

Proyecto de Construcción del itinerario peatonal y ciclista de conexión entre Sarriguren-Ciudad de la Innovación-Ripagaina-Areta-Burlada

ANEJO Nº 14: DRENAJE Y CÁLCULOS HIDRÁULICOS



Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU



DEPARTAMENTO DE COHESIÓN TERRITORIAL
DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTES Y MOVILIDAD SOSTENIBLE



V.S. Servicios y Urbanismo S.L.
C/ Julián Gayarre nº8 bajo 31005 Pamplona
Tlf: 948 224 776 - 948 220 132
E-mail: vs.pamplona@vsingenieria.com
Marzo 2023

Contenido

Contenido.....	2
1. Introducción y objeto	3
2. Red de drenaje por tramos de actuación.....	3
2.1. Tramo 1: Glorieta sobre PA-30.....	3
2.2. Tramo 2: Ciudad de la Innovación.....	3
2.3. Tramo 3: Carretera NA-2300.....	4
2.4. Tramo 4: Carretera NA-2306.....	4
2.5. Ramal de conexión con Ripagaina.....	4
3. Cálculos hidráulicos.....	5
3.1. DATOS METEREOLÓGICOS	5
3.2. CUENCAS DE APORTACION	5
3.3. COEFICIENTE DE ESCORRENTIA.....	5
3.4. TIEMPO DE CONCENTRACION.....	6
3.5. DETERMINACION DE LA INTENSIDAD DE LLUVIA.....	7
3.6. DETERMINACION DEL CAUDAL	8
3.7. CALCULO HIDRAULICO	8
Cálculo del Caudal desaguado en un área compleja.....	9
4. Comprobación cuneta de hormigón	10
5. Comprobación colector PVC315	12

1. Introducción y objeto

Se redacta el presente anejo con el objetivo de estudiar y dimensionar la red de drenaje del proyecto.

Para ello se analiza la afección a los sistemas de drenaje de cada uno de los cuatro tramos de actuación (ver figura nº 1).

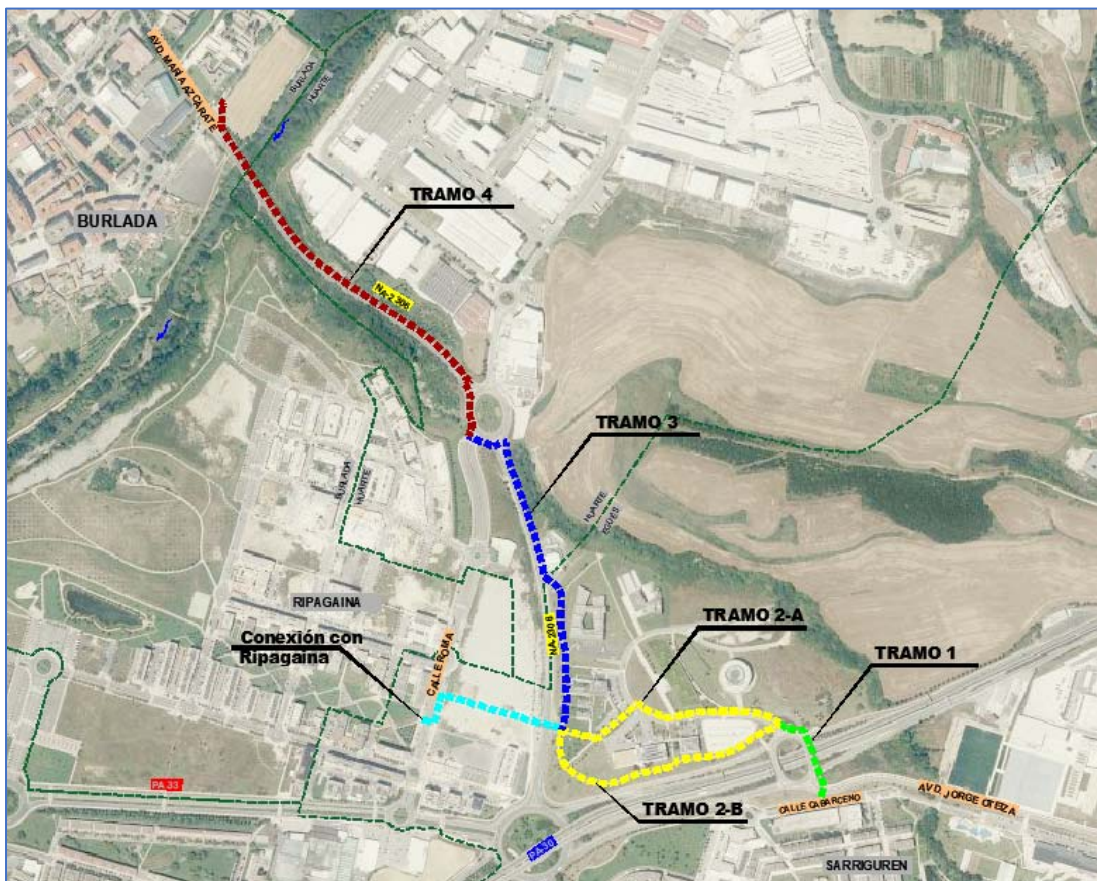


Figura nº 1: Planta de tramos de la actuación de proyecto

El agua de la lluvia de las superficies pavimentadas objeto del presente proyecto se evacuará a los márgenes de las mismas por la pendiente transversal de la sección, tal y como se indica en los planos 5.1 de la colección de planos del presente proyecto. De esos puntos se recogerá en los sistemas de drenaje que se exponen en el apartado 2 del presente anejo.

2. Red de drenaje por tramos de actuación

2.1. Tramo 1: Glorieta sobre PA-30

En el tramo 1 no se modifica la red de drenaje existente. Se proyecta la reposición de dos tramos de cuneta revestida de hormigón que se ven afectados por la ampliación de la sección transversal.

2.2. Tramo 2: Ciudad de la Innovación

La actuación en este tramo conlleva trabajos de señalización, por lo que no se afecta en ningún caso a la red de drenaje existente.

2.3. Tramo 3: Carretera NA-2300

La actuación consiste en la ejecución de un carril bici y acera peatonal contigua a la margen Este de la carretera NA-2300, elevado con bordillo respecto a la rasante de la vía. Cabe mencionar que la pendiente longitudinal media de la vía en el tramo es del 2%.

Por lo anterior, es necesaria la ejecución de una solución de drenaje de aguas pluviales ya que en caso contrario el agua se acumulará entre la calzada y bordillo.

La solución proyectada consiste en disponer de un colector de PVC315 enterrado que discurre bajo la acera de nueva ejecución y que recoge el agua de la lluvia mediante sumideros situados en el límite del arcén con el bordillo, cada 30 m.

El agua recogida por dicho colector será vertida al denominado Barranco Grande en el entorno de la glorieta de Areta.

2.4. Tramo 4: Carretera NA-2306

En primer lugar, la actuación no modifica la red de drenaje de la margen Oeste glorieta de intersección de la Calle Roma con las carreteras NA-2300 y NA-2306 y de acceso al Polígono Industrial de Areta.

Por otro lado, a lo largo de la carretera NA-2306 se realiza una actuación similar a la descrita en el tramo 3, por lo que al disponer de bordillo en el límite del arcén, es necesario proyectar una red de drenaje de aguas pluviales. La pendiente longitudinal mínima del tramo es del 3%

La solución proyectada consiste en disponer de un colector de PVC315 enterrado que discurre bajo la acera de nueva ejecución y que recoge el agua de la lluvia mediante sumideros cada 30 m. situados en el límite del arcén con el bordillo, cada 30 m.

El colector proyectado bajo la acera de la NA-2306 se divide a su vez en tres tramos no conectados, cada uno de ellos con su punto de vertido al denominado Barranco Grande.

La división del colector en tres tramos está motivada por no concentrar en un único punto de vertido y por la existencia de dos escolleras en la margen Noreste de la carretera NA-2306 que limitan el espacio disponible, haciendo imposible dar continuidad a la cuneta.

Adicionalmente, se proyecta una cuneta revestida de hormigón que recoge las aguas de escorrentía procedentes del talud del polígono de Areta. En el último tramo, esta cuneta se proyecta en tierras, mediante el reperfilado de la cuneta en tierras existente.

Análogamente al funcionamiento actual de la cuneta en tierras, la cuneta de proyecto conducirá el agua de lluvia a hasta su punto de vertido en el río Arga.

La ejecución de la actuación de proyecto no implica un aumento del caudal de aportación, ya que se mantiene la superficie de la cuenca.

En el siguiente apartado se calcula dicho caudal y se comprueba que la cuneta de diseño tiene capacidad hidráulica suficiente. Se incluye en la superficie de la cuenca de aportación el talud existente entre la NA-2306 y el Polígono Industrial de Areta.

2.5. Ramal de conexión con Ripagaina

No se modifica la red de drenaje existente, consistente en una cuneta situada en la margen Norte del camino peatonal existente.

El agua de precipitación que caiga sobre el carril bici proyectado se evacuará por pendiente transversal del 2% al terreno de la margen Sur.

3. Cálculos hidráulicos

3.1. DATOS METEREOLÓGICOS

Para la obtención de los valores de las precipitaciones máximas se han utilizado los datos recogidos en la publicación de la Dirección General de Carreteras, "Isolíneas de precipitaciones máximas previsibles en un día".

En la citada publicación se obtiene el valor de la precipitación máxima anual en 24 horas para un periodo de retorno de 10 años.

Dicha precipitación es de 84 mm/24 horas.

3.2. CUENCAS DE APORTACION

La cuenca de aportación que vamos a definir es la propia vía objeto del presente proyecto. El caudal que obtengamos de la cuenca urbana, será el que nos sirva para dimensionar las tuberías de la red de pluviales. Dicho caudal estará formado por el agua procedente de la calzada de las aceras, y de las calles adyacentes a la que se proyecta.

3.3. COEFICIENTE DE ESCORRENTIA

El cálculo del coeficiente de escorrentía se ha realizado según el método del V.S. Soil Conservation Service, adaptado para España en la publicación de la Dirección General de Carreteras del MOPU. "Cálculo hidrometeorológico de caudales máximos en pequeñas cuencas naturales".

El coeficiente de escorrentía se calcula según la fórmula:

$$C = \frac{(Pd - Po) (Pd + 23 Po)}{(Pd + 11 Po)^2}$$

En donde:

Po = parámetro o umbral de escorrentía en mm.

Pd = precipitación máxima dicha en mm.

El coeficiente de escorrentía será mayor en los casos de cuencas urbanas y se puede estimar como media de los valores Po de la fracción natural y de aquella urbanizada, ponderando en razón de las respectivas superficies. Para ello se citan a continuación algunos valores orientativos de suelos artificiales.

Asfaltos, hormigones, tejados $2 < Po' < 5$ mm.

Adoquinados $3 < Po' < 7$ mm.

Macadam sin tratamiento superficial $4 < Po' < 9$ mm.

Ciudades con poca zona verde, o superficies muy industrializadas $4 < Po < 9$

Areas residenciales o ligeramente industrializadas $7 < Po' < 15$

Adoptando un valor para Po' de 3,5 mm. y aplicando el factor regional que para la Zona de Pamplona es 2,2 obtenemos:

$$Po = 2,2 \times Po' = 7,7$$

$$(84 - 7,7) (84 + 23 \times 7,7)$$

$$C = \frac{\dots}{\dots} = 0,70$$

$$(84 + 11 \times 7,7)^2$$

3.4. TIEMPO DE CONCENTRACION

Para la determinación del tiempo de concentración T_c se ha utilizado la fórmula:

$$T_c = 0,3 \left(\frac{L^{0,76}}{J^{1/4}} \right)$$

siendo:

T_c = Tiempo de concentración en horas

L = Longitud del curso de agua en km

J = Pendiente media de la cuenca (m/m)

Pero por otra parte la circulación de las aguas encuentra condiciones más favorables en las zonas urbanas que en las rurales, y en consecuencia el tiempo de concentración será menor no pudiendo estimarse directamente por la ley anterior, relativa a cuencas naturales. En consecuencia, y como conclusión del estudio de la bibliografía especializada, se ha elaborado para el cálculo del tiempo de concentración la siguiente fórmula:

$$T_c' = \dots$$

$$1 + 3 \sqrt{\mu(2-\mu)}$$

en la que:

Tc'= Tiempo de concentración real en cuenca urbana

Tc = Tiempo de concentración que le correspondía a la misma cuenca en estado natural no urbanizado, y calculable según la ley

$$L = 0,76$$

$$Tc = 0,3 \left(\frac{L}{J^{1/4}} \right)$$

$$J^{1/4}$$

superficie impermeable

$$\mu = \frac{\text{superficie impermeable}}{\text{superficie total}}$$

A modo orientativo podemos señalar los siguientes valores de μ en relación con el grado de urbanización.

<u>Grado de urbanización</u>	<u>Valores de</u>
Pequeño	$\mu < 0,05$
Moderado	$0,05 < \mu < 0,15$
Importante	$0,15 < \mu < 0,30$
Muy desarrollado	$\mu < 0,30$

3.5. DETERMINACION DE LA INTENSIDAD DE LLUVIA

La intensidad de lluvia en mm/h. correspondiente al tiempo de concentración, se obtiene a partir de la intensidad diaria mediante la fórmula:

$$I = \frac{0,1}{28 - Tc'}$$

$$I = \frac{0,1}{28 - Tc'}$$

$$I = 0,4$$

$$I = 1$$

$$\frac{I}{I_d} = \left(\frac{T_c}{T_c + 0,1} \right)^{2,49}$$

La anterior expresión en la COMARCA DE PAMPLONA es la siguiente:

$$(3,49 - 2,5 T_c^{0,1})$$

$$I \text{ (mm/h)} = 3,50 \times 10$$

Período de retorno "n" = 10 años.

En donde:

I = Máxima intensidad media en el intervalo de duración en mm/h

I_d = Máxima intensidad media diaria en mm/h

I₁/I_d = Relación de la intensidad horaria a la diaria deducida del plano de isolíneas.

T_c'= Tiempo de concentración

3.6. DETERMINACION DEL CAUDAL

El caudal de cálculo se obtiene por el método racional en el que los elementos anteriormente descritos se combinan para proporcionar el caudal Q (m³ /sg), procedente de una cuenca de superficie A (Km²), y coeficiente de escorrentía C, sometido a una lluvia de intensidad I (mm/h), máxima correspondiente al período de retorno elegido, y duración igual al tiempo de concentración.

$$Q = \frac{C \times I \times A}{3}$$

3.7. CALCULO HIDRAULICO

Para realizar el dimensionamiento de los colectores, se han considerado DIEZ (10) cuencas de aportación.

A su vez estas cuencas se han subdividido en subcuencas, correspondientes a cada uno de los viales que conforman la urbanización.

Considerando un periodo de retorno de 10 años, se han dimensionado las obras de drenaje antes mencionadas utilizando los criterios del Bureau of Public Roads. A tal efecto se consideran como factores claves para el dimensionamiento de las obras, la velocidad adquirida por el agua y la altura que alcanza el agua a la entrada de la obra.

Cálculo del Caudal desaguado en un área compleja

Lo expuesto en el apartado anterior permite calcular el caudal de salida de la red de pluviales al final de la cuenca drenada.

En el proyecto, de la red se precisa dimensionar a su vez los diferentes ramales. Aplicando el procedimiento expuesto en los apartados anteriores se calcula el caudal desaguado por el área A, considerada como área simple y prescindiendo de las subáreas. Se obtiene el caudal QT.

Análogamente se calculan los caudales Qi de cada subárea Ai, considerados como simples. Se obtendrán que $\sum_i Q_i > Q_T$

Definimos:

Este coeficiente reductor (μ) tiene en cuenta, de alguna manera, el desfase en el tiempo (retardo) cada subárea incorpora un caudal al cauce principal.

$$\mu = \frac{Q_T}{\sum_i Q_i} < 1$$

Teniendo en cuenta estas hipótesis se han determinado los caudales y dimensiones de los diferentes colectores/cunetas.

A continuación, se realiza la determinación de caudales del tramo 4 y comprobación de capacidad de la cuneta proyectada.

4. Comprobación cuneta de hormigón

METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE CAUDALES

CUENCA TRAMO 4

DATOS DE LA CUENCA

ÁREA	A=	0,021 km ²
LONGITUD	L=	0,48 km
Pendiente	J=	3,00% %

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

$T_c = 0,3K(L/J^{0,25})^{0,75}$	0,166
$K = 1/1+3(m(2-m))^{0,5}$	0,2509434
m =	0,9

INTENSIDAD DE LA LLUVIA

$$I(\text{mm/h}) = I_d(I_1/I_d)^{(28^{0,1}-T_c^{0,1})/0,4}$$

En la comarca de Pamplona para T=10años

Intensidad de la lluvia	I(mm/h)=	88,11
-------------------------	----------	-------

COEFICIENTE DE ESCORRENTIA

$$C = (P_d - P_o)(P_d + 23P_o) / (P_d + 11P_o)^2$$

P_d = 84 Para periodo de retorno de 10 años

P_o = 2,2 P'_o

P'_o = 3,5 Para asfaltos-hormigones-tejados

C =	0,70
-----	------

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

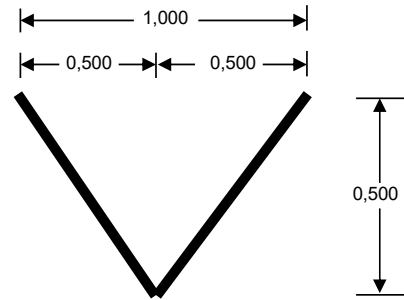
$$Q = C * I * A / 3$$

Q =	0,4317	m ³ /s
-----	--------	-------------------

CALCULO DE CAUCES TRIANGULARES

Datos de partida:

Caudal objetivo de cálculo (m ³ /s):	0,43170
Cota aguas abajo de la cuneta (m):	427,390
Cota embocadura de la cuneta (m):	439,840
Longitud total de la cuneta (m):	480,00
Ancho izquierdo de la cuneta (m):	0,500
Ancho derecho de la cuneta (m):	0,500
Alto de la cuneta (m):	0,5000
Número de rugosidad de Manning:	0,014



Calculo seccion nominal (Manning)

Area (m ²):	0,250
Radio hidraulico (m):	0,224
Pendiente (m/m):	0,0259
Velocidad teorica (m/s):	4,238
Velocidad real (m/s):	5,651
Caudal (m ³ /s):	1,05950

Por lo tanto, una cuneta triangular de hormigón de un metro de anchura superior y una profundidad de 50 cm. tiene capacidad hidráulica suficiente para desaguar el agua de la cuenca.

5. Comprobación colector PVC315

METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE CAUDALES

CUENCA TRAMO 4 - colector

DATOS DE LA CUENCA

ÁREA	A=	0,00258 km ²
LONGITUD	L=	0,172 km
Pendiente	J=	3,00% %

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

$T_c = 0,3K(L/J^{0,25})^{0,75}$	0,166
$K = 1/1+3(m(2-m))^{0,5}$	0,2509434
m =	0,9

INTENSIDAD DE LA LLUVIA

$$I(\text{mm/h}) = I_d(I_1/I_d)^{(28^{0,1}-T_c^{0,1})/0,4}$$

En la comarca de Pamplona para T=10años

Intensidad de la lluvia	I(mm/h)=	88,11
-------------------------	----------	-------

COEFICIENTE DE ESCORRENTIA

$$C = (P_d - P_o)(P_d + 23P_o) / (P_d + 11P_o)^2$$

P_d = 84 Para periodo de retorno de 10 años

P_o = 2,2 P'_o

P'_o = 3,5 Para asfaltos-hormigones-tejados

C =	0,70
-----	------

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

$$Q = C * I * A / 3$$

Q =	0,0530	m ³ /s
-----	--------	-------------------

METODOLOGÍA PARA DIMENSIONAMIENTO DE TUBOS

CUENCA N°: Tramo 4

DATOS DE LA CUENCA

Caudal por metro lineal	Q/m	0,00030838 m ³ /s/m
Longitud tramo	L=	172 m
Pendiente	i	3,00% %

CAPACIDAD COLECTOR

$Q_c = (S/n) * R_h^{0,67} * i^{0,5}$	Q=	0,1555 m ³ /s
Coef. Rugosidad Manning	n=	0,014
Radio tubería	R=	0,15 m
Seccion mojada (m ²)	S=	0,070686 m ²
Perimetro mojado (m)	P=	0,94 m
Radio hidraulico	Rh=	0,08 m

CAUDAL

Q/m * L	Q/M * L =	0,05304057 m ³ /s
Aportaciones de otras cuencas Ap		0 m ³ /s
CAUDAL TOTAL	Qy = Q/m * L + Ap =	0,05 m ³ /s

COMPROBACIÓN CAPACIDAD

Qc > Qt

0,1038 > 0,07

OK