



## ESTUDIO INFORMATIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO



Anejo nº 5. HIDROLOGÍA Y DRENAJE

Estudio Informativo de la Línea 5 del Ferrocarril Metropolitano de Bilbao

---

## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>CONDICIONANTES HIDRÁULICOS EN ALTERNATIVA 1.....</b>	<b>6</b>
2.1	Inundabilidad actual .....	6
2.2	Situación básica del suelo .....	8
2.3	Condicionantes normativos.....	8
2.4	Posibles actuaciones para la reducción de la inundabilidad actual.....	9
2.5	Conclusión .....	13
<b>3</b>	<b>CONDICIONANTES HIDRÁULICOS EN ALTERNATIVA 2.....</b>	<b>14</b>
<b>4</b>	<b>DRENAJE DE LOS TÚNELES.....</b>	<b>15</b>
4.1	Introducción.....	15
4.2	Descripción general del sistema.....	15
4.2.1	Infraestructura .....	15
4.3	Cálculos .....	16
	Apéndice .....	17

## Estudio Informativo de la Línea 5 del Ferrocarril Metropolitano de Bilbao

### 1 INTRODUCCIÓN

El presente anexo tiene por objeto describir las soluciones concebidas para el drenaje de las obras incluidas en el Estudio Informativo de la conexión de la Línea 5 del Metro de Bilbao con la línea de Euskotren y los condicionantes hidrológicos que afectan a alguna de las alternativas.

Las alternativas incluidas en el Estudio discurren en túnel en todo su trazado salvo en el punto final de conexión con la futura línea de Euskotren existente, por lo que las principales afluencias de agua provienen de las infiltraciones que puedan producirse desde el terreno al interior de los túneles y desde la superficie de la calle a través de las rejillas de ventilación pero en la Alternativa 1 la cercanía al río Ibaizabal supone un condicionante fundamental que afecta al tramo en desmonte de transición entre el túnel y la conexión con la línea de Euskotren existente.

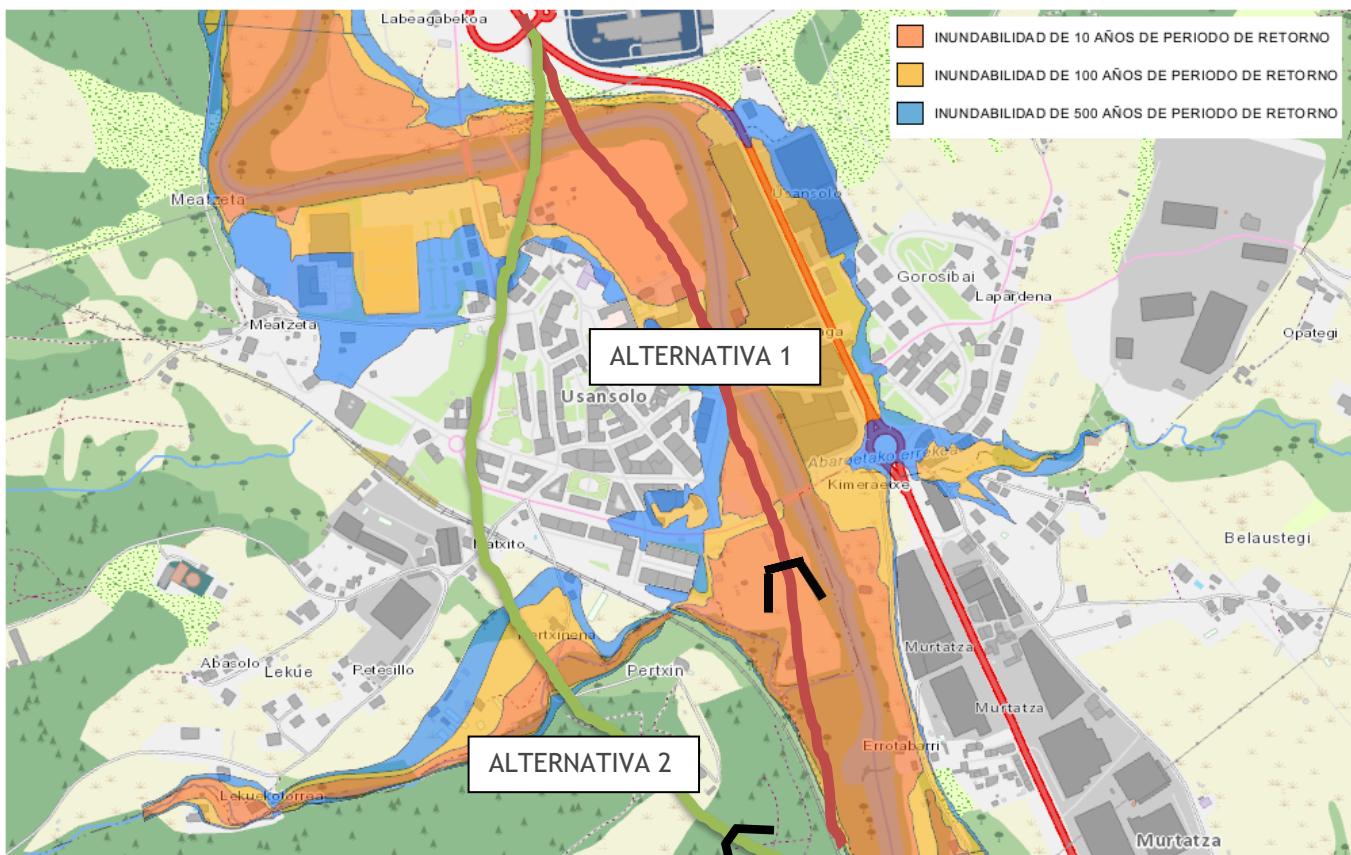


Figura 1. Mapa de inundabilidad de la zona del proyecto (fuente geoeuskadi) y alternativas de trazado

La Alternativa 2 discurre en túnel en las zonas donde existe riesgo de inundación y sólo discurre en superficie en la zona más cercana a Bedia donde dicho riesgo no existe. Por lo tanto la Alternativa 2 no presenta condicionantes de riesgo de inundabilidad al contrario que la Alternativa 1 , en el siguiente punto se analiza dicho riesgo para la Alternativa 1.

## Estudio Informativo de la Línea 5 del Ferrocarril Metropolitano de Bilbao

### 2 CONDICIONANTES HIDRÁULICOS EN ALTERNATIVA 1

#### 2.1 Inundabilidad actual

El área objeto de estudio se centra en la zona del emboque del túnel que discurre paralelo al cauce del río Ibaizabal y la parte en superficie del trazado.

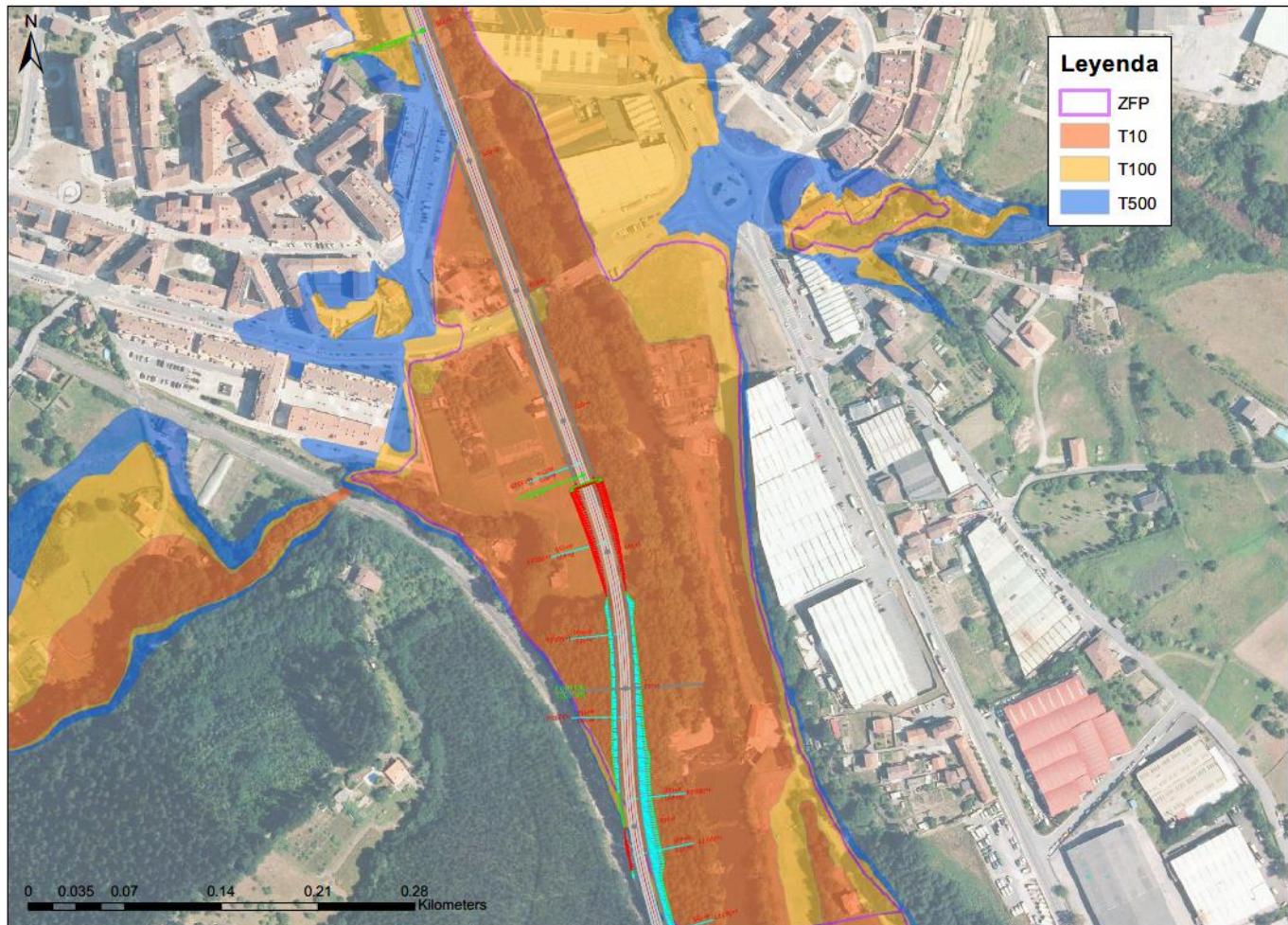


Figura 2. Inundabilidad vigente en la zona aérea de la traza preliminar de la alternativa 1.

En la caracterización de la inundabilidad vigente realizada por la Agencia Vasca del Agua (URA), que puede consultarse en su visor <http://www.uragentzia.euskadi.net/appcont/gisura/> puede observarse como el ámbito presenta un elevado grado de inundabilidad, con afección para avenidas de alta recurrencia (periodo de retorno de 10 años) y se encuentra en su totalidad dentro de la Zona de Flujo Preferente (ZFP).

La cartografía definida está apoyada en evidencias históricas. La recreación de la lámina de agua alcanzada en el evento acaecido en 1983 cuya magnitud en la cuenca del Ibaizabal puede asimilarse a un periodo de retorno de 500 años es similar a la definición detallada de la avenida de 500 años.

## Estudio Informativo de la Línea 5 del Ferrocarril Metropolitano de Bilbao

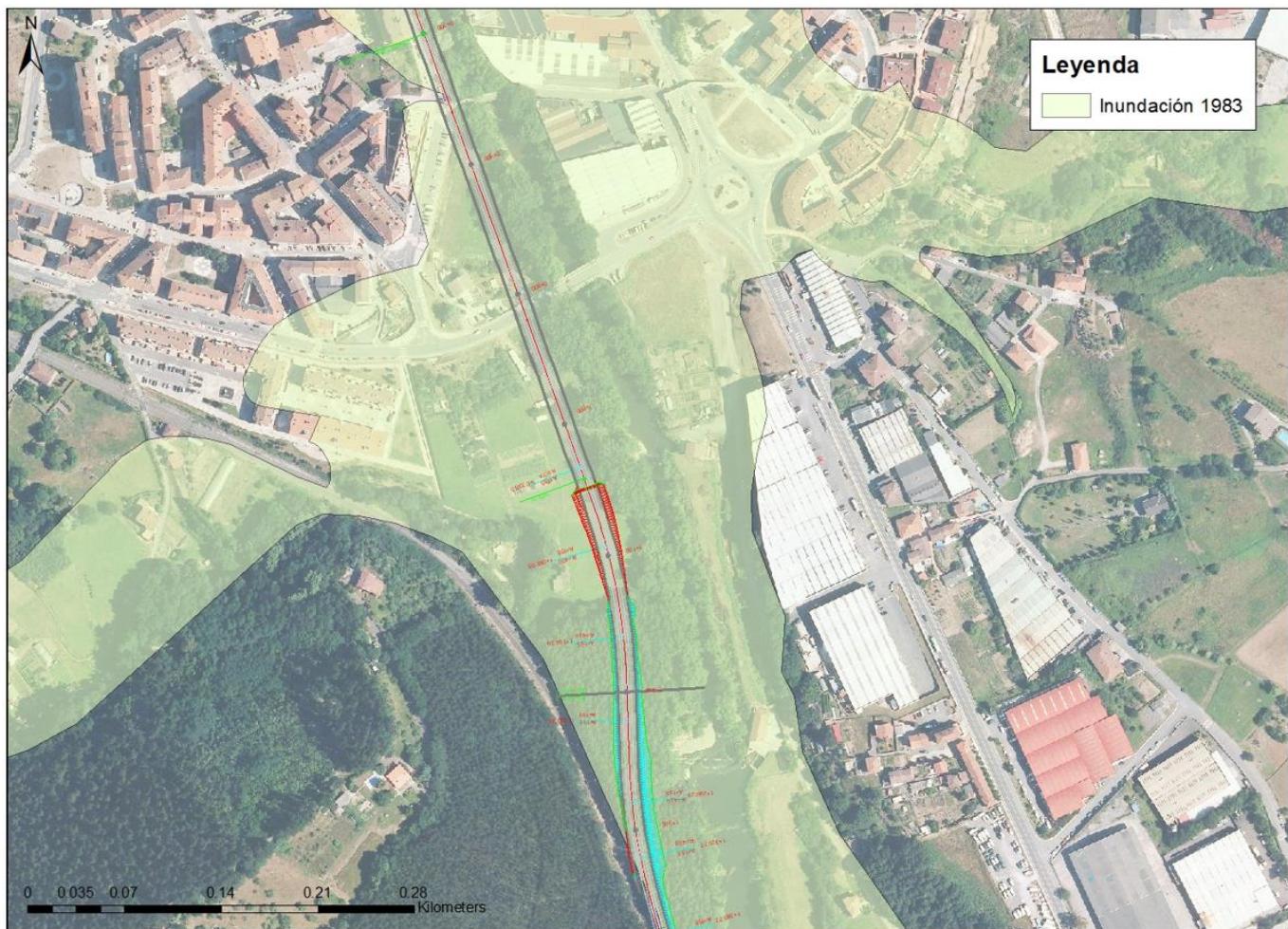


Figura 3. Extensión recreada de la avenida registrada en 1983

En 2010, se produjo un evento en la cuenca en el que la estación de Amorebieta, aguas arriba de la confluencia del Ibaizabal con el Arratia, registró un caudal punta de  $335 \text{ m}^3/\text{s}$ , que según el ábaco del Plan Hidrológico de la DHO supone un periodo de retorno ligeramente superior a 10 años. Este evento produjo la entrada en carga del puente de enlace con la N-240 inmediatamente aguas abajo de la zona de interés.

Este fenómeno se observa también para la avenida de 10 años en el modelo hidráulico usado para la definición de la cartografía.

Las secciones transversales en el emboquille y en la transición entre desmonte y terraplén de la traza, cuentan con las siguientes características consultadas en el Sistema de Información del Agua de URA.

Periodo de retorno (años)	Caudal ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	zona del emboquille		zona de transición terraplén-excavación	
		Cota (m)	Calado* (m)	Cota (m)	Calado* (m)
10	491	50,73	0,73	50,81	2,09
100	696	52,17	2,17	52,17	3,45
500	1058	54,03	4,03	54,00	5,28

\*Calado medido sobre el terreno natural lidar 2013 (Fuente Geoeuskadi)

## Estudio Informativo de la Línea 5 del Ferrocarril Metropolitano de Bilbao

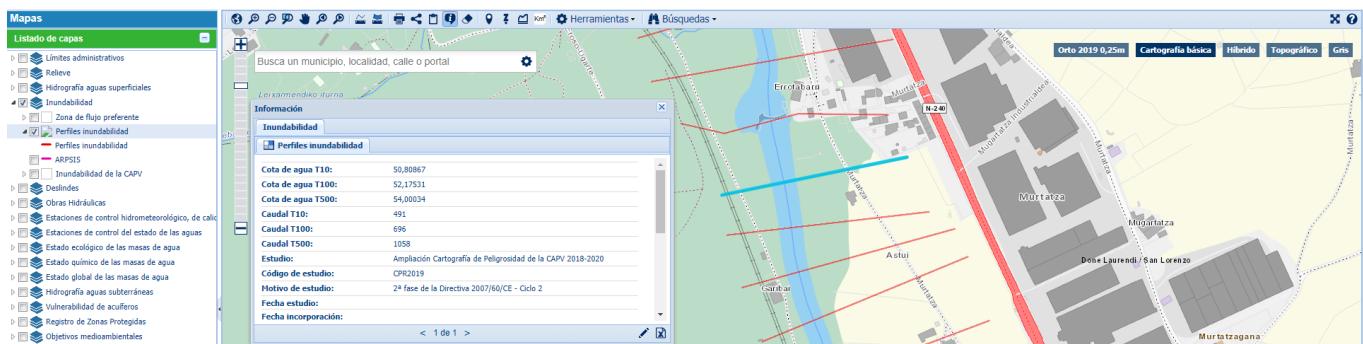


Figura 4. Consulta Sistema de Información del Agua de URA. Sección coincidente en la transición desmonte - terraplén

## 2.2 Situación básica del suelo

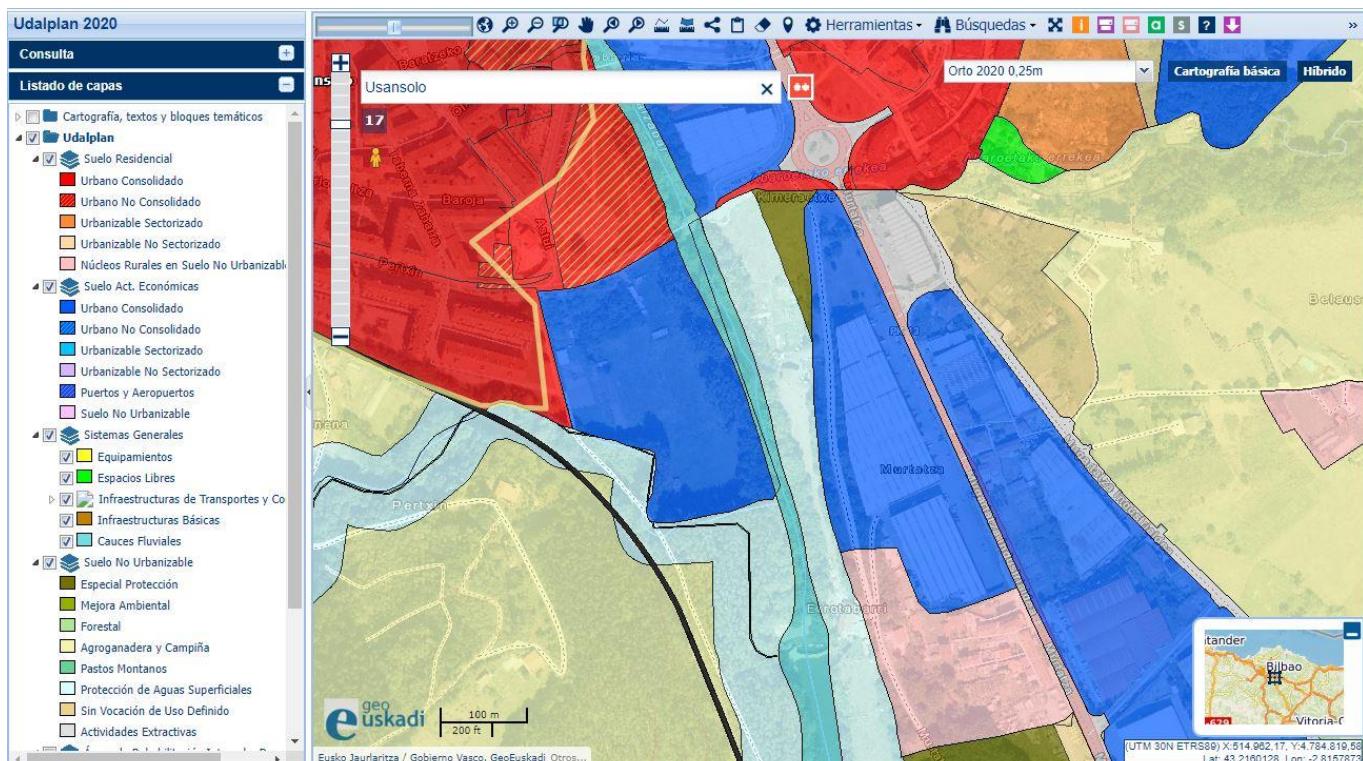


Figura 5. Situación básica del suelo según Udalplan

Según Udalplan el emboquille ocupa una parcela con suelo urbano consolidado, si bien parte del trazado que discurre por la llanura del río Ibaizabal, paralelo a este, ocupa un área no urbanizable calificado como Protección de Aguas Superficiales.

## 2.3 Condicionantes normativos

El Anexo I. Disposiciones Normativas del Plan Hidrológico de la parte española de la DH del Cantábrico Oriental vigente, en concordancia con el Reglamento de Dominio Público Hídrico (Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hídrico), aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril) y la Ley de Aguas Estatal (Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas) y del País Vasco (Ley 1/2006, de 23 de junio, de Aguas.), establece en su Artículo 40. Limitaciones a los usos en la zona de policía inundable:

## Estudio Informativo de la Línea 5 del Ferrocarril Metropolitano de Bilbao

1. De conformidad con el artículo 11.3 del TRLA, sin perjuicio de lo que establezca el Plan de Gestión del Riesgo de Inundación de la parte española de la demarcación hidrográfica del Cantábrico Oriental para el periodo 2015-2021, independientemente de la situación básica de suelo de los terrenos con riesgo de inundación de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 21 del texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana, en los apartados siguientes se establecen las limitaciones en el uso de la zona de policía inundable.

2. De conformidad con el artículo 9.2 del RDPh en la zona de flujo preferente sólo podrán ser autorizados por la Administración Hidráulica los usos y actividades permitidos en esta zona que no presenten vulnerabilidad frente a las avenidas y que no supongan una reducción significativa de la capacidad de desagüe de dicha zona. Consecuentemente, con carácter general, en esta zona no podrán ser autorizados:

- a) Garajes subterráneos y sótanos.
- b) Las acampadas, en ningún caso.
- c) Nuevas edificaciones, cualquiera que sea su uso, incluyendo centros escolares o sanitarios, residencias geriátricas o de personas con discapacidad, parques de bomberos, instalaciones de los servicios de Protección Civil, estaciones de suministro de carburante, granjas y criaderos de animales.
- d) Obras de reparación de edificaciones existentes que supongan una alteración de su ocupación en planta o de su volumen o el cambio de uso de las mismas que incremente su vulnerabilidad frente a las avenidas.
- e) Cerramientos y vallados que no sean permeables, tales como los cierres de muro de fábrica de cualquier clase.
- f) Invernaderos.
- g) Rellenos que modifiquen la rasante actual del terreno y supongan una reducción significativa de la capacidad de desagüe.
- h) Acopios de materiales o residuos de todo tipo.
- i) Instalaciones de aparcamientos de vehículos en superficie así como garajes sobre rasante en los bajos de edificios.
- j) Infraestructuras lineales diseñadas de modo tendente al paralelismo con el cauce, con excepción de las de saneamiento, abastecimiento y otras canalizaciones subterráneas que, en todo caso, salvo zonas puntuales en que no exista solución viable, deberán situarse fuera de la zona de servidumbre del dominio público hidráulico.

### 2.4 Posibles actuaciones para la reducción de la inundabilidad actual

Se han evaluado actuaciones que permitan la reducción de la lámina de agua, la ampliación del cauce por la margen izquierda hasta la nueva traza y bajo el puente de enlace a la N-240, que sería sustituido siendo necesaria además la disposición de una mota con alturas superiores a los 2,5m para la defensa frente a avenidas de 100 años.

### 2.5 Posibles actuaciones para la defensa de la alternativa 1

Las alturas medias de agua alcanzadas junto a la traza para la avenida de 500 años son de 5 m. Se desecha la adopción de una defensa longitudinal y se busca la cobertura del trazado en un falso túnel hasta la zona fuera de la influencia de la avenida de 500 años.

## Estudio Informativo de la Línea 5 del Ferrocarril Metropolitano de Bilbao

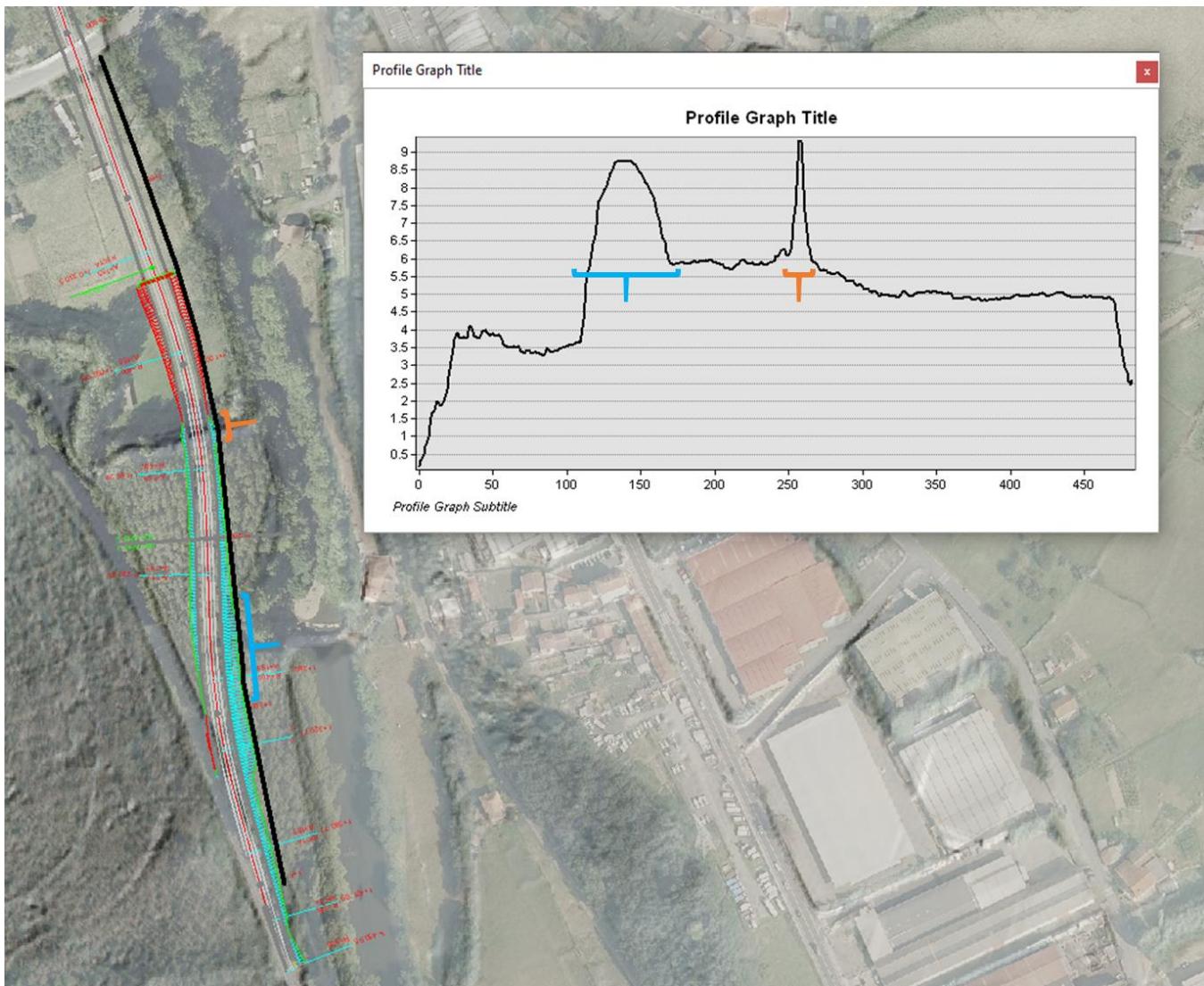


Figura 6. Perfil de los calados de la avenida de 500 años junto a la traza.

El efecto de disposición de una barrera en la llanura de inundación lleva a una sobreelevación en torno a 30 cm

## Estudio Informativo de la Línea 5 del Ferrocarril Metropolitano de Bilbao

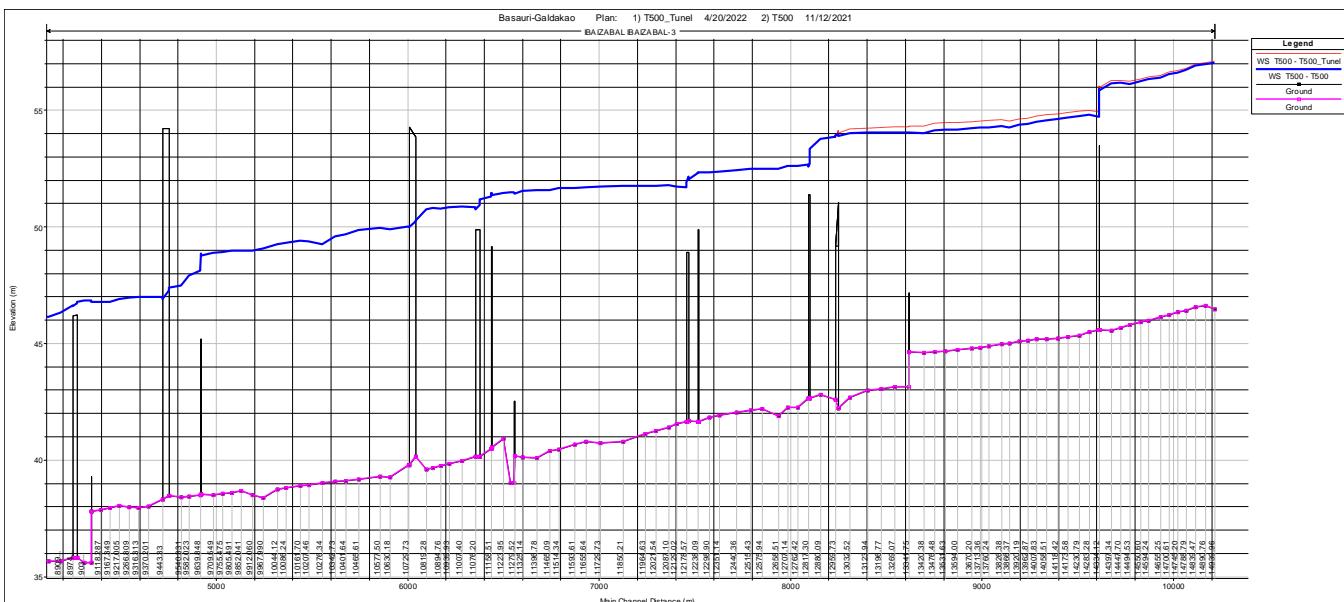


Figura 7. Efecto de las actuaciones previstas en la alternativa 1 sobre la lámina de la avenida de 500 años.

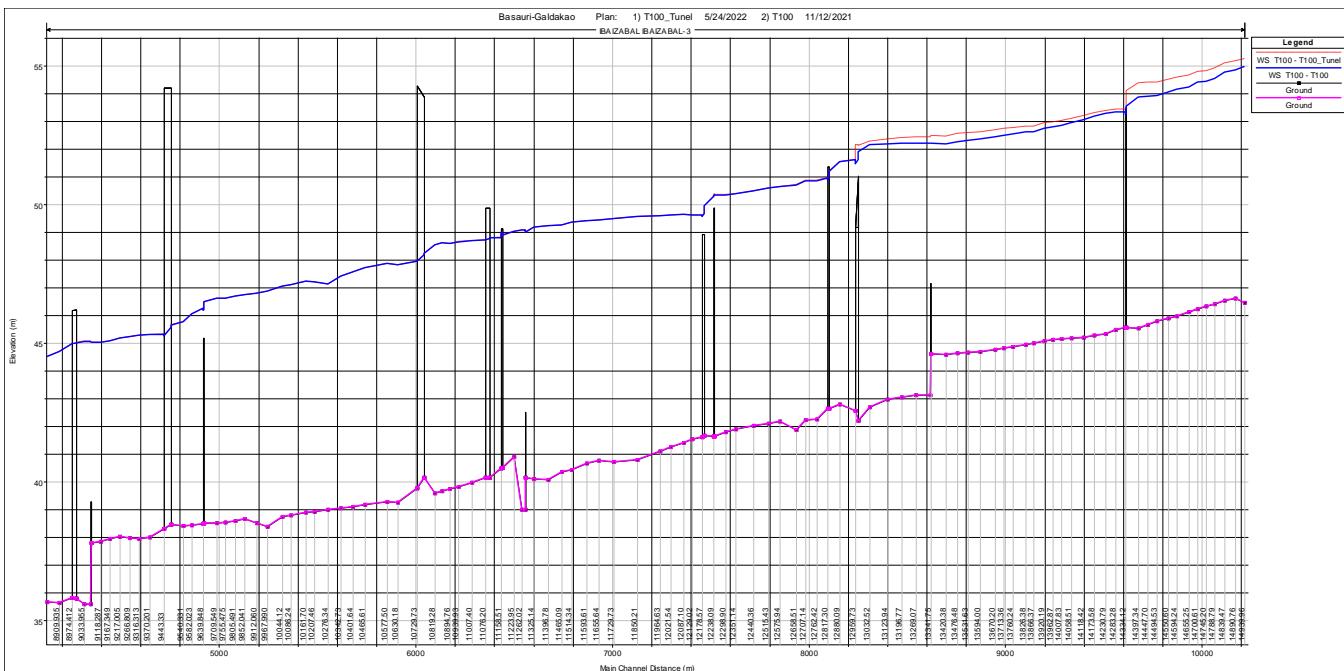


Figura 8. Efecto de las actuaciones previstas en la alternativa 1 sobre la lámina de la avenida de 100 años.

Estudio Informativo de la Línea 5 del Ferrocarril Metropolitano de Bilbao

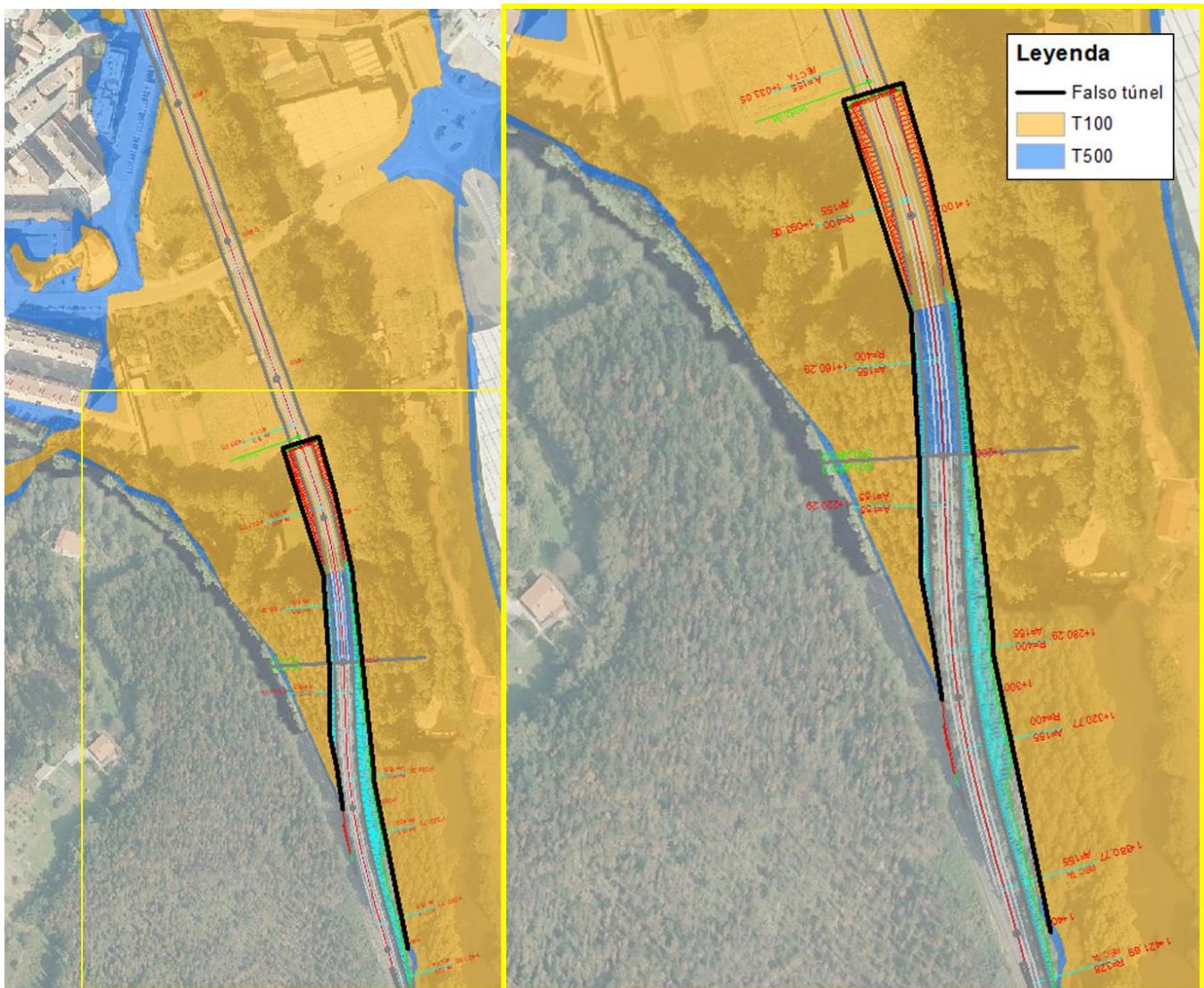


Figura 9. Zona inundable tras la implantación del falso túnel. Periodos de retorno de 100 y 500 años.

## Estudio Informativo de la Línea 5 del Ferrocarril Metropolitano de Bilbao

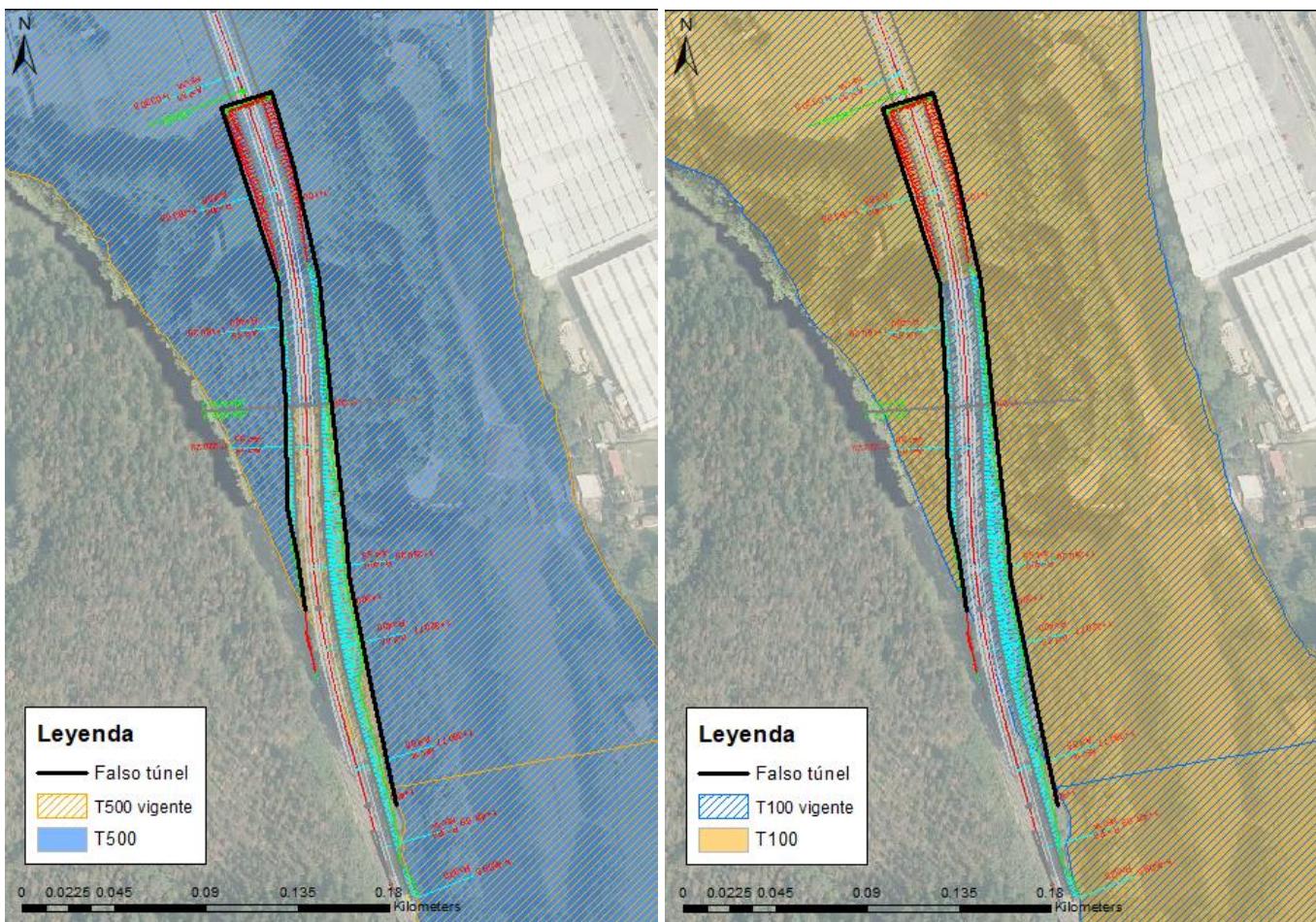


Figura 10. Zona inundable tras la implantación del falso túnel y vigente. Periodo de retorno de 500 años (izquierda) y 100 años (derecha).

### 2.6 Conclusión

Tras el análisis de la problemática se observan condicionantes normativos e hidráulicos para la alternativa analizada, si bien, esta podría ser viable adoptando las actuaciones para la defensa de la alternativa 1 consideradas.

## Estudio Informativo de la Línea 5 del Ferrocarril Metropolitano de Bilbao

### 3 CONDICIONANTES HIDRÁULICOS EN ALTERNATIVA 2

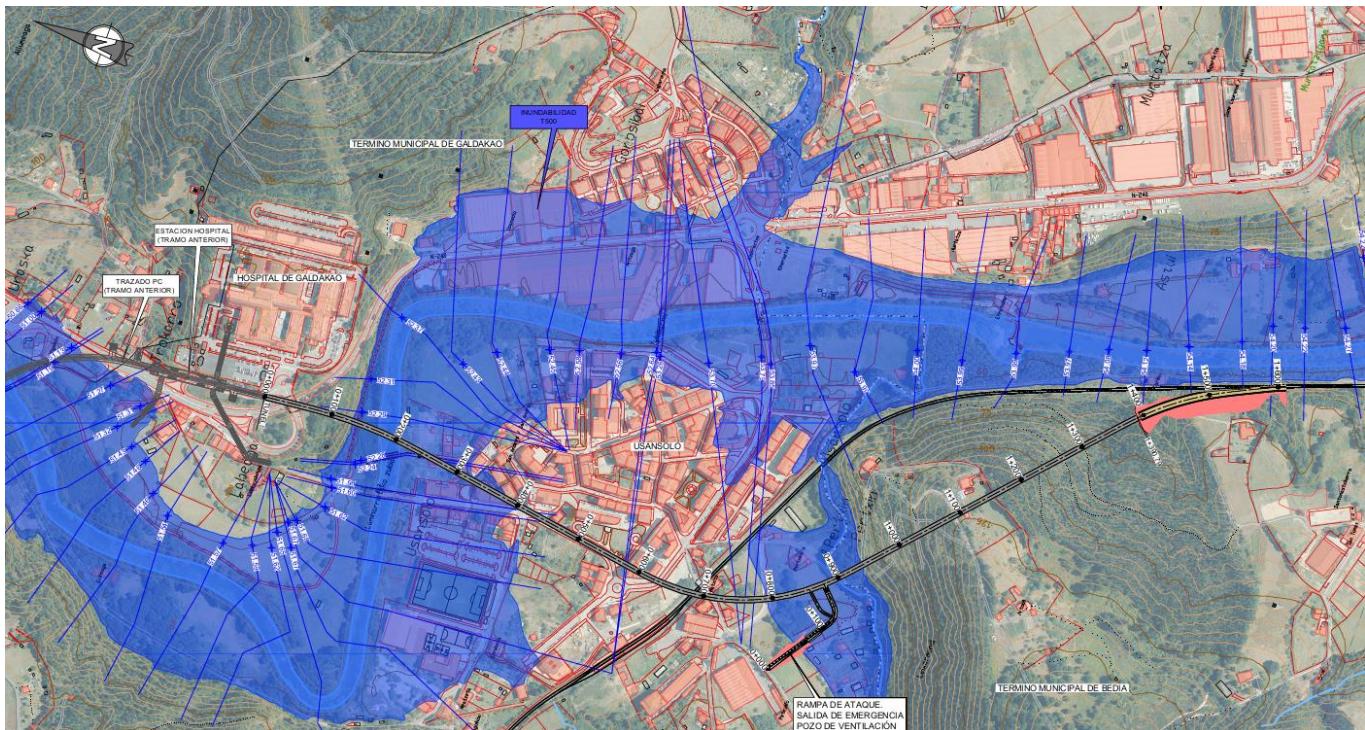


Figura 11. Inundabilidad vigente en la zona aérea de la traza. Alternativa 2.

La alternativa 2 no afronta condicionantes debidos a inundación, el trazado que parte de la vía actual y desvía hacia la parte alta del territorio evita las interacciones con la zona inundable de la llanura del río Nerbioi.

## Estudio Informativo de la Línea 5 del Ferrocarril Metropolitano de Bilbao

### 4 DRENAJE DE LOS TÚNELES

#### 4.1 Introducción

La función del Sistema de Drenaje de Infiltraciones es evacuar hacia el interior del sistema los caudales de agua procedentes de filtraciones a través de paramentos, y los aportados por lluvias de forma directa a través de las rejillas de descarga de chimeneas de ventilación, accesos a estaciones y bocas de túneles. El sistema de bombeo descarga el agua evacuada a la red de alcantarillado más próxima.

#### 4.2 Descripción general del sistema

El Sistema de Drenaje de Infiltraciones se compone de una infraestructura de obra civil y de las instalaciones electromecánicas propiamente dichas.

##### 4.2.1 Infraestructura

La infraestructura de obra civil tendrá como función captar el agua que penetre en el interior del sistema a través de paramentos, rejillas de chimeneas de ventilación o cañones, conduciéndola por gravedad a través de canalizaciones o tuberías hasta los pozos o estaciones de bombeo.

En los túneles, entre el sostenimiento primario y el revestimiento de hormigón en masa se prevé la disposición de un drenaje de forma que se evite la existencia de presiones importantes de agua sobre el revestimiento.

En el sistema clásico del Metro de Bilbao, en las obras subterráneas, el agua se drena en el paramento exterior de los revestimientos; evitando que la presión hidrostática supere un cierto valor, mediante la colocación de una banda drenante dispuesta a intervalos regulares y mechinales que conduzcan el agua interceptada al interior del túnel y dirigido mediante pequeños tubos desde los hastiales hasta el centro del túnel donde se ubica el colector de drenaje encargado de permitir que el agua llegue hasta los puntos de bombeo en las estaciones o en los pozos previstos a tal efecto en los puntos bajos del trazado. El fondo del pozo de recogida presentará pendientes con caída hacia la zona de las motobombas, en la que el fondo será horizontal. Una vez allí el agua se bombea hasta la red de agua limpia de la superficie.

Este sistema se ha mostrado eficaz en un terreno como el de Bilbao en el que la presencia de agua en el terreno es pequeña. La principal ventaja es la de conseguir reducir la carga actuante sobre los revestimientos, pudiendo ejecutar los mismos en hormigón sin armadura.

Se dispone de un solo tipo de estación de bombeo, dotada con 2 motobombas, en la que una de ellas es la principal quedando la otra de reserva.

Los pozos se han dimensionado en función del caudal de agua máxima que se ha calculado que pueda afluir a ellos. En este Estudio Informativo se ha considerado una dimensión máxima de pozo. En futuros proyectos se podrá ajustar el tamaño de cada pozo en función del caudal esperado en cada uno.

Las dimensiones del pozo tipo son:

- Largo 2,5 m
- Ancho 3,0 m
- Profundidad 3,8 m

En el fondo y parte alta de los pozos se dispondrán los anclajes de fijación de los pies de apoyo de las motobombas y los tubos guía para montaje y desmontaje. En el cierre superior de los pozos, coincidiendo con la vertical de las motobombas se dispondrán trampas de acceso con cierre sifónico para hacerlas estancas a los olores. Estas trampas permitirán la extracción e introducción de las motobombas. Todos los pasamuros de conduits de cables de fuerza o control estarán sellados.

##### 2.2.2 Instalación electromecánica

Los grupos de bombeo, tendrán como misión evacuar el agua recogida en los pozos, descargándola en la red de alcantarillado municipal.

## Estudio Informativo de la Línea 5 del Ferrocarril Metropolitano de Bilbao

Para el tramo que nos ocupa la filosofía general es la siguiente:

- Se define un único tipo de pozo de bombeo, dotado de 2 motobombas
- Se situará un pozo en el punto más bajo del trazado, cercano al paso bajo el río Ibaizabal desde donde se llevará el agua hasta el pozo de la estación de Hospital.

La estación tipo está constituida por 2 motobombas de 40 l/s de caudal para una presión de 30 m.c.a.

Las estaciones de bombeo dispondrán de un sistema de control que considere a una de las motobombas como principal, quedando la otra de reserva, y haciendo alternativas estas funciones al cabo de un cierto número de horas de funcionamiento de la considerada como principal.

Todos los elementos de mando y control estarán situados en el exterior del pozo, instalados dentro de armarios protectores. Las conducciones eléctricas de fuerza y control penetrarán en los pozos a través de conduits que irán sellados para hacerlos estancos al agua y a los olores. La estación dispondrá de un sistema de control del nivel de agua en el pozo, que regulará el arranque y parada de las motobombas.

Las estaciones de bombeo dispondrán de control en 5 niveles mediante un controlador de nivel.

Funciones de cada uno de ellos:

- Un primer nivel (el más bajo), de parada de la bomba principal.
- Un segundo nivel, de parada de la bomba de reserva durante el vaciado.
- Un tercer nivel, de arranque de la bomba principal.
- Un cuarto nivel, de arranque de la bomba de reserva con alarma de alto nivel.
- Un quinto nivel (el más alto), de alarma para muy alto nivel.

El funcionamiento de las estaciones de bombeo tipo será el siguiente:

- Cuando el agua llegue al nivel de arranque (tercer nivel) se producirá una señal de nivel, arrancando la motobomba considerada como principal en ese momento. En el caso de que por actuación de la bomba el nivel descienda por debajo del nivel 1 de parada, se producirá una señal de nivel, parando la bomba.
- Cuando, a pesar de estar funcionando la bomba principal, el agua llegue al nivel 4, de arranque de la segunda bomba, se producirá una señal de nivel, arrancando la bomba de reserva además de activarse la alarma por alto nivel. En el caso de que por actuación de ambas bombas el nivel descienda por debajo del nivel de parada en el vaciado (segundo nivel), se producirá una señal de nivel, parando la bomba de reserva, continuando el funcionamiento de la principal hasta que el agua llegue al nivel 1 de parada, momento en que se producirá una señal de nivel, parando dicha bomba.
- Si a pesar del funcionamiento de ambas bombas el agua alcanza el 5º nivel, se producirá una señal de alarma, que comunicará la emergencia de exceso de nivel y peligro de desbordamiento del pozo.

Las señales de alarma estarán situadas en el PML del cuarto del Jefe de Estación más próximo. Además de las alarmas citadas, también están incluidas en el PML las alarmas correspondientes al fallo de funcionamiento de cualquiera de las bombas por protección térmica del motor o cualquier otra causa.

### 4.3 Cálculos

Se ha registrado en la práctica valores de filtración, a lo largo de túneles ya construidos, en el rango de 0,2 a 5 l/m<sup>2</sup>/día con casos extremos que llegan hasta los 32. La experiencia recogida durante los trabajos de construcción de Línea 1, indica que los caudales son del orden de los 5 l/s/km.

A la vista de todos estos datos, se estima prudente adoptar un caudal de diseño de 10 l/s/km, teniéndose entonces que:

El caudal de la aportación de agua al pozos de bombeo intermedio es:

Alternativa 1: Q = 1,00 km x 10 = 10.0 l/s

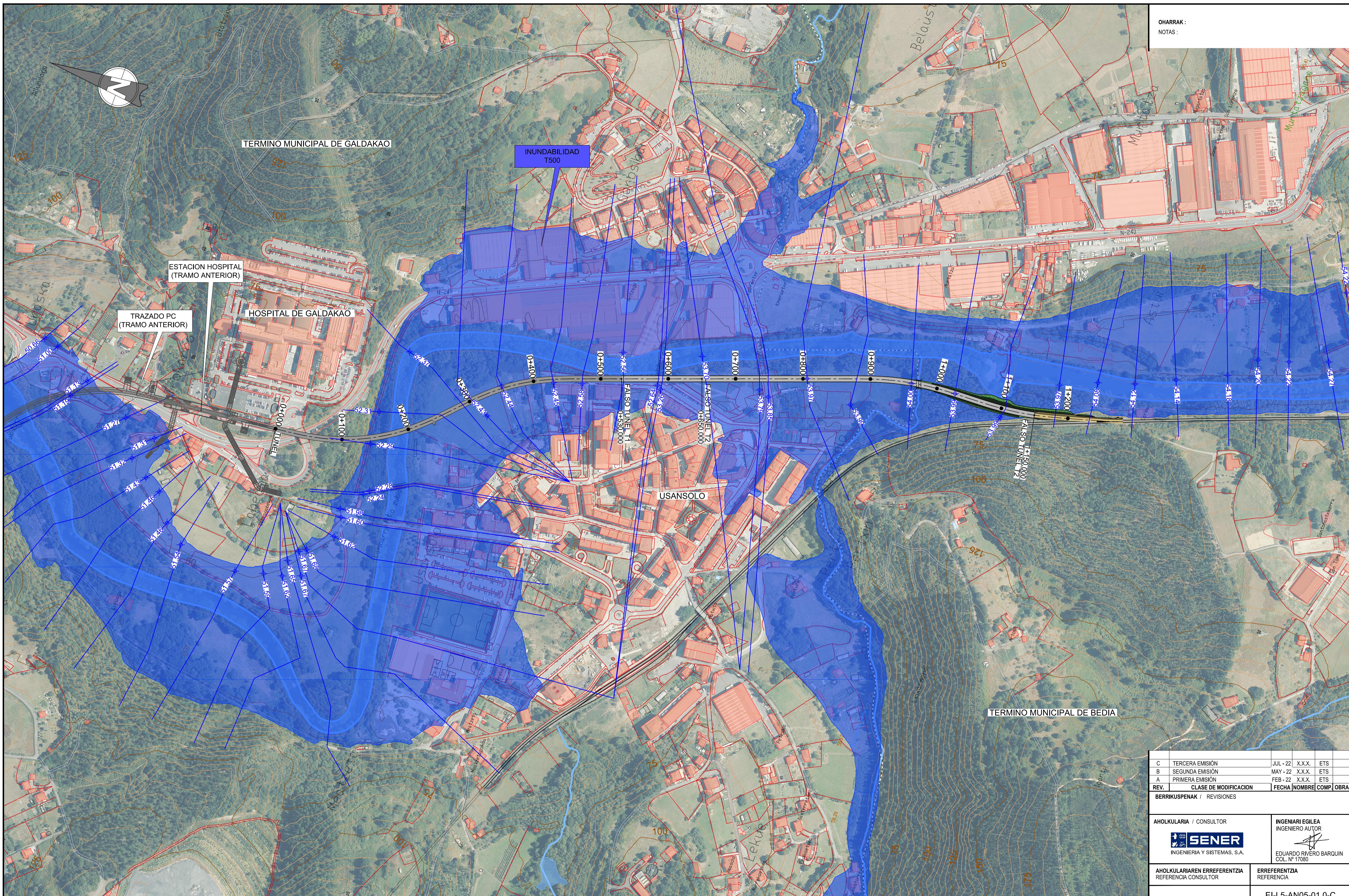
Alternativa 2: Q = 1,50 km x 10 = 15.0 l/s

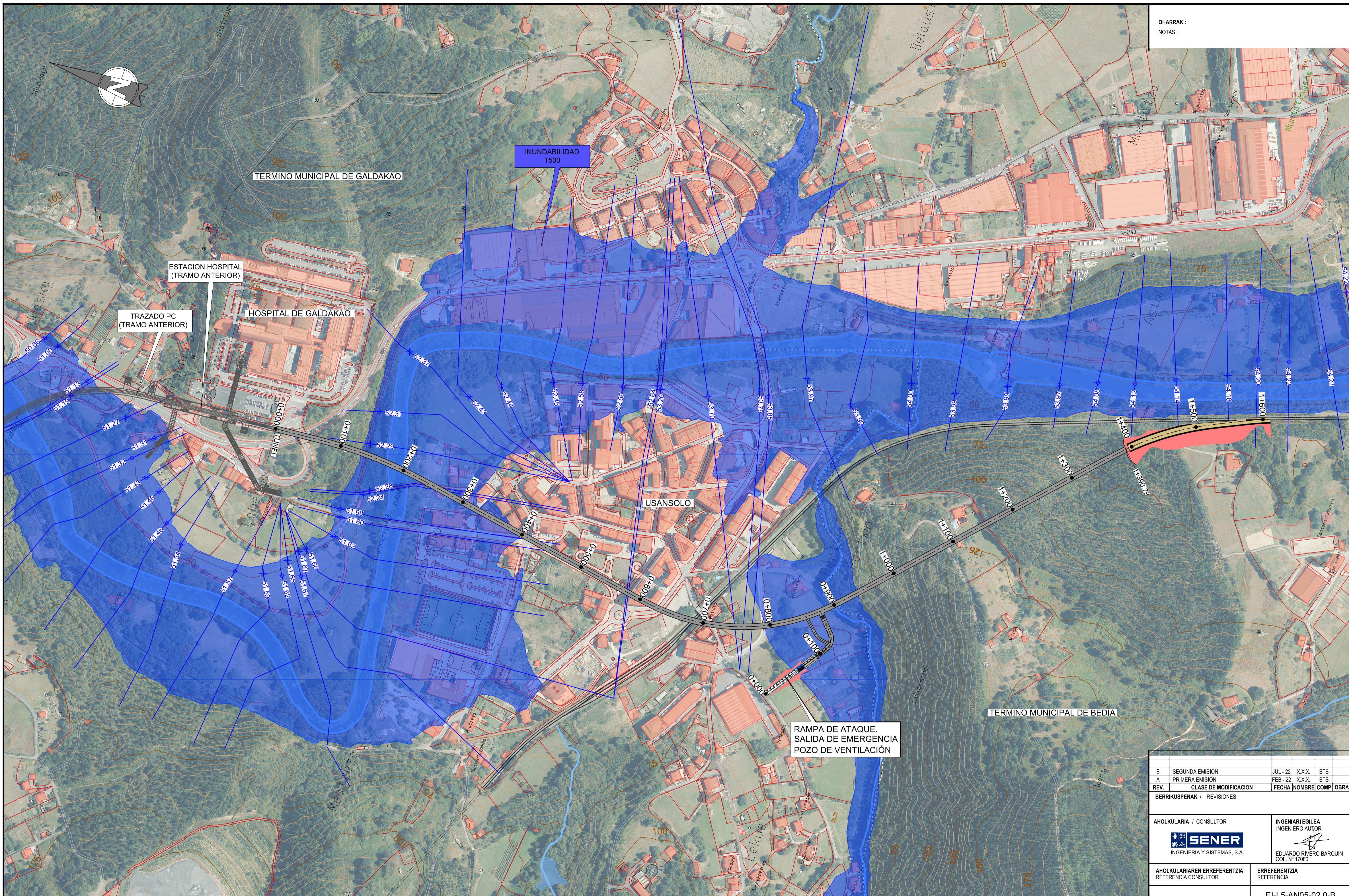


Estudio Informativo de la Línea 5 del Ferrocarril Metropolitano de Bilbao

---

## Apéndice





OHARRAK:  
NOTAS:

B	SEGUNDA EMISIÓN	JUL -22	XXX.	ETS
A	PRIMERA EMISIÓN	FEB -22	XXX.	ETS
REV.	CLASE DE MODIFICACION			

BERRIKUSPENAK / REVISIONES

AHOKULARIA / CONSULTOR	INGENIERIA EGILEA INGENIERO AUTOR EDUARDO RIVERO BARQUIN COL. N° 17080
------------------------	---

AHOKULARIAREN ERREFERENTZIA REFERENCIA CONSULTOR	ERREFERENTZIA REFERENCIA
	EI-L5-AN05-02-0-B