

ANEJO N°6

Hidrología y Drenaje

Índice

1	Introducción	1
2	Antecedentes	2
3	Hidrología	3
3.1	Caudales	3
3.1.1	Determinación de los caudales máximos calculados (Q_T)	3
3.1.2	Cálculo de $I(T, t_c)$.	3
3.1.3	Coeficiente de escorrentía	3
4	Drenaje longitudinal	4
4.1.1	Diseño general de la red de drenaje longitudinal	4
4.1.2	Criterios de dimensionamiento	4
4.1.2.1	Cálculo de las cunetas y obras de drenaje transversal	4
4.1.3	Resultados	4
4.1.4	Comentarios a los resultados obtenidos	5
5	Dimensionamiento de las nuevas Obras de Drenaje Transversal	6

APÉNDICE 6.1. CÁLCULOS HIDRÁULICOS

1 Introducción

El objeto del presente Anejo es el diseño de la Red de Drenaje del **“Proyecto de Construcción de una pasarela peatonal y ciclable en Arbuio (T.M. de Alonsotegi)”**. Esto incluye el dimensionamiento de las obras de drenaje y la justificación de los sistemas de evacuación de las aguas de las obras proyectadas.

A continuación se describen las principales características de la red de drenaje proyectada. Se adjuntan los cálculos justificativos de dicha red de drenaje en el apéndice nº1.

2 Antecedentes

El “Proyecto de Construcción de una pasarela peatonal y ciclable en Arbuio (T.M. de Alonsotegi)” asienta en parte de su trazado en la ladera de la localidad de Arbuio que llega al Río Cadagua, la cual se ve interrumpida por el paso de la BI-636, que se encarga de recoger la mayor parte del agua.

El trazado avanza en parte sobre el colector que recoge el agua proveniente de una bajante de la autopista. Dicho colector se ha tenido en cuenta a la hora de proponer las actuaciones que garanticen el correcto desagüe del presente proyecto.

En el apartado 7 del capítulo de Planos se incluye la descripción del drenaje proyectado en la zona de actuación.

PC Pasarela Arbuio (Alonsotegi)

Anejo nº6: Hidrología y Drenaje

3 Hidrología

3.1 Caudales

Para la determinación de los caudales de cálculo es necesario establecer diferentes parámetros, como el coeficiente de escorrentía, tiempo de concentración, la intensidad de lluvia o los periodos de retorno a considerar.

3.1.1 Determinación de los caudales máximos calculados (Q_T)

Al tratarse de Cuencas de extensión menor a 1 Km², no existen en los Organismos de Cuenca correspondientes datos de estos caudales. Se procede por ello, y siguiendo las prescripciones de la Instrucción 5.2-IC, a la estimación de estos caudales mediante el método hidrometeorológico basado en la fórmula racional.

La expresión de la fórmula racional a aplicar es la siguiente:

$$Q_T = \frac{I(T, t_c) \cdot C \cdot A \cdot K_t}{3.6}$$

Siendo:

- $I(T, t_c)$: Intensidad de lluvia en mm/h. (correspondiente a un tiempo de concentración t_c y un periodo T)
- A : superficie de la Cuenca en km²
- C : Coeficiente de escorrentía (adimensional)
- K_t : Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal
- Q_T : Caudal en m³/seg.

Estos factores son calculados según la norma 5.2 IC.

3.1.2 Cálculo de $I(T, t_c)$.

La intensidad de precipitación $I(T, t)$ correspondiente a un período de retorno T , y a una duración del aguacero $t = t_c$, a emplear en la estimación de caudales por el método racional, para ello se multiplica la intensidad media diaria corregida para el periodo de retorno T , por un factor de corrección de la intensidad F_{int} .

$$I(T, t_c) = I_d \cdot F_{int}$$

Los periodos de retorno recomendados en la norma para carreteras son:

- Plataforma y márgenes 25 años.
- Plataforma y márgenes por bombeo 50 años.
- Drenaje transversal ≥ 100 años.

Como en este caso, estamos ante una senda peatonal y ciclable, se consideran los siguientes periodos de retorno:

- 25 años sumideros, colectores, caños y obras con sección de desagüe inferior a 0.75 m².
- 100 años para caños, alcantarillas, bajantes escalonadas, tajeas, pontones y obras con sección de desagüe entre 0.75 m² y 5 m².

3.1.3 Coeficiente de escorrentía

La norma 5.2 – IC establece el coeficiente de escorrentía C en función de la precipitación diaria correspondiente, el área de la cuenca y el umbral de escorrentía, siendo este dependiente del uso del suelo por el que discurre el agua, estando este uso catalogado por el proyecto europeo Corine Land Cover 2000.

4 Drenaje longitudinal

El drenaje longitudinal consiste en la disposición de los elementos necesarios para:

- Recoger el agua en la plataforma y taludes de desmonte y conducirla hasta el punto de drenaje.
- Encauzar la escorrentía de las áreas adyacentes que inciden en el trazado.

Para el cálculo de los caudales de diseño, se ha utilizado la metodología descrita en los apartados anteriores, en los que se estudian los aspectos hidrológicos.

Todas las cuencas drenadas mediante los elementos de drenaje longitudinal, plataforma y taludes, se consideran cuencas de pequeña superficie.

Además existen ciertos condicionantes tenidos en cuenta en el diseño de la red de drenaje longitudinal del tramo estudiado:

- Dimensiones establecidas en las secciones tipo (Ver Planos. Secciones Tipo), que limitan las dimensiones de las bermas y cunetas de plataforma de la senda ciclable.

El drenaje longitudinal se resuelve mediante los siguientes elementos:

- Cunetas de plataforma, que recogen el terraplén de la autopista y la plataforma de la senda ciclable.
- En general no habrá nuevos colectores puesto que no se ha superado la capacidad hidráulica de las cunetas dimensionadas.

4.1.1 Diseño general de la red de drenaje longitudinal

Dado que el caudal recogido por el drenaje longitudinal y las características de cada sección se asemejan, se dispondrán en todos los casos cunetas de plataforma. Las características geométricas cumplirán las condiciones de calado y velocidad de la corriente establecidas en el capítulo 5 de la Instrucción 5.2-IC “Drenaje superficial”.

A continuación, se describen las características generales del drenaje longitudinal:

- Estas cunetas se han dimensionado teniendo en cuenta una limitación de velocidad de 6 m/s, comprobando que fueran capaces de desaguar el caudal.
- Se han dimensionado teniendo en cuenta una limitación de calado.

Según la sección tipo se colocaran diferentes tipos de cunetas:

- En general se dispondrán cunetas de hormigón de 0,50 m de anchura, de hormigón revestido con talud de 3H:1V, normalmente dispuestas sobre plataforma.
- En secciones en fondo de terraplén de autopista y senda ciclable se dispone cuneta triangular de 0,3 y 1,0 m de anchura, en función de las necesidades.

4.1.2 Criterios de dimensionamiento

Como ya se ha comentado, el drenaje longitudinal se resuelve mediante rigolas y cunetas triangulares dispuestos en diferentes posiciones de la sección, según el caso el trazado en planta y alzado del tramo.

Se ha limitado la velocidad a 6 m/s y se ha determinado la cuneta necesaria para que por capacidad no fuera necesario colocar un tubo colector.

4.1.2.1 CÁLCULO DE LAS CUNETAS Y OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL

Ha sido necesario disponer de una obra de drenaje transversal que permita desaguar y conectar con el drenaje de la BI-3651 mediante una rejilla existente.

4.1.3 Resultados

Los cálculos de las redes de drenaje se reflejan en las tablas incluidas en el Apéndice nº 6.1: Cálculos Hidráulicos. Para cada una de las redes dispuestas en la traza, se incluye una tabla con el dimensionamiento de cunetas y otra con las obras de drenaje transversal y colectores, que son tubos de hormigón de sección circular. Para su dimensionamiento se ha partido de unos diámetros mínimos que es de 300 mm, y las tablas para su dimensionamiento incluyen los siguientes datos:

- Columna 1: identifica el nombre del elemento a calcular.
- Columna 2: indica el punto kilométrico de su proyección al eje de la carretera o ramal del enlace o intersección.
- Columna 3: describe el origen o final del elemento, si es arqueta, sumidero, desagüe, etc.
- Columna 4: indica el tipo de conducto.
- Columna 5: hace referencia a las dimensiones más importantes de la sección.
- Columna 6: indica la longitud del conducto.
- Columna 7: es la pendiente del conducto.

- Columna 8: indica el tiempo de concentración.
- Columnas 9 y 10: indica la superficie de cuenca de aportación propia, para superficie pavimentada y de terreno separadamente.
- Columnas 11 y 12: caudales unitarios para las superficies de aportación.
- Columna 13: caudal de cálculo para cada tramo.
- Columna 14: pendiente crítica (sólo para tramos de colector).
- Columna 15: coeficiente de rugosidad.
- Columna 16: máxima capacidad del conducto.
- Columnas 17, 18, 19 y 20: datos de calado, área, radio hidráulico y velocidad.

4.1.4 Comentarios a los resultados obtenidos

De los cálculos hidráulicos obtenidos y que se incluyen como Apéndice 6.1, se deduce que las cunetas cumplen las condiciones hidráulicas en cuanto a velocidad y calado.

5 Dimensionamiento de las nuevas Obras de Drenaje Transversal

Las obras de drenaje transversal tienen por objeto restituir el curso de los cauces de agua superficial que se vean interrumpidos por la traza, introduciendo las mínimas modificaciones sobre las condiciones originales de dichos cauces, como son las pendientes en alzado y el esviaje.

Como ya se ha comentado, el itinerario de la nueva senda ciclable discurre en parte en paralelo a la autopista e interrumpe el curso del agua que llega a la BI-3651. La mayor parte del agua se desagua a través de una conexión con el colector existente, para lo cual se realizarán una serie de catas con el fin de encontrar la ubicación exacta del mismo.

Únicamente se ha dispuesto una obra de drenaje transversal a lo largo del trazado, de dimensiones reducidas (diámetro 300 mm). Al no interrumpir ninguna cuenca significativa (ya han sido interceptadas por la autopista y su sistema de drenaje) la senda ciclable recoge principalmente los taludes en los que asienta y el agua que recoge de su propia calzada.

A continuación se recogen las obras de drenaje trasversal específicas para la senda ciclable:

PK	Tipología	Diámetro (Ø)	Observaciones
1+300	Caño+Boquilla	300	

En el apartado 7 del capítulo de Planos se recoge la definición del drenaje longitudinal, los perfiles longitudinales de cada una de las obras de drenaje transversal, las nuevas obras destinadas al drenaje de la senda ciclable, y algunos detalles para la definición de los diversos elementos empleados.

APENDICE N°6.1

Cálculos Hidráulicos

1 Cuencas

A continuación se presentan las tablas que contienen los distintos cálculos de caudal de las diferentes cuencas.

Nombre de Cuenca	Tipo de Cuenca	Q_T (m ³ /s)	q_T (l/m ² /s)	I (T,t _c)	C	A (m ²)	K _i	I _d	T	P _d (mm)	F _{int}	t _c (h)	P ₀
Metro cuadrado de terraplén	Secundaria	0,000	0,041	148,4016	0,99555	1	1,003188	4,86	25	116,545	30,5602	0,083333	0,69
Metro cuadrado Carril bici	Secundaria	0,000	0,041	148,4016	0,99555	1	1,003188	4,86	25	116,545	30,5602	0,083333	0,69
C-3	Secundaria	0,027	0,021	131,9668	0,46776	1308	1,004447	4,86	25	116,545	27,1758	0,108862	21,39
C-4	Secundaria	0,025	0,021	109,2213	0,46776	1219	1,007459	4,86	25	116,545	22,4918	0,165061	21,39
C-5	Secundaria	0,022	0,021	108,6109	0,46776	1049	1,007571	4,86	25	116,545	22,3661	0,167065	21,39
C-6	Secundaria	0,014	0,021	98,0427	0,46776	641	1,009919	4,86	25	116,545	20,1898	0,207750	21,39
C-7	Secundaria	0,007	0,022	114,0204	0,46776	311	1,006645	4,86	25	116,545	23,4801	0,150387	21,39
C-8	Secundaria	0,005	0,022	120,5674	0,46776	246	1,005709	4,86	25	116,545	24,8283	0,133089	21,39

2 Cunetas

A continuación se presentan las tablas que contienen los distintos cálculos de caudal de las diferentes cunetas.

Nombre	PK	Elemento		Pendiente J(%)	Cuenca de aporte 1	Cuenca de aporte 2	Área de aporte 3 (m²)	qT3 (l/m²/s)	Área de aporte 4 (m²)	qT4 (l/m²/s)	Otras Cunetas	Caudal de entrada total Qe (l/s)	Tipo de cuneta	Caudal máximo (l/s)	Calado (m)	Área (m2)	Rh (m)	Velocidad m/s	Nº Froude
D-1	1+270			2,67%	C-3		60	0,04129	2,48			26,59	CT-0,30	25,293	0,1325	0,0175	0,0468	1,5155	1,8801
	1+300																		
D-2	1+300	D-2		2,00%	C-4				0,00			21,45	CT-1,00	181,273	0,0943	0,0178	0,0412	1,2054	1,7721
	1+350																		
D-3	1+350	D-3		0,75%	C-5				0,00		D-5	108,77	CT-1,00	111,007	0,2084	0,0869	0,0911	1,2522	1,2385
	1+400																		
D-4	1+400	D-4		2,62%	C-6				0,00		D-6	91,35	CT-1,00	207,294	0,1544	0,0477	0,0675	1,9149	2,2001
	1+460																		
D-5	1+460	D-5		0,67%	C-7				0,00		D-7	59,19	CT-1,00	104,658	0,1696	0,0575	0,0741	1,0290	1,1282
	1+520																		
D-6	1+520	D-6		1,07%	C-8				0,00			23,40	CT-1,00	132,678	0,1095	0,0240	0,0479	0,9748	1,3298
	1+575																		

3 Caños

Nombr e	Cota agua s arrib a del tubo (m)	Cota agua s abaj o del tubo (m)	L tub o (m)	Máxi ma cota entra da (m)	Altura de agua sobre base del tubo	Cota lámina de agua en entrad a (m)	Q (m³/s)	Coefici ente de perdida en la entrada K _e	Y (rad)	S(%)	D (m)	nº Manni ng	Q max (m³/s)	Q _i (m³/s)	y (m)	F _c	y _m (Calado equivale nte) (m)	A (m²)	v (m/s)	nº Frou de	R _h (m)	Y _c (rad)	A _c (m²)	v _c (m/s)	y _c (m)	y _{cm} (Calad o critico medio) (m)	nº Froud c	R _{h_c}	S _c (%)	Tipo Pendent e	H _c
ODT 1+300					0,19	0,24	0,0252	0,50	2,58	1,00 %	0,3	0,014	0,088	0,025	0,11	1,00	0,080	0,023	1,09	1,23	0,06	2,75	0,03	0,9	0,12	0,091	1,00	0,06	0,67 %	Fuerte	0,166