicio (m)	Cota final (m)	Desnivel (m)
A	0,2157	1	0,760	0,0104	552,11	544,18	7,93

Siendo:

L , la longitud del cauce principal en km.

J , su pendiente media en m/m

T_c , tiempo de concentración, en horas

T_c (horas)
0,579

4.2.8 COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

El coeficiente de escorrentía define la parte de la precipitación que genera el caudal de avenida en el punto de desagüe de la cuenca.

Se obtiene mediante la siguiente formula; Compuesta básicamente por el umbral de escorrentía corregido y la precipitación diaria.



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

Donde:

C (adimensional) Coeficiente de escorrentía

P_d (mm) Precipitación diaria correspondiente al periodo T (

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

P_0^* (mm) Umbral de escorrentía

4.2.9 UMBRAL DE ESCORRENTÍA

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

$$P_0^* = P_0 \cdot \beta$$

Donde:

P_0^* (mm) Umbral de escorrentía

P_0 (mm) Valor inicial del umbral de escorrentía

β (adimensional) Coeficiente corrector del umbral de escorrentía

4.2.10 VALOR INICIAL DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA

El valor inicial del umbral de escorrentía se determina a partir de los datos que proporciona la Norma 5.2-IC. Drenaje superficial (Orden FOM/298/2016 de 15 de febrero):

- Mapa de los grupos hidrológicos de la España peninsular (figura 2.7)
- Tabla 2.3 sobre valor inicial del umbral de escorrentía en función de:
 - Usos del suelo
 - Práctica de cultivo
 - Tipo de suelo (A, B, C o D)
 - Pendiente del terreno

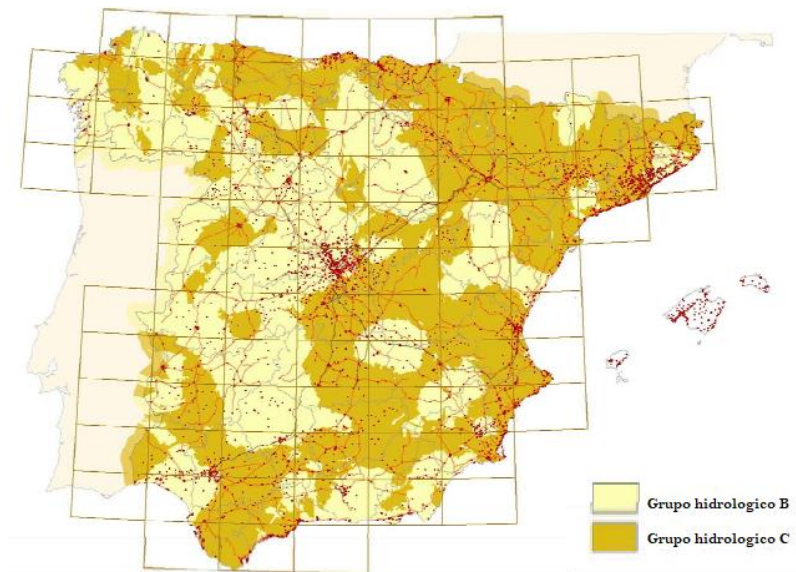


Figura 4.- Mapa de grupos hidrológicos de suelo

Como bien describe el anejo geológico, la mayor parte de la zona está compuesta por arcillas, calizas y margas. Por este motivo, junto con las apreciaciones del mapa de grupos hidrológicos de suelo, se opta por el grupo C para la determinación del valor inicial del umbral de escorrentía. Este grupo se caracteriza por un buen drenaje.

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

Tabla 2.4.- Grupos hidrológicos de suelo a efectos de la determinación del valor inicial del umbral de escorrentía

Una vez delimitada la amplitud de los parámetros para determinar el umbral de escorrentía se procede a la tabla siguiente, que debido a su extensión solo se han facilitado los primeros datos.



ANEJO Nº: 4 HIDROLOGÍA Y DRENAJE

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

Tabla 2.3. Valor inicial del umbral de escorrentía P_0 (mm)

Para profundizar en el tipo de cultivo de la zona se ha recurrido a los datos catastrales de las inmediaciones de la actuación. Siendo la referencia catastral 03140A066000140000WF y el uso principal agrario, que cuenta con los siguientes cultivos/ aprovechamiento



ANEJO Nº: 4 HIDROLOGÍA Y DRENAJE

CULTIVO			
Subparcela	Cultivo/Aprovechamiento	Intensidad Productiva	Superficie m ²
a	MT Matorral	00	866.389
b	C- Labor o Labradío seco	02	29.968
c	AM Almendro seco	01	20.209
d	O- Olivos seco	01	4.022
e	O- Olivos seco	01	17.500
f	MT Matorral	00	43.455
g	MT Matorral	00	290.039
h	I- Improductivo	00	70
i	I- Improductivo	00	81
j	MT Matorral	00	6.044
k	E- Pastos	01	6.121
l	I- Improductivo	00	1.129
m	I- Improductivo	00	88
n	C- Labor o Labradío seco	02	3.477
p	E- Pastos	01	44.692
q	I- Improductivo	00	2.400
r	AM Almendro seco	01	12.132
s	E- Pastos	01	8.598

Figura 5. *Datos catastrales cultivo*

El procedimiento seguido ha sido la consulta de los tipos de cultivo anteriores en la tabla 2.3 para determinar los valores iniciales de escorrentía.

A modo de resumen, se han recopilado los parámetros necesarios para nuestra área de estudio, simplificando los cálculos con la obtención de la media de los valores para una mejor aproximación global de la zona. Arrojando un valor de 14,75 mm que se ha redondeado a 15 mm.

VALOR INICIAL DE ESCORRENTIA				
Código	Usos de suelo	Práctica de cultivo	Pendiente (%)	Grupo de suelo C
21100	Tierra de labor en seco (cereales)	R/N	< 3	14
23100	Pastos den tierras abandonadas		< 3	12
22310	Olivares de seco		<3	19
32300	Vegetación esclerófila			14

4.2.11 COEFICIENTE CORRECTOR DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA

La formulación del método racional efectuada en los epígrafes anteriores requiere una calibración, para ello se introduce un coeficiente corrector del umbral de escorrentía β .

Como no se dispone de información suficiente de la cuenca, para llevar a cabo la calibración se toman valores de coeficiente corrector a partir de los datos de la tabla 2.5, correspondiente a las regiones de la figura 2.9

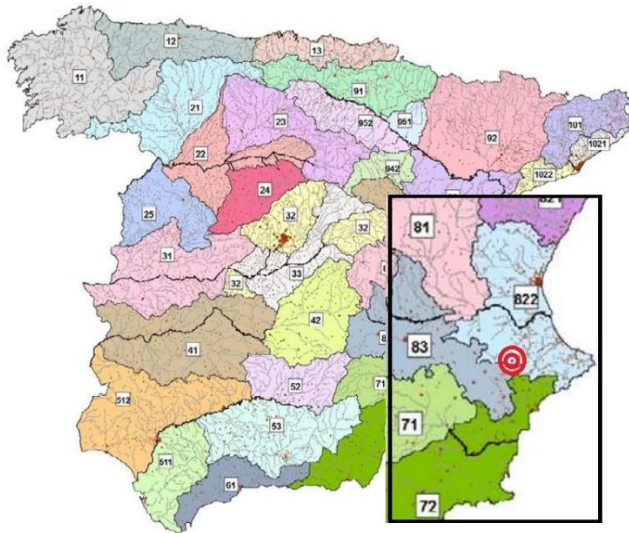


Figura 6. Regiones consideradas para la caracterización del coeficiente corrector del umbral de escorrentía

Como bien ilustra la imagen anterior, nuestra zona de estudio es un punto limítrofe, por lo que se ha optado por tomar un valor promedio de las tres regiones influyentes, albergando el siguiente resultado:

$$\beta = 1,9$$

En lo referido al tamaño de la cuenca hidrográfica, se ha delimitado de forma aproximada la superficie que genera la escorrentía en la zona de actuación para proceder a su encauzamiento



Figura 7. Dimensiones de la cuenca



ANEJO Nº: 4 HIDROLOGÍA Y DRENAJE

TABLA 2.5.- COEFICIENTE CORRECTOR DEL UMBRAL DE ESCORRENTIA: 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%	67%	90%	2	5	25	100	500
		Δ_{50}	Δ_{67}	Δ_{90}					
11	0,90	0,20	0,30	0,50	0,80	0,90	1,13	1,34	1,59
12	0,95	0,20	0,25	0,45	0,75	0,90	1,14	1,33	1,56
13	0,60	0,15	0,25	0,40	0,74	0,90	1,15	1,34	1,55
21	1,20	0,20	0,35	0,55	0,74	0,88	1,18	1,47	1,90
22	1,50	0,15	0,20	0,35	0,74	0,90	1,12	1,27	1,37
23	0,70	0,20	0,35	0,55	0,77	0,89	1,15	1,44	1,82
24	1,10	0,15	0,20	0,35	0,76	0,90	1,14	1,36	1,63
25	0,60	0,15	0,20	0,35	0,82	0,92	1,12	1,29	1,48
31	0,90	0,20	0,30	0,50	0,87	0,93	1,10	1,26	1,45
32	1,00	0,20	0,30	0,50	0,82	0,91	1,12	1,31	1,54
33	2,15	0,25	0,40	0,65	0,70	0,88	1,15	1,38	1,62
41	1,20	0,20	0,25	0,45	0,91	0,96	1,00	1,00	1,00
42	2,25	0,20	0,35	0,55	0,67	0,86	1,18	1,46	1,78
511	2,15	0,10	0,15	0,20	0,81	0,91	1,12	1,30	1,50
512	0,70	0,20	0,30	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
52	0,95	0,20	0,25	0,45	0,89	0,94	1,09	1,22	1,36
53	2,10	0,25	0,35	0,60	0,68	0,87	1,16	1,38	1,56
61	2,00	0,25	0,35	0,60	0,77	0,91	1,10	1,18	1,17
71	1,20	0,15	0,20	0,35	0,82	0,94	1,00	1,00	1,00
72	2,10	0,30	0,45	0,70	0,67	0,86	1,00	-	-
81	1,30	0,25	0,35	0,60	0,76	0,90	1,14	1,34	1,58
821	1,30	0,35	0,50	0,85	0,82	0,91	1,07	-	-
822	2,40	0,25	0,35	0,60	0,70	0,86	1,16	-	-
83	2,30	0,15	0,25	0,40	0,63	0,85	1,21	1,51	1,85
91	0,85	0,15	0,25	0,40	0,72	0,88	1,19	1,52	1,95
92	1,45	0,30	0,40	0,70	0,82	0,94	1,00	1,00	1,00
93	1,70	0,20	0,25	0,45	0,77	0,92	1,00	1,00	1,00
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 $F_{10}=1,00$

4.2.12 COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD

El coeficiente de uniformidad se determina mediante la siguiente expresión:

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



Donde:

K_t (adimensional) Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de precipitación

T_c (horas) Tiempo de concentración de la cuenca

La metodología seguida ha proporcionado los siguientes resultados:

CUENCA	P_0 (mm)	β	P_0^* (mm)	P_d (mm)	$P_d^* K_A$ (mm)	C	T_c (horas)
1	15	1,9	25,5	85	85	0,2999	0,579

4.3. CÁLCULO DE LOS CAUDALES MÁXIMOS

Aplicando los valores obtenidos según el método racional se obtiene se determina el caudal.

Cuenca	I (mm/h)	C	A	K_t	Q (m ³ /s)
1	53,782	0,2999	0,2157	1,0348	0,998

Tras realizar la aproximación del cálculo del caudal, se comparan con los datos que proporciona la web de la Universidad de Cádiz en base a la Instrucción de drenaje 5.2.IC, observándose que los resultados son similares a los obtenidos .

INSTRUCCIÓN DE DRENAJE 5.2.IC
MÉTODO RACIONAL MODIFICADO (TÉMEZ)

GEOMETRÍA DE LA CUENCA		DATOS HIDROLÓGICOS	
Superficie de la Cuenca (km ²):	0.2157	P_d - Máxima Lluvia en 24 h (mm):	85
Longitud del Cauce (km):	0.760	P_0 - Umbral de Escorrentía (mm):	15
Cota Máxima del cauce (m):	552.11	β - Factor de Corrección de Humedad:	1.9
Cota Mínima del Cauce (m):	544.18	(I_t/I_d) - Factor Torrencialidad:	11
Pendiente del Cauce (%):	1.04	P_0 - Umbral Escorrentía Corregido (mm):	28.5
		T_c - Tiempo de Concentración (h):	0.58

INSTRUCCIÓN DE DRENAJE 5.2 - I.C.		MÉTODO TÉMEZ MODIFICADO	
I_d - Intensidad Media Diaria (mm/h):	3.54	K_d - Factor Reductor Lluvia:	1
I_t - Intensidad para T_c (mm/h):	53.76	P_d - Máxima Lluvia Corregida (mm/h):	85
C - Coeficiente de Escorrentía:	0.26	I_d - Intensidad Media Diaria (mm/h):	3.54
		I_t - Intensidad para T_c (mm/h):	53.76
CAUDAL (m ³ /s):	1.02	C - Coeficiente de Escorrentía:	0.26
		K - Coeficiente de Uniformidad:	1.03
		CAUDAL (m ³ /s):	0.88

Universidad de Cádiz
 Dpto. Ing. Civil e Ing. Industrial
 Área de Ingeniería Hidráulica
 Olegario Castillo (2013)
<http://lab-hidrologia.uca.es/>
olegario.castillo@uca.es

SIN FACTOR REDUCTOR DE LLUVIA ($K_d=1$)
 I_t - Intensidad para T_c (mm/h): 53.76
 C - Coeficiente de Escorrentía: 0.26
 CAUDAL (m³/s): 0.88

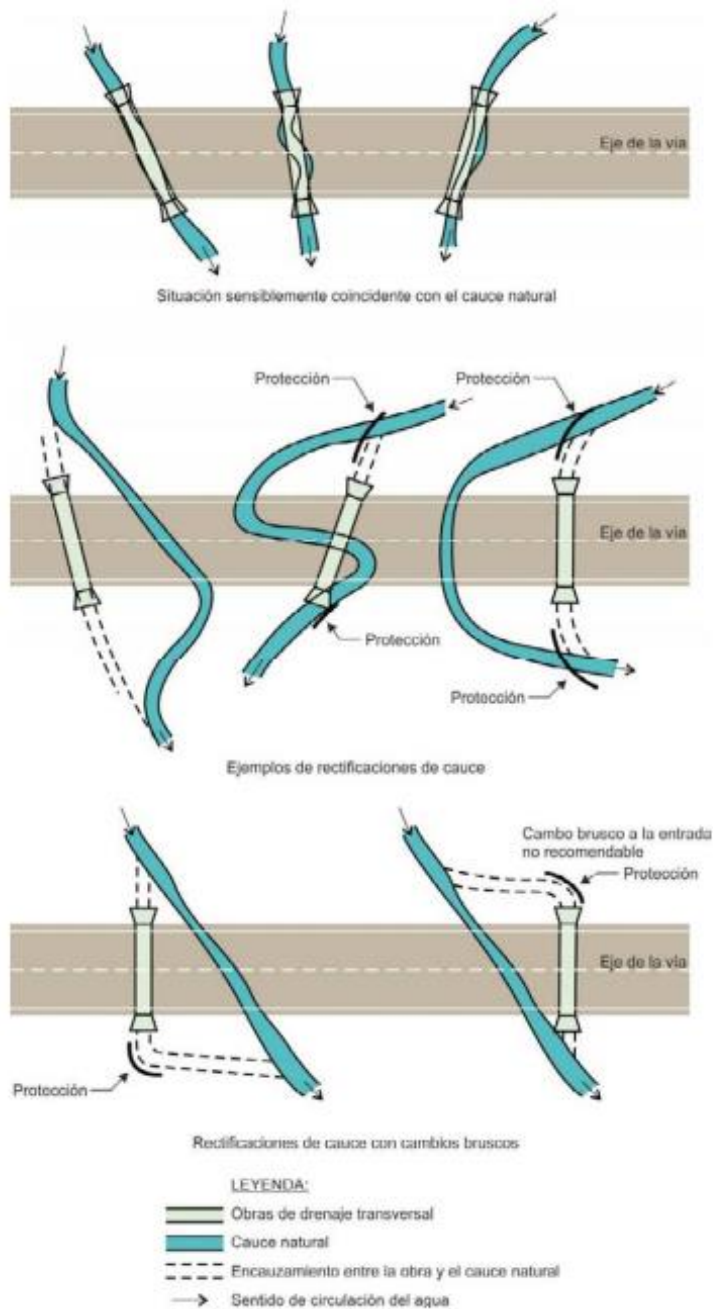
Figura 7. Cálculo método racional modificado según la Universidad de Cádiz



4.3 OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL

Las obras de drenaje transversal (ODT) se componen de embocadura de entrada y salida.

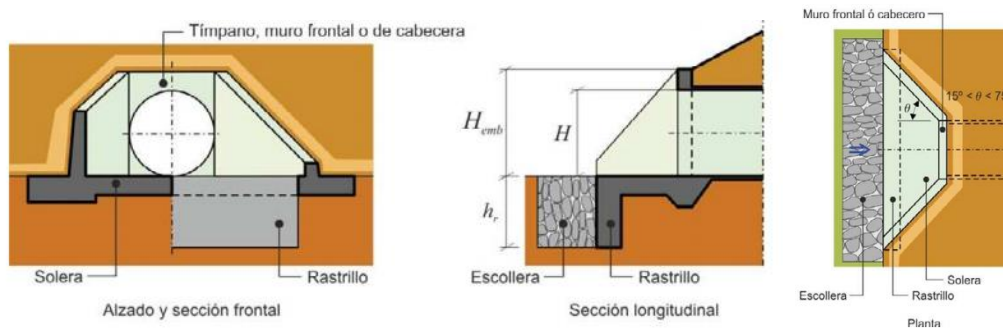
La disposición más favorable para el funcionamiento hidráulico de la ODT es coincidente con el cauce natural. Cuando no sea posible se proyectará una rectificación del cauce evitando cambios bruscos en el trazado, en especial de la ODT (ver siguiente imagen)





ANEJO Nº: 4 HIDROLOGÍA Y DRENAJE

La altura de las embocaduras de la ODT debe ser al menos uno coma dos veces la altura libre del conducto ($H_{emb} \geq 1,2H$) medida desde el plano de la solera. Las embocaduras con aletas constituyen el caso general y es el materializado en la zona de estudio.



En cuanto a las dimensiones mínima recomendada de una ODT viene en función de su longitud (ver siguiente tabla).

L (m)	D_L (m)
L (m) < 3	D_L (m) $\geq 0,6$
$3 \leq L$ (m) < 4	D_L (m) $\geq 0,8$
$4 \leq L$ (m) < 5	D_L (m) $\geq 1,0$
$5 \leq L$ (m) < 10	D_L (m) $\geq 1,2$
$10 \leq L$ (m) < 15	D_L (m) $\geq 1,5$
L (m) ≥ 15	D_L (m) $\geq 1,8$

El sistema de drenaje transversal existente está compuesto por obras de hormigón (ver reportaje fotográfico) de longitud equivalente a la sección de la carretera y diámetro aproximado de 1 metro, funcionando de forma adecuada.



5.- REPORTAJE FOTOGRÁFICO DRENAJE



Figura 1: *Drenaje transversal*



Figura 2: *Cuneta perimetral*