

ÍNDICE

1. CLIMATOLOGÍA	2
1.1. INTRODUCCIÓN	2
1.2. PLUVIOMETRÍA	3
2. HIDROLOGÍA	3
2.1. INTRODUCCIÓN	3
2.2. PERIODOS DE RETORNO	4
2.3. ESTUDIO DE PRECIPITACIONES	4
2.4. MÉTODO HIDROMETEOROLÓGICO PARA CALCULO DE CAUDALES	5
2.5. COEFICIENTE DE ESCORRENTIA.....	5
2.6. INTESIDAD MEDIA DE PRECIPITACIÓN.....	6
2.7. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.....	7
2.8. CAUDALES DE CALCULO	7
3. DRENAJE LONGITUDINAL	10
3.1. INTRODUCCIÓN	10
3.2. DISPOSITIVOS DE DRENAJE LONGITUDINAL	10
3.3. CRITERIOS BASICOS DE CALCULO.....	11
4. DRENAJE TRANSVERSAL	11
4.1. EMPLAZAMIENTO DE LAS OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL.....	11
4.2. CRITERIOS DE CALCULO.....	12
4.3. EROSION.....	13

1. CLIMATOLOGÍA

1.1. INTRODUCCIÓN

La zona donde se desarrollan las obras se encuentran bajo la influencia de un clima oceánico-húmedo, que se caracteriza por tener una fuerte influencia de las corrientes cálidas marinas, que le conceden un cierto carácter mediterráneo dentro del tipo oceánico. Las temperaturas son bastante elevadas ya que la zona está protegida de los vientos del primer y segundo cuadrante, de su orientación hacia el Sur y de la influencia del océano.



La precipitación media anual se sitúa entre los 1600-1800 mm, con una media de 152 días de lluvia al año, siendo noviembre, diciembre y enero los meses más lluviosos, y julio y agosto los más secos.

En cuanto al número de días de lluvia cabe destacar que, a pesar de ser Octubre el mes más lluvioso, es en Enero cuando se dan más días con precipitación, siendo ésta de menor intensidad ya que la precipitación máxima en 24 horas en el mes de Enero es un 60% inferior que la recogida en el mes de Octubre.

La humedad relativa del aire es siempre importante, siendo las laderas orientadas a barlovento de la zona del Castrove, las de mayor índice de humedad.

Los meses de verano suponen el mínimo de precipitación, recogiendo de Junio a Agosto un 20% del total, con una media de 60 mm. mensuales, lo cual, unido a las temperaturas de la época, provoca en el suelo un déficit hídrico anual que va desde los 100 l/m² a los 200 l/m². Los meses de Febrero y Abril constituyen un máximo secundario de precipitaciones con una media de 105 mm. anuales. En el mes de Agosto se recoge el mínimo de precipitación máxima en 24 horas, estando en torno a 16 mm

La temperatura media anual oscila entre 12,5 y 15,5 °C, en los meses de julio y agosto la temperatura ronda los 20°, con una amplitud térmica media que no excede de los 11 °C, debido a la baja altitud de la zona y al efecto atemperador del mar.

Las temperaturas son agradables durante todo el año. El periodo frío se produce entre los meses de Diciembre a Marzo, con valores medios que rondan los 11 °C, lo que confiere un carácter suave a la estación invernal. La temperatura mínima absoluta dentro del periodo estudiado tiene lugar en el mes de Enero, con un valor aproximado de entre -1- -2 °C, si bien las temperaturas, incluso en el mes más frío, suelen tener valores positivos. La temperatura media de las mínimas tiene también su valor mínimo en el mes de enero, siendo igual a 6,3 °C. La media de las temperaturas máximas en el periodo frío del año se sitúa en torno a los 15 °C y la media de las mínimas tiene un valor aproximado de 7 °C.

Los meses de Julio a Septiembre constituyen el periodo cálido, con unos valores medios de 18 °C. En los meses de Junio y Septiembre la temperatura media mensual tiene valores muy parecidos, siendo la media entre los dos meses igual a 17,5 °C, mientras que en Julio y Agosto se produce el máximo de temperaturas del año, superando la temperatura media los 20 °C.

En cuanto a las temperaturas máximas, la media se acerca a los 25 °C en el mes de Agosto, con una temperatura máxima absoluta de unos 35 °C que se produce tanto en el mes de Julio como en el de Agosto.

En el periodo cálido, las temperaturas mínimas oscilan entre los 11 °C y los 14 °C, dando lugar, en general, a noches frescas y agradables.

Los meses restantes forman un periodo de transición entre épocas cálidas y frías. La media varía entre los 12 °C de Abril y los 15 y 13 °C de Octubre y Noviembre, respectivamente, constituyendo unas estaciones de primavera y otoño térmicamente agradables.

.En los meses de Agosto a octubre es frecuente la aparición de niebla que se manifiesta en forma de precipitación horizontal provocando una humedad relativa alta. Granizo, rocío y escarcha hacen su aparición de forma esporádica y bajo unas condiciones meteorológicas particulares.

En la zona predominan los vientos de componente W-SW (13% de los vientos anuales de componente SW y 13% de componente WSW), que aportan nubosidad y precipitaciones abundantes con temperaturas suaves. En menor intensidad se presentan los vientos de componente N-NE (10% de los vientos anuales de componente NNE).

En la siguiente tabla se muestra los coeficientes medios anuales para obtención del número de días útiles de trabajo a partir del número de días laborables.

CLASE DE OBRA				
HORMIGÓN	EXPLANACIONES	ARIDOS	RIEGOS Y TRATAMIENTOS	MEZCLAS BITUMINOSAS
0,845	0,747	0,808	0,552	0,647

1.2. PLUVIOMETRÍA

Por lo que respecta a la pluviometría de la zona de estudio, se considerará los datos aportados por las siguientes estaciones Pluviométricas:

ESTACIÓN 1478K (VILARIÑO-CAMBADOS): Años 1987 a 1996

ESTACIÓN 1484C (PONTEVEDRA-MOURENTE): Año 1986, 1996-2010

ESTACIÓN 1496 (VIGO-AYUNTAMIENTO): Años 1945 a 1985

2. HIDROLOGÍA

2.1. INTRODUCCIÓN

Los fenómenos hidrológicos son función de muchos agentes físicos actuando conjuntamente sobre todo lo relacionado con la meteorología, por ello se dan las características idóneas para considerar estos fenómenos como aleatorios, es decir, regidos por las leyes del azar, por lo que se debe aplicar la metodología estadística.

Desde el momento en que se aplica la estadística a la hidrología pasa a segundo plano el problema de conocer las leyes que rigen los fenómenos hidrológicos, estudiando sólo los datos numéricos o estadísticos de estos fenómenos.

El estudio estadístico de los datos hidrológicos tiene dos niveles. Un primer nivel el conocimiento del fenómeno, distribuciones, medias, desviación típica, etc. Un segundo nivel es la inferencia estadística, es decir el análisis de la naturaleza de la muestra que permite conocer los datos esenciales de la muestra eliminando la variabilidad necesariamente muestral.

A partir de esta segunda fase se puede inferir sucesos del futuro partiendo de los datos conocidos. Esto último es lo importante ya que permitirá conocer los posibles sucesos del futuro.

El método seguido para la determinación de los caudales puntas recibidos, ha sido el "Cálculo Hidrometeorológico de Caudales Máximos en Pequeñas Cuencas Naturales", del Servicio de Geotecnia de la Dirección General de Carreteras (MOPU-Mayo 1.987), basado en los métodos racional, Californiano y Cook, ambos norteamericanos y cuyos resultados contrastados con las medidas experimentales lo hacen muy adecuado para cuencas de hasta 75 km² de superficie.

2.2. PERIODOS DE RETORNO

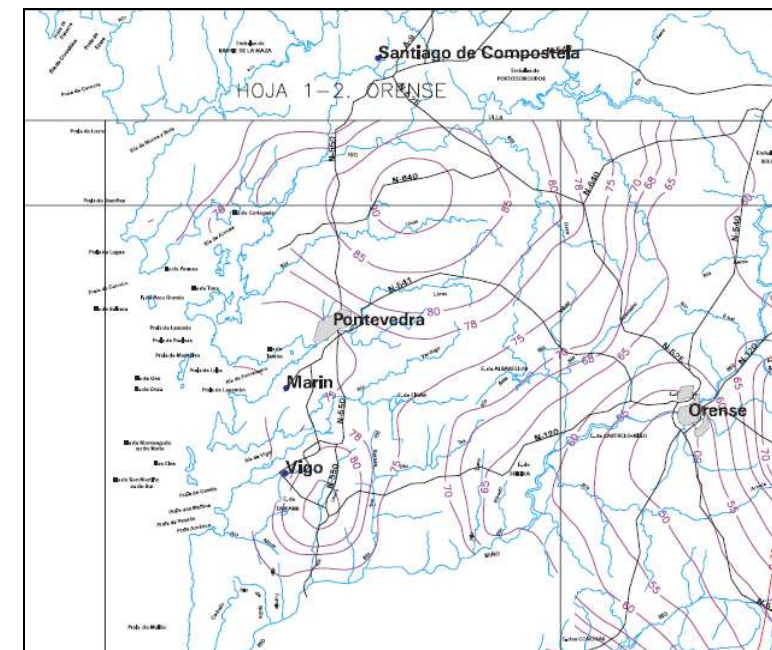
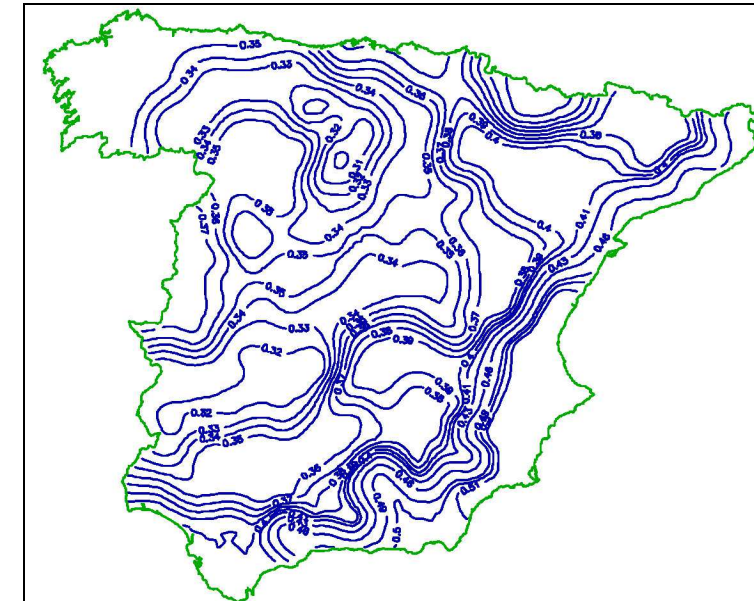
Según la Norma de Drenaje 5.2-IC, los periodos de retorno contemplados en los cálculos son los siguientes:

- ✓ Drenaje Longitudinal: 25 años.
- ✓ Drenaje Transversal: 100 años

2.3. ESTUDIO DE PRECIPITACIONES

Para determinar los valores de precipitación máxima diarios se ha recurrido al método expuesto en el libro “Máximas lluvias diarias en la España Peninsular”, publicado por el Ministerio de Fomento en el año 1999, donde se expone un método de cálculo de precipitaciones máximas diarias para distintos periodos de retorno a partir de tablas y planos incluidas en dicho libro, confeccionados según un modelo obtenido para todo el territorio peninsular que tiene en cuenta los datos de 2.231 estaciones pluviométricas repartidas por todo el territorio peninsular con más de 20 años de datos cada una.

A partir de la hoja 1-2 del plano guía incluido como anexo en la publicación antes citada, podemos considerar para la zona donde se encuentra el tramo de carretera considerado un valor medio de la máxima precipitación diaria anual de 75 mm., y un coeficiente de variación $C_v=0,35$.



Con la tabla anterior se obtienen los cuantiles regionales siguientes:

Cv	2	5	10	25	50	100	200	500
0,35	0,921	1,217	1,438	1,732	1,961	2,220	2,480	2,831

Multiplicando dichos cuantiles por la P, se obtienen las precipitaciones máximas diarias buscadas:

T	2	5	10	25	50	100	200	500
0,35	0,921	1,217	1,438	1,732	1,961	2,22	2,48	2,831
P(mm)	75	75	75	75	75	75	75	75
P(mm)	69,075	91,275	107,85	129,9	147,075	166,5	186	212,325

Se observa que para un periodo de 25 años las diferencias ya son considerables por lo que se adoptará este valor de precipitación para el cálculo de los caudales con los que se dimensionarán los dispositivos hidráulicos.

2.4. MÉTODO HIDROMETEOROLÓGICO PARA CALCULO DE CAUDALES

Para el cálculo de caudales de referencia se tienen en cuenta las directrices de la Instrucción 5.2.-I.C. Drenaje Superficial.

El método propuesto se basa en aplicar la intensidad media de la precipitación a la superficie de la cuenca, considerando su escorrentía. La precisión de este método disminuye conforme aumenta la superficie de la cuenca, siendo el tiempo de concentración de 6 horas el que sirve para delimitar las cuencas grandes de las pequeñas.

El caudal a desaguar por las obras proyectadas es:

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

- C es el coeficiente de escorrentía.

- Q es el caudal punta a desaguar en m³/seg.

- I (mm/h) es la máxima intensidad media en el intervalo de duración Tc.

- A es la superficie de la cuenca en km².

- k Coeficiente que depende de las unidades Q y A y que incluye un aumento del 20% en Q para tener en cuenta la puntas de precipitación.

Valores de K

Q en	A en		
	Km2	Ha	m2
m3/s	3	300	3.000.000

2.5. COEFICIENTE DE ESCORRENTIA

Desde el punto de vista de la escorrentía dejando al margen los afloramientos de roca a efectos prácticos impermeables, el suelo en superficie se puede clasificar básicamente como arcilloso y en menor proporción franco areno-arcilloso. En cuanto a la vegetación natural, condicionada por el clima marítimo fresco y húmedo, está formada por masas boscosas de frondosas, robles, abedules y castaños, y matorral de brezo y xesta.

Para establecer la componente superficial de la precipitación se utiliza, siguiendo los criterios de la repetidamente mencionada Instrucción 5,2-IC, el coeficiente que define la proporción de la precipitación que puede llegar al punto en estudio dado por la fórmula:

$$c = \frac{\left(\frac{P_d}{P_o} - 1 \right) \left(\frac{P_d}{P_o} + 23 \right)}{\left(\frac{P_d}{P_o} + 11 \right)^2}$$

Donde:

P_d : Precipitación diaria correspondiente al periodo retorno que se considere,

P_o : Umbral de escorrentía, a partir del cual se inicia ésta.

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

El parámetro P_0 define el umbral de precipitación a partir del cual se inicia la escorrentía, y es función del complejo suelo – vegetación de la cuenca.

El valor del umbral de escorrentía (P_o) se obtiene consultando la Tabla 2.1 de la Instrucción 5.2-I.C en la cual se tiene en cuenta el tipo y utilización de la superficie (área pavimentada, cultivos densos, bosques,...) la pendiente, la permeabilidad del suelo (dividido en cuatro categorías: A, B, C y D).

De acuerdo con lo expresado, se definen las siguientes categorías de suelo:

Tipo de Suelo	P_o
Pradera	23,000
Cultivo	16,000
Masa Forestal	24,000
Repoblación	42,000
Barbecho	14,000
Urbana	1,000

Donde:

I_d (mm/h) = Intensidad media diaria correspondiente al periodo de retorno considerado. Es igual a $P_d/24$

P_d (mm) = Precipitación total diaria correspondiente al periodo de retorno considerado.

I_1 (mm/h) = Intensidad horaria de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado. En nuestro caso, según el "Mapa de isólinas"

" I_1/I_d " de la Instrucción 5.2.-IC que se muestra a continuación, en la zona estudiada corresponde $I_1 = 8,5 \cdot I_d$.



2.6. INTESIDAD MEDIA DE PRECIPITACIÓN

La intensidad media de precipitación I_t (mm/h) se obtiene por medio de la expresión:

2.7. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.

Se obtiene por la expresión:

$$T = 0,3 \cdot [(L/J^{1/4})^{0,76}]$$

Siendo:

T = Tiempo de concentración en horas

L = Longitud del cauce en km

J = Pendiente media del cauce

Para el caso que nos ocupa, en donde la escorrentía a analizar es la de la propia carretera, se estima un tiempo de concentración de 10 minutos, que es el empleado habitualmente en estos casos.

2.8. CAUDALES DE CALCULO

Los caudales de cálculo obtenidos según la metodología descrita son:

o

CUENCA	S Tot	Pradera			Cultivo			Masa Forestal			Repoblación			Barbecho			Urbana			P0	P0 Corregida
		Superf	%	Po	Superf	%	Po	Superf	%	Po	Superf	%	Po	Superf	%	Po	Superf	%	Po		
1	6441,320	0,000	0,00%	23,000	0,000	0,00%	16,000	6441,320	100,00%	24,000	0,000	0,00%	42,000	0,000	0,00%	14,000	0,000	0,00%	1,000	24,000	44,400
2	6969,800	0,000	0,00%	23,000	0,000	0,00%	16,000	6969,800	100,00%	24,000	0,000	0,00%	42,000	0,000	0,00%	14,000	0,000	0,00%	1,000	24,000	44,400

PERIODO DE
RETORNO:

25 AÑOS

CUENCA	Desnivel (mts)	Longitud (mts)	SUPERFICIE (m2)	Tc (h)	PD (mm)	Id(mm)	I1/Id	It	Po	C	Q (m3/seg)
1	32	123,7	6.441,32	0,08	118,00	4,92	8,00	127,65	44,40	0,23	0,06
2	32	136,26	6.969,80	0,09	118,00	4,92	8,00	122,93	44,40	0,23	0,07

PERIODO DE
RETORNO:

100
AÑOS

CUENCA	Desnivel (mts)	Longitud (mts)	Tc (h)	SUPERFICIE (m2)	PD (mm)	Id(mm)	I1/Id	It	Po	C	Q (m3/seg)
1	32	123,7	0,08	6.441,32	126,00	5,25	8,00	136,31	44,40	0,25	0,07
2	32	136,26	0,09	6.969,80	126,00	5,25	8,00	131,27	44,40	0,25	0,08

PERIODO
DE
RETORNO:

500
AÑOS

CUENCA	Desnivel (mts)	Longitud (mts)	Tc (h)	SUPERFICIE (m2)	PD (mm)	Id(mm)	I1/Id	It	Po	C	Q (m3/seg)
1	32	123,7	0,08	6.441,32	164,00	6,83	8,00	177,42	44,40	0,33	0,13
2	32	136,26	0,09	6.969,80	164,00	6,83	8,00	170,86	44,40	0,33	0,13

3. DRENAJE LONGITUDINAL

3.1. INTRODUCCIÓN

El drenaje longitudinal comprende el conjunto de dispositivos hidráulicos que recogen, canalizan y evacúan el agua de escorrentía en las proximidades de la plataforma y márgenes de la misma.

En este apartado se indican las características del conjunto de elementos constituyentes de la red general de drenaje longitudinal.

3.2. DISPOSITIVOS DE DRENAJE LONGITUDINAL

Cuneta de borde de calzada

La sección de cuneta dispuesta en el borde de calzada en los tramos de desmonte es la de cuneta triangular de seguridad revestida de hormigón, con taludes 2:1, y con una profundidad máxima de 0,25 m. por lo que la anchura total de la cuneta es de 0,50 m.

La cuneta irá situada entre el arcén y la base del talud y tendrá una pendiente igual a la de la rasante de la carretera, excepto en las proximidades de los puntos bajos, donde dicha pendiente se ha limitado a 0.002%, con el fin de no desbordar la cuneta.

Se ha calculado la superficie de aportación a las cunetas mediante los datos de anchura de calzada, peraltes, aportaciones puntuales (caudales procedentes de bajantes por el talud de desmonte) y aportaciones lineales (desmontes). Los resultados se incorporan al final del anejo.

Los desagües de las cunetas se realizan bien directamente al terreno, o bien a obras de drenaje transversal.

Tubo Dren

Se instala drenaje profundo en el borde del asfalto para la recogida de aguas infiltradas en el firme, que circulan por la subrasante hasta dicho borde, formado por un tubo de PVC circular, ranurada, de diámetro 125 mm. recubierto por ambos lados de un geotextil no tejido de polipropileno agujeteado termosoldado.

Los drenes desaguan directamente a los sumideros dispuestos en los bordes de la calzada, y de ahí a los pozos del colector de pluviales.

Bajantes de Terraplén y Bordillo remontable

El objetivo fundamental de este dispositivo, es evitar que el agua evacuada por la plataforma erosione el talud de terraplén, en las zonas en las que este supere una altura de 3,0 m. Con este objeto, se dispondrán bajantes encastradas en el talud con una frecuencia que según el Ap. 3.3.2 de la Instrucción debe ser del orden de 50 m. Donde la pendiente de la carretera sea muy reducida por tratarse de zonas de acuerdos verticales se aumentará la densidad de dichas bajantes, para evitar problemas de encharcamientos de calzada.

La reconducción del agua hasta la bajante se efectúa mediante un bordillo remontable situado en el límite arcén/berma que canaliza el agua hasta el punto de ubicación de la bajante. En los planos de detalles aparece la definición completa del modelo tipo.

Colector de Pluviales

Se proyecta un colector de PVC de 400 mm de diámetro para la recogida de las aguas pluviales procedentes de la escorrentía de la calzada, así como las aguas de infiltración recogidas por el tubo dren.

El colector de pluviales se instala por la margen izquierda de la carretera.

Los caudales, conducidos a través de los bordillos caz, son interceptados por un sistema de imbornales sumideros de hormigón prefabricado de 60x60 cm., y 60 cm. de profundidad, a donde se conectan igualmente el tubo dren.

El desagüe del colector de Pluviales proyectado se realiza en un único punto, situado al principio de la actuación, donde la carretera analizada cruza un pequeño regato. Para ello, es preciso continuar el colector unos 80 metros más allá del inicio de la actuación.

Arquetas

La misión de las arquetas es la de conectar distintos elementos del drenaje longitudinal, así como servir de acceso para limpieza y mantenimiento.

Se colocarán arquetas en los siguientes puntos:

- ✓ Cuando bajo la cuneta discurra un colector, para facilitar la limpieza. La separación entre arquetas será de 50 m como máximo.
- ✓ Para desaguar una cuneta. En este caso, el agua se recogerá mediante la arqueta, que la conducirá al exterior mediante una O.T.D.L.
- ✓ Para acceder a una O.D. Estas arquetas podrían considerarse pozos de entrada a las obras de drenaje. Sirven también de desagüe de la cuneta.

Se han proyectado de hormigón armado, de acuerdo a las dimensiones y disposición reflejadas en los planos correspondientes.

Salvacunetas

Se proyectan salvacunetas formadas por tubos de hormigón para realizar cruces del drenaje longitudinal bajo la calzada.

3.3. CRITERIOS BASICOS DE CALCULO

Para el cálculo de los caudales unitarios de aportación a los dispositivos de drenaje longitudinal, se han adoptado los siguientes criterios básicos:

1.- El Período de Retorno del aguacero considerado para el cálculo de caudales de aportación a los elementos de drenaje longitudinal de la plataforma y márgenes, será de 25 años.

2.- El Tiempo de Concentración considerado según el Ap. 2.4 de la Instrucción es de 5 minutos para las cunetas de mediana y de borde, ya que el tiempo de recorrido del agua sobre la superficie de la cuenca vertiente (Plataforma) se considera inferior a 30 minutos.

Para cunetas de guarda y de pié de terraplén el Tiempo de Concentración es el de la cuenca correspondiente, determinado en el Anejo de Hidrología.

3.- Los coeficientes de escorrentía e Intensidades Medias de Precipitación a considerar para las zonas de aportación correspondientes a los márgenes de desmonte son los calculados para la cuenca en la que está

situado el tramo de calzada en estudio. Para zonas pavimentadas se considera un Coeficiente de Escorrentía $C = 1$

4.- El caudal total de aportación por tramos se calcula por el método Hidrometeorológico.

5.- El caudal unitario de aportación para cada tramo en las cunetas se obtiene como el cociente entre el caudal de aportación total y la longitud del tramo.

6.- La capacidad de desagüe de las cunetas se determina por la fórmula de Manning-Strickler. En cunetas no revestidas se adoptará el valor $n=0.035$ mientras que para las revestidas se adoptará $n=0.013$.

4. DRENAJE TRANSVERSAL

4.1. EMPLAZAMIENTO DE LAS OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL

El emplazamiento de la O.D.T., queda perfectamente definido, por tratarse del punto de cruce del cauce drenante con la carretera. En los planos correspondientes a cada una de las obras se especifican las características de la misma (longitudes, diámetros, pendientes y datos para el replanteo en planta y alzado).

Como criterios generales para la disposición de las O.D.T., se han seguido los indicados en el apartado 5.2.2. de la Norma.

La disposición definitiva de las O.D.T. se ha efectuado ajustando las pendientes longitudinales de manera que las velocidades resultantes para los caudales de cálculo estén por debajo de los límites especificados en la Instrucción: (6 m/seg en obras de hormigón), por lo que en algunos casos ha sido necesario modificar la pendiente que se obtenía directamente, habiéndose seguido el criterio de rebajar la cota de entrada y no modificar las condiciones de salida.

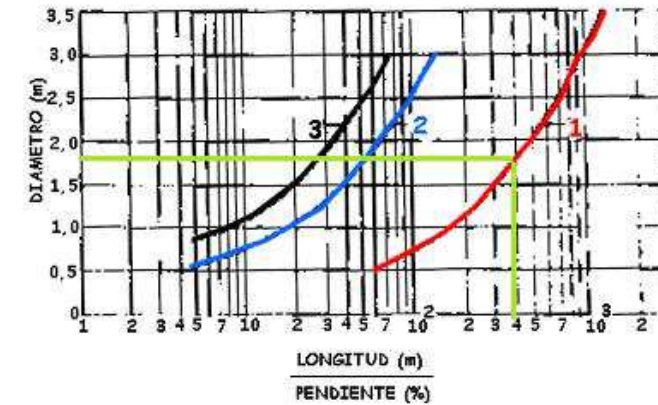
4.2. CRITERIOS DE CALCULO

La presencia de una carretera interrumpe la red de drenaje natural del terreno (vaguada, cauces, arroyos, ríos). El objeto principal del drenaje transversal es restituir la continuidad de esa red, permitiendo su paso bajo la carretera en condiciones tales que se cumplan los siguientes criterios funcionales:

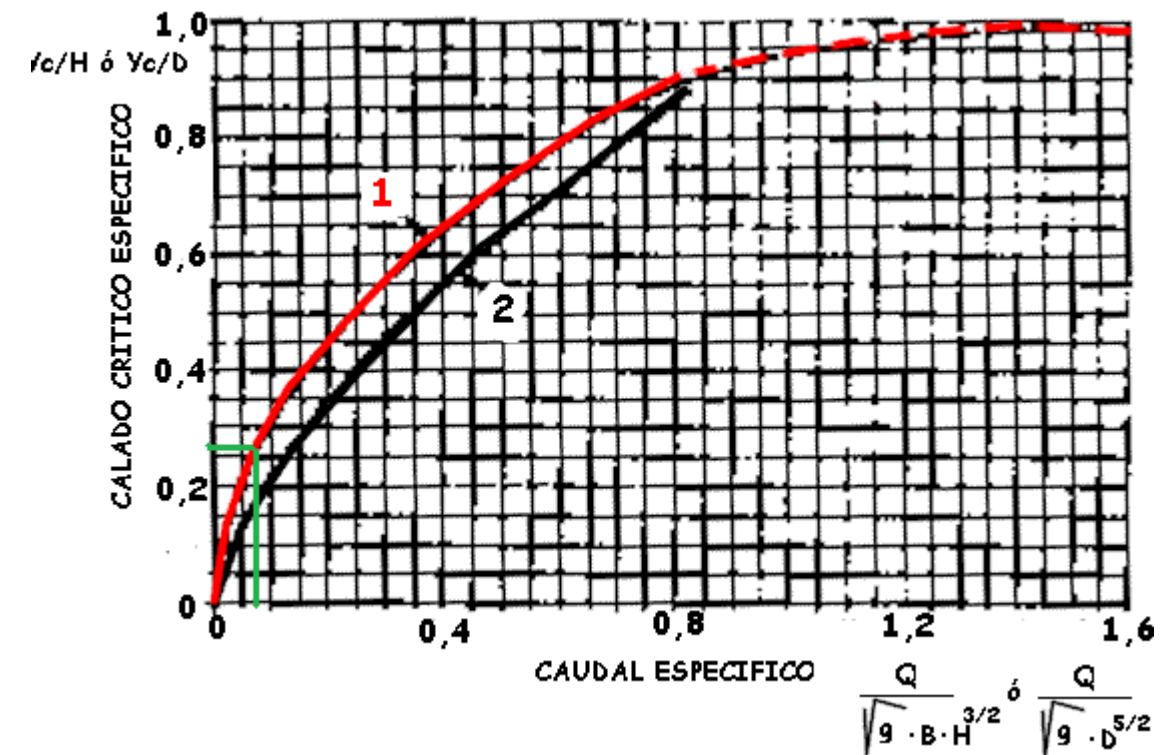
- **Velocidad:** En los elementos del drenaje superficial la velocidad del agua no deberá causar daños por erosión ni por aterramiento. El diseño, dimensionamiento e implantación de las obras de drenaje transversal deberá evitar el depósito de sedimentos en su interior y reducir todo lo posible la perturbación de las condiciones de desagüe del cauce a que correspondan, causa de erosiones y aterramientos.
- **Nivel de la lámina de Agua:** En relación con la posibilidad de interrupción del funcionamiento de la propia carretera o de vías contiguas, el máximo nivel de la lamina de agua deberá guardar, respecto de la superficie de la plataforma de aquella, un resguardo no inferior a 0.50 mts para carreteras con IMD superior a 2.000 v/día y de 0.00 mts para carreteras con IMD inferior.
- **Sobreelevación del nivel de la corriente:** Los daños materiales a terceros producibles por la inundación de zonas aledañas a la carretera debida a la sobreelevación del nivel de la corriente en un cauce, provocada por la presencia de una obra de desagüe transversal, no deberán tener la consideración de catastróficos (apartado 1.5.3. y, entre los que no la tengan, deberán ser admisibles (apartado 1.5.3.1). Donde las circunstancias de un terraplén lo hagan posible, habrá que comprobar si el desnivel de la lamina de agua entre ambos lados de él rebasa o no los 8.00 m. En caso afirmativo deberá analizarse el riesgo de un fallo en el terraplén –con efectos similares al de la rotura de una presa- si resultasen catastróficos los daños aguas abajo que de ello pudieran derivarse.

Seguindo las recomendaciones de la Instrucción, se proyectan las ODT de manera que ésta tenga control de entrada. Para ello, deben cumplirse las siguientes condiciones:

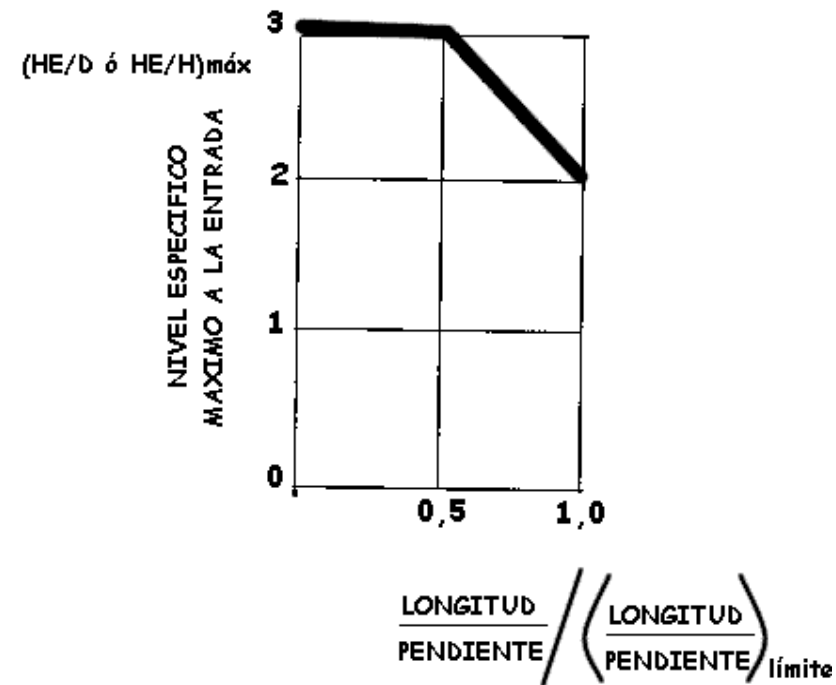
- ✓ Que el conducto sea recto, y su sección y pendiente constantes.
- ✓ La relación entre la longitud L y la pendiente J del conducto es inferior a la indicada en la siguiente figura:



- ✓ La diferencia del nivel del agua en el cauce a la salida del conducto con la cota de la solera en ésta es inferior, tanto a la altura del conducto como al calado crítico en él. Para determinar este último podrá utilizarse la Figura siguiente.



- ✓ El nivel del agua a la entrada del conducto, resultante de los cálculos, no rebasa el señalado en la siguiente Figura.



En los Apéndices incluidos al final del presente Anejo, se presentan los cálculos realizados para cada una de las obras de drenaje transversal proyectadas.

4.3. EROSION

De acuerdo con la Instrucción 5.2-IC, apartado 5.3.2.3, debe distinguirse entre la erosión que pueda producirse en un cauce en busca de un perfil de equilibrio aún no alcanzado, de aquella otra localizada en el entorno de la carretera y asociada a su presencia. La primera es la erosión evolutiva, mientras que la segunda es la erosión localizada.

- Erosión evolutiva

No es de esperar que se produzcan erosiones evolutivas, ya que los cauces han alcanzado su perfil de equilibrio.

- Erosión localizada

Se estudia siguiendo el método propuesto por la Instrucción 5.2.-IC en su apartado 5.3.2.3.2.

Según la fig. 5.19 de la Instrucción, se determinan los límites de niveles en las salidas de las obras de drenaje, de donde se obtiene su calificación o tipo de nivel (alto, medio o bajo). Se obtienen también las máximas erosiones previsibles, dadas por las fórmulas siguientes:

- ✓ Tubos:

$$\frac{e}{D} = 2 \cdot \left[\frac{Q}{\sqrt{g} \cdot D^{5/2}} \right]^{3/8}$$

- ✓ Marcos:

$$e/H = 3 \cdot \exp\left(\frac{-H}{3 \cdot B}\right) \cdot \left[\frac{Q}{\sqrt{g} \cdot B \cdot H^{3/2}} \right]^{3/8}$$

A partir de los resultados obtenidos de las fórmulas anteriores, se determinan las dimensiones de los rastrillos de protección. En todos los casos el nivel es medio, por lo que el rastrillo tendrá una profundidad de 0,70 veces la erosión.

En las fichas de las O.D. incluidas al final del presente anejo, se han reflejado los valores de los niveles de salida y la erosión previsible.