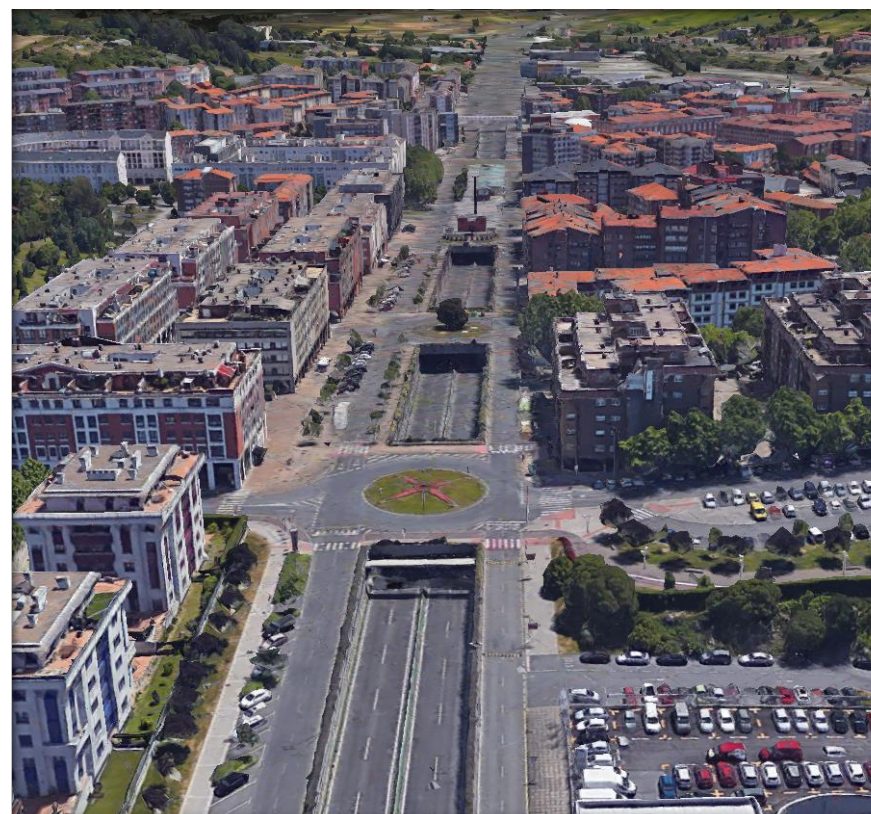


PROYECTO CONSTRUCTIVO DE ADECUACIÓN DEL TÚNEL DE LA AVANZADA EN LA BI-637

Nº EX.: 2020/004/073/10

PROYECTO DE ADECUACIÓN DEL TÚNEL DE LA AVANZADA EN LA BI-637



Anejo 11 - Estudio Acústico

Anejo 11. Estudio Acústico

Control de firmas

Realizado	Aprobado
Mónica Tomás Garrido	Alberto Bañuelos Irusta
Fecha y Firma	Fecha y Firma
No precisa firma si está aprobado electrónicamente mediante ruta	

Información del Documento	
Código Documento	P0210L59-ATA-AP-AC-AN-0011
Referencia	P0210L59

Registro de cambios

Rev	Fecha	Autor	Sección afectada	Cambios
00	24/05/21	AAC Centro de Acústica Aplicada	Todas	Versión inicial
01	11/06/21	AAC Centro de Acústica Aplicada	Figura 1	Zona estudio
02	07/07/21	AAC Centro de Acústica Aplicada	Apartado 10	Introducción análisis de vías laterales
03	01/10/21	AAC Centro de Acústica Aplicada	Apartado 11 y apartado 12	Introducción análisis de escenario previsto 2049
04	11/10/21	AAC Centro de Acústica Aplicada	Apartado 9	Ajuste datos de población afectada escenario base
05	20/10/2021	AAC Centro de Acústica Aplicada	Todo	Actualización
06	02/11/2021	AAC Centro de Acústica	Apartado 8, 10 y 11	Actualización

Anejo 11. Estudio Acústico

INDICE	
1	OBJETO 4
2	ALCANCE Y DESCRIPCIÓN 4
3	METODOLOGÍA 5
4	CRITERIOS DE VALORACIÓN 6
5	MEDICIONES ACÚSTICAS..... 7
5.1	Medidas tiempo de reverberación..... 7
5.2	Medidas pass-by 7
6	DATOS DE ENTRADA 9
7	SITUACIÓN ACTUAL 9
8	ANÁLISIS ACÚSTICO DE LA SOLUCIÓN DE PROYECTO11
8.1	Renovación de pavimento12
8.2	Tratamiento absorbente del túnel12
8.3	Colocación de pantallas acústicas13
9	ANÁLISIS DE LA POBLACIÓN MEJORADA17
10	ANÁLISIS CON CALLES LATERALES18
11	CONCLUSIONES Y ANÁLISIS PENDIENTES19

FIGURAS

Figura 1: Localización zona de estudio 4
Figura 2: Imagen modelización SoundPLAN 5
Figura 3: Imagen modelización Odeon 5
Figura 4: Zonificación acústica Leioa 6
Figura 5: Plano edificios 7
Figura 6: Localización tipos de pavimento 7
Figura 7: Localización puntos de medida. Imágenes medida 8
Figura 8: Niveles de ruido en fachada producidos por la carretera BI-637. Periodo noche. Ln..... 9
Figura 9: Niveles de ruido en fachada en 3D producidos por la carretera BI-637 . Periodo noche. Ln 10
Figura 10: Niveles de ruido en fachada producidos por la carretera BI-637 y las vías laterales. Periodo noche. Ln 10
Figura 11: Niveles de ruido en fachada producidos por las vías laterales. Periodo noche. Ln 10
Figura 12: Niveles de ruido en fachada producidos por la carretera BI-637 con solución de proyecto. Periodo noche. Ln..... 11
Figura 13: Niveles de ruido en fachada producidos por la carretera BI-637 con solución de proyecto. Boca Bilbao. Periodo noche. Ln 11
Figura 14: Niveles de ruido en fachada producidos por la carretera BI-637 con solución de proyecto. Boca Getxo. Periodo noche. Ln 12
Figura 15: Beneficio acústico producido por el cambio de pavimento 12

Figura 16: Beneficio acústico producido por el tratamiento absorbente en el túnel13

Figura 17: Ubicación pantallas acústicas.....13

Figura 18: Niveles de ruido en fachada producidos por la carretera BI-637. Solución de proyecto con cambio de pavimento, tratamiento absorbente en túnel y pantalla de 3m. Boca Bilbao. Periodo noche. Ln14

Figura 19: Niveles de ruido en fachada producidos por la carretera BI-637. Solución de proyecto con cambio de pavimento, tratamiento absorbente en túnel y pantalla de 4m. Boca Bilbao. Periodo noche. Ln14

Figura 20: Niveles de ruido en fachada producidos por la carretera BI-637. Solución de proyecto con cambio de pavimento, tratamiento absorbente en túnel y pantalla de 5m. Boca Bilbao. Periodo noche. Ln15

Figura 21: Niveles de ruido en fachada producidos por la carretera BI-637. Solución de proyecto con cambio de pavimento, tratamiento absorbente en túnel y pantalla de 3m. y pantalla de 3m. en mediana. Boca Bilbao. Periodo noche. Ln15

Figura 22: Niveles de ruido en fachada producidos por la carretera BI-637. Solución de proyecto con cambio de pavimento, tratamiento absorbente en túnel y pantalla 3m. Boca Getxo. Periodo noche. Ln.....15

Figura 23: Niveles de ruido en fachada producidos por la carretera BI-637. Solución de proyecto con cambio de pavimento, tratamiento absorbente en túnel y pantalla 4m. Boca Getxo. Periodo noche. Ln.....16

Figura 24: Niveles de ruido en fachada producidos por la carretera BI-637. Solución de proyecto con cambio de pavimento, tratamiento absorbente en túnel y pantalla 5m. Boca Getxo. Periodo noche. Ln.....16

Figura 25: Niveles de ruido en fachada producidos por la carretera BI-637. Solución de proyecto con cambio de pavimento, tratamiento absorbente en túnel y pantalla de 3m. y pantalla de 3m. en mediana. Boca Getxo. Periodo noche. Ln16

Figura 26: Gráfica de población afectada17

Figura 27: Gráfica de población afectada soluciones17

Figura 28: Niveles de ruido en fachada producidos por la carretera BI-637 y vías laterales. Solución de proyecto con cambio de pavimento, tratamiento absorbente en túnel y pantalla de 3m en borde y mediana. Boca Bilbao. Periodo noche. Ln18

Figura 29: Niveles de ruido en fachada producidos por la carretera BI-637 y vías laterales. Solución de proyecto con cambio de pavimento, tratamiento absorbente en túnel y pantalla de 3m en borde y mediana. Boca Bilbao. Periodo noche. Ln19

Figura 30: Niveles de ruido en fachada producidos por la carretera BI-637 y vías laterales. Solución de proyecto con cambio de pavimento, tratamiento absorbente en túnel y pantalla de 3m en borde y mediana. Boca Getxo. Periodo noche. Ln19

TABLAS

Tabla 1: Objetivos de calidad acústica espacio exterior 6
Tabla 2: Zonificación acústica y objetivos de calidad acústica espacio exterior 6
Tabla 3: Objetivos de calidad acústica espacio interior 7
Tabla 4: Población afectada por encima de unos niveles17
Tabla 5: Comparativa población afectada por encima de unos niveles19

1 OBJETO

El presente anejo tiene por objetivo presentar el análisis acústico realizado en el entorno del túnel de La Avanzada en Leioa y que forma parte del “Proyecto constructivo de adecuación del túnel de La Avanzada en la BI-637” para la fase actual de proyecto.

En el documento se analiza, por un lado, la situación acústica actual en la zona de estudio y, por otro, diferentes alternativas de apantallamiento acústico y su efectividad así como otras medidas adicionales que disminuyan los niveles de ruido percibidos por las personas que estén presentes cerca de la zona.

2 ALCANCE Y DESCRIPCIÓN

El ámbito de estudio incluye a las edificaciones afectadas por la carretera de la Avanzada (BI-637) desde el enlace de Udondo a la rotonda de Artaza. En la siguiente imagen se muestra esta zona:



Figura 1: Localización zona de estudio

Fuente: Google earth ®

El estudio acústico se refiere al tronco de la carretera de la Avanzada BI-637, si bien, y aunque son de competencia municipal, se incluye en el estudio la contribución al nivel de ruido total de las vías laterales en la zona de la Avanzada, puesto que limitarán la reducción de niveles total en la zona una vez se cubra la misma.

3 METODOLOGÍA

La metodología a utilizar será la establecida en la legislación tanto estatal, con el RD 1513/2005, como autonómica, Decreto 213/2012, basada en la aplicación de métodos de cálculo. En ambas legislaciones, se establecían los métodos de cálculo recomendados, que en el caso del tráfico viario consistía en el *Método NMPB-Routes-96*, que para la caracterización de la emisión se remite a "*La Guide du Bruit des Transports Terrestres, CETUR 1980*". Siendo esta la metodología utilizada en todos los estudios previos realizados en La Avanzada.

Sin embargo, recientemente ha habido un cambio en el método de cálculo a aplicar. En 2018 se aprobó la *Orden PCI/1319/2018, de 7 de diciembre, por la que se modifica el Anexo II del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a la evaluación del ruido ambiental*, que traspone la Directiva Europea 2015/996, y modifican los métodos de cálculo recomendados para la evaluación del ruido ambiental, por un nuevo método común europeo denominado como CNOSSOS-EU, a partir del 31 de diciembre de 2018, que será el que se utilizará en el estudio a realizar, lo que puede implicar variaciones en la emisión y en la propagación con respecto al método anterior, en general debidos a utilizar un método de mayor precisión.

La metodología a aplicar consiste en definir la emisión de la carretera por la Potencia Acústica por metro, $L_{WA,1m}$, que se obtiene a partir de variables como: Intensidad Media Horaria (IMH) para cada tipo de vehículo, velocidad para vehículos ligeros y pesados, pendiente de la carretera, tipo de flujo de tráfico y pavimento.

El estudio se realiza sobre la modelización tridimensional del área de estudio efectuada a partir de la cartografía y trazado de la autovía y que se completa con la información acústica necesaria para la aplicación del método de cálculo.

Los niveles de inmisión (L_{Aeq}) en cada receptor y para cada período del día considerado, se obtienen por aplicación del efecto de una serie de factores (distancia sobre receptor y carretera, efecto de obstáculos, tipo de suelo...) el nivel de emisión obtenido para cada tramo de carretera.

Como alturas de evaluación de los niveles sonoros se consideran todas las plantas en las fachadas de los edificios residenciales o de otros usos especialmente sensibles al ruido, ya que el objetivo es valorar la incidencia de la adopción de soluciones, principalmente, de apantallamiento, cuyo efecto varía con la altura.

Los resultados obtenidos para el escenario estudiado se presentan mediante la siguiente representación:

- **Mapas de niveles en fachada**, que representan el nivel en fachada, sonido incidente, para el valor mayor de los obtenidos en cada columna de puntos de evaluación, para todas las alturas de los edificios residenciales y de otros usos especialmente sensibles al ruido.

Para la modelización y aplicación del método de cálculo y presentación de resultados se va a utilizar el modelo SoundPLAN®.

En el caso del nuevo método de cálculo común CNOSSOS-EU, se han encontrado varios estudios a nivel europeo que corroboran los resultados obtenidos por AAC en la evaluación del método a partir de mediciones acústicas in situ, que muestran la existencia de un error en la trasposición de fórmulas de diferentes métodos, que suponen una infravaloración en el cálculo del nivel de ruido en el receptor, en torno a 3 dB(A).

Es por ello, que se han realizado mediciones acústicas en la zona de La Avanzada con dos objetivos: por un lado evaluar la emisión del ruido de tráfico en La Avanzada y compararlo con las referencias del método CNOSSOS-EU, que puede dar una idea de la contribución del pavimento actual con respecto a un pavimento de referencia, y, además, para comprobar si se debe adoptar la corrección por la desviación en el método para no infravalorar los resultados.

Por otro lado, la valoración del comportamiento en el interior del túnel se realiza con un modelo acústico de recintos interiores, modelo informático ODEON.

La imagen siguiente muestra la modelización tridimensional realizada:



Figura 2: Imagen modelización SoundPLAN

Fuente: Elaboración propia

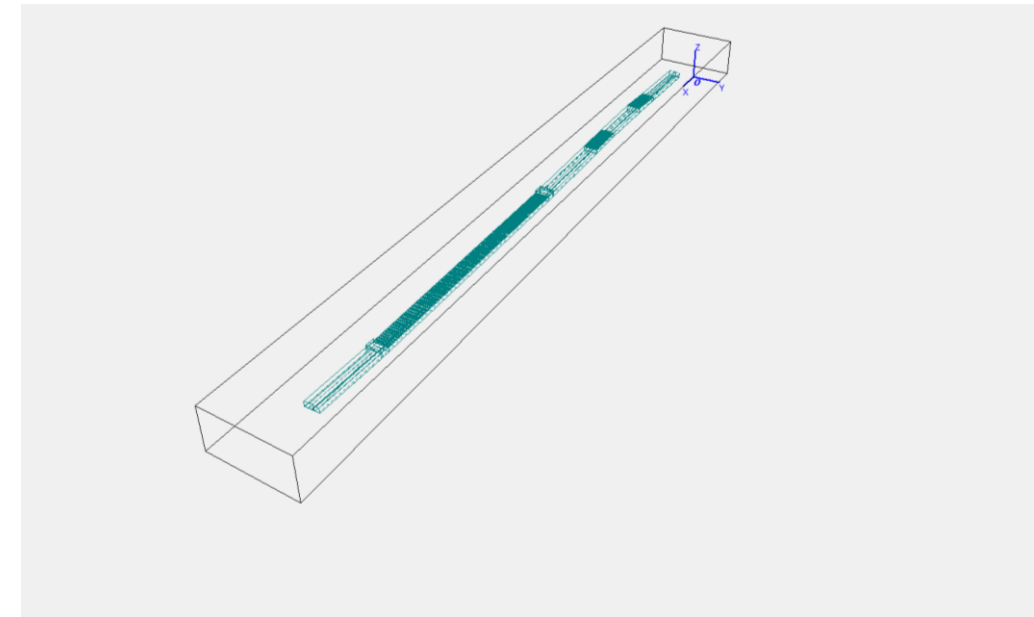


Figura 3: Imagen modelización Odeon

Fuente: Elaboración propia

4 CRITERIOS DE VALORACIÓN

Como índices de ruido se utilizan los que definen los OCAs según el Decreto 213/2012, que son:

- $L_{Aeq,n}$ (índice de ruido noche): nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, determinado en el periodo noche (entre las 23:00 y las 7:00 horas).
- $L_{Aeq,d}$ (índice de ruido día): nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, determinado en el periodo día (entre las 7:00 y las 19:00 horas).
- $L_{Aeq,e}$ (índice de ruido tarde): nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, determinado en el periodo tarde (entre las 19:00 y las 23:00 horas).

La definición del índice de ruido $L_{Aeq,T}$ (nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, determinado sobre un intervalo temporal de T segundos,) es la establecida por la norma ISO 1996-1:2005:

“Diez veces el logaritmo decimal del cociente entre el cuadrado de la presión sonora cuadrática media durante un intervalo de tiempo determinado y la presión acústica de referencia, donde la presión sonora se obtiene con una ponderación frecuencial normalizada.”

En el caso de la carretera objeto de estudio, la distribución del tráfico en los tres periodos del día se establece a partir de la relación entre Intensidad Media Diaria e Intensidad Media Horaria para cada periodo.

Respecto a los criterios de valoración se aplican los objetivos de calidad acústica para áreas urbanizadas existentes establecidos en el Decreto/2012 indicados en el cuadro siguiente:

TIPO DE ÁREA ACÚSTICA		Índices de ruido dB(A)		
		L_d	L_e	L_n
E	Ámbitos/Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera de especial protección contra la contaminación acústica.	60	60	50
A	Ámbitos/Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial	65	65	55
D	Ámbitos/Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto al anterior	70	70	65
C	Ámbitos/Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y espectáculos	73	73	63
B	Ámbitos/Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
F	Ámbitos/Sectores del territorio afectados a sistemas generales de Infraestructuras de transporte u otros equipamientos	(1)		

Tabla 1: Objetivos de calidad acústica espacio exterior

Fuente: Decreto 213/2012

(1) Serán en su límite de área los correspondientes a la tipología de zonificación del área con la que colinden

Debido a la evolución horaria del tráfico, el índice más desfavorable es el L_n , ya que los niveles para este índice no son 10 dBA inferiores a los correspondientes a los otros dos índices. Por ello, todo el estudio se realizará para el índice L_n , aunque se facilitarán los mapas correspondientes a los otros dos periodos.

El objetivo de calidad acústica en este caso será el cumplimiento de los niveles establecidos en la tabla anterior, de forma que se cumpla lo siguiente:

- Ningún valor superan los valores fijados en la tabla anterior
- El 97% de los valores diarios no superan en 3 dB los valores fijados en la tabla anterior.

En el caso de infraestructuras del transporte como el que nos ocupa, el nivel de ruido es continuo.

La zonificación acústica de un territorio debe basarse en la delimitación atendiendo a usos predominantes del suelo según establece el Decreto 213/2012.

El Ayuntamiento de Leioa aprobó su zonificación acústica en 2016, por lo que se utilizará dicha zonificación acústica para la realización del presente estudio.

En la siguiente imagen se muestra la propuesta de zonificación de Leioa, además en la leyenda se muestran los OCAs para las diferentes áreas acústicas.



Figura 4: Zonificación acústica Leioa

Fuente: Ayuntamiento de Leioa

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L_d	L_e	L_n
A	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
B	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
C	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
D	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
E	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
F	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	Sin determinar		
G	Espacios naturales que requieran protección especial	Sin determinar		

Tabla 2: Zonificación acústica y objetivos de calidad acústica espacio exterior

Fuente: Ayuntamiento de Leioa

Anejo 11. Estudio Acústico

Además de los niveles de ruido en exterior, es requisito indispensable cumplir los OCA aplicable para el espacio interior de los edificios, los cuales están establecidos en el RD 1367/2007 en función del tipo de edificación y tipo de estancia.

En la siguiente imagen se muestran los diferentes tipos de edificaciones y en la leyenda se muestran los OCAs aplicables para el espacio interior



Figura 5: Plano edificios

Fuente: Elaboración propia

TIPO DE EDIFICIOS			OCA dB(A) interior	
			L _d /L _e	L _n
	Vivienda o uso residencial	Estancias	45	35
		Dormitorios	40	30
	Hospitalario	Zonas de estancia	45	35
		Dormitorios	40	30
	Educativo	Aulas	40	40
		Salas de lectura	35	35
	Otros	No aplica en interior		

Tabla 3: Objetivos de calidad acústica espacio interior

Fuente: Decreto 213/2012

5 MEDICIONES ACÚSTICAS

Se han realizado dos tipos de mediciones acústicas: Por un lado, se han realizado medidas de Tiempo de Reverberación, y por otra, medidas de controladas de pasos de vehículos aislados.

5.1 Medidas tiempo de reverberación

Al no disponer de información sobre los materiales existentes dentro del túnel y su comportamiento acústico, para ajustar el modelo de Odeon se han realizado medidas de tiempo de reverberación en la zona del túnel existente actualmente.

5.2 Medidas pass-by

Se han realizado mediciones acústicas en dos puntos diferentes del ámbito de estudio con el objetivo de ajustar el método de cálculo para cada uno de los dos tipos de pavimentos existentes en la zona.

En la siguiente imagen se muestran la localización de los dos tipos de pavimentos:



Figura 6: Localización tipos de pavimento

Fuente: Elaboración propia

La selección de los puntos de medida para cada pavimento se ha basado en las siguientes premisas:

- Zona más llana posible
- Posibilidad de distanciarnos 7,5 m del carril sin interferencias
- Evitar elementos reflectantes.
- No interferir con el resto de trabajos que se realizaban a la vez.

El punto de medida para el pavimento 1 es el más complejo de cumplir los condicionantes indicados, y en especial la distancia mínima de 7,5 m. sin interferencias. Por lo que el punto seleccionado es el único que cumple este requisito, siendo además, una de las zonas más llanas.

Anejo 11. Estudio Acústico

A continuación se muestran las ubicaciones de los puntos de medida:

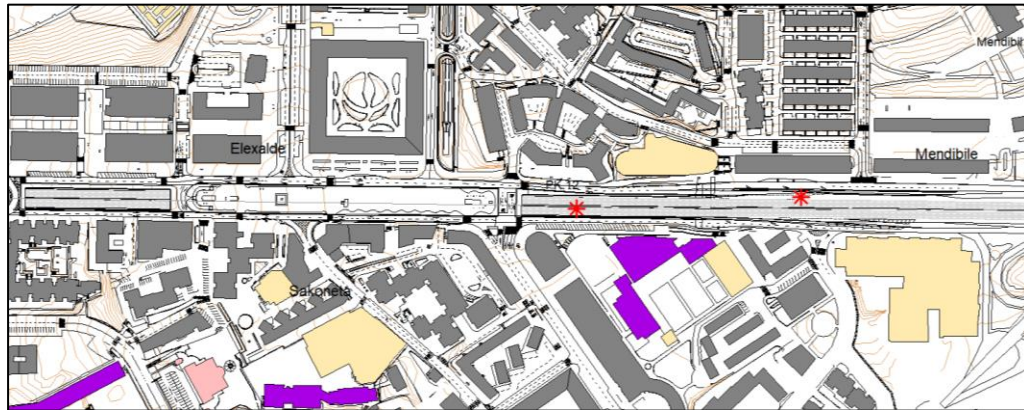


Figura 7: Localización puntos de medida. Imágenes medida

Fuente: Elaboración propia

En cada punto de medición se han realizado pasos de vehículos aislados a una velocidad controlada de 60 y 80 km/h.

Los resultados obtenidos en cada punto y para condición de medida han sido:

	VELOCIDAD PASO	SEL dB(A)
PUNTO MEDIDA 1	60 KM/H	82,0
	80 KM/H	85,2
PUNTO MEDIDA 2	60 KM/H	74,7
	80 KM/H	76,1

Como se observa, los niveles de ruido obtenidos en el punto 1 son considerablemente superiores a los medidos en el punto 2, lo cual es debido en parte a la contribución del campo reverberante producido por las paredes laterales de la trinchera, pero también por el tipo de pavimento de esta zona, que está en peor estado que el del punto de medida 2.

Los resultados obtenidos en las mediciones se han comparado con los obtenidos en el método de cálculo para el pass-by de un vehículo en las mismas condiciones. De esta comparación se llega a la conclusión de que los resultados de las medidas realizadas muestran una desviación respecto a los resultados del modelo acústico de alrededor de 6 dB(A) por encima en el punto 1 lo cual está en consonancia con las comparativas realizadas en los estudios anteriores, donde las diferencias encontradas se situaban en torno a 4 dB(A), teniendo en cuenta que la comparativa actual se ha realizado con un método de cálculo distinto al utilizado en el estudio previo, que resultaba algo más desfavorable.

En cuanto al punto 2, las medidas se ajustan a los resultados obtenidos en el modelo acústico.

Por tanto, considerando estos resultados, se ha aplicado una corrección sobre el pavimento 1 de 5 decibelios, aplicado sobre los coeficientes definidos en el método CNOSSOS-EU.

6 DATOS DE ENTRADA

Los datos de entrada a recopilar son los relativos a la cartografía de la zona existente en la actualidad correspondiente a los tramos del proyecto, así como las características de los focos para la definición de sus niveles de emisión.

En la siguiente tabla los datos de tráfico empleados en el estudio para el tronco de la carretera BI-637 hacen referencia a las intensidades de tráfico diarias medias, % pesados y velocidades.

TRAMO	IMD	% Pesados	Velocidad (km/h)	
			Ligeros	Pesados
TRONCO TÚNELES AVANZADA	92.896	3	80	80

Tabla 1. Datos de partida de tráfico

7 SITUACIÓN ACTUAL

Actualmente los niveles de ruido que soportan las viviendas situadas junto a los túneles de La Avanzada, superan los objetivos de calidad acústica (en adelante OCAs) establecidos ($L_n=55$ dB(A)) en más de 10 dB(A) durante el periodo nocturno, periodo más desfavorable.

Las siguientes imágenes muestran los niveles de ruido obtenidos durante el periodo nocturno en la altura más desfavorable de cada receptor:

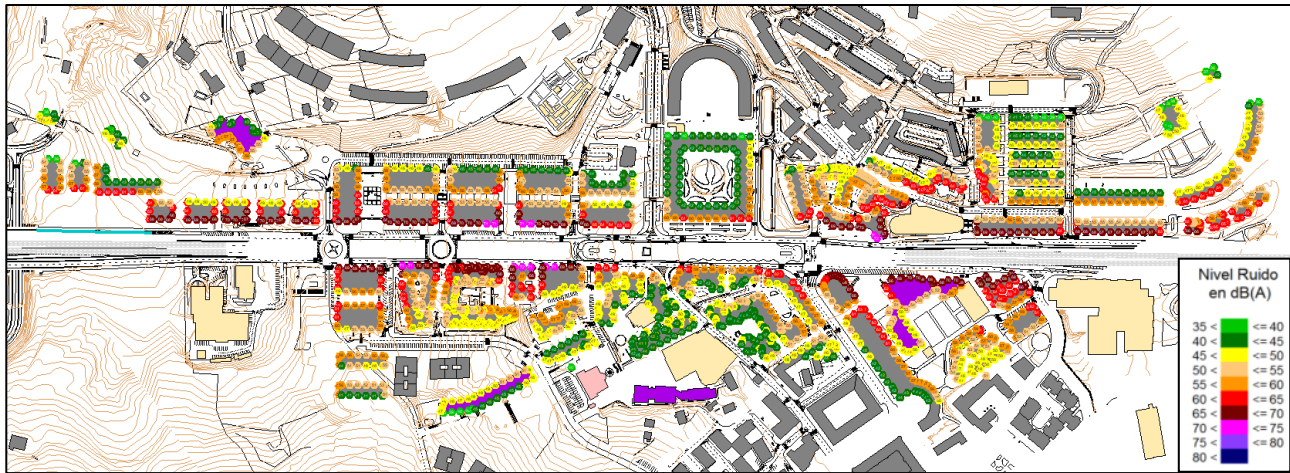


Figura 8: Niveles de ruido en fachada producidos por la carretera BI-637. Periodo noche. L_n

Fuente: Elaboración propia

Anejo 11. Estudio Acústico

Además el incumplimiento de niveles afecta en similar medida a casi todas las alturas de las viviendas, tal y como se muestra en las siguientes imágenes de detalle:

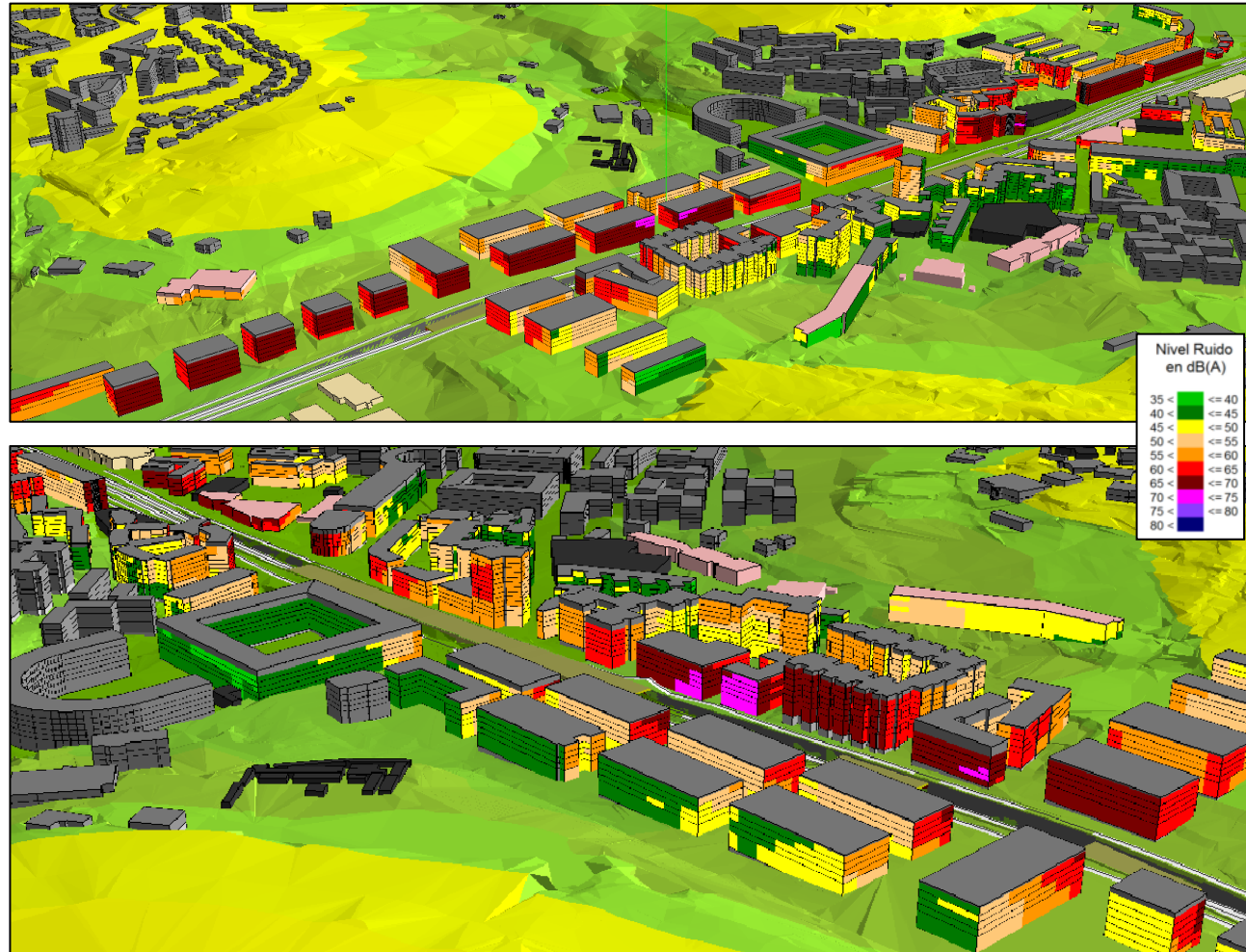


Figura 9: Niveles de ruido en fachada en 3D producidos por la carretera BI-637 . Período noche. Ln

Fuente: Elaboración propia

Con los resultados obtenidos resulta necesario adoptar las medidas correctoras necesarias que reduzcan estos niveles de ruido generado por la carretera.

Sin embargo, en la zona de La Avanzada, no sólo existe el ruido rodado producido por la carretera BI-637, sino que también está el producido por los viales laterales a la carretera que dan acceso al municipio de Leioa: Avda. Iparragirre.

Estas vías laterales, aunque en términos globales sólo suponen el aumento de entre 0 y 1 dB(A) de los niveles totales de ruido en la zona (teniendo en cuenta también la carretera BI-637), en algunos casos por si solas ya suponen la superación de los OCA en las viviendas cercanas.

En la siguiente imagen se muestran los niveles de ruido obtenidos con la contribución de la BI-637 y las vías laterales:

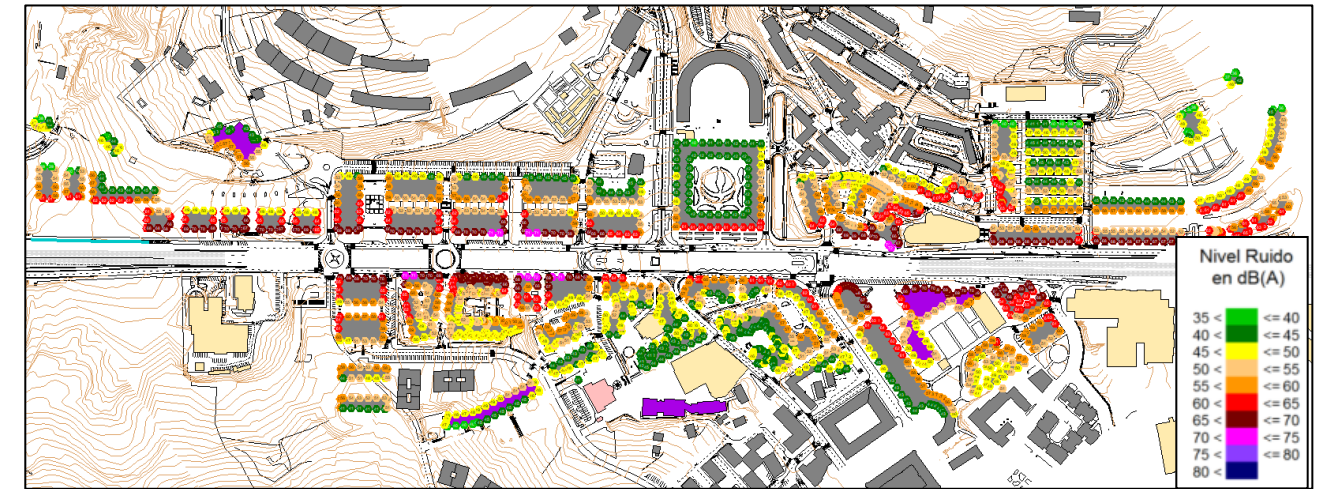


Figura 10: Niveles de ruido en fachada producidos por la carretera BI-637 y las vías laterales. Período noche. Ln

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente imagen se muestran los niveles de ruido obtenidos solo con la contribución de las vías laterales:

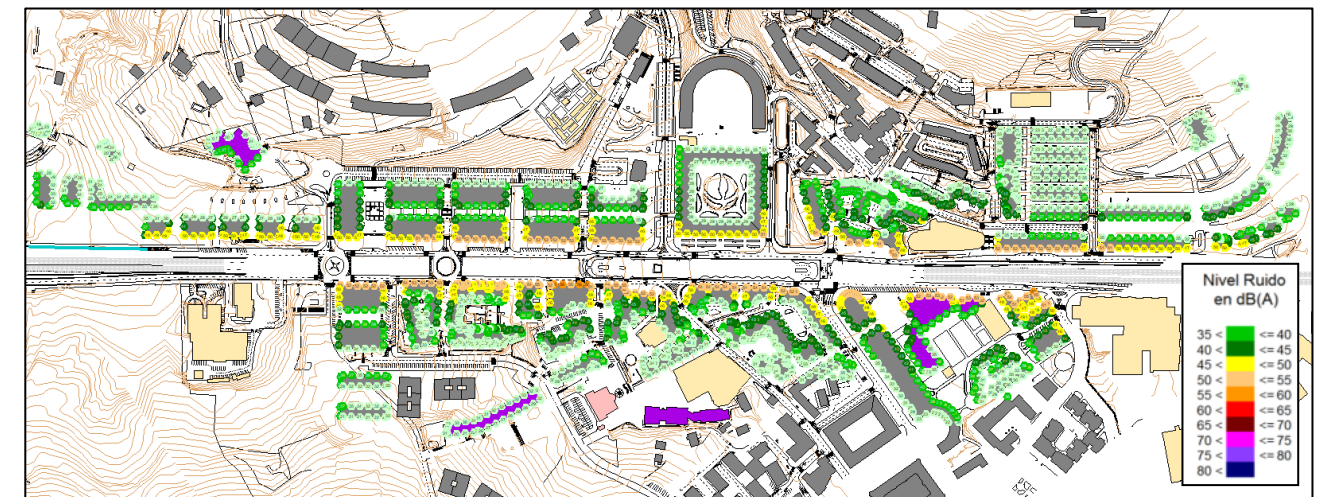


Figura 11: Niveles de ruido en fachada producidos por las vías laterales. Período noche. Ln

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, para lograr el cumplimiento de los OCA en todos los edificios será necesario no sólo actuar en la carretera BI-637 sino también en las vías laterales.

Si bien hay que señalar que la incidencia de estas será apreciable únicamente en algunos de los edificios.

Una vez analizada esta incidencia, para los análisis de soluciones que se van a realizar, solo se va a tener en cuenta la afección que generará el tronco de la carretera BI-637, obviando las vías laterales puesto que se pretende observar el beneficio acústico generado por cada solución sobre el ruido generado por dicha carretera.

8 ANÁLISIS ACÚSTICO DE LA SOLUCIÓN DE PROYECTO

La solución planteada en el proyecto consiste en:

- Cubrición total de las trincheras centrales de La Avanzada
- Aumento de la longitud del túnel 90 m. en las bocas de entrada

Sin aplicar medidas correctoras adicionales, se ha analizado efecto obtenido tras la adopción de esta solución, de manera que los niveles de ruido obtenidos son los siguientes:

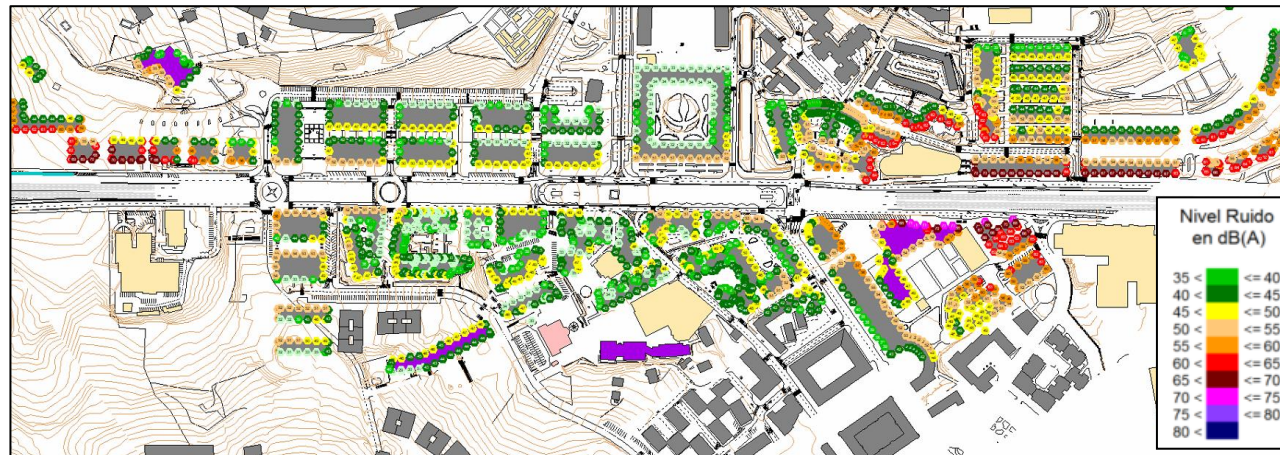


Figura 12: Niveles de ruido en fachada producidos por la carretera BI-637 con solución de proyecto. Periodo noche. Ln

Fuente: Elaboración propia

Se observa una reducción importante de niveles en la zona central afectada por La Avanzada, debido a que los tramos en trinchera desaparecen, eliminando el conflicto en esta zona debido al ruido que genera La Avanzada, dejando únicamente afección en las zonas de las bocas de túnel.

En las siguientes imágenes se muestran detalles de los resultados que se obtendrán en las dos bocas:

Boca Bilbao



Figura 13: Niveles de ruido en fachada producidos por la carretera BI-637 con solución de proyecto. Boca Bilbao. Periodo noche. Ln

Fuente: Elaboración propia

Los niveles de ruido que se obtienen a la salida de la boca del túnel muestran niveles de ruido 15 dB(A) superiores al OCA nocturno ($L_n=55$ dB(A)). Estando afectadas las viviendas a ambos lados de la carretera. Además, en la margen izquierda hay un centro educativo que se encuentra afectado (hay que tener en cuenta que este edificio no tiene uso durante este periodo, si bien durante el día la afección es en torno a 3-4 dB(A) menor)

Anejo 11. Estudio Acústico

Boca Getxo

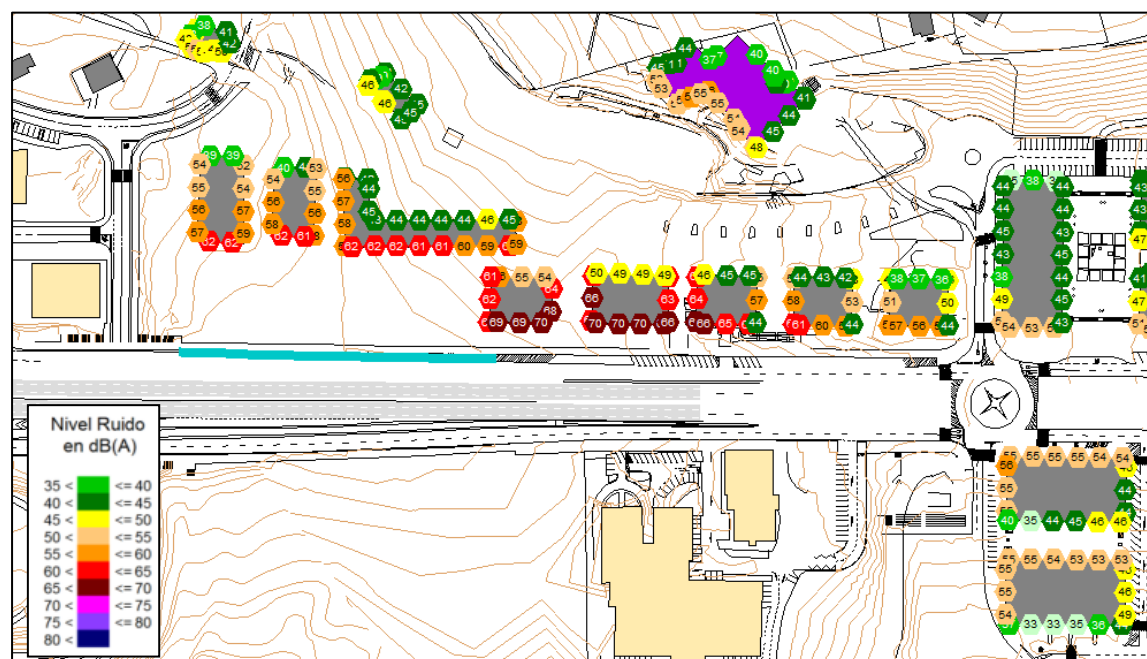


Figura 14: Niveles de ruido en fachada producidos por la carretera BI-637 con solución de proyecto. Boca Getxo. Periodo noche. Ln

Fuente: Elaboración propia

En este caso la afección se concentre en el margen derecho donde hay viviendas que superarán el OCA en más de 10 dB(A).

Partiendo de esta solución, se han planteado actuaciones complementarias para reducir la afección de las viviendas que seguirán sufriendo el ruido producido por la carretera BI-637 a pesar de la cubrición de la misma.

Estas actuaciones complementarias han consistido en:

- Renovación del pavimento de La Avanzada
- Tratamiento absorbente del interior del túnel.
- Colocación de pantallas acústica de 3m. a la salida de las bocas del túnel
- Colocación de pantallas acústica de 4m. a la salida de las bocas del túnel
- Colocación de pantallas acústica de 5m. a la salida de las bocas del túnel
- Colocación de pantallas acústicas de 3m. a la salida de las bocas del túnel + pantalla acústica en mediana (sustitución de New Jersey) de 3m.
- Colocación de pantallas acústicas de 4m. a la salida de las bocas del túnel + pantalla acústica en mediana (sustitución de New Jersey) de 3m.
- Colocación de pantallas acústicas de 5m. a la salida de las bocas del túnel + pantalla acústica en mediana (sustitución de New Jersey) de 3m.

8.1 Renovación de pavimento

Como se ha podido comprobar durante la realización de las mediciones acústicas, hay dos tipos de pavimento en la carretera BI-637 en la zona de estudio, siendo uno mucho más ruidoso que el otro, producido posiblemente por su mal estado, lo que hace incrementar considerablemente los niveles de ruido respecto al otro.

Por ello la primera medida que se propone es cambiar el pavimento por uno convencional nuevo. Esto tendría un efecto significativo en los niveles de ruido ya que en la zona próxima a la boca y zona afectada por el tramo existente que quedaría fuera del túnel, se prevé una reducción de niveles de ruido de 3-4 dB(A).

En las siguientes imágenes se muestra el beneficio que generará esta solución:

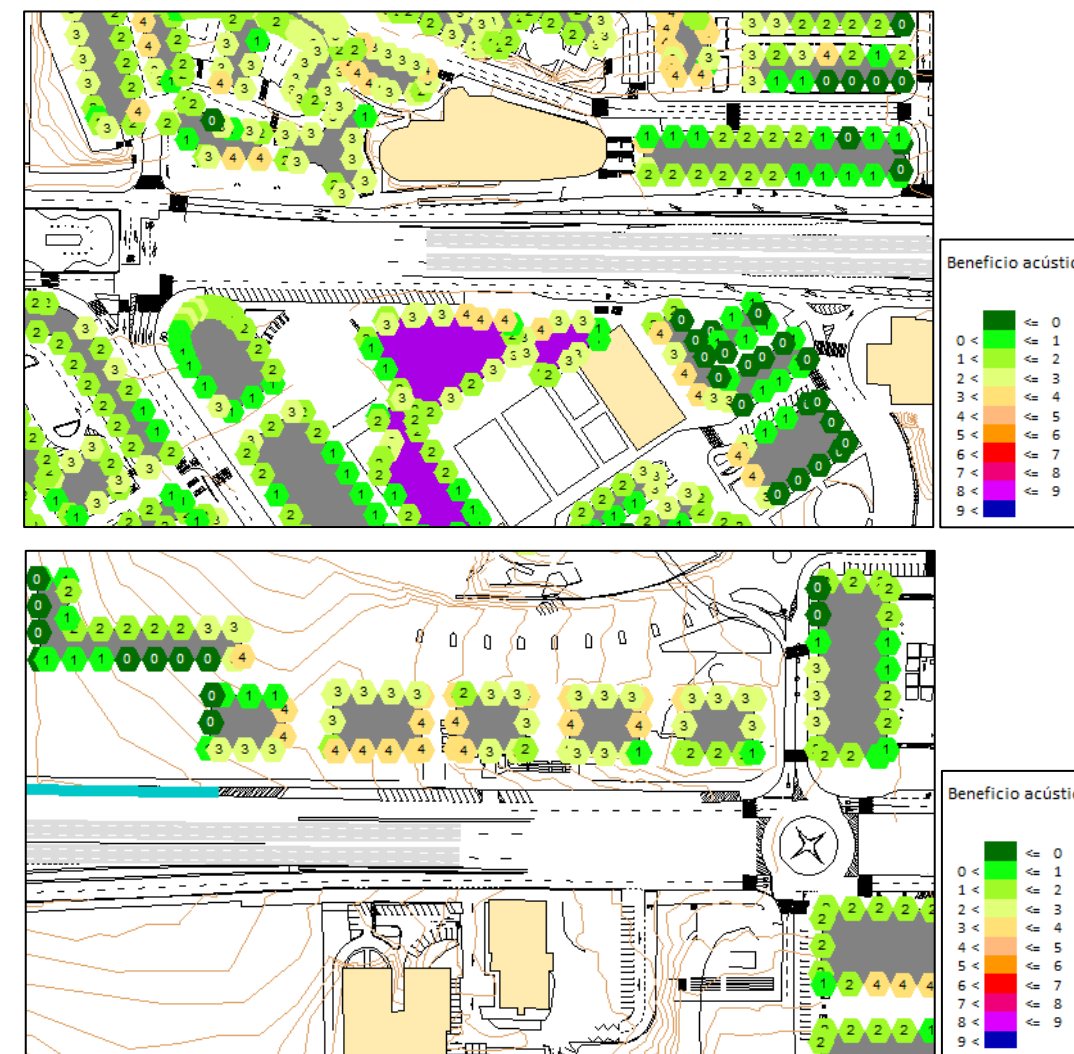


Figura 15: Beneficio acústico producido por el cambio de pavimento

Fuente: Elaboración propia

El efecto producido por el cambio del pavimento se extiende más allá de la zona donde se produce este cambio, si bien se va reduciendo a medida que se alejan los edificios de esta zona.

8.2 Tratamiento absorbente del túnel

El tratamiento absorbente en el interior del túnel tiene un beneficio significativo en los edificios que se sitúan junto a las bocas del túnel.

En el caso de la boca Bilbao, los edificios más beneficiados son los ubicados al sur de la carretera, ya que están más cerca de la boca y se sitúan más próximos a ella.

En el caso de la boca Getxo, el beneficio de esta actuación es mayor puesto que los edificios se sitúan más cerca de la carretera y la boca por lo que están más afectados por el ruido que genera el propio túnel.

Anejo 11. Estudio Acústico

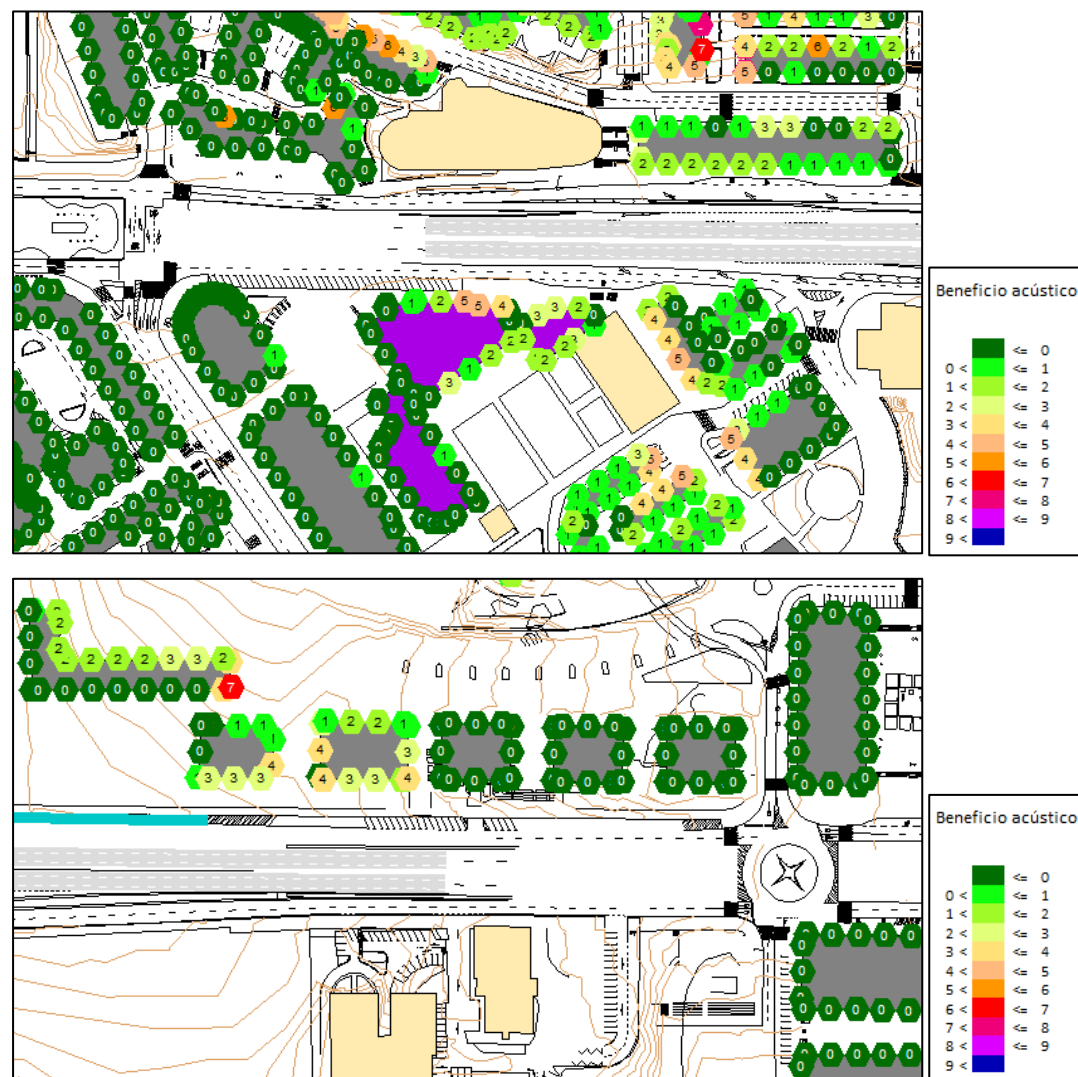


Figura 16: Beneficio acústico producido por el tratamiento absorbente en el túnel

Fuente: Elaboración propia

Esta actuación por tanto, tiene como objetivo reducir el aumento de niveles que se producirá por el efecto boca en los edificios más cercanos a las nuevas bocas del túnel, limitándose su efecto a los edificios más próximos.

Por otro lado, hay que tener en cuenta que las dos actuaciones adicionales planteadas, ayudarán a reducir los niveles de ruido que se producen dentro del túnel, y con ello se reduce la emisión que puede salir a través del material que se coloque en las cubiertas de los nuevos túneles, haciendo que no se reduzca la mejora que produce el túnel mismo.

8.3 Colocación de pantallas acústicas

Se ha analizado la posibilidad de colocar pantallas acústicas de diferentes tamaños en la zona que queda sin cubrir dentro del ámbito de estudio.

La pantalla acústica se ha colocado donde resulta más eficaz, esto es en la zona más próxima a la carretera de La Avanzada, en la zona donde existe actualmente el murete con la jardinera, se ubica la pantalla encima del murete, sustituyendo la jardinera, para ganar altura eficaz:

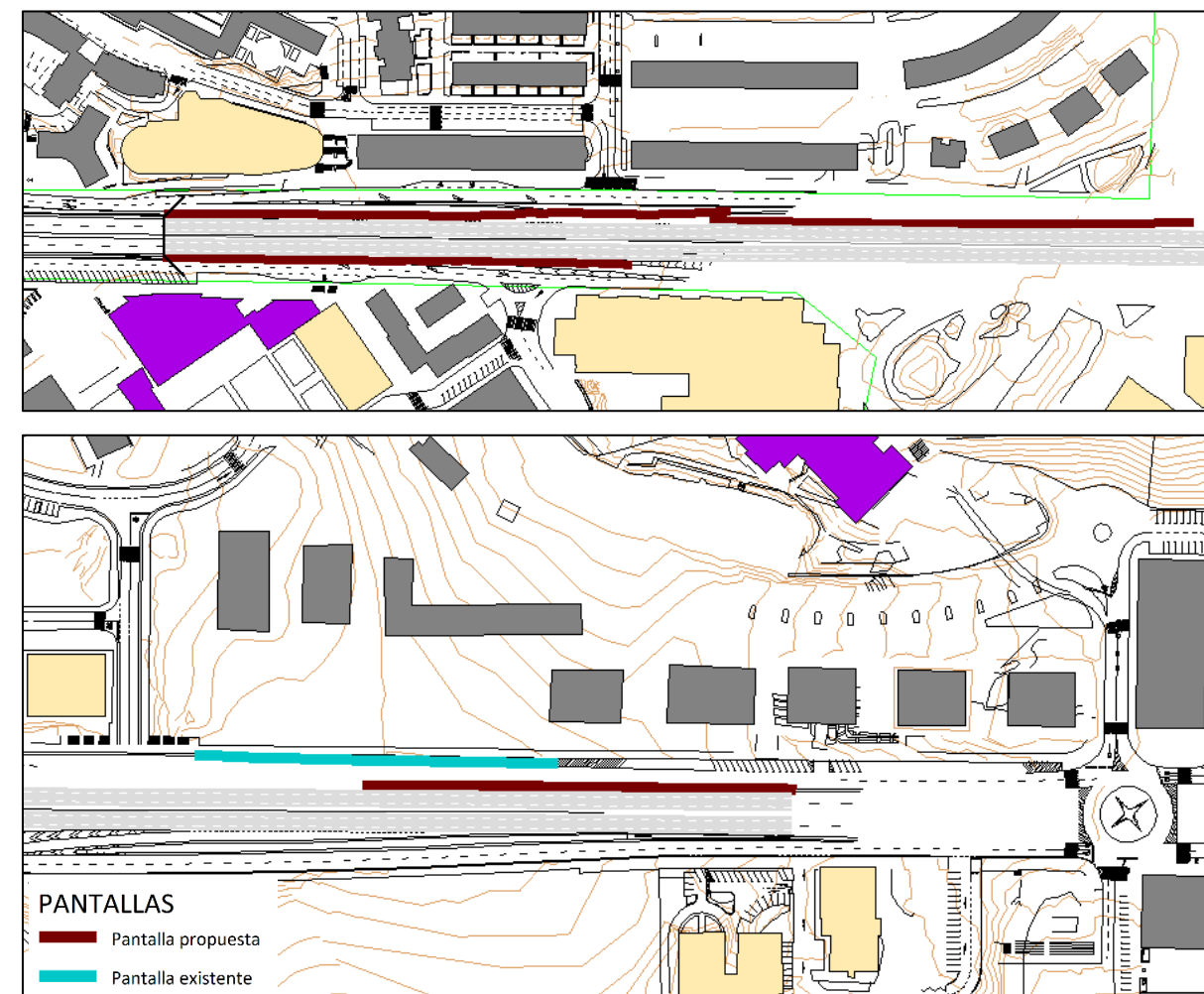


Figura 17: Ubicación pantallas acústicas

Fuente: Elaboración propia

Se ha optimizado la longitud de la pantalla de manera que se selecciona la longitud necesaria teniendo en cuenta el beneficio que aporta, de manera que se evitan sobredimensionamientos innecesarios.

Respecto a la altura de la pantalla se han considerado 3 alturas de 3, 4 y 5m.

En el caso de la pantalla ubicada en la mediana, se estima una altura máxima de 3m.

En las siguientes imágenes se muestran los niveles de ruido obtenidos sin pantalla, con pantalla en borde de carretera y con pantalla en borde de carretera de alturas 3, 4 y 5 m. En todos los escenarios se parte de la aplicación de las dos actuaciones anteriores (tratamiento absorbente y cambio de pavimento).

Anejo 11. Estudio Acústico

Boca Bilbao

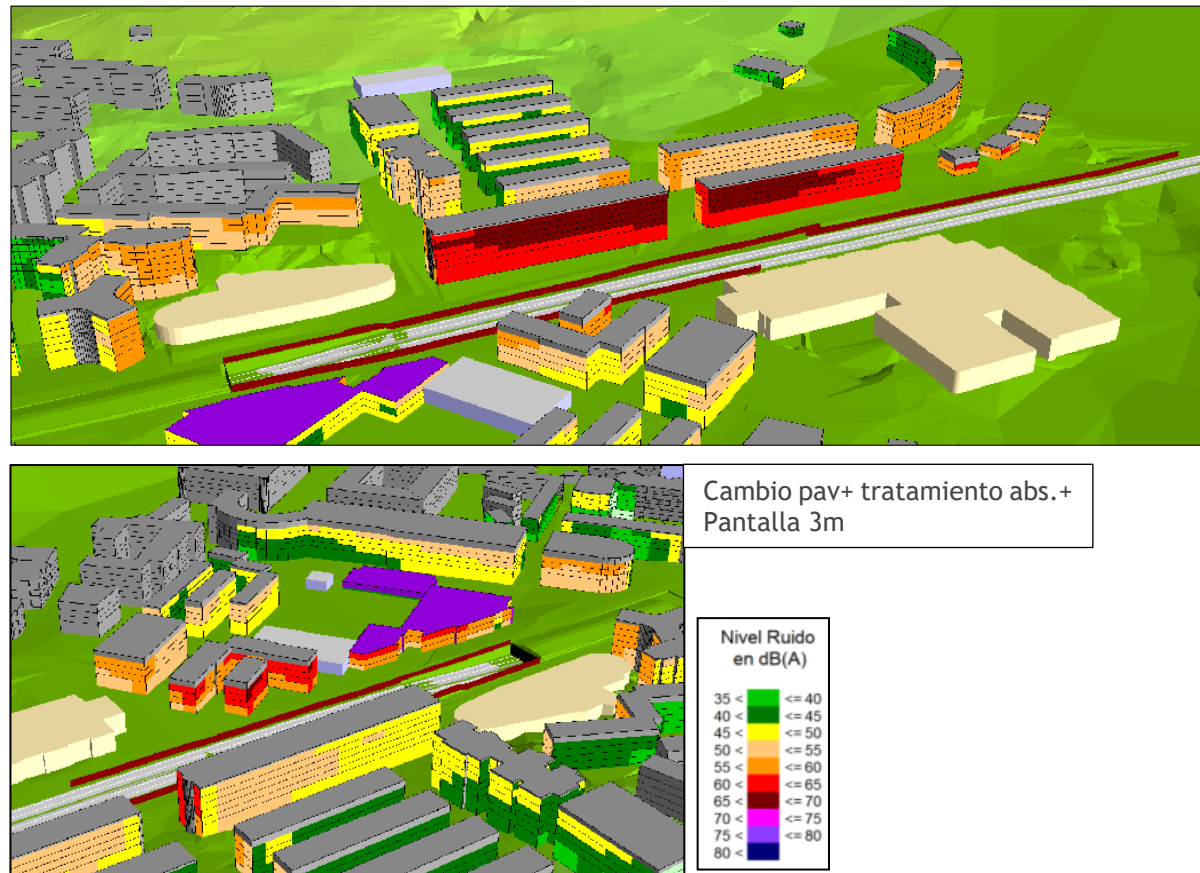


Figura 18: Niveles de ruido en fachada producidos por la carretera BI-637. Solución de proyecto con cambio de pavimento, tratamiento absorbente en túnel y pantalla de 3m. Boca Bilbao. Periodo noche. Ln

Fuente: Elaboración propia

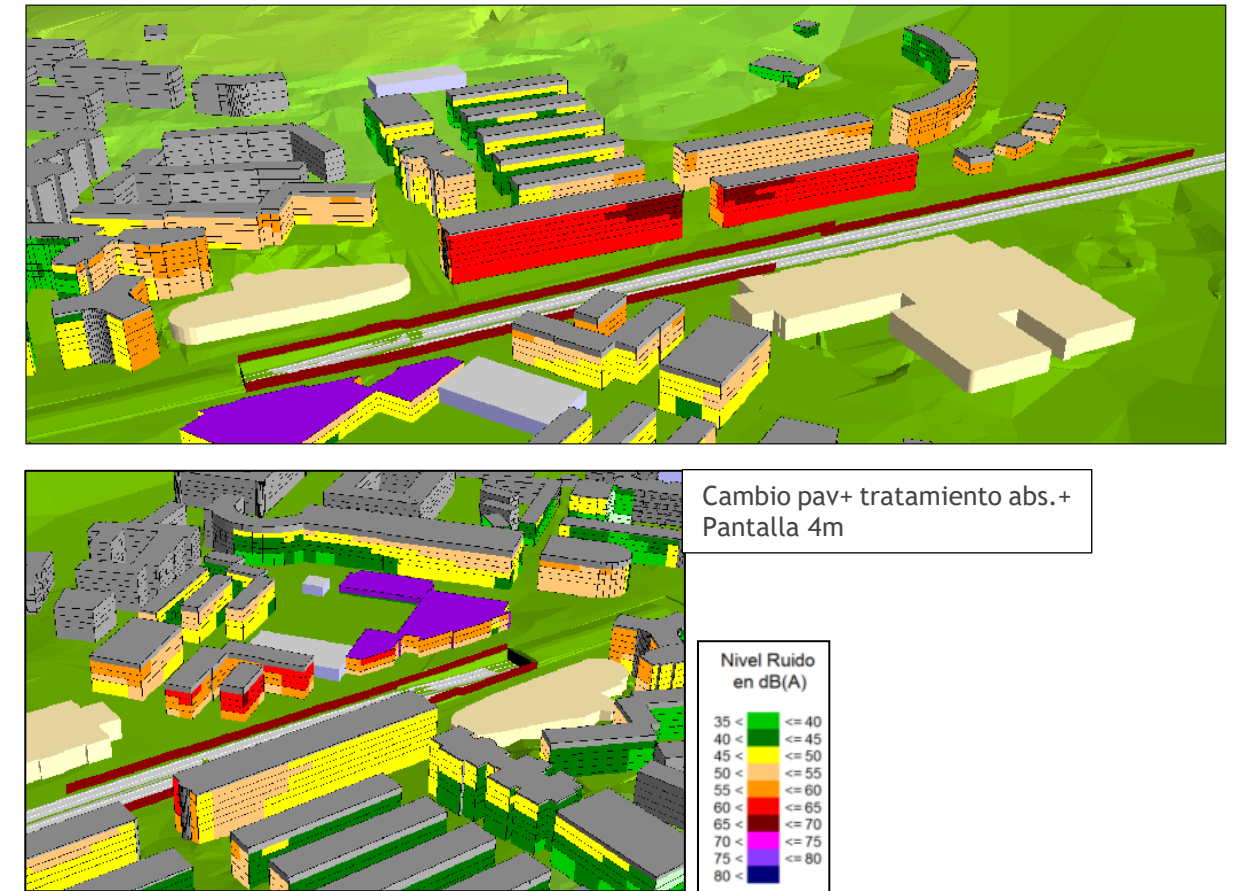


Figura 19: Niveles de ruido en fachada producidos por la carretera BI-637. Solución de proyecto con cambio de pavimento, tratamiento absorbente en túnel y pantalla de 4m. Boca Bilbao. Periodo noche. Ln

Fuente: Elaboración propia

Anejo 11. Estudio Acústico

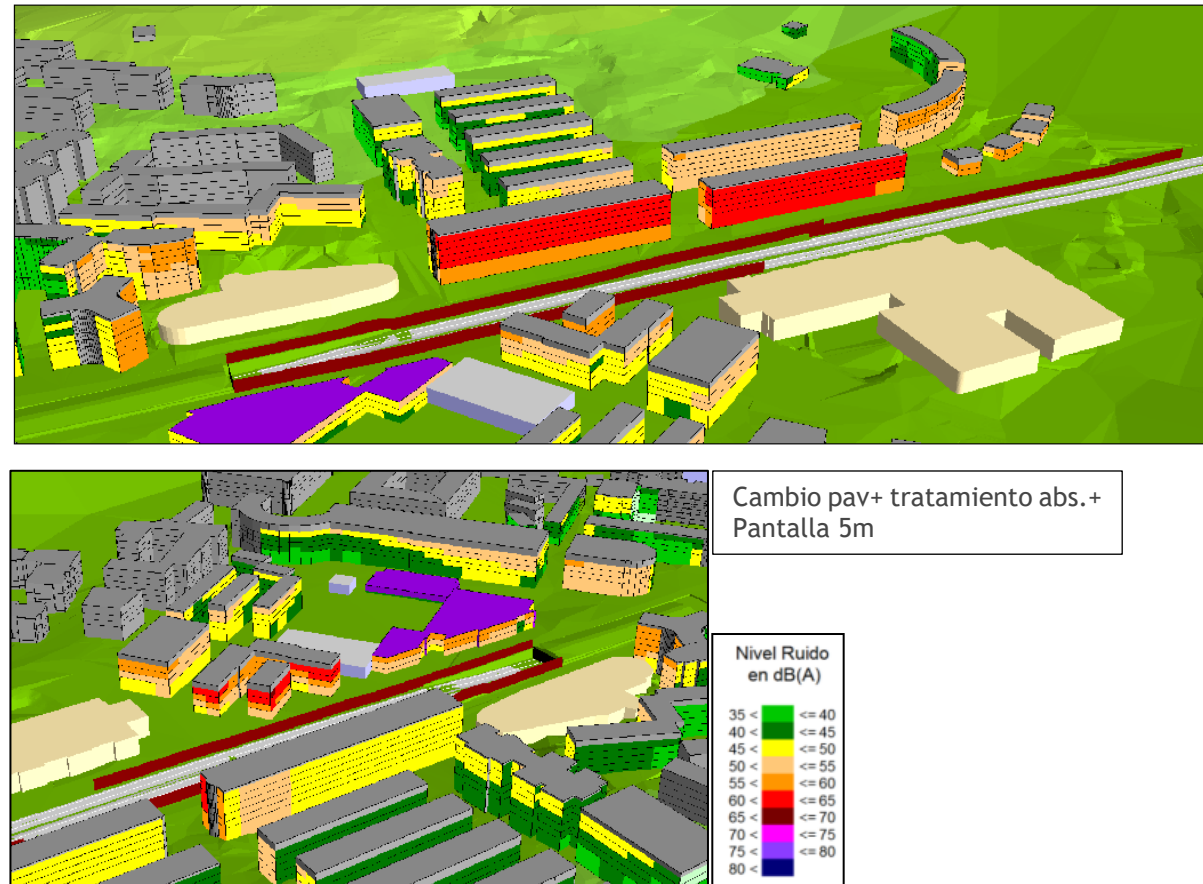


Figura 20: Niveles de ruido en fachada producidos por la carretera BI-637. Solución de proyecto con cambio de pavimento, tratamiento absorbente en túnel y pantalla de 5m. Boca Bilbao. Periodo noche. Ln

Fuente: Elaboración propia

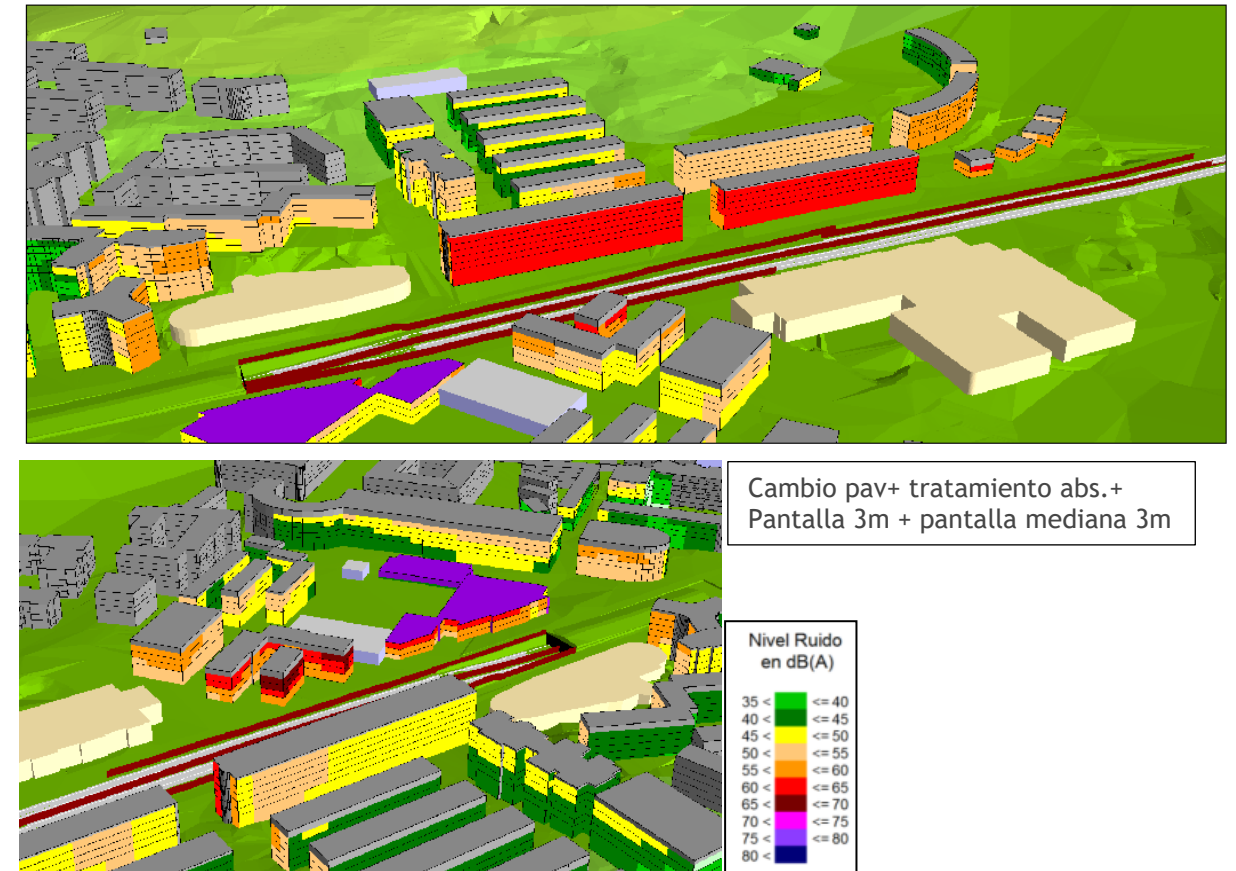


Figura 21: Niveles de ruido en fachada producidos por la carretera BI-637. Solución de proyecto con cambio de pavimento, tratamiento absorbente en túnel y pantalla de 3m. y pantalla de 3m. en mediana. Boca Bilbao. Periodo noche. Ln

Fuente: Elaboración propia

Boca Getxo



Figura 22: Niveles de ruido en fachada producidos por la carretera BI-637. Solución de proyecto con cambio de pavimento, tratamiento absorbente en túnel y pantalla 3m. Boca Getxo. Periodo noche. Ln

Fuente: Elaboración propia

Anejo 11. Estudio Acústico



Figura 23: Niveles de ruido en fachada producidos por la carretera BI-637. Solución de proyecto con cambio de pavimento, tratamiento absorbente en túnel y pantalla 4m. Boca Getxo. Periodo noche. Ln

Fuente: Elaboración propia

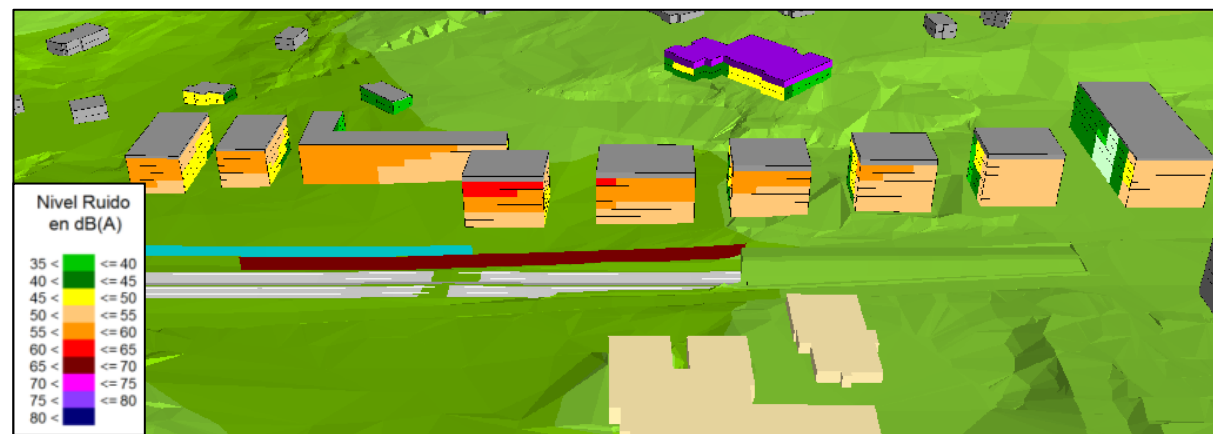


Figura 24: Niveles de ruido en fachada producidos por la carretera BI-637. Solución de proyecto con cambio de pavimento, tratamiento absorbente en túnel y pantalla 5m. Boca Getxo. Periodo noche. Ln

Fuente: Elaboración propia

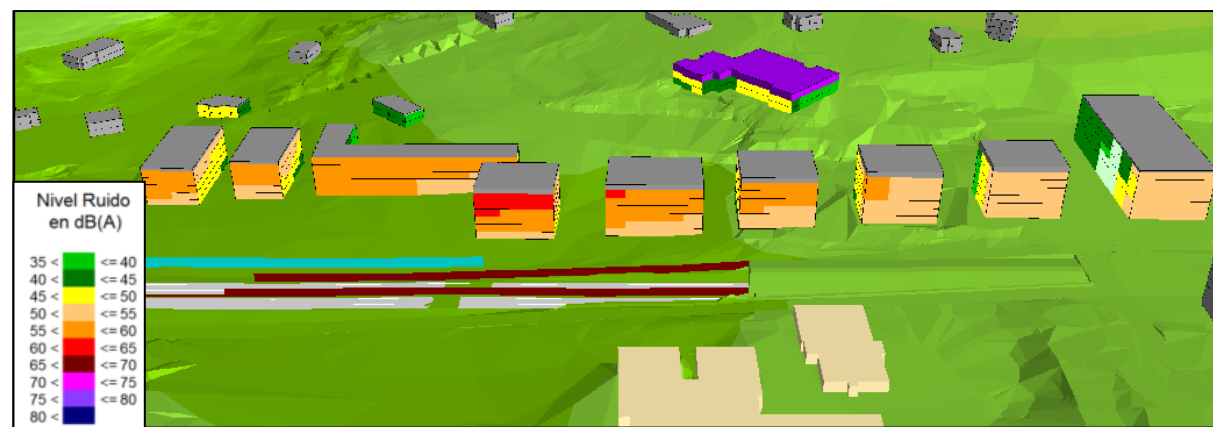


Figura 25: Niveles de ruido en fachada producidos por la carretera BI-637. Solución de proyecto con cambio de pavimento, tratamiento absorbente en túnel y pantalla de 3m. y pantalla de 3m. en mediana. Boca Getxo. Periodo noche. Ln

Fuente: Elaboración propia

Como se observa, las pantallas acústicas son efectivas en las plantas más bajas de los edificios, reduciendo esta efectividad a medida que aumenta la altura del receptor, y disminuya la altura de la pantalla.

Cuanto mayor sea la altura de la pantalla, a mayor número de plantas beneficiará. Sin embargo, la altura de la pantalla estará limitada por otros aspectos como la seguridad, el espacio para su colocación o por temas estéticos ya que generan un impacto visual muy importante.

Por otro lado, se observa que la colocación de la pantalla en la mediana acompañando a una pantalla de 3m. consigue unos resultados similares a aumentar la altura de la pantalla externa a 5m.

Anejo 11. Estudio Acústico

9 ANALISIS DE LA POBLACIÓN MEJORADA

Para visualizar mejor el beneficio que genera cada configuración analizada, se ha analizado el beneficio aportado en términos de población afectada.

En la siguiente gráfica muestra la población afectada por encima de un determinado nivel de ruido para el índice Ln, tanto en la situación de partida como tras la colocación de cada una de las configuraciones analizadas:

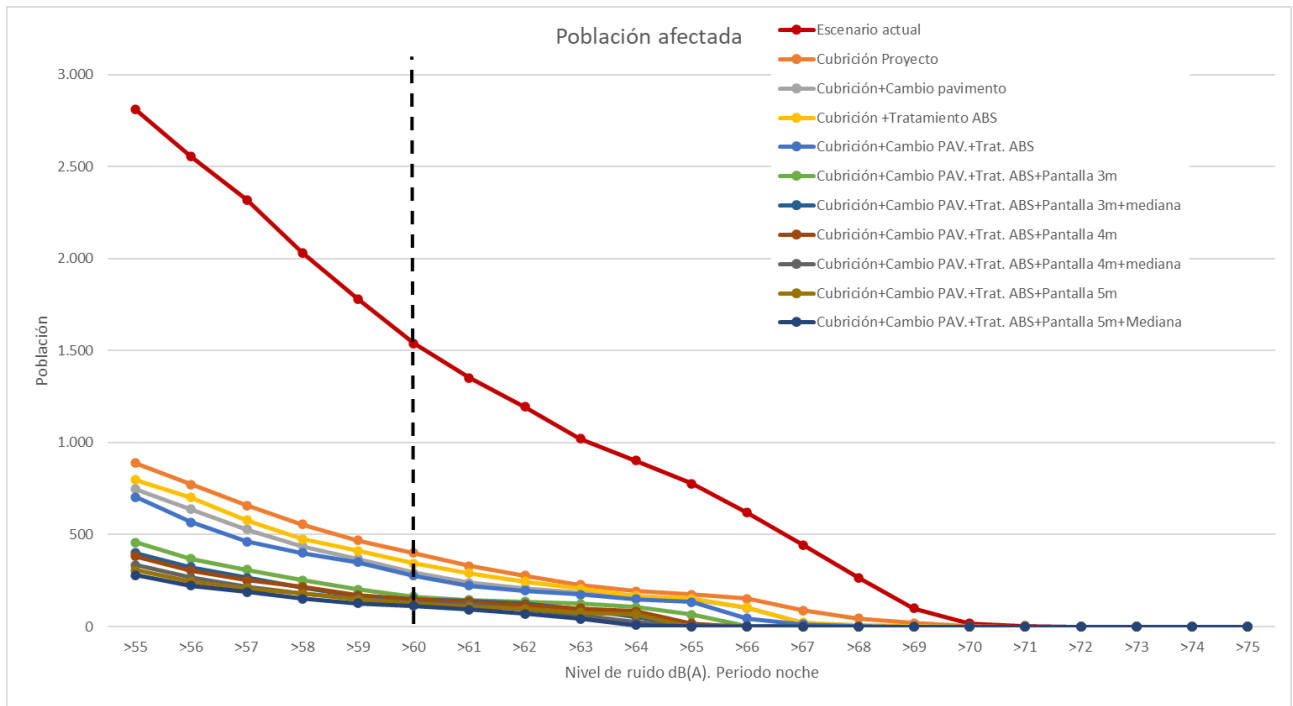


Figura 26: Gráfica de población afectada

Fuente: Elaboración propia

Para observar más en detalle cómo afectan a la población las soluciones analizadas, se presenta un zoom de la gráfica anterior en la que sólo se ve la afección que producen las soluciones a partir del valor OCA (Ln= 55 dB(A)).

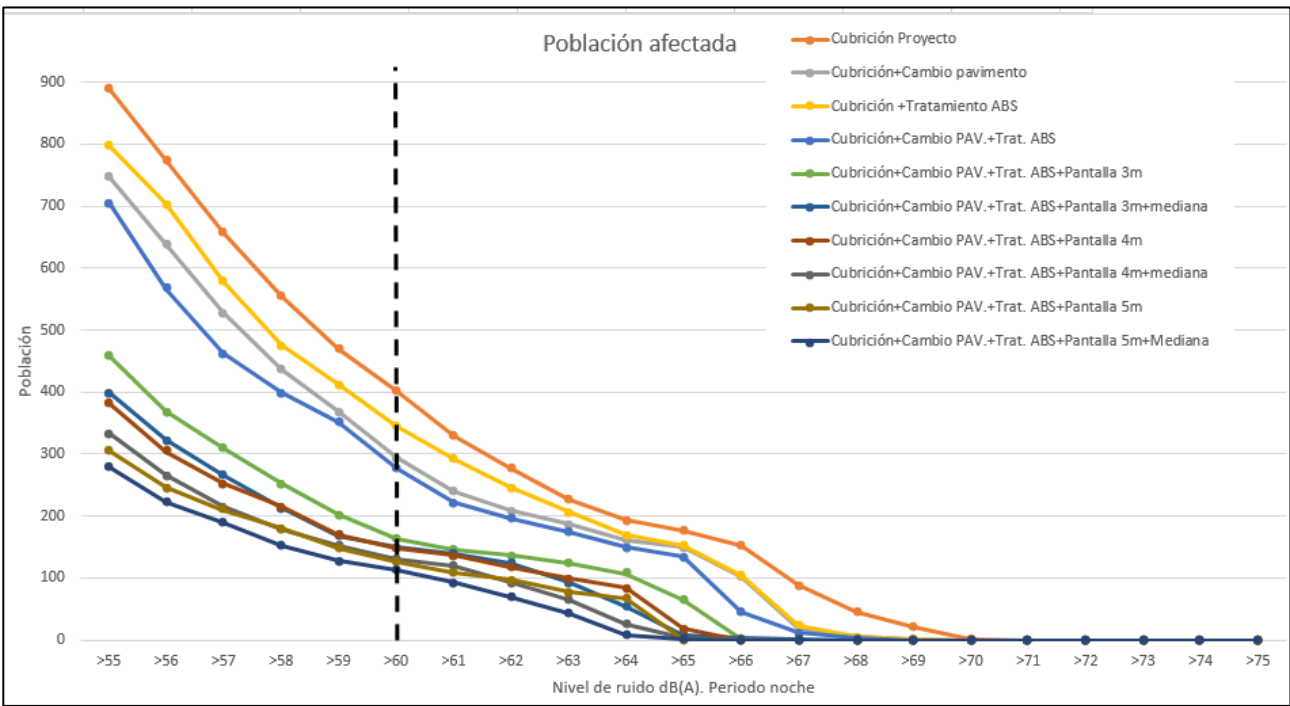


Figura 27: Gráfica de población afectada soluciones

Fuente: Elaboración propia

Para completar esta gráfica, se incluyen las siguientes tablas que cuantifican la población afectada por encima de un determinado valor:

	>55	>60	>62	>65	>70
Escenario actual	2.773	1.538	1.195	777	18
Cubrición Proyecto	889	402	277	176	2
Cubrición+ Cambio pavimento	748	294	208	150	0
Cubrición +Tratamiento ABS	798	345	247	153	0
Cubrición+ Cambio PAV.+Trat. ABS	705	278	196	134	0
Cubrición+ Cambio PAV.+Trat. ABS+ Pantalla 3m	457	164	137	65	0
Cubrición+ Cambio PAV.+Trat. ABS+ Pantalla 3m+mediana	400	149	124	7	0
Cubrición+ Cambio PAV.+Trat. ABS+ Pantalla 4m	383	148	118	18	0
Cubrición+ Cambio PAV.+Trat. ABS+ Pantalla 4m+mediana	335	131	93	2	0
Cubrición+ Cambio PAV.+Trat. ABS+ Pantalla 5m	306	126	97	0	0
Cubrición+ Cambio PAV.+Trat. ABS+ Pantalla 5m+mediana	280	113	69	0	0

Tabla 4: Población afectada por encima de unos niveles

Fuente: Decreto 213/2012

En la gráfica se observa cómo las actuaciones van consiguiendo que se vaya reduciendo la población afectada poco a poco.

La cubrición de la carretera supone reducir la población afectada a una tercera parte, eliminando la población que supera el OCA en más de 15 dB(A), y reduciendo notablemente la población que sufre niveles de ruido 10 dB(A) por encima del OCA.

Anejo 11. Estudio Acústico

El cambio de pavimento supone una mejora importante del ruido a costa de un coste relativamente reducido, y teniendo en cuenta que va a tener que ser ya una actuación a realizar, por su mal estado.

Esta actuación junto con el tratamiento absorbente en el interior del túnel, en una zona próxima a las bocas suponen una mejora que se centrará en los edificios más cercanos a las bocas de los túneles, por lo que en términos de población afectada no se observa claramente el gran beneficio que tienen, ya que se tiene en cuenta la población de todo el ámbito de estudio.

Sin embargo, ambas actuaciones se consideran necesarias e imprescindibles para reducir también el ruido en el interior del túnel, y evitar así que el campo reverberado haga que la cubrición propuesta sea insuficiente para eliminar el ruido que se genera el propio túnel.

La colocación de pantallas acústicas es efectiva en términos de población afectada, ya que mejoran acústicamente las zonas a continuación de la cubrición.

Por otro lado, la colocación de la pantalla en la mediana es más efectiva para alturas menores en las pantallas laterales.

10 ANÁLISIS CON CALLES LATERALES

No hay que olvidar que la mejora acústica que produce la cubrición de la carretera de La Avanzada estará condicionada por las vías laterales, ya que en la medida en que se cubra la carretera, el peso relativo de las vías laterales aumentará, haciendo que en algunos casos se incumplan los OCA a pesar del cumplimiento, debido a estas vías.

A continuación, se muestran los niveles obtenidos con la solución de: cubrición, tratamiento absorbente, cambio de pavimento y pantallas acústicas de 3m. en el borde de la carretera y mediana:

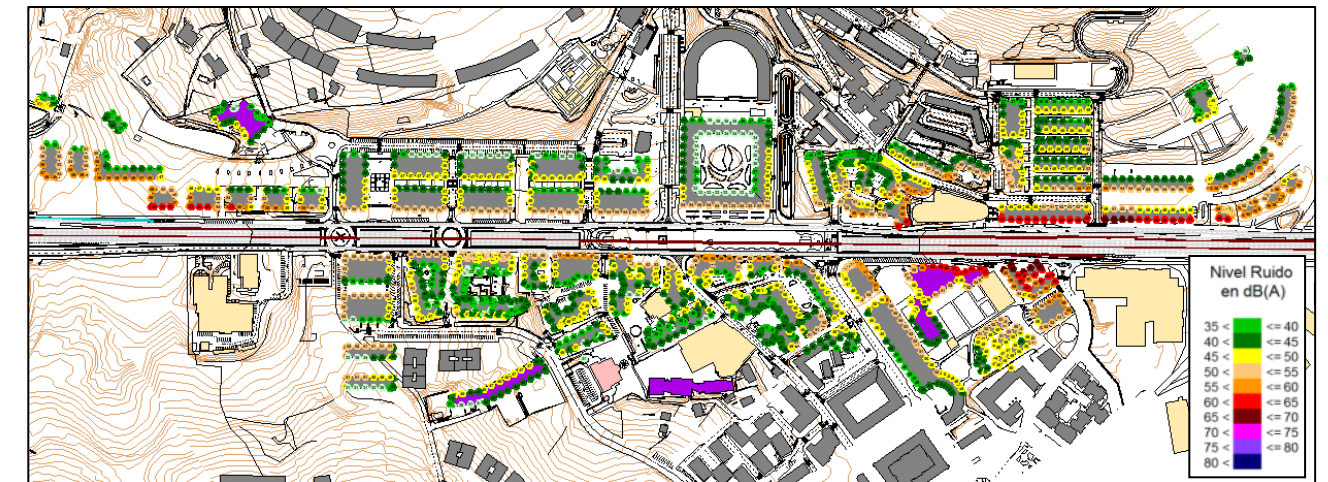


Figura 28: Niveles de ruido en fachada producidos por la carretera BI-637 y vías laterales. Solución de proyecto con cambio de pavimento, tratamiento absorbente en túnel y pantalla de 3m en borde y mediana. Boca Bilbao. Periodo noche. Ln

Fuente: Elaboración propia

Boca Bilbao



Anejo 11. Estudio Acústico

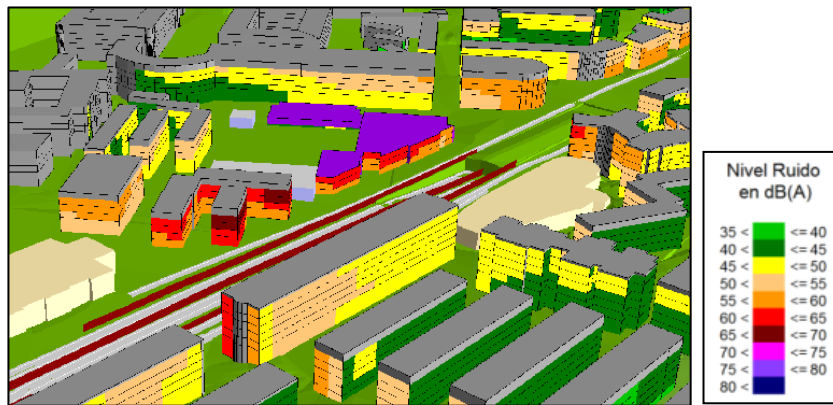


Figura 29: Niveles de ruido en fachada producidos por la carretera BI-637 y vías laterales. Solución de proyecto con cambio de pavimento, tratamiento absorbente en túnel y pantalla de 3m en borde y mediana. Boca Bilbao. Periodo noche. Ln

Fuente: Elaboración propia

Boca Getxo



Figura 30: Niveles de ruido en fachada producidos por la carretera BI-637 y vías laterales. Solución de proyecto con cambio de pavimento, tratamiento absorbente en túnel y pantalla de 3m en borde y mediana. Boca Getxo. Periodo noche. Ln

Fuente: Elaboración propia

Se observa cómo la contribución de las vías laterales hace que se superen los OCA establecidos en los edificios situados al sur de la carretera BI-637. Es decir, que a pesar de la mejora que produce la cubrición de la carretera de La Avanzada, las vías laterales supondrán que en algunos de los edificios se incumplan los OCA aplicables.

Para completar esta gráfica, se incluyen las siguientes tablas que cuantifican la población afectada por encima de un determinado valor, comparando el escenario calculado en este apartado teniendo en cuenta las vías laterales respecto a no tenerlas en cuenta:

	>55	>60	>62	>65	>70
Cubrición+ Cambio PAV.+Trat. ABS+ Pantalla 3m+mediana	400	149	124	7	0
Cubrición+ Cambio PAV.+Trat. ABS+ Pantalla 3m+mediana con vías laterales	522	167	136	19	0

Tabla 5: Comparativa población afectada por encima de unos niveles

Fuente: Decreto 213/2012

11 CONCLUSIONES Y ANÁLISIS PENDIENTES

Como se ha visto en los apartados anteriores, la cubierta prevista en la carretera BI-637 generará una reducción importante de los niveles de ruido que sufren los edificios existentes junto a la carretera, sobre todo en la zona central donde actualmente existen las trincheras entre rotondas.

Para reducir la afección en la zona cercana a las nuevas bocas se han propuesto diferentes actuaciones, entre las que se consideran necesarias las siguientes:

- Tratamiento absorbente en el interior del túnel en la zona próxima a las bocas
- Cambio de pavimento en el tramo de carretera que actualmente está muy deteriorado
- Colocación de pantallas acústicas

En cuanto a las pantallas acústicas, combinando criterios urbanísticos y acústicos se decide optar por la siguiente solución:

- Pantalla acústica de 3m. de altura en borde con las siguientes longitudes aproximadas:
 - Boca Bilbao:
 - Lado sentido Bilbao: 215 m
 - Lado Sentido Getxo: 475 m
 - Boca Getxo:
 - Lado Sentido Getxo: 170 m
- Pantalla acústica de 3m. de altura en mediana.
 - Boca Bilbao:
 - Mediana: 475 m
 - Boca Getxo:
 - Mediana: 170 m

Las dos primeras medidas tendrán una importante efectividad pero limitada a los edificios más próximos a las bocas, si bien se considera también efectiva para reducir los niveles de ruido dentro del túnel y evitar así que disminuya la efectividad de la cubierta propuesta por el aumento del campo reverberado.

El tratamiento absorbente podría limitarse únicamente a las paredes laterales, pero habrá que analizarlo en profundidad en función de las limitaciones constructivas que puedan existir.

Las pantallas acústicas podrían ser de cualquier material siempre y cuando se cumplan las siguientes condiciones:

- Boca Bilbao: Se recomienda colocar un material absorbente acústicamente en al menos los primeros 1,5m. de altura en las pantallas en el borde.
Se recomienda que la pantalla en mediana sea absorbente acústicamente, o al menos los primeros 1,5 m. de altura
- Boca Getxo: el material de la pantalla en mediana debe ser absorbente acústicamente, al menos en el lado orientado hacia los carriles sentido Getxo.

Los materiales finales deberán determinarse cuando se disponga de la solución final a colocar.

Con la solución final será necesario analizar la mejora que se produce y los niveles de ruido que finalmente sufrirán los edificios sin proteger, y en su caso, estimar los aislamientos necesarios para cumplir en el interior.