



Anejo Nº 6

DRENAJE

1. INTRODUCCIÓN
2. DRENAJE TRANSVERSAL
 - 2.1. Comprobación del sistema de drenaje
 - 2.2. Obras de fabrica afectadas por el trazado
 - 2.3. Dimensionamiento de las nuevas obras de fabrica
3. DRENAJE LONGITUDINAL
 - 3.1. Justificación de la solución adoptada
 - 3.2. Cálculo de caudales de diseño
4. PASOS SALVACUNETAS
5. PASOS DE FINCAS

ANEXOS

Anexo I: Tablas de cálculos

Anexo II: Anexo de Fotografía: Obras de fábrica existentes

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los aspectos más importantes a considerar en el proyecto de obras lineales es el relativo al estudio y definición de las obras y elementos de evacuación de las aguas de escorrentía superficial que inciden sobre el trazado de dichas obras lineales, tanto por su intersección de los cauces naturales o artificiales como por la afluencia lateral de dichas escorrentías desde los terrenos adyacentes.

Se redacta el presente anejo con la finalidad de dimensionar el drenaje de la carretera en dos apartados: drenaje transversal y drenaje longitudinal.

El cálculo del drenaje transversal y longitudinal, así como el dimensionamiento de las obras de fabrica necesarias, se ha realizado de acuerdo a la Instrucción 5.2-IC “Drenaje Superficial”.

De acuerdo con la Instrucción de Drenaje Superficial 5.2-IC, Tabla 1-2, al ser la IMD de la vía 820,47 *veh./día* y por tanto calificada como MEDIA, se fijan los siguientes períodos de retorno para los distintos elementos de drenaje:

- Obras de Drenaje Transversal 100 años.
- Drenaje de la Plataforma y Márgenes 10 años.

Tabla 1.2
Mínimos períodos de retorno (años)

Tipo de elemento de drenaje	IMD EN LA VÍA AFECTADA*		
	Alta	Media	Baja
	2000	500	
Pasos inferiores con dificultades para desaguar por gravedad	50	25	xx
Elementos del drenaje superficial de la plataforma y márgenes	25	10	
Obras de drenaje transversal	100 ***		

2. DRENAJE TRANSVERSAL

Se proyecta el drenaje transversal teniendo en cuenta que las modificaciones sobre el trazado actual suponen la necesidad de realizar nuevas obras de drenaje transversal, ya que en las zonas donde son necesarias según el nuevo trazado, no existen actualmente obras de drenaje, a pesar de esto el número de nuevas obras de drenaje transversal es reducido debido a la escasa aportación de aguas a la zona de trazado.

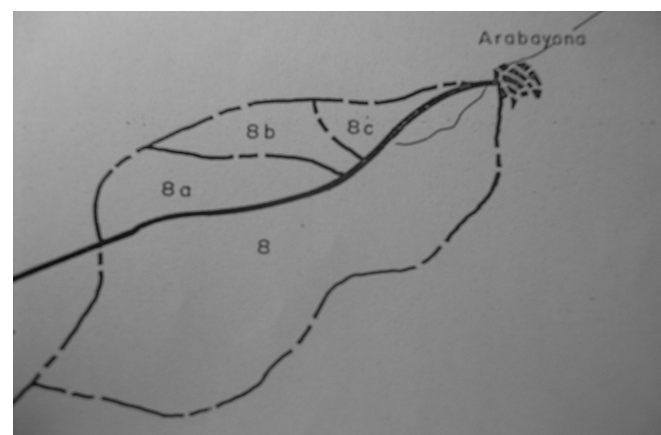
El cálculo del drenaje trasversal se ha realizado siguiendo las indicaciones de la Instrucción 5.2-I.C. “Drenaje Superficial”. El periodo de retorno adoptado será según se ha indicado en la tabla 1.2 de la citada instrucción de 100 años.

Las obras de drenaje transversal se dispondrán para dar continuidad a las correspondientes vaguadas de forma que la ubicación sea la correcta para que mantenga la continuidad de los correspondientes cauces.

2.1 Comprobación del sistema de drenaje

Para la determinación de las cuencas se ha consultado el anterior proyecto de la carretera SA-804 comprendida en el término municipal de Arabayona de Mógica.

Se determina de la existencia de 4 cuencas, como se establece en la foto adjunta.



Nomenclatura cuencas antiguas	Nomenclatura cuencas nuevas
8	1
8-a	2
8-b	3
8-c	4

El 80% de la zona afectada por el trazado se encuentra dentro de una amplia cuenca por la que no circulan aguas superficiales en forma de ríos o arroyos. Tan solo el 20% del trazado se encuentra dentro de una cuenca amplia por la que si circular aguas superficiales en forma de regatos, como es el Regato de los Charcones.

Hoy en día, dicho regato se encuentra canalizado a su paso por la población de Arabayona de Mógica, siendo su lámina de agua de 5 cm en las estaciones de otoño e invierno.

2.2 Obras de fabrica afectadas por el trazado

Durante la inspección realizada en campo del tramo de carretera que afecta a nuestro proyecto se ha constatado de la existencia de 3 obras de fábrica de drenaje transversal, que se verán afectadas por el presente proyecto.

Las obras han sido inspeccionadas y auscultadas con el fin de verificar su estado actual y su posible utilización para el nuevo sistema de drenaje, que surgirá como consecuencia del acondicionamiento de trazado, ensanche y afirmado de la carretera SA-804 desde el límite municipal hasta el casco urbano de Arabayona de Mógica.

Cuadro resumen de las obras de fábrica existentes.

OF existentes	Pk actual	Diámetro actual	Caudal que desagua	Caudal a desaguar	Utilización
1	20+702,700	0,50	0,70	0,52	No
2	20+792,800	2x0,60	0,50	0,35	No
3	21097,000	2x0,60	0,50	0,29	No

Ver Anexo de Fotografía: Obras de fábrica existentes

El motivo de que no se utilicen las obras de fábrica existente, es porque resulta necesaria la ejecución de nuevas obras de fábrica y por las dos décadas que ya han pasado desde su construcción, lo que conlleva a que su estado no sea el apropiado.

2.3 Dimensionamiento de las nuevas obras de fabrica

A continuación se procede a dimensionar las obras de drenaje transversal para posteriormente comparar con los diámetros que actualmente tienen y poder así decidir la actuación que habrá que realizar sobre cada una de ellas.

Las posibles actuaciones son:

- Nueva construcción, en caso de que el diámetro sea insuficiente para desaguar el caudal requerido.
- Ampliación de su longitud, si el diámetro es correcto, para poder salvar el nuevo ancho de la carretera.

Como en este caso ninguna obra de fábrica existente desagua el caudal necesario, todas las obras son de nueva construcción.

El método de dimensionamiento de las obras en cuestión se basa en la fórmula de Manning-Strickler, de donde obtendremos el diámetro a usar para la correcta evacuación del caudal de diseño.

Fórmula de Manning-Strickler:

$$Q = Rh^{\frac{2}{3}} * i^{\frac{1}{2}} * k * \pi * \frac{D^2}{4}$$

Donde:

Q = Caudal de diseño

Rh = Radio Hidráulico

i = Pendiente

k = Coeficiente dependiente del material (Hormigón K = 75)

D = Diámetro

La ubicación de las obras de drenaje queda definida en el documento nº 2, Planos.

La forma de las obras es la misma para todas ellas (caños circulares), quedando definida en los planos con una obra tipo, únicamente varía la longitud de las mismas en función del ancho a salvar, condicionado por el terraplén o desmonte correspondiente.

Se han dimensionado las obras de fábrica con tubos de diámetros de 600 y 500 mm. En los casos en los que ha sido necesario la colocación de dos tubos en la misma obra de fábrica, ha sido por la falta de altura y en los casos en los que solo hay un tubo, es simplemente por cálculo.

Para el dimensionamiento de las obras de fábrica transversales se tendrán en cuenta las siguientes limitaciones:

- Limitación a la pendiente longitudinal del conducto, ya que para pendientes elevadas puede ser que el rozamiento entre el conducto y el terreno no sea suficiente y se produzca deslizamiento.
- Limitación a la velocidad de agua, para evitar la erosión de la propia obra. De esta manera ha de procurarse que la velocidad del agua no supere los 5 m/s. para asegurar la autolimpieza de las obras se ha impuesto una velocidad mínima de 0,5 m/s, supuesto, en ambos casos, el desagüe del caudal de diseño

Ver Anexo I: Tabla de cálculos. Tabla1: Capacidad de Desagüe de Drenaje Transversal

3. DRENAJE LONGITUDINAL

3.1 Justificación de la solución adoptada

De acuerdo con lo indicado en la Norma 5.2-I.C. "Drenaje Superficial" de la Instrucción de Carreteras, se proyecta para recoger el agua de escorrentía y la infiltrada de la plataforma y los márgenes de la carretera, la cuneta triangular con taludes 2:1 (H:V) tanto interior como exterior,

A la hora de ejecutar las cunetas, hay que indicar que cuando la cuneta se aproxime a la obra de fábrica, ésta se profundizará lo suficiente como para que las obras de fábrica (600 mm) sean capaz de desaguar de forma natural, por tanto las pendientes de las cunetas a la entrada y salida de estas obra de fábrica (600 mm), estarán condicionadas por la cota de la obra del drenaje transversal.

3.2 Cálculo de caudales de diseño

Para la estimación de los caudales circundantes y el dimensionamiento del sistema de cunetas se ha utilizado la Instrucción de carreteras 5.2-I.C.

El cálculo del drenaje longitudinal se ha realizado siguiendo las indicaciones de la Instrucción 5.2-I.C. "Drenaje Superficial". El periodo de retorno adoptado será según se ha indicado en la tabla 1.2 de la citada instrucción de 10 años.

El caudal de referencia que habrá de llevar cada cuneta se calcula como el que aportan las diferentes cuencas hasta el punto en el que encuentren una obra de drenaje transversal que permita su desagüe. El punto más desfavorable se encuentra justo antes de la obra de paso.

Los caudales aportados proceden en nuestro caso tan solo de las aportaciones de la plataforma y ladera del terreno adyacente a la misma.

Capacidad de Desagüe

En todo punto de la red de drenaje superficial de la plataforma y sus márgenes deberán cumplirse que, para el caudal de referencia a él correspondiente, tanto el calado como la velocidad de la corriente respeten las limitaciones funcionales exigidas.

Velocidad de la Corriente

En los elementos de drenaje superficial, la velocidad del agua no deberá producir daños importantes por erosión de la superficie del cauce. Esto se puede considerar cumplido siempre que la velocidad máxima de la corriente sea menor que la indicada en la tabla 1.3 de la citada Instrucción.

Naturaleza de la superficie	Máxima velocidad admisible (m/s)
Arena fina o limo (poca o ninguna arcilla)	0,20 – 0,60
Arena arcillosa dura, margas duras	0,60 – 0,90
Terreno parcialmente cubierto de vegetación	0,60 – 1,20
Arcilla, grava, pizarras blandas con cubierta vegetal	1,20 – 1,50
Hierba	1,20 – 1,80
Conglomerados, pizarras duras, rocas blandas	1,40 – 2,40
Mampostería, rocas duras	3,00 – 4,50
Hormigón	4,50 – 6,00

Por tanto, se puede admitir que una cuenca no erosiona, debido a una velocidad excesiva si la pendiente no rebasa el 3%. Para pendientes mayores se tendrá en cuenta la posibilidad de revestir. Por el contrario donde la velocidad del agua sea muy baja se producirán sedimentaciones. Se podrá admitir que esto ocurre donde la pendiente sea inferior al 1%, lo cual se tendrá en cuenta para estudiar las ventajas de un eventual revestimiento.

Cuando sea necesario revestir las cunetas, se empleara una capa de espesor de 10 cm, con un HM-20/P/20/I.

Nivel del Agua

En relación con la posibilidad de interrupción de funcionamiento de la propia carretera o de las vías contiguas, el máximo nivel de la lámina de agua no deberá rebasar la superficie de la plataforma, tal como se recoge en la tabla 1.1 de la Instrucción 5.2-I.C. Con esta premisa podemos obtener la rasante de la cuneta respecto a la rasante de la traza.

Capacidad de Desagüe

Los tipos de cunetas que se proyectan son triangulares en tierra y triangulares revestidas de hormigón.

Para el cálculo de la capacidad de las cunetas se aplica la fórmula de Manning-Strickler, que tiene la siguiente expresión:

$$Q = S * V = S * Rh^{\frac{2}{3}} * J^{\frac{1}{2}} * k * U$$

Donde:

Q = Caudal desaguado

S = Área de la sección mojada

V = Velocidad media de la corriente

Rh = Radio Hidráulico = Sección mojada / Radio Hidráulico

J = Pendiente de la línea de energía. Donde el régimen puede considerarse uniforme se tomará igual a la pendiente longitudinal del elemento, expresada en tanto por uno

K = Coeficiente de rugosidad del elemento

U = Coeficiente de conversión que depende de las unidades en que se expresen Q, S y Rh

Drenaje Superficial de la Plataforma

Para estimar los valores de la velocidad, hay que calcular previamente el caudal que accederá al punto de desagüe de la cuneta en cada caso, para lo cual se usan los puntos de la cuneta en que previsiblemente la velocidad será mayor, que coinciden con las obras de fábrica del drenaje transversal. Además se comprueba que en estos puntos la capacidad de la cuneta no se haya visto superada por el caudal aportado por las cunetas. Las cunetas llevarán la misma pendiente que la carretera, por lo que su sección será constante, aunque no así el caudal circulante en cada punto, que aumentará a medida que se acerque al punto de desagüe.

Sería preciso tener en cuenta la posibilidad de arrastre y depósito de materiales y por tanto su disminución de desagüe. Para evitar problemas se calcula para que la cuneta no trabaje nunca a sección completa sino para que exista un resguardo en la altura teórica de la lámina de agua.

Ver Anexo I: Tabla de cálculos. Tabla2: Capacidad de desagüe del drenaje longitudinal

4. PASOS SALVACUNETAS

Se realizarán todos los pasos salvacunetas necesarios, con el fin de conseguir realizar la evacuación de aguas de la manera más adecuada. Estos se colocarán paralelos al eje de la carretera en todos los accesos a caminos descritos a continuación.

Pk	Tipo	Observaciones
18+274	Intersección en "T"	Camino público margen izquierda Nº 1
18+305	Intersección en "T"	Camino público margen derecha Nº 2
18+817	Intersección en "T"	Camino público margen derecha Nº 3
19+378	Intersección en "X"	Camino público Nº 4 y 5
20+387	Intersección en "T"	Camino público margen derecha Nº 6
20+890	Intersección en "T"	Camino público margen izquierda Nº 7
21+648	Intersección en "T"	Camino público margen izquierda Nº 8
22+020	Intersección en "T"	Camino público margen izquierda Nº 9
22+037	Intersección en "T"	Camino público margen derecha Nº 10

Estarán compuestos por tubería de hormigón en masa de 500 mm de diámetro, de solera y embocaduras ejecutadas in situ, con un HM-20/P/20/I.

5. PASOS DE FINCAS

Se harán los pasos de fincas que hayan sido demolidos al ampliar la plataforma de la carretera existente, siempre que en la actualidad se encuentren contruidos y los que sean necesarios para dar acceso a los propietarios de las fincas, en donde la carretera haya fraccionado la parcela.

En el caso de paso en desmonte, estos constarán de tubos de hormigón en masa de 500 mm de diámetro, de cimientos, solera y estribos de hormigón de 10 cm de espesor y relleno con suelo tolerable de la excavación, hasta enrasar con la carretera.

La longitud del paso será de 4 metros para todos ellos.

En los pasos en terraplén, para calcular la cantidad de material a emplear, se ha calculado la altura media del terraplén de apoyo y a partir de hay se ha calculado la cantidad de cada material por metro lineal de paso.

Lo mismo ocurre en la zona de desmonte.

Se han proyectado 20 pasos en terraplén y 4 en desmonte.



ANEXOS

ANEXO I: TABLAS DE CÁLCULOS

ANEXO II: ANEXO DE FOTOGRAFÍA: Obras de fábrica existentes

ANEXO I: TABLAS DE CÁLCULOS

Tabla 1. Capacidad de desagüe de Drenaje Transversal

Nº OF	PK	Diámetro (m)	Pend (m/m)	Long (m)	K	Rh	Q necesario (m ³ /s)	Q obtenido (m ³ /s)	V (m/s)	%
1DD	18715,000	2x0,600	0,025	2 x 9,466	75	0,150	1,65	1,89	3,342	87,30
2DD	19175,000	2x0,600	0,025	2 x 9,437	75	0,150	1,65	1,89	3,342	87,30
3TT	19657,700	2x0,600	0,025	2 x 11,557	75	0,150	1,65	1,89	3,342	87,30
4TT	20482,500	2x0,500	0,03	2 x 9,391	75	0,125	1,10	1,27	3,247	86,61
5TT	21180,000	0,600	0,03	10,826	75	0,150	0,92	1,03	3,642	89,32
6TD	22160,000	0,600	0,03	9,573	75	0,150	0,92	1,03	3,642	89,20

Hemos diseñado las obras de fábrica, de tal manera que ninguna trabaje al 100% de su capacidad.

Tabla 2. Capacidad de desagüe del Drenaje Longitudinal

Nº orden	Margen	Longitud (m)	J (m/m)	h (m)	S (m ²)	Sm (m ²)	Pm (m)	K	Rh	Q obtenido (m ³ /s)	Q necesario (m ³ /s)	V (m/s)	Tipo cuneta
1	derecha	16,387	0,005087	0,400	0,320	0,320	1,78885	60	0,17889	0,435	0,37	1,3586	Triangular revestida de hormigón
2	derecha	298,2580	0,017311	0,400	0,320	0,320	1,78885	50	0,17889	0,668	0,37	2,0886	Triangular en tierra
3	izquierda	1060,936	0,015682	0,400	0,320	0,320	1,78885	50	0,17889	0,636	0,37	1,9879	Triangular en tierra
4	derecha	882,947	0,015682	0,400	0,320	0,320	1,78885	50	0,17889	0,636	0,37	1,9879	Triangular en tierra
5	derecha	143,0312	0,004063	0,400	0,320	0,320	1,78885	60	0,17889	0,388	0,37	1,2142	Triangular revestida de hormigón
6	izquierda	202,123	0,004063	0,400	0,320	0,320	1,78885	60	0,17889	0,388	0,25	1,2142	Triangular revestida de hormigón
7	izquierda	80,865	0,004063	0,400	0,320	0,320	1,78885	60	0,17889	0,388	0,25	1,2142	Triangular revestida de hormigón
8	derecha	40,980	0,004356	0,400	0,320	0,320	1,78885	60	0,17889	0,402	0,25	1,2572	Triangular revestida de hormigón
9	izquierda	19,896	0,004356	0,400	0,320	0,320	1,78885	60	0,17889	0,402	0,21	1,2572	Triangular revestida de hormigón
10	derecha	222,102	0,006717	0,400	0,320	0,320	1,78885	60	0,17889	0,499	0,21	1,5612	Triangular revestida de hormigón
11	izquierda	202,814	0,006717	0,400	0,320	0,320	1,78885	60	0,17889	0,499	0,21	1,5612	Triangular revestida de hormigón
12	derecha	240,000	0,017918	0,400	0,320	0,320	1,78885	50	0,17889	0,678	0,08	2,1249	Triangular en tierra

Como se puede ver ninguna cuneta traba al 100% de su capacidad.

ANEXO II: ANEXO DE FOTOGRAFÍA: Obras de fábrica existentes



Obra de fabrica Nº 1



Obra de fabrica Nº 2



Obra de fabrica Nº 3