

Anejo N°4:

ESTUDIO DEL DRENAJE

AUTOR: Manuel Martínez Sánchez

TUTOR: Álvaro Cuadrado Tarodo

ÍNDICE

1.INTRODUCCIÓN	3
1.1. Objeto	3
1.2. Información utilizada.....	3
2.CLIMATOLOGÍA	3
2.1 Introducción	3
2.2 Caracterización del clima.....	3
3.ZONAS DE RIESGO DE INUNDACIÓN.....	5
4. ESTUDIO HIDROLÓGICO	7
4.1. Introducción	7
4.2. Definición de las cuencas	7
4.3. Método de cálculo para las cuencas pequeñas del Levante y Sureste peninsular	7
4.3.1. Cálculo de la intensidad de precipitación para periodo de retorno de T y duración del aguacero t.	9
4.3.2. Intensidad media de precipitación corregida	9
4.3.3. Factor de intensidad Fint	13
4.3.3.1. Tiempo de concentración.....	15
4.3.4. Coeficiente de escorrentía.	16
4.3.4.1. Forma de cálculo.....	16
4.3.4.2. Umbral de escorrentía.....	17
4.3.4.3. Valor inicial del umbral de escorrentía.....	17
4.3.4.4. Coeficiente corrector del umbral de escorrentía.....	18
4.3.5. Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación	21
4.3.6. Caudales de las cuencas.....	21
5. DRENAJE	23
5.1 Introducción	23
5.2. Drenaje actual.....	23
5.3. Dimensionamiento del nuevo drenaje	23
5.3.1. Solución del drenaje longitudinal	24
5.3.1. Solución del drenaje transversal	41
APÉNDICE 2: Cálculo de los coeficientes de escorrentía.....	48
APÉNDICE 3: Listado de las obras de drenaje actual	51

1.INTRODUCCIÓN

1.1. Objeto

En el presente anejo se pretende realizar un estudio de la climatología e hidrología de la zona de estudio, carretera N-332, en el municipio de Pedreguer. Gracias a los datos obtenidos se hará una evaluación del drenaje actual de la zona y si se necesita ampliar o dimensionar nuevos elementos del mismo, tanto longitudinal como transversal.

1.2. Información utilizada

La información que se va a utilizar para la redacción del presente anejo es la siguiente:

- Norma 5.2-IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras. Orden FOM/298/2016 del 15 de febrero.
- Máximas lluvias diarias en la España peninsular
- Plan de Acción Territorial de carácter sectorial sobre Prevención del Riesgo de Inundación en la Comunidad Valenciana (PATRICOVA)

2.CLIMATOLOGÍA

2.1 Introducción

La configuración física de la provincia de Alicante, junto con la influencia atmosférica atlántica al Oeste, el mar Mediterráneo al Este y el efecto de entrada de masas de aire desde la Europa continental o en norte de África, dan lugar a un clima con marcadas diferencias locales.

El territorio se puede definir como una zona climática mediterránea típica, con inviernos suaves, escasas lluvias y una acusada sequía estival.

2.2 Caracterización del clima

El clima en Pedreguer es un clima suave, y generalmente cálido y templado. A una temperatura media de 26.6°C, agosto es el mes más caluroso del año, mientras que enero tiene la temperatura promedio más baja del año, de 11°C.

La distribución estacional de la lluvia viene determinada por el máximo otoñal, la estación húmeda acumula entre un 40% y un 50% del total de las precipitaciones anuales, que sigue al mínimo estival, en torno al 10% de las lluvias anuales. La precipitación más baja se da en julio, con un promedio de 7 mm. La mayor precipitación media se da en diciembre con un promedio de 89 mm.

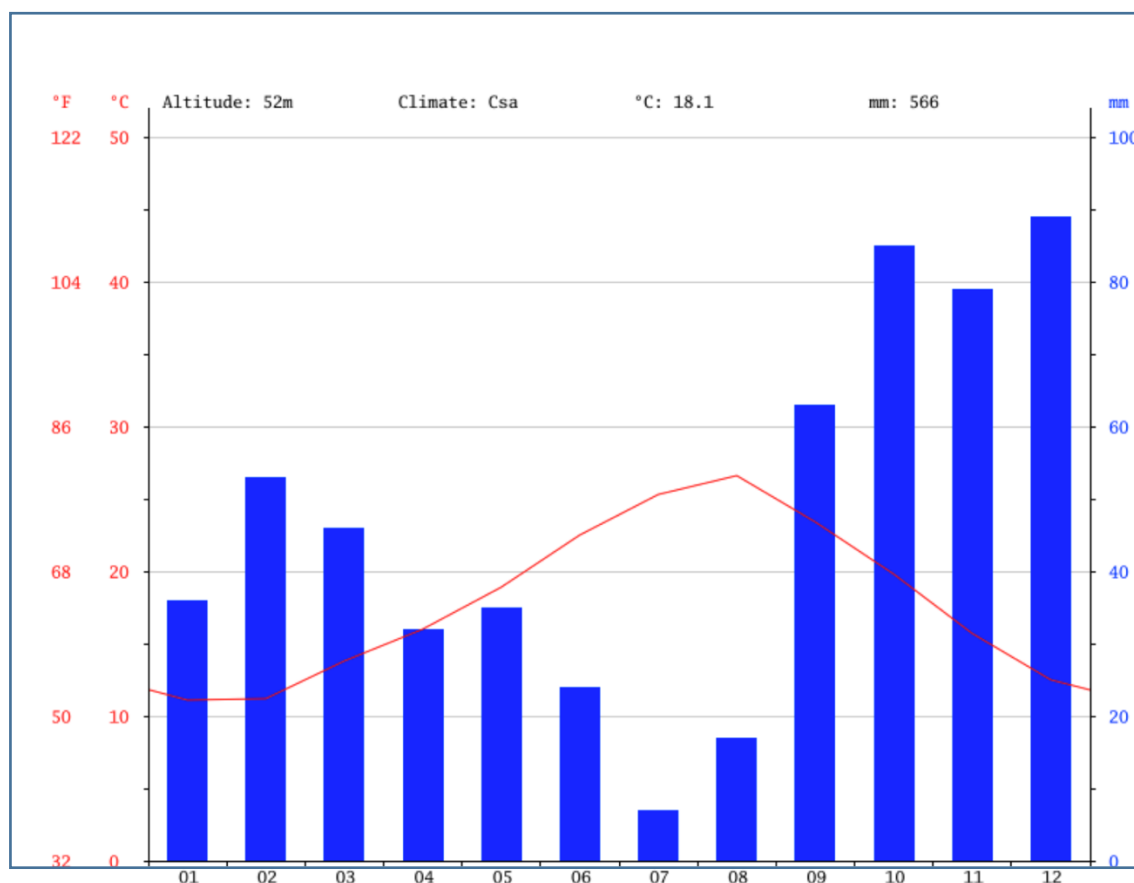


Figura 1 Gráfica representativa de las temperaturas y precipitaciones de la estación meteorológica de Pedreguer

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	11.1	11.2	13.8	16	18.9	22.5	25.3	26.6	23.4	19.8	15.7	12.5
Temperatura mín. (°C)	6.2	6.3	8.5	10.8	13.6	17.3	19.9	21.8	18.1	14.8	10.9	7.7
Temperatura máx. (°C)	16	16.1	19.1	21.3	24.3	27.7	30.7	31.4	28.7	24.8	20.5	17.4
Temperatura media (°F)	52.0	52.2	56.8	60.8	66.0	72.5	77.5	79.9	74.1	67.6	60.3	54.5
Temperatura mín. (°F)	43.2	43.3	47.3	51.4	56.5	63.1	67.8	71.2	64.6	58.6	51.6	45.9
Temperatura máx. (°F)	60.8	61.0	66.4	70.3	75.7	81.9	87.3	88.5	83.7	76.6	68.9	63.3
Precipitación (mm)	36	53	46	32	35	24	7	17	63	85	79	89

Tabla 1: Resumen de temperaturas y precipitaciones mensuales en la estación meteorológica de Pedreguer

3.ZONAS DE RIESGO DE INUNDACIÓN

Según establece el PATRICOVA, para conocer el riesgo de inundación que se tiene en una zona determinada, se debe cuantificar según una escala de niveles de peligrosidad, siendo 6:

- Peligrosidad de nivel 1. Cuando la probabilidad de que en un año cualquiera se sufra, al menos, una inundación es superior a 0'04 (equivalente a un periodo de retorno inferior a 25 años), con un calado máximo generalizado alcanzado por el agua superior a ochenta centímetros (80 cm).

-

- Peligrosidad de nivel 2. Cuando la probabilidad de que en un año cualquiera se sufra, al menos, una inundación se encuentra entre 0'04 y 0'01 (equivalente a un periodo de retorno entre 25 y 100 años), con un calado máximo generalizado alcanzado por el agua superior a ochenta centímetros (80 cm).

- Peligrosidad de nivel 3. Cuando la probabilidad de que en un año cualquiera se sufra, al menos, una inundación es superior a 0'04 (equivalente a un periodo de retorno inferior a 25 años), con un calado máximo generalizado alcanzado por el agua inferior a ochenta centímetros (80 cm) y superior a quince centímetros (15 cm).

- Peligrosidad de nivel 4. Cuando la probabilidad de que en un año cualquiera se sufra, al menos, una inundación se encuentra entre 0'04 y 0'01 (equivalente a un periodo de retorno entre 25 y

100 años), con un calado máximo generalizado alcanzado por el agua inferior a ochenta centímetros (80 cm) y superior a quince centímetros (15 cm).

- Peligrosidad de nivel 5. Cuando la probabilidad de que en un año cualquiera se sufra, al menos, una inundación se encuentra entre 0'01 y 0'002 (equivalente a un periodo de retorno entre 100 y 500 años), con un calado máximo generalizado alcanzado por el agua superior a ochenta centímetros (80 cm).

- Peligrosidad de nivel 6. Cuando la probabilidad de que en un año cualquiera se sufra, al menos, una inundación se encuentra entre 0'01 y 0'002 (equivalente a un periodo de retorno entre 100 y 500 años), con un calado máximo generalizado alcanzado por el agua inferior a ochenta centímetros (80 cm) y superior a quince centímetros (15 cm).

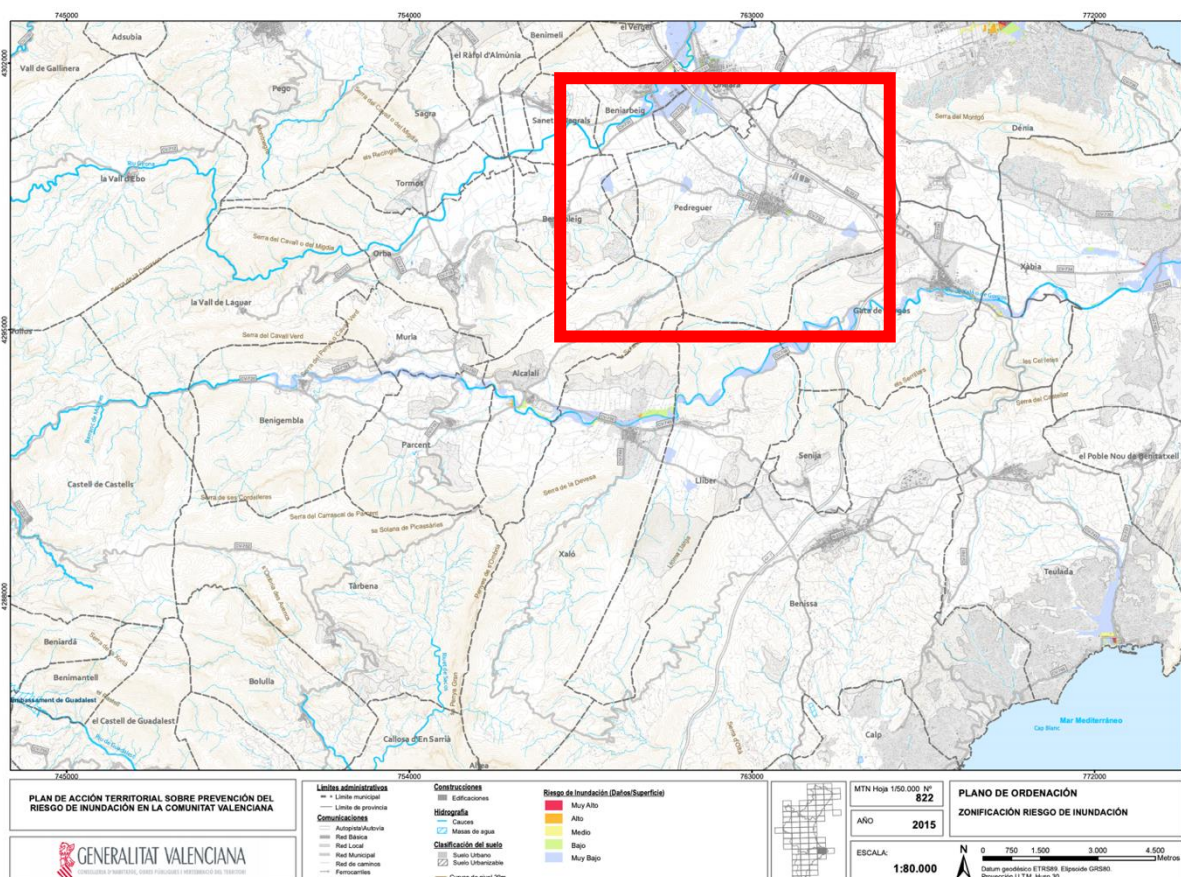


Figura 2: Plano de riesgo de inundación (Fuente: PATRICOVA)

En el mapa anterior se ve que el municipio de Pedreguer se encuentra en una zona de prácticamente sin ningún riesgo de inundación, tiene un riesgo de inundación muy bajo.

4. ESTUDIO HIDROLÓGICO

4.1. Introducción

El presente apartado tiene por objeto analizar, por una parte, las cuencas vertientes que afectan al tramo de carretera N-332, y por otra, comprobar la capacidad hidráulica de las cunetas que están dispuestas en la carretera, de esta forma poder conocer si es necesario ampliar el drenaje o mantener el actual. Para ello se utilizará Norma 5.2-IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras. Orden FOM/298/2016 del 15 de febrero.

4.2. Definición de las cuencas

La situación actual de las cuencas se puede ver en el Apéndice 1 en el plano de situación de las cuencas y de usos del suelo.

Son cinco las cuencas que afectan al tramo de carretera a analizar, sus características son las siguientes:

Cuenca	Área (m ²)	Longitud (m)	Pendiente media
C-1.1	233.270	576	0,217
C-1.2	233.270	564	0,142
C-2	27.198	168	0,149
C-3	162.849	544	0,175
C-4	320.303	630	0,246
C-5.1	319.429	789	0,222
C-5.2	319.429	816	0,165

Nota: Las cuencas C-1.1, C-1.2, C-5.1 y C-5.2, son las mismas cuencas, pero con distintos cauces principales.

4.3. Método de cálculo para las cuencas pequeñas del Levante y Sureste peninsular

Para poder dimensionar de forma correcta el drenaje a disponer en la carretera se debe tener en cuenta el caudal de agua y la forma de su desagüe, por ello se realiza el cálculo establecido por la norma 5.2 IC.

Caudal de proyecto QP, es aquél que se debe tener en cuenta para efectuar el dimensionamiento hidráulico de una obra, elemento o sistema de drenaje superficial de la carretera. Se considera igual al caudal máximo anual correspondiente a los períodos de retorno que se indican a continuación:

- 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.

En cuencas de área inferior a cincuenta kilómetros cuadrados ($A < 50 \text{ km}^2$) del Levante y del sur peninsular, si la administración no dispone de datos sobre caudales máximos, como es en este caso, se debe aplicar el siguiente método:

- Si el período de retorno es inferior o igual a veinticinco años ($T \leq 25$ años) el caudal máximo anual correspondiente Q_T , se debe determinar según el método racional
- Si el período de retorno es superior a veinticinco años ($T > 25$ años) el caudal máximo anual correspondiente Q_T , se debe determinar como se indica a continuación:

$$Q_T = \varphi \cdot Q_{10}^\lambda$$

Donde:

- Q_T (m^3/s) Caudal máximo anual correspondiente al período de retorno T , en el punto de desagüe de la cuenca.
- Q_{10} (m^3/s) Caudal máximo anual correspondiente al período de retorno T , en el punto de desagüe de la cuenca, calculado mediante el método racional.
- φ (adimensional) Coeficiente propio de la región y del período de retorno considerado.
- λ (adimensional) Exponente propio de la región y del período de retorno considerado.

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

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

- Q_T (m³ /s) Caudal máximo anual correspondiente al período de retorno T , en el punto de desagüe de la cuenca.
- $I(T, t_c)$ (mm/h) Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno considerado T , para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración t_c , de la cuenca.
- C (adimensional) Coeficiente medio de esorrentía de la cuenca o superficie considerada.
- A (km²) Área de la cuenca o superficie considerada.
- K_t (adimensional) Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.

4.3.1. Cálculo de la intensidad de precipitación para periodo de retorno de T y duración del aguacero t .

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

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

Donde:

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

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

4.3.2. Intensidad media de precipitación corregida

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

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

Donde:

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

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

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

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

$$K_A = 1$$

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

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

- A (km²). Área de la cuenca.

En este caso al tener todas las cuencas principales un área inferior a 1 km², $K_A = 1$.

Para la obtención de la precipitación máxima diaria en el punto de desagüe se siguen los pasos recogidos en el documento de Máximas Lluvias diarias en la España Peninsular publicado por el Ministerio de Fomento.

Son los siguientes:

1) Localizar en los planos el punto geográfico deseado con la ayuda del plano-guía.

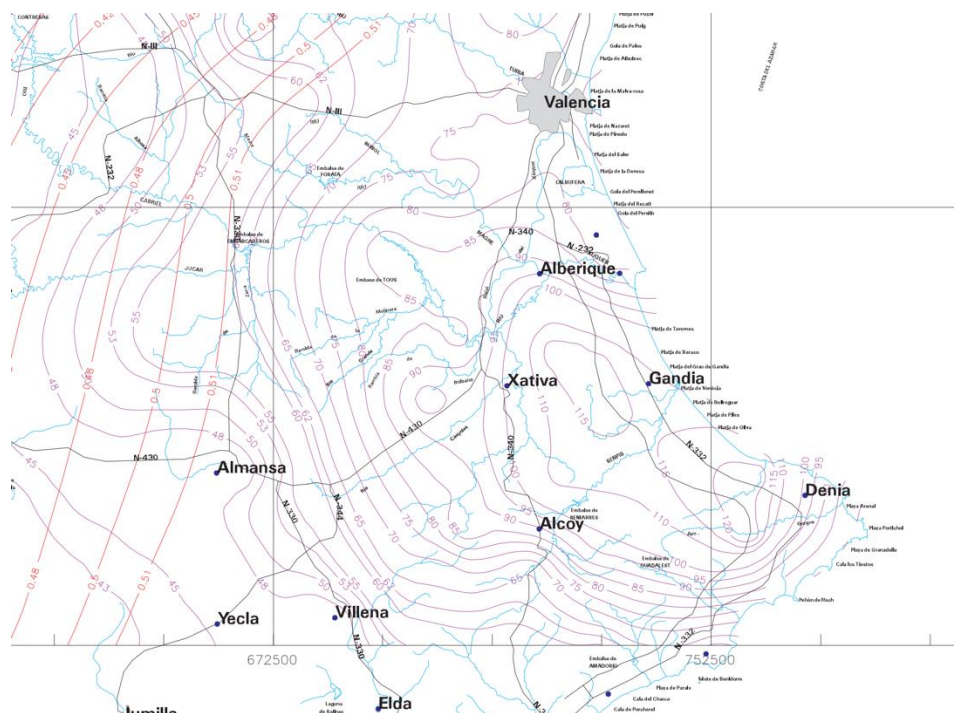


Figura 3: Plano de isolíneas del valor regional del cociente C_v y del valor medio de la máxima precipitación diaria anual.

2) Estimar mediante las isolíneas presentadas el coeficiente de variación (líneas rojas) y el valor medio P de la máxima precipitación diaria anual (líneas moradas).

Los datos obtenidos son los siguientes:

C_v	0,51
P_m (mm/día)	110

3) Para el período de retorno T y el valor C_v , obtener el factor de amplificación K_T mediante el uso de la siguiente tabla:

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

Los períodos de retorno a considerar son, $T=10$ años y $T=25$ años, para el dimensionamiento del drenaje transversal y longitudinal correspondientemente.

- $T=10$ años $K_T= 1,625$

- $T=25$ años $K_T= 2,068$

4) Realizar el producto de amplificación K_T por el valor promedio P de la máxima precipitación diaria anual obteniendo la precipitación diaria máxima para el período de retorno deseado P_t :

$$- P_{10} = K_{10} \cdot P_m = 1,625 \cdot 110 = \mathbf{178,75mm/día}$$

$$- P_{25} = K_{25} \cdot P_m = 2,068 \cdot 110 = \mathbf{227,48 \text{ mm/día}}$$

4.3.3. Factor de intensidad Fint

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:

$$Fint = \max (Fa, Fb)$$

Donde:

- Fint (adimensional). Factor de intensidad.
- Fa (adimensional). Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad (I_1/I_d).
- Fb (adimensional). Factor obtenido a partir de las curvas IDF de un pluviógrafo próximo.

a) Obtención de Fa

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

Donde:

- Fa (adimensional) Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad (I_1/I_d).

- I_1/I_d (adimensional) Índice de torrencialidad que expresa la relación entre la intensidad de precipitación horaria y la media diaria corregida. Su valor se determina en función de la zona geográfica, a partir del mapa de la figura 4. En nuestro caso se adoptará un valor de 11.

- 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 ($t=t_c$).

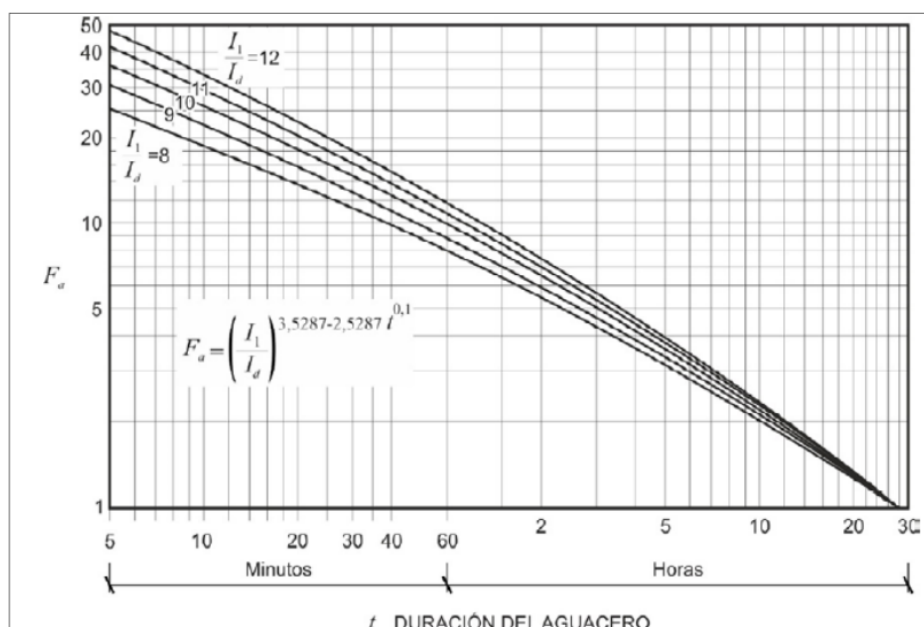


Figura 4: Factor F_a . (Fuente: Norma 5.2 IC Drenaje)

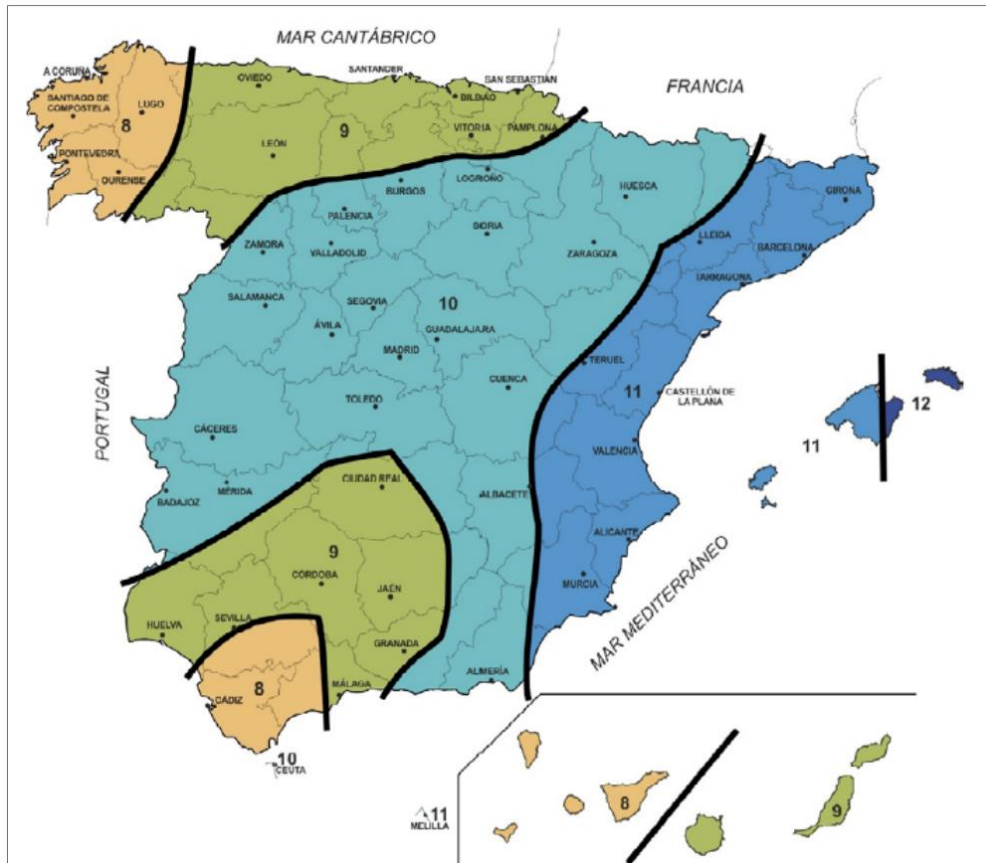


Figura 5: Mapa del Índice de torrencialidad (I_1/I_a). (Fuente: Norma 5.2IC Drenaje)

En este caso $\frac{I_1}{I_a}$ es igual a 11 visto a que se encuentra en la zona del levante español.

b) Obtención de F_b :

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

Donde:

- F_b (adimensional). Factor obtenido a partir de las curvas IDF de un pluviógrafo próximo. En nuestro caso no lo tendremos en cuenta al no disponer de datos.

4.3.3.1. Tiempo de concentración

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.

En este caso al tratarse de cinco cuencas principales se utilizará la siguiente fórmula para el cálculo del tiempo de concentración, haciendo una simplificación donde se supone los caudales están claramente definidos:

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

Donde:

- t_c (horas). Tiempo de concentración
- J_c . (adimensional). Pendiente media del cauce.
- L_c (kilómetro). Longitud del cauce

4.3.4. Coeficiente de escorrentia.

4.3.4.1. Forma de cálculo

El coeficiente de escorrentia 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 escorrentia C , se obtendrá mediante la siguiente fórmula, representada gráficamente en la figura 6.

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

Donde:

- C (adimensional). Coeficiente de escorrentia
- P_d (mm). Precipitación diaria correspondiente al período de retorno T considerado.
- K_A (adimensional). Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca. En este caso $K_A=1$.
- P_0 (mm). Umbral de escorrentia.

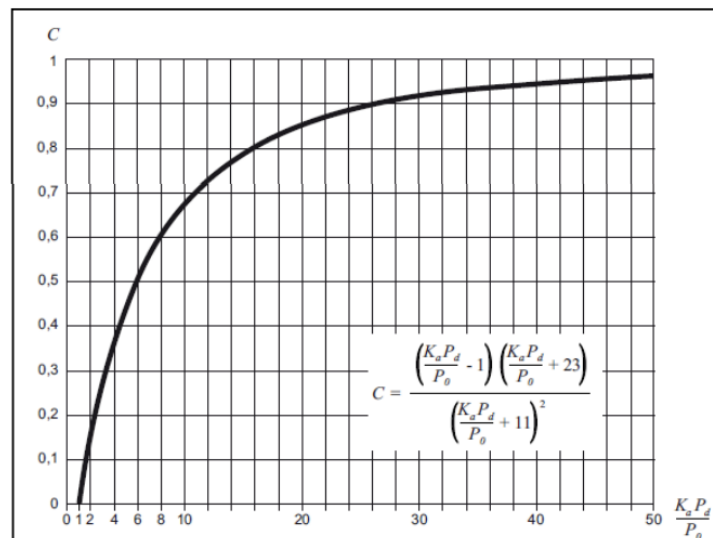


Figura 6: Determinación del coeficiente de escorrentía. (Fuente: Norma 5.2. IC)

4.3.4.2. Umbral de escorrentía

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

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

Donde:

P_0 (mm). Umbral de escorrentía

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

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

4.3.4.3. Valor inicial del umbral de escorrentía

Este valor se determinará a partir de los datos que se obtengan del tipo de suelo a partir de las tablas proporcionadas por la norma 5.2. IC, y del grupo hidrológico en el que se encuentre.

En este caso el grupo hidrológico según el siguiente mapa, la zona a estudiar pertenece al grupo C:

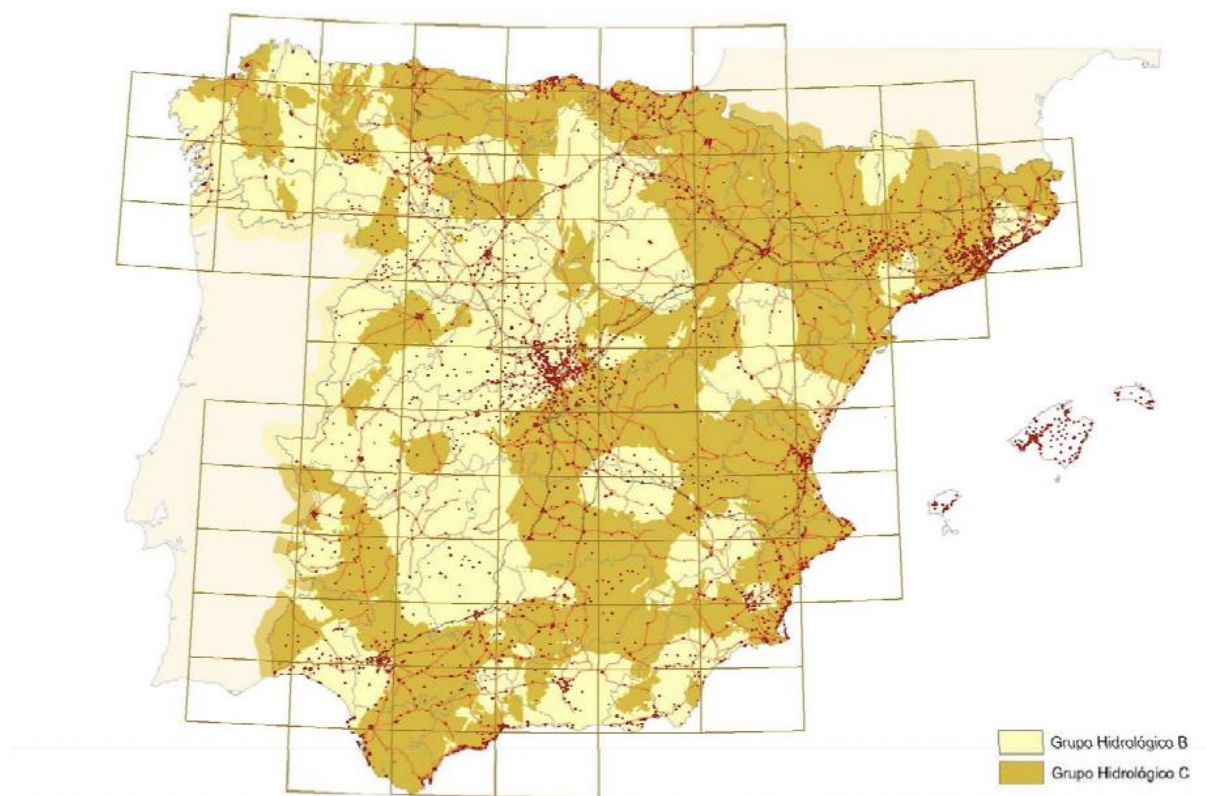


Figura 7: Mapa de grupos hidrológicos del suelo (Fuente: Norma 5.2. IC.)

4.3.4.4. Coeficiente corrector del umbral de escorrentía

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

Como no se dispone de suficiente información en la cuenca de cálculo, se tomará el valor del coeficiente corrector a partir de los datos de la tabla 3 correspondiente a las regiones de la figura 8.

En este caso, la cuenca aportante se encuentra situada en el levante y Sureste peninsular y, dado que los períodos de retorno a analizar son de 10 y 25 años, se procederá como se indica a continuación:

- Drenaje transversal de vías de servicio y drenaje de plataforma y márgenes: Se debe aplicar el producto del valor medio de la región del coeficiente corrector del umbral de escorrentía por un factor dependiente del período de retorno T , considerado para el caudal de proyecto en el elemento de que en cada caso se trate:

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

Donde:

- β^{PM} (adimensional). Coeficiente umbral de escorrentía para drenaje de plataforma y márgenes, o drenaje transversal de vías auxiliares.
- βm (adimensional) Valor medio en la región, del coeficiente corrector del umbral de escorrentía (tabla 3). En este caso $\beta m = 2,4$.
- FT (adimensional). Factor función del período T (tabla 3). En este caso para el período de retorno de 10 años FT= 1 y para el período de retorno de 25 años FT= 1,16.

Por lo que $\beta^{PM} (T=10 \text{ años}) = 2,4$ y $\beta^{PM} (T=25 \text{ años}) = 2,784$.



Figura 8: Regiones consideradas para la caracterización del coeficiente corrector del umbral de escorrentía (Fuente: Norma 5.2. IC.)

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
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 $F_{10}=1,00$

Tabla 3: Coeficiente corrector del umbral de escorrentía: Valor correspondientes a calibraciones regionales(Fuente: Norma 5.2. IC)

Para determinar los respectivos valores de los coeficientes de escorrentía, se ha determinado en cada cuenca cuales son los usos del suelo que se presentan. En el Apéndice 1 se puede observar la delimitación de las cuencas y los distintos usos de suelo que se dan en cada una.

El cálculo de los coeficientes de escurrimiento de cada una de las cuencas se ha realizado mediante la implementación de unas hojas Excel de elaboración propia, donde se analiza tanto el período de retorno de 10 años como el de 25 años, estas hojas se encuentran adjuntas en el Apéndice 1.

4.3.5. Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación

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

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

Donde:

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

Una vez obtenidos todos estos datos se obtendrán los caudales para los dos períodos de retorno, $T=10$ años y $T=20$ años. Se puede ver a continuación una tabla resumen con todos los datos necesarios para su obtención:

4.3.6. Caudales de las cuencas

Una vez obtenidos todos los parámetros previamente definidos se ha aplicado la fórmula del método racional, para un período de retorno de 10 y de 25 años. Para la obtención del caudal período de retorno de 100 años se ha cogido la siguiente expresión:

$$Q_T = \varphi \cdot Q_{10}^\lambda$$

Donde:

- Q_T (m³ /s) Caudal máximo anual correspondiente al período de retorno T , en el punto de desagüe de la cuenca.
- Q_{10} (m³ /s) Caudal máximo anual correspondiente al período de retorno T , en el punto de desagüe de la cuenca, calculado mediante el método racional.
- φ (adimensional) Coeficiente propio de la región y del período de retorno considerado. En este caso es igual a 4.

- λ (adimensional) Exponente propio de la región y del período de retorno considerado. En este caso es igual a 1,1.

En las tablas siguientes se muestran los valores obtenidos de caudal para cada una de las cuencas. Donde para las obras de drenaje transversal se ha tenido en cuenta las cuencas previamente definidas en la Imagen 9 y un período de retorno de 100 años, el drenaje longitudinal se ha calculado para un período de retorno de 25 años y para hallar el área de las cuencas de la plataforma y sus márgenes se ha elegido un ancho medio del trazado de 6 metros multiplicado por las longitudes a cada una de las obras del drenaje transversal que se van a disponer, obteniendo de esta forma las áreas de cada tramo.

MÉTODO RACIONAL ($Q = I(T,tc)^C \cdot A^{1/3} \cdot K^{1/3}$) $T=10$ años														Q = 100 años	
CUENCAS CON ÁREA < 1 km ²	AREA (Km ²)	L (Km)	HMAX (m)	HMIN (m)	HMAX-HMIN (m)	J(m/m)	tc(h)	Pd (mm/d)	Fint (adim.)	Id (mm/h)	I(T,tc) (mm/h)	C (adim.)	Kt (adim.)	Q (m ³ /s)	$Q_{100} = \varphi \cdot Q_{10}^{1.1}$
C1.1	0,23327	0,576	185	60	125	0,217	0,264	178,75	23,44	7,45	174,60	0,309	1,01	3,543	16,0806832
C1.2	0,23327	0,564	140	60	80	0,142	0,281	178,75	22,65	7,45	168,68	0,309	1,01	3,426	15,50052014
C2	0,027198	0,168	85	60	25	0,149	0,111	178,75	36,39	7,45	271,01	0,456	1,00	0,938	3,727603814
C3	0,162849	0,544	155	60	95	0,175	0,263	178,75	23,47	7,45	174,80	0,352	1,01	2,820	12,51400006
C4	0,320303	0,63	215	60	155	0,246	0,276	178,75	22,90	7,45	170,54	0,346	1,01	5,324	25,17168946
C5.1	0,319429	0,789	240	65	175	0,222	0,334	178,75	20,66	7,45	153,90	0,343	1,02	4,767	22,29254143
C5.2	0,319429	0,816	200	65	135	0,165	0,362	178,75	19,77	7,45	147,23	0,343	1,02	4,569	21,27421504

Tabla 4: Caudales para un período de retorno de 10 y de 100 años.

Para realizar el cálculo de los caudales para el dimensionamiento del drenaje longitudinal se ha distinguido en dos vías, la vía de servicio norte y la vía de servicio sur, cada una de ellas se ha dividido en distintos tramos para realizar el dimensionamiento de la cuneta a disponer en cada uno.

MÉTODO RACIONAL ($Q = I(T,tc)^C \cdot A^{1/3} \cdot K^{1/3}$) $T=25$ años														
PK	AREA (Km ²)	L (Km)	HMAX (m)	HMIN (m)	HMAX-HMIN (m)	J(m/m)	tc(h)	Pd (mm/d)	Fint (adim.)	Id (mm/h)	I(T,tc) (mm/h)	C (adim.)	Kt (adim.)	Q (m ³ /s)
0+000-0+036	0,000216	0,036	67,97	67,851	0,119	0,0033	0,071	227,48	45,02	9,48	426,74	0,983	1,00	0,025
0+036-0+354	0,001908	0,318	67,851	64,573	3,278	0,0103	0,300	227,48	21,90	9,48	207,58	0,983	1,02	0,110
0+354-0+762	0,002448	0,408	64,573	60,348	4,225	0,0104	0,362	227,48	19,77	9,48	187,40	0,983	1,02	0,128
0+762-0+867	0,00063	0,105	60,348	59,66	0,688	0,00655	0,141	227,48	32,39	9,48	307,02	0,983	1,01	0,053
0+867-1+345	0,002868	0,478	59,66	57,09	2,57	0,0054	0,462	227,48	17,26	9,48	163,60	0,983	1,03	0,132
1+345-1+606	0,001566	0,261	57,09	56,51	0,58	0,0022	0,345	227,48	20,29	9,48	192,28	0,983	1,02	0,084
1+606-1+865	0,001554	0,259	61,431	56,51	4,921	0,0190	0,228	227,48	25,30	9,48	239,81	0,983	1,01	0,103
1+865-1+937	0,000432	0,072	61,431	59,39	2,041	0,0283	0,080	227,48	42,59	9,48	403,71	0,983	1,00	0,048

Tabla 5: Caudales para un período de retorno de 25 años del vial norte.

MÉTODO RACIONAL ($Q = I(T,tc)^C \cdot A^{1/3} \cdot K^{1/3}$) $T=25$ años														
PK	AREA (Km ²)	L (Km)	HMAX (m)	HMIN (m)	HMAX-HMIN (m)	J(m/m)	tc(h)	Pd (mm/d)	Fint (adim.)	Id (mm/h)	I(T,tc) (mm/h)	C (adim.)	Kt (adim.)	Q (m ³ /s)
0+000-0+087	0,000522	0,087	56,7	56,387	0,313	0,0036	0,137	227,48	32,86	9,48	311,49	0,983	1,01	0,045
0+087-0+175	0,000528	0,088	56,54	56,387	0,153	0,0017	0,158	227,48	30,53	9,48	289,41	0,983	1,01	0,042
0+175-0+436	0,001566	0,261	57,06	56,54	0,52	0,0020	0,352	227,48	20,06	9,48	190,12	0,983	1,02	0,083
0+436-0+915	0,002874	0,479	59,64	57,06	2,58	0,00539	0,463	227,48	17,25	9,48	163,49	0,983	1,03	0,132
0+915-1+020	0,00063	0,105	60,3	59,64	0,66	0,0063	0,142	227,48	32,26	9,48	305,81	0,983	1,01	0,053
1+020-1+428	0,002448	0,408	64,4	60,3	4,1	0,0100	0,364	227,48	19,71	9,48	186,81	0,983	1,02	0,127
1+428-1+730	0,001812	0,302	67,77	64,4	3,37	0,0112	0,284	227,48	22,55	9,48	213,71	0,983	1,01	0,107
1+730-1+778	0,000288	0,048	67,77	67,65	0,12	0,0025	0,093	227,48	39,61	9,48	375,40	0,983	1,00	0,030

Tabla 6: Caudales para un período de retorno de 25 años del vial sur.

5. DRENAJE

5.1 Introducción

En este apartado se pretende realizar un análisis de la carretera actual, la N-332, de esta forma comprobar si es necesario ampliar el drenaje, para la implantación de las dos vías de servicio o por el contrario es suficiente con el actual para poder satisfacer las posibles avenidas para los distintos periodos de retorno. Del mismo modo también se realizará una inspección del drenaje de la autovía paralela a la nacional, de esta forma poder conocer por donde deberían ir las obras de drenaje de la carretera, en el caso de ser insuficientes.

5.2. Drenaje actual

Tras realizar una inspección visual en la carretera nacional, N-332, se encuentran cinco obras de drenaje transversal, que vistos los caudales que se han obtenido para el periodo de retorno de 100 años, estas obras son insuficientes para poder abastecer este periodo de retorno, por lo tanto se tendrá que ejecutar una ampliación del drenaje transversal para la mejora de la nacional, lo que conlleva una demolición de las obras de drenaje transversal actuales y diseñar y construir unas nuevas.

En la siguiente imagen se pueden ubicar cuales son las obras de drenaje que se encuentran tanto en la nacional como en la autovía, en el Apéndice 2: Listado de las obras de drenaje actual, se hace una descripción detallada de las obras de drenaje que se encuentran actualmente y de su localización.



Imagen 10: Situación de obras de drenaje. (Fuente: Elaboración propia)

5.3. Dimensionamiento del nuevo drenaje

Para realizar el correcto drenaje de las vías de servicio, se ha visto que el que existe hoy en día en la carretera nacional es insuficiente, por ello se propone una mejora de este demoliendo las obras actuales y

construyendo unas nuevas estructuras para realizar el drenaje, que vayan desde una vía de servicio hasta la otra pasando por debajo de la carretera nacional.

5.3.1. Solución del drenaje longitudinal

Para realizar el dimensionamiento del drenaje longitudinal de ambas vías de servicio y de la carretera nacional, se toma como caudales los obtenidos para el período de retorno de 25 años. Las dimensiones de las obras de drenaje se han calculado gracias a un programa encontrado (<http://www.hawsedc.com/engcalcs/Manning-Trap.php>).

Para el cálculo de la sección hemos de tener en cuenta la limitación de velocidad máxima que nos indica la Norma 5.2-I.C Drenaje Superficial en función de la naturaleza de la superficie. Para la realización de la cuneta se ha decidido ejecutarlo mediante hormigón in situ cuyo número de Manning es de 0,013, y su limitación de velocidad es lo indicado en la siguiente tabla:

Naturaleza de la superficie	Máxima velocidad admisible (m/s)
Terreno sin vegetación arenoso o limoso	0,20-0,60
Terreno sin vegetación arcilloso	0,60-0,90
Terreno sin vegetación en arcillas duras y margas blandas	0,90-1,40
Terreno sin vegetación en gravas y cantos	1,20-2,30
Terreno parcialmente cubierto de vegetación	0,60-1,20
Terreno con vegetación herbácea permanente	1,20-1,80
Rocas blandas	1,40-3,00
Mampostería, rocas duras	3,00-5,00
Hormigón	4,50-6,00

Tabla 6: Velocidades máximas. (Fuente: Norma 5.2-Drenaje Superficial).

Para la realización del drenaje longitudinal se ha tenido en cuenta las dos vías de servicio a realizar, que se han denominado Vial lado norte, que corresponde al vial más alejado de la autovía cuya numeración en PKs va desde el PK 0+000 (inicio de la vía de servicio) hasta el PK 1+936 (final de la glorita). Por otro lado, se tiene el Vial lado sur, que corresponde al más cercano a la autovía, cuya numeración en Pks va al contrario que el anterior, el PK 0+000 corresponde con el inicio del carril de trenzado y el PK 1+178 (final de la vía de servicio).

Vial lado norte

Para el dimensionamiento del drenaje longitudinal se ha tenido en cuenta cuatro puntos clave para la realización del mismo, el PK 0+000 (Inicio), PK 1+600 (Punto bajo), PK 1+865 (Punto alto), PK 1+937 (Final). Para un correcto dimensionamiento se ha decidido dividir el vial lado norte en 8 tramos:

1ºTramo Inicio – PK 0+036:

Como se puede ver en la tabla 5 el caudal que se da en este tramo es de 0,025 m³/s y la pendiente es del 0,33%. Se tomará un Número de Manning de 0,013 y se dejará un resguardo de 0,1 m como mínimo. La sección elegida es la siguiente:

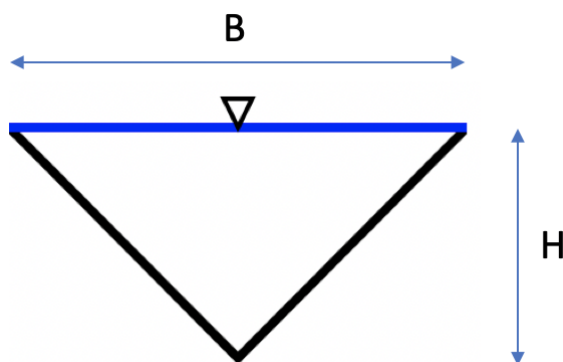


Imagen 11: Sección triangular de la cuneta.

Dimensionamiento:

H= 0,3m

B= 0,6 m

Talud: 1/1

Datos obtenidos:

Área del flujo: 0,04 m²

Perímetro mojado: 0,57 m

Radio hidráulico: 0,07 m

Calado: 0,2 m

Caudal q: 0,03 m³/s

Velocidad: 0,76 m/s

Por lo tanto, tras ver los datos obtenidos no supera la velocidad máxima y satisface el caudal de 0,025m³/s.

2º Tramo PK 0+036 – PK0+354:

En este tramo se observa un caudal de 0,110m³/s y una pendiente del 1,03%. Por lo que para un Número de Manning de 0,013 y un resguardo de 0,1 m como mínimo se obtiene la siguiente sección:

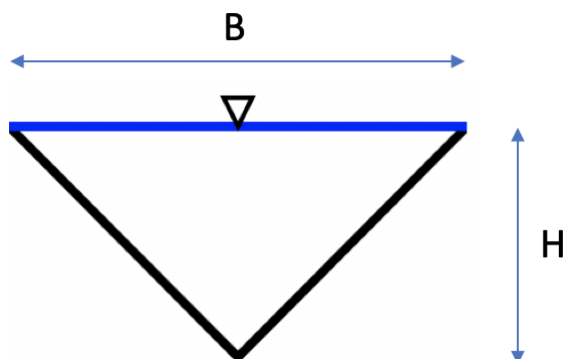


Imagen 11: Sección triangular de la cuneta.

Dimensionamiento:

H= 0,4 m

B= 0,8 m

Talud: 1/1

Datos obtenidos:

Área del flujo: 0,09 m²

Perímetro mojado: 0,85 m

Radio hidráulico: 0,11 m

Calado: 0,3 m

Caudal q: 0,16 m³/s

Velocidad: 1,76 m/s

Por lo tanto, tras ver los datos obtenidos no supera la velocidad máxima y satisface el caudal de 0,11m³/s.

3º Tramo PK 0+354- 0+762:

En este tramo se cuenta con un caudal de 0,128 m³/s y de una pendiente del 1,04%. Por lo que para un Número de Manning de 0,013 y un resguardo de 0,1 m como mínimo se obtiene la siguiente sección:

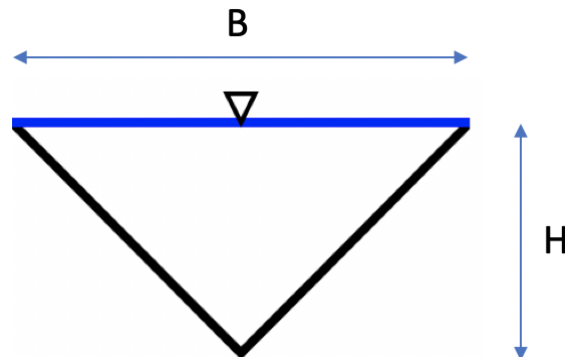


Imagen 11: Sección triangular de la cuneta.

Dimensionamiento:

H= 0,4 m

B= 0,8 m

Talud: 1/1

Datos obtenidos:

Área del flujo: 0,09 m²

Perímetro mojado: 0,85 m

Radio hidráulico: 0,11 m

Calado: 0,3 m

Caudal q: 0,16 m³/s

Velocidad: 1,76 m/s

Por lo tanto, tras ver los datos obtenidos no supera la velocidad máxima y satisface el caudal de 0,128 m³/s.

4º Tramo PK 0+762- 0+867:

En este tramo se cuenta con un caudal de 0,053 m³/s y de una pendiente del 0,65%. Por lo que para un Número de Manning de 0,013 y un resguardo de 0,1 m como mínimo se obtiene la siguiente sección:

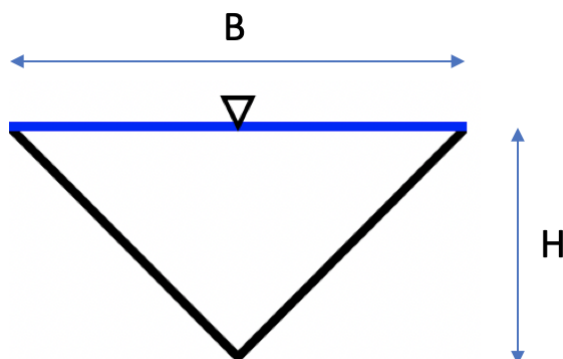


Imagen 11: Sección triangular de la cuneta.

Dimensionamiento:

H= 0,35 m

B= 0,7 m

Talud: 1/1

Datos obtenidos:

Área del flujo: 0,06 m²

Perímetro mojado: 0,71m

Radio hidráulico: 0,09 m

Calado: 0,25 m

Caudal q: 0,08 m³/s

Velocidad: 1,23 m/s

Por lo tanto, tras ver los datos obtenidos no supera la velocidad máxima y satisface el caudal de 0,053m³/s.

5º Tramo PK 0+867- 1+345:

En este tramo se cuenta con un caudal de 0,132 m³/s y de una pendiente del 0,54%. Por lo que para un Número de Manning de 0,013 y un resguardo de 0,1 m como mínimo se obtiene la siguiente sección:

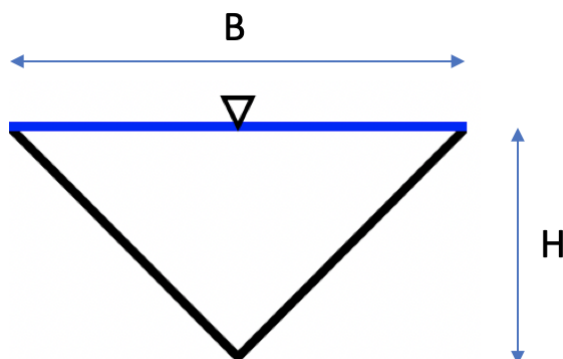


Imagen 11: Sección triangular de la cuneta.

Dimensionamiento:

H= 0,4 m

B= 0,8 m

Talud: 1/1

Datos obtenidos:

Área del flujo: 0,1 m²

Perímetro mojado: 0,91 m

Radio hidráulico: 0,11 m

Calado: 0,32 m

Caudal q: 0,14 m³/s

Velocidad: 1,32 m/s

Por lo tanto, tras ver los datos obtenidos no supera la velocidad máxima y satisface el caudal de 0,132m³/s.

6º Tramo PK 1+345- 1+606:

En este tramo se cuenta con un caudal de 0,084 m³/s y de una pendiente del 0,22%. Por lo que para un Número de Manning de 0,013 y un resguardo de 0,1 m como mínimo se obtiene la siguiente sección:

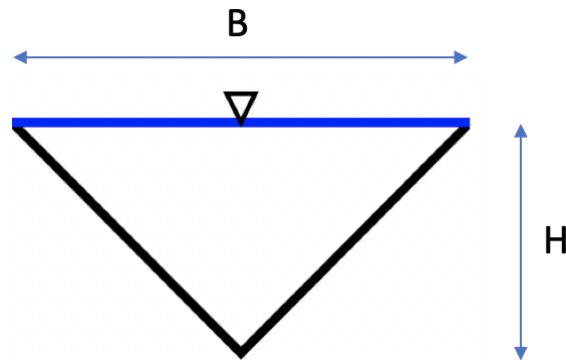


Imagen 11: Sección triangular de la cuneta.

Dimensionamiento:

H= 0,4 m

B= 0,8 m

Talud: 1/1

Datos obtenidos:

Área del flujo: 0,10 m²

Perímetro mojado: 0,91 m

Radio hidráulico: 0,11 m

Calado: 0,32 m

Caudal q: 0,09 m³/s

Velocidad: 0,84 m/s

Por lo tanto, tras ver los datos obtenidos no supera la velocidad máxima y satisface el caudal de 0,084m³/s.

7º Tramo PK 0+354- 0+762:

En este tramo se cuenta con un caudal de 0,103m³/s y de una pendiente del 1,9%. Por lo que para un Número de Manning de 0,013 y un resguardo de 0,1 m como mínimo se obtiene la siguiente sección:

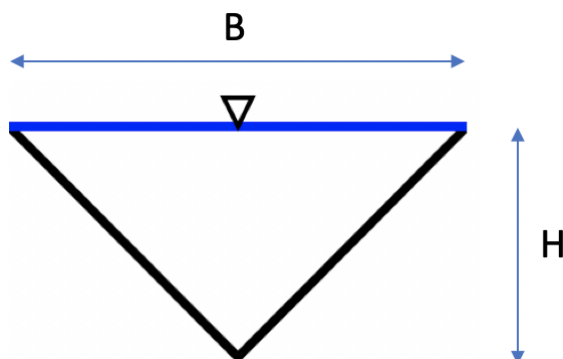


Imagen 11: Sección triangular de la cuneta.

Dimensionamiento:

H= 0,35 m

B= 0,7 m

Talud: 1/1

Datos obtenidos:

Área del flujo: 0,06 m²

Perímetro mojado: 0,71 m

Radio hidráulico: 0,09 m

Calado: 0,25 m

Caudal q: 0,13 m³/s

Velocidad: 2,1 m/s

Por lo tanto, tras ver los datos obtenidos no supera la velocidad máxima y satisface el caudal de 0,103 m³/s.

8º Tramo PK 1+865- 1+937:

En este tramo se cuenta con un caudal de 0,048 m³/s y de una pendiente del 2,83%. Por lo que para un Número de Manning de 0,013 y un resguardo de 0,1 m como mínimo se obtiene la siguiente sección:

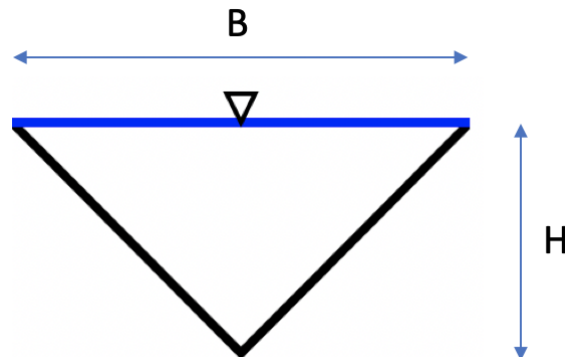


Imagen 11: Sección triangular de la cuneta.

Dimensionamiento:

H= 0,3 m

B= 0,6 m

Talud: 1/1

Datos obtenidos:

Área del flujo: 0,04 m²

Perímetro mojado: 0,57 m

Radio hidráulico: 0,07 m

Calado: 0,2 m

Caudal q: 0,09 m³/s

Velocidad: 2,21 m/s

Por lo tanto, tras ver los datos obtenidos no supera la velocidad máxima y satisface el caudal de 0,048 m³/s.

Vial lado sur

En este vial se ha enumerado los PKs desde el inicio del carril trenzado como PK 0+000 hasta el final de la vía de servicio PK 1+778, teniendo en cuenta que el punto bajo se encuentra en el PK 0+087 y el punto alto en el PK 1+729. Para la realización del dimensionamiento se ha dividido en 5 tramos:

1º Tramo Inicio - Punto Bajo:

En este tramo se tiene un caudal de 0,045m³/s y una pendiente del 0,5%, utilizando un Número de Manning de 0,013 y dejando un resguardo de 0,1m se obtiene la siguiente sección:

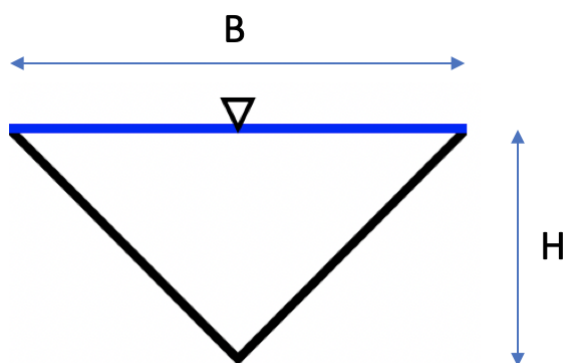


Imagen 11: Sección triangular de la cuneta.

Dimensionamiento:

H= 0,35m

B= 0,7 m

Talud: 1/1

Datos obtenidos:

Área del flujo: 0,06m²

Perímetro mojado: 0,71

Radio hidráulico: 0,09m

Calado: 0,25 m

Caudal q: 0,07 m³/s

Velocidad: 1,08 m/s

Por lo que satisface el caudal de 0,046 m³/s y cumple con la velocidad ya que no la sobrepasa la establecida en la Tabla 6.

2º Tramo Punto Bajo - PK 0+175:

En este tramo se tiene un caudal de 0,042m³/s y una pendiente del 0,17%, utilizando un Número de Manning de 0,013 y dejando un resguardo de 0,1m se obtiene la siguiente sección:

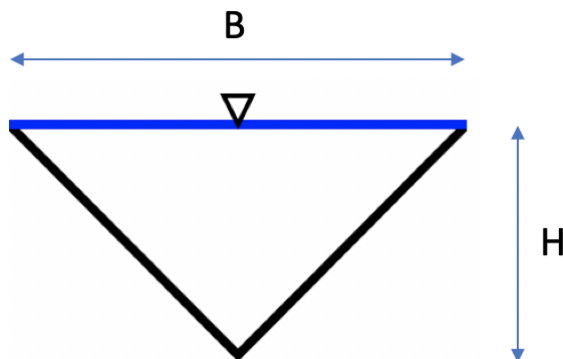


Imagen 11: Sección triangular de la cuneta.

Dimensionamiento:

H= 0,4 m

B= 0,8 m

Talud: 1/1

Datos obtenidos:

Área del flujo: 0,09 m²

Perímetro mojado: 0,85 m

Radio hidráulico: 0,11 m

Calado: 0,3 m

Caudal q: 0,06 m³/s

Velocidad: 0,71 m/s

Por lo tanto, tras ver los datos obtenidos no supera la velocidad máxima y satisface el caudal de 0,042m³/s.

3º Tramo PK 0+175 – PK 0+436:

En este tramo se cuenta con un caudal de 0,083 m³/s y de una pendiente del 0,2%. Por lo que para un Número de Manning de 0,013 y un resguardo de 0,1 m como mínimo se obtiene la siguiente sección:

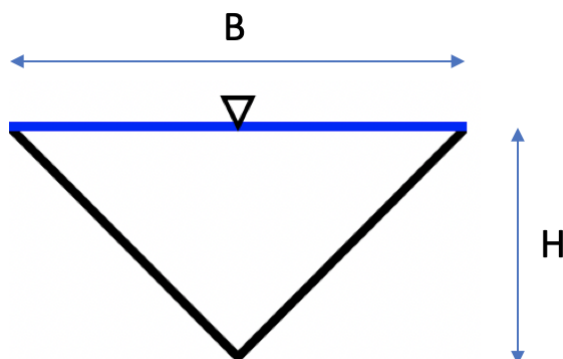


Imagen 11: Sección triangular de la cuneta.

Dimensionamiento:

H= 0,45 m

B= 0,9 m

Talud: 1/1

Datos obtenidos:

Área del flujo: 0,12 m²

Perímetro mojado: 0,99 m

Radio hidráulico: 0,12 m

Calado: 0,35 m

Caudal q: 0,1 m³/s

Velocidad: 0,85 m/s

Por lo tanto, tras ver los datos obtenidos no supera la velocidad máxima y satisface el caudal de 0,083 m³/s.

4º Tramo PK 0+436– PK 0+915:

En este tramo se tiene un caudal de 0,132m³/s y de una pendiente del 0,54%, con un Número de Manning de 0,013 y un resguardo como mínimo de 0,1 m, se obtiene la siguiente sección:

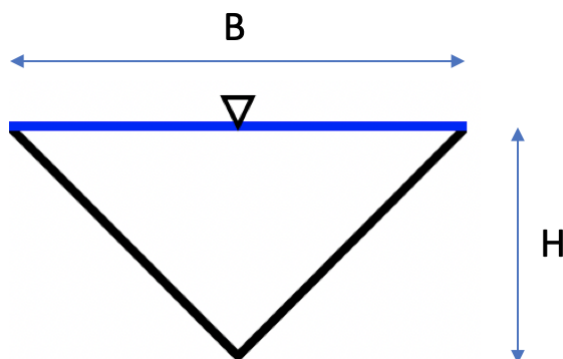


Imagen 11: Sección triangular de la cuneta.

Dimensionamiento:

H= 0,45 m

B= 0,9 m

Talud: 1/1

Datos obtenidos:

Área del flujo: 0,12 m²

Perímetro mojado: 0,99 m

Radio hidráulico: 0,12 m

Calado: 0,35 m

Caudal q: 0,17 m³/s

Velocidad: 1,4 m/s

Por lo tanto, tras ver los datos obtenidos no supera la velocidad máxima y satisface el caudal de 0,132 m³/s

5º Tramo PK 1+679- Final:

En este tramo el caudal es de 0,053 m³/s y la pendiente es de 0,63%, con un Número de Manning de 0,013 y 0,1 metros de resguardo mínimo, se obtiene la siguiente sección:

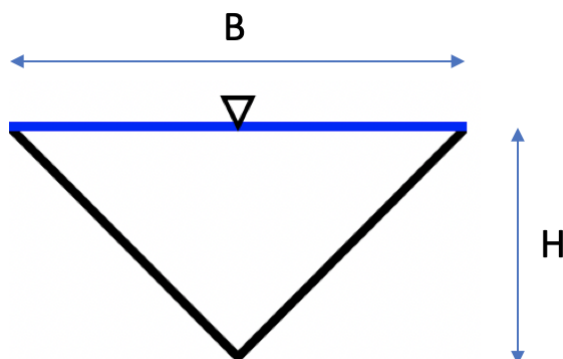


Imagen 11: Sección triangular de la cuneta.

Dimensionamiento:

H= 0,35m

B= 0,7 m

Talud: 1/1

Datos obtenidos:

Área del flujo: 0,06 m²

Perímetro mojado: 0,71 m

Radio hidráulico: 0,09 m

Calado: 0,25 m

Caudal q: 0,08 m³/s

Velocidad: 1,21 m/s

Por lo tanto, tras ver los datos obtenidos no supera la velocidad máxima y satisface el caudal de 0,053 m³/s.

6º Tramo PK 1+020- 1+428:

En este tramo se cuenta con un caudal de 0,127 m³/s y de una pendiente del 1 %. Por lo que para un Número de Manning de 0,013 y un resguardo de 0,1 m como mínimo se obtiene la siguiente sección:

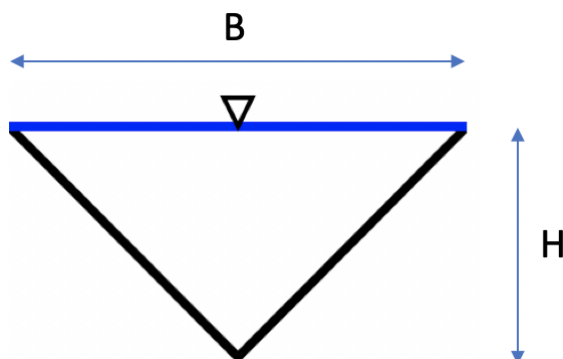


Imagen 11: Sección triangular de la cuneta.

Dimensionamiento:

H= 0,4 m

B= 0,8 m

Talud: 1/1

Datos obtenidos:

Área del flujo: 0,09 m²

Perímetro mojado: 0,85 m

Radio hidráulico: 0,11 m

Calado: 0,3 m

Caudal q: 0,16 m³/s

Velocidad: 1,72 m/s

Por lo tanto, tras ver los datos obtenidos no supera la velocidad máxima y satisface el caudal de 0,127 m³/s.

7º Tramo PK 0+354- 0+762:

En este tramo se cuenta con un caudal de 0,107 m³/s y de una pendiente del 1,12%. Por lo que para un Número de Manning de 0,013 y un resguardo de 0,1 m como mínimo se obtiene la siguiente sección:

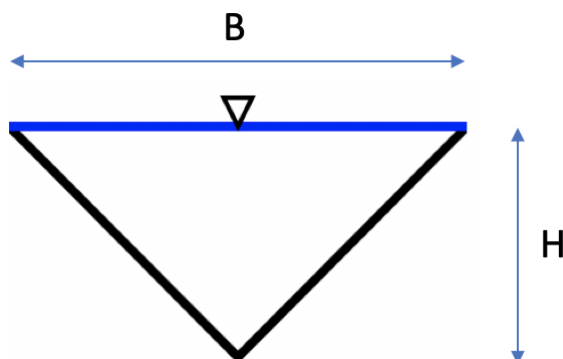


Imagen 11: Sección triangular de la cuneta.

Dimensionamiento:

H= 0,35 m

B= 0,7 m

Talud: 1/1

Datos obtenidos:

Área del flujo: 0,06 m²

Perímetro mojado: 0,71m

Radio hidráulico: 0,09 m

Calado: 0,25 m

Caudal q: 0,11 m³/s

Velocidad: 1,6 m/s

Por lo tanto, tras ver los datos obtenidos no supera la velocidad máxima y satisface el caudal de 0,107 m³/s.

8º Tramo PK 1+730- 1+778:

En este tramo se cuenta con un caudal de 0,030 m³/s y de una pendiente del 0,25%. Por lo que para un Número de Manning de 0,013 y un resguardo de 0,1 m como mínimo se obtiene la siguiente sección:

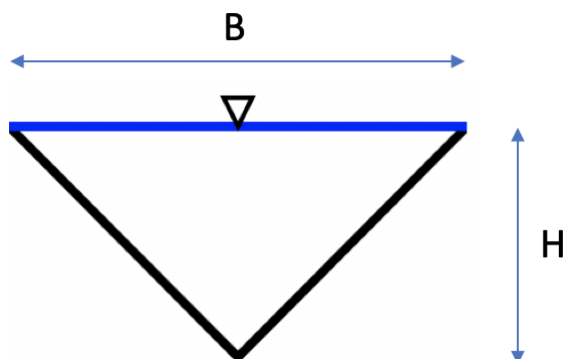


Imagen 11: Sección triangular de la cuneta.

Dimensionamiento:

H= 0,35 m

B= 0,7 m

Talud: 1/1

Datos obtenidos:

Área del flujo: 0,06 m²

Perímetro mojado: 0,71m

Radio hidráulico: 0,09 m

Calado: 0,25 m

Caudal q: 0,05 m³/s

Velocidad: 0,76 m/s

Por lo tanto, tras ver los datos obtenidos no supera la velocidad máxima y satisface el caudal de 0,03 m³/s.

5.3.1. Solución del drenaje transversal

A la hora de realizar el drenaje transversal se tendrá en cuenta los caudales obtenidos para el período de retorno de 100 años, donde en función del caudal de cada cuenca se harán distintas obras de drenaje.

Cuenca 1: Para satisfacer el caudal de proyecto de 16,08m³/s y suponiendo una pendiente en el sentido transversal de la carretera del 0,7% con un Número de Manning de 0,013 y dejando un resguardo de 0,2 m , se han propuesto realizar dos obras de drenaje transversal con las siguientes dimensiones:

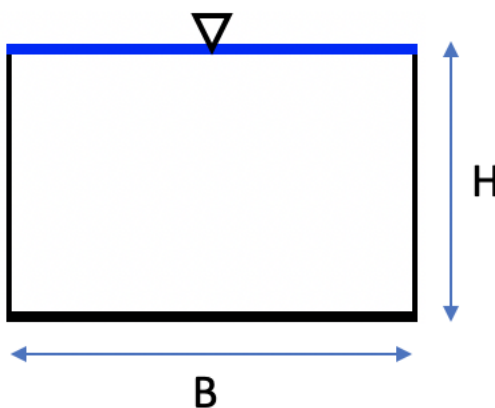


Imagen 12: Sección rectangular del marco transversal.

Dimensionamiento:

H= 1,5 m

B= 2 m

Largo=2,4

Datos obtenidos:

Área del flujo: 2,6 m²

Perímetro mojado: 4,6 m

Radio hidráulico: 0,57 m

Calado: 1,3 m

Caudal q: 11,44m³/s

Velocidad: 4,4 m/s

Por lo tanto, dos marcos de 1,5 metros de altura y 2 metros de base son más que suficiente para poder abastecer las avenidas de la cuenca uno.

Cuenca 2: Para satisfacer el caudal de proyecto de 3,727 m³/s y suponiendo una pendiente en el sentido transversal de la carretera del 0,7% con un Número de Manning de 0,013 y dejando un resguardo de 0,2 m, se ha propuesto la siguiente sección:

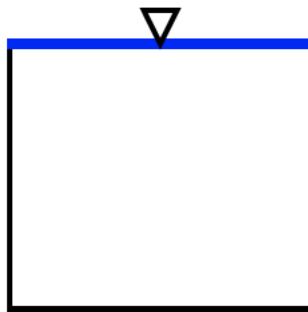


Imagen 13: Sección rectangular del marco transversal.

Dimensionamiento:

H= 1,5 m

B= 1,5m

Largo= 2m

Datos obtenidos:

Área del flujo: 1,95 m²

Perímetro mojado: 4,1 m

Radio hidráulico: 0,48 m

Calado: 1,3 m

Caudal q: 7,65 m³/s

Velocidad: 3,92 m/s

Por lo cual es suficiente con el dimensionamiento de una obra de drenaje transversal, de sección rectangular de base de 1,5 metros y altura de 1,5 metros, que puede albergar un caudal de 7,65 m³/s, mayor al caudal de proyecto de 3,727 m³/s.

Cuenca 3: Para satisfacer el caudal de proyecto de 12,514 m³/s y suponiendo una pendiente en el sentido transversal de la carretera del 0,7% con un Número de Manning de 0,013 y dejando un resguardo de 0,1 m , se ha propuesto la siguiente sección:

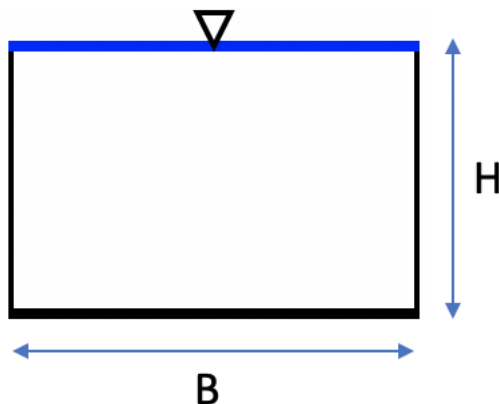


Imagen 14: Sección rectangular del marco transversal.

Dimensionamiento:

H= 1,5 m

B= 2 m

Ancho=2,4

Datos obtenidos:

Área del flujo: 2,8 m²

Perímetro mojado: 4,8 m

Radio hidráulico: 0,58 m

Calado: 1,4 m

Caudal q: 12,58 m³/s

Velocidad: 4,49 m/s

Por lo tanto, con un único marco de estas dimensiones se consigue satisfacer el caudal de 12,514 m³/s.

Cuenca 4: Para satisfacer el caudal de proyecto de 25,17 m³/s y suponiendo una pendiente en el sentido transversal de la carretera del 0,7% con un Número de Manning de 0,013 y dejando un resguardo de 0,1 m, se ha propuesto realizar dos obras de drenaje transversal, para repartir este caudal entre las mismas, la sección es la siguiente:

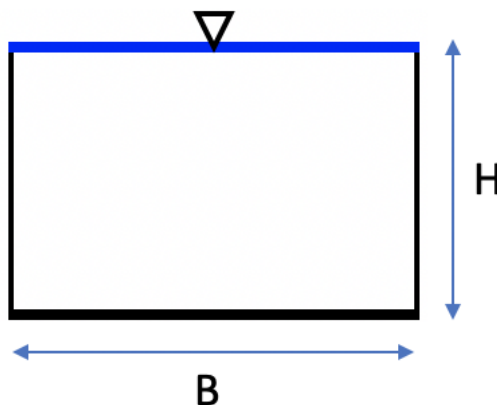


Imagen 15: Sección rectangular del marco transversal.

Dimensionamiento:

H= 1,5 m

B= 2 m

Ancho= 2,4 m

Datos obtenidos:

Área del flujo: 2,8 m²

Perímetro mojado: 4,8 m

Radio hidráulico: 0,58 m

Calado: 1,4 m

Caudal q: 12,59m³/s

Velocidad: 4,49 m/s

Por lo tanto, construyendo para la cuenca 4 dos obras de drenaje transversal de las dimensiones descritas anteriormente, podrán albergar el caudal de proyecto de 25,17 m³/s.

Cuenca 5: Para satisfacer el caudal de proyecto de 22,3 m³/s y suponiendo una pendiente en el sentido transversal de la carretera del 0,7% con un Número de Manning de 0,013 y dejando un resguardo de 0,2 m, se ha propuesto realizar dos obras de drenaje transversal, para repartir este caudal entre dos, quedando una caudal para cada obra de 11,15 m³/s, cuya sección es la siguiente:

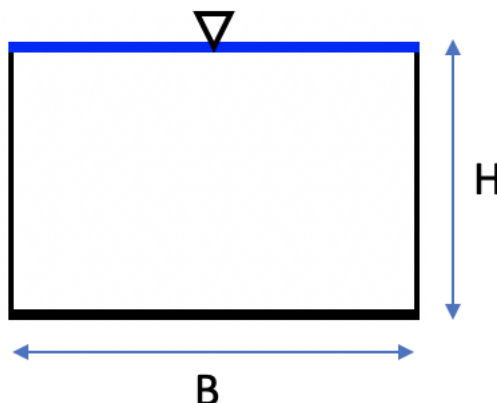


Imagen 15: Sección trectangular del marco trnsversal.

Dimensionamiento:

H= 1,5 m

B= 2 m

Ancho= 2,4 m

Datos obtenidos:

Área del flujo: 2,6 m²

Perímetro mojado: 4,6 m

Radio hidráulico: 0,57 m

Calado: 1,3 m

Caudal q: 11,44m³/s

Velocidad: 4,4 m/s

Por lo tanto construyendo para la cuenca 5 dos obras de drenaje transversal de las dimensiones descritas anteriormente, podrán albergar entre las 2 hasta un caudal de 22,88 m³/s, superior al caudal de proyecto de 22,3 m³/s.

APÉNDICE 1: Límite de Cuencas y Usos del suelo

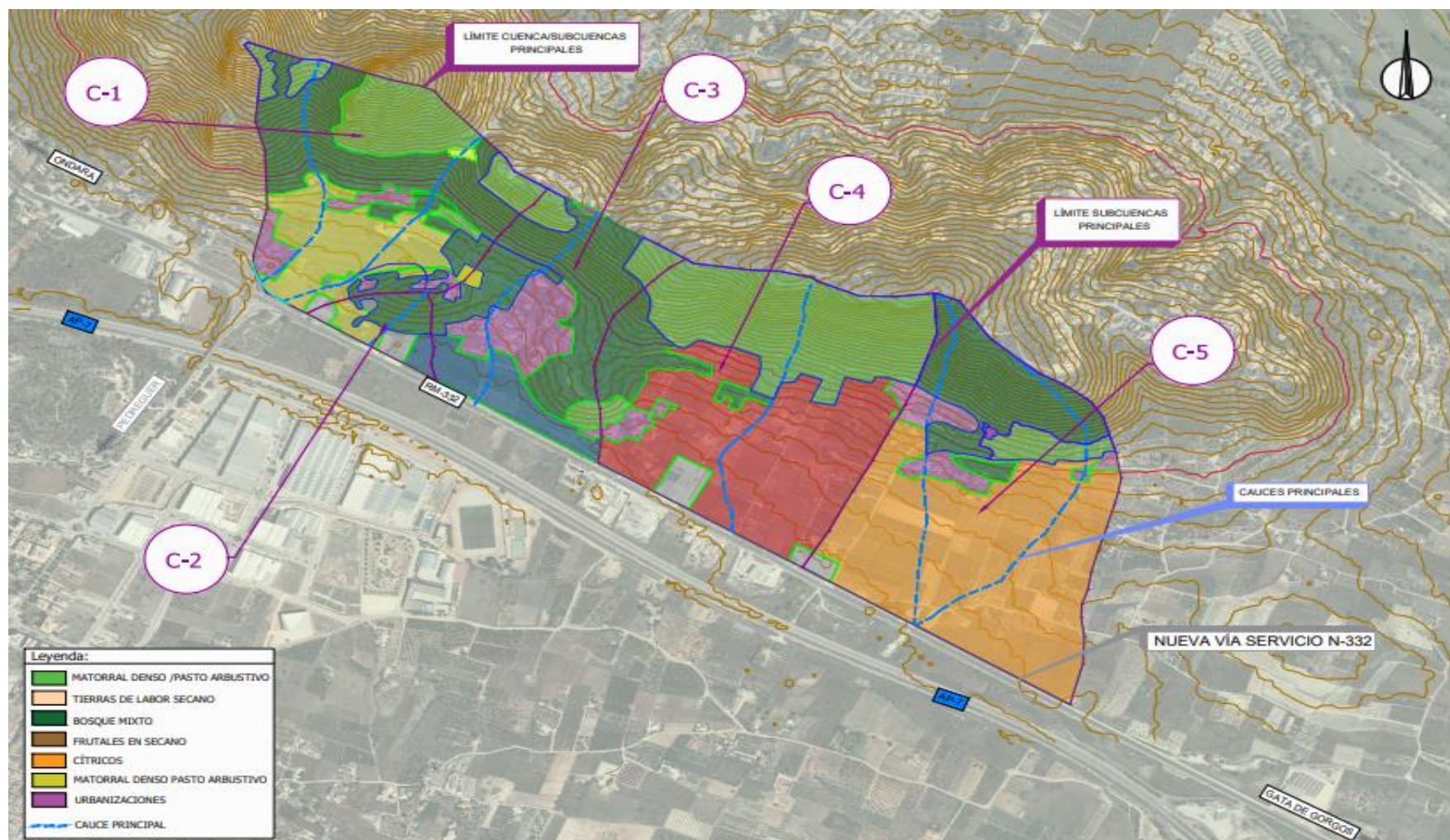


Imagen 16: Plano de limitación de cuencas y usos del suelo

APÉNDICE 2: Cálculo de los coeficientes de escorrentía

Cuenca	Pendientes	Grupo Suelo	Usos Tierra	Po (mm)	Po Corregido (mm)	Al(m2)	Area Total(m2)	Precipitación Areal(Ka)	Pd (mm/d)	KaxPd	Ci	Ci*Ai	C
C-1	>3%	C	Bosque Mixto	31	74,4	95.047,13			178,75		0,198	18852,145	
		C	Matorral Denso/Pasto arbustivo	22	52,8	56.455,88			178,75		0,304	17170,878	
		C	Citricos/Frtales	19	45,6	1.772,40			178,75		0,353	625,860	
		C	Prados arbolados	18	43,2	61.008,70			178,75		0,372	22670,416	
		C	Urbanización	8	19,2	17.700,47			178,75		0,651	11521,275	
		C	Pavimento	1	2,4	1.285,30			178,75		0,980	1259,969	
						SUMA TOTAL	233.269,88	1,000	178,75	178,75			0,309
Cuenca	Pendientes	Grupo Suelo	Usos Tierra	Po	Po Corregido	Al(m2)	Area Total(m2)	recipitación Areal(K	Pd	KaxPd	Ci	Ci*Ai	C
C-2	>3%	C	Bosque Mixto	31	74,4	10.698,91			178,75		0,198	2122,078	
		C	Citricos/Tierras en labor de secano	15	36	3.964,43			178,75		0,435	1724,728	
		C	Prados arbolados	18	43,2	6.115,11			178,75		0,372	2272,333	
		C	Pavimento	1	2,4	6.419,58			178,75		0,980	6293,063	
						SUMA TOTAL	27.198,03	1,000	178,75	178,75			0,456
Cuenca	Pendientes	Grupo Suelo	Usos Tierra	Po	Po Corregido	Al(m2)	Area Total(m2)	recipitación Areal(K	Pd	KaxPd	Ci	Ci*Ai	C
C-3	>3%	C	Bosque Mixto	31	74,4	80.021,83			178,75		0,198	15871,949	
		C	Matorral Denso/Pasto arbustivo	22	52,8	16.675,19			178,75		0,304	5071,706	
		C	Citricos/Tierras en labor de secano	15	36	29.629,25			178,75		0,435	12890,224	
		C	Citricos/Frtales	19	45,6	1.176,64			178,75		0,353	415,489	
		C	Urbanización	8	19,2	35.346,26			178,75		0,651	23006,959	
						SUMA TOTAL	162.849,17	1,000	178,75	178,75			0,352
Cuenca	Pendientes	Grupo Suelo	Usos Tierra	Po	Po Corregido	Al(m2)	Area Total(m2)	recipitación Areal(K	Pd	KaxPd	Ci	Ci*Ai	C
C-4	>3%	C	Bosque Mixto	31	74,4	29.633,53			178,75		0,198	5877,670	
		C	Matorral Denso/Pasto arbustivo	22	52,8	117.577,59			178,75		0,304	35760,853	
		C	Frtales	19	45,6	155.610,90			178,75		0,353	54948,469	
		C	Urbanización	8	19,2	8.347,35			178,75		0,651	5433,309	
		C	Pavimento	1	2,4	9.133,25			178,75		0,980	8953,252	
						SUMA TOTAL	320.302,62	1,000	178,75	178,75			0,346
Cuenca	Pendientes	Grupo Suelo	Usos Tierra	Po	Po Corregido	Al(m2)	Area Total(m2)	recipitación Areal(K	Pd	KaxPd	Ci	Ci*Ai	C
C-5	>3%	C	Bosque Mixto	31	74,4	68.727,39			178,75		0,198	13631,751	
		C	Matorral Denso/Pasto arbustivo	22	52,8	14.015,56			178,75		0,304	4262,788	
		C	Citricos	19	45,6	212.565,18			178,75		0,353	75059,853	
		C	Urbanización	8	19,2	21.402,82			178,75		0,651	13931,143	
		C	Pavimento	1	2,4	2.718,15			178,75		0,980	2664,581	
						SUMA TOTAL	319.429,10	1,000	178,75	178,75			0,343

Tabla7: Coeficientes de escorrentía para el periodo de retorno de 10 años. (Fuente: Elaboración propia).

Cuencas	P0	P0 corregido	Pd	Ka*Pd	C
0+000-0+036	1	2,784	227,48	227,48	0,983246271
0+036-0+354	1	2,784	227,48	227,48	0,983246271
0+354-0+762	1	2,784	227,48	227,48	0,983246271
0+762-0+867	1	2,784	227,48	227,48	0,983246271
0+867-1+345	1	2,784	227,48	227,48	0,983246271
1+345-1+606	1	2,784	227,48	227,48	0,983246271
1+606-1+865	1	2,784	227,48	227,48	0,983246271
1+865-1+937	1	2,784	227,48	227,48	0,983246271

Tabla8: Coeficientes de escorrentía para el periodo de retorno de 25 años del vial norte. (Fuente: Elaboración propia).

Cuencas	P0	P0 corregido	Pd	Ka*Pd	C
0+000-0+087	1	2,784	227,48	227,48	0,983246271
0+087-0+175	1	2,784	227,48	227,48	0,983246271
0+175-0+436	1	2,784	227,48	227,48	0,983246271
0+436-0+915	1	2,784	227,48	227,48	0,983246271
0+915-1+020	1	2,784	227,48	227,48	0,983246271
1+020-1+428	1	2,784	227,48	227,48	0,983246271
1+428-1+730	1	2,784	227,48	227,48	0,983246271
1+730-1+778	1	2,784	227,48	227,48	0,983246271

Tabla9: Coeficientes de escorrentía para el período de retorno de 25 años del via Isur. (Fuente: Elaboración propia).

APÉNDICE 3: Listado de las obras de drenaje actual

1-DRENAJE N-332

1.1. Tramo del PK 194+400 al 194+000.



PK 194+400 al 194+000.



L1: Drenaje longitudinal bajo paso superior, formado por cuneta de hormigón y tubo del mismo material de diámetro 600 mm.



L2: Drenaje longitudinal situado en la margen izquierda de la carretera a la altura del PK 194+200 con tubo de diámetro 300 mm.

1.2. Tramo del 194+000 al 193+600



PK 194+000 al 193+600



L3: Imagen de drenaje longitudinal realizada mediante obra de fábrica de hormigón.



T1: Pozo cubierto por reja de acero corrugado de 1m² de superficie, permite un drenaje tanto transversal como longitudinal.



T2: Drenaje transversal, realizado mediante obra de hormigón en talud. Ligeramente erosionado

1.3. Tramo del 194+000 al 193+600



PK 193+600 al 193+200



L4: Imagen tomada desde la margen derecha del vial, donde se ve un drenaje longitudinal mediante cuneta de hormigón.



L5: Drenaje longitudinal mediante tubo de hormigón de 300 mm de diámetro enterrado.



L6: Drenaje longitudinal mediante cuneta de hormigón que termina en tubo de hormigón de 300mm de diámetro.



L7: Drenaje longitudinal realizado mediante un mismo material, que deriva en un tubo de 600 mm de diámetro. pequeño terraplén de hormigón y un muro vertical del

1.4. Tramo del PK 193+200 al 192+800



PK 193+200 al 192+800



L8: Drenaje longitudinal realizado mediante tubería de hormigón de 600mm de diámetro revestida por hormigón en su tramo longitudinal

L9: Drenaje longitudinal realizado mediante tubería de hormigón de 600mm de diámetro



T3: Drenaje transversal mediante un pequeño canal terminando en un tubo de hormigón de 300mm de diámetro.

1.5. Tramo del PK 192+800 al 192+300



PK 192+800 al 192+300



L10: Drenaje longitudinal mediante tubo de hormigón de 600 mm de diámetro. Se observa un deterioro de los bloques de hormigón que lo recubren.



L11: Drenaje longitudinal mediante tubo de hormigón de 600 mm de diámetro.



L12: Drenaje longitudinal mediante tubo de hormigón de 600 mm de diámetro.



T4: Drenaje transversal, realizado mediante obra de hormigón en talud.



T5: Drenaje transversal, realizado mediante obra de hormigón en talud.

2.DRENAJE AUTOVÍA





A-1: Tubo de hormigón de 1100 mm de diámetro



A-2: Tubo de hormigón de 1650 mm de diámetro



A-3: Tubo de hormigón de 1100 mm de diámetro. Protegido con arqueta de hormigón.



A-4: Marco de hormigón de 2500mm de ancho y 1800mm de alto



A-5: Tubo de hormigón de 1100 mm de diámetro. Protegido con arqueta de hormigón.



A-6: Tubo de hormigón de 1650 mm de diámetro.



A-7: Tubo de hormigón de 1100 mm de diámetro. Protegido con arqueta de hormigón.



A-8: Tubo de hormigón de 1100 mm de diámetro. Protegido con arqueta de hormigón.



A-9: Marcos de 2000 mm de ancho y 1500 mm de alto.



A -10: Tubo de hormigón de 1100 mm de diámetro. Protegido con arqueta de hormigón.



A-11: Marco de hormigón de 3000 mm de alto por 3000mm de ancho.



A-12: Tubo de hormigón de 1650 mm de diámetro.