ANEJO Nº 11 DRENAJE

INDICE

1.CÁLCULO HIDRÁULICO 1

2.CALCULO DEL DRENAJE TRANSVERSAL 1

3. CALCULO DRENAJE SUPERFICIAL DE LA CALZADA 3

4.RESUMEN DE OBRAS DE DRENAJE 5

1. CÁLCULO HIDRÁULICO

Como base del cálculo que nos ocupa, utilizaremos la Instrucción 5.2.-I.C. Drenaje Superficial del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, publicada el 23 de Mayo de 1.990.

El objeto del drenaje superficial es doble:

- Dar continuidad a los cauces naturales (arroyos, vaguadas, etc.) existentes que intercepta la traza de la carretera (drenaje transversal).
- Drenar el agua que cae sobre la calzada a través de cunetas, y a través de caz longitudinal (drenaje longitudinal).

Se tomará como período de retorno 100 años para el cálculo del drenaje transversal, y 25 años para el cálculo del drenaje superficial de la plataforma (Tabla 1-2).

2. CALCULO DEL DRENAJE TRANSVERSAL

Analizando la topografía de la zona objeto del proyecto, vemos que es ondulada, con cuencas la mayor parte bien definidas, observándose la existencia de arroyos a lo largo de la traza con existencia de obras de fábrica que salvan el obstáculo que de por sí representa el camino.

El subsuelo es cohesivo, con una capacidad de absorción de agua reducida.

Dado que los problemas detectados de inestabilidad puntual en determinados tramos, conviene revisar el sistema de drenaje transversal establecido en el camino actualmente, de forma que puedan corregirse aquellos casos que se presenten de insuficiencia en la sección o deficiencia de la obra de fábrica, por instalación en punto del trazado mas adecuado o por reposición de la O.F, al haber sido afectada por el deslizamiento.

En todos aquellos casos en que como consecuencia del análisis efectuado se determine, ausencia o deficiencia de la sección, se suplirá por la instalación de una nueva O.F con diámetro mínimo de 1,2 metros, cuyo funcionamiento hidráulico es mucho mejor al evitar que ramas u otros arrastres taponen las boquillas.

Las O.F. existentes, y en general el sistema de drenaje, precisan de la realización de una limpieza para eliminar la colmatación tanto de las cunetas como de las obras de fábrica, hecho este que se pone de manifiesto de forma mas acusada en el tramo inicial de la obra.

A continuación se detallan las soluciones propuestas en cada punto, a las O.F. existentes en el camino, o de nueva ejecución:

- **Nº 0 P.K. 0+310,30: O.F. definida a ejecutar de nueva creación, definida como conducto circular de 1,2 m de Φ. y 10 m lineales.**
- **Nº 1** P.K. 0+331,600: O.F. existente formada por 1 tubo de 0,90 metros de diámetro, con una longitud de 8,80 m. (Limpieza y reparación embocadura)
- **Nº 2** P.K. 0+460,000: O.F. existente formada por 1 tubo de 0,90 metros de diámetro, con una longitud de 9,00 m. (Limpieza y reparación embocadura)
- **Nº 3** P.K. 0+608,51: O.F. existente formada por 1 tubo de 0,80 metros de diámetro, con una longitud de 7,40 m. (Limpieza y reparación embocadura)
- **Nº 4 P.K. 0+800,51: Idem que la anterior. Restitución**
- **Nº 5** P.K. 0+965,69: Idem que la anterior (Limpieza y reparación embocadura)
- **Nº 6** P.K. 1+090,00: O.F. definida como Alcantarilla A-1 de 1,0 metros de sección y 8 metros de longitud. (Limpieza y reparación embocadura)
- **Nº 6A P.K. 1+188,10: O.F. definida a ejecutar de nueva creación, definida como conducto circular de 1,5 m de Φ. y 9 m lineales.**
- **Nº 7** P.K. 1+230,00: O.F. de A-1 metros de diámetro. (Limpieza y reparación embocadura)
- **Nº 7A P.K. 1+290,35: O.F. definida a ejecutar de nueva creación, definida como conducto circular de 1,5 metros de diámetro y 9 m lineales.**
- **Nº 7AA P.K. 1+522: O.F. definida a ejecutar de nueva creación, definida como conducto circular de 1,5 metros de diámetro y 9 m lineales.**
- **Nº 8** P.K. 1+654,88: O.F. constituida como Alcantarilla A-1 de 1,0 metros de base y 7,5 metros de longitud. (Limpieza y reparación embocadura)

- **Nº 9** P.K. 1+760,67: O.F. Idem que la anterior, longitud 7,50 metros. (Limpieza y reparación embocadura)

- **Nº 10** P.K. 1+932,01:O.F de 0,80 metros de diámetro. (Limpieza y reparación embocadura)

- **Nº 11** P.K. 2+079,40: Idem anterior, longitud 8,00 metros. (Limpieza y reparación embocadura)

- **Nº 11A P.K. 2+110,13: O.F. definida a ejecutar de nueva creación, definida como conducto circular de 1,5 m de diámetro y 9 m lineales**

- **Nº 12** P.K. 2+161,00: O.F. formada por un conducto de 0,80 metros de diámetro y 7 metros de longitud. (Limpieza y reparación embocadura)

- **Nº 12A P.K. 2+229,84: O.F. definida a ejecutar de nueva creación, definida como conducto circular de 1,2 m de diámetro y 10 m lineales**

- **Nº 13 P.K. 2+323,71: O.F. constituida por Alcantarilla A-1 de 1,00 m de base y 10 metros de longitud, restituir en conducto mínimo de 1,20 m de diámetro.**

- **Nº 14** P.K. 2+409,06: O.F. constituida por conducto de 0,8 metros m de base y 10 metros de longitud. (limpieza).

- **Nº 14A P.K. 2+576,48: O.F. definida a ejecutar de nueva creación, definida como conducto circular de 1,2 m de diámetro y 10 m lineales**

- **Nº 15** P.K. 2+702,50: O.F. constituida Alcantarilla A-1 de 1 m de base y longitud 8 metros. (Limpieza y reparación embocadura)

- **Nº 15A P.K. 2+771,38: O.F. definida a ejecutar de nueva creación, definida como conducto circular de 1,2 m de diámetro y 10 m lineales**

- **Nº 16 P.K. 2+814,28: O.F. constituida Alcantarilla A-1 de 1 m de base y longitud 10 metros. Deteriorada, restituir por conducto mínimo de 1,2 m de diámetro.**

- **Nº 17** P.K. 2+914,18: O.F. constituida Alcantarilla A-1 de 1 m de base y longitud 10 metros. (Limpieza y reparación embocadura)

- **Nº 18 P.K. 3+125,64: O.F. constituida Alcantarilla A-1 de 1 m de base y longitud 10 metros. Restituir por conducto mínimo de 1,2 m de diámetro.**

- **Nº 19** P.K. 3+296,82: O.F. constituida Alcantarilla A-1 de 1 m de base y longitud 10 metros. ((Limpieza y reparación embocadura)

No existen más O.F. actualmente que las enumeradas, donde se han añadido las estimadas necesarias para favorecer el drenaje.

En cualquier caso, las secciones que se proyectan nuevas tendrán igual o mejor sección hidráulica que las existentes a las que sustituyen.

2.1. Caudales generados.

Procedemos a la comprobación de los caudales generados por los episodios de precipitaciones mas desfavorables, en las cuencas de aquellas obras de fábrica que han sufrido mayor modificación, que son las numeradas 6A, 12A, 13, 14A, 15A y 16, siguiendo las indicaciones de la Instrucción 5.2-IC.

Los datos comunes de precipitaciones son los siguientes:

Periodo (años)	Precip Diaria (mm)
25,00	135, 1
100,00	**172,1**
500,00	214,6

Precipitaciones particulares por cuencas para el tiempo de concentración It:

Nº O.F.	Po (Umbral Escorrentía)	Pd (Prec Diaria) mm	Pd/Po	C (Coef Escorentía)	T Concentrac (min)	Id = Pd/24	Ih/Id	It/Id	It (mm)
6 A	10,00	172,00	17,21	0,82	16,90	7,2	8	15	107,24
7A	10,00	172,00	17,21	0,82	11,80	7,2	8	17,6	126,82
11A	10,00	172,00	17,21	0,82	8,5	7,2	8	20,3	146,49
12 A	10,00	172,00	17,21	0,82	11,40	7,2	8	18	128,25
13	10,00	172,00	17,21	0,82	11,10	7,2	8	18,1	129,81
14 A	10,00	172,00	17,21	0,82	7,0	7,2	8	22,1	158,1
15 A	10,00	172,00	17,21	0,82	7,9	7,2	8	21	150,54
16	10,00	172,00	17,21	0,82	4,8	7,2	8	25,8	184,99

Datos de cuencas:

Nº O.F.	Area Cuenca (Has): A	Cota Sup (m)	Cota Inf (m)	Longitud (m)	J (m/m)	Caudal m3/s (C*A*I/300)
6A	13	79,5	36,00	500	0,087	3,811
7A	3,1	63	36,00	240	0,100	1,075
11A	0,6	80	36,00	140	0,150	0,240
12 A	9	103	36,00	360	0,186	3,156
13	4,5	103	36,00	350	0,191	1,597
14A	1,5	108	36,0000	220	0,327	0,641
15A	1,5	75,2	36,0000	220	0,178	0,617
16	0,6	61,2	36,0000	120	0,21	0,303

2.1.- Capacidad de las Obras de Fábrica.

Para el cálculo del caudal admisible aplicamos la fórmula de Manning-Strickler:

$$Q = V \, x \, S = S \, x \, R^{2/3} \, x \, J^{1/2} \, x \, K$$

donde: V = velocidad media

Q = caudal

S = área de la sección

R = S/P radio hidraúlico

P = perímetro mojado

J = pendiente de la línea de energía (terreno - solera)

K = coeficiente de rugosidad (70 hormigón)

Con las pendientes de las obras de fábrica los caudales se obtienen con los calados que se exponen en el cuadro.

O.F. Nº	Tipo Diam	Calado	Sección	R hidrá.	Pend	Velocidad	Caudal	Q necesario
6A	1,5	1,38	1,188	0,384	0,01	3,194	3,8	3,811
12 A	1,5	1,25	1,014	0,294	0,01	3,094	3,14	3,156
13	1,5	0,613	0,679	0,326	0,0050	2,345	1,593	1,597
14A	1,2	0,415	0,347	0,23	0,0050	1,857	0,645	0,641
15A	0,8	0,69	0,3011	0,158	0,01	2,045	0,616	0,617
16	0,8	0,330	0,195	0,175	0,0050	1,549	0,303	0,303

3. CALCULO DRENAJE SUPERFICIAL DE LA CALZADA

3.1. Solución adoptada

La solución adoptada, consiste en limpiar y restituir las cunetas existentes, colmatadas en la mayor parte de la traza, reponiendo a su vez aquellos tramos afectados por deslizamiento, que en general coinciden con tramos de cuneta en sección trapecial revestida de hormigón.

Ya que el trazado original, se presenta a media ladera con la ladera en desmonte en la margen derecha de la progresiva, se limitarán las cunetas en esta margen.

Debido a la exigua pendiente longitudinal del camino con tramos del orden del 2 por mil, se ha actuado para favorecer el drenaje longitudinal, incrementando el número de obras de fábrica, resultando un promedio de una obra de fábrica cada 150 ml de calzada, lo que supone un recorrido medio de la línea de agua inferior a 75 metros y a su vez forzando la pendiente de la cuneta profundizando la misma en el terreno, de forma que se aseguren pendientes mínimas del 5 por mil.

3.2. Capacidad de desagüe

Para el cálculo de la capacidad de desagüe del caz aplicaremos la fórmula de Manning-Strickler.

$$Q = V \, x \, S = S \, x \, R^{2/3} \, x \, J^{1/2} \, x \, K \, x \, V$$

donde: V = velocidad media

Q = caudal

S = área de la sección

R = S/P radio hidraúlico

P = perímetro mojado

J = pendiente de la línea de energía (terreno)

K = coeficiente de rugosidad (tabla 4.1)

U = coeficiente de conversión dependiente de Q, S y R. (tabla 4.2)

Coef. K: Tubo corrugado K (m/s):30-40

Coef. U: Para Q en l/sg

S en m²

R en m

V = 1.000

Según la norma, para pendientes J superiores al 0,5% admitiremos que la sección más desfavorable es el mayor calado, aguas abajo. Para pendientes inferiores, los mayores calados se presentarán en la sección inicial.

3.3. Cálculo del área aportante

Para este cálculo haremos una serie de hipótesis más desfavorables, siempre por el lado de la seguridad:

1. Toda la superficie de la calzada, excepto la zona de bombeo, precisa desagüe central.
2. Por peraltes, es preciso recoger en caz central media calzada.
3. Consideraremos desagüe del caz cada 350 metros.
4. El camino está en terraplén o tiene cunetas, por lo que no se considera aportación de agua de los terrenos adyacentes.
5. Consideramos un coeficiente de rugosidad para la M.B.C. de 0,3.

Superficie aportante A: Calzada 5.0 m x 100 m = 500 m² = 0,05 Ha.

3.4. Fórmula de cálculo

El Caudal Q en el punto de desagüe se obtiene mediante la fórmula,

$$Q = \frac{C \times A \times I}{K}$$

donde:

C = Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca, que en la zona pavimentada es 1.

A = Área de la cuenca

I = Intensidad media de precipitación correspondiente al período de retorno de 25 años y a un intervalo igual al tiempo de concentración.

K = Coeficiente dependiente de las unidades en que se exprese Q y A. Para Q en m³/seg. y A en Ha el valor de K = 300 (Tabla 2.1.)

3.5. Intensidad media de precipitación

La intensidad media It (mm/h), de precipitación a emplear en el cálculo del caudal la obtendremos mediante la fórmula siguiente:

$$\frac{I_t}{I_d} = \left[\frac{I_1}{I_d}\right]^{\left(\frac{28^{0,1} - t^{0,1}}{28^{0,1} - 1}\right)}$$

Id(mm/h) = Intensidad media diaria de precipitación correspondiente al período de retorno considerado y será a igual Pd/24

Pd(mm) = Precipitación total diaria correspondiente al período de retorno.

Il(mm/h) = La intensidad horaria de precipitación correspondiente al período de retorno Il/Id, se sacara de la figura 2.2. (It/Id = 8).

t(h) = La duración h del intervalo al que se refiere I, que tomaremos igual al tipo de concentración.

3.6. Tiempo de concentración

Se puede deducir de la fórmula:

$$T = 0,3 \times \left[\frac{L}{J^{1/4}}\right]^{0,5}$$

donde:

L (Km) la longitud del cauce

J (m/m) pendiente media

En función de las pendientes (0,69 – 8,78%) para una longitud de 0,35 km el Tc oscila entre 22 y 13 minutos, tomaremos un valor prudencial de 8 minutos.

3.7. Escorrentía

El coeficiente c de escorrentía se deduce de la fórmula:

$$C = \frac{\left[\frac{P_d}{P_o} - 1\right] x \left[\frac{P_d}{P_o} + 23\right]}{\left[\frac{P_d}{P_o} + 11\right]^2}$$

El umbral de escorrentía Po se deduce de la tabla 2.1. una vez multiplicado por el coeficiente corrector de la figura 2.5. (2.9 en este caso). Al ser la superficie totalmente pavimentada C = 1

3.8. Cálculo del caudal de lluvia a evacuar

Para el cálculo de I consideramos tiempo de concentración 8 minutos según normativa por lo que It = (Pd/24) * 20 = (170,01/24) *20 = 141; nos sale un caudal de lluvia a evacuar por el caz de 0,02 m²/sg es decir, **20 l/s.**

4. RESUMEN DE OBRAS DE DRENAJE

OF Nº	PK	Diámetro (m)	Longitud (m)	ACCIÓN
OF0	310,30	1,20	10,00	NUEVA EJECUCIÓN
OF 1	331,60	0,90	8,80	LIMPIEZA
OF 2	460,00	0,90	9,00	LIMPIEZA
OF 3	608,51	0,80	7,40	LIMPIEZA
OF 4	800,51	0,80	7,40	RESTITUCIÓN
OF 5	965,59	0,80	7,40	LIMPIEZA
OF 6	1090,00	1,00	8,00	LIMPIEZA
OF 6A	1188,10	1,50	9,00	NUEVA EJECUCIÓN
OF 7	1230,00		11,00	LIMPIEZA
OF 7A	1290,35	1,50	9,00	NUEVA EJECUCIÓN
OF 7AA	1522,00	1,50	9,00	NUEVA EJECUCIÓN
OF 8	1654,88	1,00	7,50	LIMPIEZA
OF 9	1760,67	1,00	7,50	LIMPIEZA Y RESTAURACIÓN DE IMPOSTA
OF 10	1932,01	0,80	7,50	LIMPIEZA
OF 11	2079,40	0,80	8,00	LIMPIEZA
OF 11A	2110,13	1,50	9,00	NUEVA EJECUCIÓN
OF 12	2161,00	0,80	7,00	LIMPIEZA
OF 12A	2219,84	1,20	10,00	NUEVA EJECUCIÓN
OF 13	2323,71	1,20	10,00	RESTITUCIÓN
OF 14	2409,06	0,80	10,00	LIMPIEZA
OF 14 A	2576,48	1,20	10,00	NUEVA EJECUCIÓN
OF 15	2702,50	1,00	8,00	LIMPIEZA
OF 15A	2771,38	1,20	10,00	NUEVA EJECUCIÓN
OF 16	2814,28	1,20	10,00	RESTITUCIÓN
OF 17	2914,18	1,00	10,00	LIMPIEZA
OF 18	3125,64	1,20	10,00	RESTITUCIÓN
OF 19	3296,82	1,00	10,00	LIMPIEZA