

ANEJO Nº 11. DRENAJE

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
1.1 BADENES.....	3
2. DRENAJE LONGITUDINAL.....	3
2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL.....	3
2.2 CAUDALES DE DISEÑO	4
2.3 TIPOLOGÍA	5
2.3.1 Cunetas de desmonte.....	5
2.3.2 Cunetas de pie de terraplén	5
2.3.3 Colectores.....	5
2.4 DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO.....	5
3. OTROS ELEMENTOS DE DRENAJE LONGITUDINAL	6
3.1 PASOS SALVACUNETAS	6
APÉNDICE 1.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE ELEMENTOS DE DRENAJE LONGITUDINAL	

1. INTRODUCCIÓN

El agua es, en ocasiones, la causa de destrucción, directa o indirectamente, de las obras lineales (ferrocarriles o carreteras). El objetivo del drenaje es proveer de un sistema de protección que evite que el agua de escorrentía tanto superficial como subterránea produzca efectos negativos en la infraestructura, garantizando su seguridad.

El drenaje del área de servicio objeto del presente proyecto está condicionado por el drenaje de la propia autovía A-66. Por lo tanto, es necesario tener en cuenta el drenaje proyectado en el Proyecto de Construcción Autovía A-66 . Autovía Ruta de la Plata. Tramo: Santovenia del Esla – Fontanillas de Castro.

Como consecuencia de esta correspondencia se comprueba que no es necesario dar continuidad a ninguna obra de drenaje transversal, ya que en el tramo objeto de análisis no se interceptan cauces naturales.

De esta forma el drenaje lo componen los elementos de drenaje longitudinal necesarios para evacuar el agua de escorrentía de la plataforma y drenaje subterráneo.

Para su dimensionamiento se han seguido las recomendaciones recogidas en las publicaciones de la Dirección General de Carreteras:

- Instrucción 5.2-IC Drenaje Superficial (1990).
- Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera (OC 17/2003).

El sistema de drenaje longitudinal deberá proyectarse como una red o conjunto de redes que recoja la escorrentía superficial procedentes de la plataforma de la autovía y de las márgenes que viertan hacia ella, y la conduzca hasta un punto de desagüe.

El período de retorno de diseño para el drenaje longitudinal será de 25 años, de acuerdo con los criterios establecidos en la Instrucción.

1.1 BADENES

Los badenes son dispositivos de protección de los caminos agrícolas y de servicio cuando éstos discurren por vaguadas y no se justifica la colocación de una obra de drenaje transversal, generalmente por no ser un curso continuo de agua. *Tendrán* unas

dimensiones de 10 m de longitud mínima y ancho igual al del camino (mínimo 5 m) con pendientes longitudinales 10/1 que facilitan, mediante el rebaje en la cota de la rasante del camino, que el agua pase sobre él siguiendo su curso natural, evitando de esta forma que se produzcan daños en los caminos.

2. DRENAJE LONGITUDINAL

2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

Los elementos que comprenden el drenaje longitudinal conducen el agua procedente de la plataforma y márgenes adyacentes a puntos de evacuación naturales, bien directamente al terreno, o a través de obras de drenaje transversal (OD), o bien, cuando éstas están alejadas o a mucha profundidad, mediante desagües transversales.

Este apartado comprende el conjunto de dimensionamientos y comprobaciones relativas a los dispositivos de evacuación de aguas superficiales que escurren sobre la plataforma y las márgenes de la autovía, todos ellos para un período de 25 años, tal y como prescribe la Instrucción 5.2-I.C.

Se comprueba su capacidad, velocidad máximas admisibles y calados máximos de manera que no alcancen la plataforma.

En el caso que nos ocupa, el drenaje longitudinal proyectado está constituido por las cunetas de desmonte, , las cunetas de pie de terraplén, y por los sistemas de arquetas y colectores.

Diferenciándose:

- elementos de drenaje de plataforma
- elementos de drenaje de áreas adyacentes.

Dentro del primer grupo se localizan:

- cunetas de desmonte: reciben las escorrentías de los taludes de los desmontes, de una de las calzadas de la autovía, según el peralte y, adicionalmente, las escorrentías de las áreas de vertido laterales cuando no existen cunetas de guarda, además de la que cae sobre la propia cuneta.

Como elementos de drenaje de las áreas adyacentes se encuentran:

- cunetas de pie de terraplén: recogen la escorrentía de las zonas adyacentes que vierten hacia la plataforma. En determinados casos estas cunetas sirven para dar continuidad a las cunetas de desmonte y de guarda y a los desagües de colectores, hasta alcanzar una obra de drenaje transversal o cauce donde desaguar.

En el documento Planos se han representado sobre unas plantas a escala 1:1.000 los elementos del drenaje longitudinal. Además se incluyen los correspondientes planos de detalle.

2.2 CAUDALES DE DISEÑO

A continuación se describe el proceso de cálculo de caudales empleado para el dimensionamiento de los elementos de drenaje longitudinal:

Para ello se parte de los datos de precipitación e intensidad de lluvia del Anejo nº 4 "Climatología e Hidrología". En este apartado se obtuvieron los valores de precipitación máxima en 24 horas para el período de retorno de 25 años, quedando, en función de los polígonos de Thiessen:

Pk inicial	Pk final	Estación representativa	Pd 25 años
3+900	11+500	2787 Granja de Moreruela	68,16 mm

La zona objeto del presente proyecto, Área de Servicio, se localiza entorno al pk 8+350 de la futura autovía A-66, luego, según los datos anteriores, le corresponde una precipitación máxima en 24 horas de 68,16 mm, con un valor según la Instrucción 5.2-IC de la relación I1/Id de 9,5. tal y como se recoge en el anejo nº 4 Climatología e Hidrología

Los datos de partida son:

Terrenos adyacentes:

- Umbral de escorrentía corregido Po*: en el anejo nº 4 "Climatología e Hidrología", se calcularon los Po correspondientes a cada una de las cuencas identificadas, para los cálculos de drenaje longitudinal de los terrenos se empleará el obtenido en dicho anejo, según la cuenca de que se trate, afectado por el coeficiente corrector (2,10).
- Tiempo de concentración: se calcula según la fórmula de Témez.

- Plataforma

- Umbral de escorrentía corregido Po*: se ha considerado un valor de umbral de escorrentía igual a 1 correspondiente, según indica la Instrucción, a pavimentos bituminosos, considerando que el factor corrector es 2,10 llegamos a un Po* = 2,10 para la plataforma de la carretera.
- Te (tiempo de escorrentía): La Instrucción fija, para flujo difuso y recorrido inferior a 30 m, 5 minutos. Por ello como la plataforma el recorrido es de 11,5 m y para estar del lado de la seguridad se considera un tiempo de escorrentía de 5 minutos.

- Taludes revestidos

- Umbral de escorrentía corregido Po*: se ha considerado un valor de umbral de escorrentía igual a 1 correspondiente a pavimentos de hormigón, considerando que el factor corrector es 2,10, llegamos a un Po* = 2,10 para los taludes revestidos de hormigón.
- Te (tiempo de escorrentía): se ha considerado un tiempo de 5 minutos, según establece la Instrucción 5.2-IC, para flujo difuso con recorrido menor a 30 m, dado que el recorrido de los taludes revestidos es de 4 m y además se está del lado de la seguridad.

- Taludes sin revestir

- Umbral de escorrentía corregido Po*: se ha considerado un Po* = 11,90 acorde con el tratamiento de vegetación que se le aplica, considerando el coeficiente corrector 2,10 resulta un Po* de 25 mm.
- Tiempo de concentración: se ha considerado un tiempo de 10 minutos.

Con estas consideraciones y aplicando la fórmula de la instrucción 5.2-IC, ya empleada en el cálculo de caudales del anejo nº 4 Climatología e Hidrología, basada en el llamado Método Racional:

$$Q(m^3/s) = \frac{C \cdot I \cdot A}{3}$$

Se obtiene el caudal generado en cada punto de la cuneta.

2.3 TIPOLOGÍA

2.3.1 Cunetas de desmonte

Estas cunetas recogen la escorrentía procedente de los taludes de desmonte, de las laderas adyacentes que viertan hacia la plataforma, y la que recoge la propia cuneta.

En algunos casos se ha dimensionado esta cuneta de desmonte para evacuar el agua procedente de cuencas exteriores a la plataforma, debida principalmente a:

- agotamiento de la cuneta de guarda proyectada en coronación.
- existencia de un punto bajo sobre la coronación del desmonte.

En el área de servicio, se han proyectado dos tipos de cuneta de desmonte:

- Tipo A: Se proyecta siempre revestida de hormigón, con un ancho total de 2,80 m y taludes 6/1 y 6/1 (H/V) y profundidad de 0,23 m.
- Tipo B: Se proyecta siempre revestida de hormigón, con un ancho total de 2,80 m y taludes 6/1 y 1/1 (H/V) y profundidad de 0,40 m

En los caminos se ha definido la siguiente cuneta:

- Triangular no revestida con un ancho total de 0,90 m y taludes 3/2 y 3/2 (H/V) y profundidad de 0,30 m.

2.3.2 Cunetas de pie de terraplén

Las cunetas de pie de terraplén se proyectan en aquellos casos en que el terreno natural vierte hacia el terraplén, como sistema de protección del mismo. También se han proyectado como prolongación de las cunetas de desmonte y de las cunetas de guarda, desde el punto en que desaguan éstas hasta la embocadura de una obra de drenaje transversal, o hasta un cauce natural.

La pendiente de las cunetas de pie de terraplén se adapta en general a la del terreno natural, siendo todas de tierra (sin revestir).

Se ha proyectado una cuneta triangular con un ancho 1,20 m, taludes simétricos 1H:1V y un calado de 0,60 m.

En los planos de drenaje aparecen los tramos de cuneta proyectados.

2.3.3 Colectores

Se proyectan colectores en los desagües de la cuneta de desmonte, Según indica la Instrucción 5.2-IC los colectores tendrán un diámetro mínimo de 400 mm, recomendándose que no sean menores de 800 mm, valor adoptado en el proyecto.

Para permitir el mantenimiento y la inspección de los colectores enterrados se proyectan arquetas o pozos de registro, separadas no más de 50 m, tal y como indica la Instrucción 5.2-IC.

En los puntos bajos de las cunetas o puntos de desagüe de la cuneta se proyectan arquetas sumidero protegidas con una rejilla.

2.4 DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO

La capacidad hidráulica de los distintos elementos se justifica mediante la fórmula:

$$Q = S_m \times R_H^{2/3} \times P^{1/2} \times K$$

siendo:

S_m = Sección mojada (m)

R_H = Radio hidráulico $R_H = \frac{S_m}{P_m}$

P = pendiente (m/m)

K = coeficiente de rugosidad de Manning (1/n)

$n = 0,018$ Cuneta revestida

$n = 0,030$ Cuneta sin revestir

3. OTROS ELEMENTOS DE DRENAJE LONGITUDINAL

3.1 PASOS SALVACUNETAS

Los pasos salvacunetas son tubos de hormigón en masa de 600 mm de diámetro situados en la cuneta de los caminos y cunetas de pie de terraplén que cruzan a los mismos. Su utilización se hace necesaria en los cruces entre caminos longitudinales para dar continuidad a las cunetas de desmonte y no generar puntos bajos sin desagüe al terreno.

APÉNDICE 1.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE ELEMENTOS DE DRENAJE LONGITUDINAL

CUNETA DE DESMONTE

CÁLCULO DE CAUDALES CUNETAS DE DESMONTE																												
p.k. 7+700 - p.k. 7+800 D	100	0,0150	68,16	1440,00	68,16	0,083	94,580	0,924	41,937	280,00	68,16	0,083	94,58	0,924	8,154	200,00	68,16	0,167	68,58	0,236	1,078	1381,84			1433,01	1,433		
p.k. 7+980 - p.k. 8+720 I	740	0,0150	68,16	10656,00	68,16	0,083	94,580	0,924	310,332	2072,00	68,16	0,083	94,58	0,924	60,342	740,00	68,16	0,167	68,58	0,236	3,988					374,66	0,375	
AREA DE SERVICIO NORESTE p.k. 0+330 - 0+420 D	90	0,0150	68,16	1296,00	68,16	0,083	94,580	0,924	37,743	252,00	68,16	0,083	94,58	0,924	7,339	180,00	68,16	0,167	68,58	0,236	0,970	1335,79					1381,84	1,382
AREA DE SERVICIO NORESTE p.k. 0+000 - 0+330 D	330	0,0150	68,16	2640,00	68,16	0,083	94,580	0,924	76,884	924,00	68,16	0,083	94,58	0,924	26,909	660,00	68,16	0,167	68,58	0,236	3,557	853,78					961,13	0,961
AREA DE SERVICIO SURESTE p.k. 0+000 - 0+240 I	240	0,0150	68,16	1920,00	68,16	0,083	94,580	0,924	55,916	672,00	68,16	0,083	94,58	0,924	19,571	720,00	68,16	0,167	68,58	0,236	3,880	26,38					105,75	0,106
AREA DE SERVICIO SURESTE p.k. 0+240 - 0+440 I	200	0,0150	68,16	1600,00	68,16	0,083	94,580	0,924	46,596	560,00	68,16	0,083	94,58	0,924	16,309	600,00	68,16	0,167	68,58	0,236	3,233	105,75					171,89	0,172
TRONCO. AREA DE SERVICIO p.k. 8+180 - 8+500 I	320	0,0150	68,16	22400,00	68,16	0,083	94,580	0,924	652,350	896,00	68,16	0,083	94,58	0,924	26,094	640,00	68,16	0,167	68,58	0,236	3,449	171,89					853,78	0,854
p.k. 8+910 - p.k. 9+180 I	270	0,0150	68,16	0,00	68,16	0,083	94,580	0,924	0,000	756,00	68,16	0,083	94,58	0,924	22,017	810,00	68,16	0,167	68,58	0,236	4,365						26,38	0,026
p.k. 7+740 - p.k. 7+790 D	50	0,0150	68,16	0,00	68,16	0,083	94,580	0,924	0,000	140,00	68,16	0,083	94,58	0,924	4,077	150,00	68,16	0,167	68,58	0,236	0,808	1443,06					1447,95	1,448
p.k. 8+040 - p.k. 8+720 D	650	0,0150	68,16	9360,00	68,16	0,083	94,580	0,924	272,589	1820,00	68,16	0,083	94,58	0,924	53,003	650,00	68,16	0,167	68,58	0,236	3,503						329,10	0,329
AREA DE SERVICIO NOROESTE p.k. 0+000 - 0+240 D	240	0,0150	68,16	1920,00	68,16	0,083	94,580	0,924	55,916	672,00	68,16	0,083	94,58	0,924	19,571	720,00	68,16	0,167	68,58	0,236	3,880	1034,60					1113,97	1,114
AREA DE SERVICIO NOROESTE p.k. 0+240 - 0+440 D	200	0,0150	68,16	1600,00	68,16	0,083	94,580	0,924	46,596	560,00	68,16	0,083	94,58	0,924	16,309	600,00	68,16	0,167	68,58	0,236	3,233	968,46					1034,60	1,035
TRONCO. AREA DE SERVICIO p.k. 8+180 - 8+500 D	320	0,0150	68,16	22400,00	68,16	0,083	94,580	0,924	652,350	896,00	68,16	0,083	94,58	0,924	26,094	640,00	68,16	0,167	68,58	0,236	3,449	286,57					968,46	0,968
AREA DE SERVICIO SUROESTE p.k. 0+000 - 0+240 I	240	0,0150	68,16	1920,00	68,16	0,083	94,580	0,924	55,916	672,00	68,16	0,083	94,58	0,924	19,571	720,00	68,16	0,167	68,58	0,236	3,880	207,20					286,57	0,287
AREA DE SERVICIO SUROESTE p.k. 0+240 - 0+440 I	200	0,0150	68,16	1600,00	68,16	0,083	94,580	0,924	46,596	560,00	68,16	0,083	94,58	0,924	16,309	600,00	68,16	0,167	68,58	0,236	3,233	141,07					207,20	0,207
p.k. 8+910 - p.k. 9+180 D	270	0,0150	68,16	3888,00	68,16	0,083	94,580	0,924	113,229	756,00	68,16	0,083	94,58	0,924	22,017	1080,00	68,16	0,167	68,58	0,236	5,820						141,07	0,141

COMPROBACIÓN HIDRÁULICA CUNETAS DE DESMONTE

TRAMO Del Pk al Pk / Margen	Pendiente (m/m)	Nº de Manning	Caudal (m³/s)	Calado (m)	Superficie mojada (m²)	Perímetro mojado (m)	Talud margen izquierda (V:H)	Talud margen derecha (V:H)	Velocidad (m/s)	Altura velocidad (m)	Energía específica (m)	Nº de Froude	Régimen	Calado crítico (m)	Pendiente crítica (m/m)
32 p.k. 7+700 - p.k. 7+800 D (TIPO C)	0,0150	0,018	1,433	0,723	0,52	2,05	1,00	1,00	2,74	0,38	1,11	1,46	Supercritical	0,84	0,0067
33 p.k. 7+980 - p.k. 8+720 I (TIPO A)	0,0150	0,018	0,375	0,206	0,25	2,50	6,00	6,00	1,48	0,11	0,32	1,47	Supercritical	0,24	0,0066
34 AREA DE SERVICIO NORESTE p.k. 0+330 - 0+420 D (TIPO C)	0,0150	0,018	1,382	0,713	0,51	2,02	1,00	1,00	2,72	0,38	1,09	1,45	Supercritical	0,83	0,0068
35 AREA DE SERVICIO NORESTE p.k. 0+000 - 0+330 D (TIPO B)	0,0150	0,018	0,961	0,363	0,46	2,72	6,00	1,00	2,08	0,22	0,58	1,56	Supercritical	0,43	0,0058
36 AREA DE SERVICIO SURESTE p.k. 0+000 - 0+240 I (TIPO A)	0,0150	0,018	0,106	0,128	0,10	1,56	6,00	6,00	1,08	0,06	0,19	1,36	Supercritical	0,14	0,0078
37 AREA DE SERVICIO SURESTE p.k. 0+240 - 0+440 I (TIPO A)	0,0150	0,018	0,172	0,154	0,14	1,87	6,00	6,00	1,22	0,08	0,23	1,4	Supercritical	0,18	0,0073
38 TRONCO. AREA DE SERVICIO p.k. 8+180 - 8+500 I (TIPO B)	0,0150	0,018	0,854	0,347	0,42	2,60	6,00	1,00	2,02	0,21	0,56	1,55	Supercritical	0,41	0,0059

CÁLCULO DE CAUDALES CUNETAS DE DESMONTE															
39 p.k. 8+910 - p.k. 9+180 I (TIPO A)	0,0150	0,018	0,026	0,076	0,03	0,92	6,00	6,00	0,76	0,03	0,1	1,25	Supercritical	0,08	0,0094
40 p.k. 7+740 - p.k. 7+790 D (TIPO C)	0,0150	0,018	1,448	0,726	0,53	2,05	1,00	1,00	2,75	0,38	1,11	1,46	Supercritical	0,84	0,0067
41 p.k. 8+040 - p.k. 8+720 D (TIPO A)	0,0150	0,018	0,329	0,196	0,23	2,38	6,00	6,00	1,43	0,1	0,3	1,46	Supercritical	0,23	0,0067
42 AREA DE SERVICIO NOROESTE p.k. 0+000 - 0+240 D (TIPO C)	0,0150	0,018	1,114	0,658	0,43	1,86	1,00	1,00	2,57	0,34	1	1,43	Supercritical	0,76	0,0070
43 AREA DE SERVICIO NOROESTE p.k. 0+240 - 0+440 D (TIPO B)	0,0150	0,018	1,035	0,373	0,49	2,80	6,00	1,00	2,12	0,23	0,6	1,57	Supercritical	0,45	0,0057
44 TRONCO. AREA DE SERVICIO p.k. 8+180 - 8+500 D (TIPO B)	0,0150	0,018	0,968	0,364	0,46	2,73	6,00	1,00	2,09	0,22	0,59	1,56	Supercritical	0,44	0,0058
45 AREA DE SERVICIO SUROESTE p.k. 0+000 - 0+240 I (TIPO A)	0,0150	0,018	0,287	0,186	0,21	2,26	6,00	6,00	1,38	0,1	0,28	1,45	Supercritical	0,22	0,0068
46 AREA DE SERVICIO SUROESTE p.k. 0+240 - 0+440 I (TIPO A)	0,0150	0,018	0,207	0,164	0,16	2,00	6,00	6,00	1,28	0,08	0,25	1,42	Supercritical	0,19	0,0071
47 p.k. 8+910 - p.k. 9+180 D (TIPO A)	0,0150	0,018	0,141	0,142	0,12	1,73	6,00	6,00	1,16	0,07	0,21	1,39	Supercritical	0,16	0,0075