

## **Anejo nº5: DRENAJE**



ANEJO Nº5. DRENAJE

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1	6. FUENTES DE INFORMACIÓN EXTERNA CONSULTADAS.....	7
2. SIATUACIÓN INICIAL.....	1		
2.1. LOCALIZACIÓN.....	1		
2.2. CAUDALES DE PROYECTO.....	1		
3. INVENTARIO DE LAS PRINCIPALES OBRAS DE DRENAJE.....	1		
3.1. OBRAS DE DRENAJE LONGITUDINAL.....	1		
3.2. OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL.....	2		
4. CÁLCULO HIDRÁULICO DEL DRENAJE LONGITUDINAL.....	2		
4.1. CÁLCULO DEL CAUDAL DE PROYECTO.....	2		
4.2. PASOS SALVACUNETAS.....	3		
4.3. CUNETAS.....	4		
4.3.1. NUEVAS CUNETAS EN LA ZONA DE ACTUACIÓN.....	4		
4.3.2. CUNETAS EXISTENTES EN LA GRADUACIÓN.....	6		
5. SOLUCIONES ADOPTADAS.....	7		
5.1. GLORIETA A NIVEL.....	7		
5.2. GLORIETA A DISTINTO NIVEL.....	7		
5.3. DIAMANTE DE PESAS.....	7		

APÉNDICE: PLANOS DE CUENCAS VERTIENTES



## 1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo se centra en el estudio de drenaje, en el que se analiza la escorrentía natural del terreno con objeto de diseñar y dimensionar las principales obras de drenaje, las suficientes para cumplir dos objetivos principales:

- Evitar que las obras diseñadas supongan una barrera física para la escorrentía superficial.
- Evacuar el caudal procedente de la plataforma de manera que se garantice el correcto funcionamiento de la carretera en momentos de climatología adversas.

Para el cálculo y diseño del drenaje se sigue la "Norma 5.2.- IC Drenaje Superficial". Orden FOM/298/2016. Publicación del Ministerio de Fomento.

## 2. SITUACIÓN ACTUAL

### 2.1. LOCALIZACIÓN

El emplazamiento de la futura actuación se encuentra englobado en la cuenca hidrográfica Cenia-Maestrazgo y, más concretamente, en la subcuenca Rambla de Alcalà. Este cauce, el de la Rambla de Alcalà, discurre desde la AP-7 hasta Benicarló. Hacia el sur, la rambla alimenta a un marjal que se extiende hasta la población de Peñíscola.

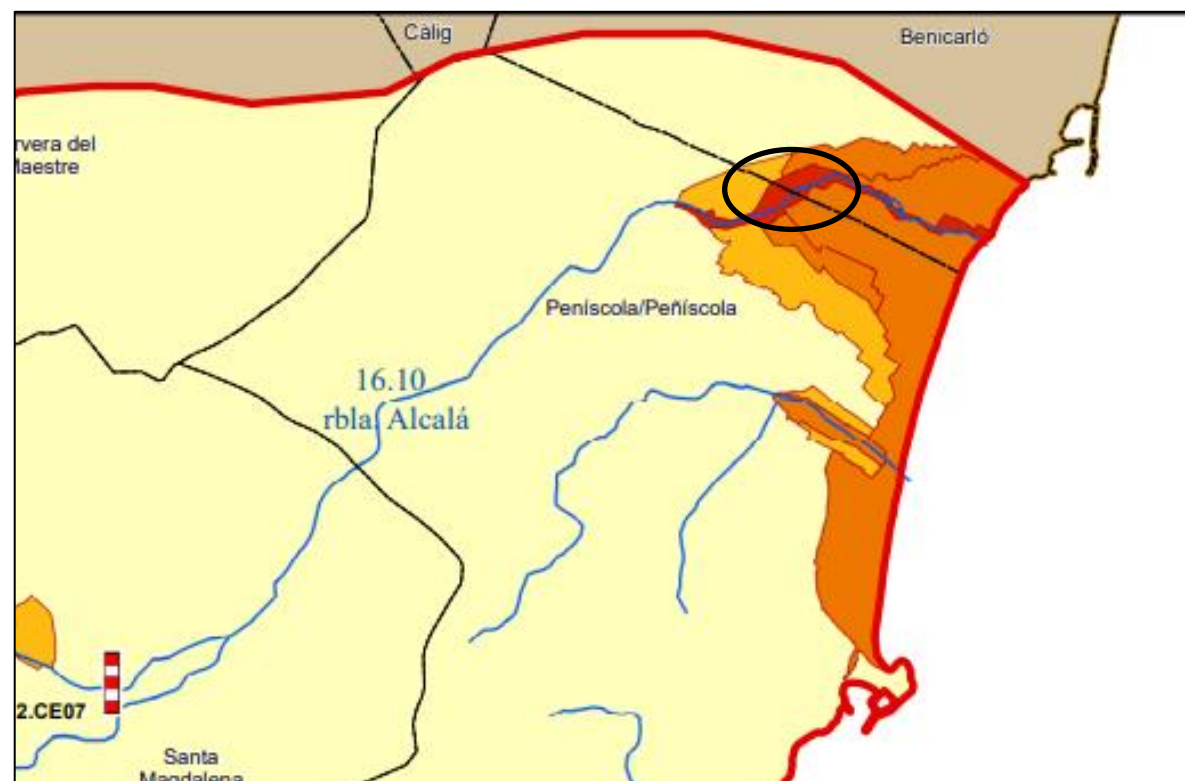


Figura 2.1.1. Riesgo de inundación en la cuenca de la Rambla de Alcalà. La zona de actuación está íntegramente en zona de alto riesgo (color rojo). Fuente: Emergencias Generalitat Valenciana.

El centro comercial supone un obstáculo para el caudal de agua que baja desde la línea del ferrocarril, al oeste, hasta el cauce de la rambla. Además, está ubicado en una llanura aluvial de alto riesgo de inundabilidad por desbordamiento del cauce.

### 2.2. CAUDALES DE PROYECTO

La Norma establece el caudal de proyecto como aquel 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 siguientes:

- 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.

Resulta obvio que para obtener el caudal de proyecto debe obtenerse antes el caudal máximo en función del período de retorno. Este se debe determinar a partir de la información sobre caudales máximos que proporcione la Administración Hidráulica competente. En caso de no disponer de dicha información, se debe calcular a través del método racional en cuencas de menos de 50 km<sup>2</sup>. Para cuencas iguales o mayores a 50 km<sup>2</sup> se calcula mediante el método estadístico o aplicando métodos hidrológicos adecuados, en función de si es posible estimar los caudales a partir de estaciones de aforo.

## 3. INVENTARIO DE LAS PRINCIPALES OBRAS DE DRENAJE

Se recogen en este apartado las obras de drenaje presentes en el ámbito de actuación con el fin de identificar las posibles afecciones a estos elementos.

### 3.1. OBRAS DE DRENAJE LONGITUDINAL

Las únicas obras de este tipo a lo largo del tramo de estudio son las cunetas laterales de sección triangular revestidas. Sus dimensiones aproximadas son de 1,5 m de ancho en coronación y 0,80 m de profundidad, y se encuentran en ambos lados de la plataforma del tronco de la Nacional.





Figura 3.1.1. Cuneta en el PK 1041+260 de la N-340a. Fuente: Google Maps.

Para asegurar la continuidad del drenaje longitudinal en accesos a terrenos colindantes también existen pasos salvacunetas de unos 50 cm de diámetro.

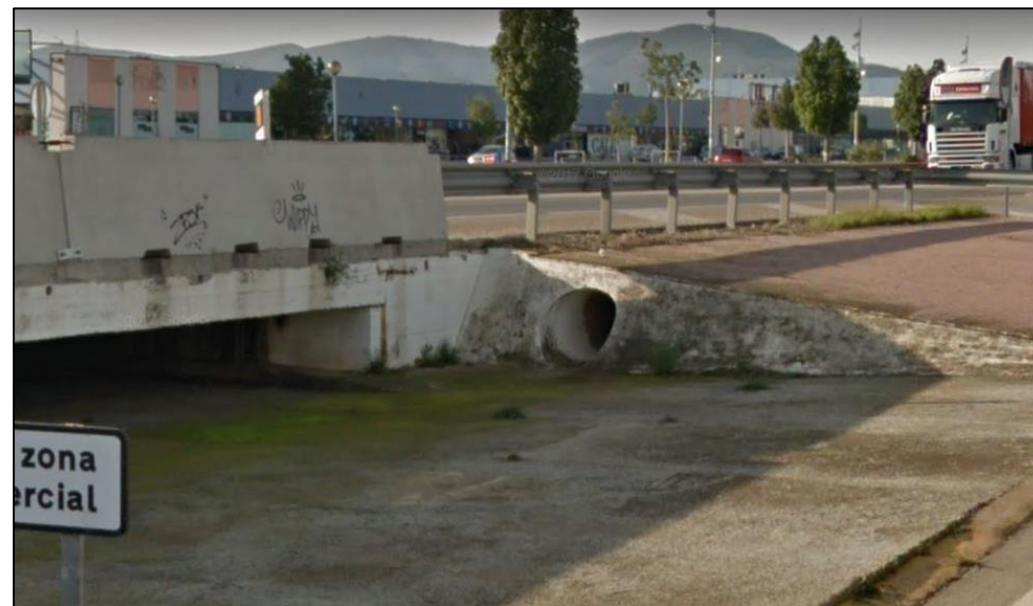


Figura 3.1.2. Paso salvacunetas junto al acceso norte del centro comercial y ODT. Fuente: Google Maps.

### 3.2. OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL

La única ODT se emplaza por debajo del P.K. 1041+800 del tronco de la Nacional, y actualmente sirve de acceso al recinto para los coches que acceden por la vía de servicio donde comienza la obra. Esta ODT

continúa en un segundo tramo por debajo del aparcamiento del centro comercial y se prolonga al otro lado del mismo, a escasos metros de la Rambla de Alcalà.



Figura 3.2.1. ODT en el PK 1041+800 de la N-340a que transcurso por debajo del parking del C.C. Fuente: Google Maps.

Su longitud es de 12 metros en el tramo por debajo del tronco de la nacional y de 42 metros bajo el parking. Su dimensión menor es la altura, que es de 1,7 metros. Al ser una ODT de sección rectangular se considera esta para el cálculo del diámetro mínimo en función de su longitud, siguiendo la figura 4.20 de la Norma 5.2-IC.

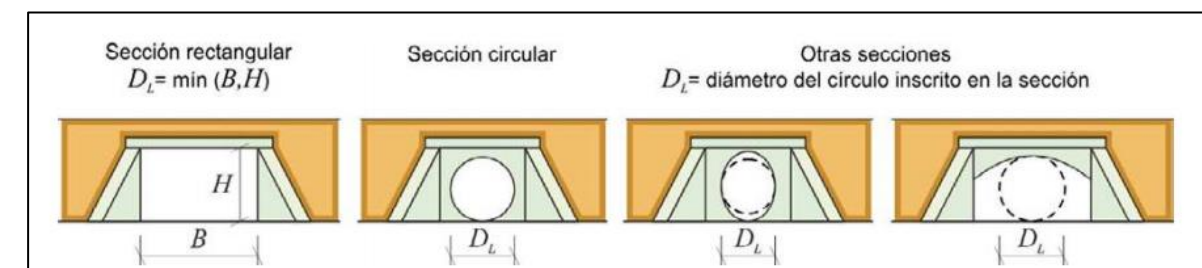


Figura 3.2.2. Dimensión libre mínima en distintas secciones de ODT. Fuente: Norma 5.2-IC.

Para longitudes mayores de 15 metros se recomiendan diámetros mayores de 1,8 metros (tabla 4.1 de la Norma 5.2-IC). Por tanto, esta obra no cumple las recomendaciones en cuanto a la relación entre longitud y diámetro de la Norma.

## 4. CÁLCULO HIDRÁULICO DEL DRENAJE LONGITUDINAL

### 4.1. CÁLCULO DEL CAUDAL DE PROYECTO

Como se menciona en el anterior epígrafe, para el cálculo del drenaje longitudinal se sigue el método racional. El caudal de proyecto se obtiene con el caudal máximo anual correspondiente al período de retorno de 25 años.

A partir de la cuenca vertiente principal definida en el plano adjunto en el apéndice de este anejo para las cunetas de la solución de glorieta a nivel, se obtienen los siguientes parámetros:

- Región nº: 821
- Retorno de Periodo T (años): 25
- Área de la Cuenca (km<sup>2</sup>): 0,237
- Longitud del Cauce (km): 1.15
- Cota Máxima del cauce (m): 29
- Cota Mínima del Cauce (m): 20
- Umbral de escorrentía P<sub>0</sub> (mm): 19,48\*
- Coeficiente corrector β: 1,391

(\*) Para la obtención del umbral de escorrentía P<sub>0</sub>, se considera un valor inicial del umbral de escorrentía p<sub>i0</sub> igual a 14. Este se obtiene de la tabla 2.3 de la Norma 5.2. Se ha considerado el uso del suelo *Tierras de labor en secano (hortalizas)* (código 21100) para pendientes menores al 3% y grupo hidrológico de suelo tipo C.

Para los datos relacionados con precipitaciones se consulta el documento *Máximas lluvias diarias en la España Peninsular*, Mº de Fomento (1999). Los resultados obtenidos son:

- Precipitación diaria correspondiente al período de retorno 25, P<sub>d</sub> (mm/día): 190,665
- Factor de torrencialidad (I<sub>1</sub>/I<sub>d</sub>): 11

Con estos datos de partida, y con ayuda de una aplicación online desarrollada por la Universidad de Cádiz para la aplicación del método racional recogido en la Norma se calculan el resto de parámetros y se obtiene el caudal total para el período de retorno considerado.

DATOS INICIALES			
Región nº:	821	Tipo de obra:	Drenaje auxiliar
Periodo de Retorno (años):	25		
GEOMETRÍA DE LA CUENCA			
Área de la Cuenca (km <sup>2</sup> ):	0.237	Cota Máxima del cauce (m):	29
Longitud del Cauce (km):	1.25	Cota Mínima del Cauce (m):	20
T <sub>c</sub> - Tiempo de Concentración (h):	0.91	Pendiente del Cauce (%):	0.72
PRECIPITACIONES			
P <sub>d</sub> - Máxima Lluvia diaria (mm):	190	F <sub>a</sub> - Relación (I <sub>1</sub> /I <sub>d</sub> ) según fórmula:	11.66
K <sub>a</sub> - Factor Reductor de Precipitación:	1	F <sub>b</sub> - Relación (I <sub>1</sub> /I <sub>d</sub> ) según pluviómetro:	0

		I <sub>IDF</sub> (T,t <sub>c</sub> ):	----
P' <sub>d</sub> - Máxima Lluvia Corregida (mm/h):	190	I <sub>24</sub> (T,24):	----
I' <sub>d</sub> - Intensidad Media Diaria (mm/h):	7.92	F <sub>int</sub> - Factor de Intensidad:	11.66
(I <sub>1</sub> /I <sub>d</sub> )- Factor Torrencialidad:	11	I(25,0.91)- Intensidad(mm/h):	92.33
PERDIDAS			
P <sub>o</sub> - Umbral de Escorrentía (mm):	19.48	Forzar valor del Coef. corrector β:	1.391
β <sub>m</sub> - Coef. corrector Umbral de Escorrentía:	1.3	β- Coef. corrector utilizado:	1.39
Δ50% - Intervalo de confianza:	0.35	P' <sub>o</sub> - Umbral Escorrentía Corregido (mm):	27.1
F <sub>T</sub> - Factor Periodo de Retorno:	1.07	Relación P' <sub>d</sub> /P' <sub>o</sub> :	7.01
β <sup>DT</sup> - Coef. Drenaje Transversal:	1.02	C - Coeficiente de Escorrentía:	0.56
β <sup>PM</sup> - Coef. Drenajes Auxiliares:	1.39	K <sub>t</sub> - Coeficiente de Uniformidad:	1.06
RESULTADOS			
			CAUDAL TOTAL (m <sup>3</sup> /s): 3.58

Figura 4.1.1. Tabla con todos los parámetros necesarios para el cálculo del caudal de proyecto mediante el método racional recogido en la Norma 5.2 de Drenaje. Fuente: Universidad de Cádiz. Área de Ingeniería hidráulica.

4.2. PASOS SALVACUNETAS

Para el dimensionamiento de los pasos salvacunetas se sigue el epígrafe 3.4.5. de la Norma de drenaje, teniendo en cuenta además que, según el apartado 3.4.4.3. de la misma, el diámetro mínimo de los colectores debe ser de cuatrocientos milímetros (400 mm).

La capacidad hidráulica, de los elementos lineales en régimen uniforme y en lámina libre para la sección llena sin entrada en carga debe ser mayor que el caudal de proyecto, QP.

$$Q_{CH} = \frac{J^{1/2} R_H^{2/3} S_{Max}}{n} \geq Q_P$$

Donde:

- QCH (m3/s): Capacidad hidráulica del elemento de drenaje. Caudal en régimen uniforme en lámina libre para la sección llena calculado igualando las pérdidas de carga por rozamiento con las paredes y fondo del conducto a la pendiente longitudinal.



- J (adimensional): Pendiente geométrica del elemento lineal.
- SMax (m2): Área de la sección transversal del conducto.
- RH (m): Radio hidráulico.  $RH=S/p$
- S (m2): Área de la sección transversal ocupada por la corriente. En este caso coincide con el área de la sección transversal,  $\pi*(D^2/4)$ .
- p (m): Perímetro mojado. Es el perímetro de la circunferencia completa,  $\pi*D$ .
- n (s/m<sup>1/3</sup>): Coeficiente de rugosidad de Manning, dependiente del tipo de material del elemento lineal. Salvo justificación en contrario, se deben tomar los valores de la tabla 3.1.
- QP (m<sup>3</sup>/s): Caudal de proyecto del elemento de drenaje.

Como el cálculo se realiza para la sección llena ( $y/D=1$ ), según la figura 3.38 de la Norma sobre el caudal en función del calado en elementos lineales en lámina libre en régimen uniforme,  $RH(y)=RH(D)$ .

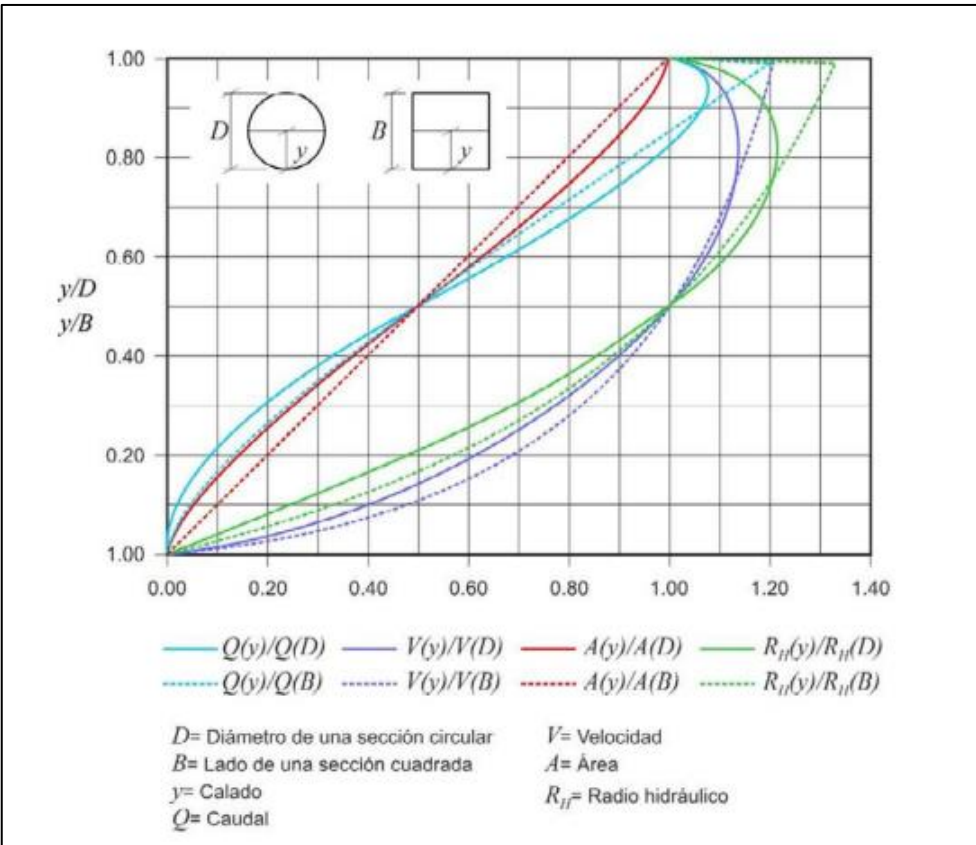


Figura 4.2.1. Caudal en función del calado en elementos lineales en lámina libre en régimen uniforme (Figura 3.38 de la Norma 5.2 de drenaje). Fuente: Norma 5.2.- IC Drenaje Superficial.

Sustituyendo en la fórmula, queda:

$$Q_{CH} = \frac{J^{0.5} * \left( \frac{\pi * \frac{D^2}{4}}{\pi * D} \right)^{\frac{2}{3}} * \pi * D^2 / 4}{n} = \frac{J^{0.5} * (D/4)^{\frac{2}{3}} * \pi * D^2 / 4}{n} = \frac{J^{0.5} * \pi * D^{\frac{8}{3}} / 4^{\frac{5}{3}}}{n}$$

Por lo que la capacidad hidráulica queda en función de la pendiente, el diámetro y el número de Manning.

Los resultados de dimensionar en función del diámetro del colector con uno a partir de materiales poliméricos (se adopta  $n=0,01$  siguiendo la tabla 3.1 de la Norma) considerando la pendiente mínima que se da en el área de actuación, 1% (0,01 m/m), son:

Diámetro del colector (mm)	Capacidad hidráulica (m3/s)
500	0,491
600	0,798
700	1,2
800	1,719
900	2,353
1000	3,117
1100	4,012

A pesar de que la capacidad hidráulica del colector de 1000 mm de diámetro se queda cerca de alcanzar el valor calculado para el caudal de proyecto, es posible aceptarlo como una solución razonable en nuestro caso, pues es un tamaño considerable y parece difícil implementar otros colectores con dimensiones mayores.

### 4.3. CUNETAS

#### 4.3.1. Nuevas cunetas en la zona de actuación

La nueva cuneta que aquí se calcula sustituirá a la existente desde el comienzo sur de la obra hasta el punto de vertido que se encuentra en el emplazamiento de la ODT que se utiliza actualmente como acceso norte mediante paso inferior (PK 1041+800).

Para el cálculo hidráulico se considera, en primera instancia, una cuneta tipo triangular simétrica (como la ya existente) con taludes 2:1 y revestida de hormigón in situ (se adopta  $n=0,013$  siguiendo la tabla 3.1. de la Norma).

Las características hidráulicas de la cuneta en función de la altura de la lámina de agua serán:

$$S = \frac{1}{2} * 4 * h * h = 2h^2$$

$$P = 2 * \sqrt{(2h)^2 + h^2} = 2 * \sqrt{4h^2 + h^2} = 2 * \sqrt{5h^2} = 4,472h$$

$$Rh = \frac{S}{P} = \frac{2h^2}{4,472h} = 0,447h$$

Aplicando la fórmula de Manning y considerando pendientes máximas del 2% y mínimas del 1%:



$$V = \frac{1}{n} * Rh^{\frac{2}{3}} * i^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{0,013} * (0,447h)^{\frac{2}{3}} * i^{\frac{1}{2}}$$

Altura de la lámina de agua (m)	Pendiente (m/m)	Velocidad (m/s)
0,5	0,01	2,83
0,75	0,01	3,71
1	0,01	4,49
0,5	0,02	4,01
0,75	0,02	5,25
1	0,02	6,36

Según la tabla 3.2 de la Norma, la velocidad del agua para cunetas con superficie de hormigón está limitada a 6 m/s. En consecuencia, para la pendiente más desfavorable en nuestro caso, una cuneta con taludes 2:1 con 1 metro de profundidad no cumpliría lo anterior.

Se pasa a calcular la capacidad hidráulica de la cuneta tipo con la pendiente más desfavorable para este cálculo, la mínima. Se aplica la siguiente fórmula:

$$Q = S * V = 2h^2 * V$$

Cuneta tipo	h (m)	J (m/m)	n	Vel. (m/s)	Qmáx (m3/s)
Triangular 2:1 (hormigón)	0,5	0,01	0,013	2,83	1,415
	0,6	0,01	0,013	3,20	2,304
	0,7	0,01	0,013	3,54	3,469
	0,8	0,01	0,013	3,88	4,966

Atendiendo al caudal de proyecto calculado (3,58 m/s3) se deberían disponer cunetas de 0,75 m de profundidad y 3 m de ancho.

Como las dimensiones resultantes son algo elevadas, se plantea en segunda instancia el dimensionamiento con una cuneta trapezoidal simétrica con taludes 1:1 y revestida de hormigón in situ (se adopta n=0,013 siguiendo la tabla 3.1. de la Norma). La base de la misma se fija en 0,5 m.

Las características hidráulicas de la cuneta en función de la altura de la lámina de agua serán:

$$S = 0,5h + h^2$$

$$P = 0,5 + 2 * \sqrt{h^2 + h^2} = 0,5 + 2\sqrt{2} * h$$

$$Rh = \frac{S}{P} = \frac{0,5h + h^2}{0,5 + 2\sqrt{2} * h}$$

Aplicando la fórmula de Manning y considerando pendientes máximas del 2% y mínimas del 1%:

$$V = \frac{1}{n} * Rh^{\frac{2}{3}} * i^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{0,013} * \left( \frac{0,5h + h^2}{0,5 + 2\sqrt{2} * h} \right)^{\frac{2}{3}} * i^{\frac{1}{2}}$$

Altura de la lámina de agua (m)	Pendiente (m/m)	Velocidad (m/s)
0,5	0,01	3,14
0,6	0,01	3,45
0,7	0,01	3,74
0,8	0,01	4,01
0,5	0,02	4,45
0,6	0,02	4,88
0,7	0,02	5,29
0,8	0,02	5,67

Para esta cuneta tipo, en ninguno de los casos planteados se sobrepasa la velocidad máxima de 6 m/s.

Con la fórmula ya aplicada anteriormente, se calcula capacidad hidráulica de la cuneta tipo con la pendiente mínima.

$$Q = S * V = (0,5h + h^2) * V$$

Cuneta tipo	h (m)	J (m/m)	n	Vel. (m/s)	Qmáx (m3/s)
Trapezoidal 1:1 (hormigón)	0,5	0,01	0,013	3,14	1,570
	0,6	0,01	0,013	3,45	2,280
	0,7	0,01	0,013	3,74	3,142
	0,8	0,01	0,013	4,01	4,170

A la vista de los resultados, se deduce que una cuneta trapezoidal simétrica revestida de hormigón in situ de base 0,5 m, taludes 1:1 y profundidad de 0,75 m cumple el requisito de capacidad hidráulica.

En consecuencia se plantea esta última solución, ya que su ancho superior, que resultará de 2 metros, es bastante más reducido que el de la cuneta triangular (3 metros). Además, la profundidad planteada es similar a la de las cunetas actuales.

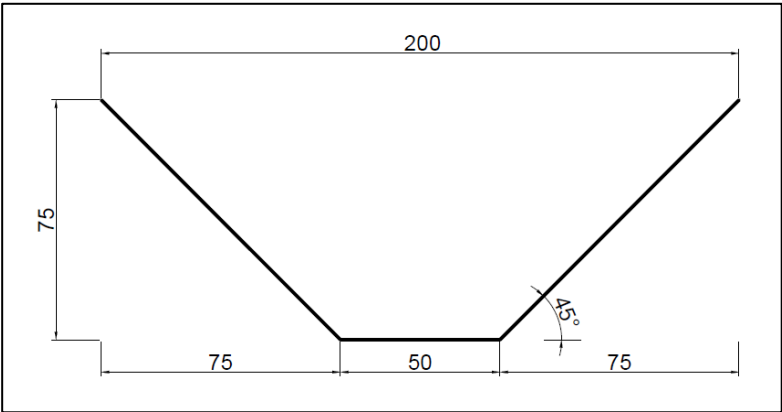


Figura 4.3.1.1. Dimensiones en centímetros de la cuneta trapezoidal propuesta. Fuente: elaboración propia.

#### 4.3.2. Cunetas existentes en la Nacional

Existe la posibilidad de que la cuneta existente en el tronco de la Nacional que no vaya a ser afectada por la actuación y que se encuentra aguas arriba de la que se repone, entre la rambla de Alcalà y el comienzo sur de las obras, no necesite ser demolida. Este tramo de cuneta, al estar aguas arriba, llevará menos agua.

Para justificar la necesidad o no de demoler el tramo en cuestión se procede de manera similar al cálculo de la nueva cuneta. Primeramente, se define una subcuenca al sur de la cuenca principal la cual lleva agua al tramo de cunetas no afectado por la actuación. El plano de esta cuenca secundaria se encuentra en el apéndice de este anejo.

Los parámetros que se obtienen para el cálculo del caudal de proyecto mediante el método racional son los siguientes:

- Región nº: 821
- Retorno de Periodo T (años): 25
- Área de la Cuenca (km<sup>2</sup>): 0,088
- Longitud del Cauce (km): 0,95
- Cota Máxima del cauce (m): 30
- Cota Mínima del Cauce (m): 21
- Umbral de escorrentía P<sub>0</sub> (mm): 19,48\*
- Coeficiente corrector β: 1,391

(\*) Para la obtención del umbral de escorrentía P<sub>0</sub>, se considera un valor inicial del umbral de escorrentía p<sub>i0</sub> igual a 14. Este se obtiene de la tabla 2.3 de la Norma 5.2. Se ha considerado el uso del suelo *Tierras de labor en secano (hortalizas)* (código 21100) para pendientes menores al 3% y grupo hidrológico de suelo tipo C.

Para los datos relacionados con precipitaciones se consulta el documento *Máximas llovias diarias en la España Peninsular*, M<sup>º</sup> de Fomento (1999). Los resultados obtenidos vuelven a ser:

- Precipitación diaria correspondiente al período de retorno 25, P<sub>d</sub> (mm/día): 190,665
- Factor de torrencialidad (I<sub>1</sub>/I<sub>d</sub>): 11

Con estos datos de partida, y con ayuda de la aplicación online desarrollada por la Universidad de Cádiz se calculan el resto de parámetros y se obtiene el caudal total para el período de retorno considerado.

DATOS INICIALES			
Región nº:	821	Tipo de obra:	Drenaje auxiliar
Periodo de Retorno (años):	25		
GEOMETRÍA DE LA CUENCA			
Área de la Cuenca (km <sup>2</sup> ):	0.088	Cota Máxima del cauce (m):	30
Longitud del Cauce (km):	0.95	Cota Mínima del Cauce (m):	21
T <sub>c</sub> - Tiempo de Concentración (h):	0.7	Pendiente del Cauce (%):	0.95

#### PRECIPITACIONES

P <sub>d</sub> - Máxima Lluvia diaria (mm):	190	F <sub>a</sub> - Relación (I <sub>1</sub> /I <sub>d</sub> ) según fórmula:	13.61
K <sub>a</sub> - Factor Reductor de Precipitación:	1	F <sub>b</sub> - Relación (I <sub>1</sub> /I <sub>d</sub> ) según pluviómetro:	0
		I <sub>IDF</sub> (T,t <sub>c</sub> ):	----
P' <sub>d</sub> - Máxima Lluvia Corregida (mm/h):	190	I <sub>24</sub> (T,24):	----
I' <sub>d</sub> - Intensidad Media Diaria (mm/h):	7.92	F <sub>int</sub> - Factor de Intensidad:	13.61
(I <sub>1</sub> /I <sub>d</sub> )- Factor Torrencialidad:	11	I(25,0.91)- Intensidad(mm/h):	107.76

#### PERDIDAS

P <sub>o</sub> - Umbral de Escorrentía (mm):	19.48	Forzar valor del Coef. corrector β:	1.391
β <sub>m</sub> - Coef. corrector Umbral de Escorrentía:	1.3	β- Coef. corrector utilizado:	1.39
Δ50% - Intervalo de confianza:	0.35	P' <sub>o</sub> - Umbral Escorrentía Corregido (mm):	27.1
F <sub>T</sub> - Factor Periodo de Retorno:	1.07	Relación P' <sub>d</sub> /P' <sub>o</sub> :	7.01
β <sup>DT</sup> - Coef. Drenaje Transversal:	1.02	C - Coeficiente de Escorrentía:	0.56
β <sup>PM</sup> - Coef. Drenajes Auxiliares:	1.39	K <sub>t</sub> - Coeficiente de Uniformidad:	1.04

#### RESULTADOS

	<b>CAUDAL TOTAL (m<sup>3</sup>/s): 1.53</b>

Figura 4.3.2.1. Tabla con todos los parámetros necesarios para el cálculo del caudal de proyecto mediante el método racional recogido en la Norma 5.2 de Drenaje. Fuente: Universidad de Cádiz. Área de Ingeniería hidráulica.

Una vez conocido el caudal del proyecto, se procede a calcular la capacidad hidráulica de las cunetas ya existentes. Como se comentó con anterioridad, estas son de tipo triangular simétricas y presentan unas dimensiones de 1,5 m de ancho en coronación y 0,80 m de profundidad. Con esta información se calculan los parámetros hidráulicos.

$$S = \frac{1}{2} * 1,5 * 0,8 = 0,3 \text{ m}^2$$

$$P = 2 * \sqrt{(0,8)^2 + (0,75)^2} = 2,193 \text{ m}$$

$$Rh = \frac{S}{P} = \frac{0,3}{2,193} = 0,137$$

Aplicando la fórmula de Manning y considerando pendientes máximas del 2% y mínimas del 1%:

$$V = \frac{1}{n} * Rh^{\frac{2}{3}} * i^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{0,013} * (0,137)^{\frac{2}{3}} * i^{\frac{1}{2}}$$

Altura de la lámina de agua (m)	Pendiente (m/m)	Velocidad (m/s)
0,8	0,01	2,04
0,8	0,02	2,89

En ningún caso la velocidad alcanza el máximo admisible recogido por la Norma.

Con la fórmula ya aplicada anteriormente, se calcula capacidad hidráulica de la cuneta tipo con la pendiente mínima.

$$Q = S * V = 0,3 * V$$

Cuneta tipo	h (m)	J (m/m)	n	Vel. (m/s)	Qmáx (m3/s)
Triangular ya existente	0,8	0,01	0,013	2,04	0,612

Como la capacidad hidráulica es menor al caudal de diseño, se plantea la reposición de las cunetas no afectadas como medida complementaria de mejora de la red de drenaje a parte de la actuación.

## 5. SOLUCIONES ADOPTADAS

### 5.1. GLORIETA A NIVEL

Desde un punto de vista de análisis hidráulico, la tipología de esta solución no supone ni implica una variación sustancial del drenaje actualmente existente, puesto que ni se interceptan cursos de agua naturales en nuevos puntos ni se modifican las soluciones de drenaje existentes ni los puntos de vertido de aguas. Es por este motivo que la solución propuesta consiste simplemente en la reposición de las cunetas laterales, desplazándolas a su nueva ubicación en función de las aristas de explanación nuevas dadas por la glorieta y el tronco de la Nacional. Las nuevas cunetas se repondrán con la sección propuesta en el epígrafe anterior.

Además, se instalarán obras transversales de drenaje longitudinal (OTDL) que atraviesen la calzada de los dos viales correspondientes al camino para asegurar la continuidad del drenaje longitudinal a los bordes externos de la calzada anular; también llamadas pasos salvacunetas. Para las dimensiones y materiales de los colectores, se sigue lo dispuesto en el epígrafe 4.2. del presente anejo.

### 5.2. GLORIETA A DISTINTO NIVEL

En este caso se aplica lo dispuesto para la solución anterior más los elementos de drenaje necesarios para el paso superior de la Nacional sobre la glorieta. El apéndice que se centra en ellos es el 3.3.5.2 de la Norma.

La escorrentía del tablero se dirigirá fuera de la calzada gracias a las pendientes de la superficie pavimentada, recogiéndola mediante imbornales que constan de un elemento de captación (una rejilla) y un tubo, y que vierten al exterior de la estructura. Estos imbornales se deben disponer antes de que el agua llegue a las juntas de dilatación.

En los estribos de ambos pasos superiores se deben proyectar bajantes para conducir a su pie los caudales recogidos por los imbornales y que lleguen a ellos. Además, en el desagüe de la bajante se debe estudiar la evacuación del vertido para evitar encharcamientos, infiltraciones y erosiones.

En cuanto al tramo en terraplén, también se proyectan bajantes que recogen el agua de la calzada del tronco a distinto nivel y que la conducen a cunetas de pie de terraplén que conectan con las cunetas de los ramales de enlace mediante sendas obras de drenaje transversal.

En la figura siguiente se observan algunos de estos elementos.

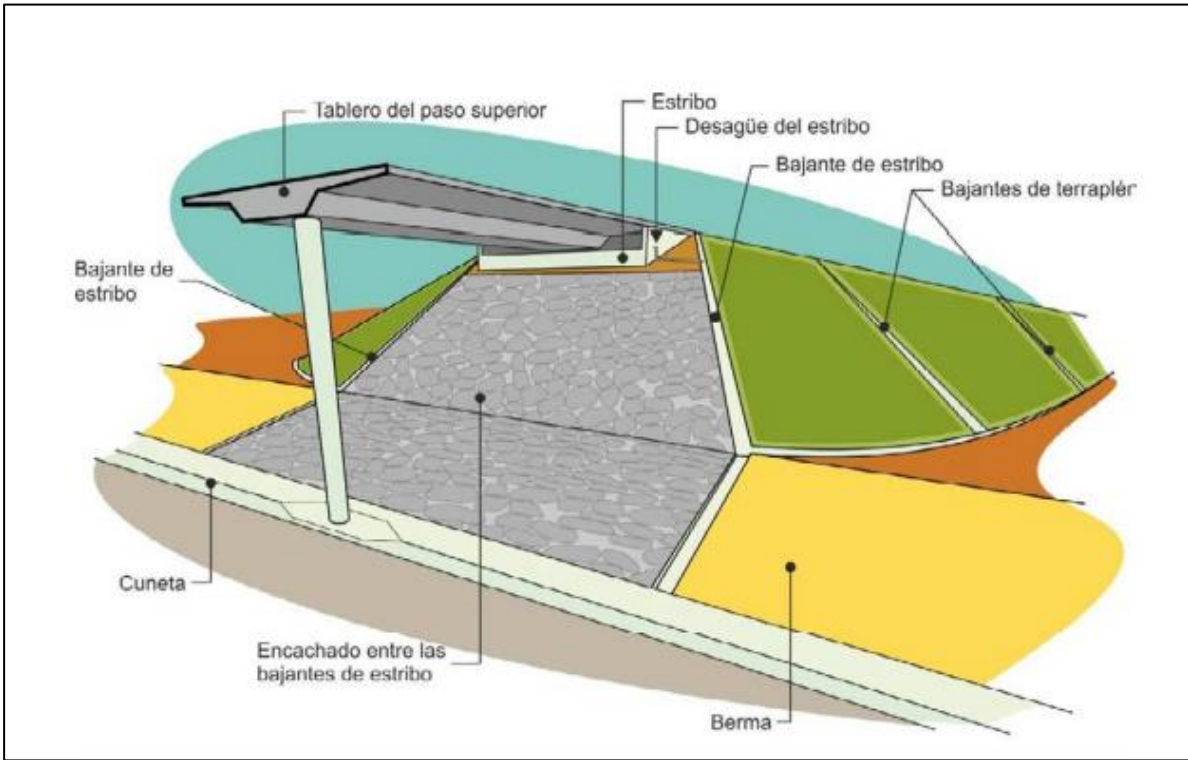


Figura 5.2.1. Ejemplo de drenaje de estribos. Fuente: Norma 5.2.- IC Drenaje Superficial.

### 5.3. DIAMANTE DE PESAS

En este caso la complejidad de la red de drenaje aumenta y haría falta estudiarla en profundidad en caso de desarrollar esta alternativa.

En todo caso, para la escorrentía del tablero y los tramos en terraplén, se puede seguir lo mencionado en el epígrafe anterior.

## 6. FUENTES DE INFORMACIÓN EXTERNA CONSULTADAS

1. Universidad de Cádiz. Departamento de Ingeniería Industrial e Ingeniería Civil. Área de Ingeniería Hidráulica (2016). *Instrucción de drenaje superficial 5.2-IC*. Disponible en: [http://lab-hidrologia.uca.es/drenaje\\_superficial\\_52IC\\_2016/index.php](http://lab-hidrologia.uca.es/drenaje_superficial_52IC_2016/index.php)

2. **112 Comunitat Valenciana** (2016). *Mapa de riesgo de inundaciones. 16.00 cuenca Rambla Alcalá - Bcos. Sª Irta*. Disponible en:  
[http://www.112cv.gva.es/estatico/PE\\_Inundaciones/Anexo02\\_Riesgo/Mapas/Cuenca\\_16\\_Alcala/3\\_Geografico.pdf](http://www.112cv.gva.es/estatico/PE_Inundaciones/Anexo02_Riesgo/Mapas/Cuenca_16_Alcala/3_Geografico.pdf)

## **Apéndice: Planos de cuencas vertientes**





