

ANEJO N° 6:

# **HIDROLOGÍA Y DRENAJE**



## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE CAUDALES</b>	<b>1</b>
2.1 TRAMOS A CIELO ABIERTO	2
2.1.1 Periodos de Retorno	2
2.1.2 Intensidades Máximas en 24 horas	2
2.1.3 Curvas Intensidad-Duración	3
2.1.4 Hietogramas de Cálculo	4
2.1.5 Características de las Cuencas Drenadas	4
2.2 TÚNEL EN MINA	4
2.3 FALSO TÚNEL	5
2.4 ESTACIÓN DE PASAIA	6
2.5 ESTACIÓN DE GALTZARABORDA	6
2.6 SALIDA DE EMERGENCIA DE LA CALLE SASUATEGI	7
<b>3. DESCRIPCIÓN DE LAS REDES DE DRENAJE</b>	<b>8</b>
3.1 TRAMO A CIELO ABIERTO	8
3.1.1 Tipos de Cunetas	8
3.1.2 Drenaje Longitudinal Superficial	8
3.1.3 Drenaje Transversal Superficial	9
3.2 TÚNEL DE LÍNEA	10
3.2.1 Drenaje Transversal	10
3.2.2 Drenaje Longitudinal	11
3.3 TRAMO EN FALSO TÚNEL	12
3.3.1 Drenaje Transversal	12
3.3.2 Drenaje Longitudinal	12
3.4 ESTACIÓN DE PASAIA	13
3.5 SALIDA DE EMERGENCIA CALLE SASUATEGI	14
3.5.1 Agua que accede directamente al pozo	14
3.5.2 Agua procedente de la Infiltración Freática	15
3.6 CONEXIÓN ENTRE TRAMOS DE DIFERENTE TIPOLOGÍA	15
3.6.1 Conexión Falso Túnel y Túnel	17
3.6.2 Conexión tramo a cielo abierto y Falso túnel en Galtzaraborda	17
3.7 DIMENSIONAMIENTO DE LOS POZOS DE BOMBEO	17
3.7.1 Caudal de Diseño	18
3.7.2 Altura de Bombeo	18

3.7.3 Tuberías de Impulsión de Agua de Drenaje	18
3.7.3.1 Estación de Pasaia	18
3.7.3.2 Estación de Galtzaraborda	19

APÉNDICE Nº 6.1. CUENCAS DE APORTACIÓN

APÉNDICE Nº 6.2. CÁLCULOS HIDRÁULICOS

APÉNDICE Nº 6.3. CÁLCULO POZO BOMBEO GALTZARABORDA

## 1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente Anejo es la descripción del proceso de diseño y dimensionamiento de los elementos de drenaje que contempla el presente Proyecto de Construcción de la Obra Civil del Tramo Altza-Galtzaraborda.

El primer paso consiste en la determinación de los caudales de diseño para poder dimensionar la sección que precisan los elementos de drenaje. Así, en el apartado nº 2 se explica cual ha sido la metodología utilizada para la determinación de los caudales de diseño para las redes de drenaje a las que accede directamente el agua de lluvia correspondiente al tramo que se ejecuta a cielo abierto, o el agua de infiltración en el resto de casos.

Como sucede con otros aspectos del presente Proyecto, en el caso del diseño de los elementos de drenaje es necesario diferenciar entre la infraestructura que se va a implantar a cielo abierto, y aquella a implantar subterránea. Para la descripción de los elementos de drenaje que se realiza en este Anejo, el total de la obra se ha subdividido en seis partes, ya que el drenaje de cada una de ellas presenta características particulares diferenciadas y que son las que se muestran a continuación:

- Tramo a cielo abierto
- Tramo Túnel en mina
- Tramo en Falso Túnel
- Estación de Pasaia (Falso Túnel)
- Estación de Galtzaraborda (Cielo Abierto-Falso Túnel)
- Salida de Emergencia de la Calle Eskalantegi.

## 2. METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE CAUDALES

Previo a la realización de las comprobaciones y cálculo de los elementos que componen la Red de Drenaje es necesaria la obtención de los caudales de partida básicos para el cálculo.

Así, se expone a continuación la metodología empleada para la obtención de dichos caudales, diferenciándose, por un lado, los tramos de trazado que se configuran a cielo abierto y en los que

serán de aplicación las Normas de Drenaje Superficial y por otro, los tramos subterráneos excavados en mina, con una metodología específica para Drenaje Subterráneo y que también se describe.

## 2.1 TRAMOS A CIELO ABIERTO

El objeto de esta parte del anejo es fijar las máximas intensidades de lluvia previsible en la zona de proyecto para un período de retorno a considerar, y a partir de ellos obtener los caudales de cálculo para el futuro dimensionamiento de los distintos elementos de drenaje.

Para ello se han tomado los datos pluviométricos extremos aportados por la publicación “Máximas lluvias diarias en la España Peninsular”

Para el cálculo de caudales se ha seguido la metodología propuesta por la Instrucción 5.2-IC “Drenaje Superficial”.

### 2.1.1 PERIODOS DE RETORNO

Se dice que el período de retorno de un caudal es T cuando, como media, es superado una vez cada T años. En principio se recomienda adoptar periodos de retorno no inferiores a 25 años en el caso de elementos de drenaje superficial de la plataforma y márgenes, 50 años para pasos inferiores con dificultades para desaguar por gravedad y de 100 años para el caso de obras de drenaje transversal.

### 2.1.2 INTENSIDADES MÁXIMAS EN 24 HORAS

Las precipitaciones máximas en 24 horas se obtienen de las isolíneas que corresponden a la zona estudiada, asociadas a cada periodo de retorno analizado según la publicación “Máximas lluvias diarias en la España Peninsular”.

Se obtienen los siguientes valores de precipitación (mm) en 24 horas para los distintos periodos de retorno.

	Periodo de retorno (años)				
	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
Máximas Lluvias Diarias	118	143	163	185	244

### 2.1.3 CURVAS INTENSIDAD-DURACIÓN

A partir de los resultados obtenidos, precipitación máxima diaria (Pd), se puede construir una curva que relaciona la duración del aguacero con la intensidad de éste y con la máxima intensidad diaria.

$$I_t = I_d \left( \frac{I_1}{I_d} \right)^{\frac{28^{0,1} - t^{0,1}}{28^{0,1} - 1}}$$

siendo:

$I_t$  = intensidad media de la precipitación durante un tiempo  $t$  en mm/h.

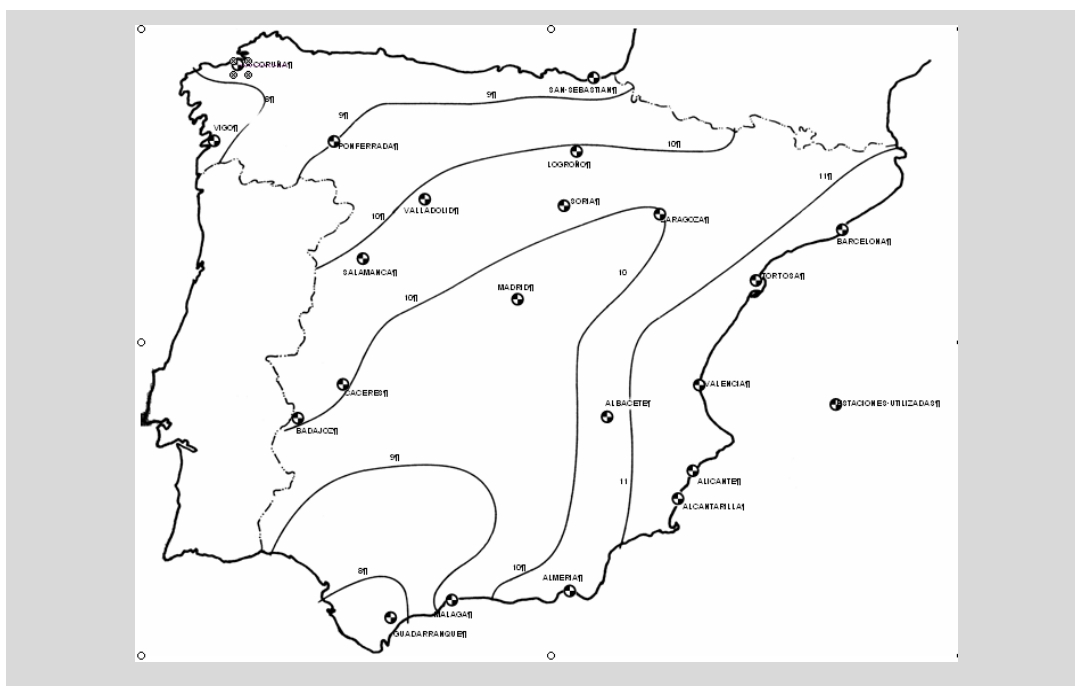
$P_d$  = máxima precipitación total diaria en mm.

$I_d$  = máxima intensidad media diaria =  $P_d/24$  en mm/h.

$I_1$  = máxima intensidad media horaria en mm/h.

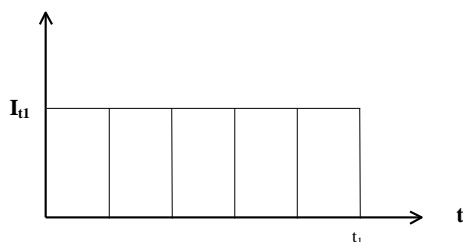
$t$  = duración del aguacero en horas.

La relación  $I_1/I_d$  varía entre 8 y 12 tal y como muestra el mapa de isólineas adjunto. Para la zona de proyecto el valor adoptado es de 8,50.



#### 2.1.4 HIETOGRAMAS DE CÁLCULO

Una vez conocidas las curvas intensidad - duración a aplicar en este caso, se puede establecer el hietograma de cálculo que permita conocer el caudal de diseño en las cuencas.



De acuerdo con el método racional expuesto en la Instrucción 5.2.I.C. del Ministerio de Fomento, la duración del aguacero se hará coincidir con el tiempo de concentración de cada una de las cuencas, y el hietograma de cálculo resultante se considerará uniforme a lo largo de toda esta duración.

#### 2.1.5 CARACTERÍSTICAS DE LAS CUENCAS DRENADAS

Las características de las cuencas drenadas y el cálculo de los caudales de proyecto con los que dimensionar las obras de drenaje implantadas en superficie se adjuntan en el Apéndice nº 6.2. Cálculos Hidráulicos.

Además, en el Apéndice nº 6.1. Cuencas de Aportación, se incluyen los planos de las cuencas interceptadas por las redes de drenaje, indicándose la ubicación de las mismas y su superficie.

## 2.2 TÚNEL EN MINA

Los túneles se diseñan como drenados, es decir, sin contar con posibles cargas hidráulicas desde el punto de vista estructural. Este tipo de solución exige, por tanto, la configuración de una sección permeable de túnel, permitiendo la infiltración de las aguas, que son recogidas y reconducidas al exterior.

Para la determinación del caudal infiltrado se ha empleado el método analítico de Goodman que permite realizar una estimación del orden de magnitud de dicho caudal en régimen estacionario:



$$q = \frac{2 \cdot \pi \cdot k \cdot H}{2,3 \cdot \log\left(\frac{2 \cdot H}{r}\right)}$$

Siendo:

- q Caudal por metro lineal de túnel (m<sup>3</sup>/s ml)
- k Coeficiente de permeabilidad del terreno (m/s)
- H Profundidad desde el nivel freático hasta el centro del túnel (m)
- r radio del túnel (m)

Se muestran a continuación los caudales unitarios obtenidos tras la aplicación del método Goodman en los distintos tramos de túnel en mina considerados y que también se incluye en el Anejo nº 5 Geología y Geotecnia:

Cálculo Infiltración Método Goodman												
PK Inicio	PK Final	Longitud (m)	k (m/s) Ensayo Lungeon	k (m/s)	Sondeo	Cota Terreno	Profundidad N.F. desde boca de Sondeo (m)	Cota Centro del Túnel (m)	H (m)	r (m)	q (m <sup>3</sup> /s m)	q (l/s km)
1+000	1+150	150	1,24E-06	1,E-06	S-1	75	4,5	30	41	5	1,E-04	113,43
1+150	1+340	190	1,63E-07	2,E-07	SM-4	70	4,5	20	46	5	2,E-05	16,08
1+340	1+945	605	2,21E-07	2,E-07	S-2	65	3,5	15	47	5	2,E-05	22,11
2+156	2+300	144	2,50E-06	3,E-06	SM-9	5	1	-5	9	5	1,E-04	110,49
2+300	2+630	330	8,22E-08	8,E-08	S-6	55	5,2	5	45	5	8,E-06	8,03
2+630	2+730	100	5,11E-08	5,E-07	S-7	63	7,8	7,5	48	5	5,E-06	5,20
2+730	2+880	150	2,00E-09	2,E-09	SM-11	44	6	16	22	5	1,E-07	0,127

En vista de los resultados obtenidos se estima como valor del caudal de infiltración medio para todo el tramo de estudio, del orden de **40 litros/s por kilometro de túnel**.

### 2.3 FALSO TÚNEL

El caudal, a drenar en el tramo de la Estación de Pasaia y del falso túnel (PKs 1+934 a 2+156), en la cual se ejecutarán pantallas empotradas en el sustrato rocoso, será el correspondiente al agua que se infiltre por el fondo de la excavación en roca. Se ha estimado mediante la ley de Darcy, cuya expresión analítica es la siguiente:

$$Q = k \cdot A \cdot i$$

Donde

Q es el caudal infiltrado

k es el coeficiente de permeabilidad del terreno

A es el área de la sección transversal

i es el gradiente hidráulico

En este caso se ha considerado un coeficiente de permeabilidad del sustrato rocoso, extraído de los ensayos lugeon realizados en los sondeos S-7 y S-8 en el **Estudio Informativo** realizado por **Saitec**, en el que se empotrarán las pantallas perimetrales del recinto y se encontrará el fondo de la excavación, de  $k = 5,65 \cdot 10^{-9}$  m/s. Este valor es **menor** que el estimado para los suelos (cuaternarios y roca completamente alterada) que recubren al sustrato rocoso:  $k = 1,5 \cdot 10^{-7}$  m/s.

El área de la sección transversal contemplada para la mitad del túnel es la mitad del ancho entre pantallas, cuyo máximo es de 17,5m, por metro lineal.

El gradiente hidráulico se ha calculado considerando que el nivel freático está a una profundidad de 1,30 m, una longitud de pantalla de 17 m (valor mínimo) y que el fondo de excavación se encuentra a 13 m de profundidad (cota máxima de aparición del sustrato rocoso).

Así, el caudal resultante es **Q = 3·10<sup>-2</sup> l/s por km** y pantalla.

## 2.4 ESTACIÓN DE PASAIA

La estación de Pasaia se configura en falso túnel, siendo de aplicación, por tanto, lo mencionado en el apartado anterior 2.3. Falso Túnel.

Por último, en el diseño del drenaje de la estación habrá que tener en cuenta, además, el caudal procedente del servicio de la estación así como de las labores de la limpieza y que se ha estimado en 6 l/s.

## 2.5 ESTACIÓN DE GALTZARABORDA

La estación de Galtzaraborda en esta fase se configura a cielo abierto siendo de aplicación, por tanto, lo establecido en el apartado 2.1. Tramos a Cielo Abierto para la determinación del caudal.

Además se tendrá en cuenta el agua procedente del servicio de la estación y de las labores de limpieza.

A continuación se incluye el cálculo del caudal para las cuencas, cuyo plano se adjunta en el Anexo I.

**CALCULO DE CAUDALES DE ESCORRENTIA (25 años)**

CUENCA	L (km)	J (m/m)	Tc Adoptado (min)	lmax (mm/h)	AREA (Ha)	Po (mm)	C escorrentia	Q. (m3/s)
C-0	0,000	0,00	5,00	214,54	0,01	2,00	0,98	<b>0,0048</b>
C-1,1	0,150	0,02	10,00	154,87	0,35	14,00	0,68	<b>0,1221</b>
C-1,2	0,050	0,40	5,83	199,93	1,15	20,00	0,56	<b>0,4300</b>
C-1,3	0,050	0,40	5,83	199,93	0,39	20,00	0,56	<b>0,1473</b>
C-2	0,180	0,14	7,11	182,26	0,88	20,00	0,56	<b>0,3009</b>

**2.6 SALIDA DE EMERGENCIA DE LA CALLE SASUATEGI**

Para el cálculo de las filtraciones que se producirán en la salida de emergencia se ha seguido el método analítico de Goodman, que permite realizar una estimación del orden de magnitud de dicho caudal en régimen estacionario, igual que en el túnel de línea.

Se muestran a continuación los caudales unitarios obtenidos:

Cálculo Infiltración Método Goodman												
PK Inicio	PK Final	Longitud (m)	k (m/s) Ensayo Lungeon	k (m/s)	Sondeo	Cota Terreno	Profundidad N.F. desde boca de Sondeo (m)	Cota Centro del Túnel (m)	H (m)	r (m)	q (m³/s m)	q (l/s km)
0+000	0+335	335	2,2E-07	2,E-07	S-2	65	3,5	15	47	5	2,E-05	22,11

En vista de los resultados obtenidos se estima como valor del caudal de infiltración medio para todo el tramo de estudio, del orden de **25 litros/s por kilometro de túnel**.

### 3. DESCRIPCIÓN DE LAS REDES DE DRENAJE

Una vez obtenidos los caudales de referencia, se describe en los apartados que siguen la red de drenaje diseñada, habiéndose analizado por separado las diferentes tipologías: túnel en mina, falso túnel, estación de Pasaia, estación de Galtzaraborda y salida de emergencia.

#### 3.1 TRAMO A CIELO ABIERTO

En el presente apartado se describen los elementos de drenaje superficial que forman parte de la solución de drenaje, para el tramo a cielo abierto del tronco de línea y la Estación de Galtzaraborda. La reposición de la urbanización en Pasaia se incluye en el anejo correspondiente a la Estación.

Así, los elementos que constituyen la red de drenaje son:

- Cunetas
- Colectores
- Bajantes

Los cálculos hidráulicos de los diferentes elementos se adjuntan como Apéndice nº 6.2 del presente anejo.

##### 3.1.1 TIPOS DE CUNETAS

Se han empleado los siguientes tipos de cunetas revestidas cuya descripción es la que se adjunta a continuación:

- Cuneta Trapecial CD-1,20: cuneta trapecial con base de 40 centímetros de anchura y 40 centímetros de profundidad con taludes 1(V): 1(H).
- Cuneta de 40 cm de ancho y 25 cm de profundidad, revestida a colocar en la zona de balasto cuya misión es, además de drenar el agua de lluvia que acceda directamente a la plataforma, hacer de tope para la capa de balasto y drenarla mediante la colocación de unos mechinales.

##### 3.1.2 DRENAJE LONGITUDINAL SUPERFICIAL

Para estimar la capacidad de desagüe en estos elementos donde, la pérdida de energía sea debida al rozamiento se utilizará, la fórmula de Manning-Strickler.

$$Q = S R^{2/3} J^{1/2} K U$$

donde:

- Q: es el caudal circundante.
- S: es el área de la sección mojada.
- R: es el radio hidráulico.
- J: es la pendiente de la línea de energía.
- K: es un coeficiente de rugosidad.
- U: es un coeficiente de conversión que depende de las unidades en que se midan Q, S y R.

Las características geométricas cumplirán las condiciones de calado y velocidad de la corriente establecida en el capítulo 4 de la Instrucción 5.2-IC "Drenaje superficial".

### 3.1.3 DRENAJE TRANSVERSAL SUPERFICIAL

En el drenaje transversal se van a utilizar colectores, caños y arquetas.

A continuación se adjunta una tabla resumen y los correspondientes cálculos de las obras de drenaje transversal, en dicho cálculo se han considerado periodos de retorno de 100 años.

Cuenca	Longitud (m)	Q cuenca T=25 años (m3/seg)	Pendiente (%)	DRENAJE	Caudal máximo drenaje (m3/s)	Caudal colector T=100 años (m3/s)	DN COLECTOR (mm)	OBSERVACION
1,1	115	0,12206	2,20	Canaleta vía	0,2000	0,1462	400,00	ODT-2, pendiente mín 0,5%
1,3	100	0,14734				0,1808	500,00	ODT-3, pendiente mín 0,5%
2,0	80	0,30092	0,50	Cuneta 0,5 m	0,4100			

En el Apéndice nº 6.2. Cálculos Hidráulicos del presente Anejo se adjuntan los resultados del cálculo realizado para los distintos elementos que forman parte de las redes de drenaje.

## 3.2 TÚNEL DE LÍNEA

El presente Proyecto contempla la ejecución de un túnel en mina de vía doble en los tramos comprendidos entre los P.P.K.K. 1+000 – 1+864 y 2+156 – 2+880.

El agua que habrá que drenar será la procedente de la infiltración y dependerá de la permeabilidad del macizo rocoso.

El drenaje del túnel comprende dos aspectos claramente diferenciados: el drenaje transversal de la sección y el drenaje longitudinal.

A continuación se van a comentar las principales características de ambos aspectos.

### 3.2.1 DRENAJE TRANSVERSAL

Para recoger el agua que se infiltre a través del sostenimiento se dispondrán bandas drenantes entre dicho sostenimiento y el hormigón de revestimiento, abarcando los hastiales y la bóveda.

Estas bandas drenantes tendrán una anchura de 0,5 metros y la separación entre los ejes de dos bandas sucesivas será de 3 metros.

Estarán constituidas por un núcleo de alta permeabilidad formado por un geotextil drenante de 500 g/m<sup>2</sup> de peso, el cual estará rodeado por una lámina de polietileno de alta densidad de 650 g/m<sup>2</sup> de peso.

En la base de los hastiales, las bandas drenantes terminan en prolongación recta, siendo interceptadas por 3 tubos de 50 mm. de diámetro de PVC cada 3 metros. Estos tubos se disponen con inclinación hacia el exterior de la sección.

Estos tubos llevarán el agua a un canalillo longitudinal de sección semicircular de 50 milímetros de radio que discurre junto al hastial, en los dos pasillos laterales de servicio.

Cada 8 metros una tubería flexible transversal de 50 mm. de diámetro se encargará de servir de desagüe del mencionado canalillo por su fondo. Se situarán también dichos tubos a los lados de las arquetas que es preciso ubicar en los pasillos laterales.

Dichos tubos verterán el agua al canal de 0,30 metros de anchura formado por la plataforma de asiento de la doble vía y los pasillos laterales.

Para desaguar este canal se dispondrán a ambos lados del túnel dos tubos de P.V.C. de 75 milímetros de diámetro que conducirán el caudal que discurre por el canal anteriormente mencionado a las arquetas del túnel situadas cada 25 metros y dicho caudal, se conducirá hacia los pozos de bombeo de la estación. Según sean las pendientes de la rasante en el túnel, se conducirá el agua a través de un tubo de P.V.C. de 250 milímetros de diámetro intercalado con las arquetas mencionadas anteriormente, cada 25 metros, para posteriormente desaguar en los pozos de bombeo.

El agua que pueda acceder a la plataforma de asiento también será desaguada por el canal de 0,30 metros de anchura, formado entre la plataforma y los pasillos laterales.

### 3.2.2 DRENAJE LONGITUDINAL

Para la conducción del agua en sentido longitudinal se dispone de un colector de 250 mm. de diámetro situado en el eje del túnel, entre las dos vías, que ya se ha mencionado al final del apartado anterior.

A lo largo del recorrido de esta tubería se disponen los correspondientes pozos de registro cada 25 metros.

Dada la permeabilidad del macizo atravesado por el túnel de vía doble, estimada en 40 l/s por kilómetro de túnel, los caudales resultantes de los distintos tramos son:

- El primer tramo considerado es el que discurre desde el inicio del túnel de línea (P.K. 1+000) hasta el falso túnel de Pasaia ubicado en el P.K. 1+934. El mencionado tramo discurrirá con pendientes del 4 y 4.24 % siendo su longitud de 934 metros y el caudal procedente de la filtración:

$$40,00 \cdot 0,934 = 37,36 \text{ l/s}$$

- El segundo tramo va desde el falso túnel de la zona de Pasaia P.K. 2+156 hasta la estación de Galtzaraborda en el P.K. 2+880 La longitud de dicho tramo es de 724 metros aproximadamente siendo el caudal de:

$$40,00 \cdot 0,724 = 28,96 \text{ l/s}$$

Para el primer tramo se tendrán en cuenta las aguas procedentes del tramo comprendido entre el PK 0+990 y 1+040 del tramo Herrera-Altza y la aportación de la galería de emergencia.

### 3.3 TRAMO EN FALSO TÚNEL

Se dispone de falso túnel en los tramos comprendidos entre los PKs 1+934 – 1+955 y PKs 2+059 - 2+156.

Por su emplazamiento en terrenos ganados al mar, tienen un nivel freático prácticamente constante y a unos 0.80 metros de la rasante del terreno, por lo que se ha dispuesto una solución no drenada, con pantallas. La contrabóveda se proyecta drenada, para lo que se dispondrán una base de hormigón poroso que permitirá llevar mediante drenes del agua infiltrada hasta los pozos de bombeo.

El sistema de drenaje diseñado para el tramo tiene por objeto conducir y evacuar las aguas procedentes del tramo anterior, así como las mínimas infiltraciones que se puedan producir.

Al igual que en el caso de túnel en mina el drenaje comprende dos aspectos claramente diferenciados: el drenaje transversal de la sección y el drenaje longitudinal.

#### 3.3.1 DRENAJE TRANSVERSAL

Se mantendrá la sección del tramo anterior por homogeneidad constructiva.

Se dispondrá un canalillo longitudinal de sección semicircular de 50 milímetros de radio que discurrirá junto al hastial.

Cada 8 metros dos tuberías flexibles transversales de 75 mm. de diámetro se encargarán de servir de desagüe del mencionado canalillo por su fondo. Se situarán también dichos tubos a los lados de las arquetas.

Dichos tubos verterán el agua a unas canaletas longitudinales y que a su vez desaguan en las arquetas de recogida central del túnel situadas cada 25 metros.

#### 3.3.2 DRENAJE LONGITUDINAL

Los vertidos a la plataforma se drenarán mediante la instalación de dos canaletas rectangulares abiertas situadas en los extremos a lo largo de toda la plataforma y entre el dado de comunicaciones y la propia plataforma.

Estas canaletas serán las encargadas de conducir un posible vertido hasta los tubos transversales de 75 milímetros de diámetro mencionados anteriormente y situados cada 25 metros que conectaran con una arqueta de recogida central.



Las arquetas comunican transversalmente con el colector central de P.V.C. y 250 milímetros de diámetro.

Teniendo en cuenta el valor de infiltración mencionado en el apartado 2.3. del presente anejo, se toma un valor de 0.06 l/s por kilómetro de falso túnel. Así, el caudal a evacuar es de:

- Entre los PKs 1+934 – 1+955, con una longitud, por tanto, de 21 metros. Dicho tramo discurrirá con una pendiente del 0% siendo el caudal a evacuar:

$$0,06 \cdot 0,021 = 0,001 \text{ l/s}$$

- Entre los PKs 2+059 – 2+156, con una longitud, por tanto, de 97 metros. Dicho tramo discurrirá con una pendiente del 0,5 % siendo el caudal a evacuar:

$$0,06 \cdot 0,097 = 0,006 \text{ l/s}$$

Este caudal se desaguará mediante tubos dren de 250 mm de diámetro bajo la contrabóveda. Además se dispondrán pasamuros en la losa de fondo para evitar que la misma entre en carga. Se trata de drenes verticales de diámetro 200 mm separados cada 15 metros, a ambos lados del eje de la vía.

### 3.4 ESTACIÓN DE PASAIA

El agua a drenar de la estación de Pasaia tendrá tres orígenes distintos:

- Infiltración procedente del agua freática, que al igual que en el caso del falso túnel será mínima, por ejecutarse entre pantallas.
- Agua procedente del exterior a través de los diferentes pozos de ventilación
- Agua procedente de la red de abastecimiento de la estación

La mínima cantidad de agua que pudiera infiltrarse por las juntas de los diferentes paneles de la pantalla se recogen en:

- La canaleta que se forma en el bajo andén junto a la pantalla a la cual se le da una pendiente hacia el pozo de bombeo más próximo. Este canal también es el encargado de recoger el agua de limpieza de los andenes de la estación.

El agua que acceda a través de los pozos de ventilación se recoge en solera dando a la misma una pendiente del 2% y disponiendo una rejilla. El agua así recogida se conducirá hasta una arqueta

ubicada en solera a partir de la cual se conducirá al colector central y desde este al pozo de bombeo que corresponda.

Por último, se estima que el caudal máximo a desaguar procedente del servicio de la estación así como de las labores de limpieza serán de 6 l/s. Esta agua superficial se drenará a través de las canaletas longitudinales ubicadas en la vía en placa.

De esta manera el caudal a drenar será:

- Agua procedente de la infiltración del terreno, siendo el caudal a evacuar el que se muestra a continuación:

$$0,06 \cdot 0,104 = 0,006 \text{ l/s}$$

- Agua procedente de la limpieza de estación, cuyo caudal se estima en 6 l/s.
- Agua que accede a través de los pozos de ventilación.

$$C-0: 4,80 \text{ l/s}$$

### 3.5 SALIDA DE EMERGENCIA CALLE SASUATEGI

Tal y como se ha comentado en apartados anteriores, el agua que acceda a la salida de emergencia de la calle Sasuategi tendrá dos orígenes distintos:

- Agua procedente de la infiltración freática
- Agua que acceda directamente al interior del recinto a través del pozo de ventilación

En los apartados que siguen se determina el caudal que es necesario evacuar atendiendo a los diferentes orígenes.

#### 3.5.1 AGUA QUE ACCEDE DIRECTAMENTE AL POZO

Respecto al agua de lluvia, caerá directamente sobre la rejilla y dicha agua será drenada por medio de los elementos de drenaje dispuestos a tal efecto.

Dado que las longitudes a recorrer por el agua desde el exterior son reducidas se tomará el valor de la intensidad correspondiente a un tiempo de concentración de 5 minutos por ser el más desfavorable (214 mm/h).

Aplicando lo establecido en el apartado 2.1. Tramos a Cielo Abierto y considerando que la superficie a drenar tiene 48 m<sup>2</sup> aproximadamente, se establece que el caudal a drenar es de 3,4 l/s.

El agua de lluvia que acceda directamente a través de la rejilla se recogerá por medio de un canal semicircular de 0,15 metros de radio existente en el fondo del conducto de ventilación. El agua caída en la solera accederá al canal debido a la pendiente de 1,5 % transversal a la misma.

Una vez que el agua esté en el canal semicircular de 0,15 metros se recoge por una arqueta-canaleta y llega al entronque con el túnel por medio de un tubo de P.V.C. de 200 milímetros de diámetro donde también se recogerá el agua que llega de la impermeabilización de la cámara.

### 3.5.2 AGUA PROCEDENTE DE LA INFILTRACIÓN FREÁTICA

La salida de emergencia de Sasuategi tiene un desarrollo de 207 metros de longitud, por lo que el caudal a evacuar es el que se muestra a continuación:

$$25 \times 0,207 = 5,17 \text{ l/s}$$

Este caudal se recoge por medio de dos canales semicirculares de radio 0,15 metros, situados uno a cada lado de la cámara.

Desaguando en el tubo de 200 milímetros que lo conduce hasta la red exterior.

El máximo caudal a desaguar por estos tubos de 200 milímetros de diámetro con pendiente mínima, siendo este caso la más desfavorable, es de 27 l/s por lo que se deduce que las dimensiones consideradas resultan válidas.

## 3.6 CONEXIÓN ENTRE TRAMOS DE DIFERENTE TIPOLOGÍA

Una vez descritas las diferentes tipologías que conforman el tramo objeto de estudio y descritas las soluciones de drenaje para cada una de ellas, es necesario analizar la validez de la interacción entre ellas.

A efectos del presente anejo se entiende por interacción entre diferentes tipologías el trasvase de caudal de un tramo diferenciado a otro.

Así, existirán las conexiones que se detallan en los apartados que siguen. Se incluye, además, una tabla esquemática de red.

Esquema de Red	Tramo		Características del tramo	Conexiones		Pendiente Longitudinal	Orígenes del Agua drenada	Caudal estimado en cada tramo (l/s)	Observaciones
	PK inicio	PK fin		Tramo anterior	Tramo posterior				
↓	1+000	1+136	Túnel en mina	Túnel en mina	Túnel en mina	-4%	Agua procedente del tramo anterior PK 0+990 a PK1+040 Agua procedente de infiltración	2,00 5,44	El agua se conduce por un colector central hasta el punto de conexión con otro tramo
↓	1+136	1+934	Túnel en mina	Túnel en mina	Falso Túnel	-4,24%	Agua procedente del tramo anterior Agua procedente de infiltración Agua procedente Salida Emergencia	7,44 31,92 6,40	El agua se conduce por un colector central hasta el punto de conexión con otro tramo
↓	1+934	1+955	Falso túnel	Túnel en mina	Estacion Pasaia	0%	Agua procedente del tramo anterior Agua procedente de infiltración	45,76 0,001	El agua se conduce por un colector central hasta el pozo de bombeo del extremo de la Estación
Pozo Bombeo			Testero Altza					<b>51,16</b>	
-----	1+955	2+059	Estación Pasaia	Falso Túnel	Falso Túnel	0%	Agua procedente del tramo anterior Agua procedente de infiltración Agua procedente limpieza estacion Agua exterior pozos ventilación Agua procedente del tramo anterior	45,76 0,006 6,00 4,80 28,97	Todo el agua recogida en la estación se desagua en un colector central, el cual desagua en pozos de bombeo situados en los extremos
Pozo Bombeo			Testero Galtzaraborda					<b>34,37</b>	
↑	2+059	2+156	Falso túnel	Estacion Pasaia	Túnel en mina	0%	Agua procedente del tramo anterior Agua procedente de infiltración	28,96 0,006	El agua se conduce por un colector central hasta el pozo de bombeo del extremo de la Estación
↑	2+156	2+314	Túnel en mina	Falso Túnel	Túnel en mina	0,50%	Agua procedente del tramo anterior Agua procedente de infiltración	22,64 6,32	El agua se conduce por un colector central hasta el punto de conexión con otro tramo
↑	2+314	2+880	Túnel en mina	Túnel en mina	Cielo Abierto	4,50%	Agua procedente del tramo anterior Agua procedente de infiltración	0,00 22,64	El agua se conduce por un colector central hasta el punto de conexión con otro tramo
Pozo Bombeo			Emboquille Pasaia					<b>270,00</b>	
↑	2+880	2+994	Estación Galtzaraborda	Túnel en mina	Cielo Abierto	2,20%	Agua procedente de cielo abierto	270,00	El agua se conduce por cunetas laterales hasta el pozo de bombeo. El agua de la vaguada se conduce a la Regata Alaberga.

### 3.6.1 CONEXIÓN FALSO TÚNEL Y TÚNEL

Los tramos diseñados en falso túnel se corresponden con zonas donde necesariamente el trazado ha de situarse próximo a la superficie, como sucede en las proximidades de la estación de Pasaia y Galtzaraborda. Una vez superadas estas zonas el trazado busca profundizar con el menor desarrollo posible en la roca sana, permitiendo así, el pase de sección en falso túnel a túnel en mina.

Es por ello que, tal y como se aprecia en el anterior esquema de red, los tramos con sección en falso túnel conectan con los tramos en túnel en mina desagando el caudal que recogen en los mismos.

Debe comprobarse por tanto, que la solución de drenaje ideada para los tramos de túnel en mina es válida para el desagüe de los caudales mostrados en la anterior tabla, donde se tiene en cuenta la circunstancia mencionada anteriormente.

Así, los caudales de infiltración calculados son conducidos por un colector de 250 mm. de diámetro. En todo el trazado proyectado el caudal máximo que puede desaguar dicho colector con una pendiente de 0,5% en el tramo más desfavorable, es de 49,7 l/s. El caudal máximo previsto a desaguar en el testero del lado Galtzaraborda es de 28,97 l/s, por lo que se deduce que el colector podrá evacuar las aguas recogidas sin problema. En el caso del testero del lado Altza, el caudal a desaguar son 45,76 l/s, por lo que también es suficiente.

Para asegurar una buena conexión entre ambos colectores longitudinales, se dispondrá de una arqueta al final de un tramo e inicio de otro de diferente tipología.

### 3.6.2 CONEXIÓN TRAMO A CIELO ABIERTO Y FALSO TÚNEL EN GALTZARABORDA

Se ha dispuesto un pozo de bombeo que evite que el agua procedente de cielo abierto penetre en el túnel.

## 3.7 DIMENSIONAMIENTO DE LOS POZOS DE BOMBEO

El tramo considerado en el presente Proyecto Constructivo cuenta con 3 pozos de bombeo, a saber:

- 2 pozos de bombeo en testeros de estación de Pasaia
- 1 pozo de bombeo en Galtzaraborda.

### 3.7.1 CAUDAL DE DISEÑO

Se muestran a continuación los caudales totales de agua que será necesario evacuar por cada pozo de bombeo considerado en el presente proyecto:

- Pozo de Bombeo Estación Pasaia Testero lado Altza: 51,16 l/s
- Pozo de Bombeo Estación Pasaia Testero lado Galtzaraborda: 34,37 l/s
- Pozo de Bombeo en Galtzaraborda: 270 l/s

En vista de los caudales obtenidos, las dimensiones de los pozos de bombeo deben alojar **tres bombas** en el pozo de bombeo previsto en la estación de Galtzaraborda y **dos bombas** en el resto de pozos de bombeo considerados.

En el apéndice 6.3 se incluye el cálculo estructural del pozo de bombeo a disponer en Galtzaraborda.

### 3.7.2 ALTURA DE BOMBEO

Se muestra a continuación las alturas geométricas de cada pozo de bombeo:

Pozo de Bombeo	Cota Rasante	Cota Solera de Pozo Bombeo	Cota de calle	Altura Geométrica (m)
Estación de Pasaia Testero Altza	-9,70	-16	+1,81	17,81
Estación de Pasaia Testero Galtzaraborda	-9,699	-16	+3,07	19,07
Estación de Galtzaraborda	+16,109	+12	+18	6

### 3.7.3 TUBERÍAS DE IMPULSIÓN DE AGUA DE DRENAJE

#### 3.7.3.1 ESTACIÓN DE PASAIA

Se ha previsto para los pozos de bombeo ubicados en la estación de Pasaia, dos tuberías de impulsión de acero de 200 milímetros de diámetro. Ambas parten del pozo de bombeo correspondiente, salen por un lateral de la estación cruzando las pantallas y se dirigen a la ría de Molinao, vertiendo en carga.

### 3.7.3.2 ESTACIÓN DE GALTZARABORDA

Se ha previsto para el pozo de bombeo ubicado en la estación de Galtzaraborda tuberías de impulsión de acero de 300 milímetros de diámetro. Dicha tubería parte del pozo de bombeo y se conducirá hasta una arqueta de rotura de carga antes de su enganche a la red de saneamiento municipal de Errentería.





## **APÉNDICE Nº 6.1. CUENCAS DE APORTACIÓN**



## **APÉNDICE Nº 6.2. CÁLCULOS HIDRÁULICOS**



## **APÉNDICE Nº 6.3. CÁLCULO POZO BOMBEO GALTZARABORDA**