



## Análisis de posibles actuaciones: Plan de mediciones y Estudio de Impacto Acústico

**Nº PROYECTO:**

**095482**

---

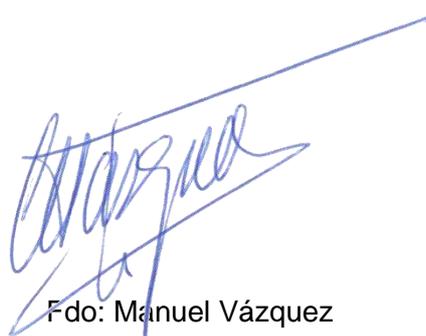
**CLIENTE:** Euskal Trenbide Sarea

**PERSONA DE CONTACTO:** Itziar Aspuru

**TÍTULO:** Servicio para el estudio de impacto acústico en el municipio de Eibar entre los  
PK 48,052-47,050 de la línea ferroviaria Bilbao-Donostia

**FECHA:** 20/02/23

---



Fdo: Manuel Vázquez





## Índice

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
1.1 Visión global del proyecto.....	3
1.2 Descripción de los tramos de estudio .....	4
<b>2. TAREA 1. TOMA DE MEDIDAS EN LAS ZONAS DE ESTUDIO .....</b>	<b>9</b>
2.1 Medidas de caracterización de la infraestructura.....	10
2.2 Medidas del tiempo de reverberación en las estaciones y cavernas.....	23
2.3 Medidas LIDAR .....	27
2.4 Medida de Niveles de ruido existentes en el entorno.....	30
2.5 Medidas de pasos de trenes y medidas de verificación del modelo.....	38
<b>3. TAREA 2. ESTUDIO DEI IMPACTO ACÚSTICO EN LAS ZONAS DE ESTUDIO.</b>	<b>42</b>
3.1 Modelización del ruido ferroviario .....	43
3.2 Modelización del campo sonoro .....	46
3.3 Análisis de impacto acústico en las zonas de estudio.....	48
3.3.1 Tramo 1: Entorno de la estación de Ardantza.....	51
3.3.2 Tramo 2. Tramo en superficie salida estación Ardantza .....	56
3.3.3 Tramo 3.- Tramo semicubierto de entrada a estación de Amaña .....	61
3.3.4 Tramo 4. Hospital de Eibar Osakidetza .....	63
3.4 Consideración de otros focos y estimación de ruido global.....	65
3.5 Objetivos de reducción de ruido .....	67
<b>4. TAREA 3. DISEÑO Y DEFINICIÓN DE LAS ACTUACIONES A REALIZAR .....</b>	<b>68</b>
4.1 Vigilancia tecnológica, de mercado y de experiencias prácticas.....	68
4.2 Estudio inicial de las características acústicas de soluciones .....	72
4.3 Planteamiento de soluciones por tramos .....	74
4.3.1 Tramo 1. San Andres Pasealekua 1, 2 y 4 .....	75
4.3.2 Tramo 1. Arrate-Bide kalea 2 y 4.....	79
4.3.3 Tramo 2. Ego-Gain kalea 6, 8 y 10 y Legarre Kalea 7-11-15-19.....	83
4.3.4 Tramo 3. Ego-Gain kalea 22.....	96
4.3.5 Tramo 4. Hospital de Eibar Osakidetza .....	102
<b>5. Selección de actuaciones en cada tramo .....</b>	<b>106</b>
<b>ANEXO 1. DETALLE MEDIDAS DE PASOS DE TREN .....</b>	<b>114</b>



## 1. INTRODUCCIÓN

La finalidad de este proyecto es el diseño acústico de actuaciones con la finalidad de disminuir el impacto de ruido en el municipio de Eibar entre los PK 48,052 – 47,050 de la línea ferroviaria Bilbao-San Sebastián.

El contenido de este informe recoge el trabajo realizado en las Tareas 1, 2 y 3 de este proyecto, así como el análisis de todas las soluciones consideradas en cada una de las zonas estudiadas para el cumplimiento de Objetivos de Calidad Acústica por parte de la infraestructura de ETS.

La Tarea 3 se refleja en detalle en el anexo 2: Informe de diseño y definición de las actuaciones. En este informe se presentarán las actuaciones seleccionadas en cada zona de estudio.

### 1.1 Visión global del proyecto

El proyecto se ha dividido en cuatro tareas, las cuales se describen a continuación:

- Tarea 1. Toma de medidas en las zonas de estudio.

El objetivo de esta tarea es la realización de una serie de medidas con diferentes objetivos y metodologías, cuyos resultados sirven para el diseño y definición de las actuaciones a realizar. Estas medidas han sido las siguientes:

- o Campañas de medidas para caracterizar la emisión de la línea ferroviaria.
- o Campañas de medidas para caracterizar el campo sonoro en los tramos bajo cubierta.
- o Campañas de medidas para verificar los resultados de los modelos combinados.
- o Campañas de medidas para evaluar afección en el entorno.

- Tarea 2. Estudio de impacto acústico en las zonas de estudio.

Esta tarea contempla la modelización tridimensional de la zona de estudio mediante un software acústico, permitiendo caracterizar los índices acústicos para evaluar escenarios y analizar posibles intervenciones o actuaciones para reducir el impacto del ruido ferroviario en la zona. Las líneas de trabajo para desarrollar esta tarea son:

- Definición de indicadores acústicos para diseñar y valorar la eficacia de las soluciones;
- Modelización de la emisión del ruido ferroviario mediante el método CNOSSOS;
- Modelización del campo sonoro mediante un software de simulación acústica de entornos complejos (ODEON);
- Generación de un modelo combinado (combinación del método CNOSSOS con la propagación de ODEON);
- Evaluación del impacto existente en los edificios del entorno;
- Análisis de la contribución al mismo de los diferentes focos existentes en el mismo.; y
- Finalmente, se definen los objetivos de mejora necesarios en cada uno de los tramos analizados.

- Tarea 3. Diseño y definición de las actuaciones a realizar.

En esta tarea, a partir de la evaluación realizada se analizan las diferentes alternativas para conseguir los objetivos de mejora necesarios, según los resultados de la tarea anterior. Para ello, se realizan los siguientes trabajos:

- Definición de tipologías de medidas y búsqueda en el mercado de soluciones existentes.
- Análisis de posibles medidas y mejoras conseguidas.
- Contraste con cliente y definición de propuestas viables.
- Estimación de costes de las diferentes soluciones.
- Propuesta de solución coste eficiente.

Como complemento a esta tarea, se genera un *Informe de diseño y definición de las actuaciones* que describa las soluciones, con ubicación, dimensionamiento, esquema de posicionamiento y coste estimado de cada solución y del conjunto del proyecto.

Tarea 4 Informe de verificación de resultados de las actuaciones propuestas

Finalizadas las obras y ejecutadas las soluciones propuestas, en esta tarea se comprobará, con toma de datos, la eficacia de las acciones realizadas para disminuir los niveles acústicos. El resultado de esta tarea dará lugar al informe final de este proyecto.

**1.2 Descripción de los tramos de estudio**

Para el presente proyecto, los tramos de estudio están comprendidos entre los puntos kilométricos PK 48,052-47,050 de la línea ferroviaria Bilbao-Donostia.



Figura 1. Ubicación de los tramos de estudio (fuente. Openstreetmap.org).

Entre estos dos puntos kilométricos la traza de la línea varía tanto en su infraestructura (estación, línea en superficie, línea semi cubierta, como en la disposición de las líneas (una dirección o doble dirección) y en tipología de armamento (vía en placa, vía sobre balasto y tramos con inclusión de contracarril). En la siguiente tabla se describe el trazado, incluyendo además posibles afecciones y la existencia de otros focos de ruido.

PKs	Tramo	Emisión	Entorno acústico	Posible afección	Otros focos
48052-47850	Tramo 1.	Estación: 2 Vías en placa con uniones SKL Freno, parada y arranque	Ancho superior en estación. Cerrado por un lateral	Lado derecho: Ayuntamiento	Lado derecho: tráfico urbano con pasos de autobuses
		Salida de la estación 2 Vías en placa con uniones SKL	Cubierta Abierta por ambos laterales	Derecho: Edificio residencial: bajo + 4 pisos con aprox 10 viviendas por piso (40 viviendas) Izquierdo: Edificio residencial: bajo + 6 pisos con aprox 8 viviendas por piso (64 viviendas)	
		2 vías monobloque sobre balasto, con sujeciones SKL		Edificio en construcción	
47850-47730	Tramo 2	2 Vías monobloque sobre balasto, con sujeciones SKL Chirrido Límite velocidad 40Km/h dir Ermua; 35 km/h dir Eibar	Vía en superficie con frontal de viviendas a ambos lados	Derecho: 2 Edificios: bajo + 6 pisos con aprox 6 viviendas por piso (72 viviendas) Izquierdo: Edificios residenciales: bajo + 5 pisos con aprox 11 viviendas por piso en el frente (55 viviendas)	
47730-47570	Tramo 3	2 Vías monobloque sobre balasto, con sujeciones SKL Recta	Cubierta con lateral cerrado con hormigón	Derecho: 1 Edificio residencial: bajo + 6 pisos con aprox 6 viviendas/piso (36 viviendas) **	Tráfico urbano a mayor velocidad
		Curva Entrada a túnel		Derecho: 1 Edificio: bajo + 6 pisos con aprox 6 viviendas por piso (36 viviendas)	
47350-47050	Tramo 4	1 Vía monobloque sobre balasto, con sujeciones SKL. Contracarril Salida túnel	Cubierta con lateral cerrado de hormigón	Hospital	
		Carril embridado en el PK 47+065 (ruido de impacto) velocidad 70Km/h dir Ermua; 55km/h dir Eibar	Cubierta con lateral abierto a talud de piedra		

Tabla 1 Análisis inicial de las características de cada tramo de estudio

Debido a ello, y para caracterizar de la forma más fiable y poder analizar las soluciones de una forma uniforme, se han definido cuatro zonas de trabajo, que denominaremos tramos tal como se presentaban en la tabla anterior.

A continuación, se presentan cada uno de estos tramos de una forma pormenorizada.

- TRAMO 1. Entorno Estación de Ardanza-Eibar.

El tramo 1 corresponde al entorno de la estación de Ardanza-Eibar, donde se encuentra el ayuntamiento de Eibar, y las viviendas de las calles San Andrés Pasealekua, Mekola Kalea y Arrate bidea. En este entorno, debido a la estación, se producen ruidos de parada y arranque. En esta zona se producen, a la entrada y salida de la estación, transiciones de plataforma de balasto a placa y viceversa.

La estación está cubierta por una estructura de hormigón, con aberturas hacia la vía de tráfico San Andrés pasealekua y hacia las viviendas de la calle Arrate Bidea.



Figura 2. Tramo 1 – Entorno estación de Ardanza (fuente. Openstreetmap.org).

En este tramo la vía está cubierta por la parte superior y por uno de los laterales, dejando abierto y con columnas el lado que da a la parte del ayuntamiento, tal y como se aprecia en la Figura 3.

La infraestructura en esta zona es de tipo travesía monobloque sobre placa.

La zona cuenta con edificaciones cercanas a ambos lados de la estación.

- En lado de la calle San Andrés Pasealekua hay una vía con tráfico viario frecuente, con el edificio del ayuntamiento y edificaciones de cuatro alturas.
- Al otro lado se encuentran las viviendas de la calle Arrate Bidea 2 y 4, con vistas a la parte trasera de la estación..

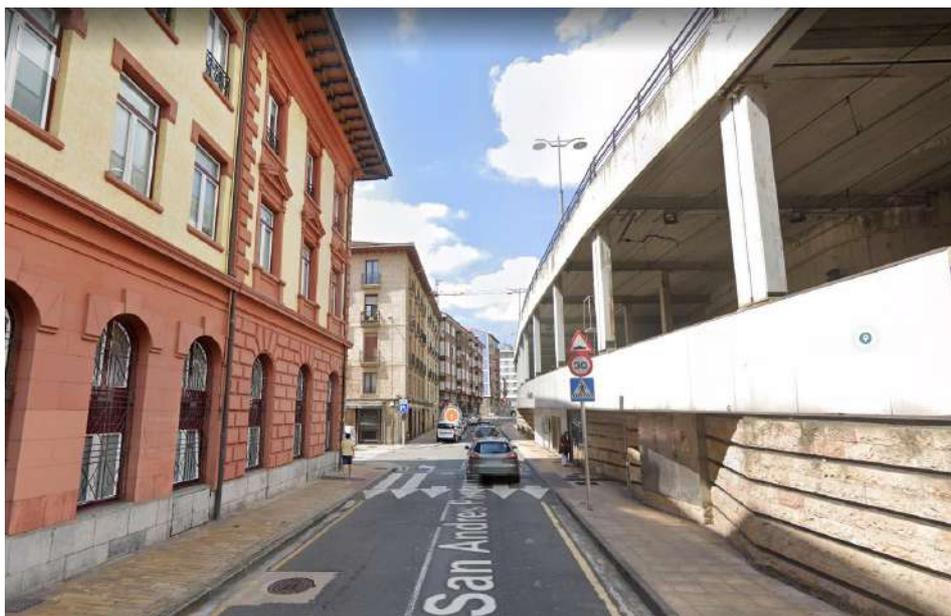


Figura 3. Tramo 1 – Vista calle.

- TRAMO 2. Zona en superficie, a la salida de la estación.

El tramo 2 comprende la zona de salida de la estación que transcurre en superficie. En este tramo, la vía está descubierta y cuenta con edificaciones a ambos lados de las vías.

- A uno de los lados no hay ningún tipo de separación entre el balasto y los edificios de 6 alturas correspondientes a la calle Legarre Kalea nº 7 al nº 17.
- Mientras que al otro lado está la calle San Andrés Pasealekua con tráfico viario frecuente, y viviendas de 7 alturas, correspondientes a los edificios números 6 al 16 de la calle Ego-gain Kalea, tal y como se puede observar en la Figura 5.



Figura 4. Tramo 2 – Entorno tramo de superficie (fuente. Openstreetmap.org).

La infraestructura en esta zona es de tipo traviesa monobloque sobre balasto.



Figura 5. Tramo 2 – Vista calle.

- TRAMO 3. Zona de curva.

El tramo 3 comprende la zona de la curva y la entrada/salida del túnel y el tramo recto cubierto hacia la estación. En la zona de la curva se produce chirrido al paso de los vehículos. En este tramo, la vía está cubierta por la parte superior y por uno de los laterales, dejando abierto y con columnas el lado que da a la calle San Andrés Pasealekua, con tráfico viario importante, y afecta a las edificaciones de 7 alturas de la calle Ego-gain kalea números 16 a 22, tal y como se aprecia en la Figura 7, siendo este último el más afectado por el chirrido al paso del tren.



Figura 6. Tramo 3 – Entorno tramo cubierto en curva (fuente. Openstreetmap.org)..

La infraestructura en esta zona es de tipo travesía monobloque sobre balasto.

La zona cuenta con edificaciones cercanas de 7 alturas a un lado de las vías y con tráfico viario frecuente. Hay una parte del tramo que da a un parque abierto en lugar de a edificaciones.



Figura 7. Tramo 3 – Vista del edificio de Ego-gain Kalea nº 22 y zona de parque.

- TRAMO 4. Hospital.



El tramo 4 comprende la zona cercana al Hospital de Eibar. Esta zona cuenta con otros focos de ruido a parte del ferroviario, ya que discurre próxima a una calzada con dos carriles, uno de ellos de incorporación con tráfico viario muy frecuente. Además, hay un arroyo cercano que también genera ruido.

En este tramo, la vía está cubierta por la parte superior y parcialmente por uno de los laterales hacia las viviendas de Tiburcio Anitua Kalea, dejando abierto y con columnas el lado que da a la parte del Hospital y las edificaciones próximas a Torrekoa kalea, tal y como se aprecia en la Figura 9.

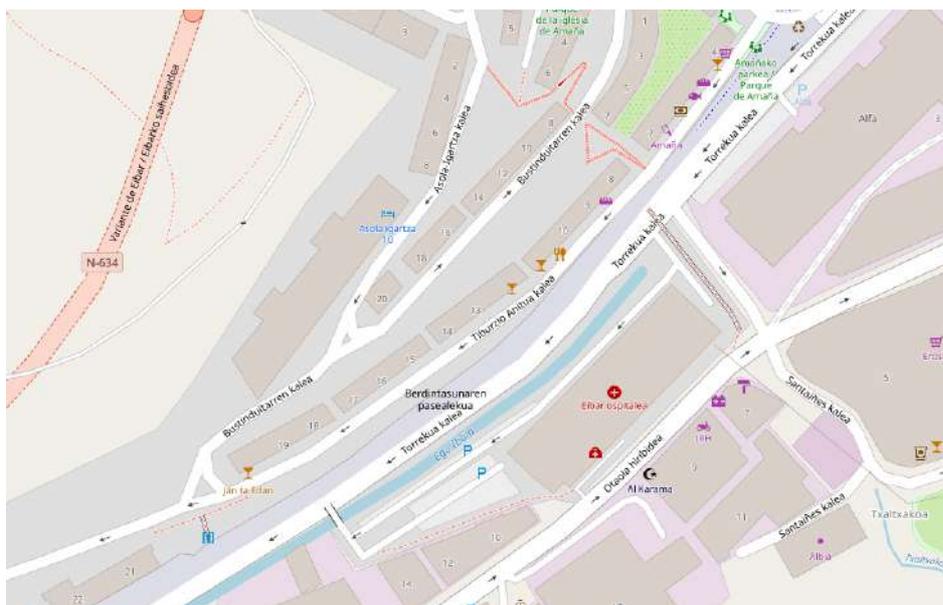


Figura 8. Tramo 4 – Entorno tramo cubierto en zona de hospital (fuente. Openstreetmap.org)..

La infraestructura en esta zona es de tipo travesía monobloque sobre balasto.



Figura 9. Tramo 4 – Vistas de la salida del túnel y cubierta zona hospital calle.

## 2. TAREA 1. TOMA DE MEDIDAS EN LAS ZONAS DE ESTUDIO

Como base para la caracterización del entorno y para conocer la afección en las viviendas, se han realizado diferentes medidas, que han permitido conocer los niveles



de ruido actuales, los focos de ruido principales y sus características, además de medidas asociadas a disponer de una cartografía detallada que ha permitido obtener de una correcta definición de los elementos de las infraestructuras para la posterior definición de las medidas correctoras.

Las caracterizaciones realizadas han sido:

1. Comportamiento de la infraestructura ferroviaria. Se han realizado medidas con el fin de conocer el comportamiento acústico de los diferentes tramos de infraestructura objeto de estudio
2. Comportamiento acústico de los entornos de vía en estación o en caverna. Se han realizado medidas para caracterizar el efecto de los cerramientos y cubiertas existentes en los diferentes tramos analizados
3. Levantamiento topográfico del entorno de vía. Se han realizado medidas del entorno físico mediante el levantamiento de una nube de puntos que ha permitido disponer de un modelo tridimensional de precisión (mm) en el entorno de la vía y las cavernas.
4. Niveles de ruido globales existentes en las fachadas de algunos edificios representativos del entorno.
5. Medida de pasos de tren en diferentes tramos para conocer la emisión de los mismos y la contribución de las diferentes infraestructuras.

## 2.1 Medidas de caracterización de la infraestructura

Estas medidas se han centrado particularmente en conocer la rigidez de la infraestructura mediante la realización de medidas de la tasa de decaimiento de vía, además de haber realizado una inspección visual del estado de los carriles y los defectos de vía que podrían derivar en efectos en la generación de ruido.

### Medidas de la tasa de decaimiento de la vía (TDR-Track Decay Rate).

Estas medidas caracterizan el comportamiento dinámico de la vía. La tasa de decaimiento de la vía (TDR, dB/m) es el indicador clave para caracterizar este comportamiento dinámico, ya que refleja la atenuación de las ondas a lo largo de los rieles de la excitación generada por los pasos de tren. El método para la medición directa del TDR se define en la norma UNE-EN 15461:2008+A1:2011 en bandas de tercio de octava 100-5000 Hz.

**Normativa**

EN 15461:2008+A1:2010

norma española

UNE-EN 15461:2008+A1

Quedan 2011

Estudio de la contribución de los principales focos de ruido a la emisión de ruido de las vías de ferrocarril de ancho métrico.



Dado que se pueden valorar actuaciones para modificar la respuesta del carril como generador de ruido, se han realizado las siguientes medidas de la tasa de decaimiento de la vibración en el carril. Se han realizado medidas en seis tramos diferentes (5 tramos de vía sobre balasto y uno de vía en placa) y un mínimo de 3 medidas por tramo.

Estos resultados, junto con los siguientes, pasos de tren, permitirán cuantificar el beneficio esperado de actuaciones en la infraestructura ferroviaria.

Las seis medidas de TDR en diferentes tramos se han realizado durante la noche del 13/1/2022 en el intervalo facilitado por ETS desde las 0 horas hasta las 3 horas.

1.1.- Tramo 1: TDR Balasto Entrada Estación desde Donostia (vía única)

1.2.- Tramo 1: TDR Placa

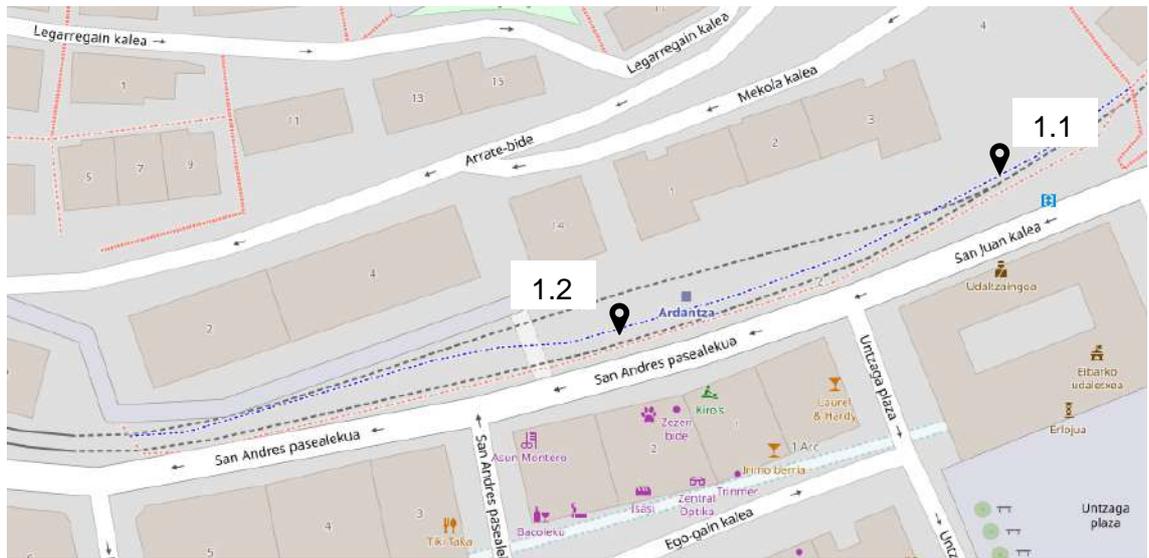


Figura 10. Tramo 1. Ubicación de las zonas de medida del TDR (fuente openstreetmap.org).

2.- Tramo 2: TDR Balasto. Tramo superficie.

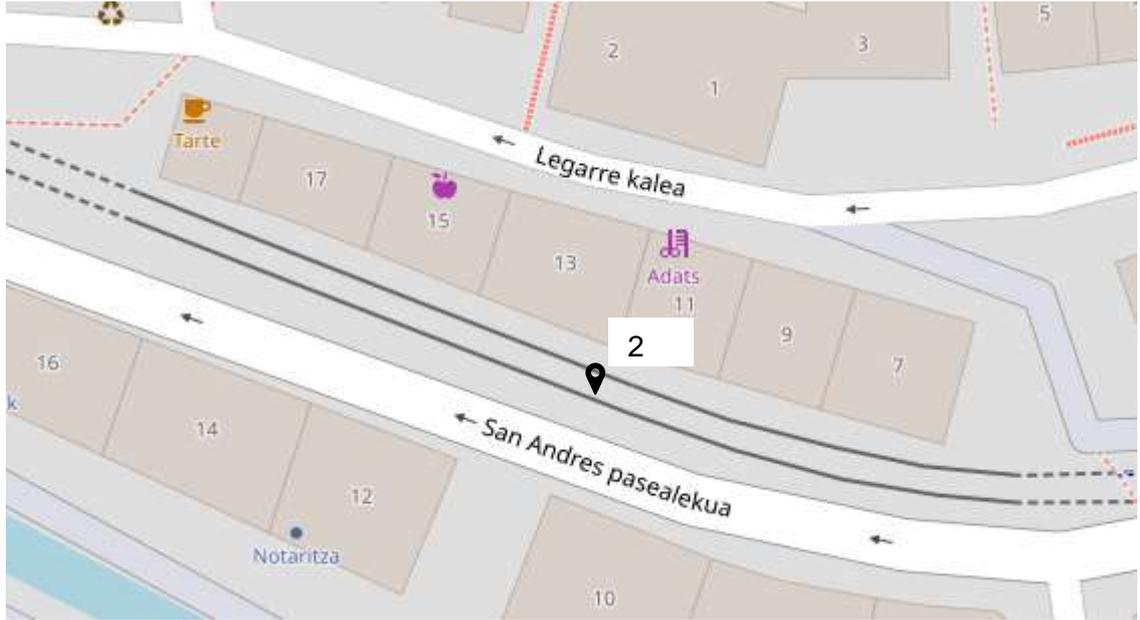


Figura 11. Tramo 2. Ubicación de las zonas de medida del TDR (fuente openstreetmap.org).

- 3.1.- Tramo 3: TDR Balasto peraltado. Curva interior
- 3.2.- Tramo 3: TDR Balasto peraltado. Curva exterior



Figura 12. Tramo 3. Ubicación de las zonas de medida del TDR (fuente openstreetmap.org)..

- 4.- Tramo 4: TDR Tramo balasto. frente Hospital.



Figuras 13. Tramo 4. Puntos de medida TDR (fuente openstreetmap.org).

A continuación, se presentan los resultados de las medidas de TDR realizadas en cada zona.

### 1.1.- Tramo 1: TDR Balasto Entrada Estación

En esta zona la infraestructura cuenta con vía en placa con fijación directa y sujeción elástica DFF con barra larga soldada UIC 54 del año 2010.



Figura 14. Infraestructura límite de Tramo 1 – Balasto entrada estación.

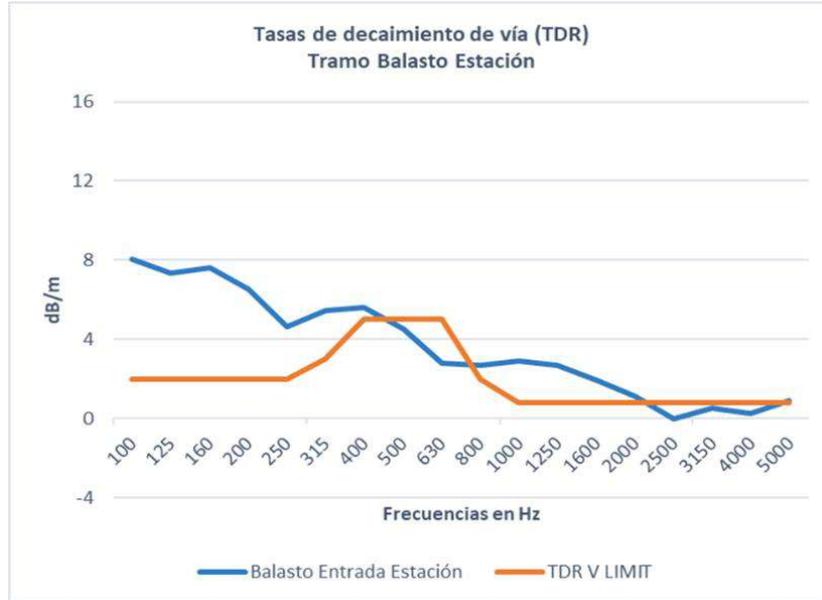


Figura 15. TDR Medida 1.1 en Tramo 1 – Balasto entrada estación.

La tasa de decaimiento de vía es baja, por lo que se estima que la rigidez de este tramo es baja, lo que podría generar niveles de ruido más elevados.

Se han encontrado defectos claros de hundimiento de junta de vía, asociados a los desplazamientos verticales de las mismas en la zona de transición entre balasto y placa.



Figura 16. Defectos en la vía en el límite del Tramo 1 – Balasto entrada estación.

Hay que considerar que en este tramo hay quejas por vibración en las viviendas que están justo encima.



## 1.2.- Tramo 1: TDR Placa

En esta zona la infraestructura cuenta con vía en placa con fijación directa y sujeción elástica DFF con barra larga soldada UIC 54 del año 2010.



Figura 17. Infraestructura zona 1 – Placa.

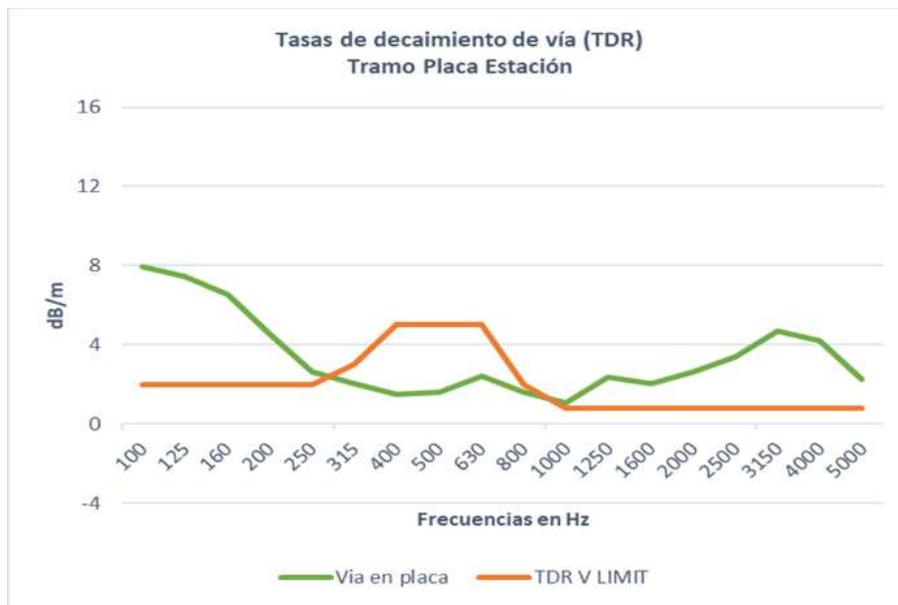


Figura 18. TDR Medida 1.1 en Tramo 1 Estación - Placa.

La tasa de decaimiento de vía es muy baja desde frecuencias medias o bajas por lo que se estima que la rigidez de este tramo es baja, lo que podría generar niveles de ruido más elevados.

Se han encontrado defectos en la vía. Estos defectos están generalmente asociados al desgaste ondulatorio y está bien marcado en el carril izquierdo de la vía 1, dirección Bilbao, mientras que en el carril derecho aparecen defectos aparentemente más asociados a defectos de deslizamiento.



Figura 19. Defectos en la vía zona 1 – Placa. Vía 1.

En la zona de andenes se producen los mismos efectos vistos en la entrada a la estación, tanto de desgaste ondulatorio como de deslizamiento, sobre todo en la Vía 2, dirección Donostia-San Sebastian..



Figura 20. Defectos en la zona de andenes – Placa. Las dos primeras Vía 2 y las segundas Vía 1.

Como se puede apreciar, por lo general, en el andén se produce un desgaste más asociado al deslizamiento con pequeñas grietas de fatiga y pequeños desconchados en la superficie de rodadura del carril, aunque también en algún punto aparece desgaste ondulatorio claro.



## 2.- Tramo 2: TDR Balasto Superficie

En esta zona la infraestructura cuenta con traviesa de hormigón monobloque con sujeción elástica Vossloh y clip SKL 12 y barra larga soldada con carril IEC 54.



Figura 21. Infraestructura Tramo 2 – Balasto superficie.

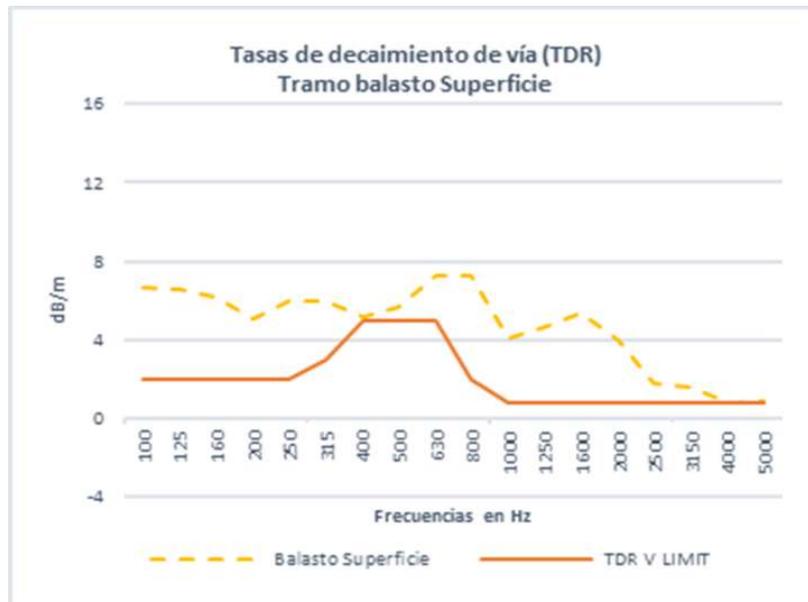


Figura 22. TDR Tramo 2 – Balasto superficie.

En este tramo la tasa de decaimiento de vía es media, siendo baja a partir de 2000 Hz.

La zona es de doble dirección y se han detectado algunos defectos en vía como los que se pueden ver en las siguientes figuras en ambos carriles.

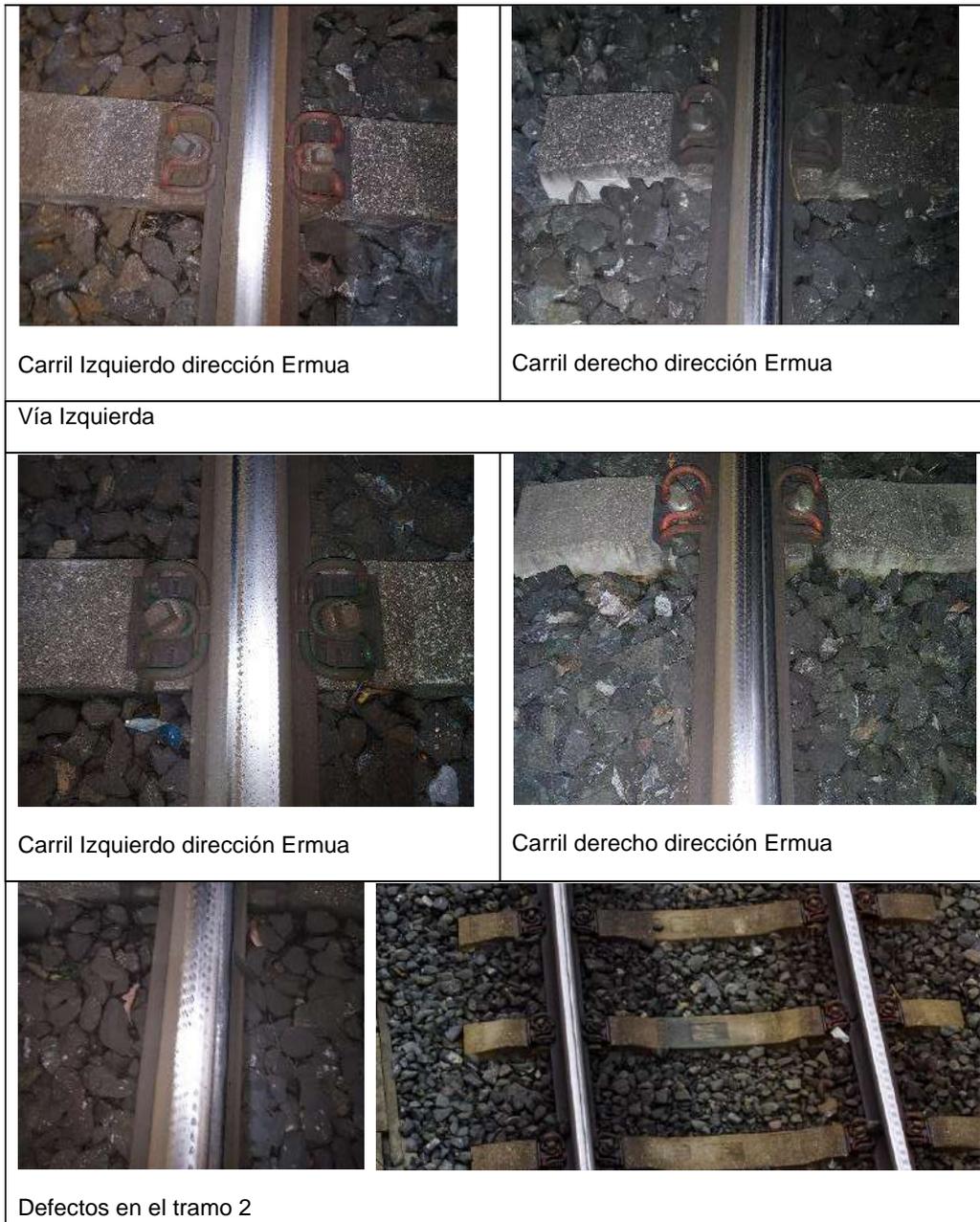


Figura 23. Defectos en la vía en Tramo 2. – Balasto superficie.

Se observan defectos claros de desgaste ondulatorio de pequeña longitud de onda, unido a efectos de deslizamiento y de corrugación. Estos defectos se encuentran en el tramo próximo al cambio entre balasto y placa, desde el PK 47+800 hasta la estación, aproximadamente.



### 3 – Tramo 3: TDR Curva interior y exterior

En esta zona la infraestructura cuenta con traviesa de hormigón monobloque con sujeción elástica Vosslog y clip SKL 12 y barra larga soldada con carril IEC 54.



Figura 24. Infraestructura Tramo 3 – Curva interior y curva exterior.

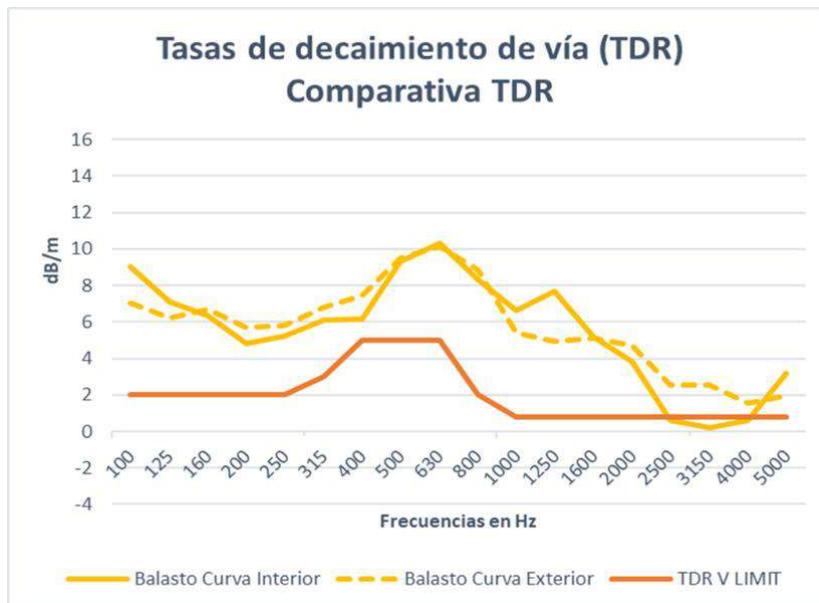


Figura 25. TDR en Tramo 3. Medidas 3.1 y 3.2 – Curva interior y curva exterior.

La tasa de decaimiento de vía es media-alta siendo baja a partir de 2000 Hz, lo que implica una rigidez alta.

La zona es de doble dirección y se han detectado algunos defectos en vía, como los que se pueden ver en las siguientes figuras en ambos carriles.



Vía izquierda Zona curva



Carril Izquierdo dirección Ermua

Carril derecho dirección Ermua

Vía derecha Zona curva



Carril Izquierdo dirección Ermua

Carril derecho dirección Ermua

Figura 26.. Defectos en la vía en Tramo 3,– Zona curva. Primeras Vía 1 y dos últimas de Vía 2.

Además de la zona de la curva, donde se han realizado las medidas, también se ha inspeccionado la zona recta bajo cubierta, donde se han realizado las siguientes observaciones, mostrando un estado de carril mejor.



Figura 27. Defectos en la vía Tramo 3 – Zona recta.



## 6.- TDR Hospital

En esta zona la infraestructura cuenta con traviesa de hormigón monobloque con sujeción elástica Vosslog y clip SKL 12 y barra larga soldada con carril IEC 54. Como se observa el carril derecho tiene un contracarril.

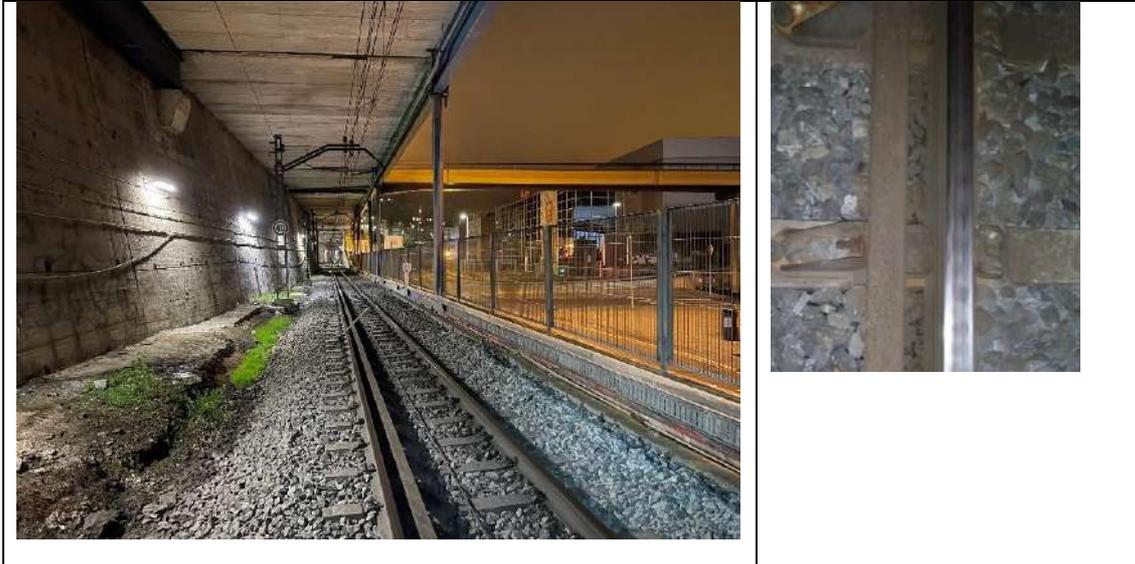


Figura 28. Infraestructura Tramo 4 – Hospital.

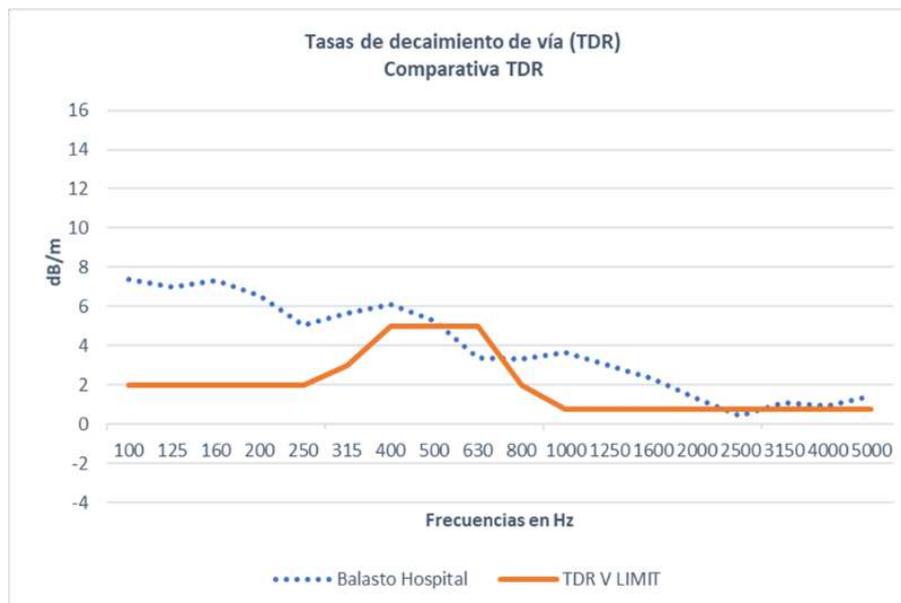


Figura 29. TDR Tramo 4 – Hospital.

En este tramo la tasa de decaimiento de vía es media-baja siendo, baja a partir de 2000 Hz.



Figura 30 Defectos en la vía Tramo 4 – Hospital.

En esta zona se han encontrado defectos en la vía provocados por desgaste ondulatorio de pequeña longitud de onda, según se pueden comprobar en la imagen anterior.

## 2.2 Medidas del tiempo de reverberación en las estaciones y cavernas

A través de estas medidas se ha caracterizado el campo sonoro, es decir la realidad reverberante del entorno de vía con numerosas superficies reflectantes incluida la propia estructura de la vía. Esta información ha servido para ajustar y validar el modelo de simulación acústica de entornos complejos, Odeon, en cada uno de los tramos.

Los parámetros de medición han sido el tiempo de reverberación ( $T_r$ , segundos) y los Niveles de presión sonora (SPL, dBA). El tiempo de reverberación, con indicador  $T_{20}^1$ , se considera el indicador predominante para estimar sus propiedades acústicas. Las medidas se llevaron a cabo mediante fuente interrumpida según UNE EN-ISO 3382. La caracterización se completa con las medidas de niveles de los niveles (SPL), medida en diferentes receptores para cada tramo de entorno de vía y generando, en diferentes posiciones de la vía, una señal aleatoria de banda ancha con una fuente omnidireccional. Se complementaron las mediciones con el registro de los niveles de ruido de fondo. En cada caracterización se ha posicionado la fuente sonora en, al menos, dos posiciones, registrándose niveles en un barrido de 6 micrófonos distribuidos en el entorno.

---

<sup>1</sup> Se opta por el indicador  $T_{20}$ , en lugar del  $T_{35}$ , porque se considera más representativa la primera parte del decrecimiento del sonido.



Figura 31. Medidas de reverberación.

La validación del modelo de trazado de rayos del programa de cálculo acústico ODEON implica la correcta definición de superficies, dimensiones, volúmenes, etc. Esta validación se realiza a partir de los resultados obtenidos en la campaña de mediciones.

Se han utilizado 10 posiciones de medida, distribuidas de la siguiente forma :

- Tramo 1: Estación: se han analizado 5 posiciones de medida.
- No se han realizado medidas en el Tramo 2, dado que es un espacio abierto sin cubierta.
- Tramo 3: Se han analizado 3 posiciones bajo cubierta, una en el tramo recto y dos en el tramo curvo.
- Tramo 4: Hospital. Se han analizado dos posiciones en el tramo recto cubierto.

La tabla siguiente muestra los resultados del indicador T20 (segundos), en espectro, y medidas de niveles de los niveles (SPL), en global, para las 10 posiciones de medidas registradas.

	Tramo 1					Tramo 3	Tramo 3		Tramo 4	
	P1 Final andén encima	P2 Final estación placa	P3 Estación vías debajo	P4 Final andén cercano al túnel	P5 Entrada túnel	P6 Recta cubierta balasto	P7 Curva 1 balasto chirrido	P8 Curva 2 balasto chirrido	P9 Hospital entrada túnel	P10 Hospital recta
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Pos@T20 100Hz	2,0	1,9	1,6	2,2	2,0	0,9	1,0	0,6	1,1	0,8
Pos@T20 125Hz	1,7	1,2	2,2	2,0	1,9	0,5	0,9	1,1	0,8	0,9
Pos@T20 160Hz	1,7	1,6	2,1	1,6	1,6	0,7	1,2	1,0	0,8	1,1
Pos@T20 200Hz	1,6	1,6	1,4	1,8	1,5	0,9	1,2	1,2	1,0	1,1
Pos@T20 250Hz	1,6	1,3	1,7	1,7	1,5	0,9	1,1	1,0	0,9	1,2
Pos@T20 315Hz	1,5	1,4	1,6	1,7	1,4	0,9	1,2	1,1	1,1	0,9
Pos@T20 400Hz	1,6	1,1	1,5	1,7	1,6	1,0	0,9	0,9	0,9	0,7
Pos@T20 500Hz	1,6	1,3	1,6	1,5	1,5	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9
Pos@T20 630Hz	1,6	1,1	1,4	1,5	1,2	0,9	0,9	0,8	0,7	0,9
Pos@T20 800Hz	1,7	1,0	1,5	1,3	1,2	1,0	1,2	0,8	0,9	0,8
Pos@T20 1kHz	1,5	0,9	1,3	1,4	1,2	1,0	0,9	0,9	0,7	0,9
Pos@T20 1.25kHz	1,6	0,9	1,4	1,4	1,2	0,9	1,0	0,9	0,7	1,0
Pos@T20 1.6kHz	1,7	0,8	1,5	1,3	1,0	0,8	0,8	0,7	0,5	0,8
Pos@T20 2kHz	1,6	0,8	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,8
Pos@T20 2.5kHz	1,5	0,8	1,3	1,1	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	0,8
Pos@T20 3.15kHz	1,4	0,8	1,2	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	0,8
Tipo de suelo	Placa	Placa	Placa	Placa	Placa	Balasto	Balasto	Balasto	Balasto	Balasto
Lceq (10 metros)	84,2	84,2	83,0	83,8	83,4	80,7	79,6	79,3	80,0	78,7
Lceq (20 metros)	80,6	82,3	78,1	78,5	79,4	74,7	75,4	74,8	77,4	75,3

Tabla 2 Tiempos de reverberación (T20) en los puntos de medida



Se puede observar que los tiempos de reverberación son claramente más elevado en el Tramo 1, estación, en la que hay más elementos reflectantes. Se muestra a continuación los resultados en gráficas.

### **TRAMO 1. Estación**

En la zona de la caverna de la estación, las medidas del tiempo de reverberación se pueden comprobar en el siguiente gráfico, con tiempos que oscilan para las diferentes bandas de frecuencia entre 1 y 2 segundos para el indicador T20.

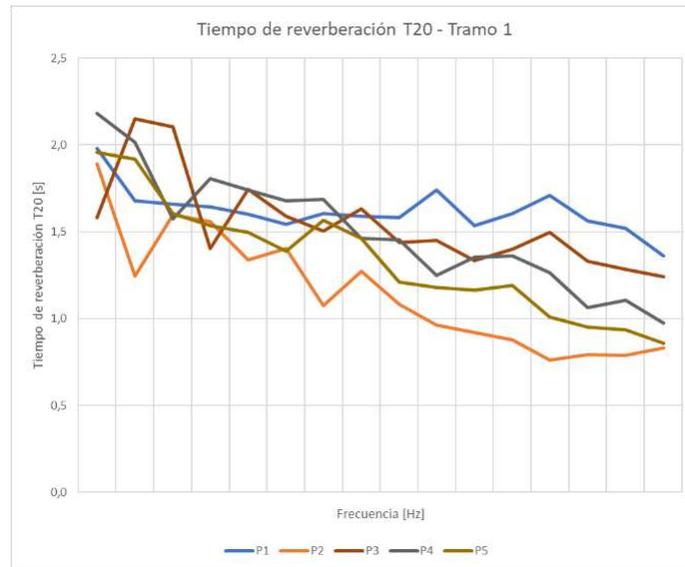


Figura 32. Medidas de reverberación. Tramo 1. Estación

### **TRAMO 3. Zona Recta cubierta frente Egoigain kales nº 20**

En la zona de la caverna del tramo recto frente a las viviendas de Ego-gain kalea, nº 20, las medidas del tiempo de reverberación se pueden comprobar en el siguiente gráfico, con tiempos que oscilan para las diferentes bandas de frecuencia entre 0,6 y 1 segundos para el indicador T20.

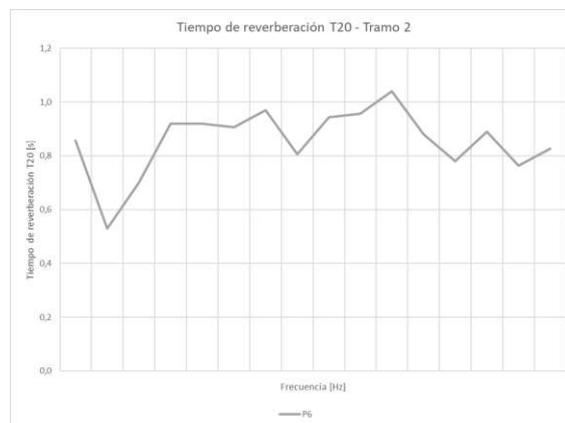


Figura 33 Medidas de reverberación. Tramo 3. Recta cubierta



### **TRAMO 3. Frente a Ego-gain Kalea 22**

En la zona de la caverna frente a las viviendas de Ego-gain kalea nº 22, en la curva de entrada a la estación de Amaña, las medidas del tiempo de reverberación se pueden comprobar en el siguiente gráfico, con tiempos que oscilan para las diferentes bandas de frecuencia entre 0,6 y 1,2 segundos para el indicador T20.



Figura 34 Medidas de reverberación. Tramo 3. Curva

### **TRAMO 4. Hospital**

En la zona de la caverna del trazado frente al hospital, las medidas del tiempo de reverberación se pueden comprobar en el siguiente gráfico, con tiempos que oscilan para las diferentes bandas de frecuencia entre 0.6 y 1.2 segundos para el indicador T20.

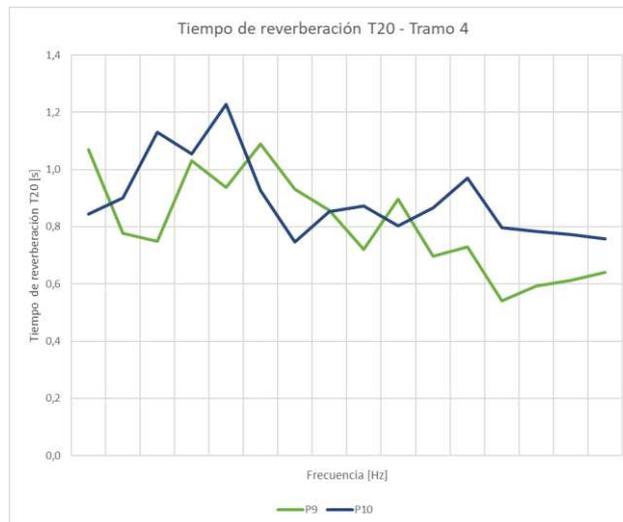


Figura 35 Medidas de reverberación. Tramo 4. Frente Hospital



## 2.3 Medidas LIDAR

Para realizar la modelización tridimensional de la zona de estudio en un software acústico es preciso disponer de una cartografía de precisión. Esto permitirá calcular los índices acústicos que evalúen escenarios y analizar mejoras de reducción del impacto acústico vinculadas a posibles intervenciones o actuaciones en la zona. Para ello, en este proyecto, a falta de una cartografía de detalle del proyecto de construcción de las infraestructuras, se ha realizado un levantamiento de puntos mediante tecnología LIDAR.

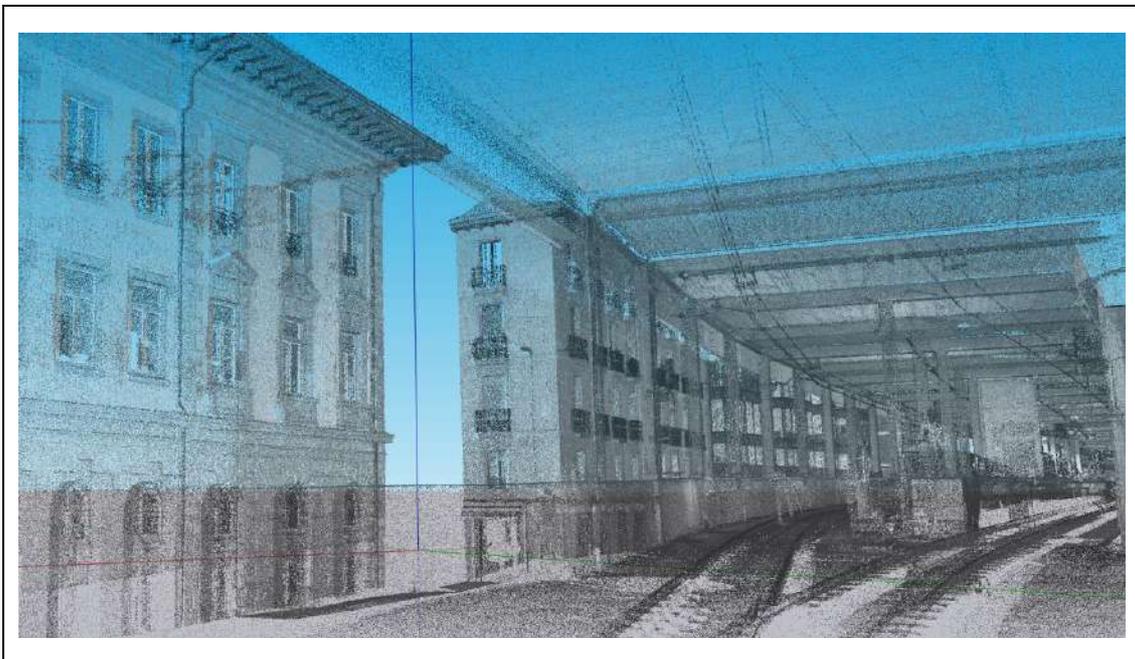
Mediante el LIDAR se ha creado un modelo 3D basado en el registro y exportación de una nube de puntos en b/n, en formatos .rcp y .e57. Toda la información ha sido georeferenciada en sistema UTM30-ETRS89. El modelo 3D del trazado ferroviario comprende la plataforma (balasto u hormigón, traviesas y rail) y los volúmenes relevantes próximos a la vía (andenes, muros, túneles, etc.).

Se han caracterizado mediante el equipo LIDAR los siguientes tramos de la vía durante la noche del 13/1/2022.

- 1.- LIDAR Tramo 1. Caracterización fina de la estación en ambas vías y parte del Tramo 2
- 2.- LIDAR Tramo 3. Caracterización de las cavernas en recta y curva del tramo.
- 3.- LIDAR Tramo 4.- Caracterización de las cavernas frente al hospital.

En las siguientes figuras se presentan ejemplos de los resultados de las medidas LIDAR realizadas en cada zona.

### 1.- LIDAR ZONA 1



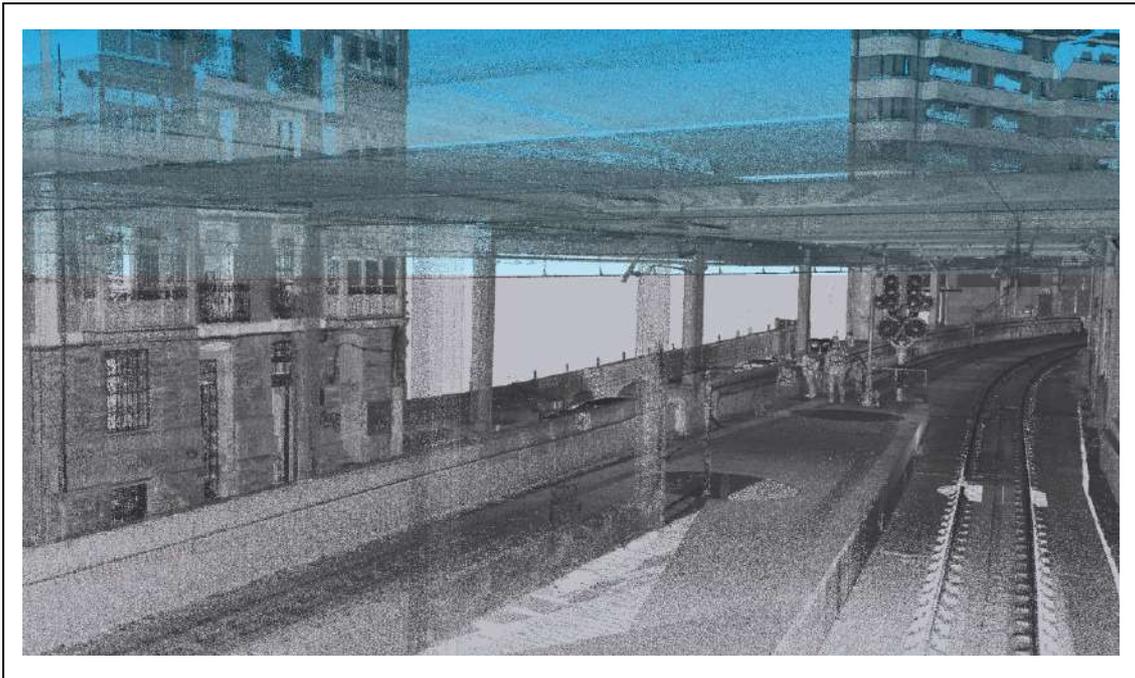
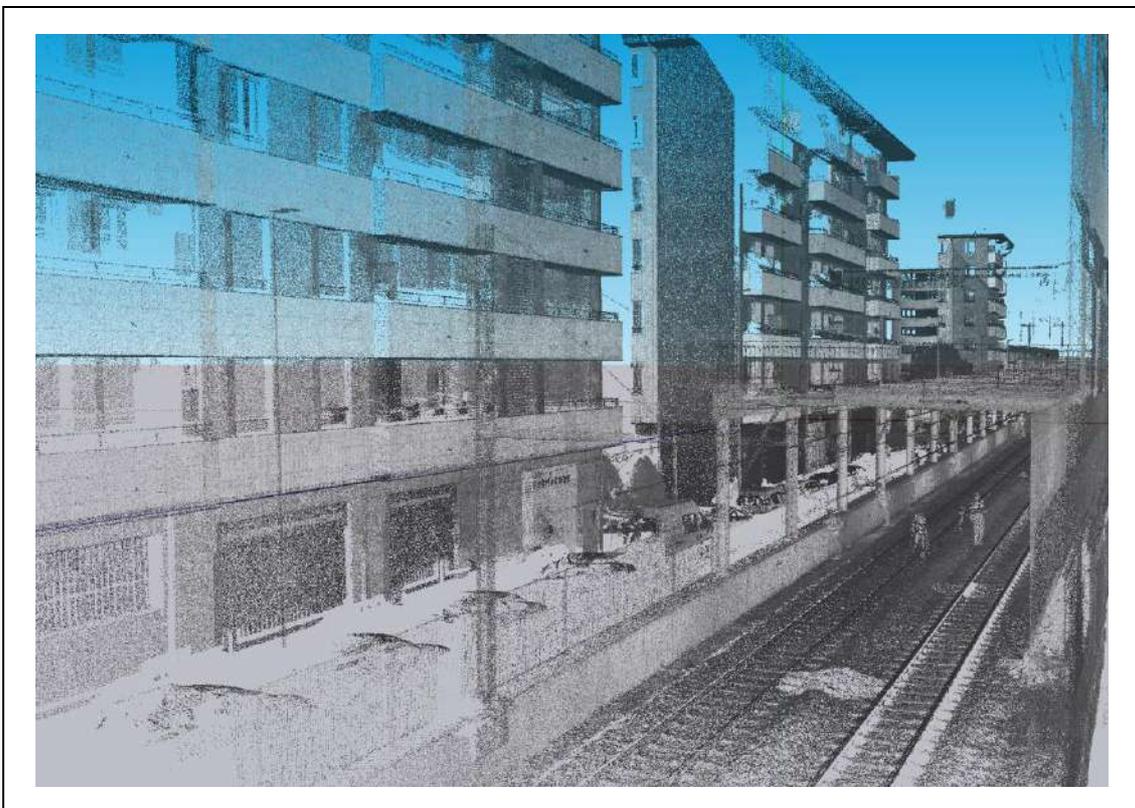


Figura 36. Resultados zona 1 LIDAR.

## 2.- LIDAR ZONA 2 y3



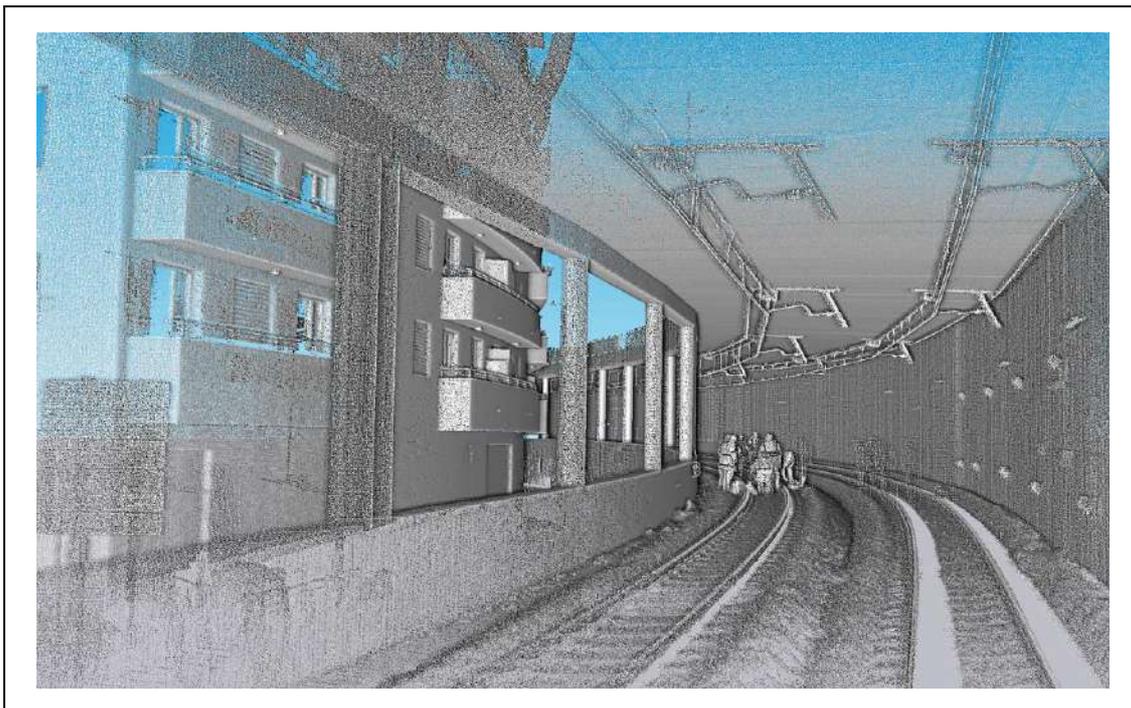


Figura 37. Resultados zona 3 LIDAR.

### 3.- LIDAR ZONA 4

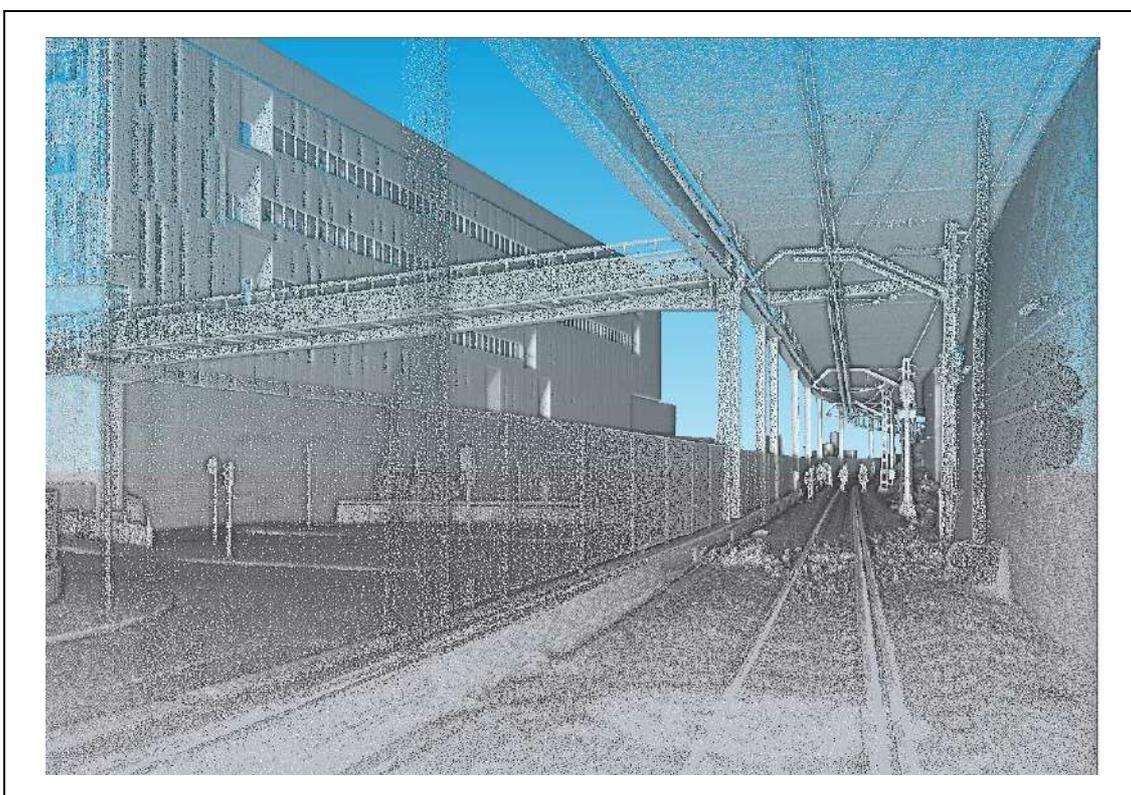


Figura 38. Resultados zona 4 LIDAR.

A partir de esta nube de puntos se han realizado restituciones en 3D de un modelo tridimensional de superficies. Este modelo tridimensional es la base para la simulación en 3D en el modelo acústico

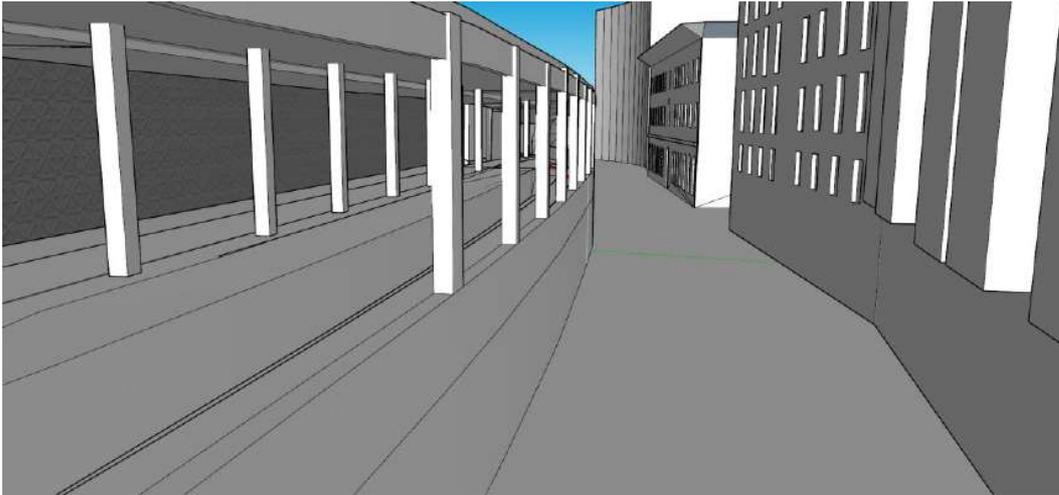


Figura 39 Ejemplo de modelo de superficies restituído a partir de la nube de puntos y cartografía de detalle del entorno

## 2.4 Medida de Niveles de ruido existentes en el entorno

Se han tomado medidas de niveles de ruido en fachada en edificios sensibles seleccionados como representativos del entorno.

El objetivo es tomar datos que permitan cuantificar la afección producida en la actualidad por el ruido ferroviario, como escenario base frente al que comparar las medidas de validación de las actuaciones, una vez implementadas, en la Tarea 4.

En este sentido, para procurar reducir el ruido de fondo (tráfico y obras) y facilitar la discriminación del ruido generado por los pasos de tren, se ha optado por realizar las medidas durante el fin de semana, incluyendo viernes y lunes o martes.

Adicionalmente, para facilitar la comparativa en los tramos 2 y 3 que representan afección a viviendas, se han registrado niveles generados por los pasos de tren identificados durante la medida.

Como se verá en el apartado 3.5, también se utilizan los resultados de estas medidas para conocer la situación acústica del entorno de la infraestructura, considerando que existe contribución de diferentes focos de ruido en los tramos analizados. De esta forma, las medidas han servido para reflejar y cuantificar la existencia de un ruido de fondo, ajeno al tráfico ferroviario.

Estas medidas se han llevado a cabo bajo certificación ENAC, conforme al Real Decreto 1367 y al Decreto 213 de la CAPV, para cuantificar tanto la afección como el cumplimiento de OCAs. Los puntos de medida han sido los siguientes:

- Tramo 1. Medida en Ayuntamiento de Eibar (Untzaga plaza 1), ubicación en una de las ventanas de la parte trasera a la calle San Andres Pasealekua esquina Untzaga, enfrente de la estación de Ardantzeta .

Se realiza un registro continuo, tomando datos cada cinco segundos y registrando los niveles máximos durante cuatro días, de viernes a lunes.

A continuación, se recogen los detalles de la medición:



Detalle de instalación	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fecha de Instalación: 25/02/2022</li> <li>- Hora Comienzo Medición: 11:53:00</li> <li>- Fecha de Retirada: 28/02/2022</li> <li>- Hora Finalización Medición: 13:26:00</li> </ul>	 <p>Figura 40. Tramo 1 – Ubicación del punto de medida en Ayuntamiento.</p>

En la siguiente tabla se resumen los resultados de las mediciones realizadas en este punto:

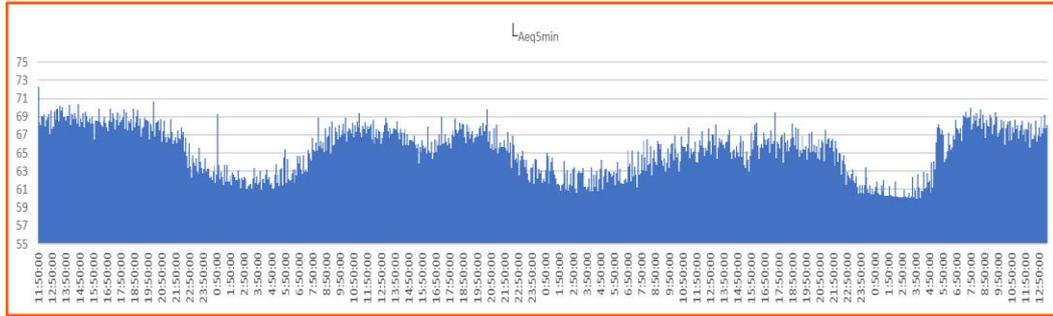
	Intervalo de Medición			
	Periodo completo	Periodo diurno (07:00 h – 19:00 h)	Periodo vespertino (19:00 h – 23:00 h)	Periodo nocturno (23:00 h – 07:00 h)
<b>N.º muestras (L<sub>Aeq,5s</sub>)</b>	52.948	27.040	8.640	17.268
<b>Máximo</b>	64.2	65.6	65.1	61.8
<b>Mínimo</b>	85.4	82.9	83	85.4
<b>Índice intervalo (L<sub>Aeq,total</sub>, L<sub>d</sub>, L<sub>e</sub>, L<sub>n</sub>)</b>	66,1	<b>67,2</b>	<b>66,6</b>	<b>62,9</b>

Tabla 3 Medidas en Ayuntamiento de Eibar (Untzaga plaza 1)

A partir de los valores de L<sub>Aeq</sub> registrados cada 5 segundos se obtiene el registro horario que se muestra a continuación, desde el viernes hasta el lunes.



Además de los valores horarios también se obtiene el registro correspondiente a intervalos de 5 minutos, a fin de evaluar la variabilidad del ambiente sonoro y la existencia de eventos especialmente ruidosos.



Debido al continuo tráfico y la disposición del edificio frente a la estación y a la vía de tren, no se puede diferenciar en los registros la aportación del ruido generado exclusivamente por la infraestructura ferroviaria. El análisis de la posible contribución de otros focos de ruido se realiza de forma teórica en el apartado 3.4, combinando estos datos con los resultados de los cálculos.

- 
- **Tramo 2. Medida en calle Ego-gain Kalea n.º 6**, frente al tramo de vía en superficie. Se registran los niveles sonoros ambientales existentes en el primer piso del edificio situado en la calle Ego-gain kalea n.º 6, concretamente en la terraza orientada a la calle San Andrés pasealekua.

Se realiza un registro continuo, tomado datos cada segundo y registrando los niveles máximos durante cinco días de viernes a martes.

En la siguiente tabla se recogen los parámetros más relevantes de la instalación.

Detalle de instalación	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Fecha de Instalación:</b> 9/09/2022</li> <li>- <b>Hora Comienzo Medición:</b> 11:33:00</li> <li>- <b>Fecha de Retirada:</b> 13/09/2022</li> <li>- <b>Hora Finalización Medición:</b> 09:14:00</li> </ul>	
<p>Figura 41. Tramo 2 – Ubicación del punto de medida en Ego-gain Kalea n.º 6.</p>	

A continuación, se muestra un resumen de los resultados de las mediciones realizadas en este punto:

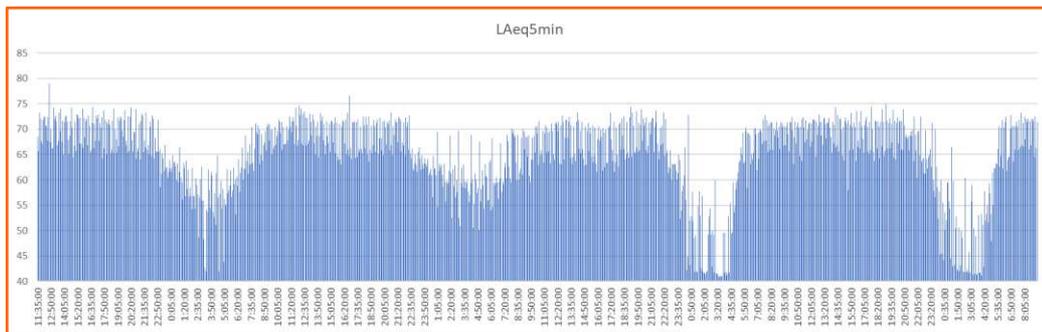
	<b>Periodo completo</b>	<b>Periodo diurno (07:00 h – 19:00 h)</b>	<b>Periodo vespertino (19:00 h – 23:00 h)</b>	<b>Periodo nocturno (23:00 h – 07:00 h)</b>
<b>N.º muestras (L<sub>Aeq,1s</sub>)</b>	337.265	164.465	57.600	115.200
<b>Máximo</b>	100,5	100,5	94,1	93,6
<b>Mínimo</b>	40,6	41,6	43,6	40,6
<b>Índice intervalo (L<sub>Aeq,total</sub>, L<sub>d</sub>, L<sub>e</sub>, L<sub>n</sub>)</b>	68,4	<b>69,8</b>	<b>69,8</b>	<b>62,3</b>

Tabla 4 Medidas en calle Ego-gain Kalea n.º 6

A partir del registro segundo a segundo de los niveles sonoros medidos se obtiene el **registro horario**:



Así como el **registro cada 5 minutos**:



Debido al continuo tráfico urbano no se puede diferenciar en los datos del registro la aportación del ruido generado exclusivamente por la infraestructura ferroviaria. El análisis de la posible contribución de otros focos de ruido se realiza de forma teórica en el apartado 3.4, combinando estos datos con los resultados de los cálculos

Adicionalmente, durante la medición en este punto se registraron los siguientes eventos, observados por el técnico que realizó las medidas:

Foco	Fecha hora	Duración evento	L <sub>AF</sub> máx	L <sub>Aeq</sub> , evento
Paso de camión	13/09/2022 9:14	00:00:05	70,95	68,2
Tren salida estación dirección Bilbao (Vía 1)	13/09/2022 9:16	00:00:10	87,64	81,9
Tren entrada estación dirección Donostia-San Sebastian (Vía 2)	13/09/2022 9:21	00:00:15	86,89	79,8

\* Paso de mercancías entre las 23:00 y las 23:30.

Tabla 5. Eventos de pasos de vehículos en el punto de medida de Ego-gain Kalea nº 6

- Tramo 3 Medida en Ego-gain Kalea, n.º 22: Se registran los niveles sonoros ambientales existentes en el edificio situado en la calle Ego-gain Kalea, n.º 22, concretamente en la terraza orientada a la infraestructura (calle San Andrés Paselekua).

Se realiza un registro continuo, tomado datos cada segundo y registrando los niveles máximos durante cuatro días de viernes a lunes.

En la siguiente tabla se recogen los detalles más relevantes de la medición:

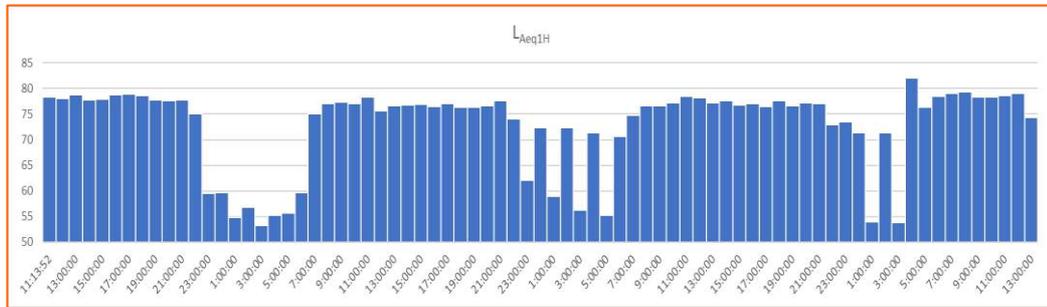
Detalle de instalación	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Fecha de Instalación:</b> 19/08/2022</li> <li>- <b>Hora Comienzo Medición:</b> 11:13:00</li> <li>- <b>Fecha de Retirada:</b> 22/08/2022</li> <li>- <b>Hora Finalización Medición:</b> 13:07:00</li> </ul>	
	
<p>Figura 42. Tramo 3 – Ubicación del punto de medida en Ego-gain Kalea n.º22</p>	

A continuación, se muestran un resumen de los resultados de las mediciones realizadas en este punto:

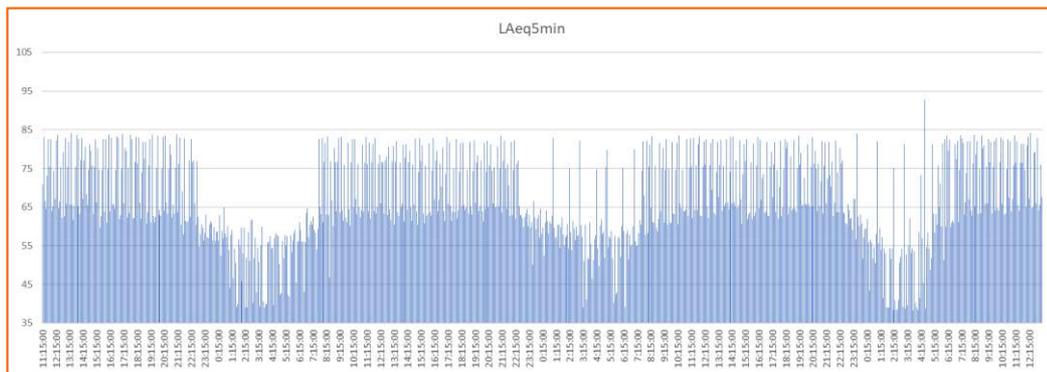
	Intervalo de Medición			
	Periodo completo	Periodo diurno (07:00h – 19:00h)	Periodo vespertino (19:00h – 23:00h)	Periodo nocturno (23:00h – 07:00h)
<b>N.º muestras (L<sub>Aeq,1s</sub>)</b>	266.042	136.442	43.200	86.400
<b>Máximo</b>	54,1	58,1	57,9	45,7
<b>Mínimo</b>	104,4	103,5	101	104.4
<b>Índice intervalo (L<sub>Aeq,total</sub>, L<sub>d</sub>, L<sub>e</sub>, L<sub>n</sub>)</b>	76,3	<b>77,6</b>	<b>76,6</b>	<b>72,1</b>

Tabla 6 Medidas en calle Ego-gain Kalea nº 22

Con los valores registrados cada 1 segundo se determina la evolución horaria de los niveles sonoros:



Además del registro horario, a partir de los valores registrados cada segundo también se obtiene la evolución de los niveles sonoros cada 5 minutos.



Como en los casos anteriores debido al continuo tráfico urbano no se puede diferenciar en los datos del registro la aportación del ruido generado exclusivamente por la infraestructura ferroviaria. El análisis de la posible contribución de otros focos de ruido se realiza de forma teórica en el apartado 3.4, combinando estos datos con los resultados de los cálculos

Adicionalmente, en este punto se registran los siguientes eventos, monitorizados por el técnico durante las medidas:

Foco	Fecha hora inicio evento	Duración evento	L <sub>Aeq</sub> , evento
Paso de tren Cercanías Vía 2. Sentido SS	19/08/2022 11:16:45	20	87,1
Paso de tren Cercanías Vía 1. Sentido Bi	19/08/2022 11:19:19	10	95,7
Paso de camión Vía 1. Sentido Bi	19/08/2022 11:23:11	10	71,8
Paso de tren Cercanías Vía 2. Sentido SS	19/08/2022 11:32:27	10	84,1
Paso de tren Cercanías Vía 2. Sentido SS	22/08/2022 12:47:45	15	94,4
Paso de tren Cercanías Vía 1. Sentido Bi	22/08/2022 13:02:30	25	86,2

Tabla 7 Eventos de pasos de vehículos en el punto de medida de Ego-gain Kalea nº22

- Tramo 4 Medida en Eibarko Ospitalea Osakidetza: Se registran los niveles sonoros en el Eibarko Ospitalea Osakidetza, concretamente en un punto de la fachada orientada al vial Torrekua.

Se realiza un registro continuo, tomado datos cada cinco segundos segundo y registrando los niveles máximos durante cuatro días de viernes a lunes

En la siguiente tabla se resumen los detalles de la medición:

Detalle de instalación	
<p>- <b>Fecha de Instalación:</b> 25/02/2022</p> <p>- <b>Hora Comienzo Medición:</b> 11:10:00</p> <p>- <b>Fecha de Retirada:</b> 28/02/2022</p> <p>- <b>Hora Finalización Medición:</b> 12:28:00</p>	 <p>Figura 43. Tramo 4 – Ubicación del punto de medida en Torrekua kalea.</p>

A continuación, se recoge el resumen del resultado de las mediciones:

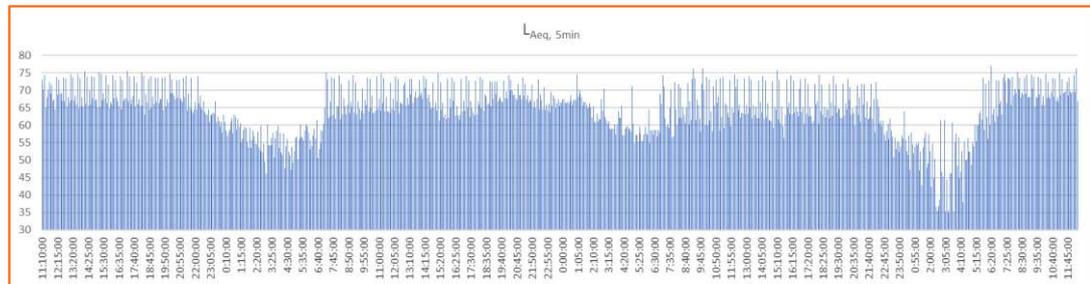
	Intervalo de Medición			
	Periodo completo	Periodo diurno (07:00h – 19:00h)	Periodo vespertino (19:00h – 23:00h)	Periodo nocturno (23:00h – 07:00h)
<b>N.º muestras</b> ( $L_{Aeq,5s}$ )	52.786	26.866	8.640	17.280
<b>Máximo</b>	60.2	63.6	63.8	53.2
<b>Mínimo</b>	92.9	90	89.6	92.9
<b>Índice intervalo</b> ( $L_{Aeq,total}, L_d, L_e, L_n$ )	68,4	<b>69,9</b>	<b>69,0</b>	<b>63,0</b>

Tabla 8. Medidas en Hospital de Eibar

A partir de los valores registrados cada 5 segundos se obtiene la evolución horaria de los niveles sonoros:



A partir de los valores registrados cada cinco segundos, se obtiene la evolución cada 5 minutos de los niveles sonoros:



Como en todas las medidas anteriores, el continuo tráfico urbano no permite diferenciar en los datos del registro la aportación del ruido generado exclusivamente por la infraestructura ferroviaria. El análisis de la posible contribución de otros focos de ruido se realiza de forma teórica en el apartado 3.4, combinando estos datos con los resultados de los cálculos



## 2.5 Medidas de pasos de trenes y medidas de verificación del modelo

Con el fin de conocer el comportamiento de las diferentes unidades que circulan en los diferentes tramos se llevan a cabo una serie de medidas de pasos de tren en diferentes puntos, así como medidas para verificar los resultados de los modelos combinados.

El análisis se realizan en términos de nivel equivalente al paso del tren  $L_{Aeq,TP}$  en espectro de frecuencias con control de velocidad, en base a la norma UNE-EN ISO 3095-2014, registrando el paso de cada unidad.

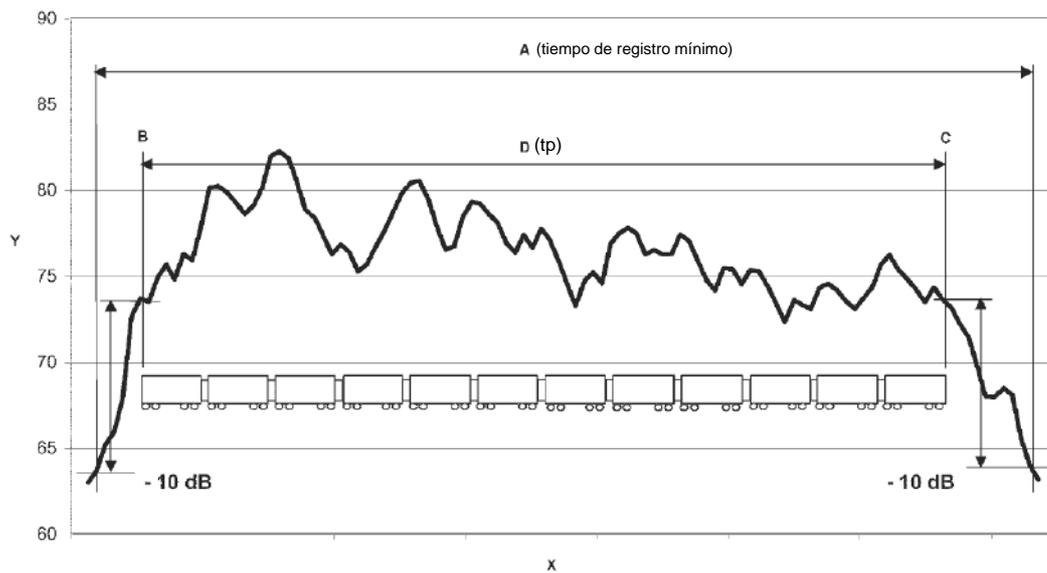


Figura 44 Determinación del  $L_{Aeq,tp}$  según norma

De esta forma, se han registrado un total de 52 pasos de tren para esta campaña de medidas.

Los puntos de medida seleccionados, lo más cerca de vía posible (asumiendo las limitaciones existentes por la vía de tráfico, muros u otras consideraciones y a la altura que permite visión directa del foco, son los siguientes:



- Tramo 1. Zona de estación. Dos puntos (P5 y P6) orientados hacia las viviendas de Arrate bidea.



Figura 45. Tramo 1 – Puntos de medida de pasos de tren.

- Tramo 2 Zona en superficie. Dos puntos (P3 y P4). P3 Zona en la recta (Punto de referencia) y P4 Zona en la transición placa/balasto Tramo 1-2.



Figura 46. Tramo 2 – Puntos de medida de pasos de tren.

- Tramo 3 Zona Curva. Dos puntos (P1 y P2). P1 Zona con chirrido en la curva y P2 zona sin chirrido en la recta con cubierta.



Figura 47. Tramo 3 – Puntos de medida de pasos de tren.

Tramo 4 Hospital. Dos puntos (P7 y P8). P7 en la zona con pared reflectante en la trasera de la vía y P8 en la zona con vegetación (absorbente) en la trasera de la vía.



Figura 48. Tramo 4 – Puntos de medida de pasos de tren.

Para el ajuste de las circulaciones, se toman como puntos de referencia aquellos puntos en los que no se producen otros efectos que el ruido de rodadura, evitando chirridos o traqueteos por el estado de los carriles. Estos puntos son los P2, P3 y P7. El resto de los puntos cuentan con efectos singulares, como puede ser el ruido de chirrido, impacto o el efecto de la estación. Todas las medidas de los puntos, se referencian a la distancia de 7,5m. para poder ser comparadas.

Del análisis diferenciado de los puntos de referencia con el resto de puntos que presentan situaciones singulares, resultan los siguientes valores presentados tanto en formato de tabla como de gráfica. Además, se diferencian los sentidos de circulación y las vías correspondientes.

	LAeq,tp corregido por distancia todas a 7,5 metros							
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Bilbao	87,4	74,8	77,4	83,2	84,0	88,0	78,9	87,4
Donosti	92,6	79,5	79,8	88,2	82,8	86,9		
Características	Chirrido Curva Especial. Balasto	Recta. Cubierta. Balasto	Recta Referencia. Balasto	Estación. Chirrido. Impacto transición balasto/placa. Aceleración y frenado	Estación. Chirrido. Placa. Aceleración y frenado	Estación. Chirrido. Placa. Aceleración y frenado. Impacto	Referencia	Chirrido

Tabla 9. Niveles promedio  $L_{pAeq,TP}$  corregidos por distancia en cada punto.

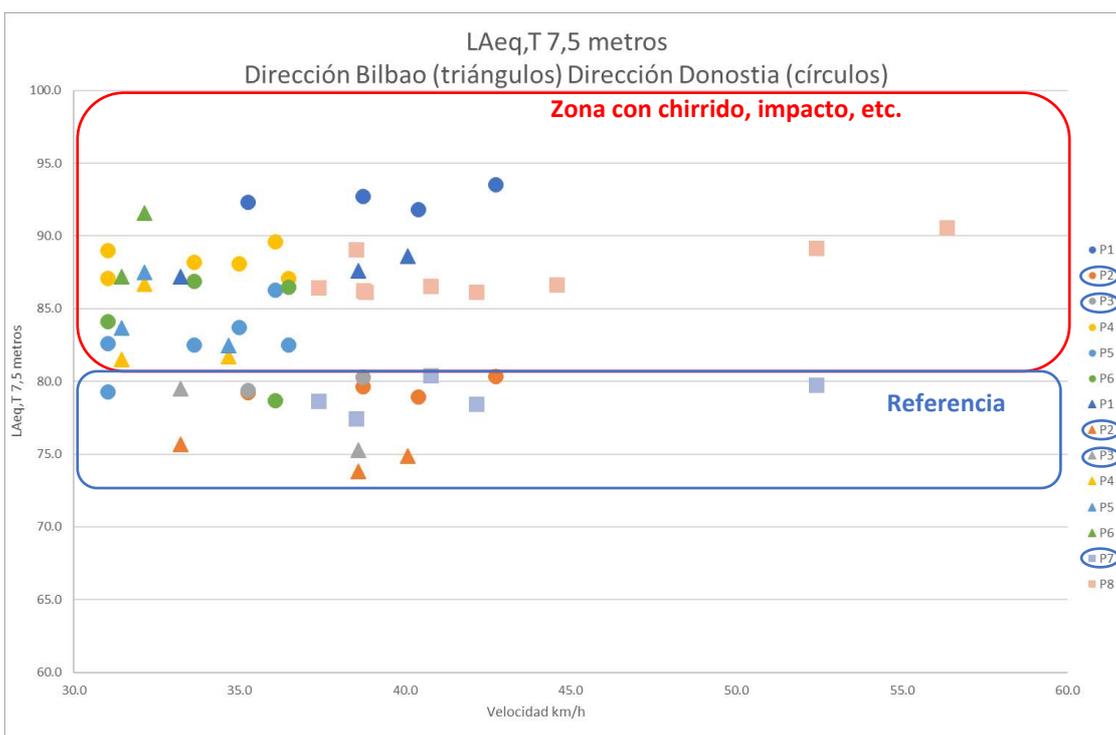


Figura 49. Niveles  $L_{pAeq,TP}$  corregidos por distancia en cada punto.

En resumen, las diferencias entre los puntos analizados y los puntos de referencia se exponen en la siguiente tabla, diferenciando dirección Bilbao y Donostia/San Sebastián.

Diferencias Dirección Bilbao				
Tramo1 (P5-P3)	Tramo 1 (P6-P3)	Tramo1-2 (P4-P3)	Tramo 3 (P1-P3)	Tramo 4 (P8-P7)
6,6	10,6	5,8	10	8,5
Diferencias Dirección Donostia/San Sebastian				
Tramo1 (P5-P3)	Tramo 1 (P6-P3)	Tramo1-2 (P4-P3)	Tramo 3 (P1-P3)	Tramo 4 (P8-P7)
3	7,1	8,4	12,8	8,5

Tabla 10. Diferencias entre puntos analizados y referencia.

Además, de las medidas realizadas se concluye que, en general, la vía con dirección a Donostia/San Sebastián (la más interior y cercana a los muros) tiene una mayor emisión sonora que la vía con dirección Bilbao. Aproximadamente, las diferencias entre vías, en función del punto de medida, son las siguientes:

- +5 dBA en la zona con chirrido
- +2,4 dBA en la zona abierta
- -0,3 dBA en la zona de estación con arranque y frenada.

	Tramo 1		Tramo1-2	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 3
	P5	P6	P4 (chirrido)	P3 (sin chirrido)	P1	P2 (sin chirrido)
<b>Donostia/ San Sebastián</b>	<b>82,8</b>	<b>84,1</b>	<b>88,2</b>	<b>79,8</b>	<b>92,6</b>	<b>79,5</b>
<b>Bilbao</b>	<b>84</b>	<b>88</b>	<b>83,2</b>	<b>77,4</b>	<b>87,8</b>	<b>74,8</b>
<b>Diferencia</b>	<b>-1,2</b>	<b>-3,9</b>	<b>5,0</b>	<b>2,4</b>	<b>4,8</b>	<b>4,7</b>

Tabla 11. Diferencias entre niveles de ruido medidos en ambas vías.

El detalle de las medidas de paso de tren se expone en el *Anexo 1. Detalle medidas pasos de tren.*



### 3. TAREA 2. ESTUDIO DEL IMPACTO ACÚSTICO EN LAS ZONAS DE ESTUDIO

En esta fase se realiza la modelización tridimensional de la zona de estudio mediante software acústico que permite caracterizar los índices acústicos para evaluar escenarios y analizar mejoras de reducción de impacto acústico, incluyendo posibles intervenciones o actuaciones en la zona.

Para la realización de esta tarea se toman los siguientes Indicadores acústicos para diseñar y valorar la eficacia de las soluciones:

- Nivel de ruido generado por un paso de tren en los receptores de control fijados,  $L_{Aeq, Tp}$ .
- Niveles de ruido promedio  $L_d$ ,  $L_e$  y  $L_n$  (niveles día 07:00-19:00, tarde 19:00-23:00 y noche 23:00-07:00 respectivamente).
- Incumplimiento de Objetivos de Calidad Acústico (OCAs) por nivel de ruido exterior originado por el tráfico ferroviario, a partir de los parámetros acústicos  $L_{Aeq, día}$ ,  $L_{Aeq, tarde}$ ,  $L_{Aeq, noche}$ .
- Aportación de otros focos a los niveles de ruido  $L_d$ ,  $L_e$ ,  $L_n$  existentes en los edificios sensibles del entorno. Este análisis se realiza para algunos de los grupos de viviendas en el apartado 3.4.

En el caso de estudio, la complejidad del entorno en el cual están las vías férreas objeto de estudio, no permite abordarlo con una metodología tradicional de mapas de ruido, sino que es necesaria la combinación de metodologías para su realización.

Hay que tener en cuenta las siguientes singularidades:

- Existencia de una estación con andén central y material absorbente bajo andenes.
- Foco de ruido en estación diferenciado en dos líneas, con diferentes velocidades de aproximación y salida.
- Cambios de infraestructura a la salida del túnel, en la estación y en la salida de la estación.
- Diferentes estado de las infraestructuras, superestructura y carriles
- Circulación de las unidades en zonas en caverna con ceramientos de hormigón y muros.

Los modelos tridimensionales de cálculo de mapas de ruido mediante trazado de rayos, no están preparados para contemplar todos estos aspectos, por lo que en este proyecto se ha planteado un modelo híbrido de mediciones, un software de trazado de rayos tradicional de líneas férreas que integran el método europeo CNOSSOS de cálculo de ruido de ferrocarril y un software acústico de alta precisión para el cálculo de ruido en entornos complejos cerrados y semicerrados.

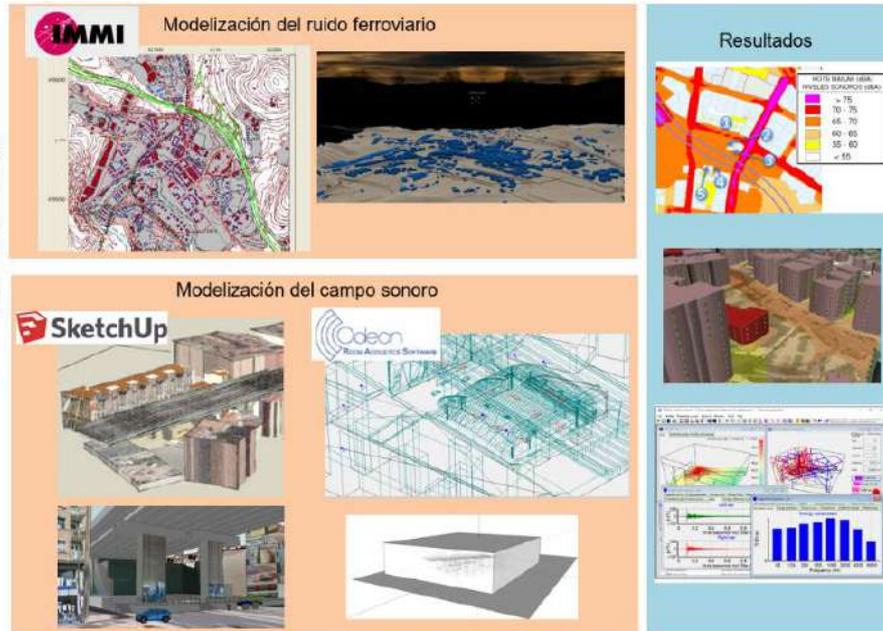


Figura 50 Modelo combinado utilizado en la simulación

### 3.1 Modelización del ruido ferroviario

Mediante el método de trazado de rayos que integra el método CNOSSOS, y combinado con las mediciones realizadas en el entorno de la vía, se ha definido la emisión de ruido en cada una de las vías, combinando los parámetros que el método CNOSSOS exige para su definición en nivel y en espectro. En este método se define para el proyecto la emisión sonora de la vía en función de parámetros como el tipo de infraestructuras (tipo de traviesas y rigidez de la infraestructura), la rugosidad del carril, la existencia de ruido de impactos en aparatos de vía, la existencia de chirridos en función del tipo de curva, u otros elementos que afecten al ruido generado.

El esquema que define la emisión del método europeo se presenta en el siguiente gráfico, donde se pueden ver los aspectos que en la definición de la infraestructura y las unidades móviles se tienen en cuenta.

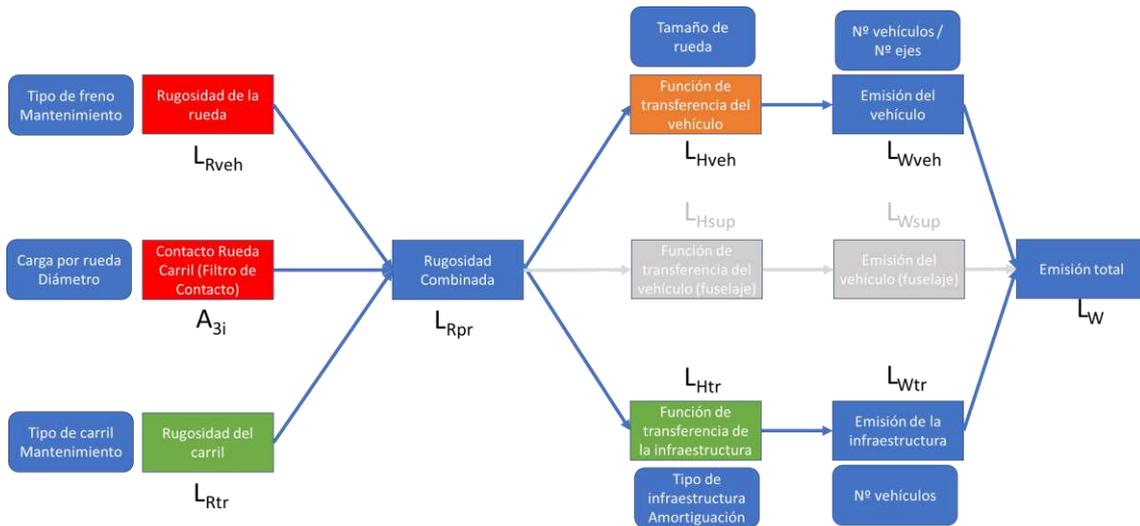


Figura 51 Parámetros del método CNOSSOS

Estos parámetros están recogidos en los software de cálculo de forma que se defina la infraestructura y las unidades móviles, tal como se puede apreciar en las siguientes imágenes.

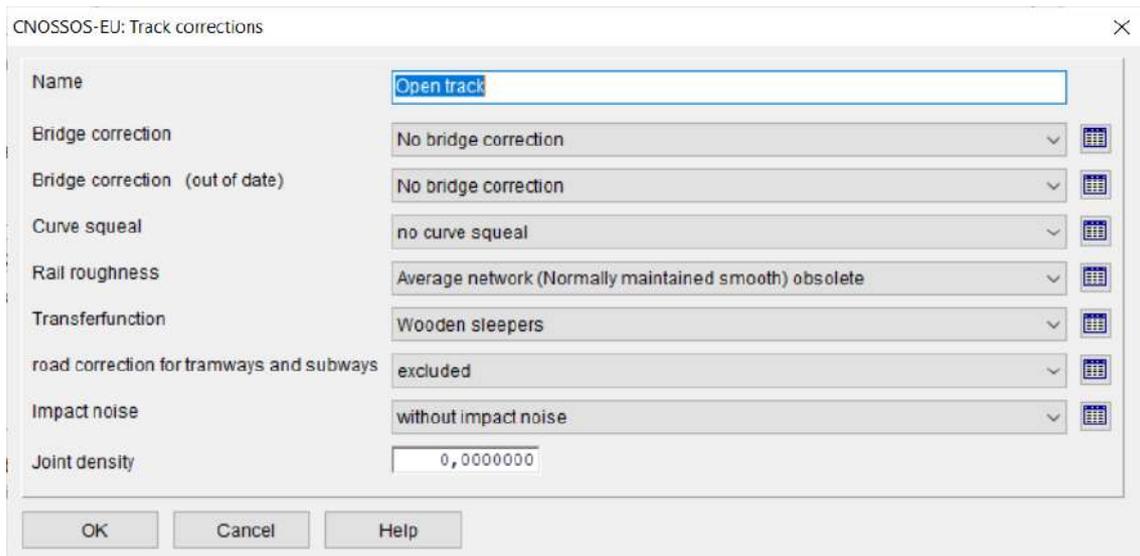


Figura 52 Implementación en el software IMMI de las propiedades de la infraestructura según CNOSSOS

Además de las características de la infraestructura, se introducen las características de las unidades circulantes como tipo de motor y número de unidades propulsoras, tipo de frenos, número de vagones, número de ejes, y longitud de los mismos, y el número de circulaciones y las velocidades de circulación en cada tramo analizado.

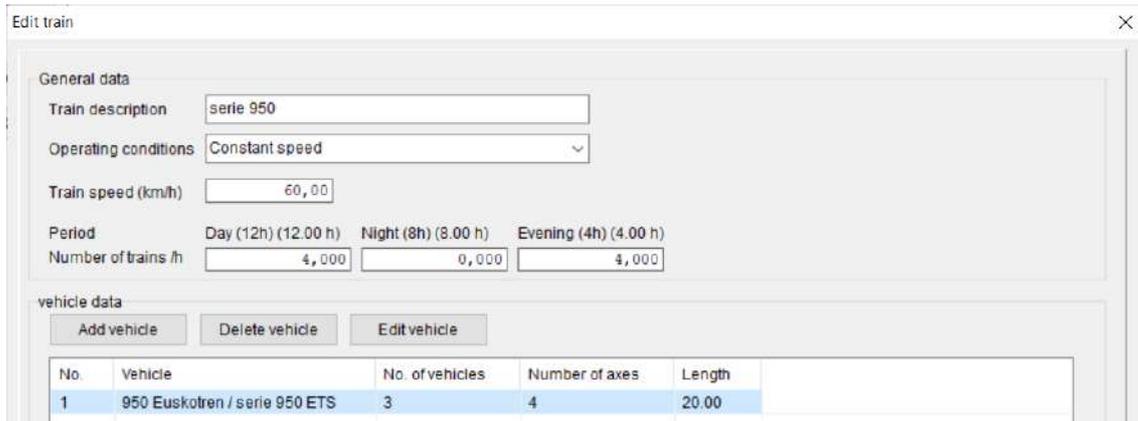


Figura 53 Implementación en el software IMMI de las propiedades de las unidades móviles según CNOSSOS

Para ello se analizan los resultados de las medidas de emisión (apartado 2.4) y de los datos recopilados en las fases anteriores, y se incorporan a un modelo de simulación que aplica el método CNOSSOS-EU para el cálculo de los niveles de ruido generados por líneas ferroviarias. En él se introducen los trenes que circulan por la línea ferroviaria de ETS representados con los valores de parámetros del método CNOSSOS asociados (Rugosidad de Rueda, Filtro de Contacto, Función de Transferencia de Vehículo, y Tipo de Motor), y la infraestructura con los valores de parámetros asociados (Rugosidad de Carril, Efecto de discontinuidades y Función de Transferencia de Carril). Además, se incluyen los efectos de singularidades en los diferentes tramos.

Se consideran las condiciones de circulación (tráficos y velocidades) para cada tipo de tren en cada periodo para definir la potencia de emisión acústica de la línea en cada una de sus direcciones, en sus dos alturas de emisión (0,5 m y 4 m sobre el eje de carril). El programa de cálculo comercial utilizado es IMMI PREMIUM (WOLFEL).

No se consideran en el estudio las circulaciones de mercancías ya que sería necesaria una caracterización de las diferentes unidades propulsoras, vagones y las cargas, además de precisar conocer el estado de las ruedas. Este tráfico es residual (2 pasos nocturnos algunos días a la semana), respecto al paso de los cercanías.

Como resultado de esta fase se dispone de las potencias de emisión acústica en los cuatro tramos de cada una de las vías a las dos alturas de emisión.

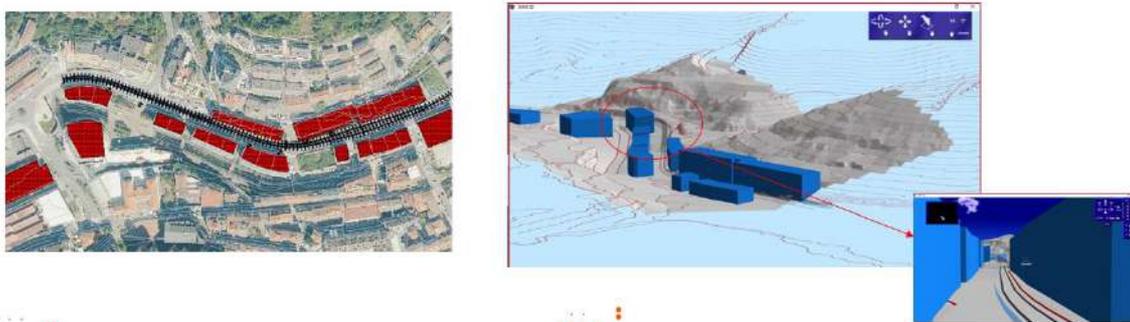


Figura 54 Modelo en IMMI levantado para la obtención de los parámetros de simulación



### 3.2 Modelización del campo sonoro

Para completar el análisis en zonas complejas como la que se está analizando (zona con cavernas, elementos reflectantes, coladizos, etc..) se complementa el estudio con una simulación mediante un software de análisis de entornos complejos que permite la asignación de formas y diferentes materiales y comportamientos a los elementos que conforman la infraestructura a analizar.

Se realiza una modelización basada en el trazado de rayos de alta resolución, que permite representar la realidad reverberante del entorno de vía en los diferentes tramos con caverna, complementando el modelo de ruido ferroviario y combinando ambos modelos para comparar, validar y diseñar las diferentes soluciones que se propondrán en la Tarea 3. Este modelo utilizado está implementado en el software ODEON v. Industrial.

Este modelo, complementado con un modelo de levantamiento de entornos tridimensionales que permite crearlos a partir de nube de puntos – trabajo realizado para la correcta definición de cada uno de los entornos – permite disponer de un modelo de alta resolución donde cada elemento tiene asignadas sus propiedades acústicas.

Esto permite, conocer el efecto acústico de cada revestimiento, el efecto en el interior de los espacios semicerrados o cerrados y la propagación en el entorno abierto o semi abierto.

El proceso seguido para el estudio con ODEON es el siguiente:

1. Creación del modelo tridimensional de todos los tramos a partir del modelo de superficies obtenido de la nube de puntos y la cartografía de detalle existente. Esto se realiza mediante el software de diseño gráfico y modelado en tres dimensiones SketchUp.



Figura 55 Proceso de generación del modelo tridimensional

2. Incorporación del modelos 3D sketchup en el software ODEON y asignación de propiedades básicas de los elementos.

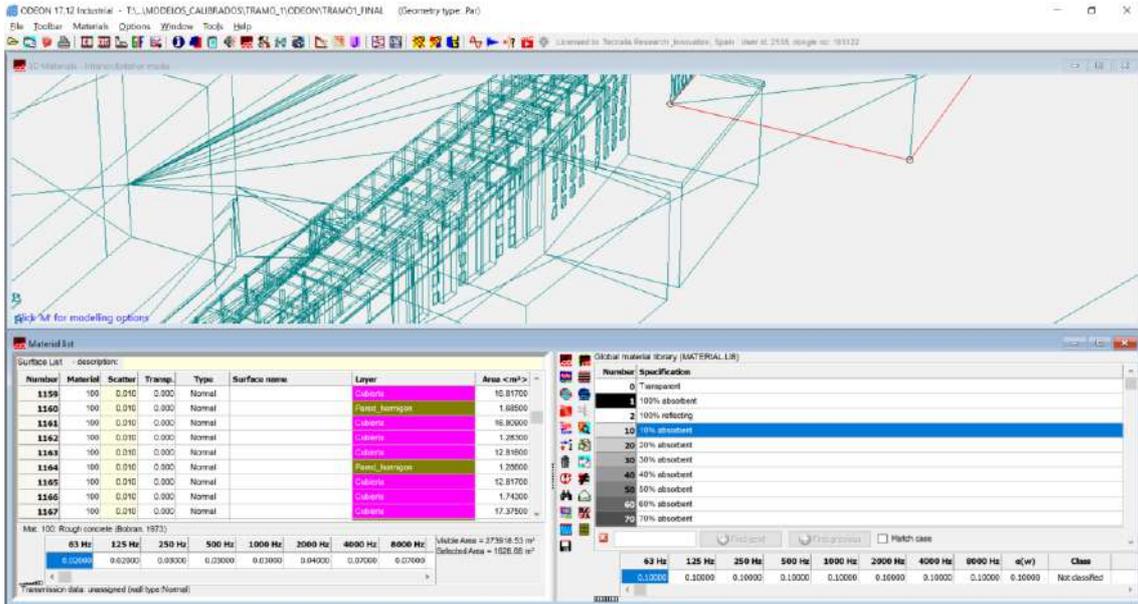


Figura 56 Modelo tridimensional en ODEON con asignación de materiales

Para el modelo se han considerado las siguientes variables:

- El coeficiente de absorción acústica,  $\alpha$ , que relaciona la energía absorbida y la energía incidente por unidad de superficie, para cada tipo de superficie en bandas de octava (63-8000 Hz). En la zona de la estación de Ardantza se tienen en cuenta las características técnicas del tratamiento bajo andén recientemente instalado.

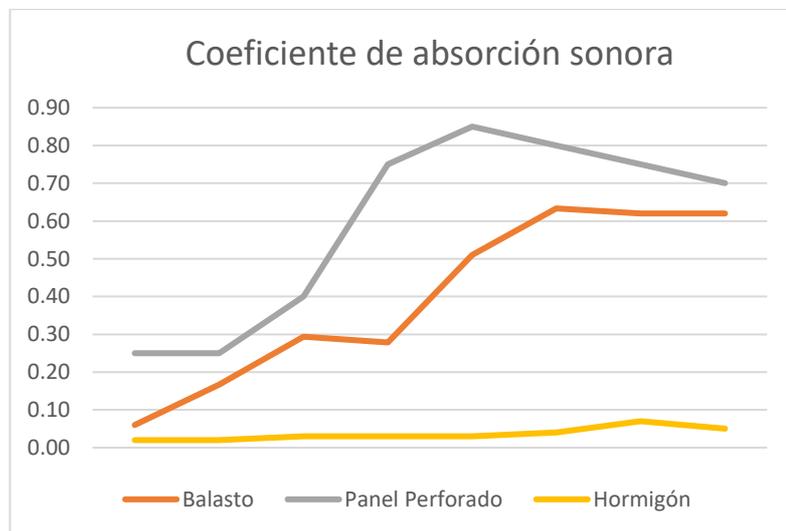


Figura 57 Curvas de absorción acústica analizadas

- El coeficiente de *scattering* que caracteriza la forma, textura y rugosidad de las superficies; y
- Valores de transparencia e índice de reducción sonora necesarios para crear el ámbito de estudio (encapsulado de la modelización) y las posibles medidas correctoras con transmisión sonora.

- Incorporación de las líneas de emisión obtenidas mediante el modelo IMMI, creando así el modelo combinado para el estudio.

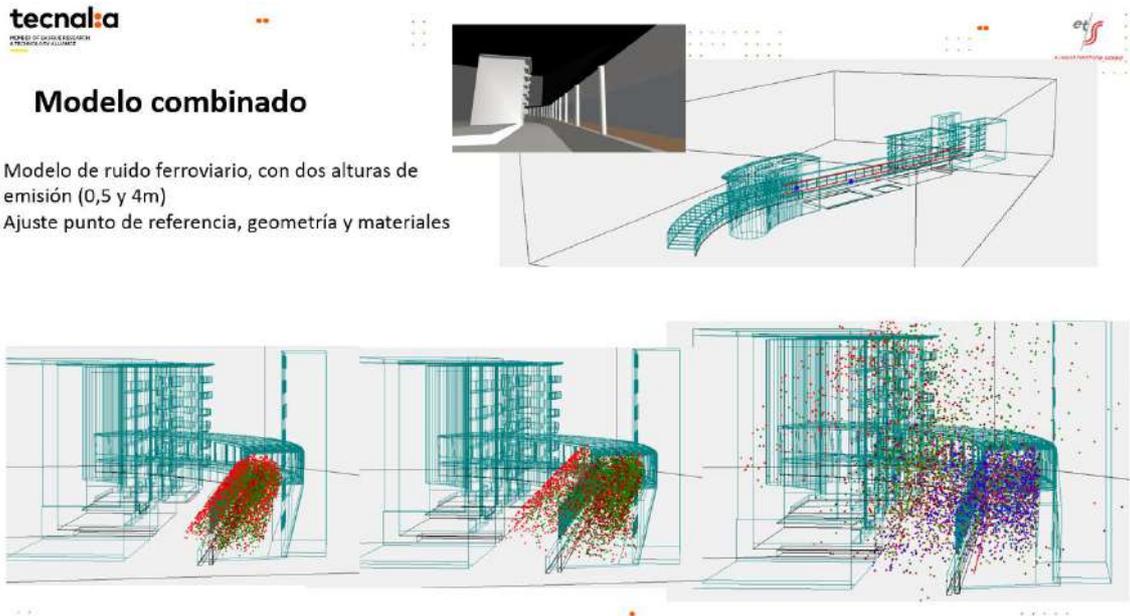


Figura 58 Modelo tridimensional temporal con ejemplos de difusión de los niveles de ruido en las cavernas

El modelo y las propiedades de los materiales ha sido verificado mediante las medidas realizadas, respecto del tiempo de reverberación existentes en los diferentes espacios cerrados o semicerrados y respecto de las medidas realizadas al paso y en los registros continuos realizados. Una vez ajustado el modelo a la situación actual, se pueden evaluar los efectos de diferentes medidas de atenuación de ruido asociadas a elementos como pantallas acústicas, cerramientos, revestimientos u otras actuaciones modificables en el modelo. El modelo permite conocer los niveles en los receptores seleccionados de los diferentes edificios, conocer el foco prioritario de ruido en cada uno de ellos y de esta forma conocer los focos prioritarios de actuación en cada tramo de estudio.

### 3.3 Análisis de impacto acústico en las zonas de estudio

A partir de los modelos expuestos se analiza cada uno de los tramos y se estiman las afecciones a los edificios expuestos.

En cada edificio analizado se ubican receptores en el perímetro de la fachada orientada a la línea de ETS y a diferentes alturas, con el objeto de representar el detalle de la afección de la totalidad de plantas y estancias. Se calculan los niveles de ruido generados en cada receptor por las circulaciones de trenes, de forme independiente para cada una de las vías de circulación. Finalmente, se suman energéticamente la aportación de las circulaciones de cada vía para estimar el ruido para cada periodo de evaluación.

A modo de resumen, se presenta el análisis final del impacto para identificar las zonas con incumplimiento en los objetivos de calidad acústicos (OCAS) fijados en la legislación nacional y vasca.



Figura 59 Tramos 1, 2 y 3 (fuente openstreetmap.org)



Figura 60 Tramo 4 (fuente openstreetmap.org)

Tramo	Edificio expuesto		Objetivos de Calidad Acústica	
			Día/ Tarde 65 dBA	Noche 55 dBA
T1	Ayuntamiento		Sin incumplimiento	No Aplicable
	San Andrés pasealekua	1, 2, 4	Incumplimiento (0,9dBA)	Sin incumplimiento
	San Andrés pasealekua	3	Sin incumplimiento	Sin incumplimiento
	Ego-gain Kalea	6, 8, 10	Incumplimiento (4,3 dBA)	Incumplimiento (2,3 dBA)
	Arrate-Bide Kalea	2, 4	Incumplimiento (2,7 dBA)	Incumplimiento (0,7dBA)
	Legarre Kalea	7	Incumplimiento (5,7 dBA)	Incumplimiento (3,7 dBA)
T2	Legarre Kalea	9, 11, 13, 15, 17 y 19	Incumplimiento (5 dBA)	Incumplimiento (3 dBA)
	Ego-gain Kalea	20, 18	Sin incumplimiento	Sin incumplimiento
	Ego-gain Kalea	16, 14, 12	Sin incumplimiento	Sin incumplimiento
T3	Ego-gain Kalea	22	Incumplimiento (6,7 dBA)	Incumplimiento (4,7 dBA)
T4	Hospital		Incumplimiento (2,6 dBA)	Incumplimiento (0,6 dBA)

Tabla 12. Análisis del cumplimiento de los objetivos de calidad.

También como resumen, se presentan los niveles en fachada (en el punto más desfavorable de cada edificio) asociados al nivel de paso del tren (LAeq,tp) obtenidos por el modelo combinado, que permiten visualizar qué vía genera mayores niveles en los edificios y definir líneas de trabajo para el plan de actuaciones.

Como se puede comprobar, al igual que se había detectado anteriormente en la emisión de las líneas, los pasos por la vía dirección Donostia genera mayor nivel de ruido en las viviendas que la vía dirección Bilbao.

Tramo	Edificio expuesto	Niveles en fachada LAeq,tp		
		Vía 1. Dirección Bilbao	Vía 2. Dirección Donostia/San Sebastián	
TRAMO 1	Ayuntamiento		86,6	86,9
	San Andres pasealekua	1, 2, 4	82,8	84,5
	San Andres pasealekua	3	81	82,7
	Ego-gain Kalea	6, 8, 10	85,9	88
	Arrate-Bide Kalea	2, 4	85,8	85,2
	Legarre Kalea	7	86,9	89,6
TRAMO 2	Legarre Kalea	9, 11, 13, 15, 17 y 19	78,2	80,4
	Ego-gain Kalea	20, 18	76,3	81,8
	Ego-gain Kalea	16, 14, 12	72,9	81,1
TRAMO 3	Ego-gain Kalea	22	87,7	90,8
TRAMO 4	Hospital		80,4	

Tabla 13. Niveles en fachada LAeq,tp.

También hay que considerar que el análisis de los espectros de ruido en frecuencias medidos, de las diferentes circulaciones, concluye que no existen penalizaciones por componentes de baja frecuencia, impulsivo o tonales, y no son necesarias penalizaciones en los parámetros de evaluación presentados.

Como se ha indicado previamente, los niveles presentados (niveles en fachada y cumplimiento de OCAs) contemplan únicamente circulaciones de pasajeros. Las circulaciones de mercancías supondrían un posible incremento en los niveles de ruido promedio noche, Ln.

A continuación, se presentan los resultados en cada uno de los tramos analizados, siguiendo la exposición siguiente:

En cada tabla de resultados se presenta, en primer lugar el receptor en el edificio, en segundo lugar el nivel de paso en la vía correspondiente, en tercer lugar el nivel de ruido promedio en función del número de pasos para los diferentes periodos de evaluación y finalmente la diferencia entre el nivel promedio y los objetivos de calidad asociado a cada edificio según su uso (OCA 70 significa que en el periodo día y tarde en ese edificio el objetivo de calidad son 70 dBA de nivel promedio Ld o Ln).

Vía 1						Vía 2					
SPL(A)		Simulated				SPL(A)	(dB)	Simulated			
Rec. no.	(dB)	LAeq,d	LAeq,n	OCA 70	OCA 65	Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	OCA 70	OCA 65
		dia/tarde	noche	dia/tarde	noche			dia/tarde	noche	dia/tarde	noche
<b>11</b>	86	65,2	53,2	0,0	0,0	<b>11</b>	86,1	65,3	53,3	0,0	0,0
<b>12</b>	87,3	66,5	54,5	0,0	0,0	<b>12</b>	87,6	66,8	54,8	0,0	0,0
<b>13</b>	87,8	67,0	55,0	0,0	0,0	<b>13</b>	88,1	67,3	55,3	0,0	0,0

La valoración del cumplimiento de los OCAS se realiza considerando que los niveles en la fachada son la suma energética de la aportación de ambas vías.

El resultado del cálculo considera el efecto de la reflexión en la fachada, por lo que para considerar ruido incidente se resta 3dB del nivel sumado.

En ningún caso se está considerando la aportación de la carretera en estos niveles, ya que el objeto del estudio es valorar la aportación de las infraestructuras de ETS y las posibles soluciones para reducirlo.

### 3.3.1 Tramo 1: Entorno de la estación de Ardantza

#### 3.3.1.1 Edificio del Ayuntamiento

En las siguientes imágenes se presenta el edificio en cuestión y el modelo en 3D y los puntos de control/receptores del estudio.

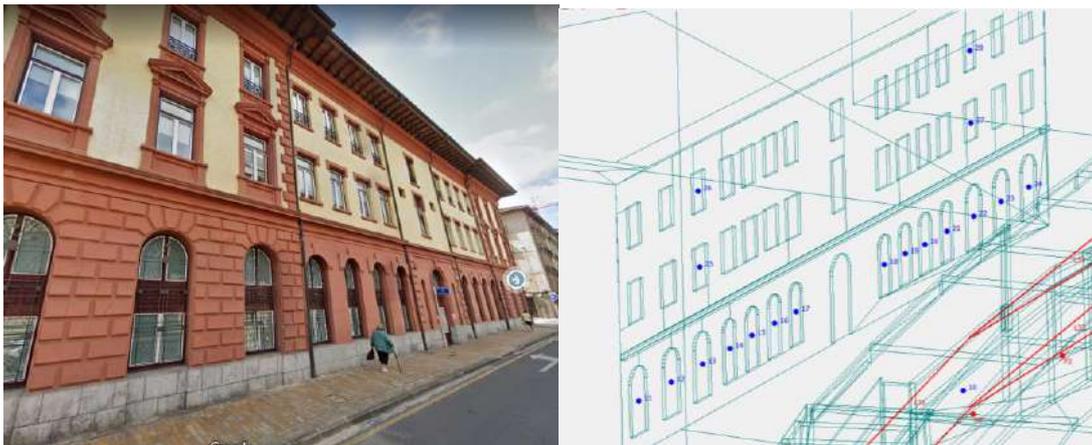


Figura 61 Edificio del ayuntamiento y puntos de evaluación

Como se ha indicado, se muestran los resultados en la fachada del Ayuntamiento independientes para cada una de las vías de circulación:

No existe incumplimiento en los objetivos de calidad acústica en el edificio del ayuntamiento. OCA edificación 70 dBA día/tarde, 65 dBA noche.

Vía 1				Vía 2			
SPL(A)	(dB)	Simulated		SPL(A)	(dB)	Simulated	
Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n
		dia/tarde	noche			dia/tarde	noche
11	86	65,2	53,2	11	86,1	65,3	53,3
12	87,3	66,5	54,5	12	87,6	66,8	54,8
13	87,8	67,0	55,0	13	88,1	67,3	55,3
14				14	86,5	65,7	53,7
15	87,4	66,6	54,6	15	87,6	66,8	54,8
16	87,7	66,9	54,9	16	88,7	67,9	55,9
17	89,6	68,8	56,8	17	89,8	69,0	57,0
18	87,9	67,1	55,1	18	88,1	67,3	55,3
19	86,7	65,9	53,9	19	87,6	66,8	54,8
20	87,3	66,5	54,5	20	88,6	67,8	55,8
21	87,2	66,4	54,4	21	88,5	67,7	55,7
22	87,7	66,9	54,9	22	87,9	67,1	55,1
23	86,9	66,1	54,1	23	87,7	66,9	54,9
24	87,4	66,6	54,6	24	89,6	68,8	56,8
25	86,5	65,7	53,7	25	86,9	66,1	54,1
26	89,2	68,4	56,4	26	89,4	68,6	56,6
27	89,5	68,7	56,7	27	89,9	69,1	57,1
28	88,8	68,0	56,0	28	89,2	68,4	56,4

Tabla 14. Niveles en fachada Ayuntamiento. LAeq,d, LAeq,e y LAeq,n.

### 3.3.1.2 San Andres Pasealekua 1, 2 y 4

En las siguientes imágenes se presenta el edificio en cuestión y el modelo en 3D y los puntos de control/receptores del estudio.

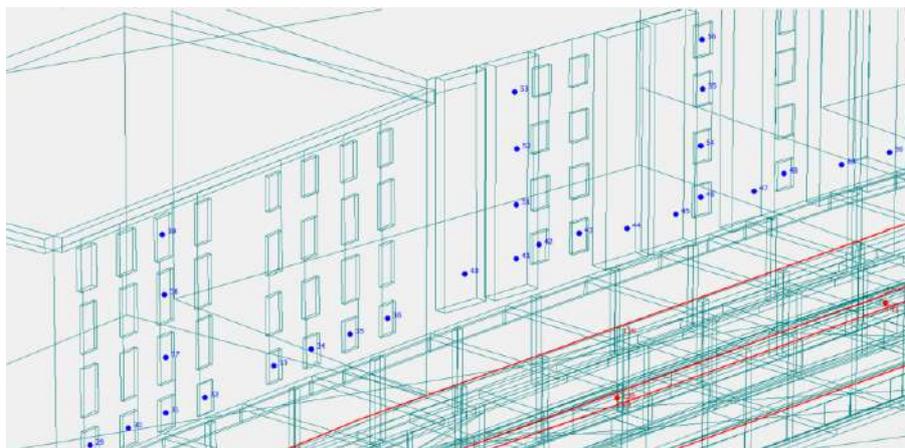


Figura 62. Vista de los edificios y Distribución puntos de cálculo fachada de San Andres Pasealekua 1, 2 y 4

En primer lugar, como se ha indicado antes se muestran los resultados en la fachada independientes para cada una de las vías de circulación:

Vía 1				Vía 2			
SPL(A)	(dB)	Simulated		SPL(A)	(dB)	Simulated	
Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n
		dia/tarde	noche			dia/tarde	noche
29	84,6	63,8	51,8	29	86,4	65,6	53,6
30	85,6	64,8	52,8	30	86,7	65,9	53,9
31	85,6	64,8	52,8	31	85,6	64,8	52,8
32	84,6	63,8	51,8	32	87,1	66,3	54,3
33	84,4	63,6	51,6	33	86,2	65,4	53,4
34	83,1	62,3	50,3	34	86,5	65,7	53,7
35	83,8	63,0	51,0	35	85,2	64,4	52,4
36	83,2	62,4	50,4	36	86,7	65,9	53,9
37	85,6	64,8	52,8	37	86,3	65,5	53,5
38	85,8	65,0	53,0	38	84,4	63,6	51,6
39	84,1	63,3	51,3	39	83,6	62,8	50,8
40	84,7	63,9	51,9	40	87,5	66,7	54,7
41	84,3	63,5	51,5	41	86	65,2	53,2
42	84,1	63,3	51,3	42	87,3	66,5	54,5
43	83,8	63,0	51,0	43	84,6	63,8	51,8
44	83,6	62,8	50,8	44	86	65,2	53,2
45	85,4	64,6	52,6	45	86,7	65,9	53,9
46	81,7	60,9	48,9	46	83,6	62,8	50,8
47	83,8	63,0	51,0	47	86,3	65,5	53,5
48	83,1	62,3	50,3	48	84,1	63,3	51,3
49	82,6	61,8	49,8	49	85,3	64,5	52,5
50	82,1	61,3	49,3	50	85	64,2	52,2
51	84	63,2	51,2	51	84,8	64,0	52,0
52	84,3	63,5	51,5	52	83	62,2	50,2
53	82,8	62,0	50,0	53	81,5	60,7	48,7
54	83,4	62,6	50,6	54	82	61,2	49,2
55	81,8	61,0	49,0	55	82,4	61,6	49,6
56	82,1	61,3	49,3	56	81,2	60,4	48,4

Tabla 15. Niveles en fachada de San Andres Pasaelekuia 1, 2 y 4. LAeq,d, LAeq,e y LAeq,n.

La tabla siguiente muestra los niveles de ruido incidente en el punto más desfavorable considerando ambas vías, es decir el ruido actual asociado a la línea de ferrocarril:

	Día/Tarde 65 dBA	Noche 55 dBA
<b>Niveles de ruido ferroviario</b>	<b>65,9</b>	<b>53,9</b>
<b>Superación de OCAs</b>	<b>0,9</b>	

Tabla 16. Nivel de ruido y Superación OCAs (situación actual). San Andres Pasaelekuia 1, 2 y 4.

La situación actual refleja un ligero incumplimiento de menos de 1 dB en los objetivos de calidad acústica para ruido ferroviario en algunos receptores. Este incumplimiento está ocasionado por las circulaciones de la vía 2 en los periodos día/tarde.



### 3.3.1.3 San Andres Pasealekua Nº 3

En las siguientes imágenes se presenta el edificio en cuestión y el modelo en 3D y los puntos de control/receptores del estudio.



Figura 63. Vista del edificios y distribución puntos de cálculo fachada de San Andres Pasealekua Nº 3

Los resultados en fachada de San Andres Pasealekua nº 3 se muestran independientes para cada una de las vías de circulación:

No existe incumplimiento en los objetivos de calidad en ninguno de los periodos día, tarde o noche.

Vía 1				Vía 2			
SPL(A)	(dB)	Simulated		SPL(A)	(dB)	Simulated	
Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n
		dia/tarde	noche			dia/tarde	noche
57	82,2	61,4	49,4	57	84,1	63,3	51,3
58	81,1	60,3	48,3	58	84,3	63,5	51,5
59	81	60,2	48,2	59	85,7	64,9	52,9
60	82,7	61,9	49,9	60	84,5	63,7	51,7
61	83,3	62,5	50,5	61	85,5	64,7	52,7
62	84	63,2	51,2	62	82,8	62,0	50,0
63	83,9	63,1	51,1	63	81,6	60,8	48,8
64	83,7	62,9	50,9	64	80,4	59,6	47,6
65	83,1	62,3	50,3	65	84	63,2	51,2
66	83,5	62,7	50,7	66	80,9	60,1	48,1
67	80,5	59,7	47,7	67	82,5	61,7	49,7
68	82,9	62,1	50,1	68	84,7	63,9	51,9

Tabla 17. Niveles en fachada de San Andres Pasealekua Nº 3. LAeq,d, LAeq,e y LAeq,n.

La tabla siguiente muestra los niveles de ruido incidente en el punto más desfavorable considerando ambas vías, es decir el ruido actual asociado a la línea de ferrocarril:

Niveles de ruido ferroviario	
Día/Tarde 65 dBA	Noche 55 dBA
63.7	51.7

Tabla 18. Niveles de ruido ferroviario tramo 1 (situación actual).



### 3.3.1.4 Tramo 1 Arrate-Bide Kalea Nº 2 y 4

En las siguientes imágenes se presenta el edificio en cuestión y el modelo en 3D y los puntos de control/receptores del estudio.



Figura 64. Vista del edificio y distribución puntos de cálculo fachada Arrate-Bide Kalea Nº 2 y 4

Los resultados en fachada de Arrate-Bide Kalea Nº 2 y 4 se muestran independientes para cada una de las vías de circulación:

Vía 1				Vía 2			
SPL(A)	(dB)	Simulated		SPL(A)	(dB)	Simulated	
Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n
		dia/tarde	noche			dia/tarde	noche
91	88,8	68,0	56,0	91	88,2	67,4	55,4
92	86	65,2	53,2	92	87,6	66,8	54,8
93	85,2	64,4	52,4	93	86,5	65,7	53,7
94	82,4	61,6	49,6	94	85,3	64,5	52,5
95	82,9	62,1	50,1	95	85,3	64,5	52,5
96	80,4	59,6	47,6	96	86,3	65,5	53,5
97	79,3	58,5	46,5	97	84,4	63,6	51,6
98	76,5	55,7	43,7	98	83	62,2	50,2
99	72,8	52,0	40,0	99	73,4	52,6	40,6
100	75,4	54,6	42,6	100	79	58,2	46,2
101	79,1	58,3	46,3	101	83,8	63,0	51,0

Tabla 19. Niveles en fachada Arrate Bide Kalea nº 2 y 4. LAeq,d, LAeq,e y LAeq,n.

El resumen de la situación actual se muestra en la tabla siguiente, como niveles de ruido incidente en el punto más desfavorable y superación en dBA sobre los objetivos de calidad acústicos de la zona residencial:

	Día/Tarde 65 dBA	Noche 55 dBA
<b>Solo ruido ferroviario</b>	67,7	55,7
<b>Superación OCAs</b>	2,7	0,7

Tabla 20. Nivel de ruido y superación de OCAs para ruido ferroviario (situación actual). Arrate-Bide kalea 2 y 4.

\*En rojo se marcan los incumplimientos de OCAs.



La situación actual refleja un incumplimiento en los objetivos de calidad acústica para ruido ferroviario en algunos receptores debido a las circulaciones de ambas vías en los periodos día/tarde (2,7 dBA) y noche (0,7 dBA).

### Conclusiones Tramo 1.

La afección del tramo correspondiente al entorno de la estación bajo cubierta, produce impacto en varios de los edificios a ambos lados de la estación. Se precisa una reducción inferior a los 3 dB para conseguir el cumplimiento de OCAs.

Se precisa, por tanto, la adopción de medidas correctoras para que los niveles generados por el ferrocarril se mantengan por debajo de los objetivos de calidad de los edificios.

### 3.3.2 Tramo 2. Tramo en superficie salida estación Arduatzeta

#### 3.3.2.1 Ego-Gain Kalea 6, 8 y 10

En las siguientes imágenes se presenta el edificio en cuestión y el modelo en 3D y los puntos de control/receptores del estudio.

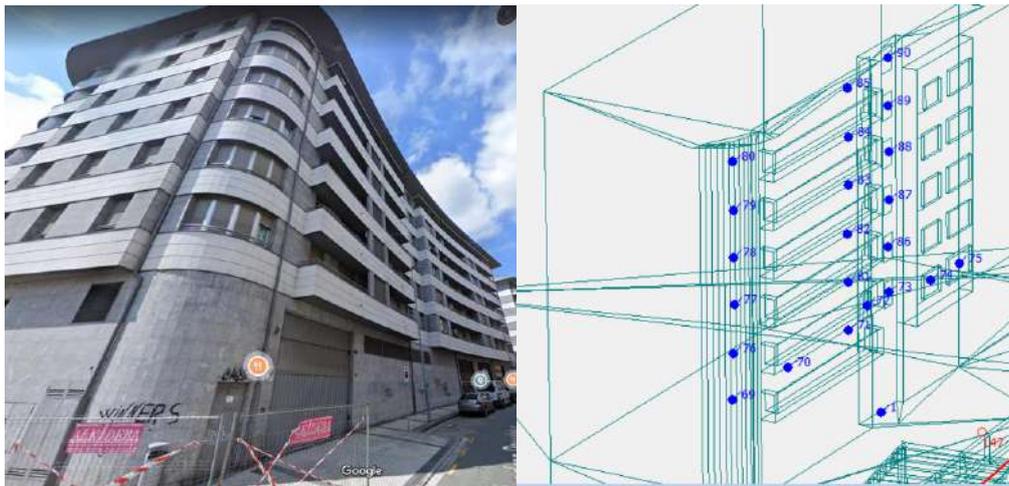


Figura 65. Vista del edificio y distribución puntos de cálculo fachada Ego-Gain Kalea 6, 8 y 10.

Los resultados en fachada de Ego-gain Kalea 6, 8 y 10 se muestran independientes para cada una de las vías de circulación:

Vía 1				Vía 2			
SPL(A)	(dB)	Simulated		SPL(A)	(dB)	Simulated	
Rec. no.		L <sub>Aeq,d</sub>	L <sub>Aeq,n</sub>	Rec. no.		L <sub>Aeq,d</sub>	L <sub>Aeq,n</sub>
		dia/tarde	noche			dia/tarde	noche
69	86,9	66,1	54,1	69	90,7	69,9	57,9
70	88,9	68,1	56,1	70	89,4	68,6	56,6
71	84,9	64,1	52,1	71	90,4	69,6	57,6
72	84,2	63,4	51,4	72	87,1	66,3	54,3
73	84,3	63,5	51,5	73	89,1	68,3	56,3
74	85,2	64,4	52,4	74	87,9	67,1	55,1
75	83,9	63,1	51,1	75	88	67,2	55,2
76	86	65,2	53,2	76	89,5	68,7	56,7
77	87,8	67,0	55,0	77	87,1	66,3	54,3
78	85,2	64,4	52,4	78	85,2	64,4	52,4
79	87,4	66,6	54,6	79	84,2	63,4	51,4
80	85,6	64,8	52,8	80	85	64,2	52,2
81	85,7	64,9	52,9	81	91	70,2	58,2
82	84,3	63,5	51,5	82	86,8	66,0	54,0
83	83,3	62,5	50,5	83	85,2	64,4	52,4
84	82,5	61,7	49,7	84	86,5	65,7	53,7
85	80,3	59,5	47,5	85	83,2	62,4	50,4
86	83,9	63,1	51,1	86	87,7	66,9	54,9
87	86,6	65,8	53,8	87	89	68,2	56,2
88	86,5	65,7	53,7	88	87,3	66,5	54,5
89	84,3	63,5	51,5	89	86,6	65,8	53,8
90	83,6	62,8	50,8	90	87,6	66,8	54,8

Tabla 21. Niveles en fachada Ego-Gain Kalea 6, 8 y 10. L<sub>Aeq,d</sub>, L<sub>Aeq,e</sub> y L<sub>Aeq,n</sub>.

Existe incumplimiento en los objetivos de calidad acústica en periodos día/tarde (4,3 dBA) y en periodo noche (2,3 dBA).

La tabla siguiente muestra los niveles de ruido incidente en el punto más desfavorable considerando ambas vías, es decir el ruido actual asociado a la línea de ferrocarril y la superación en dBA sobre los objetivos de calidad acústicos de la zona residencial.

	Día/Tarde 65 dBA	Noche 55 dBA
<b>Solo ruido ferroviario</b>	69,3	57,3
<b>Superación OCAs</b>	4,3	2,3

Tabla 22. Nivel de ruido y superación de OCAs para ruido ferroviario (situación actual). Ego-Gain kalea 6, 8 y 10.

\*En rojo se marcan los incumplimientos de OCAs.

### 3.3.2.2 Tramo 2: Legarre Kalea Nº 7

En las siguientes imágenes se presenta el edificio en cuestión y el modelo en 3D y los puntos de control/receptores del estudio.

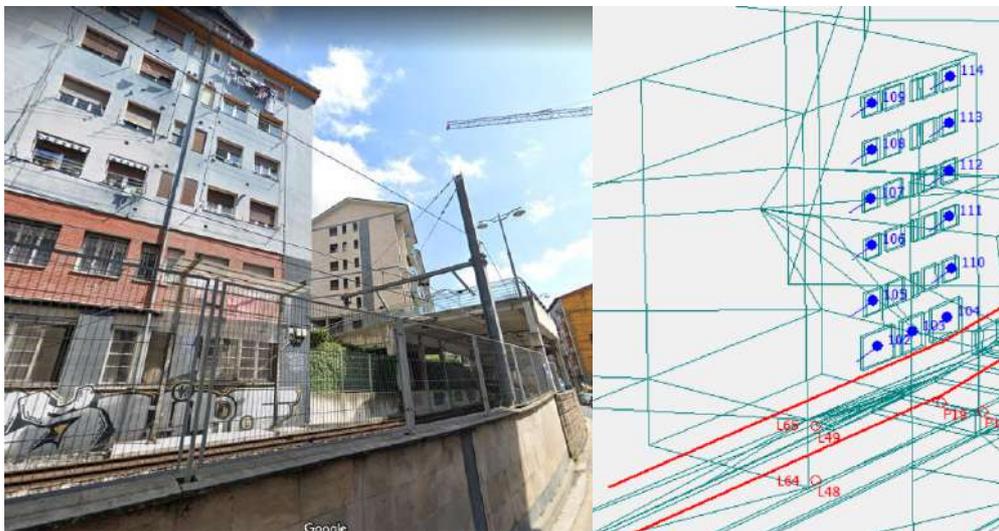


Figura 66. Vista del edificio y distribución puntos de cálculo fachada de Legarre Kalea Nº 7.

Los resultados en fachada de Legarre Kalea Nº 7 se muestran independientes para cada una de las vías de circulación.

Vía 1				Vía 2			
SPL(A)	(dB)	Simulated		SPL(A)	(dB)	Simulated	
Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n
		dia/tarde	noche			dia/tarde	noche
102	88,7	67,9	55,9	102	91,7	70,9	58,9
103	88,7	67,9	55,9	103	92,4	71,6	59,6
104	89,9	69,1	57,1	104	92,6	71,8	59,8
105	85,5	64,7	52,7	105	89,5	68,7	56,7
106	83,8	63,0	51,0	106	88	67,2	55,2
107	84,2	63,4	51,4	107	87,5	66,7	54,7
108	83	62,2	50,2	108	84,7	63,9	51,9
109	85	64,2	52,2	109	84,9	64,1	52,1
110	87,2	66,4	54,4	110	89,6	68,8	56,8
111	86	65,2	53,2	111	86,7	65,9	53,9
112	83,4	62,6	50,6	112	86,3	65,5	53,5
113	82,8	62,0	50,0	113	84,4	63,6	51,6
114	83,5	62,7	50,7	114	82,8	62,0	50,0

Tabla 23. Niveles en fachada de Legarre Kalea Nº 7. LAeq,d, LAeq,e y LAeq,n.

El resumen de la situación actual se muestra en la tabla siguiente, como niveles de ruido incidente en el punto más desfavorable y superación en dBA sobre los objetivos de calidad acústicos de la zona residencial.

	Día/Tarde 65 dBA	Noche 55 dBA
Solo ruido ferroviario	70,7	58,7
Superación OCAs	5,7	3,7

Tabla 24. Nivel de ruido y superación de OCAs para ruido ferroviario (situación actual). Legarre kalea 7.

\*En rojo se marcan los incumplimientos de OCAs.

La situación actual refleja un incumplimiento en los objetivos de calidad acústica para ruido ferroviario en algunos receptores debido a las circulaciones de ambas vías en los periodos día/tarde (5,7 dBA) y noche (3,7 dBA).

**3.3.2.3 Tramo 2: Legarre Kalea 9, 11, 13, 15, 17 y 19**

En las siguientes imágenes se presenta el edificio en cuestión y el modelo en 3D y los puntos de control/receptores del estudio.



Figura 67. Vista de los edificios y distribución puntos de cálculo fachada de Legarre Kalea Nº 9,11,13,15, 17 y 19.

Los resultados en fachada de Legarre Kalea Nº 9,11,13,15, 17 y 19 se muestran independientes para cada una de las vías de circulación:

Job 7						Job 8					
		Vía 1				Vía 2					
SPL(A)	(dB)	Simulated				SPL(A)	(dB)	Simulated			
Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	OCA 65	OCA 55	Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	OCA 65	OCA 55
		dia/tarde	noche	dia/tarde	noche			dia/tarde	noche	dia/tarde	noche
102	87,3	66,5	54,5	1,5	0,0	102	91,3	70,5	58,5	5,5	3,5
103	87,6	66,8	54,8	1,8	0,0	103	92,1	71,3	59,3	6,3	4,3
104	88,8	68,0	56,0	3,0	1,0	104	92,2	71,4	59,4	6,4	4,4
105	84,9	64,1	52,1	0,0	0,0	105	89,1	68,3	56,3	3,3	1,3
106	83	62,2	50,2	0,0	0,0	106	87,5	66,7	54,7	1,7	0,0
107	83,3	62,5	50,5	0,0	0,0	107	86,9	66,1	54,1	1,1	0,0
108	82,2	61,4	49,4	0,0	0,0	108	84	63,2	51,2	0,0	0,0
109	79,5	58,7	46,7	0,0	0,0	109	81,1	60,3	48,3	0,0	0,0
110	85,8	65,0	53,0	0,0	0,0	110	88,3	67,5	55,5	2,5	0,5
111	84,8	64,0	52,0	0,0	0,0	111	85,5	64,7	52,7	0,0	0,0
112	81,5	60,7	48,7	0,0	0,0	112	85,3	64,5	52,5	0,0	0,0
113	80,1	59,3	47,3	0,0	0,0	113	82,5	61,7	49,7	0,0	0,0
114	81,9	61,1	49,1	0,0	0,0	114	81,8	61,0	49,0	0,0	0,0

Tabla 25. Niveles en fachada de Legarre Kalea Nº 9,11,13,15, 17 y 19. LAeq,d, LAeq,e y LAeq,n.

La tabla siguiente muestra los niveles de ruido ferroviario actuales, ruido incidente, y la superación en dBA sobre los objetivos de calidad acústicos de la zona residencial.

	Día/Tarde 65 dBA	Noche 55 dBA
Solo ruido ferroviario	70	58

Superación OCAs	5	3
-----------------	---	---

Tabla 26. Nivel de ruido y superación de OCAs para ruido ferroviario (situación actual). Legarre kalea 9, 11, 13, 15, 17 y 19.

\*En rojo se marcan los incumplimientos de OCAs.

La situación actual refleja un incumplimiento en los objetivos de calidad acústica para ruido ferroviario en algunos receptores debido a las circulaciones de ambas vías en los periodos día/tarde (5 dBA) y noche (3 dBA).

### 3.3.2.4 Tramo 2 Ego-Gain Kalea N° 12, 14 y 16

Los resultados en fachada de Ego-Gain Kalea N° 12, 14 y 16 se muestran independientes para cada una de las vías de circulación:

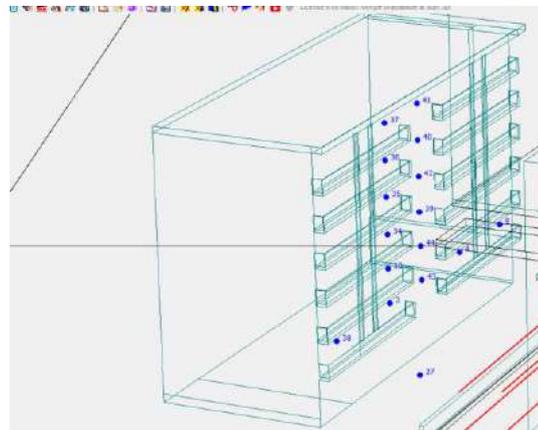


Figura 68. Distribución puntos de cálculo fachada Ego-Gain Kalea N °12, 14 y 16

Vía 1						Vía 2					
SPL(A)	(dB)	Simulated				SPL(A)	(dB)	Simulated			
Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	OCA 65	OCA 55	Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	OCA 65	OCA 55
		día/tarde	noche	día/tarde	noche			día/tarde	noche	día/tarde	noche
3	75,9	55,1	43,1	0,0	0,0	3	77	56,2	44,2	0,0	0,0
4	75,5	54,7	42,7	0,0	0,0	4	77,3	56,5	44,5	0,0	0,0
9	77,5	56,7	44,7	0,0	0,0	9	78,1	57,3	45,3	0,0	0,0
10	79,5	58,7	46,7	0,0	0,0	10	77	56,2	44,2	0,0	0,0
34	71,8	51,0	39,0	0,0	0,0	34	77,1	56,3	44,3	0,0	0,0
35	70,3	49,5	37,5	0,0	0,0	35	71,7	50,9	38,9	0,0	0,0
36	70,3	49,5	37,5	0,0	0,0	36	72,5	51,7	39,7	0,0	0,0
37	72,7	51,9	39,9	0,0	0,0	37	72,9	52,1	40,1	0,0	0,0
38	73,7	52,9	40,9	0,0	0,0	38	76,3	55,5	43,5	0,0	0,0
39	72,9	52,1	40,1	0,0	0,0	39	84	63,2	51,2	0,0	0,0
40	72,1	51,3	39,3	0,0	0,0	40	84,1	63,3	51,3	0,0	0,0
41	71,3	50,5	38,5	0,0	0,0	41	76,4	55,6	43,6	0,0	0,0
42	73,8	53,0	41,0	0,0	0,0	42	75	54,2	42,2	0,0	0,0
43	74,6	53,8	41,8	0,0	0,0	43	77,3	56,5	44,5	0,0	0,0
44	74,3	53,5	41,5	0,0	0,0	44	75,9	55,1	43,1	0,0	0,0

Tabla 27. Niveles en fachada Ego-Gain Kalea N °12, 14 y 16 LAeq,d, LAeq,e y LAeq,n.

No existe incumplimiento en los objetivos de calidad en ninguno de los periodos día, tarde o noche.

Además, en este punto la afección de tráfico es importante, muy por encima de los niveles de la línea de ferrocarril.

**Conclusiones Tramo 2.**

El tramo, correspondiente a la línea en superficie sin cubiertas, produce impacto acústico en varios de los edificios en el lado más próximo a las vías, Legarre Kalea. Se precisa una reducción inferior a los 6 dB para conseguir el cumplimiento de OCAs.

Se precisa, por tanto, la adopción de medidas correctoras para que los niveles generados por el ferrocarril se mantengan por debajo de los objetivos de calidad de los edificios.

**3.3.3 Tramo 3.- Tramo semicubierto de entrada a estación de Amaña**

**3.3.3.1 Tramo 3: Ego-Gain Kalea Nº 18 y 20**

En las siguientes imágenes se presenta el edificio en cuestión y el modelo en 3D y los puntos de control/receptores del estudio.

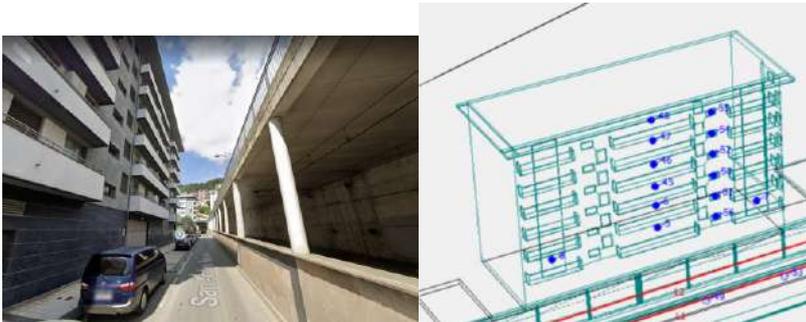


Figura 69. Distribución puntos de cálculo fachada Ego-Gain Kalea Nº 18 y 20

Los resultados en fachada de Ego-Gain Kalea Nº 18 y 20 se muestran independientes para cada una de las vías de circulación:

Vía 1					Vía 2				
SPL(A)	(dB)	Simulated	Simulated		SPL(A)	(dB)	Simulated	Simulated	
Rec. no.			LAeq,d	LAeq,n	Rec. no.			LAeq,d	LAeq,n
			dia/tarde	noche				dia/tarde	noche
5	78,9		58,1	46,1	5	84,8		64,0	52,0
6	74,7		53,9	41,9	6	78,2		57,4	45,4
7	76,1		55,3	43,3	7	81,2		60,4	48,4
8	78,7		57,9	45,9	8	79		58,2	46,2
45	73,3		52,5	40,5	45	71,4		50,6	38,6
46	71,3		50,5	38,5	46	71,2		50,4	38,4
47	66,4		45,6	33,6	47	70,4		49,6	37,6
48	66		45,2	33,2	48	74,1		53,3	41,3
50	79,3		58,5	46,5	50	74,6		53,8	41,8
51	76,8		56,0	44,0	51	78,7		57,9	45,9
52	70,6		49,8	37,8	52	72,1		51,3	39,3
54	69,5		48,7	36,7	54	70,9		50,1	38,1
55	70,3		49,5	37,5	55	71,4		50,6	38,6
56	75,9		55,1	43,1	56	82		61,2	49,2

Tabla 28. Niveles en fachada Ego-Gain Kalea Nº 18 y 20. LAeq,d, LAeq,e y LAeq,n.

No existe incumplimiento en los objetivos de calidad debidos al tráfico ferroviario en ninguno de los periodos día, tarde o noche.

Hay que considerar que este tramo presenta afección de tráfico, con niveles LAeq superiores a 70 dBA según las medidas realizadas en esta calle.

### 3.3.3.2 Tramo 3: Ego-Gain Kalea 22

En las siguientes imágenes se presenta el edificio en cuestión y el modelo en 3D y los puntos de control/receptores del estudio.

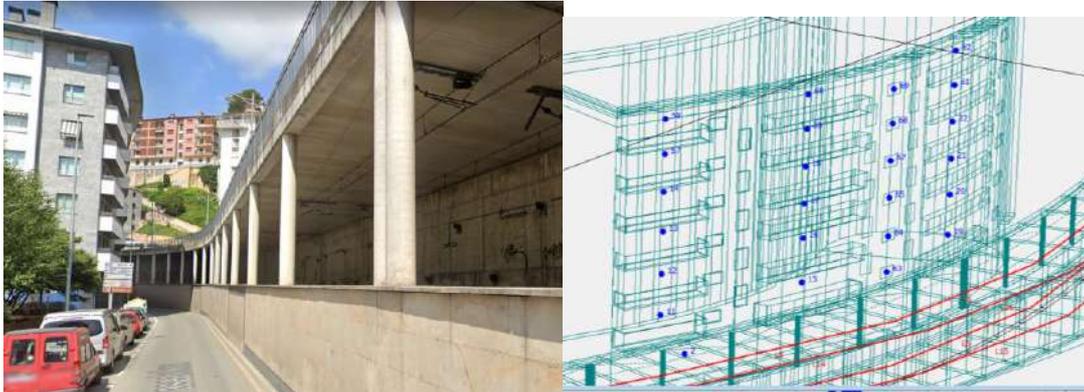


Figura 70. Vista calle Ego-Gain Kalea 22 y Distribución puntos de cálculo fachada.

Los resultados en fachada se muestran independientes para cada una de las vías de circulación:

Vía 1				Vía 2			
SPL(A)	(dB)	Simulated		SPL(A)	(dB)	Simulated	
Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n
		dia/tarde	noche			dia/tarde	noche
10	79,5	58,7	46,7	10	77	56,2	44,2
11	88,1	67,3	55,3	11	89,4	68,6	56,6
12	85,6	64,8	52,8	12	87,8	67,0	55,0
13	84,7	63,9	51,9	13	84,4	63,6	51,6
14	81,7	60,9	48,9	14	81,3	60,5	48,5
15	89,1	68,3	56,3	15	91,8	71,0	59,0
16	86,9	66,1	54,1	16	90	69,2	57,2
17	84,8	64,0	52,0	17	84,1	63,3	51,3
18	79,9	59,1	47,1	18	81	60,2	48,2
19	90,1	69,3	57,3	19	93	72,2	60,2
20	90,4	69,6	57,6	20	90,4	69,6	57,6
21	84,7	63,9	51,9	21	84,2	63,4	51,4
22	79,8	59,0	47,0	22	84,2	63,4	51,4
57	78,5	57,7	45,7	57	81,1	60,3	48,3
58	73,6	52,8	40,8	58	77,5	56,7	44,7
59	75,2	54,4	42,4	59	80,2	59,4	47,4
60	73,2	52,4	40,4	60	76,3	55,5	43,5
61	72,3	51,5	39,5	61	79,5	58,7	46,7
62	74,6	53,8	41,8	62	78	57,2	45,2
63	90,7	69,9	57,9	63	93,8	73,0	61,0
64	90,5	69,7	57,7	64	92,3	71,5	59,5
65	87,6	66,8	54,8	65	90,3	69,5	57,5
67	85,9	65,1	53,1	67	85,9	65,1	53,1
68	82	61,2	49,2	68	85,2	64,4	52,4
69	80,7	59,9	47,9	69	82,9	62,1	50,1

Tabla 29. Niveles en fachada Ego-Gain Kalea 22. LAeq,d, LAeq,e y LAeq,n.

El resumen de la situación actual se muestra en la tabla siguiente, que muestra los niveles de ruido incidente ocasionado actualmente por las circulaciones ferroviarias y la superación en dBA sobre los objetivos de calidad acústicos de la zona residencial.

	Día/Tarde 65 dBA	Noche 55 dBA
Solo ruido ferroviario	71,7	59,7
Superación OCAs	6,7	4,7

Tabla 30. Nivel de ruido y superación de OCAs para ruido ferroviario (situación actual). Ego-Gain kalea 22.

\*En rojo se marcan los incumplimientos de OCAs.

La situación actual refleja un incumplimiento en los objetivos de calidad acústica para ruido ferroviario debido a las circulaciones de ambas vías en los periodos día/tarde (6,7 dBA) y noche (4,7 dBA).

### Conclusiones Tramo 3.

El tramo, correspondiente a la línea de salida del túnel de la estación de Amaña en semicubierta, produce impacto en los edificios mas próximos a la curva de Ego-gain kalea nº 22. Se precisa una reducción inferior a los 8 dB para conseguir el cumplimiento de OCAs debido al ruido ferroviario.

Se precisa por tanto, la adopción de medidas correctoras para que los niveles generados por el ferrocarril se mantengan por debajo de los objetivos de calidad de los edificios.

### 3.3.4 Tramo 4. Hospital de Eibar Osakidetza

En las siguientes imágenes se presenta el edificio en cuestión y el modelo en 3D y los puntos de control/receptores del estudio.

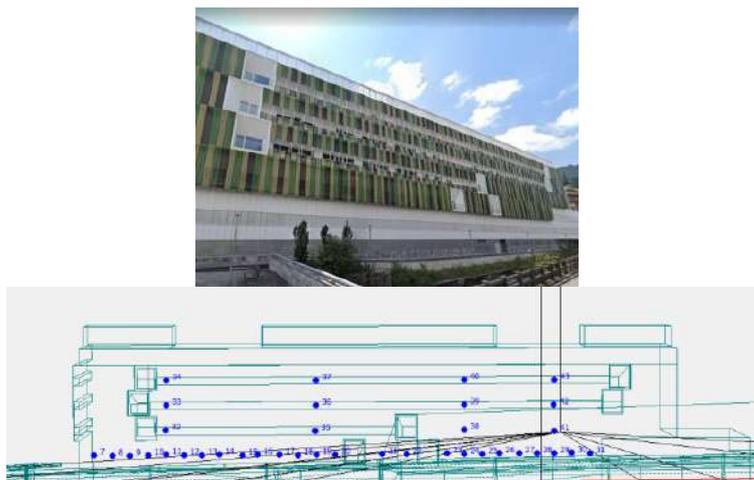


Figura 71. Vista del edificio y distribución puntos de cálculo fachada hospital.

Los resultados en todos los puntos de fachada del Hospital se muestran en la tabla a continuación:

SPL(A) Rec. no.	(dB)	Via Única	
		Simulated L <sub>Aeq,d</sub> dia/tarde	Simulated L <sub>Aeq,n</sub> noche
7	76,8	56,0	44,0
8	77,3	56,5	44,5
9	79,2	58,4	46,4
10	77,9	57,1	45,1
11	78	57,2	45,2
12	78,3	57,5	45,5
13	78,2	57,4	45,4
14	79	58,2	46,2
15	79	58,2	46,2
16	80,5	59,7	47,7
17	80,2	59,4	47,4
18	80,4	59,6	47,6
19	80,4	59,6	47,6
20	79,3	58,5	46,5
21	79,7	58,9	46,9
22	80,3	59,5	47,5
23	81,5	60,7	48,7
24	81,5	60,7	48,7
25	80,5	59,7	47,7
26	80,1	59,3	47,3
27	81	60,2	48,2
28	81,4	60,6	48,6
29	80,9	60,1	48,1
30	81,2	60,4	48,4
31	80,7	59,9	47,9
32	79,3	58,5	46,5
33	79,3	58,5	46,5
34	79,2	58,4	46,4
35	80,2	59,4	47,4
36	81,7	60,9	48,9
37	79,6	58,8	46,8
38	82,5	61,7	49,7
39	83,4	62,6	50,6
40	81	60,2	48,2
41	81	60,2	48,2
42	82,4	61,6	49,6
43	81	60,2	48,2

Tabla 31. Niveles en fachada Hospital. L<sub>Aeq,d</sub>, L<sub>Aeq,e</sub> y L<sub>Aeq,n</sub>.

La tabla siguiente muestra los niveles de ruido ferroviario actuales, ruido incidente, y la superación en dBA sobre los objetivos de calidad acústicos de la zona residencial.

	Día/Tarde 60 dBA	Noche 50 dBA
Solo ruido ferroviario	62,6	50,6
Superación OCAs	2,6	0,6

Tabla 32. Nivel de ruido y superación de OCAs para ruido ferroviario (situación actual). Hospital de Eibar Osakidetza.

\*En rojo se marcan los incumplimientos de OCAs.

La situación actual refleja un incumplimiento en los objetivos de calidad acústica en los periodos día/tarde (más desfavorable 2,6 dBA) y en el periodo noche (0,6 dBA). Cabe mencionar que se trata de una zona con ruido de tráfico viario frecuente.

#### Conclusiones Tramo 4.

El tramo, correspondiente a la línea de entrada del túnel de la estación de Amaña en semicubierta, produce impacto en el edificio del Hospital de Eibar. Se precisa una reducción inferior a los 3 dB para conseguir el cumplimiento de OCAs debido al ruido ferroviario.

Se precisa por tanto, la adopción de medidas correctoras para que los niveles generados por el ferrocarril se mantengan por debajo de los objetivos de calidad de los edificios.



### 3.4 Consideración de otros focos y estimación de ruido global

En este apartado se analizan de forma combinada los resultados del análisis del impacto calculado por el ruido ocasionado por las circulaciones de ternes de pasajeros en la línea de ETS (apartado 3.3) y los resultados de las medidas de ruido realizadas para caracterizar la situación actual (apartado 2.3).

El objeto de este análisis es cuantificar de forma estimada la contribución de otros focos, probablemente tráfico urbano, y los valores globales de ruido, consecuencia de todos los focos de ruido presentes en cada tramo, incluyendo el ruido ferroviario.

El análisis se centra en aquellos grupos de viviendas en cada tramo en las que se ha detectado que el ruido ferroviario incumple OCAs. No se analizan, por tanto, la situación del Ayuntamiento, en Tramo 1, ni Ego-Gain Kalea Nº 12, 14 y 16 en el Tramo 2, ni Ego-Gain Kalea Nº 18 y 20, en el Tramo 3.

Tampoco se analizan los grupos de viviendas en las que se consdiera que el foco de ruido principal es el tráfico ferroviario, por carecer de tráfico urbano en el entorno de las fachadas analizadas. Se trata de las edificaciones de Arrate-Bide Kalea Nº 2 y 4 en el Tramo 1, y las de Legarre Kalea Nº 7 al 19, en el Tramo 2.

De esta forma, los 4 grupos de viviendas analizados son:

- Tramo 1: San Andres Pasealekua Nº 1, 2 y 4.
- Tramo 2: Ego-Gain Kalea Nº 6, 8 y 10.
- Tramo 3: Tramo 3: Ego-Gain Kalea Nº 22.
- Tramo 4. Hospital de Eibar Osakidetza.

Los tres primeros tienen como foco adicional el tráfico urbano por San Andres Pasealekua, siendo el tráfico el mismo en todos ellos al no haber ningún cruce en esta calle desde Untzaga Plaza hasta delante de las fachadas de esta línea de viviendas. Por lo tanto, se supone que la contribución de otros focos en estos tres tramos es similar.

Para valorar el ruido global en estas viviendas se consideran los resultados de las medidas de niveles globales realizados (apartado 2.3) y su representatividad. Para comparar estos resultados con los OCAs y con los resultados de cálculo, se han corregido por el efecto de reflexiones, de forma que representen sonido incidente en fachada de vivienda.

Ubicación de medida	Día	Tarde	Noche
Ego-gain Kalea n.º 6	67	67	59
Ego-gain Kalea n.º 22	75	74	69

Tabla 33. Niveles globales en calle Ego-gain kalea hacia el tren

Todas las medidas se han realizado en jornadas que incluyen fin de semana (viernes a martes en el Nº 6 y viernes a lunes en el Nº22). En los días de fin de semana el tráfico urbano durante el día puede ser inferior a la media, mientras que el tráfico nocturno puede ser superior. Para estimar una situación media se toma la decisión de utilizar el nivel más alto del periodo diurno y vespertino y la media del periodo nocturno.

Para estimar la contribución del ruido de tráfico por este tramo de San Andres Pasealekua como ruido de fondo presente en las medidas, se resta energéticamente del nivel global medido (apartado 2.3) el resultado de los cálculos de la aportación del

ruido ferroviario (apartado 3.3). Para que el resultado de esta estimación de ruido de fondo sea menos incierta, se decide utilizar los puntos de evaluación donde el cálculo nos indica que el ruido ferroviario es menor.

De esta forma, se realiza la estimación de la contribución del ruido de fondo, que estaría asociado al tráfico urbano por San Andres Pasealekua desde Untzaga Plaza .

Estimación de ruido de tráfico en San Andres Pasealekua	DIA	TARDE	NOCHE
Nivel global considerado de las medidas	75	74	67
Cálculo de ruido ferroviario en San Andres Pasealekua 1, 2 y 4	65,9	65,9	53,9
<b>RUIDO DE FONDO (TRAFICO)</b>	<b>74</b>	<b>73</b>	<b>66</b>
Cálculo de ruido ferroviario en Ego-Gain Kalea 6, 8 y 10	69,3	69,3	57,3
<b>RUIDO DE FONDO (TRAFICO)</b>	<b>73</b>	<b>72</b>	<b>66</b>
<b>MEDIA RUIDO DE FONDO TRAFICO San Andres Pasealekua</b>	<b>73</b>	<b>72</b>	<b>66</b>

Tabla 34. Estimación de ruido de tráfico en San Andres Pasealekua

Realizando la misma aproximación en el tramo del hospital, se obtiene el siguiente ruido de fondo.

Estimación de ruido de tráfico en el entorno del Hospital	DIA	TARDE	NOCHE
Nivel global de las medidas	66,9	66	60
Cálculo de ruido ferroviario en el Hospital	62,6	62,6	50,6
<b>RUIDO DE FONDO (TRAFICO)</b>	<b>64,9</b>	<b>63,3</b>	<b>59,5</b>

Tabla 35. Estimación de ruido de tráfico en el entorno del Hospital

Estas estimaciones de aportaciones de otros focos en los ámbitos de estudio nos permiten valorar el cumplimiento de OCAs por ruido ferroviario y por el total de focos existentes en cada entorno.

	Niveles de ruido ferroviario		Nivel de ruido global	
	Día/Tarde 65 dBA	Noche 55 dBA	Día/Tarde 65 dBA	Noche 55 dBA
Tramo 1: San Andres Pasealekua 1, 2 y 4.	65,9	53,9	74	66
Tramo 2: Ego-Gain Kalea 6, 8 y 10.	69,3	57,3	75	67
Tramo 3: Tramo 3: Ego-Gain Kalea Nº 22.	71,7	59,7	75	67
Tramo 4. Hospital de Eibar Osakidetza	66,9	60	67	60

Tabla 36. Estimación de aportación de ruido de tráfico en todos los tramos analizados

Estos cálculos indican que en todas las situaciones analizadas la contribución del ruido de tráfico es predominante en la actualidad respecto al ruido ferroviario y que las reducciones de impacto acústico que se implanten no podrán evitar el incumplimiento de OCAs en estas zonas, por parte del nivel global que incluye ruido de tráfico.

De la misma forma, estas estimaciones se utilizan en el apartado 4.3 para valorar en estos ámbitos la reducción esperada en el nivel global, por esta aportación de otros focos, que compromete el cumplimiento de OCAs

### 3.5 Objetivos de reducción de ruido

Para definir los objetivos de reducción de ruido se han tomado las siguientes decisiones:

1. El objetivo de reducción es que el ruido ferroviario cumpla los OCAs de aplicación en cada edificio sensible considerado.
2. A pesar de que en algunos de los edificios sensibles afectados el ruido de tráfico sea predominante e implique incumplimiento de OCAs, el objetivo es que del ruido generado por las líneas de ETS cumpla la legislación.
3. Las soluciones a analizar se basan en la reducción del efecto de las cavernas y en la adopción de elementos de atenuación del ruido en la propagación.

Como resumen de todos los puntos afectados se consideran los incumplimientos de OCAs en el periodo más desfavorable para establecer las reducciones a conseguir por las medidas antirruído.

		Superación de OCAs (dB)		Mejora objetivo
		Día/Tarde	Noche	
Tramo 1	San Andrés Pasealekua 1, 2 y 4	0,9	1,1	1
	Arrate-Bide kalea 2 y 4	2,7	0,7	3
Tramo 1-2	Ego-Gain kalea 6, 8 y 10	4,3	2,3	5
	Legarre kalea 7	5,7	3,7	6
	Legarre kalea 9, 11, 13, 15, 17 y 19	5	3	5
Tramo 3.1	Ego-Gain Kalea Nº 12, 14 y 16			
	Ego-Gain Kalea Nº 18 y 20			
Tramo 3.2	Ego-Gain kalea 22	6,7	4,7	7
Tramo 4	Hospital de Eibar Osakidetza	2,6	0,6	3

Tabla 37.- Objetivos de reducción en los diferentes edificios

La mejora en nivel global y en la reducción del ruido generado al paso,  $L_{Aeqtp}$  se cuantifica en la evaluación de las actuaciones, a modo informativo.

Sobre estas premisas, las siguiente posibles Líneas de Actuación analizadas por tramos son las siguientes:

- Tramo 1:
  - o Actuaciones para atenuar el campo sonoro en el interior de la estación, evitando reverberación y reflexiones en las paredes de la misma, mediante colocación de elementos que aporten absorción acústica.
  - o Actuaciones de apantallamiento en las aberturas.
- Tramo 2:
  - o Actuaciones de apantallamiento acústico a la propagación.
  - o Actuaciones de apantallamiento acústico de baja altura próximos al foco de rodadura. Instalación de minibarreras fuera de la zona de vías y prueba de soluciones de apantallamiento en zona de entrevías, como posible solución en desarrollo, fuera del mercado actualmente.
- Tramo 3:

- Actuaciones para atenuar el campo sonoro en la caverna creada bajo cubierta, mediante colocación de elementos que aporten absorción acústica.
- Actuaciones de apantallamiento en las aberturas, mediante cierres entre columnas.
- Tramo 4:
  - Actuaciones para atenuar el campo sonoro en la caverna creada bajo cubierta, mediante colocación de elementos que aporten absorción acústica.
  - Actuaciones de apantallamiento acústico a la propagación en el lateral abierto.

#### 4. TAREA 3. DISEÑO Y DEFINICIÓN DE LAS ACTUACIONES A REALIZAR

Esta tarea parte de la definición realizada en la tarea anterior de los objetivos de atenuación de niveles de ruido para cada tramo de la línea que lo requiera (incumplimiento de OCAs), cuantificados en los receptores de control.

Los trabajos y las decisiones por adoptar se estructuran en el siguiente flujo de trabajo y elementos.

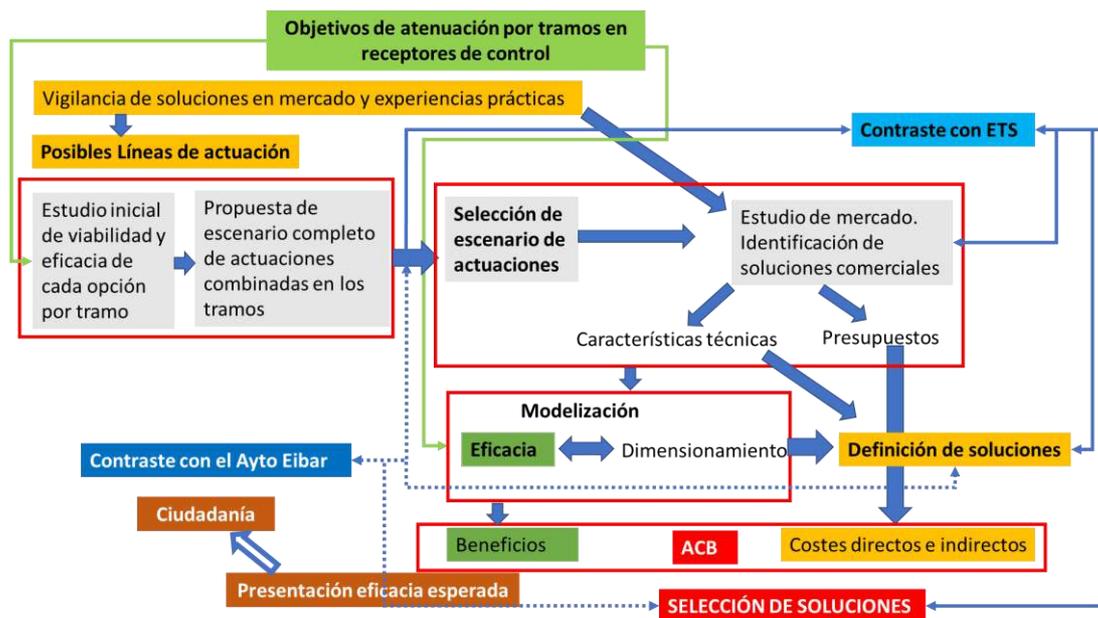


Figura 72. Flujo de trabajo para el diseño y definición de actuaciones.

1. Vigilancia Tecnológica, de mercado y de experiencias prácticas.
2. Estudio inicial y definición de escenarios.
3. Selección de los escenarios de actuación a analizar.
4. Definición de las soluciones asociadas a cada escenario.
5. Análisis coste – beneficio de cada una de ellas.
6. Selección y definición de la solución definitiva.

##### 4.1 Vigilancia tecnológica, de mercado y de experiencias prácticas

Para plantear las medidas definidas en el apartado anterior, además de mantener una vigilancia sobre posibles nuevas soluciones que vayan apareciendo en el mercado, se

ha realizado un trabajo de estudio de mercado de los productos existentes en el mercado en, al menos, las siguiente posibles Líneas de Actuación:

- Apantallamiento de la emisión cerca del foco de rodadura mediante la instalación de minibarreras.
- Actuaciones para atenuar el campo sonoro, mediante colocación de elementos en determinadas partes de la superficie de la cubierta que aporten absorción acústica y reduzcan la energía sonora que sale por las aberturas hacia las zonas sensibles, en la línea de la actuación realizada en la estación.
- Actuaciones de apantallamiento en las aberturas que reduzcan la cantidad de energía acústica que emiten las aberturas.

En este sentido, se contactó con las principales empresas especialistas en el sector, a las que se les remitió un resumen (sin información de localización concreta) de los distintos escenarios en los que estaba previsto actuar, a fin de que remitieran la información, más actualizada posible, relativa a las soluciones disponibles en sus catálogos que mejor se adaptarán a las necesidades de cada caso, así como a su costo. Se fija previamente que las barreras acústica deben ser absorbentes por ambas caras.

A continuación, se resumen las empresas con las que se contactó, así como las soluciones ofrecidas por cada una de ellas.

- **ACH.** Perteneciente al grupo Saint-Gobain, es una de las especialistas en la construcción e instalación de barreras acústicas en el entorno de infraestructuras lineales.

Remiten información relativa a dos modelos de pantallas acústicas cuyas características se resumen en la siguiente tabla:

Modelo	Índice de absorción	Índice de aislamiento
ACH 80	13 dB A4	31 dB B3
ACH 100	≥ 13 dB A4	≥ 31 dB B3

- **Acústica Integral.** Empresa fabricante de paneles que, además, cuenta con servicios de consultoría. Son especialistas en el diseño e instalación de apantallamientos y cerramientos acústicos para maquinaria, tanto en exterior como interior.

Remiten información relativa a tres modelos de paneles que se pueden instalar tanto sobre pared, como absorbente, como sobre bastidores formando una pantalla acústica. Sus características se resumen en la siguiente tabla:

Modelo	Índice de absorción	Índice de aislamiento	R <sub>w</sub>	Clasificación de reacción al fuego *
Acustimódul - 80A	15 dB A4	26 dB B3	32	Bs1d0
Acustimódul - 80AR	A		35	Bs1d0
Acustisión - 50A	A			Bs1d0

\*UNE EN 13501

- **Insametal.** Empresa fabricante de barreras acústicas.  
Remiten información relativa a un modelo de pantalla acústica, y a un módulo de panel absorbente, cuyas características se resumen en la siguiente tabla:

Modelo	Índice de absorción	Índice de aislamiento
Panel Doble Absorción	13 dB A4	25 dB B3
Panel absorbente M2	15 dB A4	26 dB B3

- **Metalesa.** Empresa fabricante de equipamiento viario, especialista en seguridad vial tanto en el entorno de infraestructuras, urbano como industrial que cuenta entre sus productos con barreras acústicas.

Remiten información relativa a tres modelos de pantallas, así como a un módulo de panel absorbente, cuyas características se recogen en la siguiente tabla:

Modelo	Índice de absorción	Índice de aislamiento	R <sub>w</sub>
MM15	ND	30 dB B3	33
HM	A2	B4	
MG5	A4	B3	32
MT1-G	A4	ND	ND

- **Mercortecresa.** Empresa que forma parte del grupo Mercor, está especializada en soluciones integrales para la protección pasiva contra incendios. En este sentido es fabricante de paneles, pintura y morteros. Se les solicita información porque en el proceso de vigilancia tecnológica se detectó que uno de sus morteros, además de propiedades ignífugas, también presenta propiedades de absorción acústica.

En la siguiente tabla se recoge la información remitida:

Modelo	Índice de absorción	Clasificación de reacción al fuego
TecWool F	B	No combustible, Euroclase A1

- **Ekoacustica.** Empresa distribuidora e instaladora de productos de absorción. Remiten información relativa a un mortero acústico con grandes prestaciones de absorción, cuyas características se recogen en la siguiente tabla:

Modelo	Índice de absorción	Clasificación de reacción al fuego
k-13	A	B s1 d0

- **ACUSTRAIN.** Empresa distribuidora e instaladora de elementos de reducción de ruido y vibraciones en vía, dispone de un producto de minibarrera, ya probado por ETS y de un desarrollo experimental en microbarreras para zona de entrevías.

Modelo	Índice de absorción	Índice de aislamiento
MINIBARRERA	4dB	>30 dB
MICROBARRERA	8dB	>30 dB



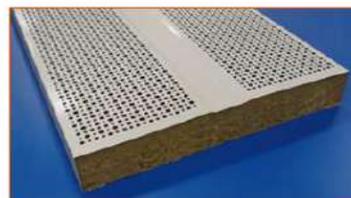
En resumen, las soluciones comerciales analizadas son:

### Tipo de soluciones analizadas

- Pantallas acústicas
- Paneles absorbentes
- Mortero absorbente
- Actuaciones ferroviarias
- Minibarrera

### Empresas consultadas

- ACH (Saint Gobain)
- Acústica Integral
- Metalesa
- Insametal
- Ekoacústica (Grupo PV)
- Mercortecresa



En las siguientes tablas se resumen las características físicas de los productos analizados para el proyecto

Tipo de solución	Aplicación	Fabricante	Modelo	Índice de absorción	Índice de aislamiento	R <sub>w</sub>
Pantalla acústica	pantalla	ACH	ACH 80	13 dB A4	31 dB B3	
Pantalla acústica	pantalla	ACH	ACH 100	≥ 13 dB A4	≥ 31 dB B3	
Pantalla acústica	pantalla	Acustica Integral	Acustimódul - 80A	15 dB A4	26 dB B3	32
Pantalla acústica	pantalla	Acústica Integral	Acustimódul - 80AR	A		35
Pantalla acústica	pantalla	Metalesa	MM15	--	30 B3	33
Pantalla acústica	pantalla	Metalesa	HM	A2	B4	
Pantalla acústica	pantalla	Metalesa	MG5	A4	B3	32
Pantalla acústica	pantalla	Insametal	Panel Doble Absorción	13 dB A4	25 dB B3	
Panel absorbente	paredes/muros	Acústica Integral	Acústisón - 50A	A		
Panel absorbente	paredes/muros	Metalesa	MT1-G	A4		
Panel absorbente	paredes/muros	Insametal	Panel absorbente M2	15 dB A4	26 dB B3	
Mortero Acústico	paredes/muros/techos	Ekoacústica	k-13	A		
Mortero Acústico	paredes/muros/techos	Mercortecresa	TecWool F	B		

Tipo de solución	Aplicación	Fabricante	Modelo	Clasificación de reacción al fuego	Precio (€/m <sup>2</sup> )	Precio inst. m <sup>2</sup>	Precio total m <sup>2</sup>
Pantalla acústica	pantalla	ACH	ACH 80		39.24	65.95	105.19
Pantalla acústica	pantalla	ACH	ACH 100		42.63	65.95	108.58
Pantalla acústica	pantalla	Acustica Integral	Acustimódul - 80A	Bs1d0	180	55	235
Pantalla acústica	pantalla	Acústica Integral	Acustimódul - 80AR	Bs1d0	--	--	--
Pantalla acústica	pantalla	Metalesa	MM15		130.44	15	145.44
Pantalla acústica	pantalla	Metalesa	HM		107.8	15	122.8
Pantalla acústica	pantalla	Metalesa	MGS		76.79	15	91.79
Pantalla acústica	pantalla	Insametal	Panel Doble Absorción		75	5	80
Panel absorbente	paredes/muros	Acústica Integral	Acústisón - 50A	Bs1d0	60	28.41	88.41
Panel absorbente	paredes/muros	Metalesa	MT1-G		76.79	15	91.79
Panel absorbente	paredes/muros	Insametal	Panel absorbente M2		52	5	57
Mortero Acústico	paredes/muros/techos	Ekoacústica	k-13	Bs1d0	59.32	0	59.32
Mortero Acústico	paredes/muros/techos	Mercortecresa	TecWool F	No combustible, Euroclase A1	12	30	42

.Tabla 38. Especificaciones técnicas de las soluciones técnicas analizadas.

## 4.2 Estudio inicial de las características acústicas de soluciones

Delimitados los tramos de línea en que se propone actuar y los objetivos de reducción de ruido necesarios en cada tramo (Tarea 2), se ha realizado un análisis inicial de la viabilidad técnica y la potencial eficacia de aplicar en cada uno de ellos soluciones de cada una de las tipologías identificadas en el paso anterior.

En este sentido, las soluciones de apantallamiento no presentan diferencias técnicas, dado que todas ellas cumplen los mínimos exigidos, siendo los criterios técnicos y económicos los que condicionen la decisión.

En cuanto a las soluciones que absorción acústica, existen soluciones comerciales de paneles absorbentes o de morteros acústicos. Se analiza el efecto de estas soluciones comerciales en el Tramo 3 (zona de chirrido) comparando con la situación inicial y las diferencias entre ellas.

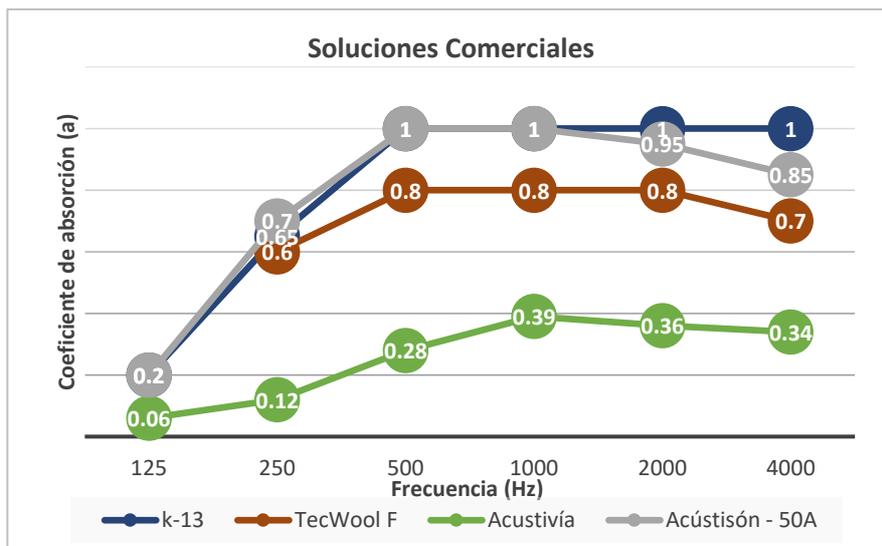


Figura 73. Comparativa de absorción acústica de las soluciones comerciales analizadas.

**Situación actual**

SPL(A) Rec. no.	(dB)	Via 1					Via 2				
		Simulado		OCA EE		OCA EE		Simulado		OCA EE	
		L <sub>Req.d</sub> dia/terde	L <sub>Req.n</sub> noche	OCA EE dia/terde	OCA EE noche	Rec. no.	L <sub>Req.d</sub> dia/terde	L <sub>Req.n</sub> noche	OCA EE dia/terde	OCA EE noche	
11	89.1	87.9	86.3	2.3	0.3	11	89.4	88.6	86.6	3.6	1.6
12	88.6	84.8	82.8	0.0	0.0	12	87.8	87.0	85.0	2.0	0.0
13	84.7	83.9	81.9	0.0	0.0	13	84.4	83.6	81.6	0.0	0.0
14	81.7	80.9	78.9	0.0	0.0	14	81.3	80.5	78.5	0.0	0.0
15	89.1	88.3	86.3	3.3	1.3	15	91.8	91.0	89.0	0.0	0.0
16	88.8	88.1	86.1	1.1	0.0	16	90	89.2	87.2	0.2	2.2
17	84.8	84.0	82.0	0.0	0.0	17	84.1	83.3	81.3	0.0	0.0
18	79.9	79.1	77.1	0.0	0.0	18	81	80.2	78.2	0.0	0.0
19	90.1	89.3	87.3	4.3	2.3	19	93	92.2	90.2	2.2	3.2
20	90.4	89.6	87.6	4.4	2.4	20	90.4	89.6	87.6	3.6	2.6
21	84.7	83.9	81.9	0.0	0.0	21	84.2	83.4	81.4	0.0	0.0
22	79.8	79.0	77.0	0.0	0.0	22	84.2	83.4	81.4	0.0	0.0
23	78.5	77.7	75.7	0.0	0.0	23	81.1	80.3	78.3	0.0	0.0
24	73.6	72.8	70.8	0.0	0.0	24	77.5	76.7	74.7	0.0	0.0
25	75.2	74.4	72.4	0.0	0.0	25	80.2	79.4	77.4	0.0	0.0
26	73.2	72.4	70.4	0.0	0.0	26	76.3	75.5	73.5	0.0	0.0
27	72.3	71.5	69.5	0.0	0.0	27	79.5	78.7	76.7	0.0	0.0
28	73.6	72.8	70.8	0.0	0.0	28	78	77.2	75.2	0.0	0.0
29	90.7	89.9	87.9	4.9	2.9	29	93.8	93.0	91.0	3.0	4.0
30	90.5	89.7	87.7	4.7	2.7	30	93.3	92.5	90.5	3.5	4.5
31	87.8	87.0	85.0	1.8	0.0	31	90.3	89.5	87.5	4.5	2.5
32	81.9	81.1	79.1	0.1	0.0	32	85.9	85.1	83.1	0.1	0.0
33	82	81.2	79.2	0.0	0.0	33	85.2	84.4	82.4	0.0	0.0

**K-13 Acustición 50A**

SPL(A) Rec. no.	(dB)	Via 1					Via 2				
		Simulado		OCA EE		OCA EE		Simulado		OCA EE	
		L <sub>Req.d</sub> dia/terde	L <sub>Req.n</sub> noche	OCA EE dia/terde	OCA EE noche	Rec. no.	L <sub>Req.d</sub> dia/terde	L <sub>Req.n</sub> noche	OCA EE dia/terde	OCA EE noche	
11	88.2	84.4	82.4	0.0	0.0	11	86.6	85.8	83.8	0.8	0.0
12	81.3	80.5	78.5	0.0	0.0	12	80.4	79.6	77.6	0.0	0.0
13	81.2	80.4	78.4	0.0	0.0	13	81.6	80.8	78.8	0.0	0.0
14	78.8	78.0	76.0	0.0	0.0	14	76.9	76.1	74.1	0.0	0.0
15	86.2	84.4	82.4	0.0	0.0	15	86.2	85.4	83.4	2.4	0.4
16	84.6	83.8	81.8	0.0	0.0	16	87.4	86.6	84.6	1.6	0.6
17	83.7	82.9	80.9	0.0	0.0	17	78.2	77.4	75.4	0.0	0.0
18	78.2	77.4	75.4	0.0	0.0	18	76.1	75.3	73.3	0.0	0.0
19	84.8	84.0	82.0	0.0	0.0	19	89.9	89.1	87.1	4.1	2.1
20	89	88.2	86.2	2.2	2.2	20	87.4	86.6	84.6	1.6	0.6
21	82.2	81.4	79.4	0.0	0.0	21	83.3	82.5	80.5	0.0	0.0
22	78	77.2	75.2	0.0	0.0	22	88.1	87.3	85.3	0.0	0.0
23	77	76.2	74.2	0.0	0.0	23	78.2	77.4	75.4	0.0	0.0
24	70.2	69.4	67.4	0.0	0.0	24	75.4	74.6	72.6	0.0	0.0
25	71.9	71.1	69.1	0.0	0.0	25	78.8	78.0	76.0	0.0	0.0
26	79.2	78.4	76.4	0.0	0.0	26	79.9	79.1	77.1	0.0	0.0
27	86.1	85.3	83.3	0.0	0.0	27	75.2	74.4	72.4	0.0	0.0
28	74.6	73.8	71.8	0.0	0.0	28	76.2	75.4	73.4	0.0	0.0
29	86.1	84.3	82.3	0.0	0.0	29	80.3	79.5	77.5	4.5	2.5
30	86.7	84.9	82.9	0.0	0.0	30	86.1	85.3	83.3	2.3	0.3
31	84.6	84.0	82.0	0.0	0.0	31	87.8	87.0	85.0	1.7	0.7
32	84.3	83.5	81.5	0.0	0.0	32	82.2	81.4	79.4	0.0	0.0
33	79.7	78.9	76.9	0.0	0.0	33	82.6	81.8	79.8	0.0	0.0

Tabla 39. Ejemplo de tabla de análisis comparativo de los efectos de cada una de las soluciones analizadas

El estudio concluye que es conveniente seleccionar soluciones con índices de absorción superior a 10 dB, desechándose por tanto las soluciones con coeficientes de absorción inferiores.

Existen soluciones que cumplen estos requisitos acústicos entre las soluciones comerciales de paneles absorbentes y de morteros acústicos, siendo según la información recabada algo más económica la de mortero. Por tanto, la decisión última está condicionada por criterios de viabilidad técnica e interés de cada una de esta tipología de soluciones.

Con estas premisas, se ha analizado cada tramo trabajando en las diferentes fuentes de ruido y los correspondientes entornos entornos, estimado la aportación sobre los diferentes edificios a proteger y los límites de las posibles actuaciones. En ellos se han probado diferentes combinaciones de soluciones, obteniendo en cada tramo las que eran efectivas para conseguir los objetivos de reducción buscados.

Los criterios para seleccionar las soluciones a aplicar se limitan a:

- Módulos o pantallas absorbentes con absorción estándar superior a 10 dB.
- Pantallas con un aislamiento mínimo de 25 dB.
- Cumplir las exigencias de resistencia a fuego.

Para las simulaciones de las soluciones se ha partido de una absorción estándar superior a 10 dB y un aislamiento mínimo de 25 dB.



### 4.3 Planteamiento de soluciones por tramos

De la tarea anterior, resulta que los objetivos de mejora para cada edificio son los siguientes

		Superación de OCAs (dB)		Mejora objetivo
		Día/Tarde	Noche	
Tramo 1	San Andrés Pasealekua 1, 2 y 4	0,9		1
	Arrate-Bide kalea 2 y 4	2,7	0,7	3
Tramo 1-2	Ego-Gain kalea 6, 8 y 10	4,3	2,3	5
	Legarre kalea 7	5,7	3,7	6
	Legarre kalea 9, 11, 13, 15, 17 y 19	5	3	5
Tramo 3.2	Ego-Gain kalea 22	6,7	4,7	7
Tramo 4	Hospital de Eibar Osakidetza	2,6	0,6	3

A continuación se presenta el análisis en detalle de los escenarios de mejora en cada grupo de viviendas en que se presente incumplimiento de OCAs.

En aquellos edificios donde hay afección de diferentes tramos de vía, debido al foco o a su ubicación, se han analizado soluciones combinadas para obtener una solución única que mejore el conjunto de las viviendas. Este es el caso del Tramo 2, en el que se estudia la solución del conjunto de viviendas de la zona, tanto a un lado como al otro de la vía.

En las páginas siguientes se presentan estos análisis.



#### 4.3.1 Tramo 1. San Andres Pasealekua 1, 2 y 4

Tal como se puede comprobar en la siguiente figura, los edificios orientados a la calle de San Andrés Pasealekua, reciben el ruido a través de las aberturas de la estación hacia la calle, conformada por huecos de 6 metros de luz entre columnas de altura variable. El ruido se produce por la circulación de trenes en las vías entre andenes y este ruido, debido a la disposición y los materiales de construcción, se incrementa por la reverberación del sonido y sale por la abertura hacia los edificios. En este punto se plantea una reducción de los niveles de ruido del orden de 1 dB.



Figura 74. Simulación 3D de la solución. San Andres Pasealekua 1, 2 y 4.

Para ello, la actuación prevista para esta zona es la colocación de paneles perforados absorbentes con lana en el interior en la zona reflectante del muro interior de la estación, para atenuar el campo sonoro y evitar las reflexiones de los trenes de la vía dirección Donostia en la pared de hormigón trasera (en gris oscuro en la imagen).



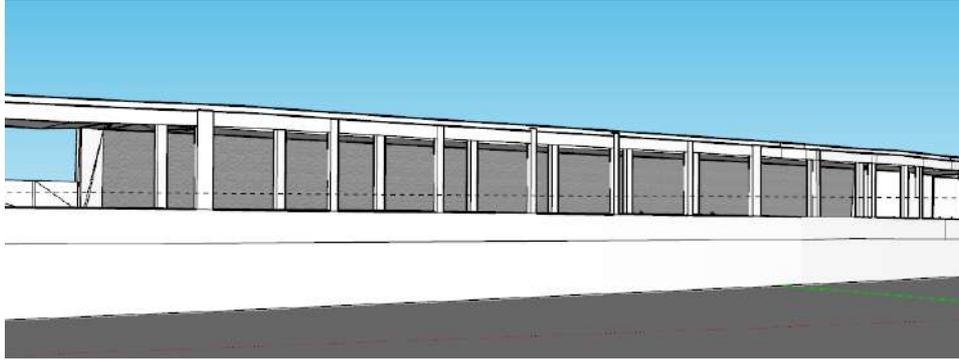


Figura 75. Zona de actuación (en gris).

Se plantea una solución de aproximadamente 4 metros de altura en una longitud de 77 metros, siendo la superficie a revestir con paneles de 305 m<sup>2</sup> en la zona reflectante.

Las características de estos paneles absorbentes son:

- Paneles perforados, anclados a la pared, con un índice de absorción clase A4 y una resistencia al fuego Euroclase A1 (no combustible) o similar.
- Se dimensiona la necesidad de material en 305 m<sup>2</sup>.
- El Presupuesto de esta actuación (precio instalado) es de 28.060 €.



Figura 76 Ubicación aproximada de la solución planteada

La situación futura, con la actuación de los paneles absorbentes, refleja un cumplimiento en los objetivos de calidad acústica para ruido ferroviario en todos los periodos analizados (Niveles día/ tarde de ruido de ferrocarril del orden de 63,5 dBA y Noche: 51,5 dBA).

Niveles de ruido ferroviario estimados al adoptar la solución:

	Niveles de ruido (dBA)	
	Solo ruido ferroviario	
	Día/Tarde	Noche
Niveles actuales	65,9	53,9
Paneles absorbentes 305 m <sup>2</sup>	63,5	51,5
Mejora aportada	2,4	2,4

Tabla 40. Niveles de ruido ferroviario y nivel global (situación futura). San Andres Pasealekua 1, 2 y 4.

La solución propuesta ofrece una mejora superior a los 2 dB.

Cabe mencionar que se estima que la solución reduzca en 3 dB los niveles de ruido generado por cada paso de tren, el LAeq,Tp, en la vía 2.

Las estimaciones realizadas previamente sobre el ruido de tráfico en esta zona permiten valorar la reducción esperada al adoptar la solución seleccionada en el nivel global, por la aportación de otros focos, que compromete el cumplimiento de OCAs

	Niveles de ruido (dBA)	
	Nivel global	
	Día/Tarde	Noche
Niveles actuales	75	66
Con Paneles absorbentes 305 m <sup>2</sup>	73,5	66

Tabla 41 Niveles globales(situación futura) San Andres Pasealekua 1, 2 y 4.

Por lo tanto, se considera que aún con la actuación prevista en la estación, los niveles de ruido globales futuros (todos los focos), al estar afectados por el tráfico urbano como principal foco emisor acústico en todos los periodos, seguirán incumpliendo (8,5 dBA periodo día/tarde y 11 dBA periodo noche).

El análisis promenorizado de la mejora en los diferentes puntos de la fachada se presenta a continuación:

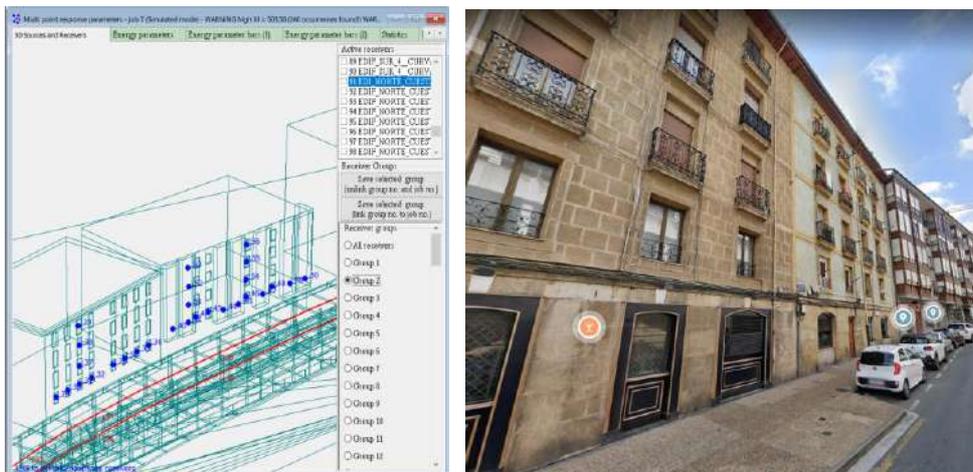


Figura 77. Distribución puntos de cálculo fachada de San Andres Pasealekua 1, 2 y 4.

Vía 1						Vía 2					
SPL(A)	(dB)	Simulated				SPL(A)	(dB)	Simulated			
Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	OCA 65	OCA 55	Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	OCA 65	OCA 55
		dia/tarde	noche	dia/tarde	noche			dia/tarde	noche	dia/tarde	noche
29	82,1	61,3	49,3	0,0	0,0	29	83	62,2	50,2	0,0	0,0
30	82,7	61,9	49,9	0,0	0,0	30	83,4	62,6	50,6	0,0	0,0
31	83,8	63,0	51,0	0,0	0,0	31	82,1	61,3	49,3	0,0	0,0
32	81,5	60,7	48,7	0,0	0,0	32	82,2	61,4	49,4	0,0	0,0
33	81,7	60,9	48,9	0,0	0,0	33	81,9	61,1	49,1	0,0	0,0
34	80	59,2	47,2	0,0	0,0	34	81,6	60,8	48,8	0,0	0,0
35	80,3	59,5	47,5	0,0	0,0	35	80,8	60,0	48,0	0,0	0,0
36	79,5	58,7	46,7	0,0	0,0	36	81,2	60,4	48,4	0,0	0,0
37	82,8	62,0	50,0	0,0	0,0	37	82,1	61,3	49,3	0,0	0,0
38	85,1	64,3	52,3	0,0	0,0	38	81,8	61,0	49,0	0,0	0,0
39	83	62,2	50,2	0,0	0,0	39	80,6	59,8	47,8	0,0	0,0
40	80,3	59,5	47,5	0,0	0,0	40	81,5	60,7	48,7	0,0	0,0
41	80,6	59,8	47,8	0,0	0,0	41	81,2	60,4	48,4	0,0	0,0
42	77,9	57,1	45,1	0,0	0,0	42	79,9	59,1	47,1	0,0	0,0
43	80	59,2	47,2	0,0	0,0	43	79,1	58,3	46,3	0,0	0,0
44	80,5	59,7	47,7	0,0	0,0	44	81,7	60,9	48,9	0,0	0,0
45	80,4	59,6	47,6	0,0	0,0	45	81,1	60,3	48,3	0,0	0,0
46	77,4	56,6	44,6	0,0	0,0	46	77,8	57,0	45,0	0,0	0,0
47	81,9	61,1	49,1	0,0	0,0	47	81,1	60,3	48,3	0,0	0,0
48	80,1	59,3	47,3	0,0	0,0	48	78,8	58,0	46,0	0,0	0,0
49	80	59,2	47,2	0,0	0,0	49	81,9	61,1	49,1	0,0	0,0
50	79,5	58,7	46,7	0,0	0,0	50	81,3	60,5	48,5	0,0	0,0
51	80,6	59,8	47,8	0,0	0,0	51	80,2	59,4	47,4	0,0	0,0
52	81,8	61,0	49,0	0,0	0,0	52	78,8	58,0	46,0	0,0	0,0
53	80,8	60,0	48,0	0,0	0,0	53	77	56,2	44,2	0,0	0,0
54	78,1	57,3	45,3	0,0	0,0	54	75,7	54,9	42,9	0,0	0,0
55	78,6	57,8	45,8	0,0	0,0	55	76,4	55,6	43,6	0,0	0,0
56	79,2	58,4	46,4	0,0	0,0	56	76,5	55,7	43,7	0,0	0,0

Tabla 42. Niveles en fachada (Futuro) de San Andres Pasaelekua 1, 2 y 4. LAeq,d, LAeq,e y LAeq,n con paneles absorbentes

Adicionalmente, se analiza la mejora en el tiempo de reverberación de la estación, en puntos del andén. Los resultados muestran que la mejora es limitada al estar abierta por un extremo y mantener el techo de hormigón, como se puede comprobar en la siguiente figura.

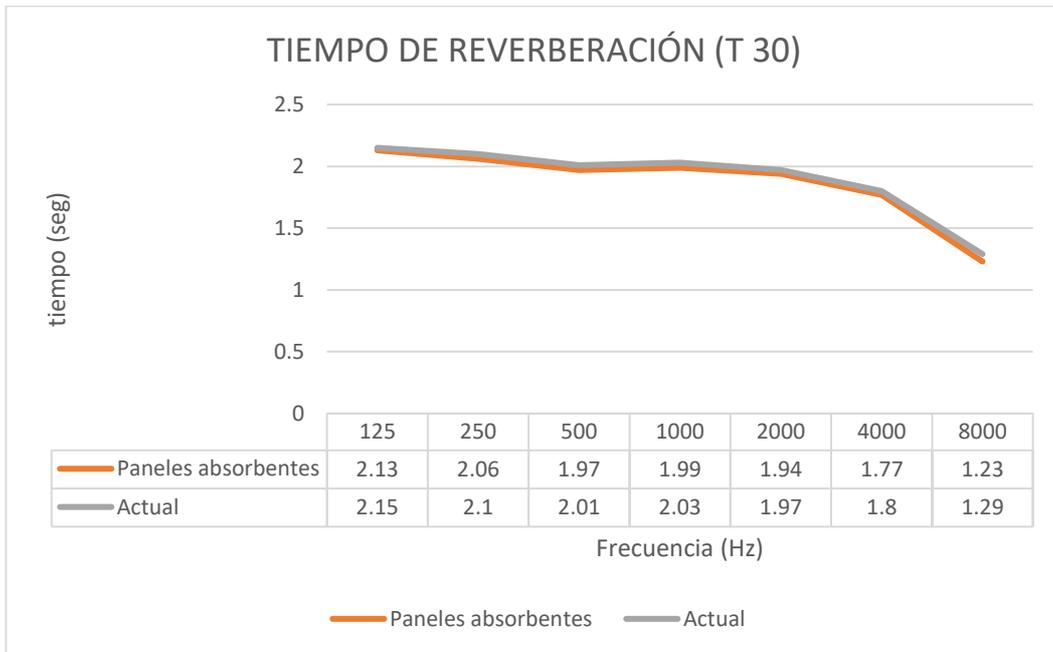


Figura 78. Mejora del tiempo de reverberación T30.



### 4.3.2 Tramo 1. Arrate-Bide kalea 2 y 4

Tal como se puede comprobar en la siguiente figura, los edificios orientados a la calle de Arrate Bidea, reciben el ruido a través de las aberturas de la estación hacia la misma, conformada por huecos de 6 metros de luz entre columnas de altura variable.



Figura 79. Tramo 1 – Detalle de las aberturas hacia Arrate-Bidea.

Este ruido se produce en la circulación de vías entre andenes y sale por la abertura hacia los edificios. En este punto se plantea una reducción de los niveles de ruido del orden de 3 dB.

Para esta zona se valoran tres posibles soluciones:

1. Pantalla acústica de 1,5 m de altura y 95 m lineales; imagen izquierda.
2. Cerramiento total de 4 m de altura y 95 m lineales; imagen central.
3. Colocación de minibarreras centrales hasta el andén.

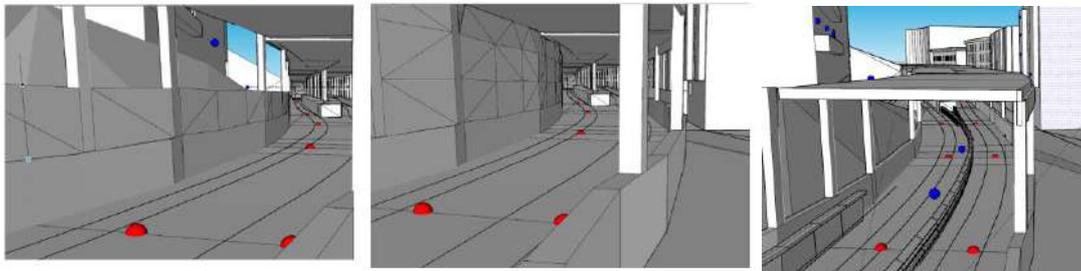


Figura 80. Simulación 3D de las soluciones. Arrate-Bide Kalea 2 y 4.

En todos los casos, se logra superar la reducción mínima de 3 dB que se ha fijado para este tramo

	Solo ruido ferroviario		Nivel global	
	Día/Tarde 65 dBA	Noche 55 dBA	Día/Tarde 65 dBA	Noche 55 dBA
Superación	2,7	0,7	2,7	0,7
Mejora Pantalla acústica 1,5 m	3,0	3,0	3,0	3,0
Mejora Cerramiento total	16,1	16,1	16,1	16,1
Mejora Minibarrera central en placa	5,1	5,1	5,1	5,1

Tabla 43. Mejora aportada por cada solución. Arrate-Bide Kalea 2 y 4.

Cualquiera de las tres soluciones analizadas permite que al adoptarse se cumplan los objetivos de calidad acústica para ruido ferroviario en todos los periodos analizados.

	Solo ruido ferroviario		Nivel global	
	Día/Tarde 65 dBA	Noche 55 dBA	Día/Tarde 65 dBA	Noche 55 dBA
Superación	67,7	55,7	67,7	55,7
Pantalla acústica 1,5 m	64,7	52,7	64,7	52,7
Cerramiento total	51,6	39,6	51,6	39,6
Minibarrera central en placa	62,6	50,6	62,6	50,6

Tabla 44. Niveles de ruido ferroviario y nivel global (situación futura). Arrate-Bide Kalea 2 y 4.

Se ha cuantificado el presupuesto de las soluciones analizadas:

- 28.500 € en el caso de la pantalla acústica,
- 76.000 € para el cerramiento total y
- 94.380 € la actuación de minibarrera central.

Se opta por la solución de **instalación de una pantalla absorbente acústica**.

La solución propuesta ofrece una mejora superior a los 3 dB.

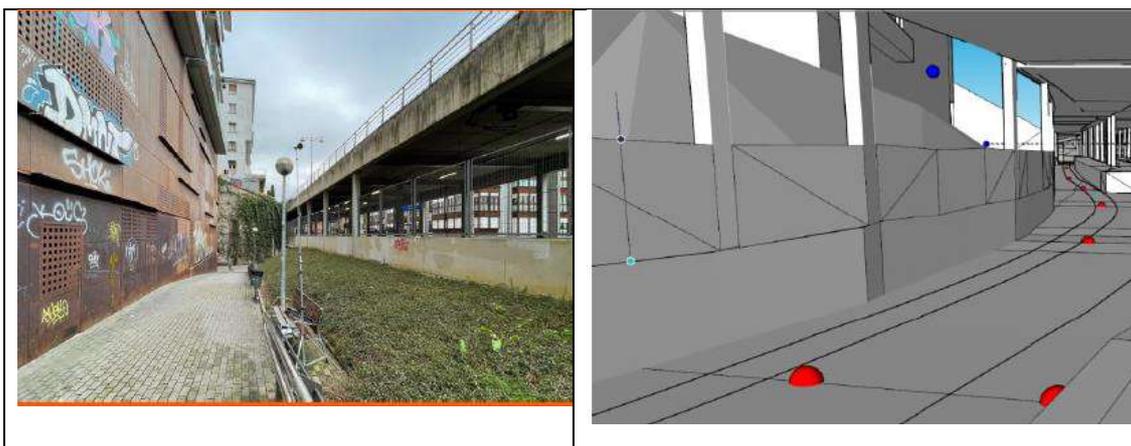


Figura 81. Zona de actuación y simulación de la solución.

Cabe mencionar que se estima que la solución reduzca en 3 dB los niveles de ruido generado por cada paso de tren, el LAeq,Tp, en la vía 2.

La descripción de la pantalla acústica es:

- Paneles perforados, colocados entre columnas con perfilera metálica, con un índice de absorción clase A4, un aislamiento mínimo de 30 dBA y una resistencia al fuego Euroclase A1 (no combustible) o similar.
- Se dimensiona la necesidad de material en 1,5 m de altura y 95 m lineales
- El Presupuesto de esta actuación (precio instalado) es de 28.500 €.



Figura 82 Ubicación aproximada de la solución propuesta

El análisis detallado de las actuaciones se expone a continuación, presentando los resultados en cada uno de los edificios y los puntos de control.

### Arrate-Bide Kalea 2, 4

Los resultados con las actuaciones analizadas (3 soluciones) para todos los puntos de fachadas de las edificaciones de **Arrate-Bide Kalea 2, 4** son:

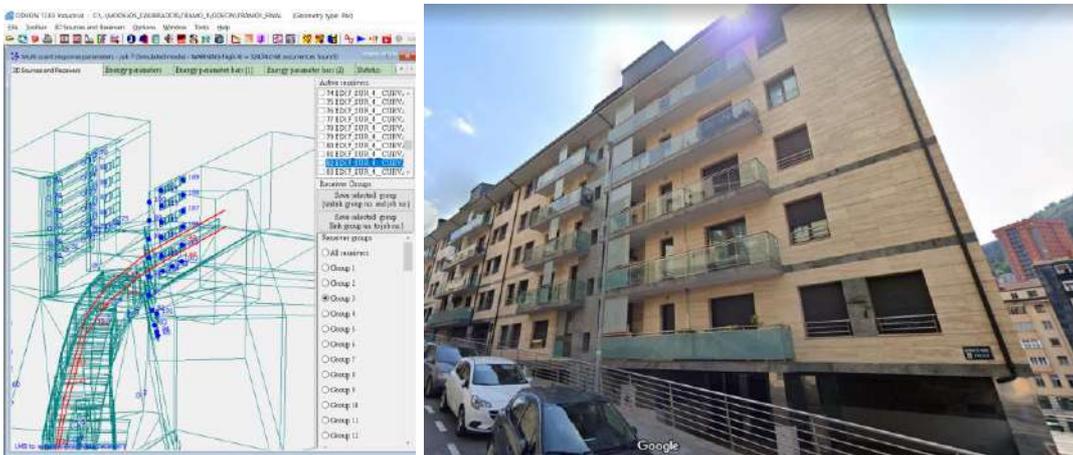


Figura 83. Distribución puntos de cálculo fachada de Arrate-Bide Kalea 2 y 4.

Vía 1						Vía 2					
SPL(A)	(dB)	Simulated				SPL(A)	(dB)	Simulated			
Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	OCA 65	OCA 55	Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	OCA 65	OCA 55
		dia/tarde	noche	dia/tarde	noche			dia/tarde	noche	dia/tarde	noche
91	85,6	64,8	52,8	0,0	0,0	91	84,8	64,0	52,0	0,0	0,0
92	86,2	65,4	53,4	0,4	0,0	92	84	63,2	51,2	0,0	0,0
93	83,1	62,3	50,3	0,0	0,0	93	83,8	63,0	51,0	0,0	0,0
94	82	61,2	49,2	0,0	0,0	94	81,8	61,0	49,0	0,0	0,0
95	81,3	60,5	48,5	0,0	0,0	95	83,3	62,5	50,5	0,0	0,0
96	78,9	58,1	46,1	0,0	0,0	96	83,5	62,7	50,7	0,0	0,0
97	75,9	55,1	43,1	0,0	0,0	97	83,6	62,8	50,8	0,0	0,0
98	81,5	60,7	48,7	0,0	0,0	98	83,4	62,6	50,6	0,0	0,0
99	70,2	49,4	37,4	0,0	0,0	99	70,7	49,9	37,9	0,0	0,0
100	74	53,2	41,2	0,0	0,0	100	76,5	55,7	43,7	0,0	0,0
101	79,7	58,9	46,9	0,0	0,0	101	81,9	61,1	49,1	0,0	0,0

Tabla 45 Niveles en fachada (Sit. futura) de Arrate-Bide Kalea 2 y 4. LAeq,d, LAeq,e y LAeq,n. Pantalla acústica.

Vía 1						Vía 2					
SPL(A)	(dB)	Simulated				SPL(A)	(dB)	Simulated			
Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	OCA 65	OCA 55	Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	OCA 65	OCA 55
		dia/tarde	noche	dia/tarde	noche			dia/tarde	noche	dia/tarde	noche
91	70,1	49,3	37,3	0,0	0,0	91	71,4	50,6	38,6	0,0	0,0
92	73,3	52,5	40,5	0,0	0,0	92	71,2	50,4	38,4	0,0	0,0
93	69,3	48,5	36,5	0,0	0,0	93	69,6	48,8	36,8	0,0	0,0
94	70,3	49,5	37,5	0,0	0,0	94	66,6	45,8	33,8	0,0	0,0
95	66,8	46,0	34,0	0,0	0,0	95	66,4	45,6	33,6	0,0	0,0
96	71,7	50,9	38,9	0,0	0,0	96	70,3	49,5	37,5	0,0	0,0
97	70,2	49,4	37,4	0,0	0,0	97	72,7	51,9	39,9	0,0	0,0
98	69,9	49,1	37,1	0,0	0,0	98	73,1	52,3	40,3	0,0	0,0
99	68,6	47,8	35,8	0,0	0,0	99	69,7	48,9	36,9	0,0	0,0
100	68,8	48,0	36,0	0,0	0,0	100	71,6	50,8	38,8	0,0	0,0
101	74,8	54,0	42,0	0,0	0,0	101	69,3	48,5	36,5	0,0	0,0

Tabla 46 Niveles en fachada (Sit. futura) de Arrate-Bide Kalea 2 y 4. LAeq,d, LAeq,e y LAeq,n. Cerramiento total.

Vía 1						Vía 2					
SPL(A)	(dB)	Simulated				SPL(A)	(dB)	Simulated			
Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	OCA 65	OCA 55	Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	OCA 65	OCA 55
		dia/tarde	noche	dia/tarde	noche			dia/tarde	noche	dia/tarde	noche
91	82,4	61,6	49,6	0,0	0,0	91	84,2	63,4	51,4	0,0	0,0
92	81,6	60,8	48,8	0,0	0,0	92	83,9	63,1	51,1	0,0	0,0
93	81,1	60,3	48,3	0,0	0,0	93	83,7	62,9	50,9	0,0	0,0
94	78,7	57,9	45,9	0,0	0,0	94	83,3	62,5	50,5	0,0	0,0
95	79,9	59,1	47,1	0,0	0,0	95	83	62,2	50,2	0,0	0,0
96	76,7	55,9	43,9	0,0	0,0	96	82,1	61,3	49,3	0,0	0,0
97	76	55,2	43,2	0,0	0,0	97	80,2	59,4	47,4	0,0	0,0
98	72,6	51,8	39,8	0,0	0,0	98	78,6	57,8	45,8	0,0	0,0
99	69,9	49,1	37,1	0,0	0,0	99	70,2	49,4	37,4	0,0	0,0
100	71,5	50,7	38,7	0,0	0,0	100	75	54,2	42,2	0,0	0,0
101	75,5	54,7	42,7	0,0	0,0	101	81,8	61,0	49,0	0,0	0,0

Tabla 47 Niveles en fachada (Sit. futura) de Arrate-Bide Kalea 2 y 4. LAeq,d, LAeq,e y LAeq,n. Minibarrera central.



#### 4.3.3 Tramo 2. Ego-Gain kalea 6, 8 y 10 y Legarre Kalea 7-11-15-19

Este grupo de viviendas están afectadas principalmente por la circulación en el tramo en superficie, sin cubierta, y también por la entrada a la estación y por la salida de la zona cubierta hacia Amaña.

La afección se produce a ambos lados de la vía, con unos objetivos de mejora similares (5-6 dB) para ambos lados. Se analizan de forma conjunta, diferenciando cada situación.



Figura 84 .- Tramo 2 y Viviendas: Izda edificios de Legarre Kalea, derecha edificios de Ego-gain Kalea

La situación actual refleja un incumplimiento en los objetivos de calidad acústica que se analiza de forma diferenciada en tres zonas:

- Ego-Gain kalea 6, 8 y 10

La situación actual refleja un incumplimiento en los objetivos de calidad acústica para ruido ferroviario en algunos receptores debido a las circulaciones de ambas vías en los periodos día/tarde (4,3 dBA) y noche (2,3 dBA).

Por lo tanto, el objetivo de mejora a lograr es de 5 dB a lograr hacia el lado de vía 1.

- Legarre kalea 7

La situación actual refleja un incumplimiento en los objetivos de calidad acústica para ruido ferroviario en algunos receptores debido a las circulaciones de ambas vías en los periodos día/tarde (5,7 dBA) y noche (3,7 dBA).

Por lo tanto, el objetivo de mejora en esta zona es de 6 dB hacia el lado de vía 2.

- Legarre kalea 9, 11, 13, 15, 17 y 19

La situación actual refleja un incumplimiento en los objetivos de calidad acústica para ruido ferroviario en algunos receptores debido a las circulaciones de ambas vías en los periodos día/tarde (5 dBA) y noche (3 dBA).

El objetivo de mejora en esta zona es de 5 dB hacia el lado de vía 2.



Para este tramo, se han valorado diferentes soluciones a combinar:

- Debido a la complejidad existente, resultante de la cercanía entre las vías y las viviendas de Legarra Kalea y la imposibilidad de soluciones más tradicionales, se plantea la posibilidad de utilizar una solución novedosa de minibarreras, que actúan por separado en cada línea de circulación en el tramo de 100 metros entre la estación de Ardantza y la cubierta de acceso al túnel de Amaña.
- Para la mejora de los edificios de Ego-gain Kalea se plantea la colocación de pantallas acústicas sobre el muro existente actualmente.
- Además para evitar reflexiones sobre el muro actualmente existente se plantea un revestimiento absorbente del mismo.

En relación con la solución relativa a la barrera central, se plantea una descripción provisional de la solución, considerando que es un desarrollo de producto actual. La viabilidad de su colocación entre vías deberá ser analizada en detalle en función de las dimensiones finales del producto.

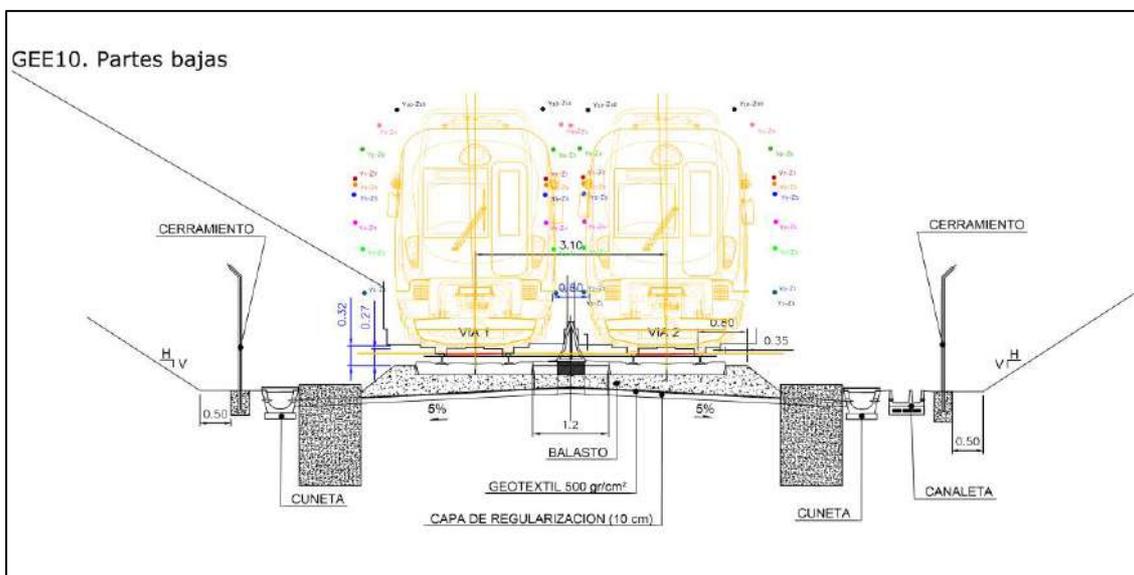


Figura 85. Perfil del trazado con rango entre vía de 3,10m. con espacio para ubicar una minibarrera central.

Las soluciones analizadas para las viviendas de Ego-gain kalea 6, 8 y 10 y Legarre Kalea nº 7 han sido las siguientes:

1. Minibarrera lateral en la vía 2 (100 m);
2. Minibarrera lateral en vía 2 (100 m lineales) y minibarrera central (100 m lineales);
3. Minibarrera lateral en vía 2 y central y pantalla absorbente (1,5 m altura) sobre muro existente; y
4. Minibarrera lateral en vía 2 (100 m) y central hasta el andén (144 m) y pantalla acústica (1,5 m altura).

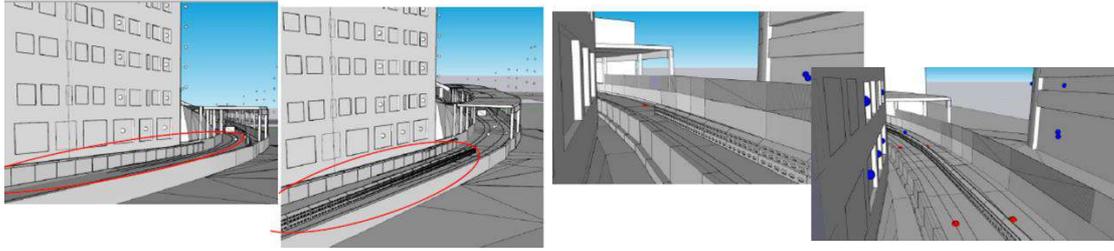


Figura 86. Simulación 3D de las soluciones. Ego-Gain kalea 6, 8 y 10 y Legarre kalea nº 7.

En cuanto a las actuaciones analizadas para la zona de Legarre kalea 9, 11, 13, 15, 17 y 19, se valoran cuatro posibles soluciones, la mayoría de ellas coincidentes con las anteriores:

1. Minibarrera lateral en vía 2 (100 m lineales);
2. Minibarrera lateral en vía 2 (100 m lineales) y pantalla absorbente (1,5 m altura) 100 m<sup>2</sup> sobre muro existente
3. Minibarrera lateral en vía 2 (100 m lineales) y minibarrera central (100 m lineales);
4. Minibarrera lateral en vía 2 (100 m lineales) y minibarrera central (100 m lineales) y pantalla absorbente (1,5 m altura) 100 m<sup>2</sup> sobre muro existente.

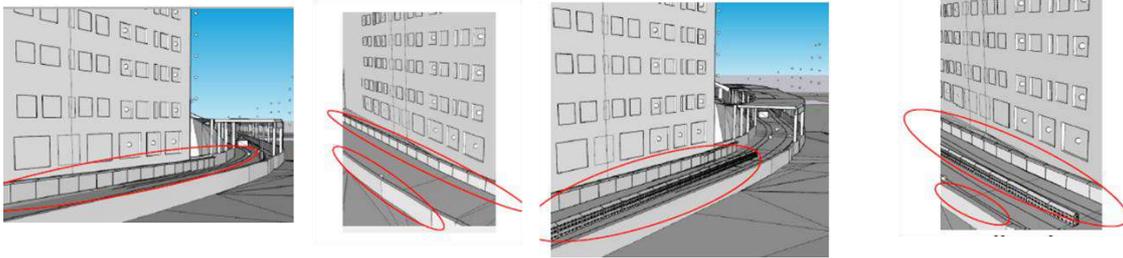


Figura 87. Simulación 3D de las soluciones. Legarre kalea 9, 11, 13, 15, 17 y 19.

### Ego-Gain kalea 6, 8 y 10:

Para lograr los objetivos en este ámbito (5 dB) son necesarias soluciones combinadas.

	Solo ruido ferroviario	
	Día/Tarde 65 dBA	Noche 55 dBA
Superación (objetivo de reducción)	4,3	2,3
Mejora Minibarrera vía 2 (100 m lineales)	0,8	0,8
Mejora Minibarrera completa vía 2 (200 m lineales)	1,2	1,2
Mejora Solución combinada: Minibarreras y pantalla acústica	4,6	4,6
Mejora Solución combinada: Minibarreras centrales hasta andén y pantalla acústica	7,9	7,9

Tabla 48. Superación OCAs (situación futura) y mejora aportada. Ego-Gain kalea 6, 8 y 10.

Por lo tanto, en este punto sólo se logra el cumplimiento de los objetivos de calidad acústica para ruido ferroviario en todos los periodos si se abordan las soluciones combinadas.

### Legarre kalea 7

Como en el edificio anterior, la solución combinada de minibarrera y pantalla acústica aporta los 6 dB mejora que se requerían en esta zona.

	Solo ruido ferroviario		Nivel global	
	Día/ Tarde 65 dBA	Noche 55 dBA	Día/ Tarde 65 dBA	Noche 55 dBA
Superación	5,7	3,7	5,7	3,7
Mejora Minibarrera vía 2 (100 m lineales)	2,7	2,7	2,7	2,7
Mejora Minibarrera completa vía 2 (200 m lineales)	5	5	5	5
Mejora Solución combinada: Minibarreras y pantalla acústica	5,9	5,9	5,9	5,9
Mejora Solución combinada: Minibarreras centrales hasta andén y pantalla acústica	7,2	7,2	7,2	7,2

Tabla 49. Superación OCAs (situación futura) y mejora aportada. Legarre kalea 7.

### Legarre kalea 9, 11, 13, 15, 17 y 19

En este caso, es necesaria la solución de minibarrera completa para alcanzar las mejoras necesarias para cumplir OCAs.

	Solo ruido ferroviario		Nivel global	
	Día/Tarde 65 dBA	Noche 55 dBA	Día/Tarde 65 dBA	Noche 55 dBA
Superación	5	3	5	3
Mejora Minibarrera vía 2 (100 m lineales)	3,5	3,5	3,5	3,5
Mejora Minibarrera vía 2 (100m lineales) + paneles absorbentes 100 m <sup>2</sup>	4,4	4,4	4,4	4,4
Mejora Minibarrera completa 2 vías (200 m lineales)	7	7	7	7
Mejora Minibarrera completa 2 vías (200m lineales) + paneles absorbentes 100 m <sup>2</sup>	7,8	7,8	7,8	7,8

Tabla 50. Superación OCAs (situación futura) y mejora aportada. Legarre kalea 9, 11, 13, 15, 17 y 19.

El presupuesto de las soluciones analizadas es de:

1. Minibarrera lateral en la vía 2 (100 m): **60.000 €**
2. Minibarrera lateral en vía 2 (100 m lineales) y pantalla absorbente (1,5 m altura) 100 m<sup>2</sup> sobre muro existente: **69.200 €**
  - o Minibarrera lateral en la vía 2 (100 m): 60.000 €
  - o Pantalla absorbente (1,5 m altura) 100 m<sup>2</sup> sobre muro existente: 9.200 €

3. Minibarrera lateral en vía 2 (100 m lineales) y minibarrera central (100 m lineales): **120.000 €**
  - Minibarrera lateral en la vía 2 (100 m): 60.000 €
  - Minibarrera central (100 m): 60.000 €
  - Pantalla absorbente (1,5 m altura) 100 m<sup>2</sup> sobre muro existente: 9.200 €
  
4. Minibarrera lateral en vía 2 y central y pantalla absorbente (1,5 m altura) sobre muro existente: **138.000 €**
  - Minibarrera lateral en la vía 2 (100 m): 60.000 €
  - Minibarrera central (100 m): 60.000 €
  - Pantalla absorbente (1,5 m altura) 100 m<sup>2</sup>: 18.000 €
  
5. Minibarrera lateral en vía 2 (100 m) y central hasta el andén (144 m) y pantalla acústica (1,5 m altura). **232.400 €**
  - Minibarrera lateral en la vía 2 (100 m): 60.000 €
  - Minibarrera central (100 m): 60.000 €
  - Minibarrera hasta andén (157 m): 202.400 €
  - Pantalla absorbente (1,5 m altura) 100 m<sup>2</sup>: 18.000 €

Se opta para este tramo por la solución de **Minibarrera lateral en vía 2 y minibarrera central, y pantalla acústica absorbente** por los dos lados **hacia la calle San Andrés Pasealekua**.

La solución propuesta ofrece una mejora superior a los 5,9 dB.

Con esta solución se cumplirían OCAs para el ruido ferroviario en todas las zonas analizadas, quedando los siguientes niveles de ruido estimados:

	Objetivos de calidad acústica	
	Solo ruido ferroviario	
	Día/Tarde 65 dBA	Noche 55 dBA
Ego-Gain kalea 6, 8 y 10	64,7	52,7
Legarre kalea 7	64,8	52,8
Legarre kalea 9, 11, 13, 15, 17 y 19	62,2	50,2

Tabla 51. Niveles de ruido de la línea de ferrocarril en los diferentes edificios con la solución adoptada

Cabe mencionar que se estima que la solución reduzca en 4 dB los niveles de ruido generado por cada paso de tren, el LAeq,Tp, por cualquier vía en Ego-Gain kale 6, 8 y 10; y del orden de 7 dB en las fachadas de las viviendas de Legarre kalea.

Por otro lado, las estimaciones del ruido de tráfico permiten valorar la reducción esperada al adoptar la solución seleccionada en el nivel global en Ego-Gain kalea 6, 8 y 10 por la aportación de otros focos, que se acerca al cumplimiento de OCAs.

	Nivel Global	
	Día/Tarde	Noche
Niveles actuales	69,3	57,3
Solución combinada: Minibarreras y pantalla acústica	65,9	55,4

Tabla 52 .- Niveles obtenidos con la solución planteada vs iniciales



Figura 88 Ubicaciones aproximadas de la solución combinada para este tramo

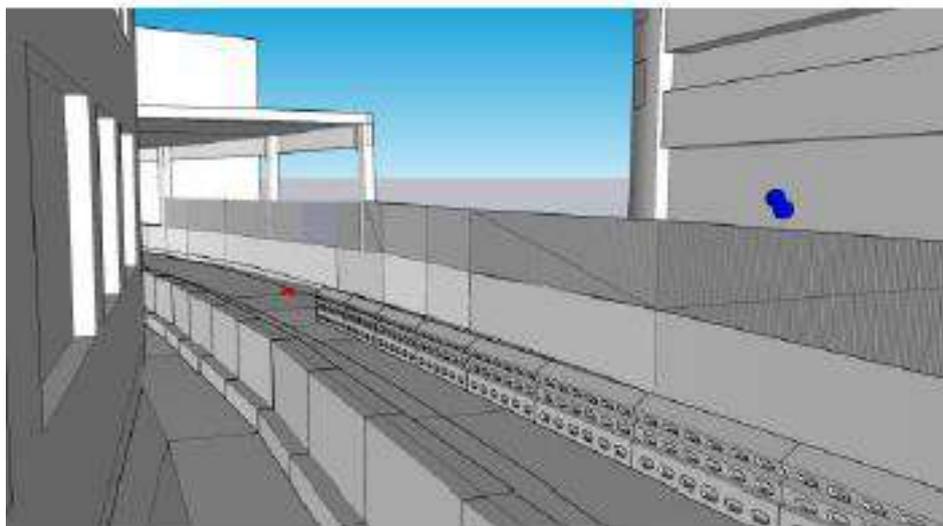


Figura 89. Ejemplo de soluciones planteadas instaladas.

Se dimensiona la necesidad de material en:

- 100 m lineales minibarrera lateral
- 100 m. lineales de minibarrera central
- 65 m lineales de pantalla absorbente por ambos lados, de 1,5 m de altura ubicada sobre el muro de cierre actual (aprox. 100 m<sup>2</sup>).

El Presupuesto de esta actuación (precio instalado) es de 198.000 €.

Los resultados detallados con las actuaciones analizadas (4 soluciones) para todos los puntos de fachadas de las edificaciones se presentan a continuación para cada una de las zonas.



Ego-Gain kalea 6, 8 y 10:

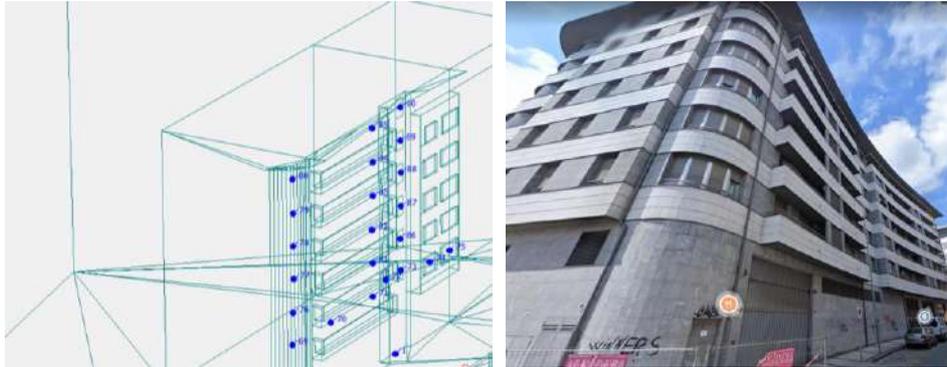


Figura 90. Distribución puntos de cálculo fachada Ego-Gain kalea 6, 8 y 10.

Vía 1						Vía 2					
SPL(A)	(dB)	Simulated				SPL(A)	(dB)	Simulated			
Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	OCA 65	OCA 55	Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	OCA 65	OCA 55
		dia/tarde	noche	dia/tarde	noche			dia/tarde	noche	dia/tarde	noche
69	86,6	65,8	53,8	0,8	0,0	69	90	69,2	57,2	4,2	2,2
70	88,5	67,7	55,7	2,7	0,7	70	87,9	67,1	55,1	2,1	0,1
71	83,4	62,6	50,6	0,0	0,0	71	88,6	67,8	55,8	2,8	0,8
72	81,7	60,9	48,9	0,0	0,0	72	84,2	63,4	51,4	0,0	0,0
73	82,6	61,8	49,8	0,0	0,0	73	87,7	66,9	54,9	1,9	0,0
74	83,7	62,9	50,9	0,0	0,0	74	85,2	64,4	52,4	0,0	0,0
75	82,1	61,3	49,3	0,0	0,0	75	85,4	64,6	52,6	0,0	0,0
76	85,6	64,8	52,8	0,0	0,0	76	88,9	68,1	56,1	3,1	1,1
77	87,5	66,7	54,7	1,7	0,0	77	86,4	65,6	53,6	0,6	0,0
78	84,8	64,0	52,0	0,0	0,0	78	84,3	63,5	51,5	0,0	0,0
79	87	66,2	54,2	1,2	0,0	79	83,2	62,4	50,4	0,0	0,0
80	85,2	64,4	52,4	0,0	0,0	80	83,9	63,1	51,1	0,0	0,0
81	83,9	63,1	51,1	0,0	0,0	81	89,9	69,1	57,1	4,1	2,1
82	82,6	61,8	49,8	0,0	0,0	82	84,8	64,0	52,0	0,0	0,0
83	81,8	61,0	49,0	0,0	0,0	83	82,8	62,0	50,0	0,0	0,0
84	81,5	60,7	48,7	0,0	0,0	84	83,7	62,9	50,9	0,0	0,0
85	78,4	57,6	45,6	0,0	0,0	85	81,2	60,4	48,4	0,0	0,0
86	82,2	61,4	49,4	0,0	0,0	86	85,5	64,7	52,7	0,0	0,0
87	84,1	63,3	51,3	0,0	0,0	87	87,1	66,3	54,3	1,3	0,0
88	85,7	64,9	52,9	0,0	0,0	88	85,3	64,5	52,5	0,0	0,0
89	82,6	61,8	49,8	0,0	0,0	89	85	64,2	52,2	0,0	0,0
90	81,6	60,8	48,8	0,0	0,0	90	86,1	65,3	53,3	0,3	0,0

Tabla 53. Niveles en fachada (Sit. futura) de Ego-Gain kalea 6, 8 y 10. LAeq,d, LAeq,e y LAeq,n.  
**Minibarrera en la vía 2.**

En la tabla anterior se puede observar que en el caso de la minibarrera en la vía 2 los niveles incumplen OCAs. Considerando la contribución de las dos vías y sonido incidente son para día/tarde 68,5 dBA y en la noche de 56,5 dBA.

Vía 1						Vía 2					
SPL(A)	(dB)	Simulated				SPL(A)	(dB)	Simulated			
Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	OCA 65	OCA 55	Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	OCA 65	OCA 55
		dia/tarde	noche	dia/tarde	noche			dia/tarde	noche	dia/tarde	noche
69	86,5	65,7	53,7	0,7	0,0	69	89,7	68,9	56,9	3,9	1,9
70	88,3	67,5	55,5	2,5	0,5	70	87	66,2	54,2	1,2	0,0
71	82,6	61,8	49,8	0,0	0,0	71	87,5	66,7	54,7	1,7	0,0
72	79,8	59,0	47,0	0,0	0,0	72	81,9	61,1	49,1	0,0	0,0
73	81,6	60,8	48,8	0,0	0,0	73	86,9	66,1	54,1	1,1	0,0
74	82,7	61,9	49,9	0,0	0,0	74	83,1	62,3	50,3	0,0	0,0
75	81	60,2	48,2	0,0	0,0	75	83,3	62,5	50,5	0,0	0,0
76	85,3	64,5	52,5	0,0	0,0	76	88,6	67,8	55,8	2,8	0,8
77	87,3	66,5	54,5	1,5	0,0	77	86	65,2	53,2	0,2	0,0
78	84,5	63,7	51,7	0,0	0,0	78	83,8	63,0	51,0	0,0	0,0
79	86,8	66,0	54,0	1,0	0,0	79	82,6	61,8	49,8	0,0	0,0
80	85	64,2	52,2	0,0	0,0	80	83,2	62,4	50,4	0,0	0,0
81	82,7	61,9	49,9	0,0	0,0	81	89,3	68,5	56,5	3,5	1,5
82	81,5	60,7	48,7	0,0	0,0	82	83,5	62,7	50,7	0,0	0,0
83	81	60,2	48,2	0,0	0,0	83	81	60,2	48,2	0,0	0,0
84	80,9	60,1	48,1	0,0	0,0	84	81,5	60,7	48,7	0,0	0,0
85	77,1	56,3	44,3	0,0	0,0	85	79,8	59,0	47,0	0,0	0,0
86	81,2	60,4	48,4	0,0	0,0	86	83,9	63,1	51,1	0,0	0,0
87	82,3	61,5	49,5	0,0	0,0	87	85,9	65,1	53,1	0,1	0,0
88	85,3	64,5	52,5	0,0	0,0	88	84	63,2	51,2	0,0	0,0
89	81,5	60,7	48,7	0,0	0,0	89	84	63,2	51,2	0,0	0,0
90	80,3	59,5	47,5	0,0	0,0	90	85,3	64,5	52,5	0,0	0,0

Tabla 54. Niveles en fachada (Sit. futura) de Ego-Gain kalea 6, 8 y 10. LAeq,d, LAeq,e y LAeq,n. **Minibarrera lateral y central.**

Para la solución de la minibarrera lateral y central también hay incumplimiento. Considerando la contribución de las dos vías y sonido incidente son los niveles de 68,1 dBA en el período día/tarde y de 56,1 dBA en el período nocturno;

Vía 1						Vía 2					
SPL(A)	(dB)	Simulated				SPL(A)	(dB)	Simulated			
Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	OCA 65	OCA 55	Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	OCA 65	OCA 55
		dia/tarde	noche	dia/tarde	noche			dia/tarde	noche	dia/tarde	noche
69	82,6	61,8	49,8	0,0	0,0	69	85,6	64,8	52,8	0,0	0,0
70	83,9	63,1	51,1	0,0	0,0	70	86	65,2	53,2	0,2	0,0
71	78,3	57,5	45,5	0,0	0,0	71	82,8	62,0	50,0	0,0	0,0
72	77,2	56,4	44,4	0,0	0,0	72	80	59,2	47,2	0,0	0,0
73	78	57,2	45,2	0,0	0,0	73	83,7	62,9	50,9	0,0	0,0
74	77,3	56,5	44,5	0,0	0,0	74	80,9	60,1	48,1	0,0	0,0
75	77,7	56,9	44,9	0,0	0,0	75	82	61,2	49,2	0,0	0,0
76	80,9	60,1	48,1	0,0	0,0	76	86,6	65,8	53,8	0,8	0,0
77	79,1	58,3	46,3	0,0	0,0	77	83,7	62,9	50,9	0,0	0,0
78	81,5	60,7	48,7	0,0	0,0	78	81,2	60,4	48,4	0,0	0,0
79	82,6	61,8	49,8	0,0	0,0	79	80,6	59,8	47,8	0,0	0,0
80	82,6	61,8	49,8	0,0	0,0	80	81,5	60,7	48,7	0,0	0,0
81	79,6	58,8	46,8	0,0	0,0	81	85,1	64,3	52,3	0,0	0,0
82	79,4	58,6	46,6	0,0	0,0	82	82,6	61,8	49,8	0,0	0,0
83	84,8	64,0	52,0	0,0	0,0	83	81,4	60,6	48,6	0,0	0,0
84	79,5	58,7	46,7	0,0	0,0	84	81	60,2	48,2	0,0	0,0
85	76,8	56,0	44,0	0,0	0,0	85	78,4	57,6	45,6	0,0	0,0
86	80,4	59,6	47,6	0,0	0,0	86	83,1	62,3	50,3	0,0	0,0
87	78,8	58,0	46,0	0,0	0,0	87	85,6	64,8	52,8	0,0	0,0
88	79,2	58,4	46,4	0,0	0,0	88	82,6	61,8	49,8	0,0	0,0
89	78,8	58,0	46,0	0,0	0,0	89	81,6	60,8	48,8	0,0	0,0
90	79,2	58,4	46,4	0,0	0,0	90	80,8	60,0	48,0	0,0	0,0

Tabla 55. Niveles en fachada (Sit. futura) de Ego-Gain kalea 6, 8 y 10. LAeq,d, LAeq,e y LAeq,n. Solución combinada: Minibarreras y pantalla acústica.

Esta primera solución combinada permite cumplir OCAs. Considerando la contribución de las dos vías y sonido incidente son niveles de día/tarde de 64,7 dBA y en la noche de 52,7 dBA.

Como se ve en la tabla siguiente también con la solución combinada completa se cumplen OCAs. Considerando la contribución de las dos vías y sonido incidente son niveles día/tarde de 61,4 dBA y en la noche de 49,4 dBA.

Vía 1						Vía 2					
SPL(A)	(dB)	Simulated				SPL(A)	(dB)	Simulated			
Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	OCA 65	OCA 55	Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	OCA 65	OCA 55
		dia/tarde	noche	dia/tarde	noche			dia/tarde	noche	dia/tarde	noche
69	80,8	60,0	48,0	0,0	0,0	69	81,7	60,9	48,9	0,0	0,0
70	81,6	60,8	48,8	0,0	0,0	70	82,6	61,8	49,8	0,0	0,0
71	77,1	56,3	44,3	0,0	0,0	71	80,4	59,6	47,6	0,0	0,0
72	76,6	55,8	43,8	0,0	0,0	72	78,9	58,1	46,1	0,0	0,0
73	76,3	55,5	43,5	0,0	0,0	73	80,6	59,8	47,8	0,0	0,0
74	75,7	54,9	42,9	0,0	0,0	74	79,3	58,5	46,5	0,0	0,0
75	76,7	55,9	43,9	0,0	0,0	75	79,6	58,8	46,8	0,0	0,0
76	78,6	57,8	45,8	0,0	0,0	76	82,7	61,9	49,9	0,0	0,0
77	76,3	55,5	43,5	0,0	0,0	77	80,4	59,6	47,6	0,0	0,0
78	78	57,2	45,2	0,0	0,0	78	78,3	57,5	45,5	0,0	0,0
79	78,8	58,0	46,0	0,0	0,0	79	78,3	57,5	45,5	0,0	0,0
80	78,7	57,9	45,9	0,0	0,0	80	79,2	58,4	46,4	0,0	0,0
81	78	57,2	45,2	0,0	0,0	81	82,4	61,6	49,6	0,0	0,0
82	76,7	55,9	43,9	0,0	0,0	82	79,8	59,0	47,0	0,0	0,0
83	80,6	59,8	47,8	0,0	0,0	83	78,8	58,0	46,0	0,0	0,0
84	77	56,2	44,2	0,0	0,0	84	79,4	58,6	46,6	0,0	0,0
85	75,2	54,4	42,4	0,0	0,0	85	77,3	56,5	44,5	0,0	0,0
86	77,3	56,5	44,5	0,0	0,0	86	80,9	60,1	48,1	0,0	0,0
87	76,8	56,0	44,0	0,0	0,0	87	82,1	61,3	49,3	0,0	0,0
88	76,7	55,9	43,9	0,0	0,0	88	80,2	59,4	47,4	0,0	0,0
89	76,5	55,7	43,7	0,0	0,0	89	79,8	59,0	47,0	0,0	0,0
90	77	56,2	44,2	0,0	0,0	90	78,6	57,8	45,8	0,0	0,0

Tabla 56. Niveles en fachada (Sit. futura) de Ego-Gain kalea 6, 8 y 10. LAeq,d, LAeq,e y LAeq,n. Solución combinada: **Minibarreras centrales hasta andén y pantalla acústica.**

### Legarre kalea 7

Los resultados con las actuaciones analizadas (4 soluciones) para todos los puntos de fachadas de las edificaciones de Legarre kalea 7 son:

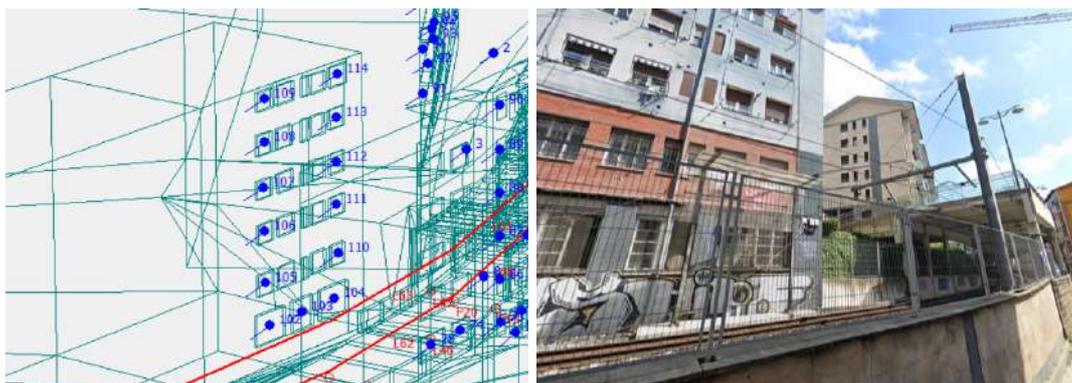


Figura 91. Distribución puntos de cálculo fachada de Legarre kalea 7.

Vía 1						Vía 2					
SPL(A)	(dB)	Simulated				SPL(A)	(dB)	Simulated			
Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	OCA 65	OCA 55	Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	OCA 65	OCA 55
		dia/tarde	noche	dia/tarde	noche			dia/tarde	noche	dia/tarde	noche
102	86,6	65,8	53,8	0,8	0,0	102	88,5	67,7	55,7	2,7	0,7
103	86,5	65,7	53,7	0,7	0,0	103	89,1	68,3	56,3	3,3	1,3
104	87,5	66,7	54,7	1,7	0,0	104	89,7	68,9	56,9	3,9	1,9
105	83	62,2	50,2	0,0	0,0	105	86,3	65,5	53,5	0,5	0,0
106	81,3	60,5	48,5	0,0	0,0	106	84,9	64,1	52,1	0,0	0,0
107	81,6	60,8	48,8	0,0	0,0	107	84,4	63,6	51,6	0,0	0,0
108	80,5	59,7	47,7	0,0	0,0	108	81,7	60,9	48,9	0,0	0,0
109	84,3	63,5	51,5	0,0	0,0	109	83,8	63,0	51,0	0,0	0,0
110	85,2	64,4	52,4	0,0	0,0	110	87,5	66,7	54,7	1,7	0,0
111	84,1	63,3	51,3	0,0	0,0	111	84,3	63,5	51,5	0,0	0,0
112	81,8	61,0	49,0	0,0	0,0	112	83,8	63,0	51,0	0,0	0,0
113	81,6	60,8	48,8	0,0	0,0	113	82,6	61,8	49,8	0,0	0,0
114	81,6	60,8	48,8	0,0	0,0	114	80,3	59,5	47,5	0,0	0,0

Tabla 57. Niveles en fachada (Sit. futura) de Legarre kalea 7. LAeq,d, LAeq,e y LAeq,n. **Minibarrera vía 2 (100 m lineales).**

Como en la zona anterior, la instalación de una minibarrera en la vía 2 no permite cumplir OCAs. Considerando la contribución de las dos vías y sonido incidente son niveles día/tarde en 68 dBA y en la noche de 56 dBA.

Vía 1						Vía 2					
SPL(A)	(dB)	Simulated				SPL(A)	(dB)	Simulated			
Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	OCA 65	OCA 55	Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	OCA 65	OCA 55
		dia/tarde	noche	dia/tarde	noche			dia/tarde	noche	dia/tarde	noche
102	85,2	64,4	52,4	0,0	0,0	102	85,6	64,8	52,8	0,0	0,0
103	84,9	64,1	52,1	0,0	0,0	103	85,9	65,1	53,1	0,1	0,0
104	85,7	64,9	52,9	0,0	0,0	104	87,1	66,3	54,3	1,3	0,0
105	81,1	60,3	48,3	0,0	0,0	105	83,4	62,6	50,6	0,0	0,0
106	79,4	58,6	46,6	0,0	0,0	106	82,1	61,3	49,3	0,0	0,0
107	79,7	58,9	46,9	0,0	0,0	107	81,7	60,9	48,9	0,0	0,0
108	78,7	57,9	45,9	0,0	0,0	108	79,3	58,5	46,5	0,0	0,0
109	83,9	63,1	51,1	0,0	0,0	109	83,2	62,4	50,4	0,0	0,0
110	83,9	63,1	51,1	0,0	0,0	110	86,1	65,3	53,3	0,3	0,0
111	82,8	62,0	50,0	0,0	0,0	111	82,6	61,8	49,8	0,0	0,0
112	80,7	59,9	47,9	0,0	0,0	112	81,9	61,1	49,1	0,0	0,0
113	80,8	60,0	48,0	0,0	0,0	113	81,5	60,7	48,7	0,0	0,0
114	80,4	59,6	47,6	0,0	0,0	114	78,4	57,6	45,6	0,0	0,0

Tabla 58. Niveles en fachada (Sit. futura) de Legarre kalea 7. LAeq,d, LAeq,e y LAeq,n. Minibarrera completa vía 2 (200 m lineales).

La solución de la minibarrera lateral y central también presenta incumplimiento. Considerando la contribución de las dos vías y sonido incidente son en el caso del período día/tarde de 65,7 dBA, mientras que en el caso de la noche sí cumple con un nivel de 53,7 dBA.

Vía 1						Vía 2					
SPL(A)	(dB)	Simulated				SPL(A)	(dB)	Simulated			
Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	OCA 65	OCA 55	Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	OCA 65	OCA 55
		dia/tarde	noche	dia/tarde	noche			dia/tarde	noche	dia/tarde	noche
102	80,9	60,1	48,1	0,0	0,0	102	84,4	63,6	51,6	0,0	0,0
103	82,2	61,4	49,4	0,0	0,0	103	84,7	63,9	51,9	0,0	0,0
104	83,7	62,9	50,9	0,0	0,0	104	86,9	66,1	54,1	1,1	0,0
105	79,2	58,4	46,4	0,0	0,0	105	85,8	65,0	53,0	0,0	0,0
106	78,5	57,7	45,7	0,0	0,0	106	80,9	60,1	48,1	0,0	0,0
107	79,6	58,8	46,8	0,0	0,0	107	79,2	58,4	46,4	0,0	0,0
108	76,9	56,1	44,1	0,0	0,0	108	77,6	56,8	44,8	0,0	0,0
109	75,5	54,7	42,7	0,0	0,0	109	78,1	57,3	45,3	0,0	0,0
110	83,7	62,9	50,9	0,0	0,0	110	82,8	62,0	50,0	0,0	0,0
111	81,6	60,8	48,8	0,0	0,0	111	82,7	61,9	49,9	0,0	0,0
112	80,5	59,7	47,7	0,0	0,0	112	80	59,2	47,2	0,0	0,0
113	78,3	57,5	45,5	0,0	0,0	113	78,5	57,7	45,7	0,0	0,0
114	77,2	56,4	44,4	0,0	0,0	114	77,2	56,4	44,4	0,0	0,0

Tabla 59. Niveles en fachada (Sit. futura) de Legarre kalea 7. LAeq,d, LAeq,e y LAeq,n. Solución combinada: Minibarreras y pantalla acústica.

Y como en la zona anterior, la primera solución combinada permite cumplir los OCAs día/tarde. Considerando la contribución de las dos vías y sonido incidente son niveles de 64,8 dBA y en la noche de 52,8 dBA; y también la segunda la solución combinada permite cumplir OCAs, con niveles día/tarde de 63,5 dBA y en la noche de 51,5 dBA.

Vía 1						Vía 2					
SPL(A)	(dB)	Simulated				SPL(A)	(dB)	Simulated			
Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	OCA 65	OCA 55	Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	OCA 65	OCA 55
		dia/tarde	noche	dia/tarde	noche			dia/tarde	noche	dia/tarde	noche
102	79,7	58,9	46,9	0,0	0,0	102	83,7	62,9	50,9	0,0	0,0
103	80,9	60,1	48,1	0,0	0,0	103	84	63,2	51,2	0,0	0,0
104	82,4	61,6	49,6	0,0	0,0	104	85,5	64,7	52,7	0,0	0,0
105	78,5	57,7	45,7	0,0	0,0	105	83,1	62,3	50,3	0,0	0,0
106	77,8	57,0	45,0	0,0	0,0	106	79,5	58,7	46,7	0,0	0,0
107	77,3	56,5	44,5	0,0	0,0	107	77,8	57,0	45,0	0,0	0,0
108	76	55,2	43,2	0,0	0,0	108	76,7	55,9	43,9	0,0	0,0
109	73,7	52,9	40,9	0,0	0,0	109	75,8	55,0	43,0	0,0	0,0
110	81,3	60,5	48,5	0,0	0,0	110	82,1	61,3	49,3	0,0	0,0
111	79,5	58,7	46,7	0,0	0,0	111	81,3	60,5	48,5	0,0	0,0
112	77,9	57,1	45,1	0,0	0,0	112	78,3	57,5	45,5	0,0	0,0
113	76,3	55,5	43,5	0,0	0,0	113	77,6	56,8	44,8	0,0	0,0
114	75,1	54,3	42,3	0,0	0,0	114	75,8	55,0	43,0	0,0	0,0

Tabla 60. Niveles en fachada (Sit. futura) de Legarre kalea 7. LAeq,d, LAeq,e y LAeq,n. Solución combinada: Minibarreras centrales hasta andén y pantalla acústica.



Legarre kalea 9, 11, 13, 15, 17 y 19

Los resultados con las actuaciones analizadas (4 soluciones) para todos los puntos de fachadas de las edificaciones de Legarre kalea 9, 11, 13, 15, 17 y 19 son:

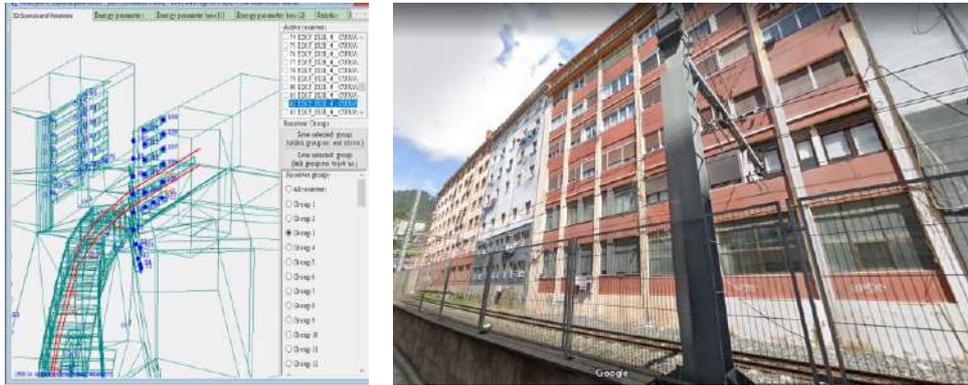


Figura 92. Distribución puntos de cálculo fachada de Legarre kalea 9,11,13,15, 17 y 19.

Vía 1						Vía 2					
SPL(A)	(dB)	Simulated				SPL(A)	(dB)	Simulated			
Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	OCA 65	OCA 55	Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	OCA 65	OCA 55
		dia/tarde	noche	dia/tarde	noche			dia/tarde	noche	dia/tarde	noche
102	84,1	63,3	51,3	0,0	0,0	102	87,6	66,8	54,8	1,8	0,0
103	84,3	63,5	51,5	0,0	0,0	103	88,3	67,5	55,5	2,5	0,5
104	85,4	64,6	52,6	0,0	0,0	104	88,7	67,9	55,9	2,9	0,9
105	81,8	61,0	49,0	0,0	0,0	105	85,5	64,7	52,7	0,0	0,0
106	79,9	59,1	47,1	0,0	0,0	106	83,9	63,1	51,1	0,0	0,0
107	79,9	59,1	47,1	0,0	0,0	107	83,2	62,4	50,4	0,0	0,0
108	79	58,2	46,2	0,0	0,0	108	80,4	59,6	47,6	0,0	0,0
109	76,4	55,6	43,6	0,0	0,0	109	77,8	57,0	45,0	0,0	0,0
110	82,8	62,0	50,0	0,0	0,0	110	85	64,2	52,2	0,0	0,0
111	81,9	61,1	49,1	0,0	0,0	111	82,1	61,3	49,3	0,0	0,0
112	78,5	57,7	45,7	0,0	0,0	112	81,7	60,9	48,9	0,0	0,0
113	77,3	56,5	44,5	0,0	0,0	113	79,4	58,6	46,6	0,0	0,0
114	78,8	58,0	46,0	0,0	0,0	114	78,3	57,5	45,5	0,0	0,0

Tabla 61. Niveles en fachada (Sit. futura) de Legarre kalea 9, 11, 13, 15, 17 y 19. LAeq,d, LAeq,e y LAeq,n. Minibarrera lateral vía 2 (100 m lineales).

De esta manera, en el caso de la minibarrera en la vía 2 hay incumplimiento de OCAs día/tarde. Consdierando la contribución de las dos vías y sonido incidente son niveles de 66,5 dBA, mientras que en la noche sí hay cumplimiento, con un nivel de 54,5 dBA.

Vía 1						Vía 2					
SPL(A)	(dB)	Simulated				SPL(A)	(dB)	Simulated			
Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	OCA 65	OCA 55	Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	OCA 65	OCA 55
		dia/tarde	noche	dia/tarde	noche			dia/tarde	noche	dia/tarde	noche
102	82,7	61,9	49,9	0,0	0,0	102	87	66,2	54,2	1,2	0,0
103	83	62,2	50,2	0,0	0,0	103	87,9	67,1	55,1	2,1	0,1
104	83,8	63,0	51,0	0,0	0,0	104	88,1	67,3	55,3	2,3	0,3
105	80	59,2	47,2	0,0	0,0	105	84,7	63,9	51,9	0,0	0,0
106	79,1	58,3	46,3	0,0	0,0	106	83,6	62,8	50,8	0,0	0,0
107	79,5	58,7	46,7	0,0	0,0	107	82,7	61,9	49,9	0,0	0,0
108	78,4	57,6	45,6	0,0	0,0	108	80,1	59,3	47,3	0,0	0,0
109	75,1	54,3	42,3	0,0	0,0	109	77,3	56,5	44,5	0,0	0,0
110	82,1	61,3	49,3	0,0	0,0	110	84,7	63,9	51,9	0,0	0,0
111	81,2	60,4	48,4	0,0	0,0	111	81,7	60,9	48,9	0,0	0,0
112	77,7	56,9	44,9	0,0	0,0	112	81,3	60,5	48,5	0,0	0,0
113	76,3	55,5	43,5	0,0	0,0	113	79,1	58,3	46,3	0,0	0,0
114	78,4	57,6	45,6	0,0	0,0	114	78	57,2	45,2	0,0	0,0

Tabla 62. Niveles en fachada (Sit. futura) de Legarre kalea 9, 11, 13, 15, 17 y 19. LAeq,d, LAeq,e y LAeq,n. **Minibarrera lateral vía 2 (100 m lineales) + paneles absorbentes 100m<sup>2</sup>.**

Como se ve para la solución de la minibarrera en la vía 2 y paneles absorbentes hay incumplimiento en el caso del período día/tarde. Considerando la contribución de las dos vías y sonido incidente son niveles de 65,6 dBA, mientras que en el caso de la noche sí cumple con un nivel de 53,6 dBA.

Vía 1						Vía 2					
SPL(A)	(dB)	Simulated				SPL(A)	(dB)	Simulated			
Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	OCA 65	OCA 55	Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	OCA 65	OCA 55
		dia/tarde	noche	dia/tarde	noche			dia/tarde	noche	dia/tarde	noche
102	81,1	60,3	48,3	0,0	0,0	102	83,7	62,9	50,9	0,0	0,0
103	81,3	60,5	48,5	0,0	0,0	103	84,2	63,4	51,4	0,0	0,0
104	81,9	61,1	49,1	0,0	0,0	104	85,1	64,3	52,3	0,0	0,0
105	79	58,2	46,2	0,0	0,0	105	81,6	60,8	48,8	0,0	0,0
106	77	56,2	44,2	0,0	0,0	106	80,1	59,3	47,3	0,0	0,0
107	76,5	55,7	43,7	0,0	0,0	107	79	58,2	46,2	0,0	0,0
108	76,2	55,4	43,4	0,0	0,0	108	76,6	55,8	43,8	0,0	0,0
109	73,6	52,8	40,8	0,0	0,0	109	74,6	53,8	41,8	0,0	0,0
110	80,2	59,4	47,4	0,0	0,0	110	82,1	61,3	49,3	0,0	0,0
111	79,5	58,7	46,7	0,0	0,0	111	78,7	57,9	45,9	0,0	0,0
112	76	55,2	43,2	0,0	0,0	112	78,1	57,3	45,3	0,0	0,0
113	75	54,2	42,2	0,0	0,0	113	76,6	55,8	43,8	0,0	0,0
114	76	55,2	43,2	0,0	0,0	114	74,6	53,8	41,8	0,0	0,0

Tabla 63. Niveles en fachada (Sit. futura) de Legarre kalea 9, 11, 13, 15, 17 y 19. LAeq,d, LAeq,e y LAeq,n. **Minibarrera lateral y central (200 m lineales).**



#### 4.3.4 Tramo 3. Ego-Gain kalea 22

En el edificio correspondiente al nº 22 de Ego-gain Kalea, donde se ha detectado impacto acústico por el paso de ferrocarriles, los niveles de ruido se generan en el tramo de curva de acceso a la estación de Amaña, donde adicionalmente al ruido de circulación existen otros ruidos asociados al tren, como chirridos al paso de curva.

La situación actual refleja un incumplimiento en los objetivos de calidad acústica para ruido ferroviario en algunos receptores debido a las circulaciones de ambas vías en los periodos día/tarde (6,7 dBA) y noche (4,7 dBA).

El resumen de la situación actual se muestra en las tablas siguientes:

	Objetivos de calidad acústica	
	Solo ruido ferroviario	
	Día/Tarde 65 dBA	Noche 55 dBA
Superación	6,7	4,7

Tabla 64. Superación OCAs (situación actual). Ego-Gain kalea 22.

\*En rojo se marcan los incumplimientos de OCAs.

Las actuaciones analizadas para esta zona son cinco posibles soluciones:

1. Revestimiento de la pared interior con material absorbente (584 m<sup>2</sup>);
2. Colocación de un apantallamiento sobre muro existente de 1,5 m;
3. Colocación de un apantallamiento sobre muro existente de 1,5 m y Revestimiento de la pared interior con material absorbente (584 m<sup>2</sup>);
4. Colocación de un apantallamiento sobre muro existente de 3 m
5. Colocación de un apantallamiento sobre muro existente de 3 m y Revestimiento de la pared interior con material absorbente (315 m<sup>2</sup>).



Figura 93. Simulación 3D de las soluciones. Ego-Gain kalea 22.

Se concluye del análisis que únicamente la última solución logra asegurar el cumplimiento de los objetivos de calidad acústica para ruido ferroviario en todos los periodos analizados.

Las dos primeras soluciones propuestas reflejan incumplimiento de OCAs, tanto en el período día/tarde como en la noche. La segunda y tercera propuesta suponen incumplimiento únicamente en el período día/tarde, mientras que en la noche sí que se obtienen niveles por debajo del límite. En cambio, la última solución sí refleja un cumplimiento de OCAs, tanto en el período día/tarde como en la noche.

Así, la solución de apantallamiento inferior de 3 m y material absorbente (315 m<sup>2</sup>) implica niveles día/tarde de 62,7 dBA y en la noche de 50,7 dBA.

	Objetivos de calidad acústica	
	Solo ruido ferroviario	
	Día/Tarde 65 dBA	Noche 55 dBA
Superación	6,7	4,7
Mejora Material absorbente (584 m <sup>2</sup> )	2,9	2,9
Mejora Apantallamiento inferior 1,5 m	3,3	3,3
Mejora Apantallamiento inferior 1,5 m y material absorbente (584 m <sup>2</sup> )	5,0	5,0
Mejora Apantallamiento 3 m	6,5	6,5
Mejora Apantallamiento inferior 3 m y material absorbente (315 m <sup>2</sup> )	9,0	9,0

Tabla 65. Superación OCAs (situación futura) y mejora aportada. Ego-Gain kalea 22.

El presupuesto para cada una de las soluciones analizadas es el siguiente:

- |  |                 |
|--|-----------------|
| 1. Absorción pared interior (584 m <sup>2</sup> ).             | <b>53.728 €</b> |
| 2. Pantalla absorbente 1,5 m de altura y 88 m.                 | <b>26.400 €</b> |
| 3. Pantalla absorbente 1,5 m y absorbente 584 m <sup>2</sup> . | <b>80.128 €</b> |
| 4. Pantalla absorbente 3 m.                                    | <b>52.800 €</b> |
| 5. Pantalla absorbente 3 m y absorbente 315 m <sup>2</sup> .   | <b>81.800 €</b> |

Como se ha indicado, es la última propuesta de mejora la que hace que el ruido ferroviario cumpla los Objetivos de Calidad Acústica en la zona a proteger para todos los períodos. Esta solución reduce el ruido generado por pasos de tren en 9,4 dBA en la vía 1 y 8,5 dBA en la vía 2, como se ve en el análisis de detalle mostrado posteriormente.

**Se opta por la solución de instalación de una pantalla absorbente de 3 m de altura sobre el cierre actual, y absorbente en parte de la pared interior de la caverna.**



Figura 94. Zona de actuación, panel delantero y revestimiento trasero.

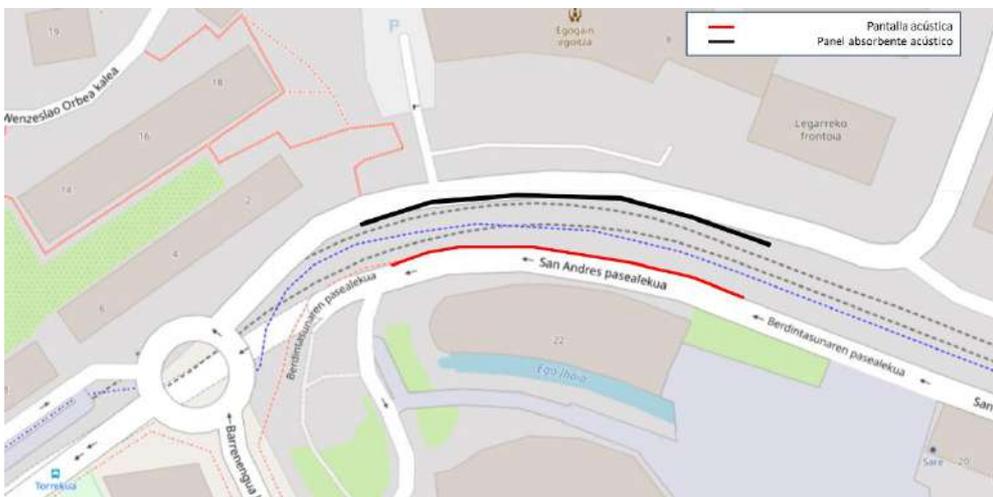


Figura 95 Ubicaciones aproximadas de la solución combinada para el tramo 3

La siguiente tabla muestra los niveles esperados de ruido ferroviario en la zona, una vez adoptada la solución seleccionada.

	Objetivos de calidad acústica	
	Solo ruido ferroviario	
	Día/Tarde 65 dBA	Noche 55 dBA
Actual	71,7	59,7
Apantallamiento inferior 3 m y material absorbente (315 m <sup>2</sup> )	62,7	50,7

Tabla 66.- Niveles de ruido de tráfico ferroviario antes y después de la solución adoptada

Se estima además que la solución reduzca en 9 dB los niveles de ruido generado por cada paso de tren, el LAeq,Tp.

Cabe señalar que, según las estimaciones realizadas previamente sobre el ruido de tráfico en esta zona, se puede considerar que la reducción esperada al adoptar la solución seleccionada en el nivel global, por la aportación de otros focos, sigue estando algo superior a los OCAs

	Nivel global	
	Día/Tarde	Noche
Niveles actuales	74,6	66,1
Situación con apantallamiento inferior 3 m y material absorbente	72	65,1

Tabla 67. Niveles de ruido globales antes y después con la solución adoptada

Se dimensiona la necesidad de material en pantalla acústica de 1,5 m de altura y 88 m lineales y tratamiento con paneles absorbentes 315 m<sup>2</sup> de la pared lateral de la caverna, ubicando el material en la zona baja de la misma.

Las características de estos paneles absorbentes son:

- Paneles perforados, anclados a la pared, con un índice de absorción clase A4 y una resistencia al fuego Euroclase A1 (no combustible) o similar.
- Se dimensiona la necesidad de material en 315 m<sup>2</sup>.

La descripción de la pantalla acústica es:

- Paneles perforados, colocados entre columnas con perfilera metálica, con un índice de absorción clase A4, un aislamiento mínimo de 30 dBA y una resistencia al fuego Euroclase A1 (no combustible) o similar.
- Se dimensiona la necesidad de material en 1,5 m de altura y 88 m lineales

El Presupuesto de esta actuación (precio instalado) es de 81.800 €.

Los resultados detallados con las actuaciones analizadas (5 soluciones) para todos los puntos de fachadas de las edificaciones se presentan a continuación para cada una de las zonas.

#### Ego-Gain kalea 22:

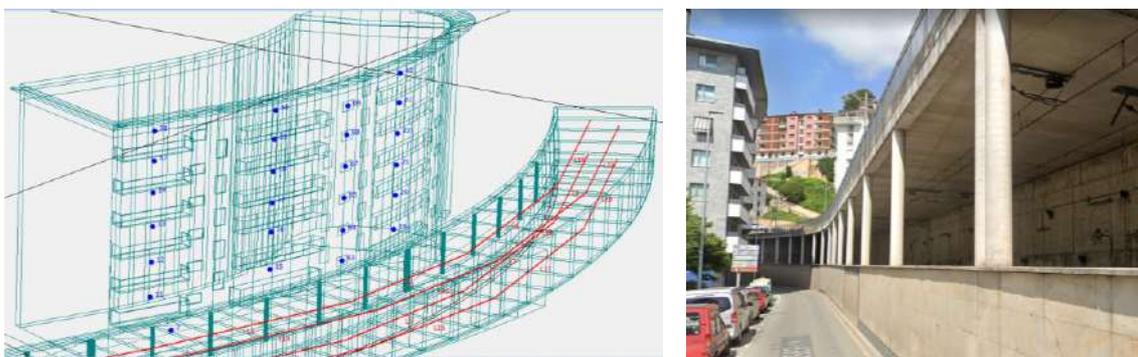


Figura 96. Distribución puntos de cálculo fachada de Ego-Gain kalea 22.

Vía 1						Vía 2					
SPL(A)	(dB)	Simulated				SPL(A)	(dB)	Simulated			
Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	OCA 65	OCA 55	Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	OCA 65	OCA 55
		dia/tarde	noche	dia/tarde	noche			dia/tarde	noche	dia/tarde	noche
11	85,2	64,4	52,4	0,0	0,0	11	86,6	65,8	53,8	0,8	0,0
12	81,3	60,5	48,5	0,0	0,0	12	85,4	64,6	52,6	0,0	0,0
13	81,2	60,4	48,4	0,0	0,0	13	81,6	60,8	48,8	0,0	0,0
14	79,8	59,0	47,0	0,0	0,0	14	77	56,2	44,2	0,0	0,0
15	85,2	64,4	52,4	0,0	0,0	15	88,2	67,4	55,4	2,4	0,4
16	84,6	63,8	51,8	0,0	0,0	16	87,1	66,3	54,3	1,3	0,0
17	83,7	62,9	50,9	0,0	0,0	17	78	57,2	45,2	0,0	0,0
18	78,2	57,4	45,4	0,0	0,0	18	78,1	57,3	45,3	0,0	0,0
19	84,7	63,9	51,9	0,0	0,0	19	89,8	69,0	57,0	4,0	2,0
20	88,9	68,1	56,1	3,1	1,1	20	87,4	66,6	54,6	1,6	0,0
21	82,1	61,3	49,3	0,0	0,0	21	80,3	59,5	47,5	0,0	0,0
22	78	57,2	45,2	0,0	0,0	22	83,1	62,3	50,3	0,0	0,0
57	77	56,2	44,2	0,0	0,0	57	78,2	57,4	45,4	0,0	0,0
58	70,8	50,0	38,0	0,0	0,0	58	75,4	54,6	42,6	0,0	0,0
59	71,3	50,5	38,5	0,0	0,0	59	78,8	58,0	46,0	0,0	0,0
60	70,2	49,4	37,4	0,0	0,0	60	73,9	53,1	41,1	0,0	0,0
61	66,1	45,3	33,3	0,0	0,0	61	75,1	54,3	42,3	0,0	0,0
62	71,6	50,8	38,8	0,0	0,0	62	76,1	55,3	43,3	0,0	0,0
63	85	64,2	52,2	0,0	0,0	63	90,2	69,4	57,4	4,4	2,4
64	86,6	65,8	53,8	0,8	0,0	64	88,1	67,3	55,3	2,3	0,3
65	84,8	64,0	52,0	0,0	0,0	65	87,5	66,7	54,7	1,7	0,0
67	84,3	63,5	51,5	0,0	0,0	67	82,1	61,3	49,3	0,0	0,0
68	79,7	58,9	46,9	0,0	0,0	68	82,6	61,8	49,8	0,0	0,0

Tabla 68. Niveles en fachada (Sit. futura) de Ego-Gain kalea 22. LAeq,d, LAeq,e y LAeq,n. Actuaciones material absorbente (584 m²).

Vía 1						Vía 2					
SPL(A)	(dB)	Simulated				SPL(A)	(dB)	Simulated			
Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	OCA 65	OCA 55	Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	OCA 65	OCA 55
		dia/tarde	noche	dia/tarde	noche			dia/tarde	noche	dia/tarde	noche
11	83,3	62,5	50,5	0,0	0,0	11	86,2	65,4	53,4	0,4	0,0
12	81,4	60,6	48,6	0,0	0,0	12	87,6	66,8	54,8	1,8	0,0
13	82,8	62,0	50,0	0,0	0,0	13	81,8	61,0	49,0	0,0	0,0
14	79,4	58,6	46,6	0,0	0,0	14	79,7	58,9	46,9	0,0	0,0
15	86,7	65,9	53,9	0,9	0,0	15	88,9	68,1	56,1	3,1	1,1
16	84,9	64,1	52,1	0,0	0,0	16	89,4	68,6	56,6	3,6	1,6
17	82,8	62,0	50,0	0,0	0,0	17	81,5	60,7	48,7	0,0	0,0
18	77,2	56,4	44,4	0,0	0,0	18	80,4	59,6	47,6	0,0	0,0
19	86	65,2	53,2	0,2	0,0	19	89,4	68,6	56,6	3,6	1,6
20	88,3	67,5	55,5	2,5	0,5	20	89,7	68,9	56,9	3,9	1,9
21	84,3	63,5	51,5	0,0	0,0	21	82,9	62,1	50,1	0,0	0,0
22	78,6	57,8	45,8	0,0	0,0	22	79,3	58,5	46,5	0,0	0,0
57	77,1	56,3	44,3	0,0	0,0	57	77	56,2	44,2	0,0	0,0
58	69,5	48,7	36,7	0,0	0,0	58	81,3	60,5	48,5	0,0	0,0
59	75,6	54,8	42,8	0,0	0,0	59	76,5	55,7	43,7	0,0	0,0
60	70,3	49,5	37,5	0,0	0,0	60	74,2	53,4	41,4	0,0	0,0
61	70,4	49,6	37,6	0,0	0,0	61	77,6	56,8	44,8	0,0	0,0
62	71,7	50,9	38,9	0,0	0,0	62	73,9	53,1	41,1	0,0	0,0
63	86,3	65,5	53,5	0,5	0,0	63	90	69,2	57,2	4,2	2,2
64	87,2	66,4	54,4	1,4	0,0	64	89,8	69,0	57,0	4,0	2,0
65	84,9	64,1	52,1	0,0	0,0	65	89,6	68,8	56,8	3,8	1,8
67	84,9	64,1	52,1	0,0	0,0	67	83,7	62,9	50,9	0,0	0,0
68	80,6	59,8	47,8	0,0	0,0	68	81,8	61,0	49,0	0,0	0,0

Tabla 69. Niveles en fachada (Sit. futura) de Ego-Gain kalea 22. LAeq,d, LAeq,e y LAeq,n. Actuaciones apantallamiento inferior 1,5 m.

Vía 1						Vía 2					
SPL(A)	(dB)	Simulated				SPL(A)	(dB)	Simulated			
Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	OCA 65	OCA 55	Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	OCA 65	OCA 55
		dia/tarde	noche	dia/tarde	noche			dia/tarde	noche	dia/tarde	noche
11	75,9	55,1	43,1	0,0	0,0	11	82,6	61,8	49,8	0,0	0,0
12	77,7	56,9	44,9	0,0	0,0	12	86,1	65,3	53,3	0,3	0,0
13	81,4	60,6	48,6	0,0	0,0	13	80,2	59,4	47,4	0,0	0,0
14	78,5	57,7	45,7	0,0	0,0	14	76	55,2	43,2	0,0	0,0
15	81	60,2	48,2	0,0	0,0	15	84,4	63,6	51,6	0,0	0,0
16	82,7	61,9	49,9	0,0	0,0	16	86,3	65,5	53,5	0,5	0,0
17	81,7	60,9	48,9	0,0	0,0	17	76,3	55,5	43,5	0,0	0,0
18	75,8	55,0	43,0	0,0	0,0	18	77,2	56,4	44,4	0,0	0,0
19	80,5	59,7	47,7	0,0	0,0	19	83,2	62,4	50,4	0,0	0,0
20	86,8	66,0	54,0	1,0	0,0	20	86,3	65,5	53,5	0,5	0,0
21	82,1	61,3	49,3	0,0	0,0	21	79,6	58,8	46,8	0,0	0,0
22	77,3	56,5	44,5	0,0	0,0	22	76,6	55,8	43,8	0,0	0,0
57	75,9	55,1	43,1	0,0	0,0	57	73,8	53,0	41,0	0,0	0,0
58	67,3	46,5	34,5	0,0	0,0	58	79,6	58,8	46,8	0,0	0,0
59	73,6	52,8	40,8	0,0	0,0	59	74,5	53,7	41,7	0,0	0,0
60	68,8	48,0	36,0	0,0	0,0	60	72,5	51,7	39,7	0,0	0,0
61	67,8	47,0	35,0	0,0	0,0	61	76,7	55,9	43,9	0,0	0,0
62	68,3	47,5	35,5	0,0	0,0	62	68,7	47,9	35,9	0,0	0,0
63	81,3	60,5	48,5	0,0	0,0	63	86	65,2	53,2	0,2	0,0
64	80,7	59,9	47,9	0,0	0,0	64	86,3	65,5	53,5	0,5	0,0
65	82,9	62,1	50,1	0,0	0,0	65	88,1	67,3	55,3	2,3	0,3
67	83,7	62,9	50,9	0,0	0,0	67	80,5	59,7	47,7	0,0	0,0
68	78,4	57,6	45,6	0,0	0,0	68	78,2	57,4	45,4	0,0	0,0

Tabla 70. Niveles en fachada (Sit. futura) de Ego-Gain kalea 22. LAeq,d, LAeq,e y LAeq,n. Actuaciones apantallamiento inferior 1,5 m y material absorbente (584 m²).

Vía 1						Vía 2					
SPL(A)	(dB)	Simulated				SPL(A)	(dB)	Simulated			
Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	OCA 65	OCA 55	Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	OCA 65	OCA 55
		dia/tarde	noche	dia/tarde	noche			dia/tarde	noche	dia/tarde	noche
11	78,3	57,5	45,5	0,0	0,0	11	83,7	62,9	50,9	0,0	0,0
12	78,1	57,3	45,3	0,0	0,0	12	81,4	60,6	48,6	0,0	0,0
13	74,2	53,4	41,4	0,0	0,0	13	78,9	58,1	46,1	0,0	0,0
14	72,4	51,6	39,6	0,0	0,0	14	70,3	49,5	37,5	0,0	0,0
15	81,6	60,8	48,8	0,0	0,0	15	83,8	63,0	51,0	0,0	0,0
16	79,3	58,5	46,5	0,0	0,0	16	84,3	63,5	51,5	0,0	0,0
17	76,1	55,3	43,3	0,0	0,0	17	77,6	56,8	44,8	0,0	0,0
18	73,7	52,9	40,9	0,0	0,0	18	74,1	53,3	41,3	0,0	0,0
19	83,1	62,3	50,3	0,0	0,0	19	85,5	64,7	52,7	0,0	0,0
20	83,1	62,3	50,3	0,0	0,0	20	87,7	66,9	54,9	1,9	0,0
21	73,4	52,6	40,6	0,0	0,0	21	78,1	57,3	45,3	0,0	0,0
22	72,4	51,6	39,6	0,0	0,0	22	71,7	50,9	38,9	0,0	0,0
57	67,8	47,0	35,0	0,0	0,0	57	70,7	49,9	37,9	0,0	0,0
58	63,7	42,9	30,9	0,0	0,0	58	68,8	48,0	36,0	0,0	0,0
59	68,8	48,0	36,0	0,0	0,0	59	68,2	47,4	35,4	0,0	0,0
60	69	48,2	36,2	0,0	0,0	60	70,5	49,7	37,7	0,0	0,0
61	57	36,2	24,2	0,0	0,0	61	68,5	47,7	35,7	0,0	0,0
62	66,7	45,9	33,9	0,0	0,0	62	71,2	50,4	38,4	0,0	0,0
63	82,7	61,9	49,9	0,0	0,0	63	87,1	66,3	54,3	1,3	0,0
64	83,3	62,5	50,5	0,0	0,0	64	85,3	64,5	52,5	0,0	0,0
65	80,7	59,9	47,9	0,0	0,0	65	86,3	65,5	53,5	0,5	0,0
67	80,9	60,1	48,1	0,0	0,0	67	79,4	58,6	46,6	0,0	0,0
68	74,5	53,7	41,7	0,0	0,0	68	76,7	55,9	43,9	0,0	0,0

Tabla 71 Niveles en fachada (Sit. futura) de Ego-Gain kalea 22. LAeq,d, LAeq,e y LAeq,n. Actuaciones apantallamiento 3 m.

Job 7						Job 8					
Vía 1						Vía 2					
SPL(A)	(dB)	Simulated				SPL(A)	(dB)	Simulated			
Rec. no.		L <sub>Aeq,d</sub>	L <sub>Aeq,n</sub>	OCA 65	OCA 55	Rec. no.		L <sub>Aeq,d</sub>	L <sub>Aeq,n</sub>	OCA 65	OCA 55
		dia/tarde	noche	dia/tarde	noche			dia/tarde	noche	dia/tarde	noche
11	77,2	56,4	44,4	0,0	0,0	11	81,1	60,3	48,3	0,0	0,0
12	74,9	54,1	42,1	0,0	0,0	12	79,7	58,9	46,9	0,0	0,0
13	73,6	52,8	40,8	0,0	0,0	13	79,7	58,9	46,9	0,0	0,0
14	69,2	48,4	36,4	0,0	0,0	14	72,2	51,4	39,4	0,0	0,0
15	80,9	60,1	48,1	0,0	0,0	15	81,9	61,1	49,1	0,0	0,0
16	74	53,2	41,2	0,0	0,0	16	80,2	59,4	47,4	0,0	0,0
17	74,7	53,9	41,9	0,0	0,0	17	74,8	54,0	42,0	0,0	0,0
18	78,5	57,7	45,7	0,0	0,0	18	72,4	51,6	39,6	0,0	0,0
19	81,3	60,5	48,5	0,0	0,0	19	84,6	63,8	51,8	0,0	0,0
20	72,4	51,6	39,6	0,0	0,0	20	79,6	58,8	46,8	0,0	0,0
21	78,2	57,4	45,4	0,0	0,0	21	78,3	57,5	45,5	0,0	0,0
22	73,2	52,4	40,4	0,0	0,0	22	74,8	54,0	42,0	0,0	0,0
57	66,7	45,9	33,9	0,0	0,0	57	64,4	43,6	31,6	0,0	0,0
58	65,5	44,7	32,7	0,0	0,0	58	67,8	47,0	35,0	0,0	0,0
59	68,7	47,9	35,9	0,0	0,0	59	66,1	45,3	33,3	0,0	0,0
60	64,5	43,7	31,7	0,0	0,0	60	64,2	43,4	31,4	0,0	0,0
61	61,7	40,9	28,9	0,0	0,0	61	60,2	39,4	27,4	0,0	0,0
62	61,7	40,9	28,9	0,0	0,0	62	62,3	41,5	29,5	0,0	0,0
63	80,6	59,8	47,8	0,0	0,0	63	84,3	63,5	51,5	0,0	0,0
64	79,3	58,5	46,5	0,0	0,0	64	81,3	60,5	48,5	0,0	0,0
65	80,5	59,7	47,7	0,0	0,0	65	85,3	64,5	52,5	0,0	0,0
67	80,5	59,7	47,7	0,0	0,0	67	77,6	56,8	44,8	0,0	0,0
68	72,1	51,3	39,3	0,0	0,0	68	77,2	56,4	44,4	0,0	0,0

Tabla 72. Niveles en fachada (Sit. futura) de Ego-Gain kalea 22. L<sub>Aeq,d</sub>, L<sub>Aeq,e</sub> y L<sub>Aeq,n</sub>. **Actuaciones apantallamiento inferior 3 m y material absorbente 315 m<sup>2</sup>.**

### 4.3.5 Tramo 4. Hospital de Eibar Osakidetza

En el tramo correspondiente al hospital, el tramo ferroviario es un tramo semicubierto y abierto en gran parte hacia el lado opuesto, con lo que no se producen reflexiones, salvo en un tramo inicial a la salida desde el túnel de Amaña en el que existe una pared de hormigón trasera.



Figura 97 Vista del hospital y los focos de ruido de tráfico y ferrocarril

La situación actual refleja que, debido exclusivamente al tráfico ferroviario se produce un incumplimiento en los objetivos de calidad acústica en la fachada del hospital para los periodos día/tarde de 2,6 dBA y en el periodo noche de 0,6 dBA. Cabe mencionar



que se trata de una zona con ruido de tráfico viario frecuente y que los principales niveles son debidos al tráfico.

El resumen de la situación actual se muestra en las tablas siguientes:

Objetivos de calidad acústica		
Solo ruido ferroviario		
	Día/ Tarde 60 dBA	Noche 50 dBA
Superación	2,6	0,6

Tabla 73. Superación OCAs (situación actual). Hospital de Eibar Osakidetza.

En este punto se plantea una reducción de ruido mayor de 3 dB.

En cuanto a las actuaciones analizadas para esta zona, se valoran dos posibles soluciones:

1. Pantalla acústica de 1,5 m de altura
2. Pantalla acústica de 3 m de altura

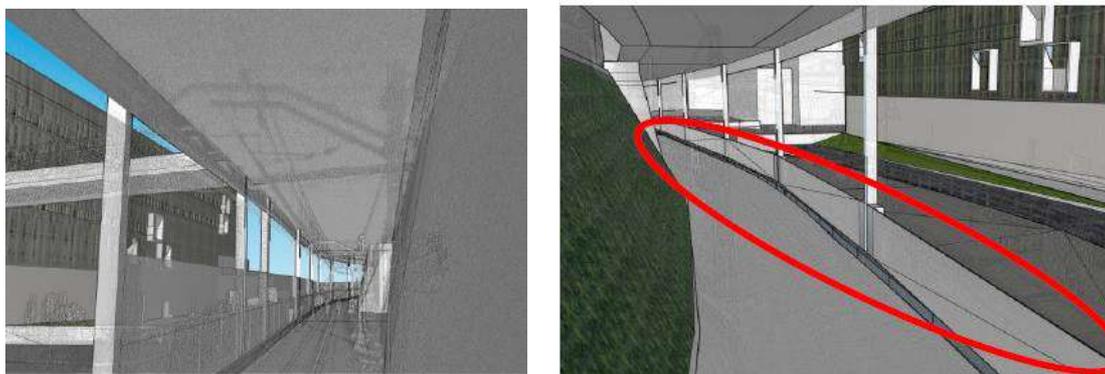


Figura 98. Simulación 3D de las soluciones. Hospital de Eibar Osakidetza.

La situación futura, para ambas propuestas, refleja un cumplimiento en los objetivos de calidad acústica para ruido ferroviario en todos los periodos analizados.

	Solo ruido ferroviario	
	Día/Tarde 60 dBA	Noche 50 dBA
Superación	2,6	0,6
Mejora Apantallamiento inferior 1,5 m	3,8	3,8
Mejora Apantallamiento inferior 3 m	5,9	5,9

Tabla 74. Niveles de ruido ferroviario para las alternativas de soluciones . Hospital de Eibar.

Para el caso de la pantalla de 1,5 m, el nivel es de 58,8 dBA en el periodo día/tarde y de 46,8 dBA en el periodo noche, mientras que con una pantalla de 3 m es de 56,7 dBA en el periodo día/tarde y de 44,7 dBA en el periodo noche.

El presupuesto para cada una de las soluciones analizadas es el siguiente:

- |   |                  |
|---|------------------|
| 1. Pantalla acústica de 1,5 m de altura | <b>49.500 €</b>  |
| 2. Pantalla acústica de 3 m de altura   | <b>99.000 €.</b> |

**Se opta por la solución de instalación de una pantalla de 1,5 m de altura sobre el cierre actual.**

La pantalla de 1,5 m reduce el ruido generado por pasos de tren en 4 dB y es suficiente para que el ruido ferroviario cumpla los Objetivos de Calidad Acústica en la zona a proteger.

	Solo Ruido ferroviario	
	Día/ Tarde 60 dBA	Noche 50 dBA
Superación	62,6	50,6
Apantallamiento inferior 1,5 m	58,8	46,8

Tabla 75. Superación OCAs (situación futura) y mejora aportada. Hospital de Eibar Osakidetza.

Sin embargo, las estimaciones realizadas previamente sobre el ruido de tráfico en esta zona permiten valorar la reducción esperada al adoptar la solución seleccionada en el nivel global, por la aportación de otros focos, que compromete el cumplimiento de OCAs.

	Nivel global	
	Día/Tarde	Noche
Actual	66,9	60
Apantallamiento inferior 1,5 m	65,8	59,7

Tabla 76. Niveles de ruido global con la solución adoptada . Hospital de Eibar.

Los resultados detallados con las actuaciones analizadas (2 soluciones) para todos los puntos de fachadas de las edificaciones se presentan a continuación.

**Hospital de Eibar:**

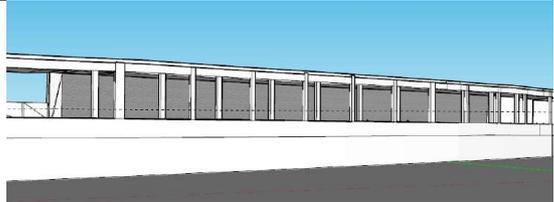
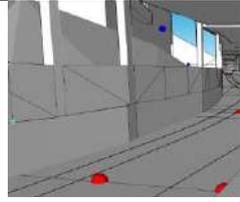
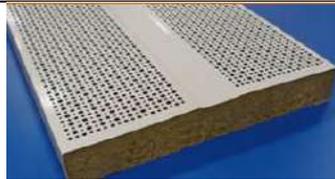
Vía Única						Vía Única					
SPL(A)	(dB)	Simulated		OCA		SPL(A)	(dB)	Simulated		OCA	
Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	OCA 60	OCA 50	Rec. no.		LAeq,d	LAeq,n	OCA 60	OCA 50
		dia/tarde	noche	dia/tarde	noche			dia/tarde	noche	dia/tarde	noche
7	76,2	55,4	43,4	0,0	0,0	7	73	52,2	40,2	0,0	0,0
8	76,6	55,8	43,8	0,0	0,0	8	74,2	53,4	41,4	0,0	0,0
9	75,2	54,4	42,4	0,0	0,0	9	73,7	52,9	40,9	0,0	0,0
10	76,9	56,1	44,1	0,0	0,0	10	74	53,2	41,2	0,0	0,0
11	75,1	54,3	42,3	0,0	0,0	11	75,4	54,6	42,6	0,0	0,0
12	75	54,2	42,2	0,0	0,0	12	74,3	53,5	41,5	0,0	0,0
13	75,7	54,9	42,9	0,0	0,0	13	74,9	54,1	42,1	0,0	0,0
14	75,5	54,7	42,7	0,0	0,0	14	74,9	54,1	42,1	0,0	0,0
15	76	55,2	43,2	0,0	0,0	15	74,6	53,8	41,8	0,0	0,0
16	78,3	57,5	45,5	0,0	0,0	16	75,7	54,9	42,9	0,0	0,0
17	76,8	56,0	44,0	0,0	0,0	17	76	55,2	43,2	0,0	0,0
18	77,8	57,0	45,0	0,0	0,0	18	75,4	54,6	42,6	0,0	0,0
19	77,7	56,9	44,9	0,0	0,0	19	75	54,2	42,2	0,0	0,0
20	75,5	54,7	42,7	0,0	0,0	20	77,2	56,4	44,4	0,0	0,0
21	77,8	57,0	45,0	0,0	0,0	21	75	54,2	42,2	0,0	0,0
22	77	56,2	44,2	0,0	0,0	22	75,2	54,4	42,4	0,0	0,0
23	78,1	57,3	45,3	0,0	0,0	23	77,5	56,7	44,7	0,0	0,0
24	77	56,2	44,2	0,0	0,0	24	76,6	55,8	43,8	0,0	0,0
25	76,7	55,9	43,9	0,0	0,0	25	76,8	56,0	44,0	0,0	0,0
26	78	57,2	45,2	0,0	0,0	26	77	56,2	44,2	0,0	0,0
27	77,7	56,9	44,9	0,0	0,0	27	75,6	54,8	42,8	0,0	0,0
28	77,4	56,6	44,6	0,0	0,0	28	76,2	55,4	43,4	0,0	0,0
29	78,4	57,6	45,6	0,0	0,0	29	76,1	55,3	43,3	0,0	0,0
30	77,7	56,9	44,9	0,0	0,0	30	76,5	55,7	43,7	0,0	0,0
31	77,2	56,4	44,4	0,0	0,0	31	76,1	55,3	43,3	0,0	0,0
32	74,8	54,0	42,0	0,0	0,0	32	73,9	53,1	41,1	0,0	0,0
33	77,6	56,8	44,8	0,0	0,0	33	76,2	55,4	43,4	0,0	0,0
34	77,2	56,4	44,4	0,0	0,0	34	73,6	52,8	40,8	0,0	0,0
35	77,1	56,3	44,3	0,0	0,0	35	76,8	56,0	44,0	0,0	0,0
36	77,3	56,5	44,5	0,0	0,0	36	75,8	55,0	43,0	0,0	0,0
37	76,4	55,6	43,6	0,0	0,0	37	76,6	55,8	43,8	0,0	0,0
38	77,7	56,9	44,9	0,0	0,0	38	76	55,2	43,2	0,0	0,0
39	78	57,2	45,2	0,0	0,0	39	76,3	55,5	43,5	0,0	0,0
40	77,7	56,9	44,9	0,0	0,0	40	74,5	53,7	41,7	0,0	0,0
41	79,6	58,8	46,8	0,0	0,0	41	76,1	55,3	43,3	0,0	0,0
42	79,2	58,4	46,4	0,0	0,0	42	77,3	56,5	44,5	0,0	0,0
43	77,3	56,5	44,5	0,0	0,0	43	75,2	54,4	42,4	0,0	0,0

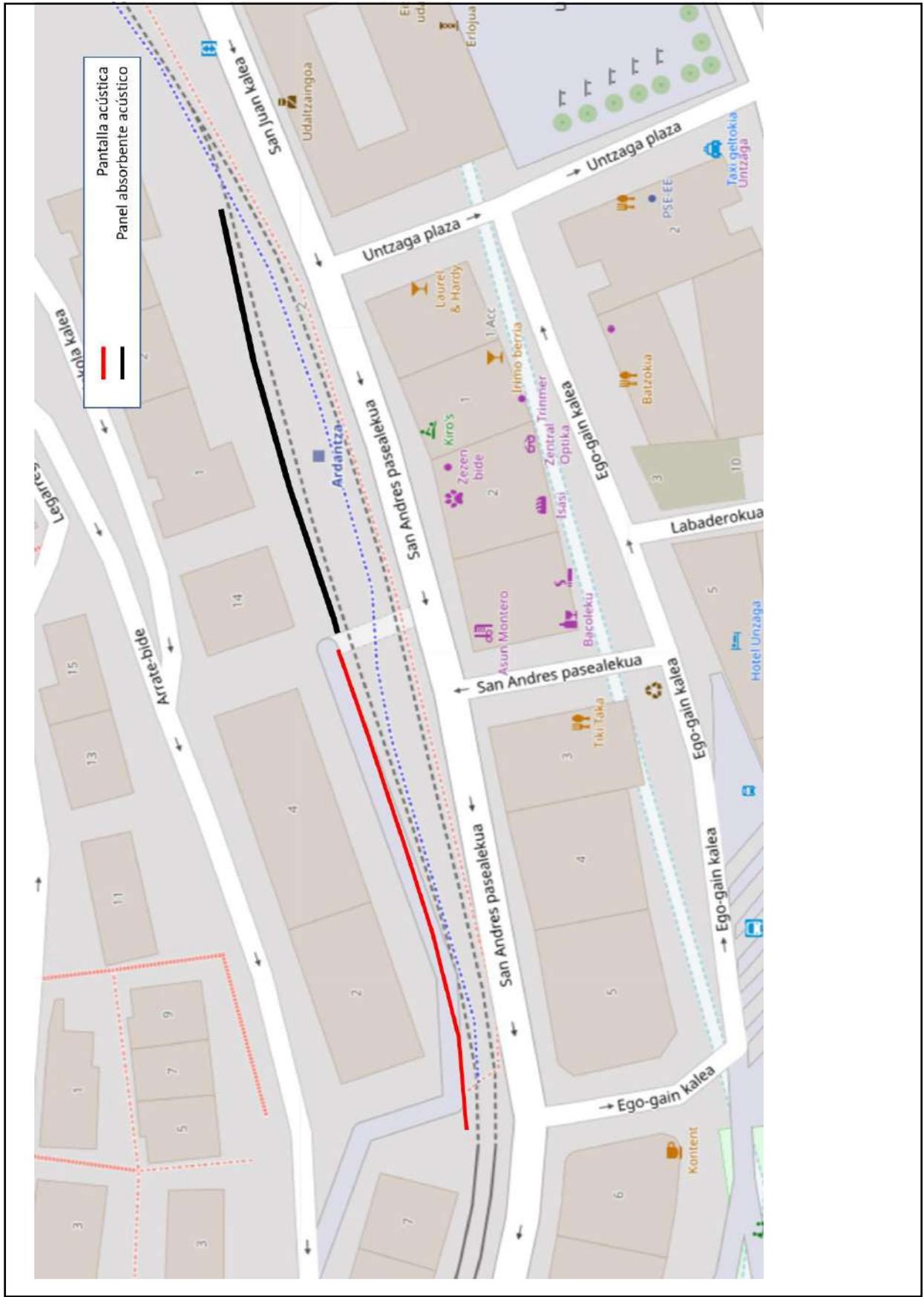
Tabla 77. Niveles en fachada (Sit. futura) de Hospital de Eibar Osakidetza. LAeq,d, LAeq,e y LAeq,n. Apantallamiento 1,5 m (tabla izq.) y apantallamiento 3 m (tabla dcha.).



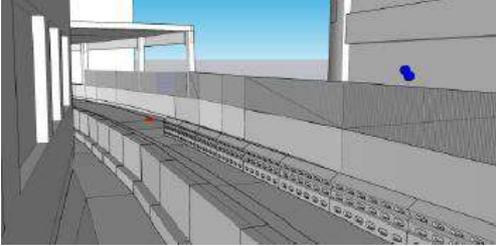
## 5. SELECCIÓN DE ACTUACIONES EN CADA TRAMO

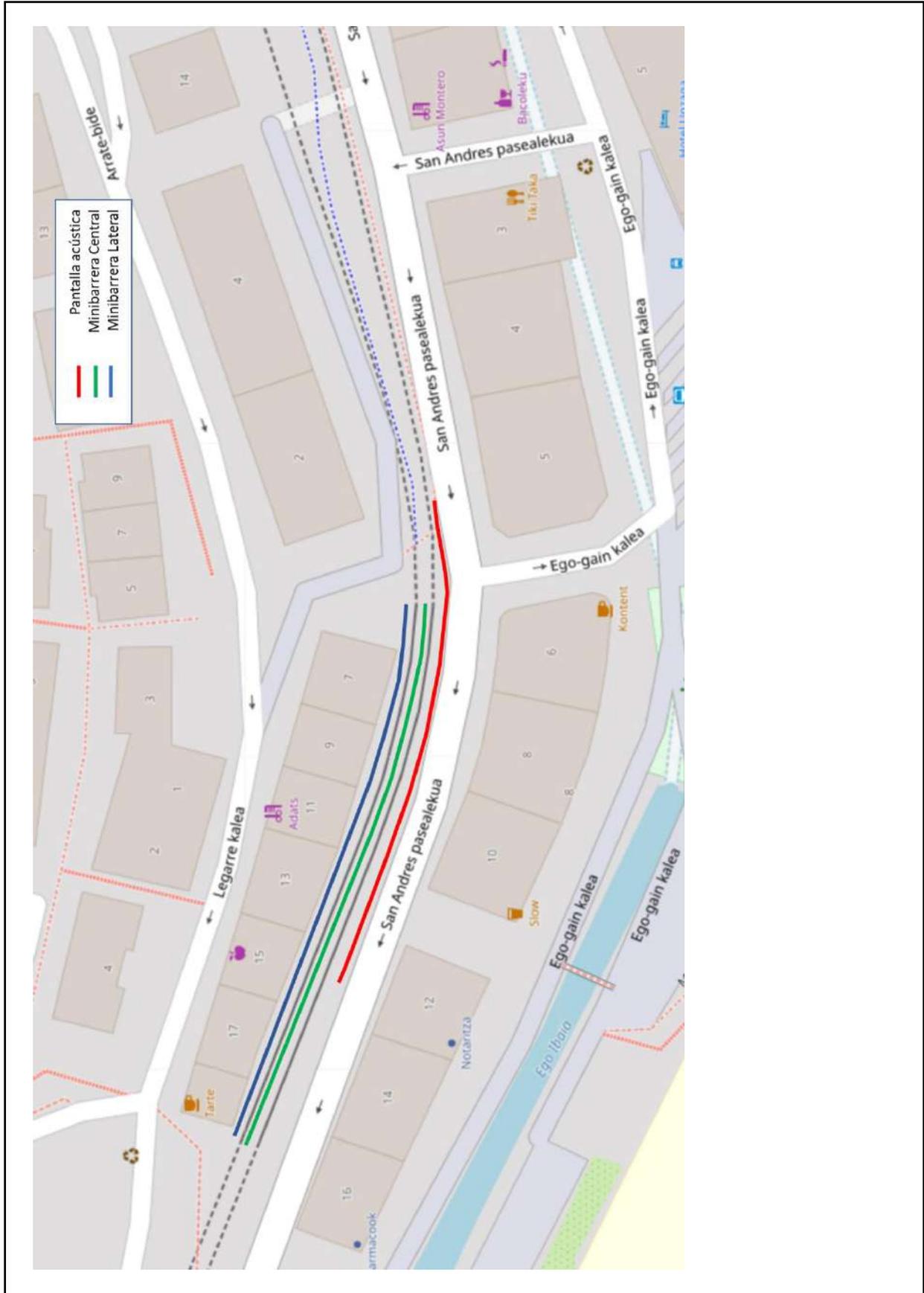
En el presente apartado se extraen las soluciones definidas en cada tramo para cumplir los objetivos de calidad fijados:

TRAMO 1. ACCIONES EN LA ESTACIÓN DE ARDANTZA	
	
REVESTIMIENTO CON PANELES ABSORBENTES. PANEL TRASERO	PANTALLA ACÚSTICA
	
DIMENSIONES	DIMENSIONES
Aproximadamente 4 metros de altura en una longitud de 77 metros, siendo la superficie a revestir con paneles de 305 m <sup>2</sup> en la zona reflectante	95 m lineales y 1,5 m de altura
	
PRECIO SOLUCION	PRECIO SOLUCION
El Presupuesto de esta actuación (precio instalado) es de 28.060	El Presupuesto de esta actuación (precio instalado) es de 28.500 €.
CARACTERISTICAS PRODUCTO	CARACTERISTICAS PRODUCTO
Paneles perforados, anclados a la pared, con un índice de absorción clase A4 y una resistencia al fuego Euroclase A1 (no combustible) o similar. €.	Paneles perforados, colocados entre columnas con perfilera metálica, con un índice de absorción clase A4, un aislamiento mínimo de 30 dBA y una resistencia al fuego Euroclase A1 (no combustible) o similar.





<p><b>TRAMO 2. ACCIONES EN LA ZONA EN SUPERFICIE DE LA CALLE SAN ANDRES PASEALEKUA</b></p>	
	
<p><b>MINIBARRERAS ACÚSTICAS</b></p>	<p><b>PANTALLA ACÚSTICA</b></p>
	
<p><b>DIMENSIONES</b></p>	<p><b>DIMENSIONES</b></p>
<p>Aproximadamente 100 metros de longitud para la barrera lateral (existente en mercado)</p>	<p>95 m lineales y 1,5 m de altura</p>
	
<p><b>PRECIO SOLUCION</b></p>	<p><b>PRECIO SOLUCION</b></p>
<p>El Presupuesto de esta actuación (precio instalado) es de 60.000 €</p>	<p>El Presupuesto de esta actuación (precio instalado) es de 28.500 €.</p>
<p><b>CARACTERISTICAS PRODUCTO</b></p>	<p><b>CARACTERISTICAS PRODUCTO</b></p>
<p>Módulos de minibarrera, con capacidad absorbente (4dB) y aislamiento &gt; 30 Resistencia al fuego Euroclase A1 (no combustible) o similar. Previamente se realizará un cálculo de gálibos sobre todo para conocer el espacio disponible en zona de entrevías</p>	<p>Paneles perforados, colocados entre columnas con perfilera metálica, con un índice de absorción clase A4, un aislamiento mínimo de 30 dBA y una resistencia al fuego Euroclase A1 (no combustible) o similar.</p>

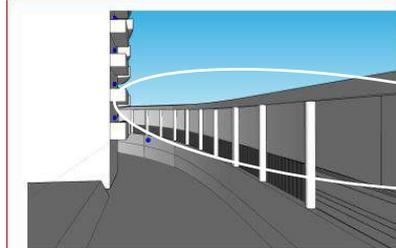




**TRAMO 3. ACCIONES EN EL TRAMO CUBIERTO DE ACCESO A LA ESTACION DE AMAÑA**

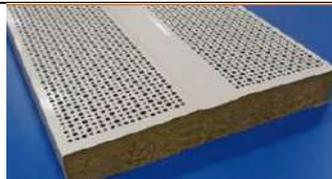


**REVESTIMIENTO CON PANELES ABSORBENTES. PANEL TRASERO**



**DIMENSIONES**

Aproximadamente 5 metros de altura en una longitud de 60 metros, siendo la superficie a revestir con paneles de 315 m<sup>2</sup> en la zona reflectante



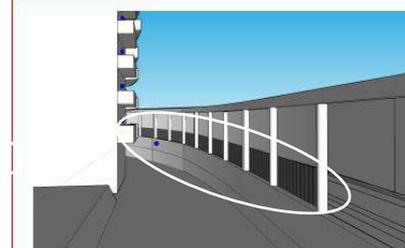
**PRECIO SOLUCION**

El Presupuesto de esta actuación (precio instalado) es de 29.000 €

**CARACTERISTICAS PRODUCTO**

Paneles perforados, anclados a la pared, con un índice de absorción clase A4 y una resistencia al fuego Euroclase A1 (no combustible) o similar.

**PANTALLA ACÚSTICA**



**DIMENSIONES**

88 m lineales y 3 m de altura

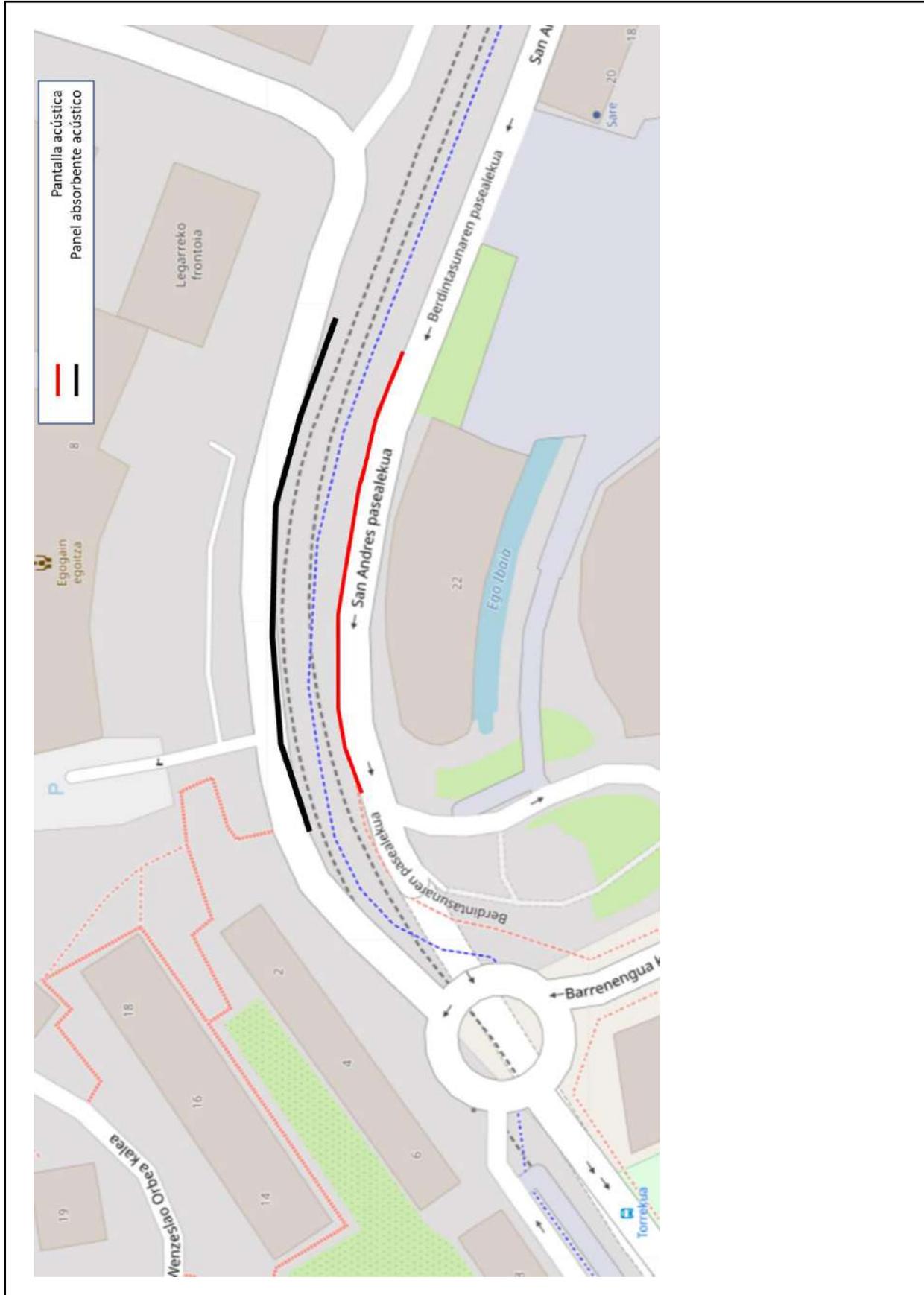


**PRECIO SOLUCION**

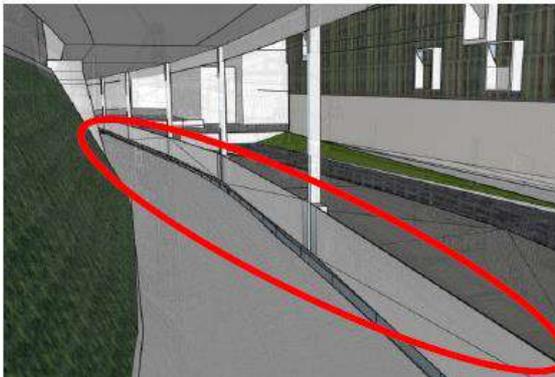
El Presupuesto de esta actuación (precio instalado) es de 52.800 €.

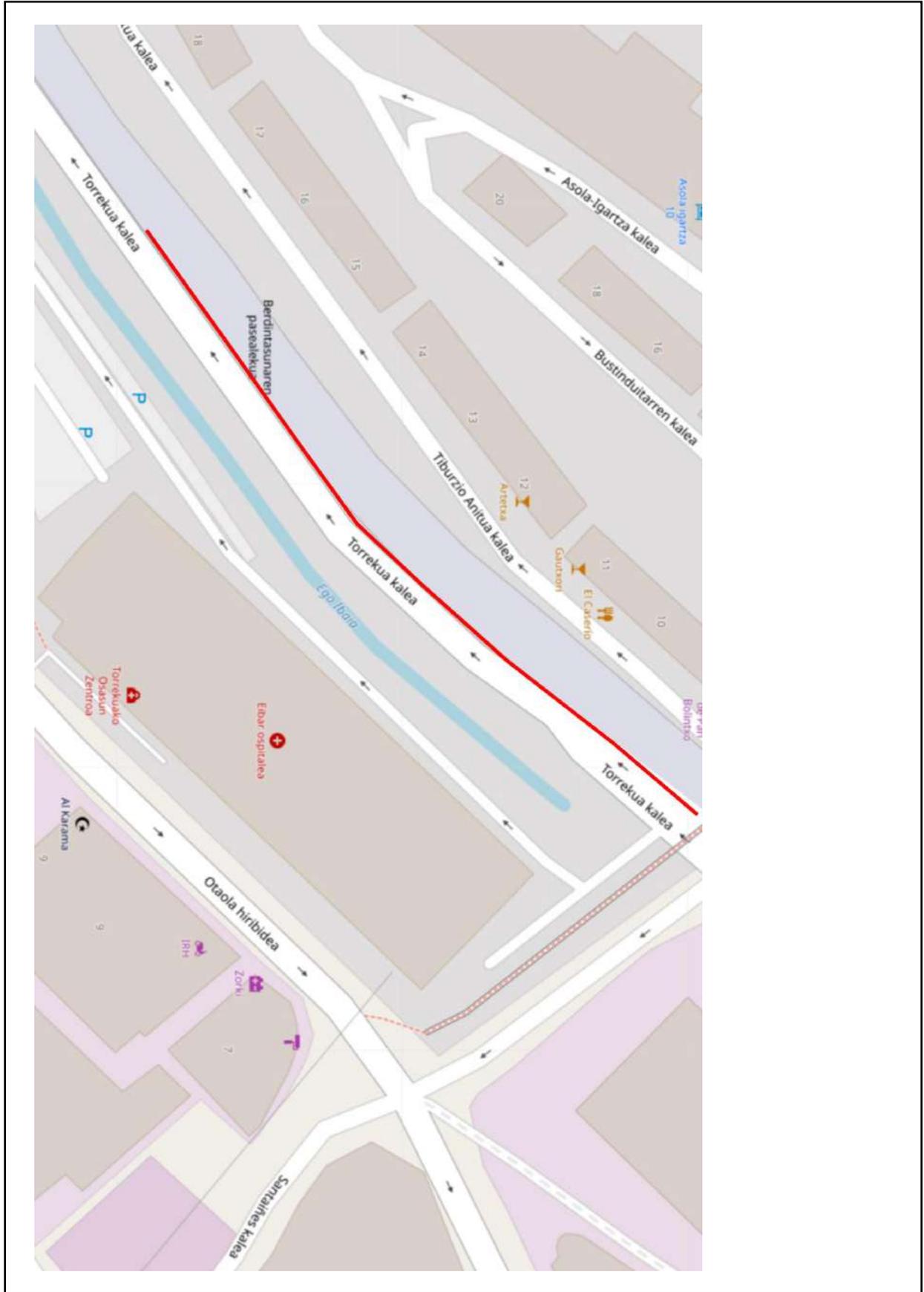
**CARACTERISTICAS PRODUCTO**

Paneles perforados, colocados entre columnas con perfilera metálica, con un índice de absorción clase A4, un aislamiento mínimo de 30 dBA y una resistencia al fuego Euroclase A1 (no combustible) o similar.





<p><b>TRAMO 4. ACCIONES EN LA ZONA DEL HOSPITAL DE EIBAR</b></p>	
	
<p><b>PANTALLA ACÚSTICA</b></p>	
	
<p><b>DIMENSIONES</b></p>	
<p>165 m lineales y 1,5 m de altura</p>	
	
<p><b>PRECIO SOLUCION</b></p>	
<p>El Presupuesto de esta actuación (precio instalado) es de 49.500 €.</p>	
<p><b>CARACTERISTICAS PRODUCTO</b></p>	
<p>Paneles perforados, que sustituirían a la valla actual, colocados sobre murete preexistente que podría ser necesario modificar para las cargas a soportar, con perfilería metálica, con un índice de absorción clase A4, un aislamiento mínimo de 30 dBA y una resistencia al fuego Euroclase A1 (no combustible) o similar.</p>	





## ANEXO 1. DETALLE MEDIDAS DE PASOS DE TREN

Tal y como se ha comentado en el apartado 2.5 del presente informe, se han llevado a cabo una serie de medidas de pasos de tren en los siguientes puntos:

- 1.- P1 Zona chirrido curva. Cubierta.
- 2.- P2 Zona sin chirrido recta. Cubierta.
- 3.- P3 Zona sin chirrido recta. Zona aire libre.
- 4.- P4 Zona chirrido curva. Transición placa/balasto y cubierta/zona aire libre.
- 5.- P5 Zona estación. Cubierta con dos aberturas.
- 6.- P6 Zona estación. Cubierta con dos aberturas.
- 7.- P7 Estación zona reflectante.
- 8.- P8 Estación zona absorbente con chirrido.

Se han extraído tanto niveles de ruido al paso como espectros de los diferentes pasos de tren. A continuación, se expone lo relativo a los puntos P1, P2 y P3.



Figura 99. Puntos P1, P2 y P3 – Medidas de pasos de tren.

Tren	HORARIO	DIRECCIÓN	P1	P2	P3	Nº Vagones	Longitud (metros)	Tp	Velocidad km/h
1	11:10	DONOSTI	93,5	80,3		4	69,45	5,85	42,7
2	11:16	BILBAO	88,6	74,9		4	69,45	6,24	40,1
3	11:20	DONOSTI	91,8	78,9		3	52,4	4,67	40,4
4	11:34	BILBAO	87,6	73,8	75,3	3	52,4	4,89	38,6
5	11:40	DONOSTI	92,7	79,6	80,3	3	52,4	4,87	38,7
6	11:46	BILBAO	87,2	75,7	79,5	3	52,4	5,68	33,2
7	11:51	DONOSTI	92,3	79,2	79,4	3	52,4	5,35	35,3
			90,5	77,5	78,6				

Tabla 78. Pasos de tren en los puntos P1, P2 y P3.



Figura 100. Espectros pasos de tren puntos P1, P2 y P3.

Se observa que la curva con chirrido afecta a todo el espectro aumentando la emisión sonora del LAeq,Tp:

- 13 dBA respecto al punto 2 (referencia 1 sin chirrido y cubierta).
- 11,9 dBA respecto al punto 3 (referencia 2 sin chirrido y zona sin cubierta).

Por otro lado, a continuación, se exponen los niveles de ruido y espectros asociados los puntos de medida P4, P5 y P6.



Figura 101. Espectros pasos de tren puntos P4, P5 y P6.

LpAeq,TP 7,5 m										
Tren	HORARIO	DIRECCIÓN	P4	P5	P6	Nº Vagones	Longitud (metros)	Tp	Velocidad m/s	Velocidad km/h
1	12:08	DONOSTI	89,6	86,3	78,7	4	69,45	6,93	10,0	36,1
2	12:14	BILBAO	83,2	83,4	87,2	4	69,45	8,7	8,0	28,7
3	12:19	DONOSTI	87,1	79,3		3	52,4	6,08	8,6	31,0
4	12:31	BILBAO	81,5	83,7	87,2	3	52,4	6	8,7	31,4
5	12:38	DONOSTI	87,1	82,5	86,5	3	52,4	5,17	10,1	36,5
6	12:44	BILBAO	81,7	82,5		3	52,4	5,44	9,6	34,7
7	12:49	DONOSTI	88,1	83,7		3	52,4	6		35,0
8	13:02	BILBAO	83	82,9	85,9	3	52,4	6,4	8,2	29,5
9	13:09	DONOSTI	89,0	82,6	84,1	4	69,45	8,06	8,6	31,0
10	13:15	BILBAO	86,7	87,5	91,6	4	69,45	7,78	8,9	32,1
11	13:20	DONOSTI	88,2	82,5	86,9	3	52,4	5,61	9,3	33,6
			85,9	83,4	86,0					

Tabla 79. Pasos de tren en los puntos P4, P5 y P6.

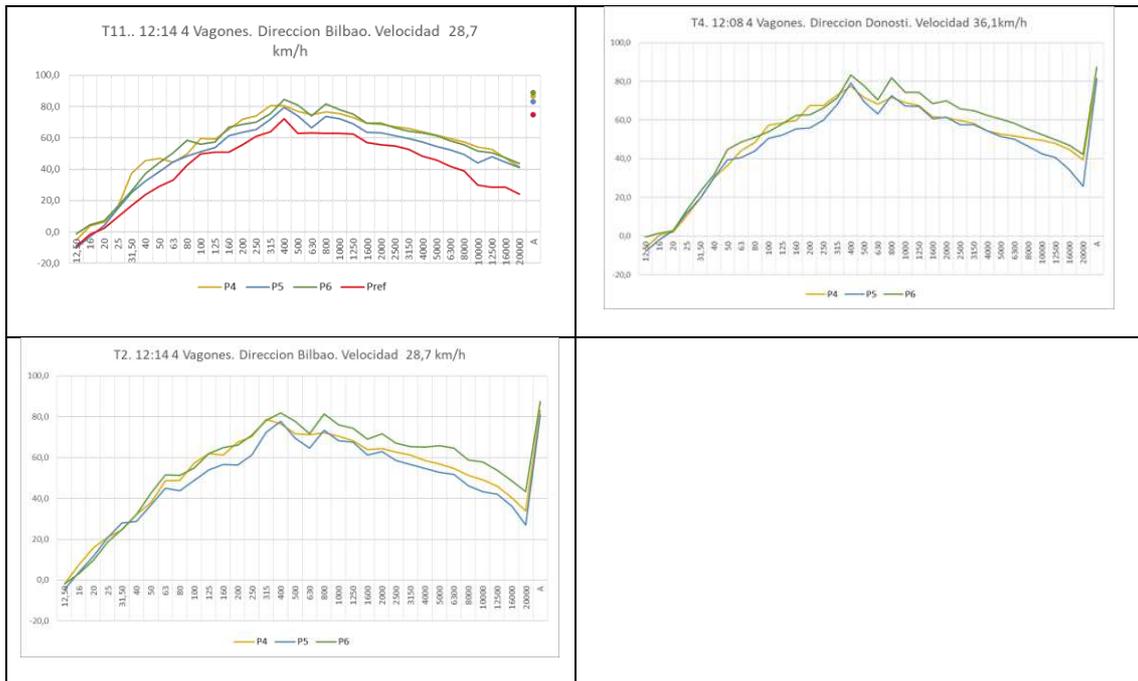


Figura 102. Espectros pasos de tren puntos P4, P5 y P6.

Se observa que los puntos medidos (P4, P5 y P6) afecta a todo el espectro aumentando la emisión sonora del LAeq,T:

- Punto 4: 8,4 dBA respecto al punto 2 ( referencia).
- Punto 5: 6,1 dBA respecto al punto 2 ( referencia).
- Punto 6: 8,5 dBA respecto al punto 3 (referencia).