

## **ANEJO N° 5. CLIMATOLOGÍA, HIDROLOGÍA Y DRENAJE**



## ANEJO Nº 5. CLIMATOLOGÍA, HIDROLOGÍA Y DRENAJE

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. CLIMATOLOGÍA .....	1
2.1. PRINCIPALES VARIABLES CLIMÁTICAS .....	1
2.2. CÁLCULO DE DÍAS APROVECHABLES .....	3
2.2.1. Definición de los parámetros .....	3
2.2.2. Cálculo de los días trabajables.....	3
3. HIDROLOGÍA.....	7
3.1. DETERMINACIÓN DE INTENSIDADES DE LLUVIA .....	7
3.2. PERÍODOS DE RETORNO A CONSIDERAR .....	7
3.3. PRECIPITACIONES DE CÁLCULO.....	8
4. ESTADO ACTUAL .....	8
5. CÁLCULOS HIDROLÓGICOS .....	9
5.1. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE DISEÑO DE DRENAJE .....	10
5.2. DEFINICIÓN DE CUENCAS .....	10
5.3. CÁLCULO DE CAUDALES .....	11
6. DRENAJE.....	12
6.1. CRITERIOS DE DRENAJE .....	12
6.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE DRENAJE PROPUESTO .....	12
6.3. COMPROBACIÓN HIDRÁULICA.....	13
6.3.1. Desagüe por cuneta.....	13
6.3.2. Desagüe por tubo.....	14



## 1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo recoge información para el estudio y análisis de las variables climáticas (temperatura, pluviometría, otros datos de interés), con la finalidad de determinar las características climatológicas que presenta la zona en la que se desarrolla el Proyecto, así como para llevar a cabo el estudio de hidrología de la misma, calculando los caudales de agua que estas recogen durante un aguacero y que habrán de ser desaguados mediante las obras de drenaje superficial del vial a diseñar y de estimar las condiciones climáticas en que se han de desarrollar las obras.

## 2. CLIMATOLOGÍA

### 2.1. PRINCIPALES VARIABLES CLIMÁTICAS

Para la realización del estudio del clima se han utilizado datos de Meteorología y Climatología de Navarra, a partir del portal [www.navarra.es](http://www.navarra.es) del Gobierno de Navarra. (<http://meteo.navarra.es/estaciones/mapadeestaciones.cfm>).

El área de proyecto se localiza en el Municipio de Baztán (Navarra), en el que se localizan las siguientes estaciones meteorológicas:



Se exponen las principales variables climáticas de las estaciones disponibles más cercanas a la zona de proyecto.

## Bertiz

### ESTACIÓN MANUAL

Latitud: 4777420 Longitud: 612961 Altitud: 147 m  
 Periodo Precipitación: 1992-2021 Periodo Temperatura: 1992-2021

### Clasificaciones climáticas

**Köppen:** ? **Cfb: Clima marítimo de costa occidental (oceánico).**  
 Clima templado de veranos frescos. Las lluvias están bien repartidas a lo largo de todo el año, por lo que no existe una estación seca.

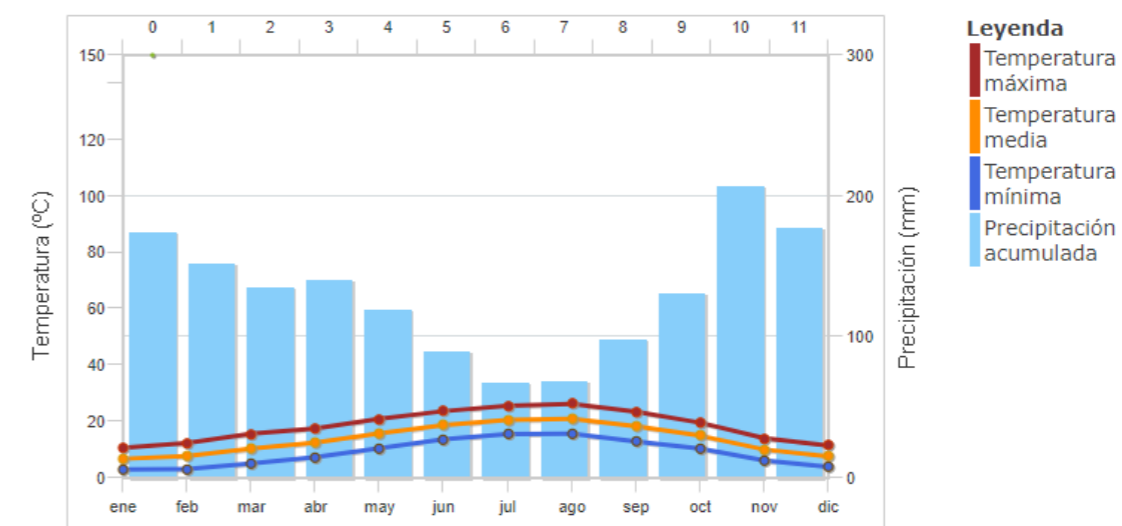
**Papadakis:** ? **Grupo climático: Mtc: Marítimo templado-cálido**  
 Tipo de invierno: De avena (Av)  
 Tipo de verano: De arroz (O)  
 Régimen hídrico: Húmedo (Hu)  
 Fórmula climática: AvOHu

Valores calculados con todos los datos disponibles hasta 2021 incluido.

Parámetro	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
Precipitación media (mm)	173.8	152.3	135.0	140.6	119.2	89.7	67.1	69.0	98.3	130.7	207.1	177.1	1559.8
Precipitación máxima 24 horas (mm)	77.0	74.7	82.5	85.9	91.0	76.3	89.0	87.0	87.0	79.5	153.0	116.0	153.0
Días de lluvia	16.4	14.2	13.8	16.4	14.9	12.4	11.9	11.7	12.2	14.1	15.9	15.1	168.9
Días de nieve	0.7	1.6	0.7	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4	3.9
Días de granizo	0.1	0.4	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	1.5
Temperatura máxima absoluta (°C)	22.0	26.0	27.5	29.5	34.0	38.5	40.0	42.0	37.0	30.0	25.5	21.0	42.0
Temperatura media de máximas (°C)	10.7	12.4	15.7	17.6	21.0	23.7	25.6	26.3	23.5	19.6	14.1	11.5	18.5
Temperatura media (°C)	6.8	7.8	10.4	12.5	15.8	18.7	20.6	21.0	18.3	15.0	10.1	7.7	13.7
Temperatura media de mínimas (°C)	3.0	3.2	5.1	7.4	10.6	13.7	15.6	15.7	13.0	10.4	6.2	3.9	9.0
Temperatura media de mínimas absolutas (°C)	-3.3	-3.1	-0.8	1.5	5.1	8.4	11.0	11.0	7.9	3.9	-0.1	-2.8	3.2
Temperatura mínima absoluta (°C)	-7.0	-9.0	-8.0	-3.0	2.0	4.0	8.0	7.0	5.0	0.0	-6.0	-9.0	-9.0
Días de helada	9.0	7.6	3.4	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	2.1	6.7	29.2
ETP, índice de Thornthwaite (mm)	14.7	18.2	34.5	49.3	78.6	102.8	120.1	114.9	81.0	55.1	26.4	16.8	712.3

**Precipitación máxima histórica en 24 horas** para un periodo de retorno de 10 años: 111.4 mm  
**Fecha última helada primavera:** 17 de Abril  
 (fecha después de la cual la probabilidad de helada es del 10%)  
**Fecha primera helada otoño:** 30 de Octubre  
 (fecha antes de la cual la probabilidad de helada es del 10%)

Diagrama ombrotérmico



### Arizkun

**ESTACIÓN MANUAL**

Latitud: 4783246 Longitud: 623254 Altitud: 261 m  
 Periodo Precipitación: 1977-2021 Periodo Temperatura: 1976-2021

**Clasificaciones climáticas**

**Köppen:** **Cfb: Clima marítimo de costa occidental (oceánico).**  
 Clima templado de veranos frescos. Las lluvias están bien repartidas a lo largo de todo el año, por lo que no existe una estación seca.

**Papadakís:** **Grupo climático: Mtc: Marítimo templado-cálido**  
 Tipo de invierno: De avena (Av)  
 Tipo de verano: De maíz (M)  
 Régimen hídrico: Húmedo (Hu)  
 Fórmula climática: AvMHu

**Valores calculados con todos los datos disponibles hasta 2021 incluido.**

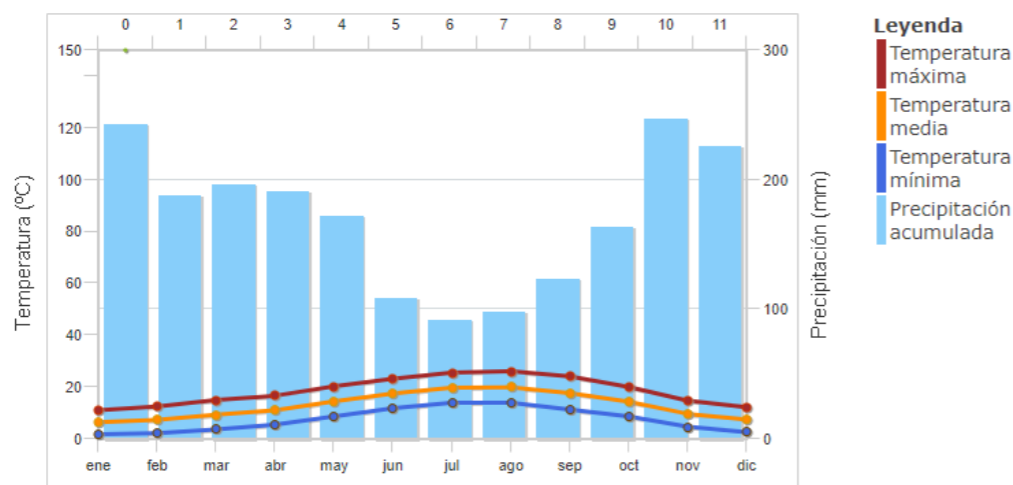
Parámetro	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
Precipitación media (mm)	243.1	188.0	196.5	191.5	171.7	108.8	91.7	98.3	123.7	163.7	246.7	225.9	2049.5
Precipitación máxima 24 horas (mm)	105.3	110.0	126.0	126.4	107.0	98.0	104.0	92.6	168.2	110.5	152.0	148.0	168.2
Días de lluvia	15.7	14.0	14.4	16.2	15.9	12.6	11.8	11.9	11.3	13.5	14.6	14.6	166.3
Días de nieve	1.4	1.6	0.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.7	5.0
Días de granizo	0.5	0.4	0.5	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.3	0.3	2.7
Temperatura máxima absoluta (°C)	23.0	27.0	27.5	30.5	34.5	38.5	40.0	41.0	37.0	32.0	27.0	25.0	41.0
Temperatura media de máximas (°C)	11.1	12.6	15.0	16.7	20.3	23.3	25.6	26.1	24.2	20.1	14.8	12.3	18.5
Temperatura media (°C)	6.5	7.4	9.4	11.1	14.5	17.6	19.8	20.0	17.7	14.4	9.7	7.5	13.0
Temperatura media de mínimas (°C)	1.8	2.3	3.7	5.5	8.7	11.9	14.0	14.0	11.3	8.7	4.7	2.7	7.4
Temperatura media de mínimas absolutas (°C)	-5.5	-4.1	-2.7	-0.6	2.3	6.0	8.2	7.9	5.0	1.2	-2.6	-4.7	0.9
Temperatura mínima absoluta (°C)	-19.0	-11.0	-10.0	-3.3	0.0	2.0	5.0	4.5	0.0	-3.0	-8.5	-10.5	-19.0
Días de helada	11.7	10.1	6.4	2.8	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	5.4	10.2	47.4
ETP, índice de Thornthwaite (mm)	15.2	18.7	32.2	44.5	73.0	97.0	115.7	109.7	80.2	54.7	27.0	18.0	686.0

**Precipitación máxima histórica en 24 horas** para un periodo de retorno de 10 años: 130.4 mm

**Fecha última helada primavera:** 2 de Mayo  
 (fecha después de la cual la probabilidad de helada es del 10%)

**Fecha primera helada otoño:** 20 de Octubre  
 (fecha antes de la cual la probabilidad de helada es del 10%)

**Diagrama ombrotérmico**



### Gorramendi GN

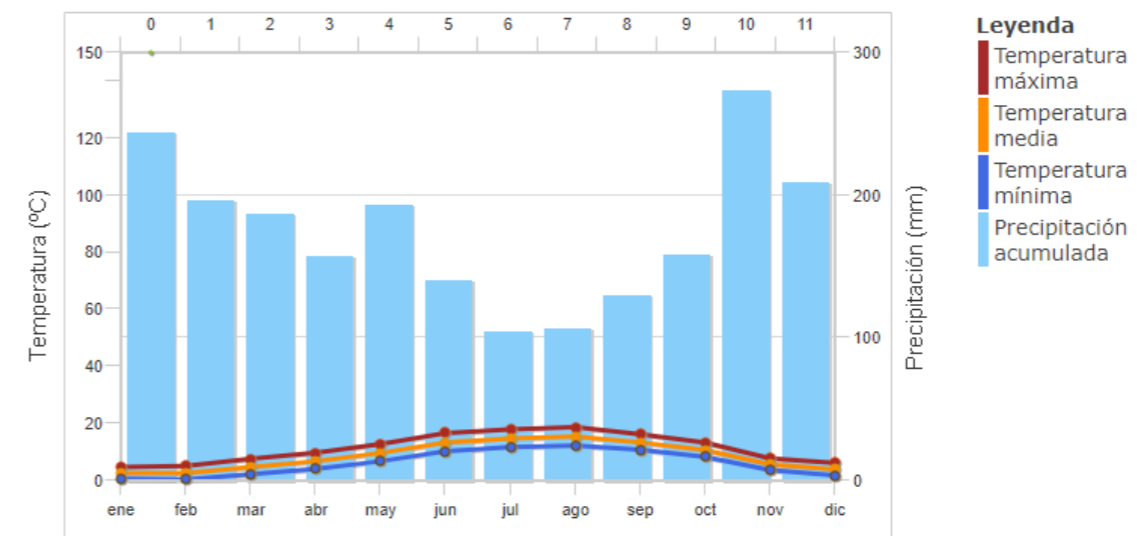
**ESTACIÓN AUTOMÁTICA**

Latitud: 4785311 Longitud: 626224 Altitud: 1071 m  
 Periodo Precipitación: 2001-2021 Periodo Temperatura: 2000-2021

**Valores climatológicos normales.**

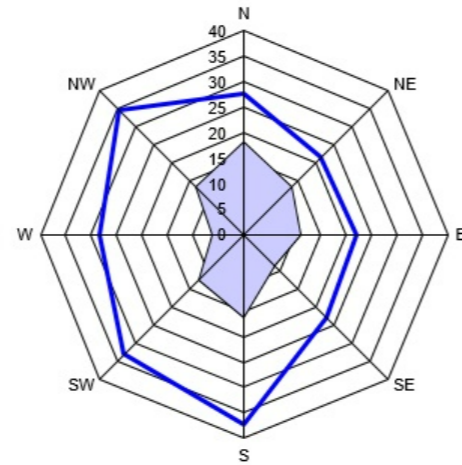
Parámetro	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
Precipitación media (mm)	243.9	196.2	187.3	157.9	193.3	140.7	104.5	106.3	129.5	158.3	273.8	208.7	2100.2
Máx. precip. 24 horas (mm)	106.8	135.0	88.6	123.7	119.1	112.1	121.8	134.8	125.3	82.3	156.5	113.4	156.5
Máx. precip. 10 minutos (mm)	3.8	6.6	6.3	6.6	12.8	18.2	16.3	9.8	12.7	10.8	13.4	6.9	18.2
Temp. máx absoluta. (°C)	16.9	19.1	19.9	23.5	27.2	31.5	33.8	33.6	29.8	24.5	19.0	17.4	33.8
Temp. media de máx. (°C)	4.8	5.1	7.6	9.8	12.8	16.7	18.0	18.7	16.3	13.3	7.8	6.2	11.4
Temp. media (°C)	2.6	2.6	4.8	6.8	9.7	13.4	14.8	15.4	13.4	10.7	5.7	4.0	8.7
Temp. media de mín. (°C)	0.6	0.4	2.3	4.1	6.8	10.3	11.8	12.3	10.8	8.3	3.7	1.9	6.1
Temp. mín. absoluta (°C)	-11.3	-12.8	-10.5	-3.9	-2.4	3.1	5.4	6.5	1.4	-3.1	-7.2	-12.4	-12.8
HR media máx. (%)	95.5	93.8	92.6	93.7	94.5	95.0	96.5	95.1	93.7	92.6	94.4	92.3	94.1
HR media (%)	86.2	83.8	81.2	81.8	82.7	83.5	86.0	83.1	81.9	80.6	85.3	82.1	83.2
HR media mín. (%)	71.7	68.8	65.2	65.3	65.6	65.7	67.6	65.2	64.8	63.3	72.3	67.0	66.9
Vel. Viento media (Km/h)	34.4	34.1	32.9	28.7	26.5	23.2	21.9	22.5	24.1	31.1	34.8	35.9	29.2
Vel. Racha máxima (Km/h)	195.4	187.5	208.2	159.6	139.7	127.4	136.7	150.8	150.5	161.9	186.1	207.4	208.2
DV media (sector)	1.0	5.0	5.0	5.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Radiación (w/m2)	59.6	90.9	135.2	167.3	199.7	224.5	221.3	201.7	167.0	113.0	66.9	56.8	142.0
Insolación (horas)	3.2	4.0	4.8	5.3	5.9	6.7	6.7	6.5	6.2	5.0	3.5	3.5	1872.0

**Diagrama ombrotérmico**



Rosa de vientos

Sector	Frecuencia %	Velocidad Media (Km/h)
N	18.4	27.6
NE	13.3	21.5
E	11.1	22.1
SE	8.6	23.0
S	16.4	37.1
SW	12.6	33.2
W	6.1	28.4
NW	13.5	34.8



□ % de veces en que el viento viene de cada dirección    ■ Velocidad media (Km/h)

2.2. CÁLCULO DE DÍAS APROVECHABLES

Este apartado tiene por objetivo la obtención del número de días hábiles de trabajo por mes para un año cualquiera en construcción de las obras proyectadas.

2.2.1. Definición de los parámetros

Los parámetros utilizados para la programación de las obras son:

- Temperatura límite del ambiente para la ejecución de unidades bituminosas: Se toma como temperatura límite de puesta en obra de riegos, tratamientos superficiales o por penetración, la de 10° C; y para mezclas bituminosas de 5° C.
- Temperatura límite del ambiente para la manipulación de materiales naturales húmedos: Se define como temperatura límite del ambiente para la manipulación de materiales naturales húmedos, 0° C.
- Precipitación límite: El valor de 1 mm. por día limita el trabajo en ciertas unidades; y 10 mm. por día limita el resto de los trabajos.
- Día trabajable: Se entiende por día trabajable, en cuanto a clima se refiere, el día en que la precipitación y la temperatura del ambiente sean inferior y superior respectivamente a los límites definidos anteriormente.

2.2.2. Cálculo de los días trabajables

Para el cálculo de los días trabajables en las distintas clases de obras, se ha utilizado la metodología indicada en la publicación "Datos climáticos para carreteras" (MOP 1964), en la que se establecen una serie de coeficientes reductores (cada uno representa a un determinado factor meteorológico), que, aplicados a los días laborables de cada mes, sirven para determinar los días útiles de trabajo en cada tipo de obra.

Estos coeficientes reductores son los siguientes:

- **Coeficiente de reducción por helada  $\eta_m$**

$$\eta_m = \frac{N^\circ \text{ días del mes } m \text{ de temperatura mínima } > \text{ de } 0^\circ}{N^\circ \text{ días del mes } m}$$

- **Coeficiente de reducción por temperatura límite de mezclas bituminosas  $\tau'_m$**

$$\tau'_m = \frac{N^\circ \text{ de días del mes } m \text{ con temperatura a las 9 horas es } > 5^\circ}{N^\circ \text{ días del mes } m}$$

- **Coeficiente de reducción por temperatura límite de riegos  $\tau_m$**

$$\tau_m = \frac{N^\circ \text{ de días del mes } m \text{ con temperatura a las 9 horas es } > 10^\circ}{N^\circ \text{ días del mes } m}$$

- **Coeficiente de reducción por lluvia límite de trabajo  $\lambda_m$**

$$\lambda_m = \frac{N^\circ \text{ de días del mes } m \text{ con precipitación } < 10 \text{ mm}}{N^\circ \text{ días del mes } m}$$

- **Coeficiente de reducción por lluvia límite de trabajo  $\lambda'_m$**

$$\lambda'_m = \frac{N^\circ \text{ de días del mes } m \text{ con precipitación } < 1 \text{ mm}}{N^\circ \text{ días del mes } m}$$

Para el cálculo de estos coeficientes se ha utilizado los datos de la estación meteorológica seleccionada en la zona.

Se han tomado los valores Climatológicos Normales de la Estación Meteorológica de la Base de Pamplona Noaín ya que esta estación tiene una serie completa de datos de 30 años. Su localización se indica en la siguiente tabla:

Para el cálculo de los coeficientes medios a aplicar a cada clase de obra en cada ubicación, se consigna el factor meteorológico que afecta a la obra, en el cuadro siguiente:

CLASE DE OBRA	FACTORES QUE AFECTAN A LA OBRA				
	$\eta_m > 0^\circ\text{C}$	$\tau_m < 10 \text{ mm}$	$\tau'_m < 1 \text{ mm}$	$\lambda_m > 10^\circ\text{C}$	$\lambda'_m > 5^\circ\text{C}$
Hormigones hidráulicos	x	x			
Explanaciones	x	x	x		
Áridos		x			
Riegos y tratamientos superficiales o por penetración			x	x	
Mezclas bituminosas			x		x

Por tratarse de fenómenos con probabilidad independiente, y como el trabajo ha de suspenderse cuando concorra una de varias condiciones adversas, se aplican reiteradamente los coeficientes de reducción correspondientes.

El coeficiente de reducción de los días laborables del equipo, afecto a cada clase de obra, es:

Para cada tipo de obra, los factores meteorológicos que influyen son los siguientes:

- **Hormigones hidráulicos:** Coeficiente de reducción por helada ( $\eta_m$ ) y Coeficiente de reducción por lluvia límite de trabajo < 10 mm ( $\lambda_m$ ).

$$C_m = \eta_m \times \lambda_m$$

- **Producción de áridos. Movimiento de Tierras:** Coeficiente de reducción por lluvia límite de trabajo < 10 mm ( $\lambda_m$ ).

$$C_m = \lambda_m$$

- **Riegos y Tratamientos Superficiales o por penetración:** Coeficiente de reducción por temperatura límite de riegos ( $\tau_m$ ) y Coeficiente de reducción por lluvia límite de trabajo < 1 mm ( $\lambda'_m$ ).

$$C_m = \tau_m \times \lambda'_m$$

- **Mezclas Bituminosas:** Coeficiente de reducción por lluvia límite de trabajo < 1 mm ( $\lambda'_m$ ) y Coeficiente de reducción por temperatura límite de mezclas bituminosas ( $\tau'_m$ ).

$$C_m = \tau'_m \times \lambda'_m$$

- **Explanaciones:** Coeficiente de reducción por helada ( $\eta_m$ ), Coeficiente de reducción por lluvia límite de trabajo < 10 mm ( $\lambda_m$ ) y Coeficiente de reducción por lluvia límite de trabajo < 1 mm ( $\lambda'_m$ ).

$$C_m = \frac{\lambda_m + \lambda'_m}{2} \times \eta_m$$

El coeficiente que ofrece mayores dificultades de determinación es el correspondiente a explanaciones, en cuanto a compactaciones se refiere, ya que en él influyen de manera decisiva, entre otros, los siguientes factores: tipo de material a compactar, temperatura, humedad relativa del aire e intensidad de los vientos dominantes. Al no disponer del Mapa Litológico Nacional y por la complejidad de recopilación de datos estadísticos, se ha simplificado la obtención de dicho coeficiente de lluvia inferior a 1 mm y 10 mm, así como el coeficiente de helada, al que se supone proporcional  $C_m$  para introducir la temperatura como factor favorable para estos trabajos.

Cálculo de los días trabajados netos.

En el cálculo de los días realmente trabajables de cada mes intervienen dos factores reducción:

- Los días festivos, que son variables según el año y la localidad, pero cuya importancia es notable: su coeficiente de reducción (CF) puede establecerse en cada caso a la vista del calendario laboral, habida cuenta de circunstancias extraordinarias (trabajo en días festivos en caso de urgencia, etc.)
- Los días de climatología adversa, cuyo coeficiente de reducción ( $C_m$ ) se ha determinado en el apartado anterior para cada clase de obra.



Si para un mes determinado  $C_f$  representa el coeficiente de reducción de días festivos y  $C_m$  el coeficiente de reducción climatológico para una unidad de obra determinada,  $(1-C_m)$  representa la probabilidad de que un día cualquiera del mes presente climatología adversa para dicha clase de obra y  $(1-C_m) \times C_f$  la probabilidad de que un día laborable presente una climatología adversa. El coeficiente de reducción total será, por lo tanto:

$$C_t = 1 - (1 - C_m) \times C_f$$

Los datos para el cálculo de  $\eta_m$ ,  $\tau_m$  y  $\tau'_m$  se han obtenido de la publicación "Guía resumida del clima en España (1981-2010)". Y los datos para el cálculo de  $\lambda_m$  y de  $\lambda'_m$  se han obtenido del promedio de las estaciones pluviométricas de la zona.

Para el cálculo de temperatura a las 9 de la mañana ha sido necesario llevar a cabo una interpolación lineal entre los valores máximos y mínimos para completar la tabla anterior. Se ha considerado que la temperatura máxima se produce unas dos horas después del mediodía y la mínima unas dos horas antes del amanecer.

Se ha tenido en cuenta asimismo el calendario laboral del año 2022 de la localidad de Pamplona para establecer los días laborales de cada mes considerando los festivos específicamente de este municipio.

A continuación, se exponen el calendario laboral y los cuadros en los que figuran:

- Los coeficientes de reducción por climatología.
- Los coeficientes de reducción por climatología para cada clase de obra.
- Los coeficientes de reducción por climatología y festivos.
- Los días útiles de trabajo.

**PAMPLONA**  
**Calendario Laboral 2022**

ENERO	FEBRERO	MARZO
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31
ABRIL	MAYO	JUNIO
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30
JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30
OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31

- Fiestivos Nacionales
- Fiestivos Regionales
- Fiestivos Locales

NÚMERO TOTAL DE FESTIVOS Y NO LABORABLES POR MES											
E	F	M	A	M	J	JL	A	S	O	N	D
11	8	8	12	9	8	11	9	8	11	9	12

**PAMPLONA**

**NÚMERO DE DÍAS APROVECHABLES EN LA EJECUCIÓN DE LAS PRINCIPALES UNIDADES DE OBRA**

**MEDIAS DE LOS DATOS**

DIAS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
t min > 0°C	11	10	4	1	0	0	0	0	0	0	3	9
t (a las 9h) > 10°C	2	3	6	12	25	30	31	31	29	21	6	3
t (a las 9h) > 5°C	13	12	23	27	31	30	31	31	30	30	20	14
P < 10mm.	2	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2
P < 1mm.	9	8	8	10	9	6	4	5	6	9	10	10
n° de días n	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
festivos f	11	8	8	12	9	8	11	9	8	11	9	12
laborables	20	20	23	18	22	22	20	22	22	20	21	19

**COEFICIENTES DE REDUCCIÓN**

**COEFICIENTES**

Fórmulas	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
$\eta_m = n^\circ \text{ de días} > 0^\circ\text{C} / n^\circ \text{ días mes}$	0,3548	0,3571	0,1290	0,0333	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1000	0,2903
$\tau_m = n^\circ \text{ de días} > 10^\circ\text{C} / n^\circ \text{ días mes}$	0,0645	0,1071	0,1935	0,4000	0,8065	1,0000	1,0000	1,0000	0,9667	0,6774	0,2000	0,0968
$\tau'_m = n^\circ \text{ de días} > 5^\circ\text{C} / n^\circ \text{ días mes}$	0,4194	0,4286	0,7419	0,9000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9677	0,6667	0,4516
$\lambda_m = n^\circ \text{ de días} < 10\text{mm} / n^\circ \text{ días mes}$	0,0645	0,0357	0,0645	0,0667	0,0645	0,0333	0,0323	0,0323	0,0333	0,0645	0,0667	0,0645
$\lambda'_m = n^\circ \text{ de días} < 1\text{mm} / n^\circ \text{ días mes}$	0,2903	0,2857	0,2581	0,3333	0,2903	0,2000	0,1290	0,1613	0,2000	0,2903	0,3333	0,3226

Cm	Media anual												
Homígones $C_m = \eta_m \lambda_m$	0,0229	0,0128	0,0083	0,0022	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0067	0,0187	0,0060
Explanaciones $C_m = ((\lambda_m + \lambda'_m) / 2) \eta_m$	0,0630	0,0574	0,0208	0,0067	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0200	0,0562	0,0187
Aridos $C_m = \lambda_m$	0,0645	0,0357	0,0645	0,0667	0,0645	0,0333	0,0323	0,0323	0,0333	0,0645	0,0667	0,0645	0,0519
Riego y tratamientos $C_m = \tau_m \lambda'_m$	0,0187	0,0306	0,0499	0,1333	0,2341	0,2000	0,1290	0,1613	0,1933	0,1967	0,0667	0,0312	0,1204
Mezclas bituminosas $C_m = \tau'_m \lambda'_m$	0,1217	0,1224	0,1915	0,3000	0,2903	0,2000	0,1290	0,1613	0,2000	0,2810	0,2222	0,1457	0,1971

Cf = (n-f)/n	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Año
Cf	0,6452	0,7143	0,7419	0,6000	0,7097	0,7333	0,6452	0,7097	0,7333	0,6452	0,7000	0,6129	0,6826

Ct = 1 - (1 - Cm) x Cf	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Año
Homígones Ct	0,3696	0,2948	0,2642	0,4013	0,2903	0,2667	0,3548	0,2903	0,2667	0,3548	0,3047	0,3986	0,3214
Explanaciones Ct	0,3955	0,3267	0,2735	0,4040	0,2903	0,2667	0,3548	0,2903	0,2667	0,3548	0,3140	0,4215	0,3299
Aridos Ct	0,3965	0,3112	0,3059	0,4400	0,3361	0,2911	0,3757	0,3132	0,2911	0,3965	0,3467	0,4266	0,3525
Riego y tratamientos Ct	0,3669	0,3076	0,2951	0,4800	0,4565	0,4133	0,4381	0,4048	0,4084	0,4817	0,3467	0,4062	0,4004
Mezclas bituminosas Ct	0,4334	0,3732	0,4001	0,5800	0,4964	0,4133	0,4381	0,4048	0,4133	0,5361	0,4556	0,4764	0,4517

**DÍAS TRABAJABLES NETOS**

DIAS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Año
Homígones	7	6	6	7	6	6	7	6	6	7	6	8	78
Explanaciones	8	7	6	7	6	6	7	6	6	7	7	8	81
Aridos	8	6	7	8	7	6	8	7	6	8	7	8	86
Riego y tratamientos	7	6	7	9	10	9	9	9	9	10	7	8	100
Mezclas bituminosas	9	7	9	10	11	9	9	9	9	11	10	9	112

**3. HIDROLOGÍA**

En este apartado se trata de determinar, a partir de las cuencas que son atravesadas por la carretera en proyecto, los caudales de agua que éstas recogen durante un aguacero y que habrán de ser desaguados mediante las correspondientes obras transversales a la vía, situadas en la confluencia de ésta con los canales principales de las cuencas o en puntos bajos que puedan resultar al interceptar alguna subcuenca.

Dentro de este estudio hidrológico los pasos a seguir son los siguientes:

- 1º Determinación de las cuencas afectadas mediante planos topográficos a diferentes escalas.
- 2º Estimación de la precipitación máxima.
- 3º Estimación, mediante métodos hidrometeorológicos y foronómicos, de los caudales que se obtendrán en las cuencas interceptadas asociados a los distintos períodos de retorno.

Los pasos 2 y 3 se pueden realizar mediante las tres metodologías siguientes:

- Mediante el procedimiento informático propuesto en la monografía " Máximas lluvias diarias en la España peninsular" publicada por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento. Este método se basa en un Sistema de Información Geográficas que, apoyándose en la aplicación informática MAXPLU (incluida en la monografía). Este método calcula precipitaciones máximas diarias para distintos períodos de retorno.
- Mapas de isolíneas de precipitaciones máximas previsibles en un día, obtenidos de la información suministrada por el Gobierno de Navarra.
- Mediante procedimientos foronómicos, determinando los caudales a partir de los aforos existentes en la propia cuenca u otras hidrológicamente similares. Este método calcula caudales máximos para distintos períodos de retorno.

En el estudio de drenaje se aplicarán los resultados anteriores a la determinación de la red de drenaje, definiendo las obras necesarias en su forma y situación, así como la comprobación de su funcionamiento hidráulico durante la evacuación de las aguas en régimen de avenidas.

El procedimiento de cálculo utilizado para la determinación de caudales en las pequeñas cuencas es el método hidrometeorológico que indica la Instrucción 5.2.-IC Drenaje Superficial, de Julio de 1990; según este método la determinación de la máxima avenida se hace a partir de la pluviometría, de las características geomorfológica de las cuencas, del tipo de utilización del suelo y de la situación geográfica.

**3.1. DETERMINACIÓN DE INTENSIDADES DE LLUVIA**

Mediante el procedimiento informático propuesto en la monografía " Máximas lluvias diarias en la España peninsular".

La metodología se explica en la citada monografía por lo que no creemos necesario explicarla en este anejo.

En la aplicación informática MAXPLU se introducen las coordenadas de la obra en Elizondo cuyo drenaje se estudia (longitud 1º31'00" W y latitud 43º09'00" N) y se obtienen los siguientes valores:

- Estimación del valor medio P de la máxima precipitación diaria anual en mm/día.
- Estimación del coeficiente de variación Cv.
- Estimación, para cada período retorno, de la precipitación máxima diaria de cálculo en mm/día.

Los resultados obtenidos para la zona del proyecto son los siguientes:

Período de retorno	P media (mm/día)	Cv	Pt (mm/día)
10	81	0.3530	117
25	81	0.3530	141
50	81	0.3530	160
100	81	0.3530	180
500	81	0.3530	231
1000	81	0.3530	255

**3.2. PERÍODOS DE RETORNO A CONSIDERAR**

Los períodos de retorno a tener en cuenta en el diseño de cada elemento de drenaje dependen del coste del elemento y de los daños que se producirían en caso de un fallo del mismo por incapacidad.

En el presente proyecto se aplican los períodos de retorno mínimos establecidos en la instrucción 5.2.- IC para una vía con una IMD media > 2000 vehículos/día) que son los siguientes:

TIPO DE ELEMENTO DE DRENAJE	PERÍODO DE RETORNO MÍNIMO (AÑOS)
Elementos de drenaje superficial de la plataforma y márgenes	25
Obras de drenaje transversal	100

**3.3. PRECIPITACIONES DE CÁLCULO**

Las precipitaciones adoptadas para los períodos de retorno considerados en el punto anterior son:

PERÍODO DE RETORNO (AÑOS)	PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 h.(mm)
10	117
25	141
50	160
100	180
500	231
1000	255



**4. ESTADO ACTUAL**

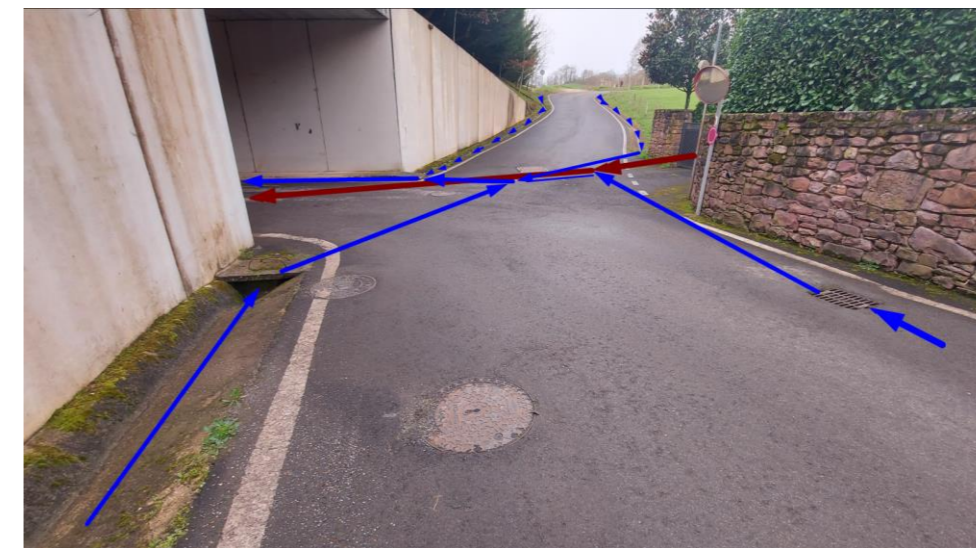
Se trata de una zona semiurbana con conducciones existentes para evacuar las aguas pluviales.

La N-121 B dispone de una ODT en el pk 0+035 (según kilometraje del eje definido en trazado) de 2 m de diámetro. Dicha obra no se verá afectada durante las obras



La calle Menditurri dispone de un colector de hormigón de aguas pluviales de 1 m de diámetro, el cual discurre de noroeste a sureste, hasta evacuar su caudal en la margen derecha del eje 1 a la altura del pk 0+080, en dirección al río Baztán, el cual se mantendrá en servicio.

Al norte del paso inferior existe una red de recogida de aguas superficiales mediante cunetas y colectores de PVC, cruzando dicho paso inferior bajo el acerado de la margen izquierda. Posteriormente se conecta en el pk 0+108 del eje 1 al colector de 1 m diámetro indicando anteriormente, manteniendo la solución existente actualmente.

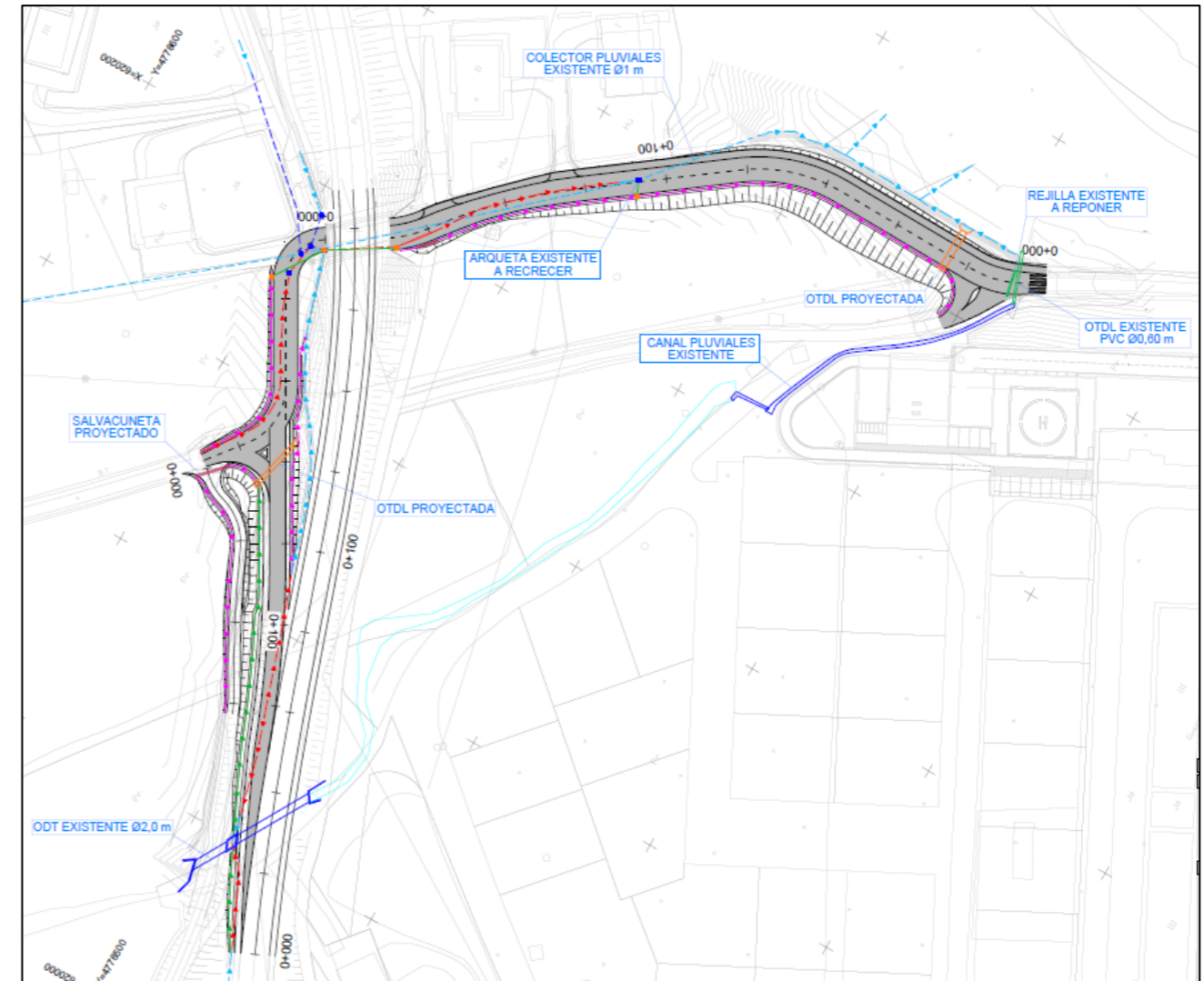


Cabe mencionar la existencia de un tubo de PVC de 60 cm que cruza el inicio de la actuación en la calle Menditurri, para evacuar el caudal proveniente del canal existente contiguo a la calle Erabeta, no afectándose durante las obras. También se observa una rejilla que recoge el agua superficial.

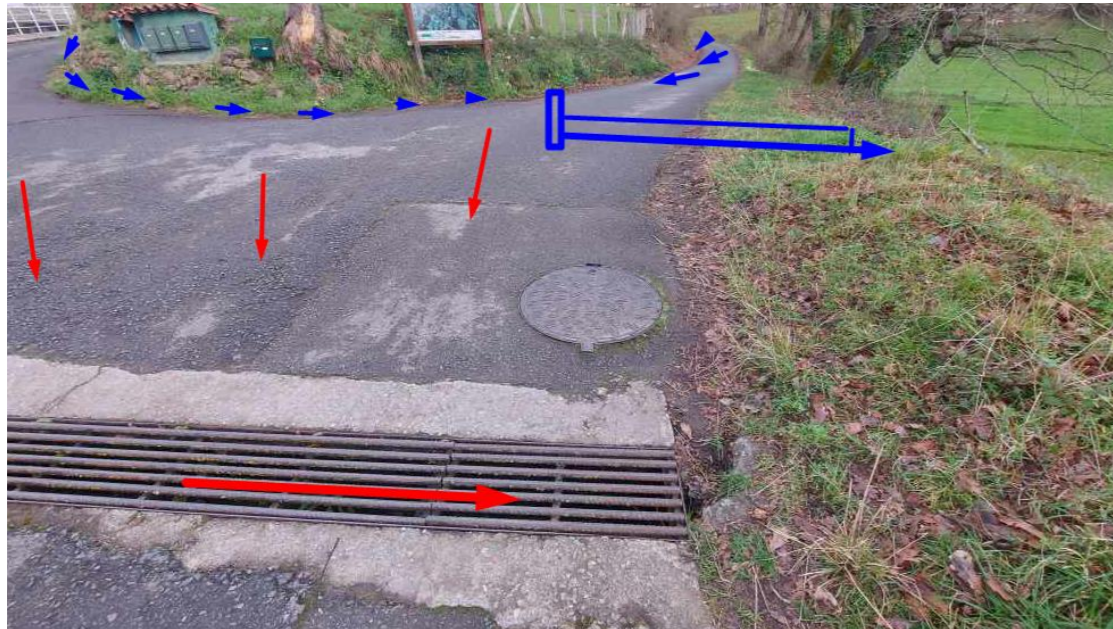


**5. CÁLCULOS HIDROLÓGICOS**

Durante la obra se prevé la reposición de parte de la red de colectores de pvc y las cunetas existentes. Se ha previsto el drenaje del eje 1 mediante cuneta lateral en la margen izquierda, la cual se conectará al colector principal de 1 m de diámetro en el pk 0+108.

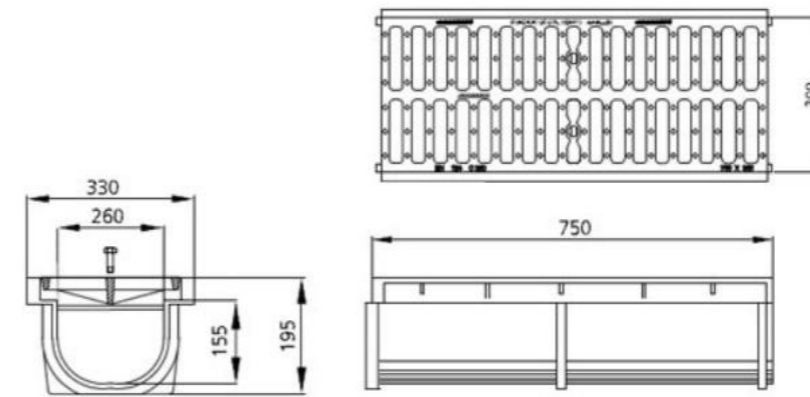
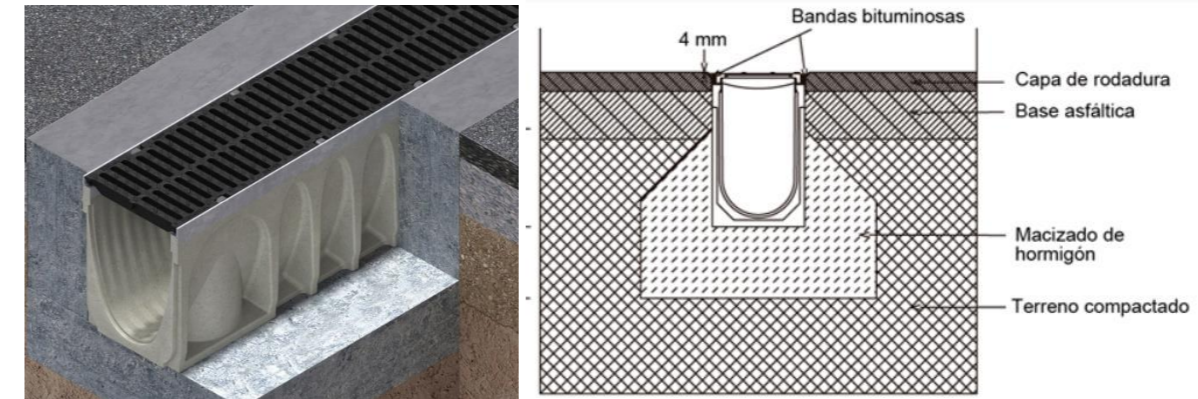


Por último, será repuesta la rejilla transversal ubicada en el pk 0+008 de este mismo eje 1. Al proyectarse un firme nuevo para el vial, se hace necesaria su reposición. Dicha rejilla recogerá tan solo las aguas provenientes de las inmediaciones aguas arriba del paso peatonal, con el objeto de que la escorrentía superficial no cruce el paso peatonal.



Cunetas y OTDL en azul, rejilla en rojo

Será de fundición, pudiendo soportar tráfico pesado, con dimensiones semejantes a las actuales y con una pendiente del 2%; manteniendo la salida actual hacia la margen derecha del vial mediante un tubo de 250 mm.

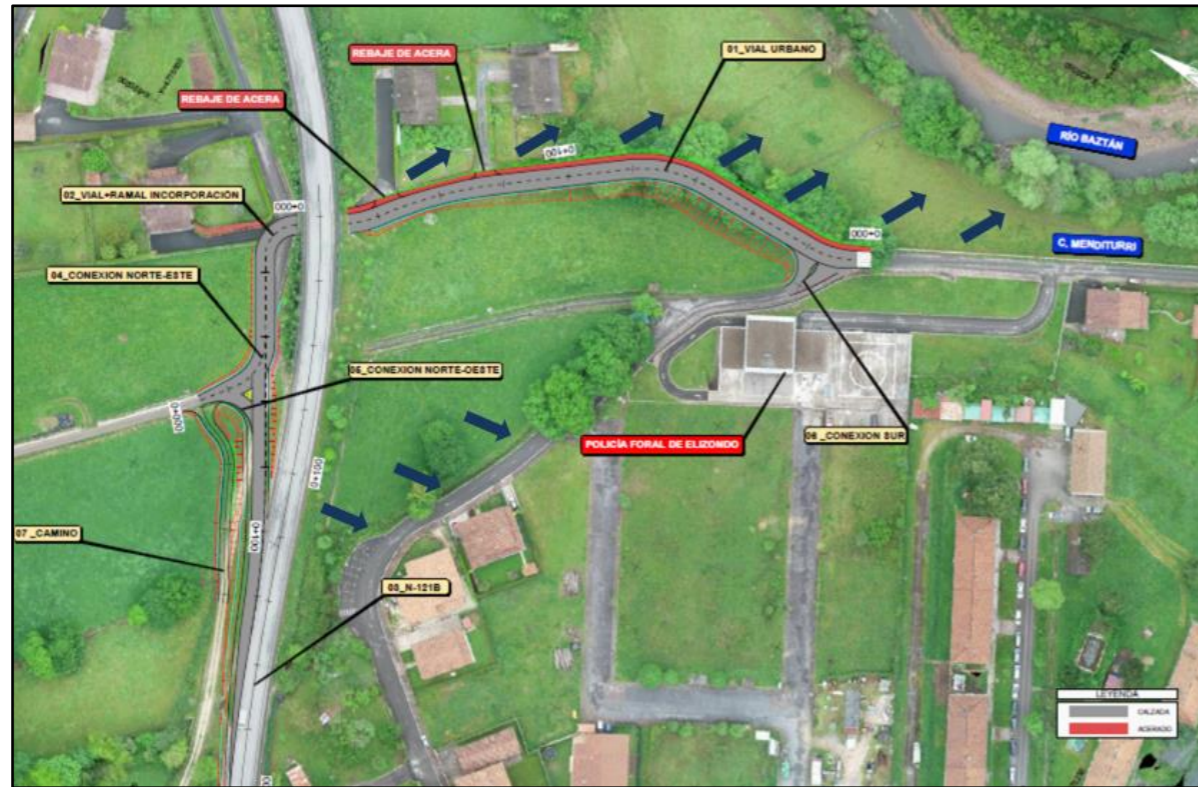


**5.1. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE DISEÑO DE DRENAJE**

Como se ha comentado en el apartado 3.2. anterior, en el presente proyecto solo se considera el Drenaje Longitudinal de las obras proyectadas, quedado resuelto el drenaje Transversal mediante obras existentes que no se consideran objeto de comprobación

**5.2. DEFINICIÓN DE CUENCAS**

Dada la naturaleza de la actuación y la configuración del terreno y relieve existente no se consideran cuencas hidrográficas interceptadas por el proyecto. En la siguiente imagen se muestran las áreas vertientes sobre las que se ha remarcado mediante flechas los sentidos de la escorrentía:



Como se observa en la imagen anterior, la actuación se encuadra junto al río Baztán, y al mismo van a verter las aguas del entorno del proyecto. Existe una obra de drenaje transversal que cruza la actual N-121B que no se ve afectada por la actuación. El cauce asociado a la misma discurre paralelo a la calle Erabeta, cruzando la misma en su aproximación al acceso del vial objeto de proyecto mediante una obra existente que tampoco se ve afectada por la presente actuación. En esa zona, las obras propuestas son superficiales por lo que no requiere de ningún tipo de reposición de la misma. Posteriormente, el cauce se canaliza bordeando las instalaciones de la Policía Foral volviendo a cruzar mediante obra existente que tampoco se afecta por las actuales obras para verter al propio río Baztán.

A su vez, en las imágenes se observa que, dada la configuración de las curvas de nivel, el agua de los márgenes de la actuación no vierte a la misma, sino que divergen, por lo que las aguas aportantes se limitarán al desagüe superficial de los viales a implantar.

Por ello, en el presente proyecto solo se considera Drenaje Longitudinal y se determina el caudal unitario (por m<sup>2</sup>) de las áreas de aportación superficial, para en función de las áreas de recogida comprobar en el siguiente apartado el funcionamiento hidráulico de los elementos de drenaje proyectado.

### 5.3. CÁLCULO DE CAUDALES

El cálculo de caudales se ha realizado siguiendo las recomendaciones de la vigente “Instrucción 5.2.- I.C.: Drenaje Superficial” (Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2 -IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras).

Según dicha formulación, el caudal punta de avenida en el punto de cruce de una vaguada con el trazado, para un periodo de retorno dado, se obtiene mediante la expresión:

$$Q = \frac{I(T, tc) \cdot C \cdot A \cdot Kt}{3,6}$$

donde:

- $Q_T$  = Caudal es correspondiente a un determinado periodo de retorno (m<sup>3</sup>/s). Por las características de este proyecto se calculará un caudal unitario (para 1m<sup>2</sup>), que se utilizará posteriormente para calcular los drenajes de cada vial en función de la superficie de los mismos.
- $I$  = Intensidad de precipitación, correspondiente al periodo de retorno considerado y a un intervalo igual al tiempo de concentración (mm/h).
- $A$  = Superficie de la cuenca (Km<sup>2</sup>) (Para los cálculos de este proyecto -Caudal unitario comentado anteriormente- se considerará 1m<sup>2</sup>)
- $C$  = Coeficiente de escorrentía (Para las zonas pavimentadas a considerar en este proyecto se puede asimilar este valor a 1, y para las zonas de taludes y tierras colindantes se podría considerar un valor de  $P_0=18$ , pues se consideran suelos tipo C y uso de suelo como prados y praderas con pendiente superior o igual a 3, con lo que  $C=0,594$ )
- $K$  = Coeficiente de uniformidad (Para la zonas reducidas a considerar en este proyecto se puede asimilar este valor a 1)

Con ello la fórmula a aplicar quedaría transformada a litros por segundo:

$$q_u (l/s) = I / 3.600 \text{ (en pavimentos)} \text{ y } q_u (l/s) = I \cdot 0,594 / 3.600$$

Por tanto, solo queda definir el valor de “I” para un periodo de retorno de 25 años. Así:

$$I = I_d \cdot F_{int}$$

donde:

$F_{int}$  es el Factor de intensidad y  $P_d$  se calcula a continuación:

$$I_d = P_d \cdot K_A / 24$$

donde:

$K_A$  es igual a 1 para cuencas inferiores a 1 Km<sup>2</sup> como es el caso y  $P_d$  se ha determinado anteriormente (ver apartado 3.1.3.) para el periodo de Retorno de 25 años, siendo 141mm.

Por tanto,

$$I_d = 141 / 24 = 5,875$$

Respecto al cálculo de  $F_{int}$ , se considera por lo reducido de las cuencas y tener flujo difuso. Que el tiempo difuso será calculado mediante la fórmula:

$$t_{dif} = 2 \cdot L_{dif}^{0,408} \cdot n_{dif}^{0,312} \cdot J_{dif}^{-0,209}$$

donde:

- $L_{dif}$  (m). Longitud de recorrido en flujo difuso, es 180m.
- $n_{dif}$  (adimensional). Coeficiente de flujo difuso, es 0,32.
- $J_{dif}$  (adimensional). Pendiente media, es 0,1.

Obteniendo un valor de  $t_{dif} = 6,34$  minutos.

Por otro lado, el Índice de Torrencialidad " $I/I_d$ " se considerará 9 en base a la figura 2.4 de la Norma.



Así  $F_{int}$  será el mayor valor entre  $F_a$  y  $F_b$ .

Siendo  $F_a$ :

$$F_a = \left(\frac{I_1}{I_d}\right)^{3,5287 - 2,5287t^{0,1}}$$

Por lo que equivale a un valor de 27,546

Al ser  $F_b$  inferior a  $F_a$ , se tiene finalmente que  $I = 5,875 \times 27,546 = 161,834$ .

Por tanto, finalmente el caudal unitario a considerar será en zonas pavimentadas:

$$q_u (l/s) = I / 3.600 = 161,834 / 3.600 = 0,0450 \text{ litros/segundo}$$

Mientras que en zonas colindantes de terreno vegetal será de:

$$q_u (l/s) = I \times C / 3.600 = 161,834 \times 0,594 / 3.600 = 0,0267 \text{ litros/segundo}$$

Por lo que, para facilitar los cálculos, se redondea a un Caudal unitario a considerar de:

$$q_u = 0,05 \text{ l/s. para zonas pavimentadas}$$

$$q_u = 0,03 \text{ l/s. para terrenos vegetales colindantes}$$

## 6. DRENAJE

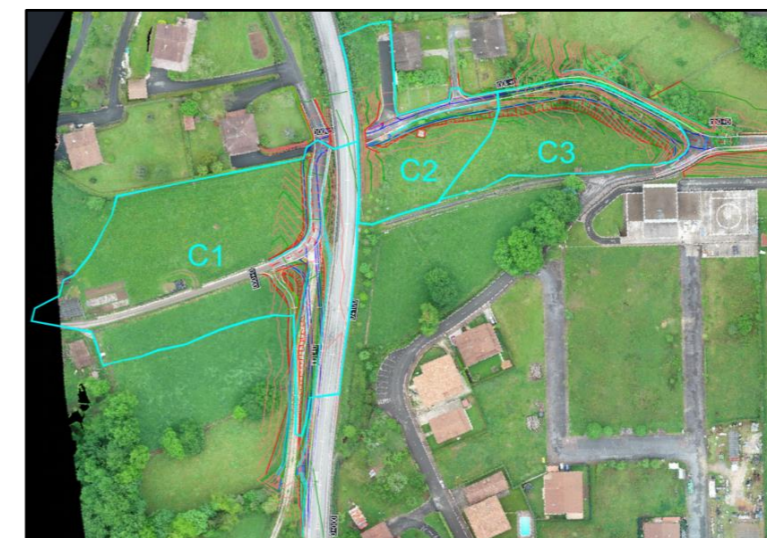
### 6.1. CRITERIOS DE DRENAJE

Para la definición de los elementos de drenaje del presente proyecto se han tenido en cuenta las siguientes premisas:

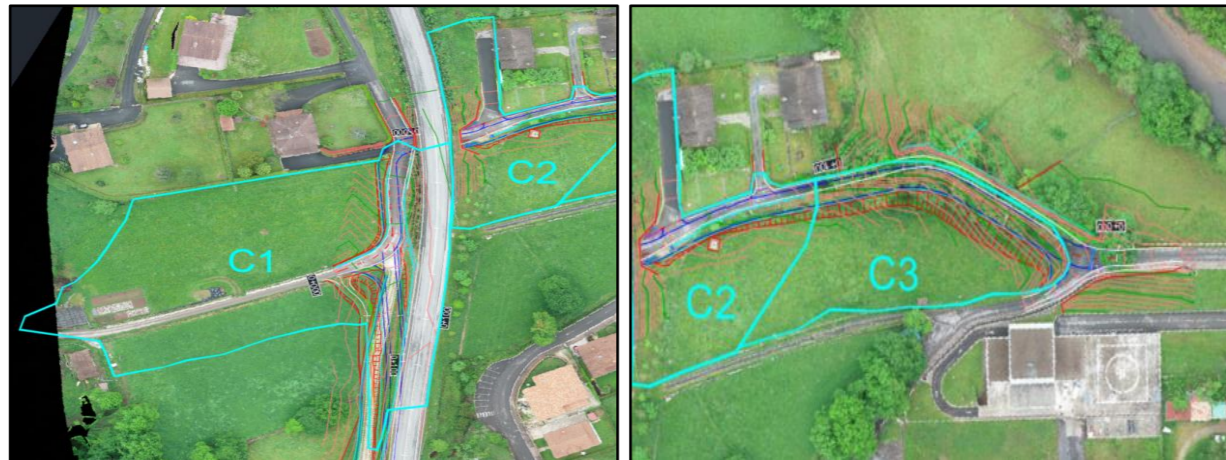
- Se tiene en consideración la vigente Norma de Drenaje 5.2 IC del Ministerio de Fomento.
- No se consideran en esta fase elementos de drenaje transversal, por lo que solo se tienen en cuenta elementos de drenaje longitudinal, o superficial.
- El periodo de retorno a considerar, por tanto, será de 25 años. Es decir, se considera una precipitación máxima diaria de **141 mm**.
- Se ha procurado ajustar los nuevos elementos de drenaje a los existentes para aprovechamiento de las redes existentes.
- Para el desagüe superficial de los viales pavimentados se considerará un caudal unitario por metro cuadrado de **0,05 litros/segundo**.
- Para zonas no pavimentadas, principalmente taludes, dada su reducida incidencia se mantendrá el caudal unitario antes calculado de **0,03 litros/segundo**.

### 6.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE DRENAJE PROPUESTO

El drenaje propuesto consiste básicamente en dejar escurrir las aguas superficialmente por los márgenes de las calzadas cunetas y verter directamente al terreno si así se deriva el agua a un cauce natural, o bien recogerla por un sistema de colectores para canalizarla hasta su vertido al cauce del río Baztán. En la imagen se pueden observar las cuencas estudiadas C1, C2 y C3 para definir el caudal aportante.







En el entorno de la conexión con la calle Erabeta, el trazado discurre en trinchera por lo que procede la recogida de agua mediante cunetas triangulares y, precisamente, en el entronque de esta última requiere la recogida mediante sistema de colector con diversos sumideros hasta su vertido al río Baztán

### 6.3. COMPROBACIÓN HIDRÁULICA

Los nuevos colectores serán tubos de hormigón de Ø 600mm y Ø 1200mm.

Por otro lado, las cunetas serán revestidas, triangulares simétricos de 1m de ancho total y profundidad de 0,3m.

A continuación, se presentan tablas con los datos:

#### Colectores

No ODT	Caudal 25 años [Qt] (m³/s)	Intensidad [I]			Área de la cuenca [A] (Km²)			tdif (horas)	qu [zonas pavimentadas]	qu [zonas colindantes de terreno vegetal]
		Intensidad Total	Zonas pavimentadas	Zonas no pavimentadas	Área Total	Zonas pavimentadas	Zonas no pavimentadas			
ODTL Ø1200 mm	0,102	161,834	161,834	161,834	0,00333	0,00068	0,00264	0,106	0,0450	0,0267
ODTL Ø600 mm	0,376	148,332	148,332	148,332	0,01327	0,00294	0,01033	0,128	0,0412	0,0245

#### Cunetas

No	Caudal 25 años [Qt] (m³/s)	Intensidad [I]			Área de la cuenca [A] (Km²)			tdif (horas)	qu [zonas pavimentadas]	qu [zonas colindantes de terreno vegetal]
		Intensidad Total	Zonas pavimentadas	Zonas no pavimentadas	Área Total	Zonas pavimentadas	Zonas no pavimentadas			
C3	0,069	161,834	161,834	161,834	0,0015	0,00068	0,00085	0,106	0,0450	0,0267
C1-C2	0,178	148,332	148,332	148,332	0,0043	0,00360	0,00071	0,128	0,0412	0,0245

.A continuación, se realiza la comprobación hidráulica de los diferentes elementos de drenaje. Para cada uno de ellos se determinará el área aportante y, consecuentemente el caudal que reciben (Caudal de Diseño  $Q_d$ ), y posteriormente se calculará la capacidad de desagüe del elemento, es decir, el Caudal que ese elemento es capaz de desaguar ( $Q_e$ ). En consecuencia, deberá cumplirse para cada uno de ellos que  $Q_d < Q_e$

#### 6.3.1. Desagüe por cuneta

##### Cuneta Eje 1 MI Pk 0+010 a 0+100

Se considera un área aportante para este tramo de cuneta de 1.500m² de terrenos colindantes con lo que recogerá un caudal de diseño de  $Q_d=69$  l/s. En este caso, la pendiente corresponde al terreno natural que alcanza el 2,00%.

La cuneta de este tramo es triangular simétrica sin revestir, con un ancho de 1,00m y profundidad de 0,30. En base a esto y según los cálculos que se exponen a continuación el caudal máximo de desagüe sería de 360,354 l/s, muy superior al caudal de diseño. Por otro lado, se observa que la velocidad no llega a alcanzar los 6 m/s, Por todo ello, se considera como válido el funcionamiento hidráulico.

**Cuneta**  
(Para sección triangular simétrica)

Se debe cumplir que  $Q_{max} > Q_d$   
siendo:  $Q_{max} = v * S = S * (Rh^{2/3}) * (j^{1/2}) * K$

Anchura total "A" = 1 m  
 Profundidad "H" = 0,3 m  
 Calado "y" = 0,3 m  
 Sección "S" = 0,15 m²  
 Sección mojada "Sm" = 0,150 m²  
 Perímetro mojado "p" = 1,166 m  
 Radio Hidraulico "Rh" = 0,129 m²/m

**Cálculo del Caudal:**

1- Determinación de la velocidad (Por la fórmula de Manning):  
 $V = K * J^{1/2} * R^{2/3} = 2,40$  m/s

Siendo: "J" - Pendiente media (en tanto por uno) = 0,0200  
 "K" - Coeficiente de rugosidad de Manning = 0,015

2- Determinación del caudal:  
 $Q = V * S = 0,360$  m³/s = 360,354 l/s

Esquema:

Cuneta Eje 1 MI Pk 0+100 a 0+170

Se considera un área aportante para este tramo de cuneta de 4300m<sup>2</sup> con lo que recogerá un caudal de diseño de Qd=58 l/s. En este caso la pendiente del eje 1 alcanza el 3,0%. A este caudal se añade el procedente de la Cuneta Eje 2 MI Pk 0+015 a 0+080 calculada anteriormente, es decir, Qd<sub>2</sub>=120 l/s. Por tanto, el caudal de diseño total a considerar es Qd=178 l/s.

La cuneta de este tramo es triangular simétrica revestida, con un ancho de 1,00m y profundidad de 0,30. En base a esto y según los cálculos que se exponen a continuación el caudal máximo de desagüe sería de 441,342 l/s, muy superior al caudal de diseño. Por otro lado, se observa que la velocidad no llega a alcanzar los 6 m/s, Por todo ello, se considera como válido el funcionamiento hidráulico.

**Cuneta**  
(Para sección triangular simétrica)

Se debe cumplir que Q max > Qd  
siendo :  $Q_{max} = v * S = S * (Rh^{2/3}) * (j^{1/2}) * K$

Anchura total "A" = 1 m  
 Profundidad "H" = 0,3 m  
 Calado "y" = 0,3 m  
 Sección "S" = 0,15 m<sup>2</sup>  
 Sección mojada "Sm" = 0,150 m<sup>2</sup>  
 Perímetro mojado "p" = 1,166 m  
 Radio Hidraulico "Rh" = 0,129 m<sup>2</sup>/m

Cálculo del Caudal:

1- Determinación de la velocidad (Por la fórmula de Manning):  
 $V = K * J^{1/2} * R^{2/3} = 2,94 \text{ m/s}$

Siendo : "J" - Pendiente media ( en tanto por uno ) = 0,0300  
 "K" - Coeficiente de rugosidad de Manning = 0,015

2- Determinación del caudal:  
 $Q = V * S = 0,441 \text{ m}^3/\text{s} = 441,342 \text{ l/s}$

Esquema:

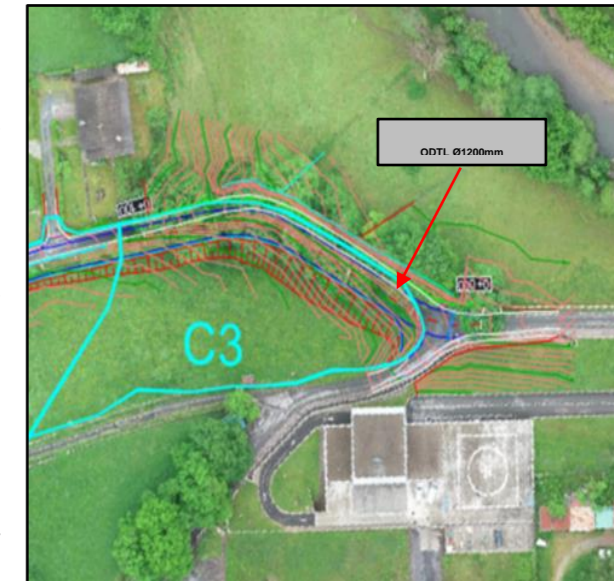
**6.3.2. Desagüe por tubo**

El colector Ø 600 mm con una altura de calado al 80% tiene una capacidad de desagüe Q<sub>e</sub>= 900.93 l/s. Para el colector Ø1200 mm el alcance de calado al 80% tiene una capacidad de desagüe Q<sub>e</sub>= 3302.77 l/s.

Desagüe por colector Ø 1200 mm

Se considera que el tramo crítico, para comprobación del colector, es el último que vierte a la cuenca del rio Baztán. Este desagua el caudal acumulado por la cuneta C3 a como se puede observar en la imagen a continuación.

Para el diámetro Ø 1200mm, dimensión fijada para facilitar su limpieza, con una sección de tubo a 0.93D se obtiene un caudal máximo de una capacidad hidráulica Q<sub>e</sub>=3.790 l/s y a 0.82D se alcanza la velocidad máxima v=3,44 m/s. La tabla que se muestra a continuación representa los caudales y velocidades del colector a diferentes profundidades del diámetro.



Diferentes profundidades del diámetro	Calado normal del agua (y)	Angulo		Area (A)	Perimetro (P)	Radio Hidráulico (R)	R <sup>2/3</sup>	Veloc. en el tubo (V)	Capac. del tubo (Q)
		%	rad						
0.05	0.061	0.902	51.684	0.02182	0.550	0.040	0.116	0.78	0.017
0.10	0.122	1.287	73.740	0.0608	0.785	0.077	0.182	1.21	0.074
0.12	0.143	1.396	80.008	0.0765	0.851	0.090	0.201	1.34	0.102
0.15	0.183	1.591	91.146	0.1098	0.970	0.113	0.234	1.56	0.171
0.20	0.244	1.855	106.260	0.1662	1.131	0.147	0.279	1.86	0.309
0.25	0.305	2.094	120.000	0.2282	1.277	0.179	0.317	2.12	0.483
0.30	0.366	2.319	132.844	0.2946	1.413	0.208	0.352	2.34	0.690
0.32	0.390	2.405	137.800	0.3221	1.466	0.220	0.364	2.43	0.782
0.37	0.451	2.616	149.860	0.3927	1.594	0.246	0.393	2.62	1.029
0.42	0.512	2.820	161.586	0.4653	1.719	0.271	0.418	2.79	1.298
0.47	0.573	3.022	173.120	0.5392	1.842	0.293	0.441	2.94	1.585
0.52	0.634	3.222	184.585	0.6134	1.964	0.312	0.460	3.07	1.883
0.57	0.695	3.423	196.096	0.6874	2.086	0.329	0.477	3.18	2.186
0.62	0.756	3.626	207.773	0.7604	2.211	0.344	0.491	3.27	2.489
0.68	0.829	3.878	222.200	0.8454	2.364	0.358	0.504	3.36	2.839
0.67	0.817	3.835	219.754	0.8315	2.338	0.356	0.502	3.35	2.782
0.72	0.878	4.053	232.208	0.8999	2.471	0.364	0.510	3.40	3.060
0.77	0.939	4.282	245.367	0.9646	2.611	0.369	0.515	3.43	3.311
0.82	1.000	4.531	259.584	1.0246	2.762	0.371	0.516	3.44	3.526
0.93	1.134	5.212	298.633	1.1315	3.177	0.356	0.502	3.35	3.790
1.00	1.2	6.283	360.000	1.1675	3.830	0.305	0.453	3.02	3.525

Para el área aportante por la cuenta C3 que genera un caudal de diseño Qd= 102 l/s se observa en la tabla anterior que la velocidad del flujo sería de 1,34 m/s y a una profundidad de 0,12D cumpliría con el caudal de diseño calculado.

Para realizar la comprobación hidráulica de la capacidad de los elementos de drenaje longitudinal se utilizan las siguientes fórmulas:

Área hidráulica de la sección:

$$S = \frac{\pi(D^2)}{4}$$

Perímetro mojado:

$$P_m = 2\pi r$$

Fórmula de Manning

$$J = \frac{n^2 x v^2}{R_H^{4/3}}$$

Ecuación de continuidad

$$Q = \frac{S}{P_m}$$

Donde:

Q: caudal de transporte (m³/s)

V: velocidad de transporte (m/s)

S: superficie mojada (m²)

R<sub>H</sub>: radio hidráulico de la sección (m)

P: perímetro mojado (m)

J: pendiente (m/m)

n: coeficiente de rugosidad de Manning. Se ha considerado un coeficiente de Manning de n=0,015 para los elementos de drenaje longitudinal construidos con hormigón.

En este caso la comprobación se realiza para pendiente mínima del 1,0%.

Como valor promedio se trabaja con el 0.80D generando un Qe= 3.302,77 l/s lo cual es muy superior al caudal de diseño y una velocidad v=3,41 m/s que es inferior a los 6m/s. Por tanto, el funcionamiento hidráulico queda como válido.

**Comprobación Hidráulica para tubo de Ø1200mm pendiente mínima de 1,0%.**  
(Para sección circular)

Se debe cumplir que Q max > Qd  
siendo :  $Q_{max} = v * S = S * (R_h^{2/3}) * (j^{1/2}) * K$

Diametro "D" =	1,2 m
Calado "y" =	0,96 m
Sección "S" =	1,131 m²
Perímetro mojado "p" =	3,770
Sección mojada "Sm" =	0,970
Perímetro mojado "pm" =	2,657 m
Radio Hidraulico "Rh" =	0,365 m²/m

Cálculo del Caudal:

1- Determinación de la velocidad (Por la fórmula de Manning):

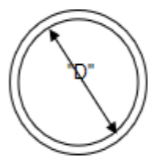
$$V = K * J^{1/2} * R^{2/3} = 3,41 \text{ m/s}$$

Siendo : "J" - Pendiente media ( en tanto por uno ) 0,0100  
 "K" - Coeficiente de rugosidad de Manning 0,015

2- Determinación del caudal:

$$Q = V * S = \boxed{3,303} \text{ m}^3/\text{s} = \boxed{3302,770} \text{ l/s}$$

Esquema:



y75%	0,91
y80%	0,96

Desagüe por colector Ø 600 mm

Otro colector del cual se realiza comprobación del es el ubicado entre 02 Vial+ramal incorporación - P.I. Este desagüe el caudal acumulado por las dos cunetas C1 y C2, el caudal de diseño total es de Qd=376 l/s. En este caso la comprobación se realiza para pendiente mínima del 3,0%.

Para el diámetro Ø 600mm con una sección de tubo a 0.93D se obtiene un caudal máximo de una capacidad hidráulica Qe=1034 l/s y a 0.83D se alcanza la velocidad máxima v=3,75 m/s. La tabla que se muestra a continuación representa los caudales y velocidades del colector a diferentes profundidades del diámetro.

Diferentes profundidades del diámetro (D)	Calado normal del agua (y)	Angulo		Area (A)	Perimetro (P)	Radio Hidráulico (R)	R <sup>2/3</sup>	Veloc. en el tubo (V)	Capac. del tubo (Q)
		rad	grados						
m	m	rad	grados	m <sup>2</sup>	m	m	m	m/s	m <sup>3</sup> /s
0.05	0.030	0.902	51.684	0.00546	0.275	0.020	0.073	0.85	0.005
0.10	0.061	1.287	73.740	0.0152	0.392	0.039	0.114	1.32	0.020
0.12	0.071	1.396	80.008	0.0191	0.426	0.045	0.126	1.46	0.028
0.15	0.091	1.591	91.146	0.0275	0.485	0.057	0.147	1.70	0.047
0.20	0.122	1.855	106.260	0.0416	0.565	0.074	0.175	2.03	0.084
0.25	0.152	2.094	120.000	0.0571	0.638	0.089	0.200	2.31	0.132
0.30	0.183	2.319	132.844	0.0736	0.707	0.104	0.221	2.56	0.188
0.32	0.195	2.405	137.800	0.0805	0.733	0.110	0.229	2.65	0.213
0.37	0.226	2.616	149.860	0.0982	0.797	0.123	0.248	2.86	0.281
0.42	0.256	2.820	161.586	0.1163	0.860	0.135	0.264	3.04	0.354
0.43	0.265	2.877	164.830	0.1215	0.877	0.139	0.268	3.09	0.376
0.48	0.295	3.078	176.332	0.1400	0.938	0.149	0.281	3.25	0.455
0.53	0.326	3.278	187.798	0.1586	0.999	0.159	0.293	3.38	0.537
0.58	0.356	3.479	199.343	0.1770	1.060	0.167	0.303	3.50	0.620
0.68	0.415	3.878	222.200	0.2113	1.182	0.179	0.317	3.66	0.775
0.73	0.445	4.098	234.774	0.2283	1.249	0.183	0.322	3.72	0.849
0.78	0.475	4.330	248.112	0.2443	1.320	0.185	0.325	3.75	0.916
0.83	0.506	4.583	262.600	0.2590	1.397	0.185	0.325	3.75	0.972
0.88	0.536	4.868	278.928	0.2720	1.484	0.183	0.323	3.73	1.014
0.93	0.567	5.212	298.633	0.2829	1.589	0.178	0.317	3.65	1.034
1.00	0.610	6.283	360.000	0.2919	1.915	0.152	0.285	3.29	0.962

En base a esto y según los cálculos que se exponen a continuación el caudal máximo de desagüe a 0.80D sería de 900.93 l/s, muy superior al caudal de diseño. Por otro lado, se observa que la velocidad no llega a alcanzar los 6 m/s, Por todo ello, se considera como válido el funcionamiento hidráulico.

**Comprobación Hidráulica para tubo de Ø600mm pendiente mínima de 3.0%**  
(Para sección circular)

Se debe cumplir que  $Q_{max} > Q_d$   
siendo:  $Q_{max} = v * S = S * (R^{2/3}) * (j^{1/2}) * K$

Diametro "D" = 0,6 m  
Calado "y" = 0,48 m  
Sección "S" = 0,283 m<sup>2</sup>  
Perímetro mojado "p" = 1,885  
Sección mojada "Sm" = 0,242  
Perímetro mojado "pm" = 1,329 m  
Radio Hidraulico "Rh" = 0,183 m<sup>2</sup>/m

Cálculo del Caudal:

1- Determinación de la velocidad (Por la fórmula de Manning):  
 $V = K * J^{1/2} * R^{2/3} = 3,72 \text{ m/s}$   
Siendo: "J" - Pendiente media (en tanto por uno) 0,0300  
"K" - Coeficiente de rugosidad de Manning 0,015

2- Determinación del caudal:  
 $Q = V * S = \text{0,901} \text{ m}^3/\text{s} = \text{900,933} \text{ l/s}$

Esquema:

y75% 0,45  
y80% 0,48