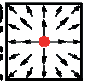


Proyecto de Urbanización de la
Unidad de Ejecución 1 de la
Actuación Integrada 1 del Área
Mixta de Zorrotzaurre.

**ANEJO N°28. PLAN ZONAL
ACÚSTICO DE
ZORROTZAURRE**



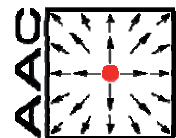
CLIENTE: COMISIÓN GESTORA ZORROTZAURRE



INFORME TÉCNICO PLAN ZONAL ACÚSTICO DE ZORROTZAURRE



Documento nº:130650 v.1
Fecha: octubre 2015
Nº de páginas incluida esta: 28 + Anexos



AAC Acústica + Lumínica

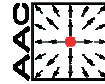
Parque Tecnológico de Álava
01510 MIÑANO (VITORIA-GASTEIZ)
Tf. 945 29 82 33 Fx. 945 29 82 61
aac@aacacustica.com - www.aacacustica.com

Razón social: AAC Centro de Acústica Aplicada SL

Delegaciones comerciales en:
MADRID – Telf. (+34) 687 424 838
LAS PALMAS DE GRAN CANARIA – Telf. (+34) 928 221 024

CONTROL DE CAMBIOS

Revisión	Fecha	Objeto
1	10/11/2016	INFORME FINAL DEL PLAN ZONAL ACÚSTICO



INFORME TÉCNICO

PLAN ZONAL ACÚSTICO DE ZORROTZAURRE

exp.: 13020	doc.: 130650	ABI / NNT / MTG	Fecha: 15-10-2015
-------------	--------------	-----------------	-------------------

Cliente: **ZORROTZAURRE COMISIÓN GESTORA**
C/ Colón de Larrategui, 13 – 2º
48001 Bilbao (BIZKAIA)

Solicitado por: D. Juan Carlos Sinde

RESUMEN

El presente informe detalla el Plan Zonal que debe acompañar a la declaración de Zona de Protección Acústica Especial para el desarrollo de Zorrotzaurre, cumpliendo los términos establecidos por el *Decreto 213/2012, de 16 de octubre, de contaminación acústica en la Comunidad Autónoma de País Vasco*.

El estudio pone de manifiesto el incumplimiento en el escenario futuro de los objetivos de calidad acústica (en adelante OCA) establecidos para nuevas áreas residenciales (uso predominante en la isla), por lo que se han analizado acústicamente diferentes alternativas de solución para cada foco de ruido que impacta en el futuro desarrollo.

Además de acústicamente, se han comparado las diferentes soluciones aplicando el Indicador de proporcionalidad económica de las soluciones (IPES), de forma que se pueda, por un lado establecer si cada solución es proporcional económicamente en función del beneficio que aporta, y por otro, establecer una serie de prioridades de actuación de ejecución de las soluciones.

Finalmente, se proponen como soluciones a corto plazo la colocación de una pantalla en la A-8, y reducción de velocidad en las calles internas para reducir los niveles de ruido en las viviendas; además de una serie de muros para proteger los espacios libres estanciales.

Las soluciones no son suficientes para cumplir con los OCA establecidos en el ambiente exterior, por lo que será necesario realizar un estudio específico del aislamiento acústico durante el proyecto constructivo de cada edificio, necesario para satisfacer los OCA aplicables en el espacio interior (dormitorios $L_n=30$ dB(A); estancias $L_n=35$ dB(A))

Se incluyen recomendaciones para mejorar el confort acústico de los espacio libres estanciales.

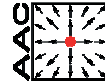
Miñano, Vitoria-Gasteiz, fecha del encabezamiento

VºBº

Alberto Bañuelos Irusta	Mónica Tomás Garrido



ÍNDICE		Pág.
1. OBJETO		5
2. ALCANCE		5
3. ZONIFICACIÓN ACÚSTICA Y OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA		6
4. ANÁLISIS DE SOLUCIONES PARA LA REDUCCIÓN DEL IMPACTO ACÚSTICO		8
4.1 SOLUCIONES PARA REDUCIR EL IMPACTO ACÚSTICO EN EL EXTERIOR		9
4.2 RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA PERCEPCIÓN SONORA EN LOS ESPACIOS LIBRES ABIERTOS Y DE ESTANCIA.		14
5. ANÁLISIS DEL COSTE/BENEFICIO DE LAS SOLUCIONES		16
5.1 METODOLOGÍA UTILIZADA PARA OBTENER EL INDICADOR IPES		17
5.2 RESULTADOS DEL INDICADOR IPES		20
6. ANÁLISIS DE LA REDUCCIÓN DE POBLACIÓN AFECTADA CON LAS SOLUCIONES PROPUESTAS		22
7. ANÁLISIS DEL NIVEL DE CONFLICTO ACÚSTICO PARA EL ESCENARIO FUTURO CON SOLUCIONES		26
8. SOLUCIONES PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA EN EL INTERIOR DE LA EDIFICACIÓN		27
9. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS SOLUCIONES PROPUESTAS Y CALENDARIO		28
ANEXO I: CARACTERÍSTICAS DE LA PANTALLA OPTIMIZADA PARA LA A-8		
ANEXO II: MAPAS		
M1. MAPA DE ZONIFICACIÓN ACÚSTICA		
Análisis por focos para el estudio de soluciones		
M2. MAPA DE FACHADAS DE CALLES. COMPARATIVA DE ESCENARIOS. PERÍODO NOCHE.		
M3. MAPA DE FACHADAS DE CARRETERAS (A-8 Y ENLACES). COMPARATIVA DE ESCENARIOS. PERÍODO NOCHE.		
M4. MAPA DE FACHADAS DE CARRETERAS (Av. MONTEVIDEO). COMPARATIVA DE ESCENARIOS. PERÍODO NOCHE.		
M5. MAPA DE RUIDO (a 2 m. de altura) DE CALLES. COMPARATIVA DE ESCENARIOS. PERÍODO DÍA.		
Análisis de niveles sonoros totales		
M6. MAPA DE FACHADAS DE NIVELES SONOROS TOTALES. ESCENARIO FUTURO. PERÍODO NOCHE.		
M7. MAPA DE FACHADAS DE NIVELES SONOROS TOTALES. ESCENARIO FUTURO CON SOLUCIONES. PERÍODO NOCHE.		
M8. MAPA DE RUIDO (a 2 m. de altura) DE NIVELES SONOROS TOTALES. ESCENARIO FUTURO CON SOLUCIONES. PERÍODO DÍA.		
M9. MAPA DE CONFLICTO EN FACHADA DE NIVELES SONOROS TOTALES. COMPARATIVA DE ESCENARIOS. PERÍODO NOCHE.		
M10. MAPA DE FACHADAS DE NIVELES SONOROS TOTALES. ESCENARIO FUTURO CON SOLUCIONES. PERÍODO DÍA.		



1. OBJETO

El objetivo del Plan Zonal Acústico de Zorrotzaurre es definir el conjunto de actuaciones a desarrollar, en la zona de protección acústica especial "Zorrotzaurre", con el fin de reducir la contaminación acústica, y orientadas en la medida de lo posible, a la consecución de los objetivos de calidad acústica que son de aplicación en la misma.

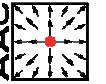
2. ALCANCE

El presente Plan Zonal, analizará las medidas y soluciones que resulten técnica y económicamente proporcionadas para proteger, en primera instancia, el ambiente exterior de las áreas acústicas. En el caso de no ser posible proteger el ambiente exterior hasta el cumplimiento de los objetivos de calidad acústica aplicables, se desarrollarán medidas complementarias para cumplir, en cualquier caso, con los objetivos de calidad en el interior de las edificaciones.

Para la definición de un Plan Zonal será necesaria la elaboración de mapas de ruido detallados:

- Mapas de fachada, considerando el sonido incidente en la totalidad de las fachadas con ventanas de las edificaciones sensibles a todas sus alturas,
- así como en el ambiente exterior a 2 metros de altura sobre el suelo en las zonas no edificadas (espacios libres previstos).
- También mapas de conflicto, que representan el exceso de niveles de ruido sobre los objetivos de calidad acústica (en el exterior).

Las evaluaciones acústicas permitirán estudiar el impacto acústico global sobre la zona, y el diseño de las correspondientes medidas correctoras, analizando cuál es el beneficio en términos acústicos de cada solución y la relación coste/beneficio del desarrollo del mismo.



3. ZONIFICACIÓN ACÚSTICA Y OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA

La zonificación acústica delimita las diferentes áreas acústicas y establece los objetivos de calidad acústica para cada área en función del uso predominante. El uso predominante en la ZPAE "Zorrotzaurre" es el residencial, aunque también hay previstos usos terciarios, equipamientos y espacios libres.

La zonificación acústica aprobada para la declaración de zona de protección acústica especial diferenciaba entre dos áreas acústicas:

- *área acústica de uso predominante residencial "existente"*. Se consideró como existente la zona que se encuentra ya urbanizada, localizada en el borde sur de la isla, y también en la zona de Deusto al otro lado de la ría.
- *área acústica de uso predominante residencial de "nuevo desarrollo"*. Que abarca prácticamente la totalidad de la isla, excepto el borde sur consolidado que además cuenta con edificaciones existentes.

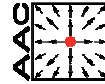
Los objetivos de calidad acústica para las diferentes áreas acústicas y usos de los edificios, están establecidos en el Decreto 213/2012, en el Anexo I, tablas A y B:

- La tabla A define los objetivos de calidad acústica para las diferentes áreas acústicas, objetivos de calidad acústica en el exterior.
- La tabla B, define los objetivos de calidad acústica para ruido aplicables al espacio interior habitable de edificaciones destinadas a viviendas, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales.

Se reproduce a continuación la tabla A del Anexo I del Decreto 213/2012:

Tabla A: Objetivos de calidad acústica para áreas urbanizadas existentes.

Tipo de área acústica	Índices de ruido		
	L _d	L _e	L _n
E Ámbitos/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
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 del contemplado en c).	70	70	65
C Ámbitos/Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de 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 infraestructura de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen.	(1)	(1)	(1)

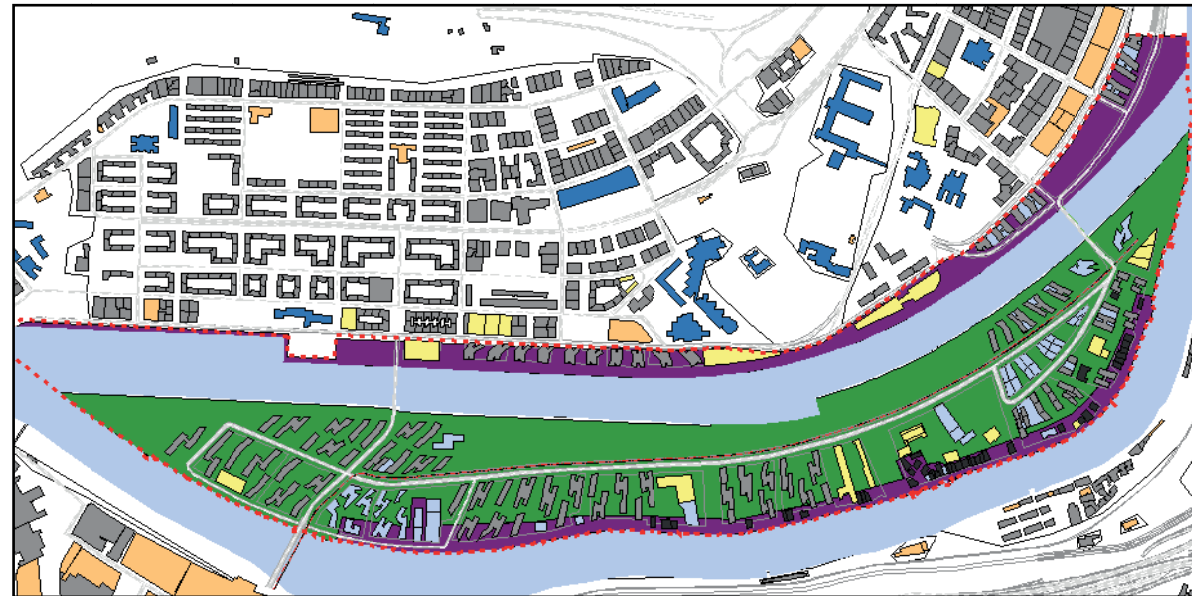


El art. 31 del Decreto 213/2012, establece que "Las áreas acústicas para las que se prevea un futuro desarrollo urbanístico, incluidos los casos de recalificación de usos urbanísticos, tendrán objetivos de calidad en el espacio exterior 5 dBA más restrictivos que las áreas urbanizadas existentes". Por lo tanto, para las áreas no urbanizadas, los objetivos de calidad acústica, son 5 dB(A) más estrictos.

En conclusión, los **objetivos de calidad acústica en el exterior** para la zona de estudio son:

- Para el área acústica de uso predominante residencial "existente", los objetivos de calidad acústica en el exterior son 65 dB(A) en los periodos día y tarde, y 55 dB(A) a la noche.
- Para el área acústica de uso predominante residencial de "nuevo desarrollo", los objetivos de calidad acústica en el exterior son 60 dB(A) en los periodos día y tarde, y 50 dB(A) a la noche.

Se muestra a continuación una imagen de la zonificación acústica, delimitando estas dos áreas acústicas y una tabla con los objetivos de calidad acústica aplicables a cada área.



Detalle del Mapa 1 de zonificación acústica de Zorrotzaurre.

ÁREAS ACÚSTICAS	OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA dB(A) Objetivos en el exterior		
	Período día	Período tarde	Período noche
Residencial "Existente"	65	65	55
Residencial "Nuevo desarrollo"	60	60	50



A continuación se reproduce la Tabla B del Anexo I del Decreto 213/2012:

Tabla B. **Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables al espacio interior habitable de edificaciones destinadas a viviendas, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales.** (1)

Uso del edificio ⁽²⁾	Tipo de Recinto	Índices de ruido		
		L _d	L _e	L _n
Vivienda o uso residencial	Estancias	45	45	35
	Dormitorios	40	40	30
Hospitalario	Zonas de estancia	45	45	35
	Dormitorios	40	40	30
Educativo o cultural	Aulas	40	40	40
	Salas de lectura	35	35	35

(1) Los valores de la tabla B, se refieren a los valores del índice de inmisión resultantes del conjunto de focos emisores acústicos que inciden en el interior del recinto (instalaciones del propio edificio o colindantes, ruido ambiental transmitido al interior).

(2) Uso del edificio entendido como utilización real del mismo, en el sentido, de que si no se utiliza en alguna de las franjas horarias referidas no se aplica el objetivo de calidad acústica asociado a la misma.

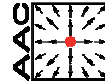
Nota: Los objetivos de calidad acústica aplicables en el interior están referenciados a una altura de entre 1.2 m y 1.5 m.

4. ANÁLISIS DE SOLUCIONES PARA LA REDUCCIÓN DEL IMPACTO ACÚSTICO

El análisis de las medidas preventivas para la reducción del impacto acústico en la ZPAE "Zorrotzaurre" se va a realizar a tres niveles:

1. Soluciones para reducir el impacto acústico en el exterior. Este análisis se realizará tanto a nivel cualitativo (reducción de niveles de ruido) como cuantitativo (reducción de población afectada).
2. Soluciones para la mejora de la percepción sonora en los espacios libres de estancia. Este tipo de medidas serán recomendaciones a tener en cuenta por el equipo que diseña los espacios libres ya que son actuaciones que tienen por objetivo más que reducir la afección acústica (ya se ha hecho lo posible en el apartado 1), intentar diseñar espacios que sean "agradables" para el ciudadano que los disfruta.

El escenario de referencia para el análisis de soluciones, es el **escenario futuro a 20 años**, el cual supone un incremento del 25% del tráfico en las carreteras actuales (partiendo como escenario



de referencia 2011); respecto a las calles, se utiliza la información obtenida en el estudio de movilidad realizado para la isla de Zorrotzaurre. Los datos de entrada se presentan de manera resumida en el Anexo I.

A partir de este escenario futuro se analizan las soluciones que permitan reducir los niveles acústicos en el exterior, y en la medida de lo posible, el cumplimiento de los objetivos de calidad acústica que sean de aplicación.

4.1 SOLUCIONES PARA REDUCIR EL IMPACTO ACÚSTICO EN EL EXTERIOR

La reducción del impacto acústico en el exterior requiere actuar sobre los principales focos de afección acústica en la zona de estudio, estos son:

- El tráfico viario de la carretera A-8 y Montevideo Hiribidea (N-634).
- El tráfico viario de las futuras calles internas de la isla, y también los viales actuales existentes en la zona de Deusto, principalmente Zarandoa Ibilbidea y Morgan.

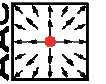
Para analizar el beneficio acústico de cada solución se realizará una comparativa de los niveles acústicos del escenario futuro con y sin solución.

A. Beneficio acústico de las soluciones aplicadas sobre los viales urbanos (calles)

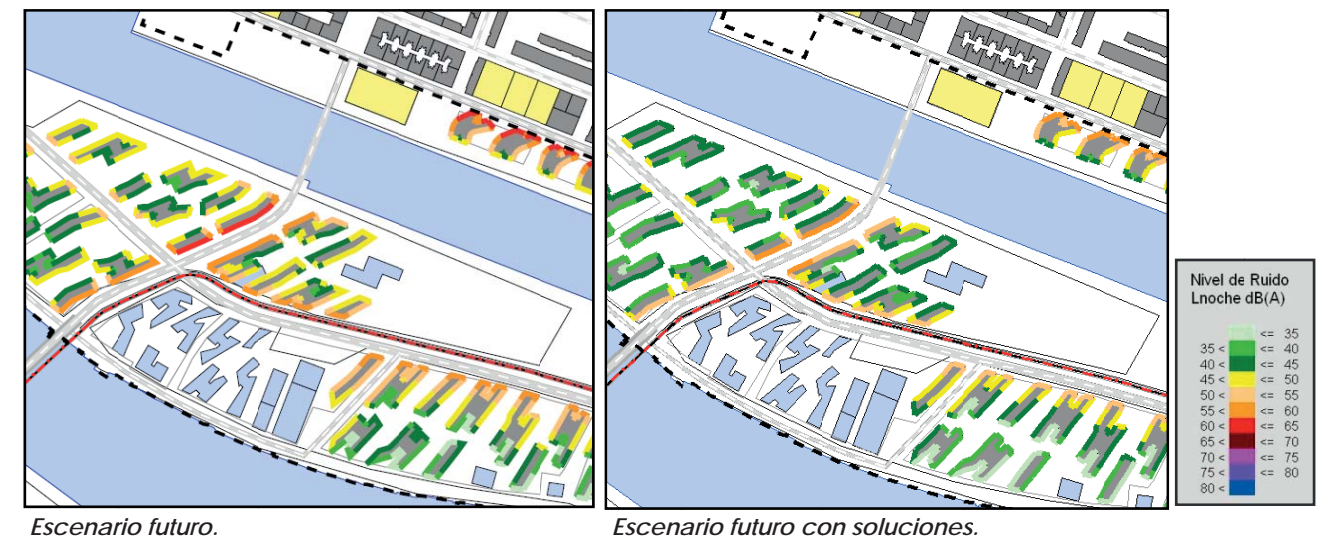
En este apartado se analiza el beneficio acústico de la solución de limitación de velocidad de circulación a 30 Km/h en los futuros viales internos de la isla, y a 40 Km/h en los viales actuales de la zona de Deusto (Zarandoa, Morgan...etc).

Con la reducción de la velocidad de circulación de 50 Km/h en el escenario futuro a 30-40 Km/h en el futuro con solución, y considerando además el tráfico fluido en el periodo noche, se consigue una **reducción de 3-4 dB(A) respecto al escenario sin solución** de calmado de tráfico y para el periodo noche más desfavorable.

Se muestran los resultados de los mapas de detalle, que muestran esta mejora acústica en las zonas afectadas por el tráfico viario urbano, y para el periodo noche, por ser éste el más desfavorable. Se representa únicamente la afección acústica por el tráfico viario de calles, con el fin de analizar el beneficio acústico de la solución de calmado de tráfico (velocidad 30-40 km/h) en el viario urbano.



Detalle del Mapa 2 de fachadas de tráfico urbano (calles). Período noche.



Escenario futuro.

Escenario futuro con soluciones.

B. Beneficio acústico de las soluciones aplicadas sobre la carretera A-8

La solución que se va a analizar en este caso tiene que ver con la colocación de pantallas acústicas en la carretera A-8, continuando con las pantallas existentes en la zona.

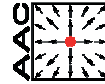
Se ha analizado la mejor ubicación de pantalla para lograr, en la medida de lo posible, la mejora acústica necesaria para cumplir los OCA establecidos.

Se descarta la ubicación de una pantalla en los ramales del enlace a Kastrexana puesto que el tráfico circulante por ellos no genera niveles de ruido tales que contribuyan a la generación de un conflicto acústico en Zorrotzaurre.

La pantalla acústica que se propone se ubica como continuación de las pantallas ya existentes en la A-8.

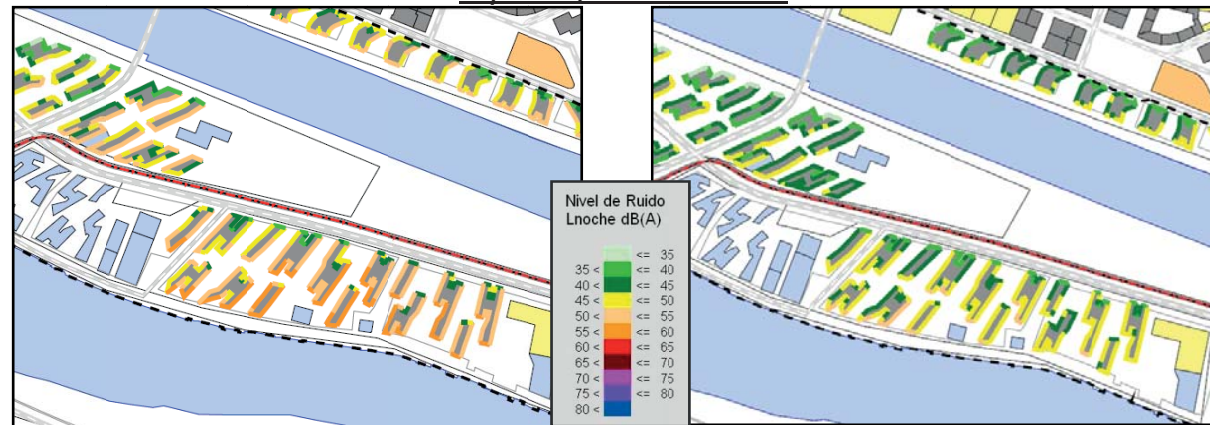
Con esta solución se logra un **beneficio acústico en las zonas más expuestas entre 5-10 dB(A)**, dependiendo de la fachada y la altura. La altura máxima de la pantalla propuesta es de 4 metros y la longitud de esta aproximadamente 576 m. En el anexo I, se muestra un esquema de las características de la pantalla optimizada por módulos, logrando así obtener una mejor relación coste/beneficio de la solución.

Se exponen los resultados de los mapas de detalle, que muestran esta mejora acústica en las zonas afectadas por el tráfico viario de carreteras, y para el periodo noche, por ser el más



desfavorable. Se representa únicamente la afección acústica del tráfico viario de la A-8 y enlaces, con el fin de analizar el beneficio acústico de la solución de apantallamiento en la A-8 (altura máxima de pantalla de 4 m).

Detalle del Mapa 3 de fachadas de la afección acústica de la carretera A-8 (zona más expuesta). Período noche



Escenario futuro.

Escenario futuro con soluciones.



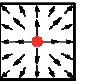
Reducción* de niveles acústicos: escenario futuro- escenario futuro con soluciones

Nota: se representa la reducción de nivel sonoro de la altura que ha obtenido el mejor resultado de reducción, lo cual no implica que todas las alturas hayan obtenido esa reducción de niveles de ruido.*

C. Beneficio acústico de las soluciones aplicadas sobre la carretera N-634 (Av. Montevideo)

Para la Av. Montevideo se han analizado dos tipos de soluciones:

- Dado el carácter urbano de esta, se propone la reducción de velocidad de circulación a 40 Km/h. y la utilización de un método más moderno y preciso que los utilizados hasta el momento.
- Sustitución de la barandilla actual con aberturas por otra que sea un bloque continuo sin aberturas y 1,5 m. de altura máxima, y un aislamiento mínimo de 20 dB(A).
 la altura de los muros que sustituyen la barandilla actual se ha limitado a 1,5 m. por aspectos visuales, estéticos y de seguridad



Teniendo en cuenta únicamente el ruido generado por la Avda de Montevideo, con la solución de calmado de tráfico a 40 Km/h y la aplicación de la nueva metodología se consigue una **reducción de 6-7 dB(A)** respecto al escenario futuro sin soluciones.

Con esta solución, los niveles de ruido que esta vía por sí sola produce en Zorrotzurre quedan muy por debajo de los Objetivos de Calidad Acústica (OCA) que son de aplicación en la zona (Ld/e=60 dB(A) y Ln=50 dB(A)). Si bien es cierto, que sin esta solución, los niveles de ruido que se obtenían eran ya inferiores a esos OCA), en prácticamente toda la isla.

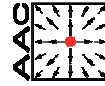
A pesar de esto, se estudian 4 alternativas diferentes de apantallamiento, que son:

- Pantalla acústica entre la acera y Zorrotzurre (1m de altura)
- Pantalla acústica entre la acera y Zorrotzurre (1,5m de altura)
- Pantalla acústica entre la calzada y la acera (1,2m de altura)
- Pantalla acústica entre la calzada y posible bidegorri (0,8m de altura)

Dado que no se trata tanto de comprobar los niveles (puesto que, como se ha indicado, quedan por debajo de los OCA), sino de ver la reducción de las diferentes medidas planteadas, para una mejor visualización y comprensión, en los Mapas de Ruido y Mapas de Fachada, se establece una escala solamente con dos valores (por encima y por debajo del valor $L_d=40$ dB(A), que es un valor ciertamente bajo, pero que permite ver las diferencias de las 4 alternativas).

Cuanto mayor es la altura de la pantalla analizada, menores son los niveles de ruido que genera en Zorrotzurre, si bien entre las pantallas de 1,2 m. y 1,5 m. de altura, la diferencia es mínima.

A continuación se muestran los resultados gráficos de la situación de partida y de las cuatro posibilidades planteadas.



SIN MEDIDAS DE APANTALLAMIENTO SOBRE AVDA MONTEVIDEO



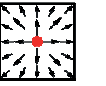
VISTA SITUACIÓN MODELIZADA



CORTE TRANSVERSAL



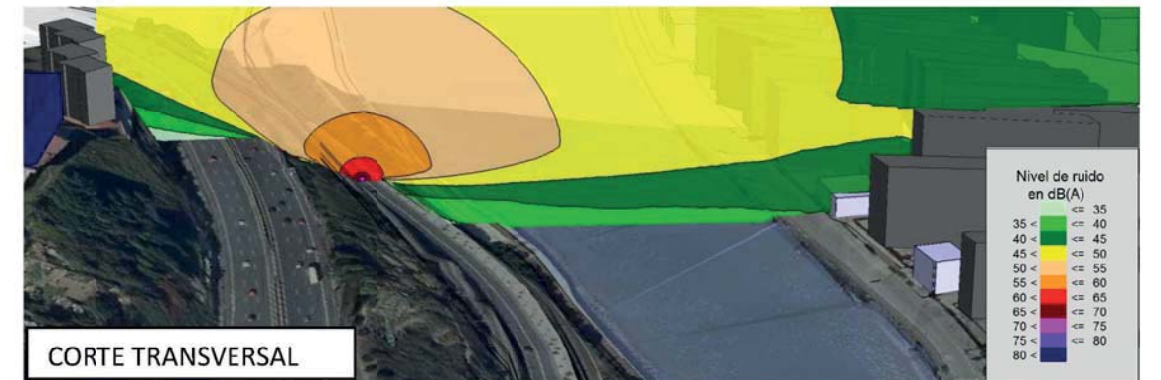
MAPA DE RUIDO a 1,5m



PANTALLA 1m ENTRE LA ACERA Y ZORROZAUERE



VISTA SITUACIÓN MODELIZADA

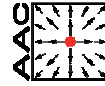


CORTE TRANSVERSAL



MAPA DE RUIDO a 1,5m

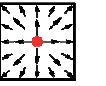




PANTALLA 1,5m ENTRE LA ACERA Y ZORROTZAURRE



VISTA SITUACIÓN MODELIZADA

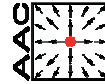


PANTALLA 1,2m ENTRE LA CALZADA Y LA ACERA



VISTA SITUACIÓN MODELIZADA

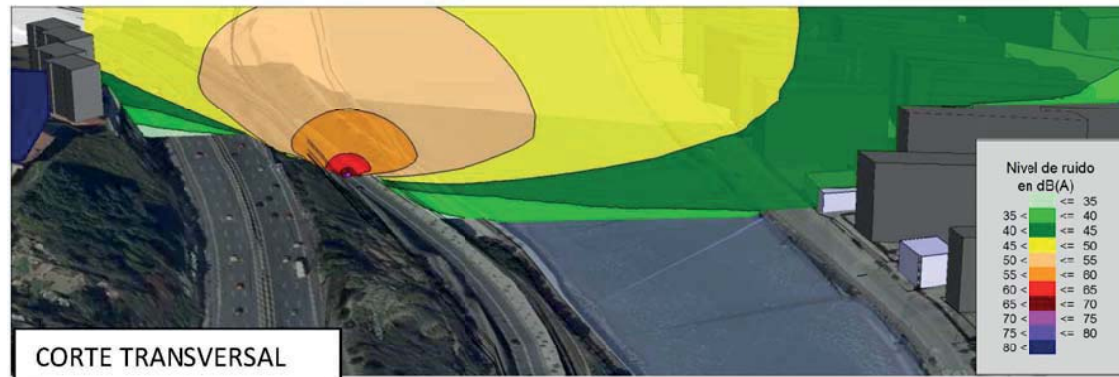




PANTALLA 0,8m ENTRE LA CALZADA Y BIDEGORRI



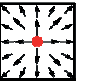
VISTA SITUACIÓN MODELIZADA



CORTE TRANSVERSAL



MAPA DE RUIDO a 1,5m



D. Beneficio acústico de las soluciones aplicadas sobre los espacios libres

En el análisis de los espacios libres nos centraremos en los periodos más habituales de ocupación de estos espacios, que son el día y la tarde, cubriendo el rango horario desde las 7 horas hasta las 23 horas.

Las soluciones estudiadas consisten en muros de pequeña altura (1,5 metros) en los espacios libres que van a ser estanciales, con el fin de separar las zonas de tráfico de las peatonales y estanciales. Únicamente se colocarán estos muros de pequeña altura en aquellos espacios que sean de estancia y que superen los objetivos de calidad acústica.

La limitación de la altura de los muros a 1,5 – 2 m. se debe a la consideración de aspectos relativos a seguridad, estéticos y visuales.

No se considera necesario disponer cierres en espacios libres que no van a tener un uso estancial, ya que su función es más bien de servir de transición entre los viales de tráfico y las zonas residenciales.

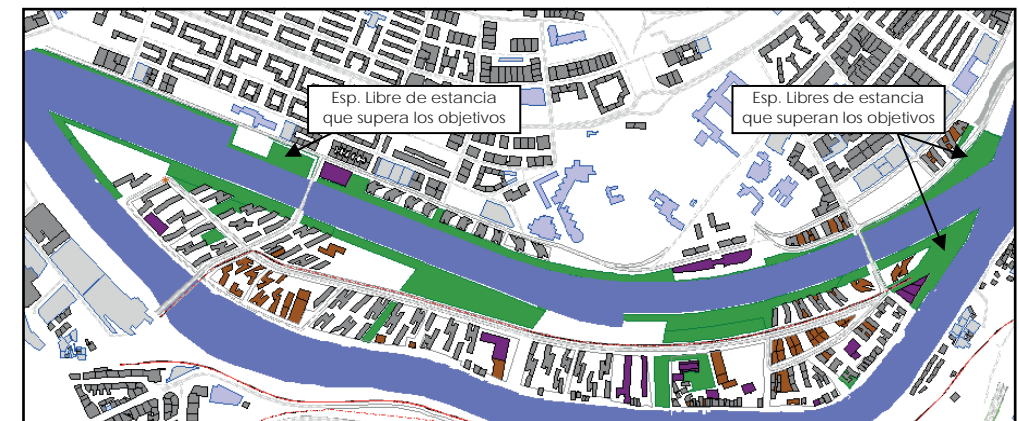


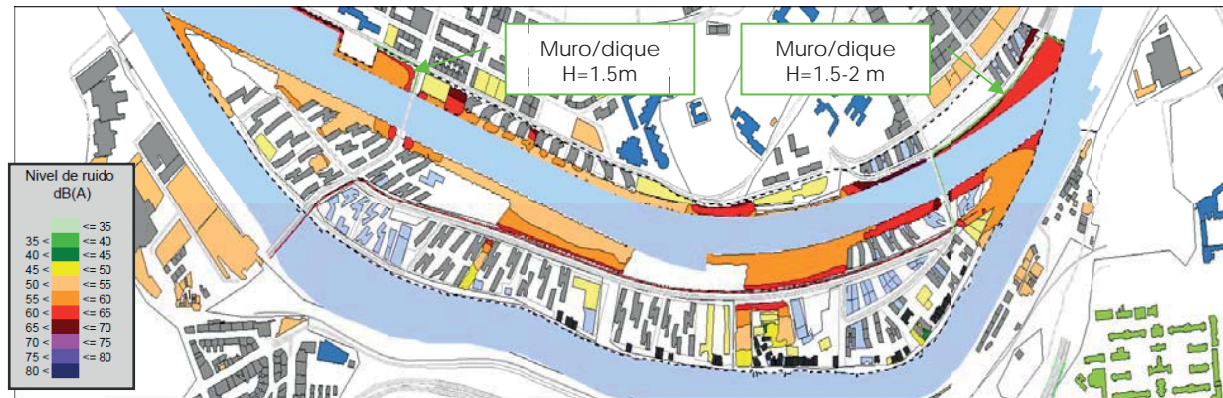
Imagen destacando en verde los espacios libres.

Para ver la reducción de la afección acústica se compara el escenario futuro con el escenario futuro con soluciones que combina la propuesta de muros-diques de pequeña altura con las medidas propuestas en el apartado anterior de reducción de velocidad de circulación. Los resultados obtenidos para los tres espacios libres de estancia que superan los objetivos de calidad acústica son:

- Para los espacios libres situados al norte de la isla de Zorrotzaurre: con las soluciones se reducen los niveles de ruido entre 3-7 dB(A) en las zonas más afectadas por los viales de tráfico (Zarandoa y Canal de Deustu), y de 1 a 3 dB(A) en el resto de la superficie.

- Para el espacio libre situado en la punta de la isla de Zorrotzaurre: con las soluciones se reducen los niveles de ruido de 1-3 dB(A).

Detalle del Mapa 5 de ruido a 2 m., afección causada por el tráfico urbano (calles) sobre los espacios libres. Periodo día



Escenario futuro con soluciones (muros/diques de entre 1.5-2 m. de altura).



Reducción de nivel de ruido en los espacios libres de estancia: comparativa escenario futuro sin soluciones y escenario futuro con soluciones (calmado de tráfico y muros).

4.2 RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA PERCEPCIÓN SONORA EN LOS ESPACIOS LIBRES ABIERTOS Y DE ESTANCIA.

En este apartado las soluciones van dirigidas a la mejora de la percepción acústica en los espacios libres abiertos y que se van a destinar a estancia. A continuación se comentan algunas recomendaciones, que no tienen por objetivo reducir los niveles acústicos, sino más bien acondicionar los espacios para que la sensación acústica sea lo más agradable posible, es decir, mejora la calidad acústica de la zona, no la cantidad.

La **primera recomendación** va dirigida a adaptar en la medida de lo posible, dentro del espacio, los usos a los niveles acústicos de forma que:

- las zonas con los niveles sonoros más bajos se destinen a las actividades más tranquilas como por ejemplo leer y descansar.
- Donde los niveles acústicos son más altos se pueden situar las actividades que no requieran un espacio tranquilo desde el punto de vista sonoro, por ejemplo, las zonas de juego de los niños.



Otra recomendación es **incluir eventos sonoros de origen natural**, para que enmascaren el ruido procedente de fuentes artificiales como el tráfico viario, fuente de ruido principal en nuestro estudio. Así que:

- Para las zonas con niveles sonoros más altos, principalmente zonas próximas a los viales de tráfico, se recomienda el empleo de elementos que introduzcan sonidos naturales como por ejemplo el agua. Un elemento muy recurrido en medio urbano puede ser una fuente (surtidor) cuyo funcionamiento enmascare el sonido del tráfico. Se muestra una imagen de una zona en la que este elemento ornamental tiene también una función de enmascaramiento del ruido de tráfico.



Ejemplo de fuente ubicada en la plaza del museo de la evolución en Burgos.

- A nivel general, tiene efectos positivos en la percepción de las personas que utilizan el espacio, el empleo de vegetación. Ésta según sus características podrá tener diferentes funcionalidades: que atraiga a los pájaros, que potencie el sonido de las hojas al moverse con el viento, o que sirva para tapar visualmente el foco de ruido.

Ejemplo de cómo cierta vegetación (setos) puede actuar como muro vegetal.





5. ANÁLISIS DEL COSTE/BENEFICIO DE LAS SOLUCIONES

Para obtener un indicador objetivo que permita valorar si las soluciones propuestas son proporcionadas económicamente para el beneficio acústico obtenido, se emplea el denominado *indicador de proporcionalidad económica de la solución o IPES*, que se ha definido teniendo como referencia el ejemplo de la Oficina Federal de Protección del Medio Ambiente de Suiza

Para el cálculo de dicho indicador, es necesario analizar primero dos parámetros que permiten definir el indicador IPES, que son:

- a) **Eficacia:** Porcentaje de población afectada que ha pasado a estar por debajo del objetivo de calidad acústica (OCA) como resultado de la actuación.
- b) **Eficiencia:** Valoración del beneficio acústico que aporta una solución (cuantificado en euros), frente al coste económico de la misma.

En el caso de la eficacia, un valor del 100 % implica que con la solución se van a corregir todos los edificios sensibles que en la actualidad superan el OCA, mientras un 50 % supondría que sólo la mitad de la población en la actualidad afectada verá reducidos sus niveles hasta estar por debajo del OCA. Por lo tanto no tiene en cuenta la reducción proporcionada por la solución, sino en qué medida consigue cumplir el OCA.

En el caso de la eficiencia, la metodología es más compleja, pero básicamente consiste en **comparar el beneficio que origina una actuación con respecto al coste de la misma**.

- El coste de la actuación debe tener en cuenta no sólo el coste material de la solución, sino todos los costes adicionales que implica: proyecto, ejecución, dirección de obra, expropiaciones, vida temporal de la solución, mantenimiento, etc.
- El beneficio se evalúa aplicando el *concepto de "coste del ruido"*, partiendo del concepto de que la exposición al ruido ya tiene una implicación económica sobre las zonas que se ven afectadas, y que las soluciones que se adopten tienen un efecto positivo al reducir ese coste inducido, que se puede manifestar en aspectos como valor de las viviendas, el suelo, costes sanitarios por enfermedades asociadas al ruido, etc.

Por lo tanto, no actuar frente al ruido ya tiene un coste para la sociedad y la actuación frente al ruido, no es sólo un coste, sino que contribuye a lograr una revalorización de las zonas que se protegen. La inclusión de este concepto puede modificar el punto de vista de las inversiones que se destinen a los planes de protección frente al ruido.



5.1 METODOLOGÍA UTILIZADA PARA OBTENER EL INDICADOR IPES.

A continuación se describe la metodología utilizada para valorar tanto el coste de ruido como el coste de la solución:

A. Coste asociado al ruido (parámetro relacionado con la eficiencia)

El método más actual para valorar el coste del ruido se establece a partir de la determinación de la disponibilidad a pagar de la población (DAP) por tener un ambiente más tranquilo, de forma que en función de los niveles de ruido existentes en una zona de estudio para un escenario determinado, es posible establecer un valor del coste del ruido en esa situación. Aplicando este método a la situación actual y a la situación con la solución incorporada, es posible medir el beneficio de la solución en el área en términos económicos y por lo tanto, es posible compararlos con los costes de la solución.

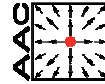
Para establecer el coste de ruido se ha considerado tanto al coste asociado a la molestia como el debido a los daños sobre la salud, este último se añade a partir de 70 dB(A) durante el periodo diurno y 60 dB(A) durante el nocturno.

Por otro lado, hay que establecer el nivel umbral a partir del cual la población se encuentra molesta por el ruido. Este nivel umbral puede ser inferior al OCA, ya que se entiende que reducir los niveles de ruido por debajo de los OCAs, puede originar una mejora y que sería interesante cuantificarla.

Diversos estudios han concluido que la población que soporta niveles de ruido a partir de $L_n=40$ dB(A) está dispuesta a pagar por disfrutar de un ambiente sonoro más tranquilo, mientras que si están por debajo de ese nivel, consideran que su situación acústica es buena y por lo tanto no pagarían para mejorarla. Por esta razón, se establece como nivel umbral 40 dB(A) durante el periodo nocturno (50 dB(A) nivel diurno), para valorar la molestia del ruido.

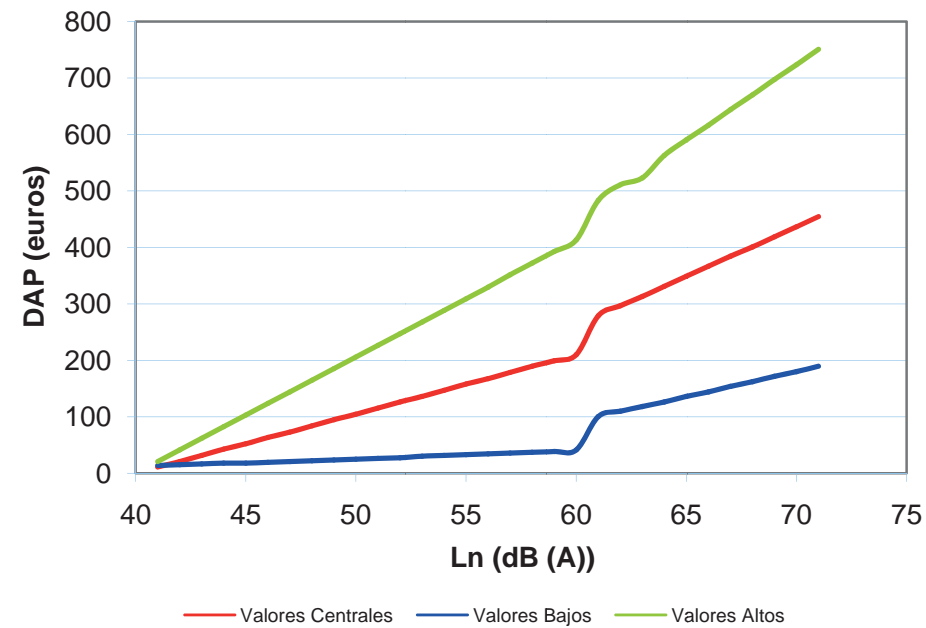
Para la evaluación de las actuaciones, no solo se escogerán los receptores que superen los OCA, si no que será preciso considerar en el ámbito de estudio toda la población afectada de una zona determinada.

De esta forma, se incluyen todos los receptores para los que se requieren soluciones, pero la valoración del beneficio de la solución considera no sólo a estos, sino a todos los receptores de la zona seleccionada, valorando como beneficioso el que, en receptores que se encuentran por debajo de los OCAs, los niveles de ruido puedan descender para lograr una situación más tranquila, hasta el umbral de molestia considerado en la DAP.



El gráfico que presenta el criterio utilizado en la valoración del coste del ruido es el siguiente:

Disponibilidad a pagar de la población (DAP), por persona y año para evitar su exposición al ruido, expresado en euros, en función del nivel de ruido nocturno (L_n).



Nota: Conversión al período nocturno del gráfico que representa el coste que se asigna en función del nivel en dB(A) para el índice L_{den} , nivel día-tarde-noche, por persona y año, según las conclusiones del estudio bibliográfico realizado por la Unidad de Economía Ambiental del Instituto de Economía Pública de la UPV-EHU, por encargo de AAC.

El gráfico representa tres diferentes criterios de valoración usados en Europa. Para el análisis se **ha seleccionado la valoración intermedia.**

Con todo esto se dispone de un método de evaluación del coste del ruido en cada escenario evaluado, si bien basado en criterios seleccionados de propuestas de otros países europeos, aunque convertida la DAP a la realidad económica (renta) de la Comunidad Autónoma del País Vasco con respecto a los países fuente de la información.

Para aplicar esta metodología es preciso disponer de datos de población en los edificios sensibles, asignando un número de habitantes a cada punto receptor de los mapas de ruido de referencia para la evaluación. Se reparte la población que se asigna a cada edificio residencial, proporcionalmente a la longitud de fachada por planta que representa cada punto de cálculo dispuesto en el edificio, para así asignar a cada punto de evaluación un coste de ruido en función del nivel sonoro, teniendo en cuenta la DAP por persona y año.



B. Coste de la solución (parámetro relacionado en la eficiencia)

Es importante establecer el coste a asignar a cada tipo de actuación correctora, pero partiendo de que no sólo hay que considerar el coste asociado a la ejecución, sino un coste completo teniendo en cuenta lo que puede implicar su ejecución y mantenimiento.

Para establecer el coste real de las soluciones se requiere una experiencia previa en este sentido. Por lo que en principio hay que recurrir a costes estimados que se irían ajustando para lograr procedimientos más concretos, según la experiencia que se vaya adquiriendo.

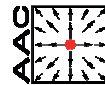
Como se ha comentado, para el coste de la solución no solo hay que establecer el coste material de su ejecución, sino que hay que añadir otros costes:

- Proyecto, incluido el coste de contratación y de dedicación de la propia Administración.
- Dirección de obra, incluida la contratación y dedicación de la propia Administración.
- Otros gastos: expropiaciones, trámites administrativos, etc.
- Mantenimiento

Por otro lado, hay que tener en cuenta la vida de la solución es decir si es una solución permanente, que se ejecuta y es definitiva o, que por el contrario, al cabo de un cierto tiempo requiere ser renovada.

Con estos conceptos es necesario valorar el coste final de la solución y establecer la forma en la que este coste se extiende en el tiempo, para poder comparar soluciones con diferente vida y resultados en el tiempo.

En el caso de que esta metodología se considere apropiada y un método a seguir en el futuro, se deberá continuar su desarrollo en el tiempo e ir concretando valores a aplicar en cada caso, e incluso el grado de detalle con el que cada variable se debe incluir en la metodología. Hay que tener en cuenta que intervienen muchas variables en la valoración de las soluciones, ya que los condicionantes pueden ser diversos en cada caso, pero lo que se pretende es disponer de una valoración tipo que de forma relativamente simple a partir de la definición de criterios, permita obtener una valoración objetiva, que pueda representar de una forma amplia y comparable diferentes situaciones, independientemente de que en determinados casos habrá que tener en cuenta aspectos complementarios a los que se incluyan en el procedimiento.



5.2 RESULTADOS DEL INDICADOR IPES

Las soluciones analizadas en el informe se van a valorar mediante el indicador IPES (IPES: indicador de Proporcionalidad Económica de las Soluciones), este permitirá clasificar el resultado y jerarquizar las prioridades de actuación en función de cuáles tienen una mejor relación eficacia/eficiencia. Este indicador como se ha comentado, se define a partir de los valores obtenidos para la eficacia y la eficiencia, siguiendo el ejemplo de Oficina Federal de la Protección del Medio Ambiente de Suiza, la fórmula utilizada para obtener este indicador es la siguiente:

$$\text{IPES} = \text{eficacia} * \text{eficiencia} / 25$$

Este criterio es el que habitualmente se utiliza para la evaluación y priorización de las soluciones en carreteras. Al no disponer de otra referencia, se propone mantener este criterio, ya que su aplicación a carreteras ofrece resultados aceptables para establecer referencias objetivas de aceptación y rechazo de las soluciones y para la jerarquización de las soluciones aceptadas, **dando prioridad a las actuaciones de mayor IPES.**

Por tanto, se propone mantener el criterio de clasificación de las soluciones seguido en Suiza, aunque se han introducido cambios en la forma de obtener la eficiencia. La valoración de la solución en función del indicador IPE obtenido es la siguiente:

Indicador	Valoración de la solución
IPES > 4,0	Muy Buena
IPES > 2,0	Buena
IPES ≥ 1,0	Suficiente
IPES < 1,0	Insuficiente
IPES < 0,5	Mala

A continuación se presenta una tabla resumen del indicador IPES obtenido para cada una de las soluciones propuestas, y escenarios de simulación, con el objetivo de identificar y priorizar las soluciones que resulten más beneficiosas.



COMPARATIVA IPES PARA LOS DIFERENTES ESCENARIOS

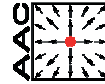
ALCANCE DE LA EVALUACIÓN ACÚSTICA		INDICADOR IPES				TODAS LAS SOLUCIONES
		SOLUCIONES EN CARRETERAS		SOLUCIONES EN CALLES	Reducción de Velocidad y tráfico fluido calles	
		Pantalla A-8	Muro Montevideo	Muro + Reducción de Velocidad. Montevideo		
Escenario 1: ESCENARIO FUTURO						
FOCOS PARCIALES	Teniendo en cuenta sólo A-8	15,1				
	Teniendo en cuenta sólo la Avda Montevideo		12,26	12,56		
	Teniendo en cuenta sólo solo tráfico de calles				112,5	
TODOS LOS FOCOS		1,77	0,26	7,56	49,5	9,24
Escenario 2: ESCENARIO FUTURO CON SOLUCIONES EN CALLES						
TODOS LOS FOCOS		3,23	0,41	0,65		3,27
Escenario 3: ESCENARIO FUTURO CON SOLUCIONES EN CALLES Y CARRETERA A-8						
TODOS LOS FOCOS			0,01	1,67		1,67

NOTA: La tabla presenta el IPES para cada solución (pantalla en A8, muro Montevideo, etc.), obtenido para cada escenario de tráfico (escenario 1, 2 y 3), teniendo en cuenta únicamente el ruido generado por cada foco de ruido independientemente (A-8, Avda Montevideo o calles) o bien por todos los focos conjuntamente.

En la evaluación del **escenario futuro (escenario 1)**, según estos resultados se observa lo siguiente:

- Al valorar de manera independiente cada solución, teniendo en cuenta únicamente la afección acústica causada por el foco de ruido sobre el que se aplica la solución, tenemos que las soluciones con un IPES más alto son el calmado de tráfico en las calles (IPES=112,5), y la pantalla en la carretera A-8 (IPES=15,1). Si bien, las soluciones en la avenida Montevideo también tienen valores muy altos de IPES, entre 12 y 13. La valoración de todas las soluciones de manera independiente es muy buena.
- Sin embargo, si tenemos en cuenta en la evaluación acústica *todos los focos*, obtenemos nuevamente que las soluciones con los valores de IPES más altos son las actuaciones sobre el calmado de tráfico en las calles (IPES=49,5), y el muro junto a la reducción de velocidad en Avenida de Montevideo (IPES=7,56). La pantalla en la carretera A-8 tiene un (IPES=1,77) pasando de una valoración muy buena a suficiente;

El motivo por el cual la IPES de las soluciones de calmado de tráfico es tan alta (superior a los valores de la tabla seguidos en Suiza), se debe a que el coste de la solución (en euros) no es muy relevante, si se compara con el beneficio acústico conseguido, ya que se trata de un foco de ruido que afecta a gran parte de la población.



En caso de que se optase por acometer primero la solución de calzado de tráfico, por ser esta según el indicador la que obtiene mejores resultados, se obtendría el denominado **Escenario 2**, en el cual, tendríamos que el IPES de la solución de pantalla en la A-8 aumenta a 3,23, por lo que la valoración de esta solución aumenta, pasando de suficiente a buena.

La razón de esto es que con la primera actuación ya hemos reducido considerablemente la población afectada por un foco de ruido (tráfico urbano) que afecta a todo el ámbito, por lo que la solución de apantallamiento de la A-8 obtiene ahora mejores resultados por ser uno de los focos de ruido más relevantes (tráfico viario en la A-8).

Las soluciones en la Av. Montevideo presentan un indicador más bajo, por lo que no su prioridad estaría en un segundo nivel.

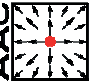
En conclusión, con este análisis se identifican y proponen como soluciones más proporcionadas económicamente por el beneficio que obtienen: las soluciones de calzado de tráfico en las calles, y la solución de la pantalla en la A-8.

6. ANÁLISIS DE LA REDUCCIÓN DE POBLACIÓN AFECTADA CON LAS SOLUCIONES PROPUESTAS

Con el fin de evaluar a nivel cuantitativo el beneficio de las soluciones propuestas, se ha realizado un análisis de la población afectada y también superficie expuesta de espacios libres exteriores. Los escenarios para los que se realiza la evaluación o comparativa de resultados, son los siguientes:

- **Escenario futuro sin soluciones.** Se trata del escenario previsto a futuro si no se incorporara en la zona ningún tipo de solución.
- **Escenario futuro con soluciones** a implantar en el proyecto, se trata de aquellas soluciones que en el análisis del indicador de proporcionalidad económica han resultado más positivas. Se consideran por tanto prioritarias las actuaciones que tienen como objetivo reducir la afección acústica causada por los focos principales de afección: la carretera A-8, y también el viario urbano (calles actuales y futuras) que afectan al ámbito de estudio. Por tanto, las soluciones que se incorporan en este escenario futuro con soluciones son:

- ✓ La pantalla en la A-8, optimizada.



- ✓ Las medidas de calzado de tráfico, que consisten en limitación de la velocidad de circulación a 30 Km/h en los viales internos de la isla y a 40 Km/h en los viales existentes en la zona de Deusto. Además de disponer medidas que permitan un tráfico fluido a la noche (p.e. semáforos en ámbar),

- ✓ Muros o diques de 1,5 m. de altura en los tres espacios libres de estancia más afectados acústicamente.

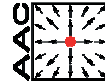
A continuación se presenta una tabla con la **población afectada** para ambos escenarios de evaluación, tomando como referencia el período noche más desfavorable, y a partir del nivel de 50 dB(A), que es el objetivo de calidad acústica para las zonas residenciales de nuevo desarrollo.

Período noche L _n dB(A)	ESCENARIO FUTURO Población afectada noche		ESCENARIO FUTURO CON SOLUCIONES Población afectada noche		Reducción de población afectada
	Nº Habitantes	% Población	Nº Habitantes	% Población	% Reducción
L _n >50	8.418	67	4.278	34	49
L _n >55	3.339	27	875	7	74
L _n >60	892	7	489	4	43
L _n >65	103	1	0	0	100

De los resultados obtenidos de población afectada se deduce que: con las soluciones previstas en el escenario futuro se puede obtener una reducción de aproximadamente el 50% de la población afectada por encima de niveles de 50 dB(A) a la noche, y una reducción del 74% de la población afectada por encima de niveles de 55 dB(A) a la noche.

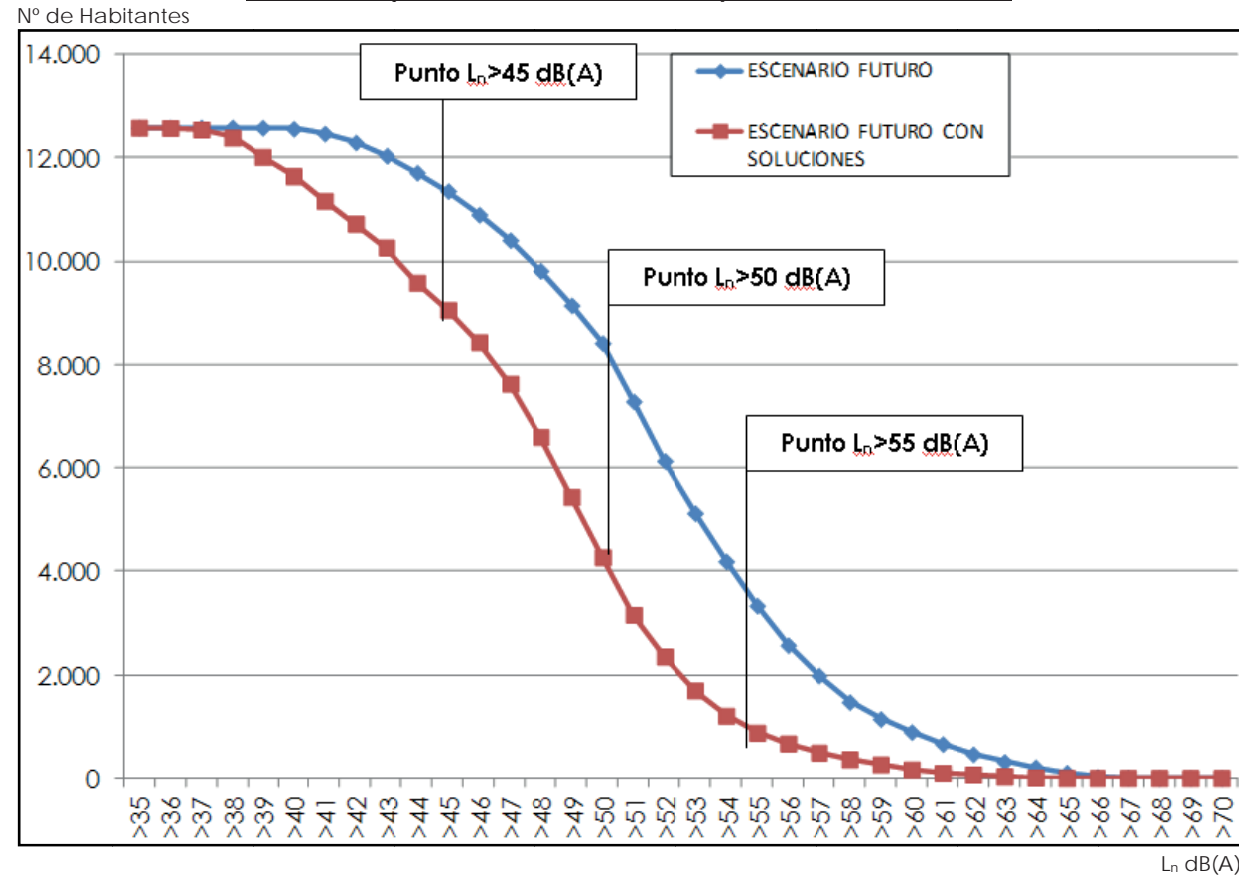
Así que se puede concluir que con estas soluciones:

- ✓ Un 66% de la población está cumpliendo el objetivo de calidad acústica de 50 dB(A) a la noche, objetivo de calidad para los nuevos desarrollos residenciales.
- ✓ Pero si tuviéramos en cuenta el objetivo de calidad habitual para las zonas residenciales consolidadas, tenemos que el 93% de la población estaría cumpliendo el objetivo de calidad acústica de 55 dB(A). Por lo tanto, un 27% de la población estaría expuesta a niveles entre 50-55 dB(A), niveles acordes con zonas consolidadas existentes.
- ✓ Por encima de 60 dB(A) durante el período noche, únicamente habría un 4% de población afectada en el escenario futuro con soluciones. No habiendo población afectada por encima de 65 dB(A).



La comparativa de población afectada (período noche más expuesto) para estos dos escenarios se presenta en el siguiente gráfico:

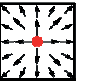
Gráfica de población afectada: comparativa de escenarios



Como se observa en la gráfica, la reducción de población afectada es más acusada entre los rangos intermedios, entre 45 y 55 dB(A), ya que son los rangos a los que está expuesta la mayor parte de la población.

Además de la población afectada, se ha analizado la *superficie expuesta*, teniendo en cuenta la superficie de los espacios libres previstos en la zona de estudio, espacios libres tanto de estancia como zonas de transición (espacios libres no estanciales). La comparativa entre estos dos escenarios prevé:

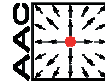
- En los periodos día y tarde, una reducción de un 4% de la superficie de espacios libres expuestos a niveles superiores a 60 dB(A). La reducción es mayor, un 8%, para la superficie expuesta a niveles por encima de 55 dB(A).



- En el período noche, aunque entendemos que la ocupación de estos espacios será menor, se ha obtenido una reducción de un 36% de la superficie de espacios libres expuestos a niveles superiores a 50 dB(A). Esta reducción tan significativa se debe a que a la noche el tráfico viario en las calles se considera fluido (característica no atribuible en los periodos día-tarde).

Se muestra una tabla con la superficie de espacios libres expuesta a diferentes niveles sonoros para el escenario futuro sin soluciones, y el escenario futuro con las soluciones propuestas:

Nivel de Ruido dB(A)	Superficie afectada (Km²): escenario futuro			Superficie afectada (Km²): escenario futuro con soluciones		
	Periodo día	Periodo tarde	Periodo noche	Periodo día	Periodo tarde	Periodo noche
>50			0,166			0,107
>55	0,165	0,171	0,081	0,152	0,159	0,052
>60	0,074	0,077	0,027	0,071	0,074	0,017
>65	0,024	0,024	0,006	0,024	0,023	0,002
>70	0,004	0,003		0,004	0,003	



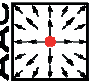
7. ANÁLISIS DEL NIVEL DE CONFLICTO ACÚSTICO PARA EL ESCENARIO FUTURO CON SOLUCIONES

Se ha analizado el exceso de niveles sonoros respecto al objetivo de calidad acústica, para el periodo noche más desfavorable. Se toma como referencia para establecer el conflicto, el periodo más desfavorable (periodo noche), y por tanto el objetivo de calidad acústica para el periodo noche, que es 50 dB(A). El nivel de conflicto acústico es el siguiente (Ver mapa 9 del Anexo II):

- Para las fachadas orientadas hacia las carreteras (A-8 y Av. Montevideo), el nivel de conflicto acústico varía entre 1-4 dB(A).
- Para las fachadas orientadas hacia el viario interno de la isla de Zorrotzaurre, el nivel de conflicto acústico varía entre 3-8 dB(A), dependiendo de la fachada afectada.
- Para las fachadas de la zona de Deusto, orientadas hacia la Av. Zarandoa, el nivel de conflicto acústico varía entre 9-11 dB(A).
- Para las fachadas de la zona de Deusto, orientadas hacia el canal de Deustu y Morgan K., el nivel de conflicto acústico varía entre 5-11 dB(A).

En resumen, se han estudiado soluciones (técnica y económicamente proporcionadas) para reducir los niveles acústicos en el exterior. Sin embargo, no se consigue cumplir con los objetivos de calidad acústica en el exterior en las fachadas orientadas hacia los principales focos de ruido ambiental (carreteras y calles).

Según la normativa sobre ruido ambiental aplicable, Art. 47 del Decreto 213/2012, si no es posible proteger el ambiente exterior hasta el cumplimiento de los objetivos de calidad acústica aplicables, se desarrollarán *medidas complementarias* para, al menos, cumplir con los objetivos de calidad en el *interior de las edificaciones*. Por tanto, habrá que completar la protección frente al ruido mediante *medidas de aislamiento acústico de fachada*, tomando como referencia los niveles sonoros en el exterior.



8. SOLUCIONES PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA EN EL INTERIOR DE LA EDIFICACIÓN

Como se ha comentado, dentro de una ZPAE, el Plan Zonal, en caso de no ser posible proteger el ambiente exterior hasta el cumplimiento de los OCA aplicables, se desarrollarán las medidas complementarias para cumplir, al menos, los OCA aplicables al interior de las edificaciones, y que son los indicados en la siguiente tabla.

Tabla B. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables al espacio interior habitable de edificaciones destinadas a viviendas, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales.

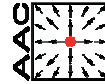
Uso del edificio ⁽²⁾	Tipo de Recinto	Índices de ruido		
		L _d	L _e	L _n
Vivienda o uso residencial	Estancias	45	45	35
	Dormitorios	40	40	30
Hospitalario	Zonas de estancia	45	45	35
	Dormitorios	40	40	30
Educativo o cultural	Aulas	40	40	40
	Salas de lectura	35	35	35

El código técnico de edificación, *RD.1371/2007, de 19 de octubre*, establece el aislamiento de fachada de los edificios sensibles, tomando como referencia el periodo día. A continuación se reproduce la tabla 2.1 del código técnico de edificación, *RD.1371/2007*, que hace referencia a los valores de aislamiento acústico a ruido aéreo necesarios en función de los niveles de ruido que se obtienen en las fachadas para el índice de ruido día.

Tabla 2.1 Valores de aislamiento acústico a ruido aéreo, D_{2m,NT,Atr}, en dBA, entre un recinto protegido y el exterior, en función del índice de ruido día, L_d.

L _d dBA	Uso del edificio			
	Residencial y sanitario		Cultural, docente, administrativo y religioso	
	Dormitorios	Estancias	Estancias	Aulas
L _d ≤ 60	30	30	30	30
60 < L _d ≤ 65	32	30	32	30
65 < L _d ≤ 70	37	32	37	32
70 < L _d ≤ 75	42	37	42	37
L _d > 75	47	42	47	42

Sin embargo, tomar como referencia estos valores, no asegura el cumplimiento de los OCA en el espacio interior que hacen referencia a todos los periodos del día y no sólo a la noche, puesto que, en primer lugar, el periodo acústico nocturno es más desfavorable que el diurno, y además el aislamiento requerido no depende únicamente del nivel de ruido en el ambiente exterior de las viviendas, sino también de una serie de condicionantes característicos de las propias viviendas o recintos a proteger, tales como el volumen del recinto o el porcentaje de hueco de la fachada.



Por ello, para determinar el aislamiento necesario para asegurar el cumplimiento de los OCA aplicables al espacio interior de cada edificación, será imprescindible desarrollar un **estudio específico de aislamiento durante el proyecto constructivo** de los edificios que determine el aislamiento necesario. En él se tendrán en cuenta no sólo los niveles de ruido que se prevé alcanzar en el espacio exterior tras la ejecución de las medidas de reducción, sino también los aspectos característicos propios de los recintos a proteger, comentados anteriormente.

9. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS SOLUCIONES PROPUESTAS Y CALENDARIO

Para el análisis económico de las soluciones propuestas, se han tenido en cuenta unos costes promedio de soluciones obtenidos de otros estudios similares. Así, se tienen en cuenta los siguientes costes:

- Pantallas acústicas sobre el terreno, se establece un coste promedio de 250 €/m², y de 310 €/m² en el caso de pantallas sobre viaducto.
- Reducción de velocidades en los viales existentes: 280 €/señal (para la señalización de los viales internos de Zorrotzaurre no se incluye presupuesto adicional, puesto que es parte de la urbanización de la isla)
- Muro y diques de tierra de 1,5 m. 150 €/ m²
- Proyecto constructivo de pantallas acústicas: 5.000 € / Proyecto

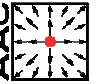
El coste de las soluciones es el siguiente:

Coste de pantallas y muros: 958.300 €

Coste de calmado de tráfico (4 señales verticales): 1.120 €

En total: 949.420 € los cuáles son asumidos por la Comisión Gestora de Zorrotzaurre.

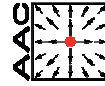
El coste adicional que supondrá la mejora del aislamiento de cada edificio, será asumido por el promotor del edificio correspondiente.



El calendario de ejecución de las medidas correctoras es dependiente del calendario de ejecución del desarrollo urbanístico de Zorrotzaurre. Si bien, las actuaciones preventivas para proteger el ambiente exterior se llevarán a cabo en paralelo a la ejecución de la urbanización de Zorrotzaurre. Mientras que las actuaciones de mejora del aislamiento de fachadas se llevarán a cabo cuando se construyan los nuevos edificios.

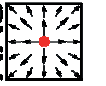
Por otro lado, hay que indicar que previamente a la ejecución de las soluciones de apantallamiento, se deberá elaborar el Proyecto Constructivo de las mismas.

De igual manera que los proyectos de los edificios deberán contener un estudio específico del aislamiento acústico necesario en función del tipo de edificio y las estancias interiores del mismo.



ANEXO I:

CARACTERÍSTICAS DE LA PANTALLA OPTIMIZADA PARA LA A-8



ANEXO II: MAPAS

M1. MAPA DE ZONIFICACIÓN ACÚSTICA

Análisis por focos para el estudio de soluciones

M2. MAPA DE FACHADAS DE CALLES. COMPARATIVA DE ESCENARIOS. PERÍODO NOCHE.

M3. MAPA DE FACHADAS DE CARRETERAS (A-8 Y ENLACES).
COMPARATIVA DE ESCENARIOS. PERÍODO NOCHE.

M4. MAPA DE FACHADAS DE CARRETERAS (Av. MONTEVIDEO).
COMPARATIVA DE ESCENARIOS. PERÍODO NOCHE.

M5. MAPA DE RUIDO (a 2 m. de altura) DE CALLES.
COMPARATIVA DE ESCENARIOS. PERÍODO DÍA.

Análisis de niveles sonoros totales

M6. MAPA DE FACHADAS DE NIVELES SONOROS TOTALES.
ESCENARIO FUTURO. PERÍODO NOCHE.

M7. MAPA DE FACHADAS DE NIVELES SONOROS TOTALES.
ESCENARIO FUTURO CON SOLUCIONES. PERÍODO NOCHE.

M8. MAPA DE RUIDO (a 2 m. de altura) DE NIVELES SONOROS TOTALES.
ESCENARIO FUTURO CON SOLUCIONES. PERÍODO DÍA.

M9. MAPA DE CONFLICTO EN FACHADA DE NIVELES SONOROS TOTALES.
COMPARATIVA DE ESCENARIOS. PERÍODO NOCHE.

M10. MAPA DE FACHADAS DE NIVELES SONOROS TOTALES.
ESCENARIO FUTURO CON SOLUCIONES. PERÍODO DÍA.



AAC ACIBRICKA LUMINCA
CENTRAL
Parque Tecnológico de Alava
01510 Miñano (ALAVA)
Tel.: +34 945 298 293 Fax: +34 945 298 261
e-mail: aac@aacbricka.com



ZORROZAUURRE
ROBARENA BAZOZORBA / COMISIÓN GESTORA
PLAN ZONAL ACUSTICO DE ZORROZAUURRE

Exp.: 130650
Doc. nº: AAC13020
MAPA Nº: M1-2016

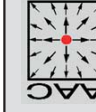
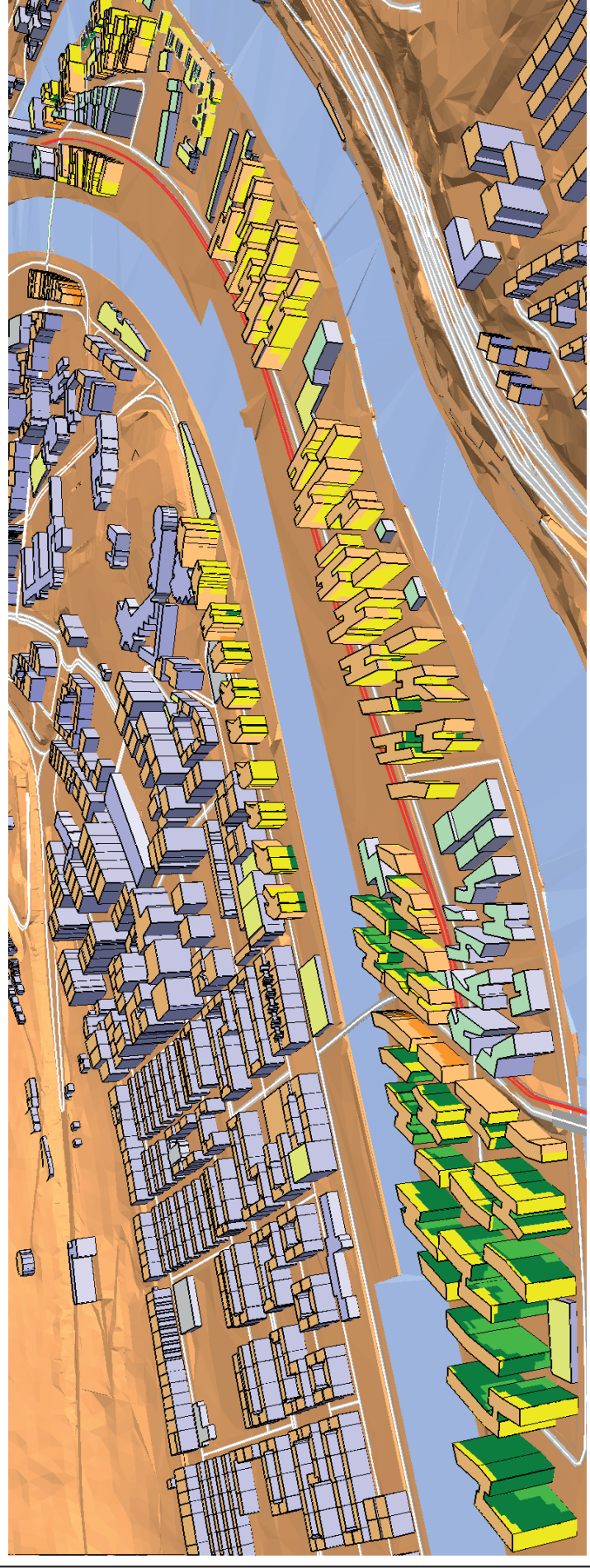
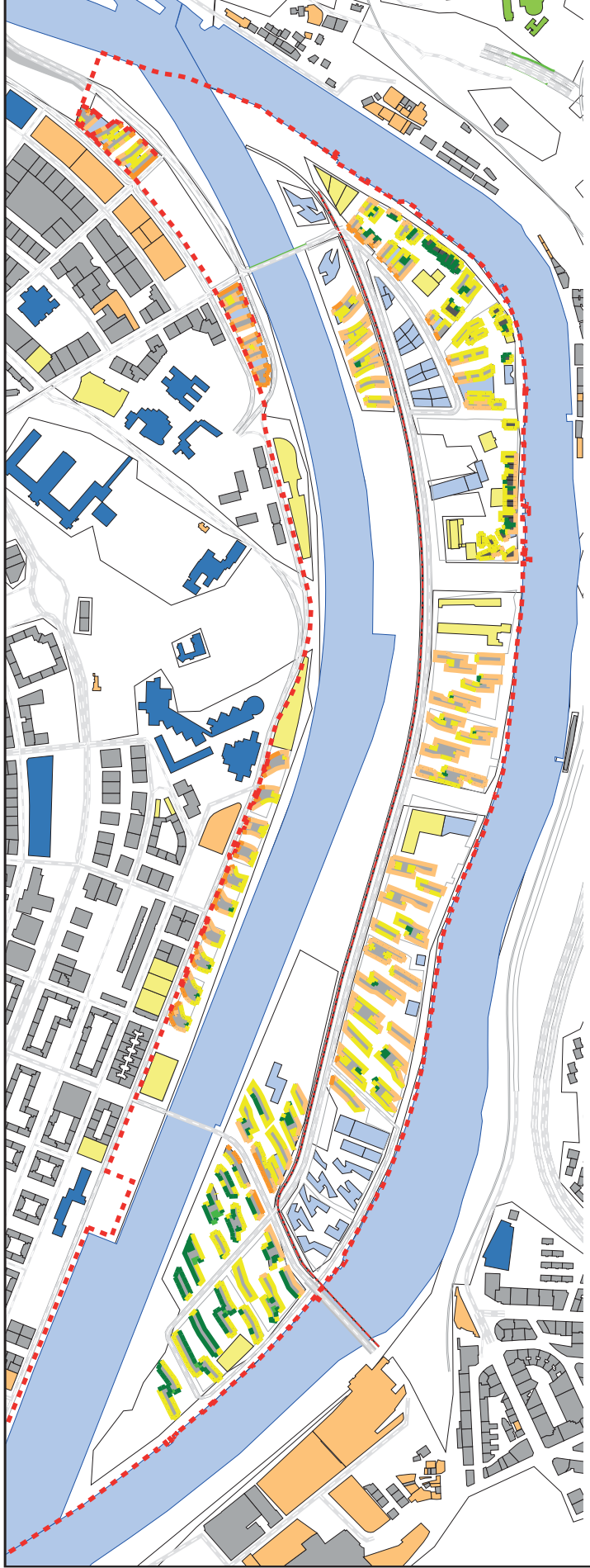
OBJETO
MAPA DE FACHADAS
ESCENARIO FUTURO

PERIODO NOCTURNO
**-EMISIÓN CALLES INTERNAS
CON SOLUCIONES**
-PANTALLA A-B OPTIMIZADA

- Leyenda**
- Edificio Residencial (ambiente estudio)
 - Edificio Residencial existente
 - Edificio Dotacional/Equipamiento
 - Edificio Industrial
 - Edificio Educativo
 - Edificio Sanitario
 - Edificio Comercial
 - Ámbito de Estudio



Escala 1:7000
0 25 50 100



AAC ACIBRICKA LUMINCA
CENTRAL
Parque Tecnológico de Alava
01510 Miñano (ALAVA)
Tel.: +34 945 298 293 Fax: +34 945 298 261
e-mail: aac@aacbricka.com



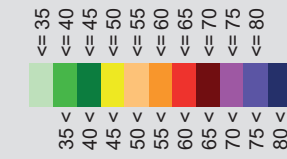
ZORROZAUURRE
ROBARENA BAZOZORBA / COMISIÓN GESTORA
PLAN ZONAL ACUSTICO DE ZORROZAUURRE

Exp.: 130650
Doc. nº: AAC13020
MAPA Nº: M2-2016

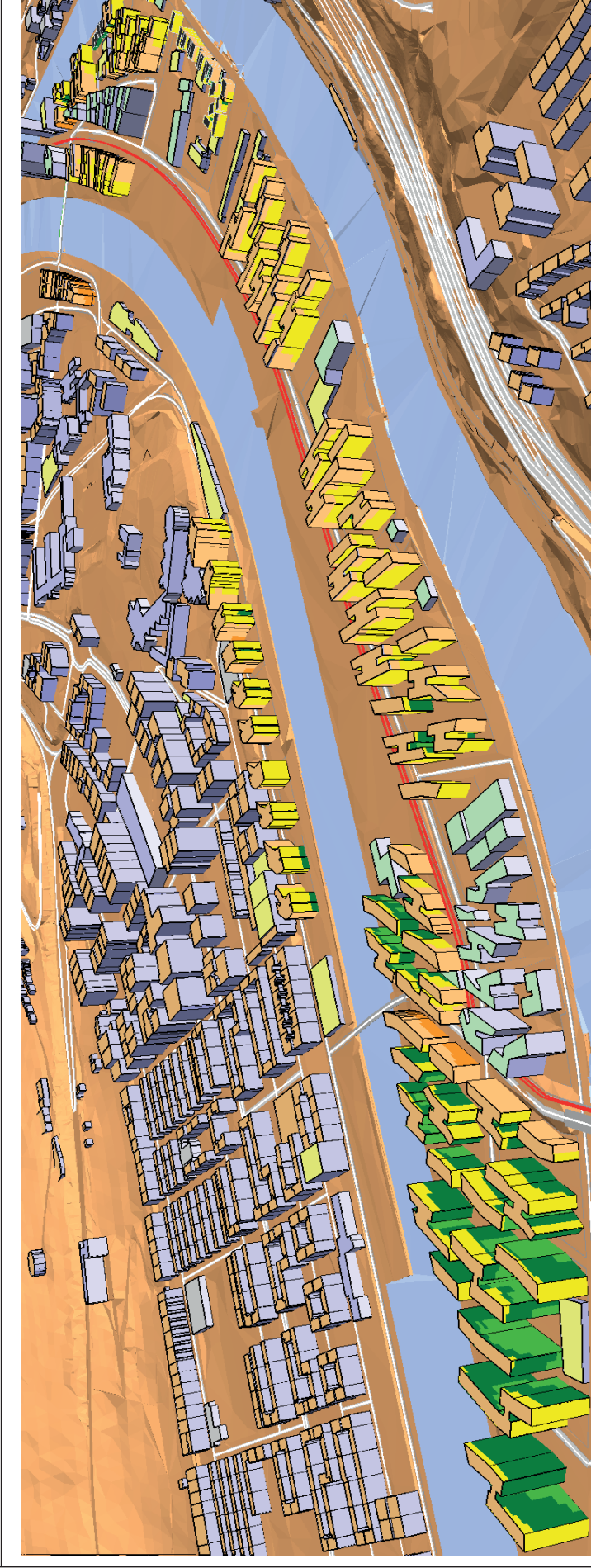
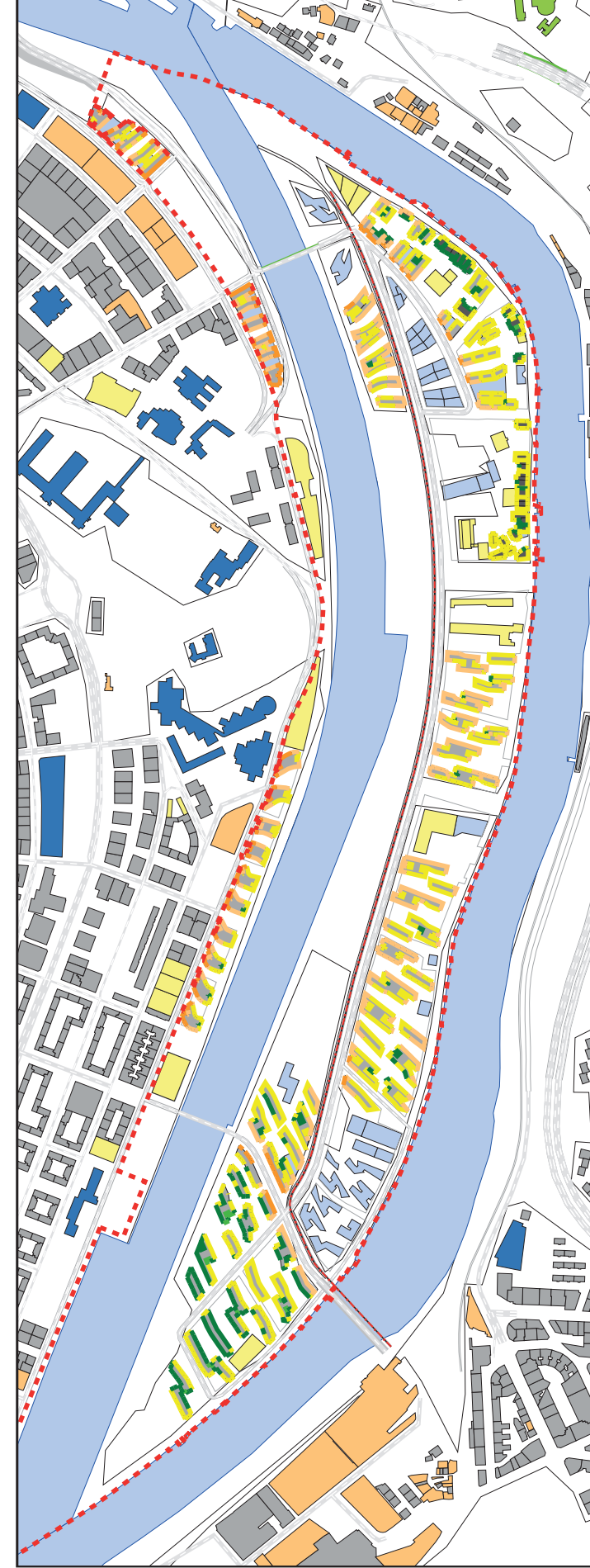
OBJETO
MAPA DE FACHADAS
ESCENARIO FUTURO

PERIODO NOCTURNO
**-EMISIÓN CALLES INTERNAS
CON SOLUCIONES**
-PANTALLA A-B OPTIMIZADA
-PANTALLA 1m AVDA MONTEVIDEO

- Leyenda**
- Edificio Residencial (ambiente estudio)
 - Edificio Residencial existente
 - Edificio Dotacional/Equipamiento
 - Edificio Industrial
 - Edificio Educativo
 - Edificio Sanitario
 - Edificio Comercial
 - Ámbito de Estudio



Escala 1:7000
0 25 50 100





AAC ACIBRICKA LUMINCA
CENTRAL
Parque Tecnológico de Alava
01510 Mirano (ALAVA)
Tel.: +34 945 298 293 Fax: +34 945 298 261
email: aac@aacbricka.com



ZORROZAUURRE
ROBARENA BAZOZORBA / COMISIÓN GESTORA

PLAN ZONAL ACUSTICO DE ZORROZAUURRE

Exp.: 130650
Doc. nº: AAC13020

MAPA Nº: M3-2016

OBJETO
MAPA DE FACHADAS
ESCENARIO FUTURO

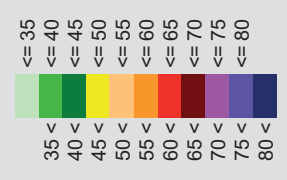
PERIODO NOCTURNO
**-EMISIÓN CALLES INTERNAS
CON SOLUCIONES**

-PANTALLA A-8 OPTIMIZADA
-40 km/h AVDA MONTEVIDEO

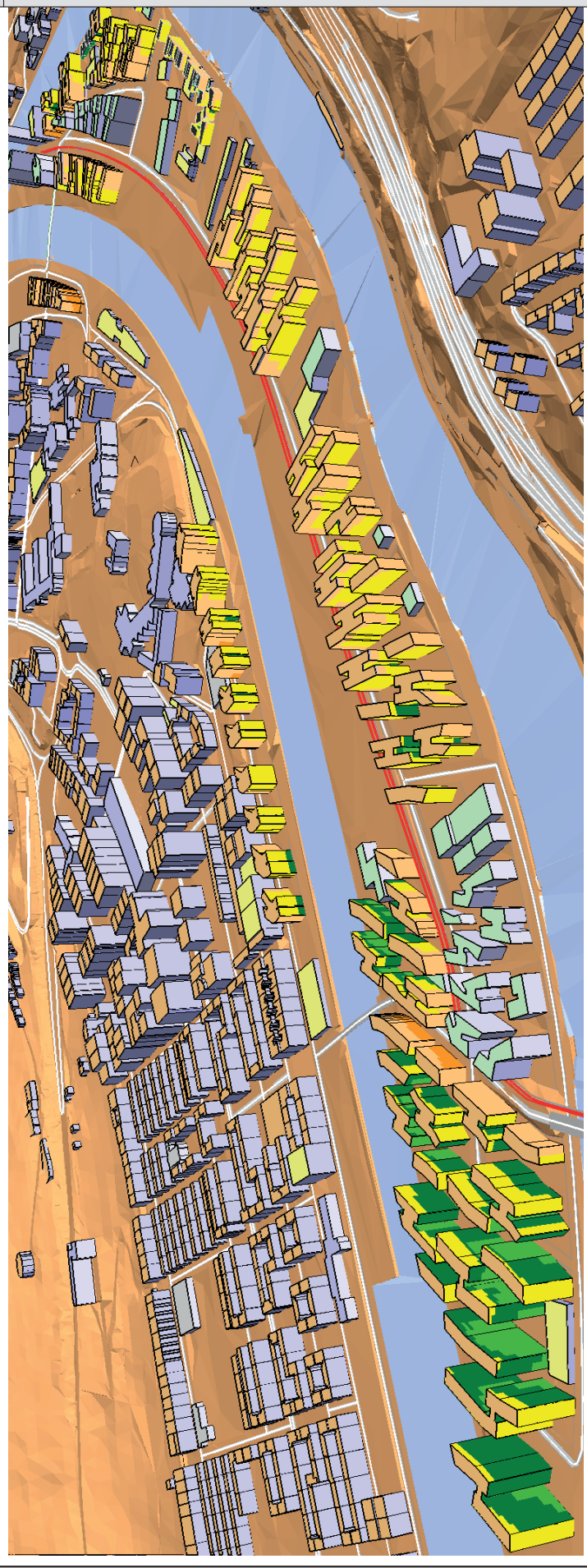
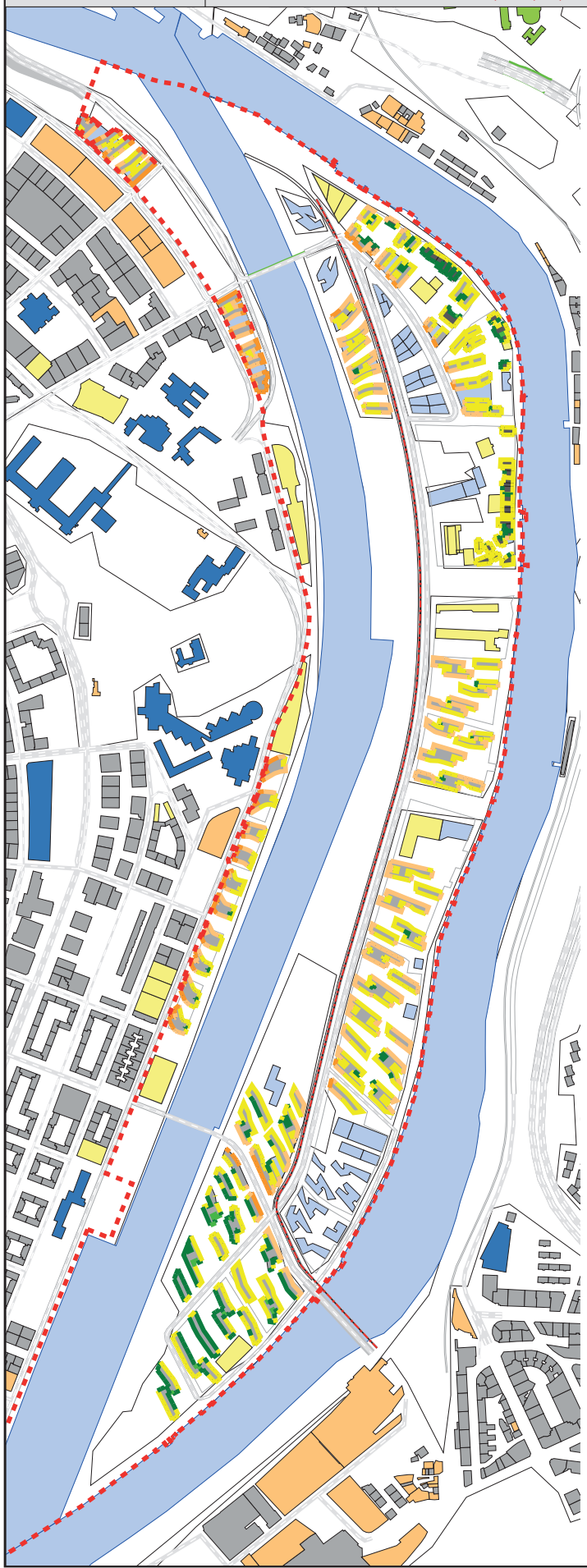
Leyenda

- Edificio Residencial (ambito estudio)
- Edificio Residencial existente
- Edificio Dotacional/Equipamiento
- Edificio Industrial
- Edificio Educativo
- Edificio Sanitario
- Edificio Comercial

Ámbito de Estudio



Escala 1:7000
0 25 50 100



AAC ACIBRICKA LUMINCA
CENTRAL
Parque Tecnológico de Alava
01510 Mirano (ALAVA)
Tel.: +34 945 298 293 Fax: +34 945 298 261
email: aac@aacbricka.com



ZORROZAUURRE
ROBARENA BAZOZORBA / COMISIÓN GESTORA

PLAN ZONAL ACUSTICO DE ZORROZAUURRE

Exp.: 130650
Doc. nº: AAC13020

MAPA Nº: M4-2016

OBJETO
MAPA DE FACHADAS
ESCENARIO FUTURO

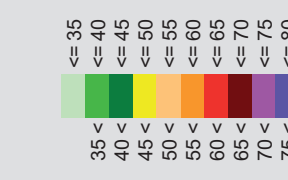
PERIODO NOCTURNO
**-EMISIÓN CALLES INTERNAS
CON SOLUCIONES**

-PANTALLA A-8 OPTIMIZADA
-40 km/h AVDA MONTEVIDEO

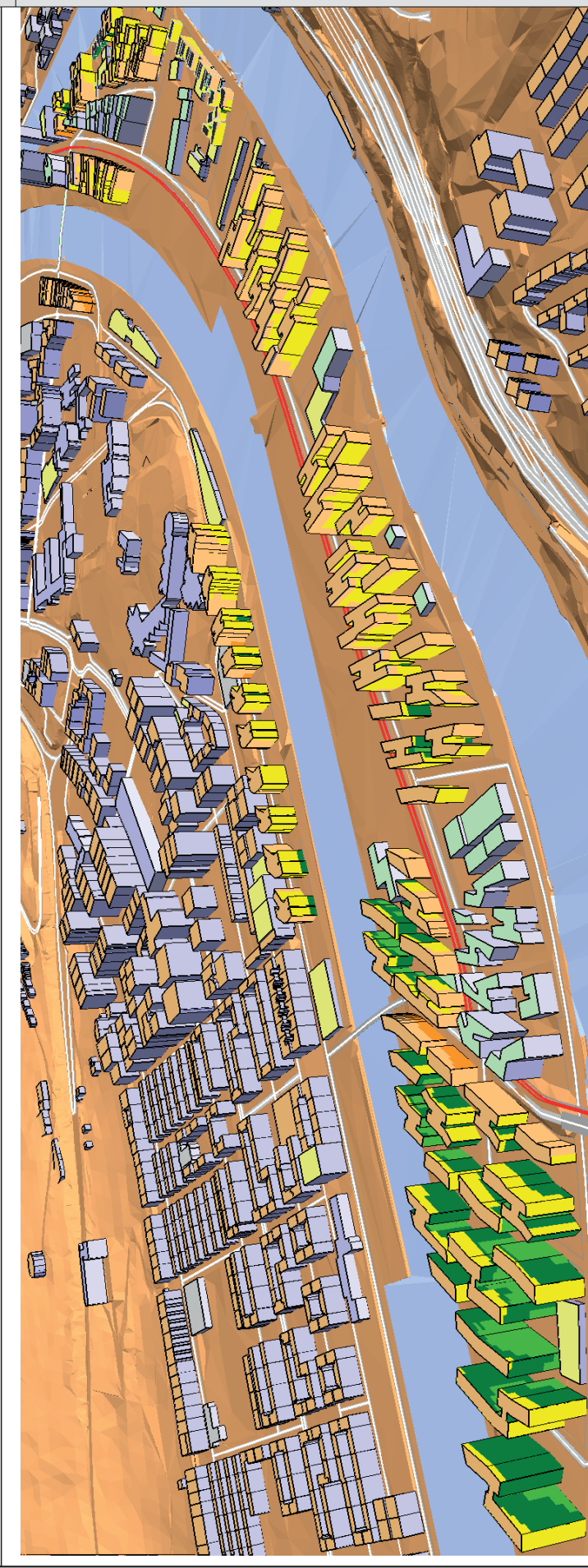
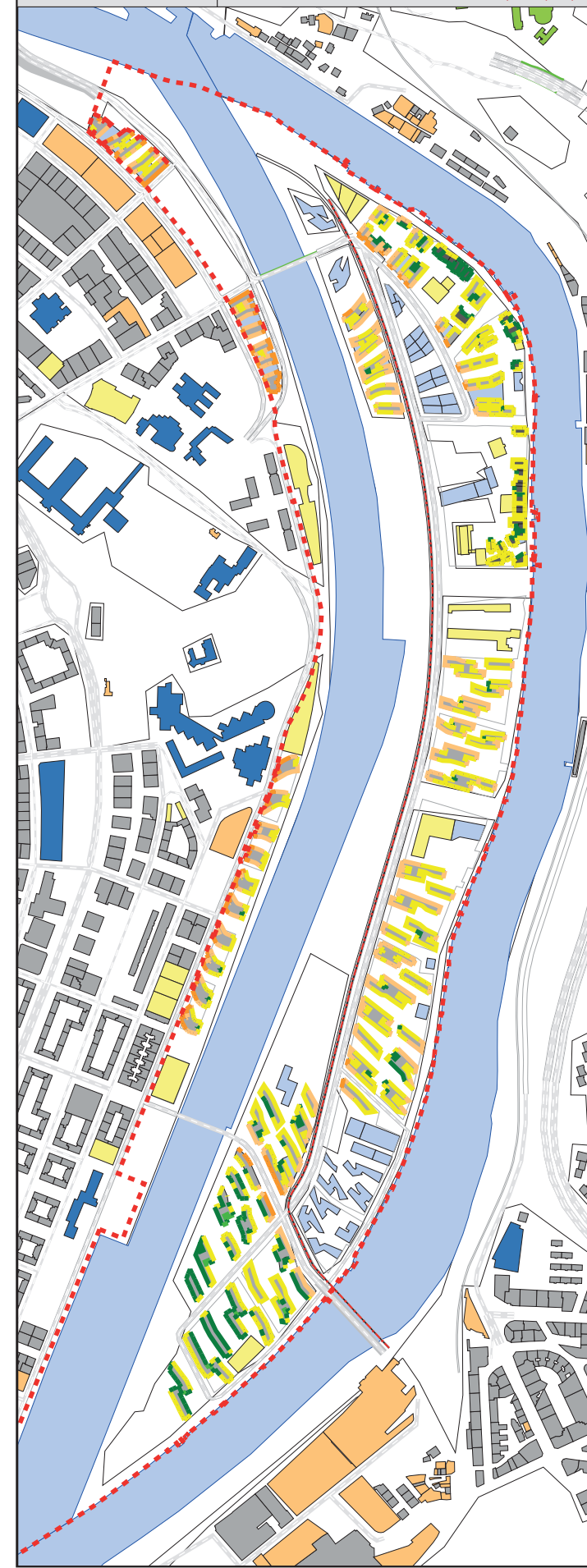
Leyenda

- Edificio Residencial (ambito estudio)
- Edificio Residencial existente
- Edificio Dotacional/Equipamiento
- Edificio Industrial
- Edificio Educativo
- Edificio Sanitario
- Edificio Comercial

Ámbito de Estudio



Escala 1:7000
0 25 50 100





AAC ACÚSTICA-LUMÍNICA
CENTRAL
Parque Tecnológico de Alava
01510 Mirano (ALAVA)
Tel: +34 945 298 233 Fax: +34 945 298 261
e-mail: aa@aaacustica.com

ZORROZAUURRE
ROBARENA BAZOZORBA / COMISIÓN GESTORA

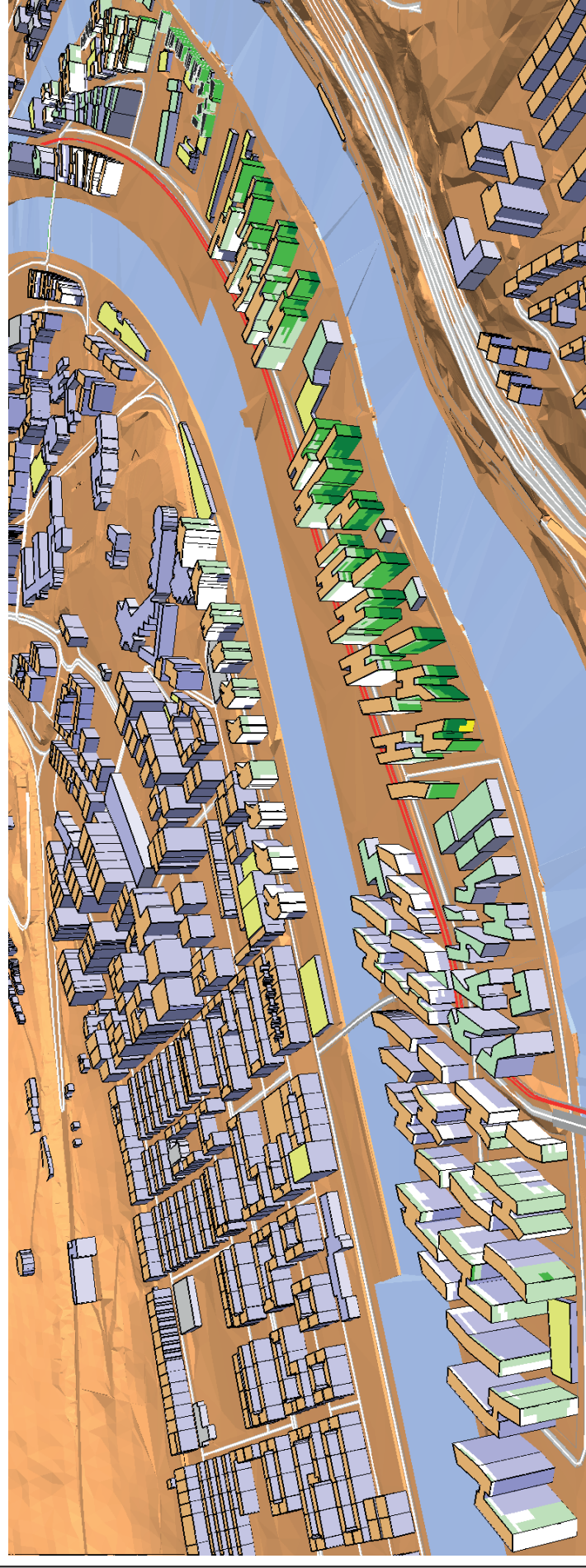
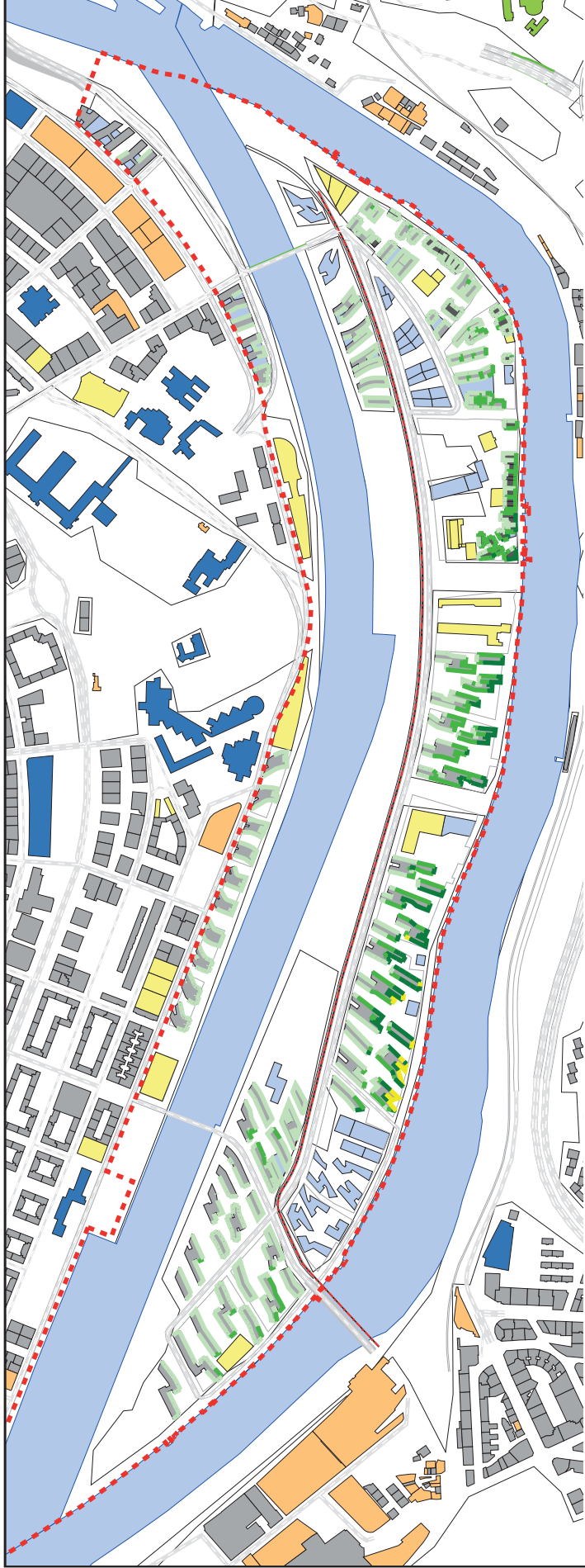
PLAN ZONAL ACÚSTICO DE ZORROZAUURRE

Exp.: 130650
Doc. nº: AAC13020

MAPA Nº: M5-2016

OBJETO
MAPA DE FACHADAS
ESCENARIO FUTURO

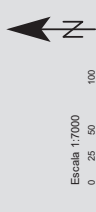
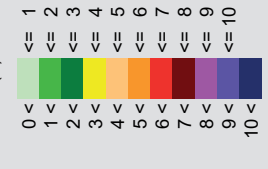
PERIODO NOCTURNO
**MEJORA OBTENIDA CON LA
PANTALLA DE TIEN EN
AVDA DE MONTEVIDEO**



Leyenda

- Edificio Residencial (ambiente estudio)
- Edificio Residencial existente
- Edificio Dotacional/Equipamiento
- Edificio Industrial
- Edificio Educativo
- Edificio Sanitario
- Edificio Comercial
- Ámbito de Estudio

**Diferencia de nivel
dB(A)**



AAC ACÚSTICA-LUMÍNICA
CENTRAL
Parque Tecnológico de Alava
01510 Mirano (ALAVA)
Tel: +34 945 298 233 Fax: +34 945 298 261
e-mail: aa@aaacustica.com

ZORROZAUURRE
ROBARENA BAZOZORBA / COMISIÓN GESTORA

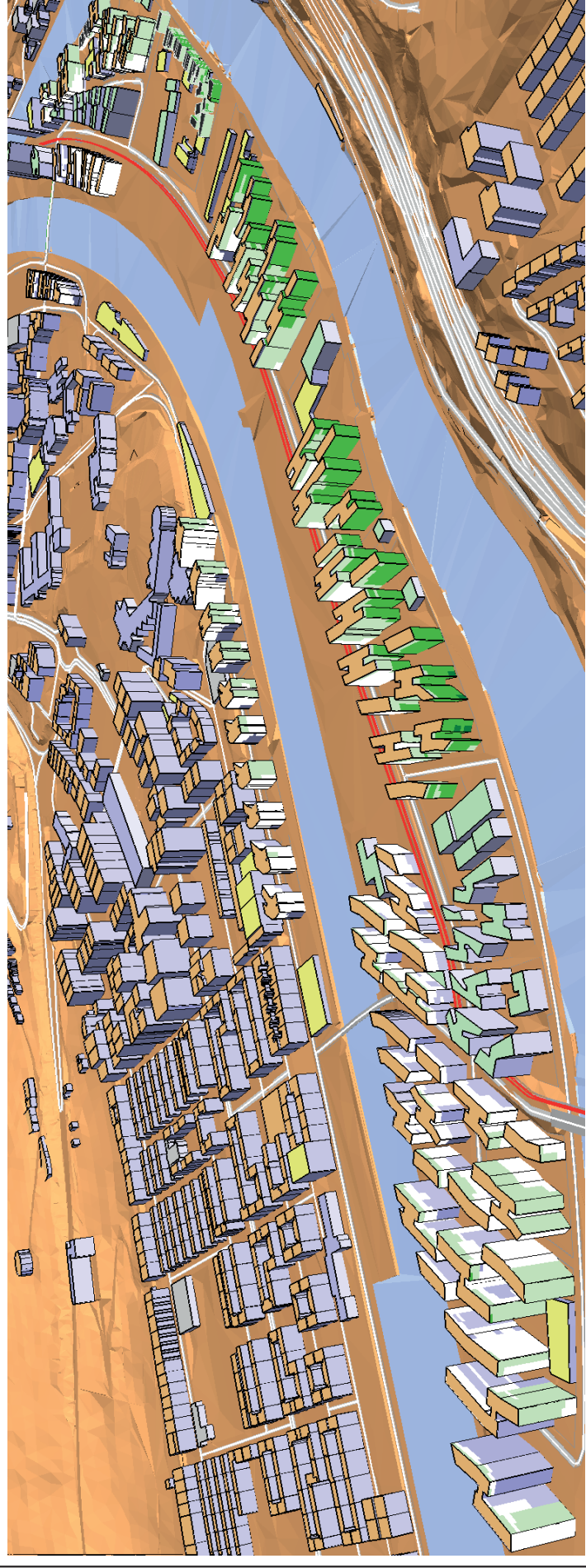
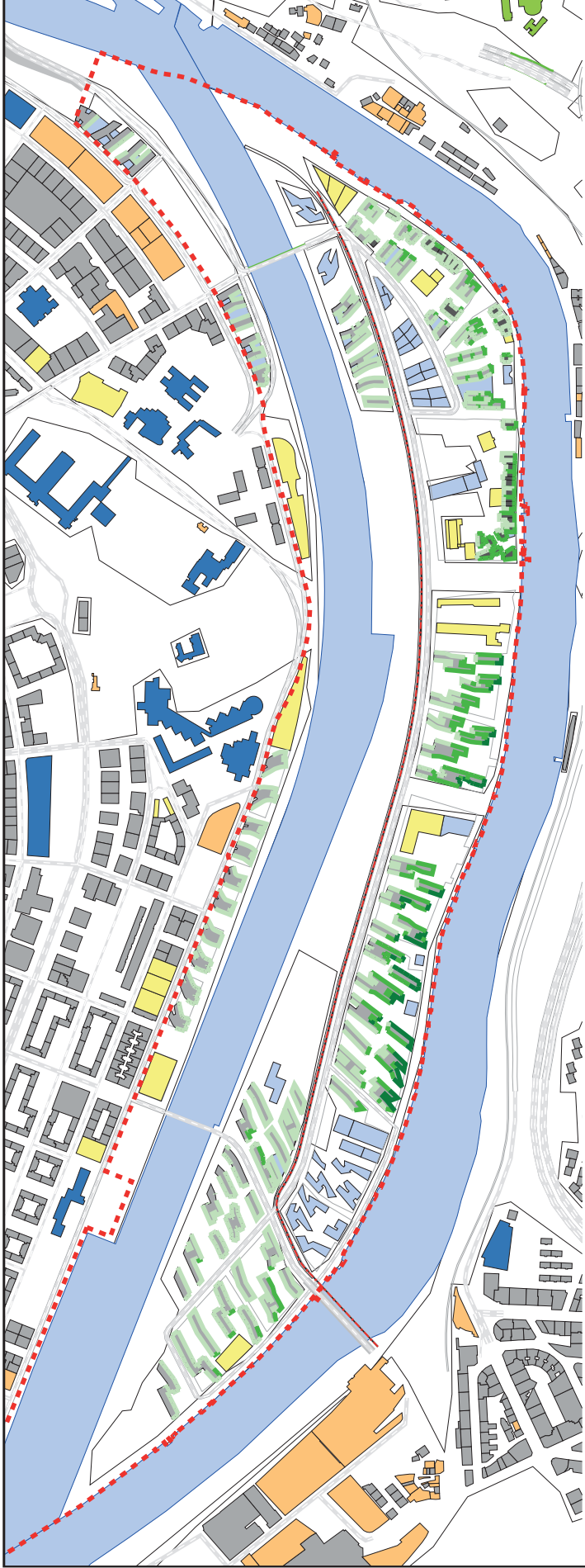
PLAN ZONAL ACÚSTICO DE ZORROZAUURRE

Exp.: 130650
Doc. nº: AAC13020

MAPA Nº: M6-2016

OBJETO
MAPA DE FACHADAS
ESCENARIO FUTURO

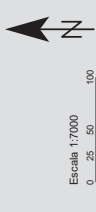
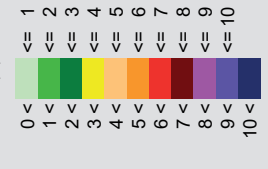
PERIODO NOCTURNO
**MEJORA OBTENIDA CON LA
REDUCCIÓN DE VELOCIDAD
A 40 km/h EN AVENIDA MONTEVIDEO**



Leyenda

- Edificio Residencial (ambiente estudio)
- Edificio Residencial existente
- Edificio Dotacional/Equipamiento
- Edificio Industrial
- Edificio Educativo
- Edificio Sanitario
- Edificio Comercial
- Ámbito de Estudio

**Diferencia de nivel
dB(A)**





AAC ACIBRICA-LUMINICA
CENTRAL
Parque Tecnológico de Alava
01510 Miñano (ALAVA)
Tel.: +34 945 298 233 Fax: +34 945 298 261
email: aac@aacarbitica.com



INSTRUMENTACIÓN
RODADURA BAZZARDO / COMISIÓN GESTORA

PLAN ZONAL ACÚSTICO DE
ZORROZAUURRE

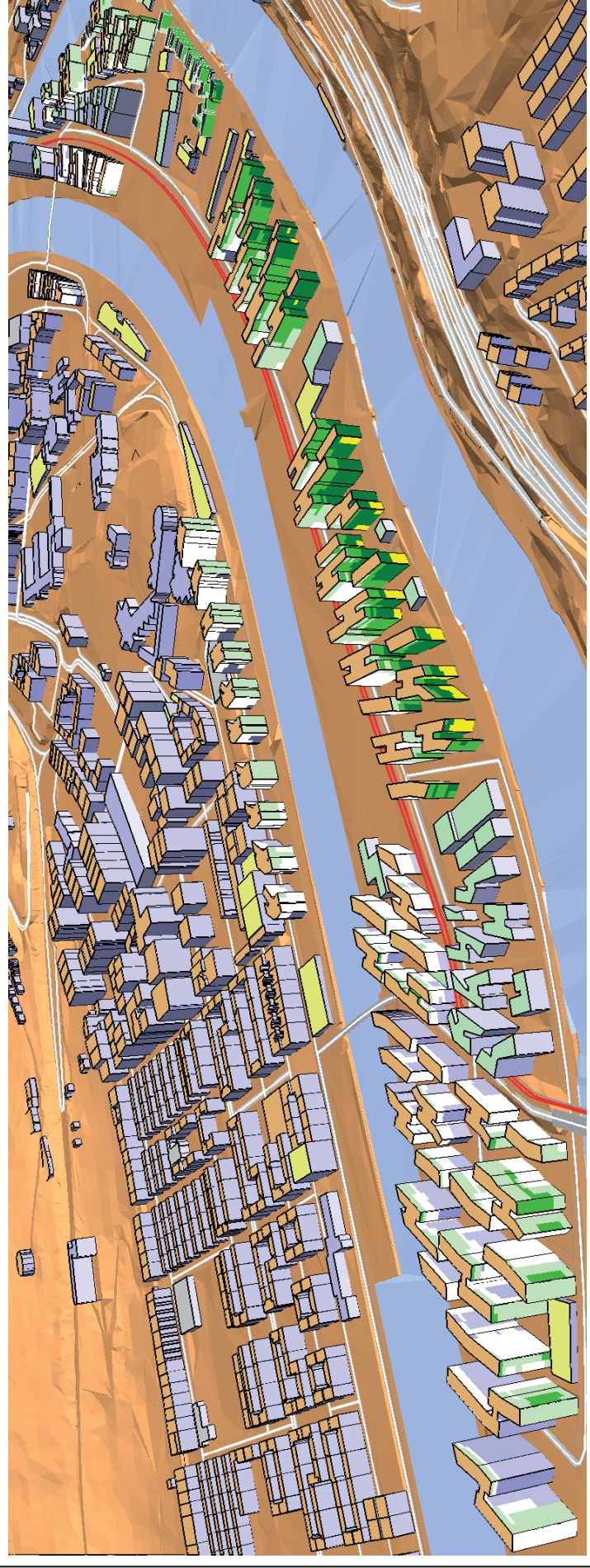
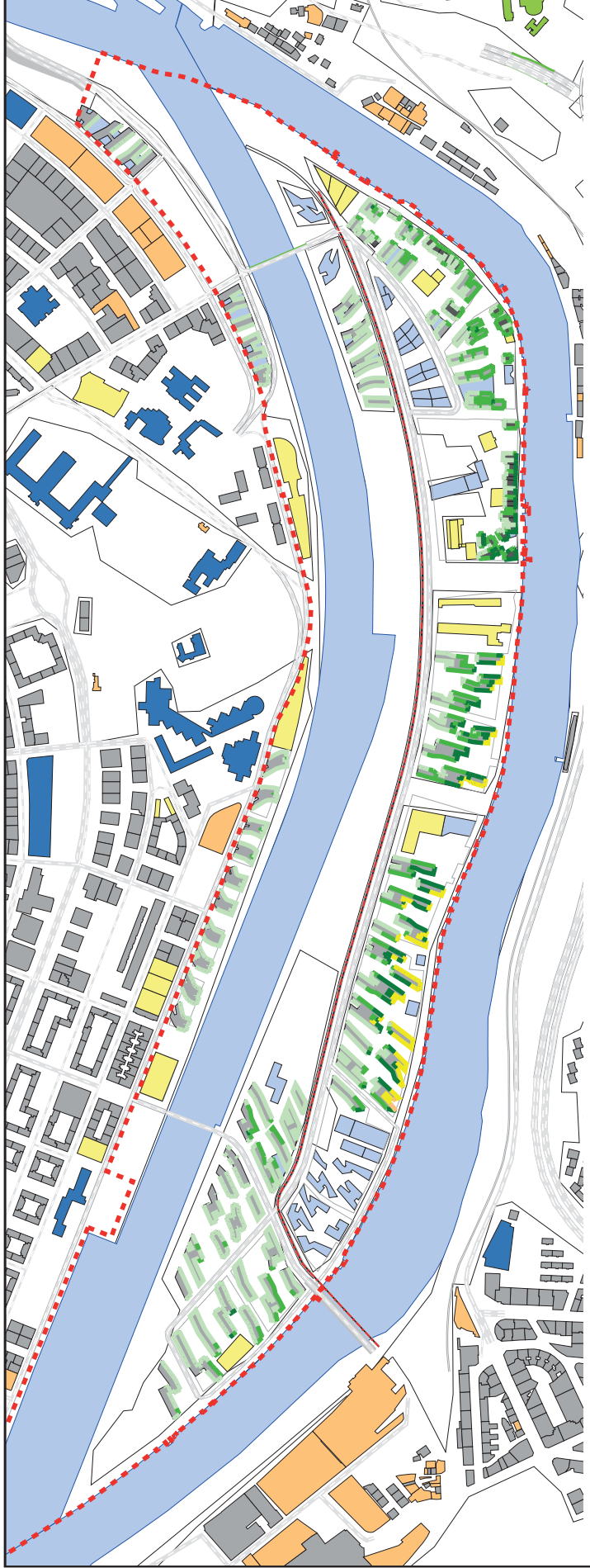
Exp.: 130660
Doc. nº: AAC13020

MAPA Nº: M7-2016

OBJETO
MAPA DE FACHADAS
ESCENARIO FUTURO

PERIODO NOCTURNO
**MEJORA OBTENIDA CON LA
PANTALLA DE TIEN EN
AVDA DE MONTEVIDEO**

**-REDUCCIÓN DE VELOCIDAD
A 40 km/h EN AVENIDA MONTEVIDEO**



- Leyenda**
- Edificio Residencial (entorno estudio)
 - Edificio Residencial existente
 - Edificio Dotacional/Equipamiento
 - Edificio Industrial
 - Edificio Educativo
 - Edificio Sanitario
 - Edificio Fenario
 - Ámbito de Estudio

**Diferencia de nivel
dB(A)**

