

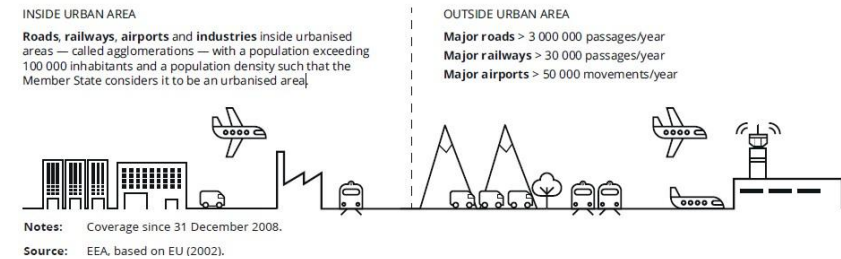


Legislación

- El ruido es un problema de salud para al menos 1 de cada 5 ciudadanos de la UE. Por lo tanto, es necesario coordinar los esfuerzos a nivel de la UE para reducir esta carga en la vida cotidiana de millones de ciudadanos. La Directiva actúa como herramienta legislativa marco que vincula todas las acciones a nivel internacional, de la UE y local.
- La Comisión Europea propuso un objetivo político de reducir la proporción de personas crónicamente perturbadas por el ruido del transporte en un 30 % para 2030 en el Plan de Acción de Contaminación Cero. Y 100% para 2050.
- La Directiva obliga a los países de la UE a preparar y publicar mapas de ruido y planes de acción de gestión cada 5 años. Carril principal
- [Todos los Planes están disponibles CDR \(europa.eu\)](https://europa.eu), y en las web del ministerio de medio ambiente de cada país, así como en las páginas de los diferentes gestores de infraestructuras. (Portugal: <https://apambiente.pt/ar-e-ruido/>, UK: [Strategic noise mapping \(2017\) - GOV.UK \(www.gov.uk\)](https://www.gov.uk),)



Figure 2.2 Coverage under the Environmental Noise Directive



[Directive 2002/49/EC](#)

SPECIFIC FOR RAIL:

- Technical Specification for Interoperability (TSI) on Noise - [Regulation \(EU\) No 1304/2014](#)
- Noise charging - [Regulation \(EU\) 2015/429](#)
- Connecting Europe Facility - [Regulation \(EU\) 2021/1153](#)

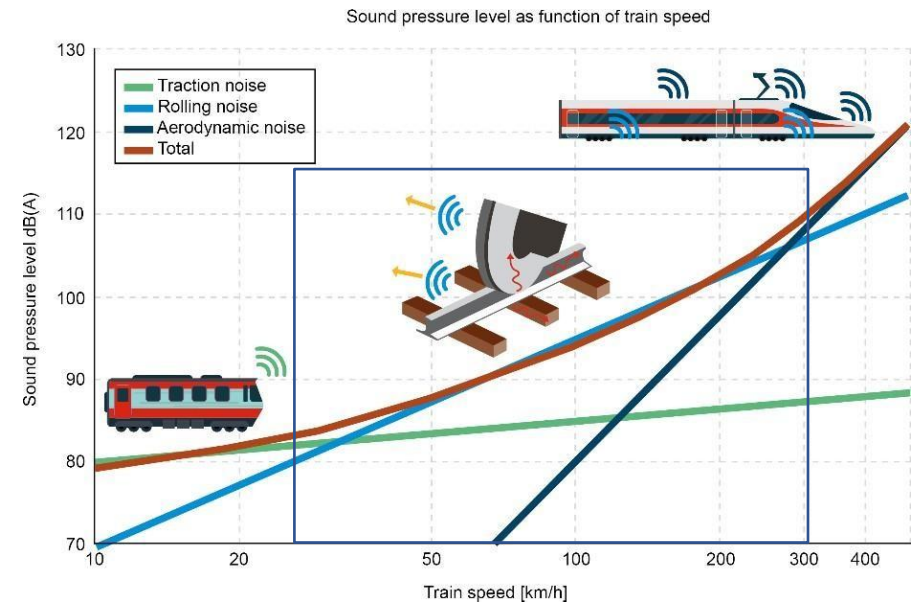
Origen del ruido

Las principales fuentes de ruido ferroviario son

- Ruido de rodadura
- Equipo motor o ruido de tracción
- Ruido aerodinámico

La gravedad de estas fuentes de ruido depende de la velocidad del tren. A velocidades bajas, el ruido de los equipos de potencia es la fuente dominante y, a velocidades medias, el ruido de rodadura es la fuente de ruido más importante. Solo a velocidades (muy) altas entra en juego el ruido aerodinámico.

Otras fuentes de ruido incluyen el ruido de impacto, el chirrido de las curvas y el ruido de los puentes para los trenes en movimiento, pero también los patios de maniobras, el ruido de los trenes estacionados y el ruido de frenado.



Métodos de control del ruido

El enfoque clásico para las medidas de mitigación del ruido tiene tres opciones:

- Mitigación del ruido en la fuente (prevención de la emisión de ruido: diseño y mantenimiento de vías, rectificadas acústicas de vías, amortiguación de vías, frenos silenciosos para vagones de mercancías, material rodante silencioso).
- Mitigación del ruido en la ruta de propagación (por ejemplo, instalación de barreras acústicas).
- Mitigación de ruido en el receptor (por ejemplo, instalación de ventanas insonorizadas).

Table III: Effect of different noise reduction measures in dB (---: no valid results available) ([55],[68], [84], [81])

Measure	High speed traffic	Conventional traffic
Optimisation of the Wheel geometry	1-2	0-1
Wheel dampers	1-5	1-3
Bogie skirts	0-2	0-3
Pantograph design	0-4	No issue
Optimised rail pad	-	0-4
Rail dampers	0-2	0-3
Rail shielding	---	0-1
Rail grinding	0-3	0-5

El efecto de reducción del ruido depende en gran medida del número de vehículos. Se debe adaptar una cantidad significativa de vehículos para que se reduzca la emisión de ruido de todo el tren, y una cantidad significativa de trenes diferentes pasan por la misma vía.

Las acciones sobre el carril deben controlarse y repetirse periódicamente para asegurar su efecto.

La eficacia de estas acciones es muy limitada, por lo que deben utilizarse como complemento de otras acciones en el camino de propagación.

Concepto de barreras acústicas

Las barreras acústicas son la medida de mitigación del ruido más utilizada. Tanto en líneas nuevas como en las existentes.

El factor clave para la efectividad de la barrera es la distancia al riel, la altura de la barrera acústica y la posición del punto de recepción del ruido considerado.

Las barreras normales se construyen a una distancia de unos 4-4,5 m del eje de la vía y tienen una altura que suele variar entre 2 y 8 m por encima de la cabeza del carril.

Las características importantes de la barrera acústica tradicional son el aislamiento acústico y la absorción acústica. El aislamiento acústico evita que el ruido se transmita a través de la barrera, reflejando las ondas, mientras que la absorción reduce la intensidad.

Los residentes pueden experimentar las barreras acústicas como una intrusión en la calidad visual. Por lo tanto, es común que la comunidad se involucre por el impacto en el medio ambiente.



Tecnología Acustrain

Acustrain genera una mayor zona de sombra (atenuación), modifica el foco de emisión redireccionando la onda y añadiendo una difracción a la onda, que alarga la distancia a recorrer (fig. 3), la combinación de ambos efectos consigue una reducción del sonido de hasta 14DB. Puntos clave:

Materiales: El material de hormigón refleja las ondas sonoras contra el vehículo y el suelo, las ondas sonoras son parcialmente absorbidas antes de ser reflejadas de nuevo, con un ángulo más vertical.

Configuración especial en la cara interior: los orificios del panel de nido de abeja han sido diseñados para permitir el paso de ondas de alta frecuencia y absorberlas en su interior.

Capa interior absorbente: Las ondas sonoras son absorbidas y debilitadas, por lo que las ondas que consiguen traspasar la barrera son de muy baja intensidad.

Cumbrera: difracta las ondas de sonido, aumentando la longitud del camino al receptor.

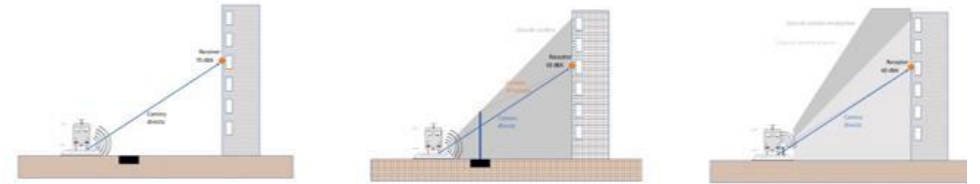
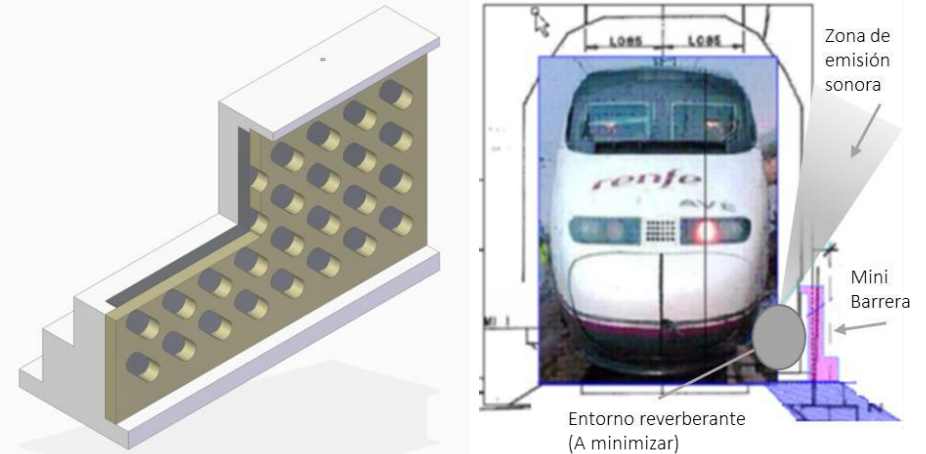


FIG 1: Without screen

FIG 2: Traditional 4-8 metres

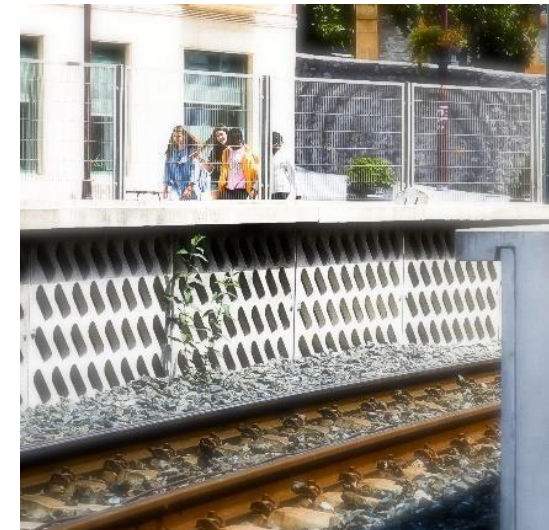
FIG 3: Mini Acustrain

La eficacia que aporta una barrera acústica tradicional (fig. 2) respecto a una situación sin pantalla (fig. 1), viene dada por el efecto sombra (atenuación) y el aumento de la distancia a recorrer por la onda difractada.



Valor añadido

- **ACEPTACIÓN** - Sin impacto visual, la vista a través de la pista no está bloqueada
- **MODULAR** - Adaptable a vías férreas existentes.
- **AUTOSOPORTE** - Rápida instalación, no requiere cementación.
- **COMPORTAMIENTO ACÚSTICO** – Reduce hasta 14DB también en fachadas
- **LIBRE DE MANTENIMIENTO** - Robusto y a prueba de vandalismo.
- **ASEQUIBLE** - Comparado con otros sistemas hasta 2,5 veces más económico.
- **PERSONALIZABLE** - De la fotovoltaica a las paredes verdes.





Adif expropia por sorpresa a varios municipios por las pantallas acústicas

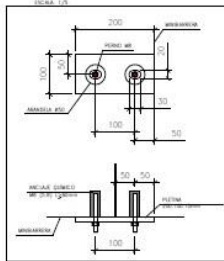
• La treintena de pueblos en los que el ministerio pretende reducir el ruido de los trenes se oponen al proyecto



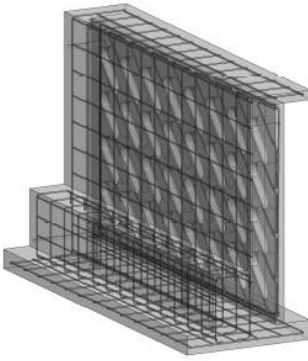
BARRERA VISTA 3D



DETALLE PLETINAS PARA UNIÓN DE MÓDULOS A DEFINIR POR EL FABRICADOR A APROPIAR POR BECCA

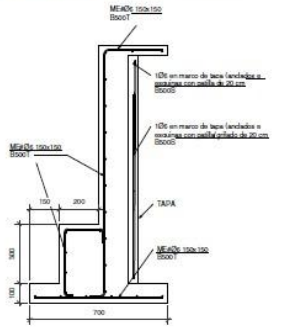


MATERIALES:
 HORMIGÓN MINERALIZADO: Hércules (o superior)
 ARMADO MINERALIZADO: Boot / Boos
RECURSIVOS SEGUN EHE en Art. 37.2.4:
 r_{tr} = 20 mm (MINIMO), para elementos prefabricados (control interno y externo) de (para otros ambientes de exposición adaptarse al requerimiento y calidad terminación a los requerimientos de Durabilidad según EHE-08)



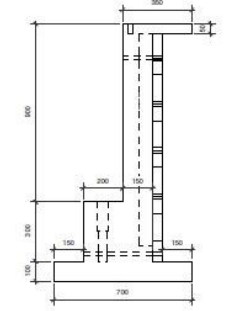
7 Vista armado

ARMADO ALTERNATIVA AUTOESTABLE SELECCIONADA

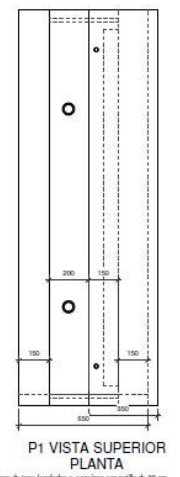


5 Sección armado 1:10

detalle 1:5

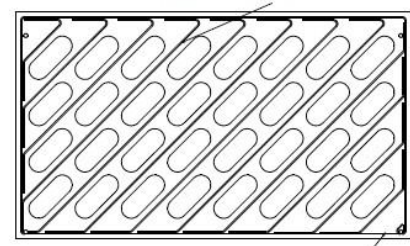


P1 VISTA FRONTAL



P1 VISTA SUPERIOR PLANTA

100 en marco de base fundido y espaldas con espesor de 20 cm

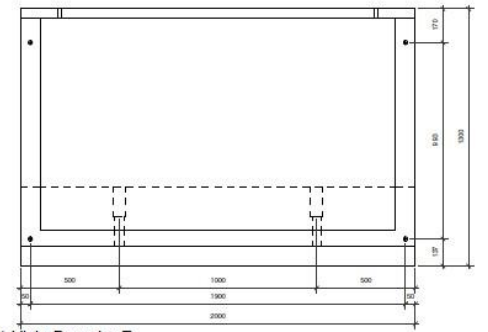


9 Sección armado tapa 1:10

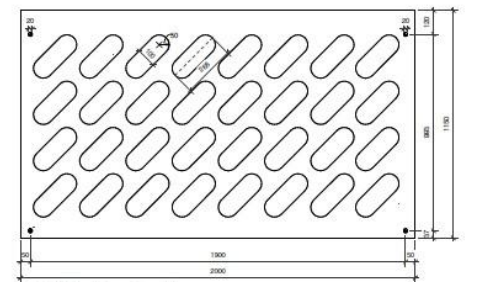
4 P2 Vista Frontal S 1:10



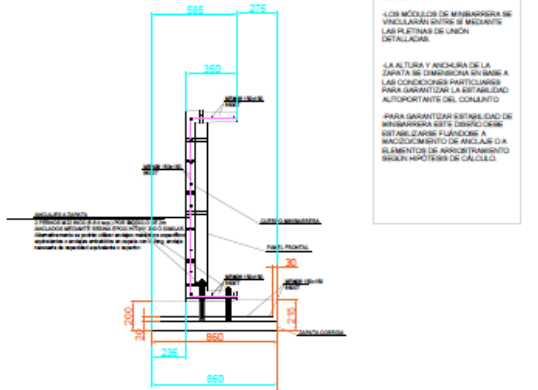
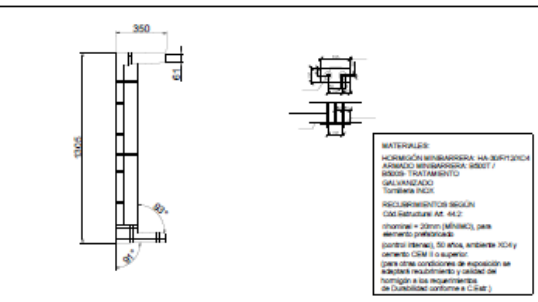
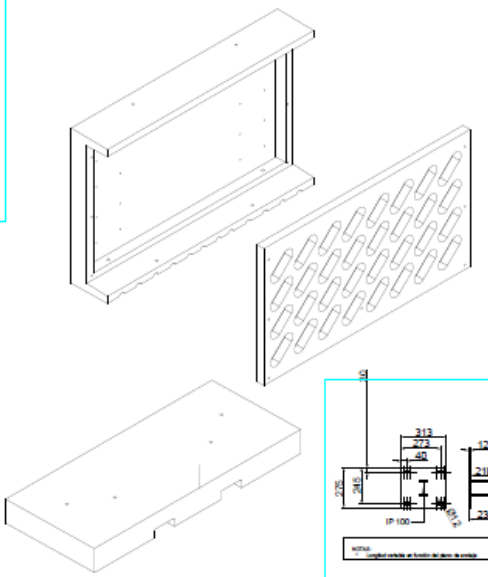
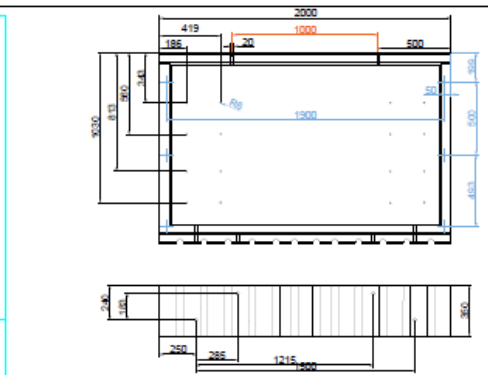
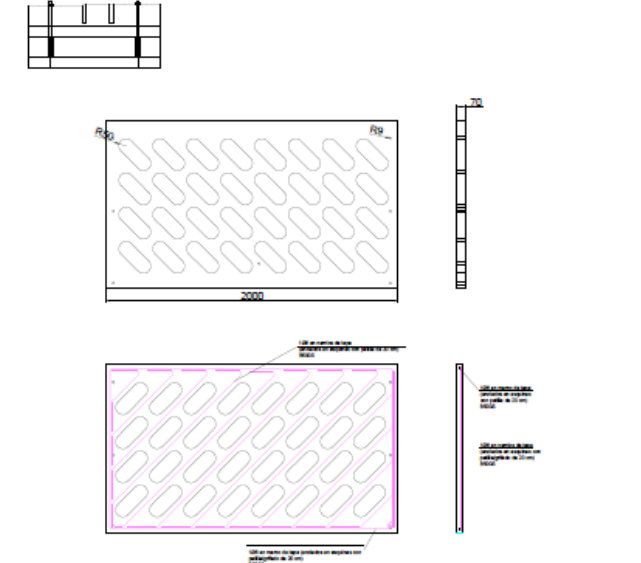
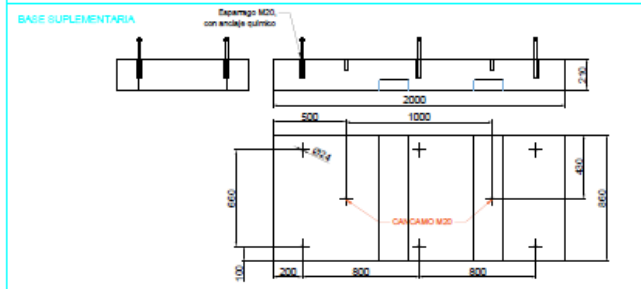
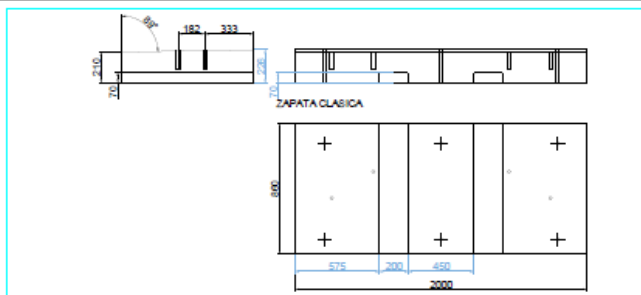
2 P1 Vista Derecha E 1:10



3 P2 Vista Derecha E 1:10

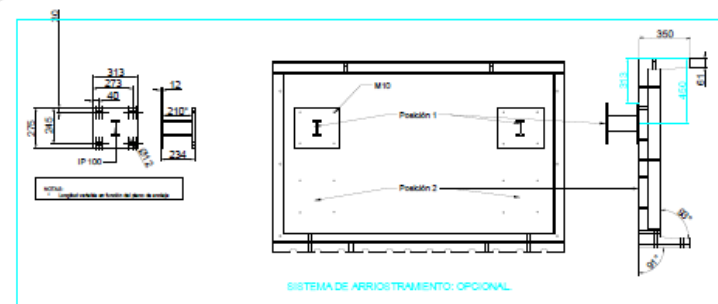


El diseño



MATERIALES:
 HORMIGÓN MINIBARRERA HA, BERTERZA
 ARMADO MINIBARRERA S8007 /
 S8008, TRATAMIENTO
 GALVANIZADO
 TORNILLOS
 RECLAMACIONES SEGUN
 LOS DATOS DEL PROYECTO, PARA
 CANTONADO (M20), PARA
 ANCLAJE (M20/25)
 TORNILLOS (M16), 50 ANCLAJES Y/O
 ANCLAJES CON 10 ANCLAJES
 PARA ZONA SUPERIOR DE ANCLAJE EN
 ANCLAJE MULTIPUNTO Y ANCLAJE DE
 ROTACION A LAS INCLINACIONES
 DE CANTONADO SUPERIOR Y CLASICO

NOTAS:
 -LOS MÓDULOS DE MINIBARRERA SE
 UNIFICARÁN ENTRE SI SEGUN
 LAS PLANTAS DE UNION
 DETALLADAS
 -LA ALTURA Y ANCHURA DE LA
 ZAPATA DE MINIBARRERA EN BASE A
 LAS CONEXIONES PARTICULARES
 PARA GARANTIZAR LA ESTABILIDAD
 AUTOPORTANTE DEL CANTONADO
 -PARA GARANTIZAR ESTABILIDAD DE
 MINIBARRERA SE DEBERAN USAR
 ESTOS CASOS FIANZOSOS A
 MANEJO DE ANCLAJE O A
 ELEMENTOS DE ARMADO TRATADO
 SEGUN HIPOTESIS DE CALCULO

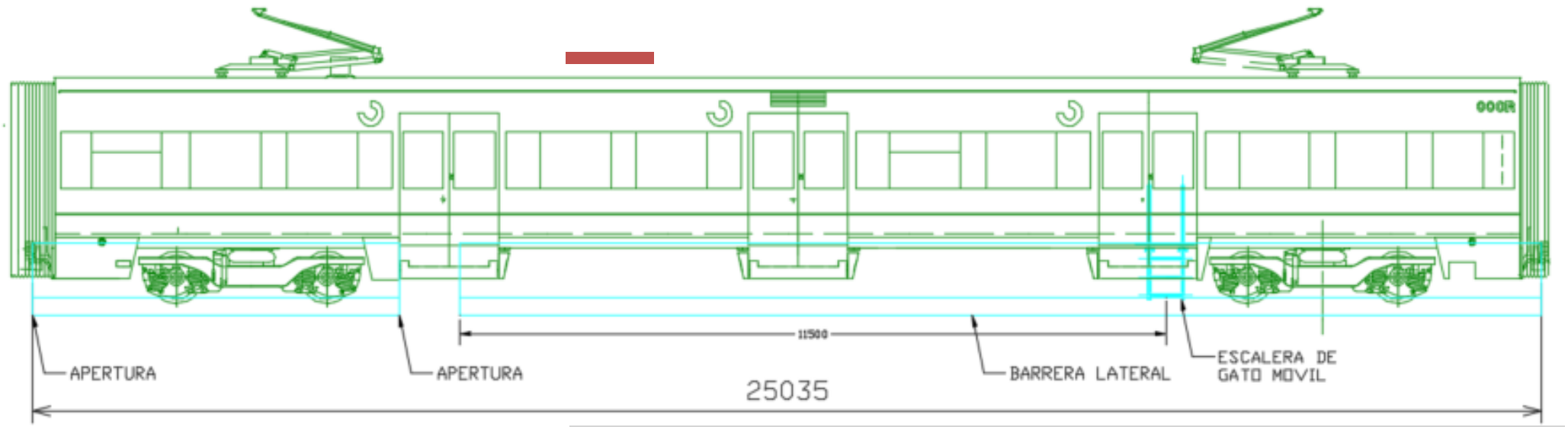


El diseño

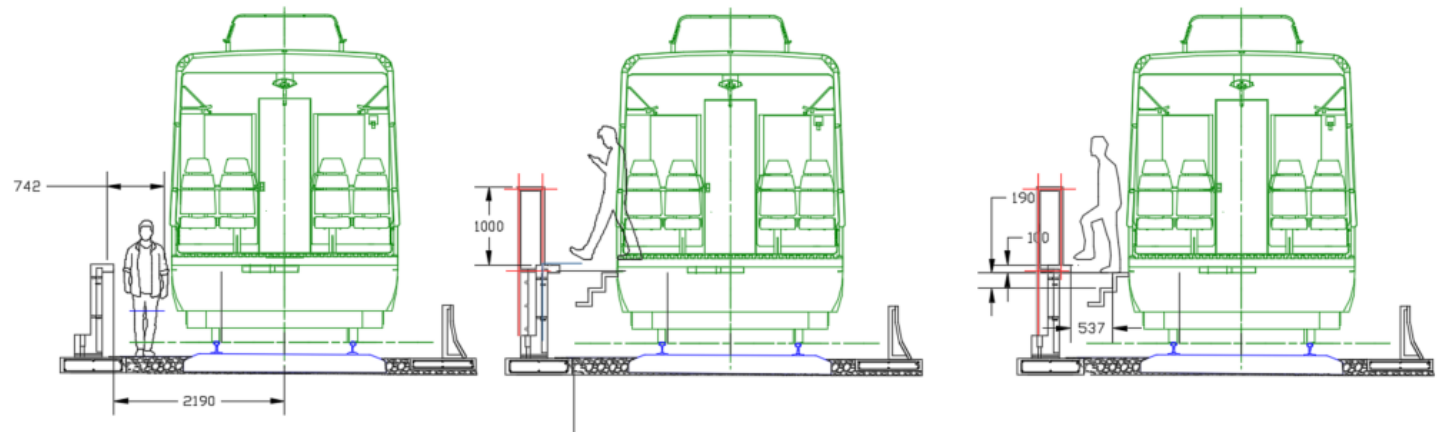
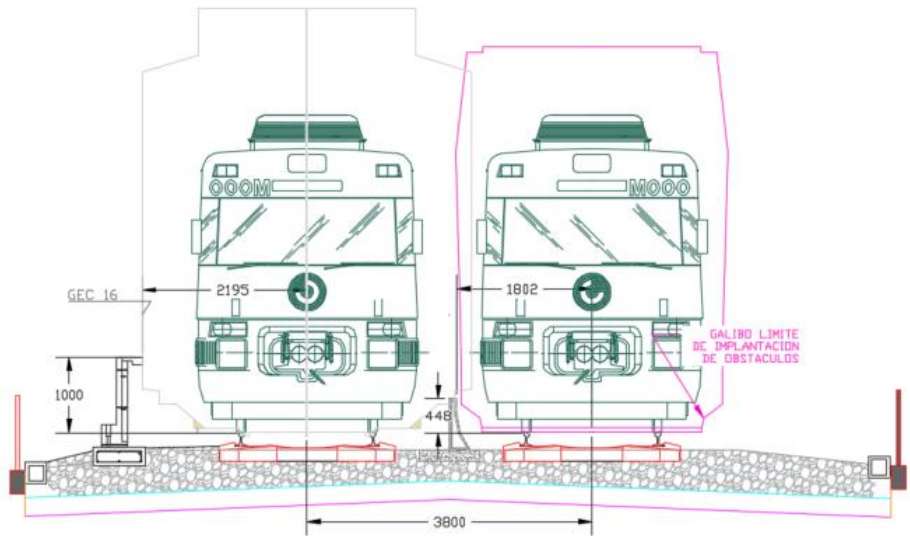
Auto:	Revisó:	Aprobó:	FECHA:
Auto:	Revisó:	Aprobó:	FECHA:
Auto:	Revisó:	Aprobó:	FECHA:
Auto:	Revisó:	Aprobó:	FECHA:

CUS TRAIN

INGENIEROS



- EJEMPLO DE COLOCACION













Adaptabilidad al Entorno Ferroviario

Las **mini barreras acústicas** han sido diseñadas no solo para ofrecer un rendimiento acústico óptimo, sino también para **integrarse armónicamente en cualquier entorno de vía**, gracias a su versatilidad tecnológica y constructiva.

✅ **Adaptación total al trazado ferroviario**, mediante:

- Múltiples sistemas de **anclaje** según condiciones del terreno
- **Variantes geométricas** que se ajustan a curvaturas, desniveles y espacios reducidos

🔧 Además, el sistema permite **personalizaciones específicas** para adaptarse a requisitos técnicos, estéticos o medioambientales:

- 🌱 **Integraciones ambientales**: sistemas de revegetación y muros jardín
- ☀️ **Tecnología solar integrada**
- 💡 **Iluminación LED opcional**
- 🎨 **Acabados personalizables**: colores, texturas, bajorrelieves
- 🧪 **Tratamientos fotocatalíticos** para mejorar la calidad del aire
- 🖼️ **Elementos ornamentales o artísticos**, según el entorno urbano o natural



Ensayos para evaluar la efectividad de las mini y microbarreras

Línea València Estació del Nord – Cambiador de La Boella
(Corredor Mediterráneo)

Trayecto Puçol – El Puig PK 24.200 AL PK 24.100

Abril 2.025

INDICE

- Antecedentes
- Principios acústicos
- Objetivos y metodología del ensayo
- Posición de las barreras
- Zona de ensayo
- Instalación de las mini y micro barreras
- Detalle y disposición final
- Realización de los ensayos
- Resultados y conclusiones

Antecedentes

Proyectos de protección acústica derivados de los Planes de Acción de las Fase I y II en Cataluña y fase III Comunidad Valenciana



POLÉMICA INSONORIZACIÓN

Veinticuatro municipios reclaman a Adif alternativas a las pantallas acústicas

• En un manifiesto conjunto proponen modernizar los trenes, insonorizar las viviendas afectadas o reducir la propagación del ruido



tecnalía

FUNDACIÓN DE INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA

AMBITOS OFERTA TECNOLOGÍAS TALENTO ACTUALIDAD BLOG TECNALIA ES Q

INICIO/NOTICIAS/EUSKAL TRENBIDE SARE...

NOTICIA

Euskal Trenbide Sarea recibe un premio a la innovación por una minibarrera acústica para líneas ferroviarias de baja velocidad

17 de Diciembre de 2020

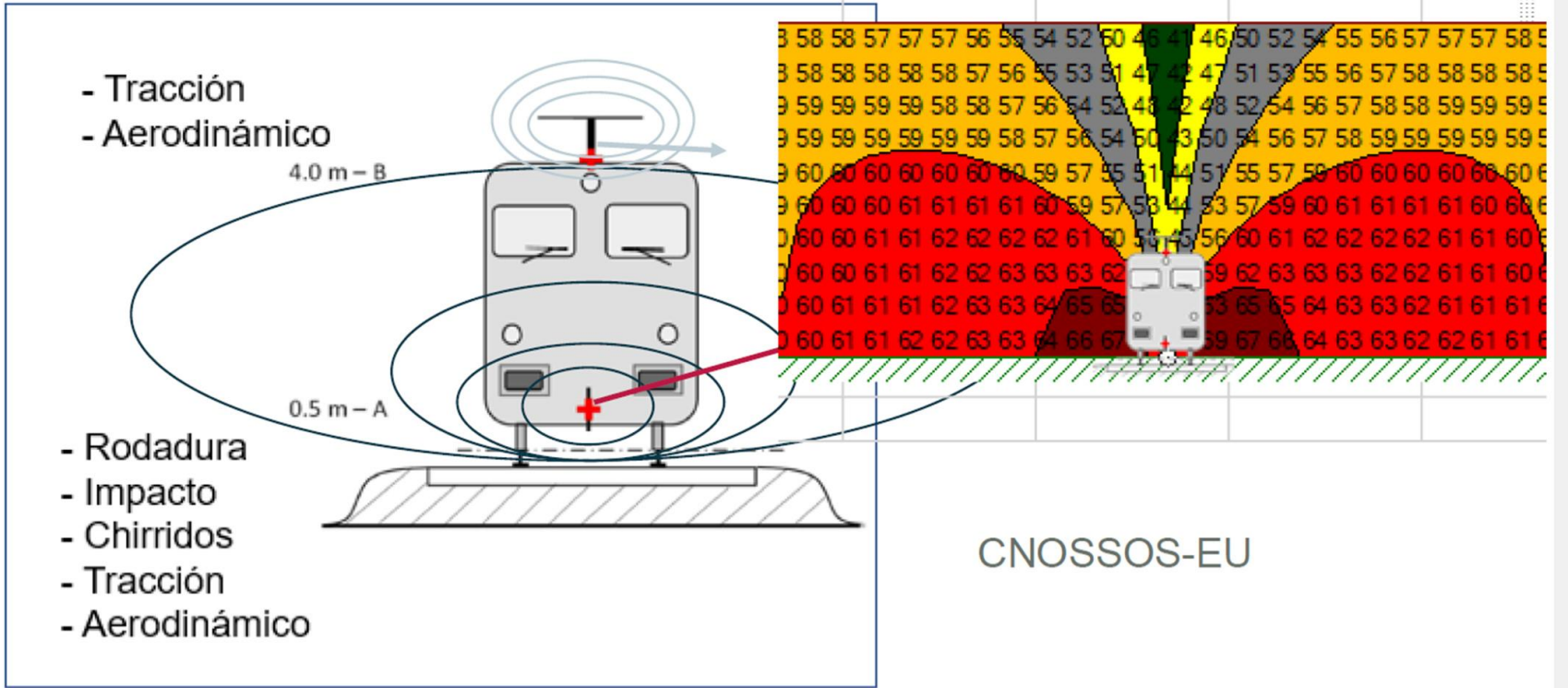


LAS PROVINCIAS ¹⁶⁰

Alfajar se rebela contra Adif por la instalación de pantallas acústicas que «excluyen» el soterramiento

El proyecto consiste en implantar placas metálicas de hasta cinco metros de altura que según señalan desde el ayuntamiento «son una barrera todavía mayor»

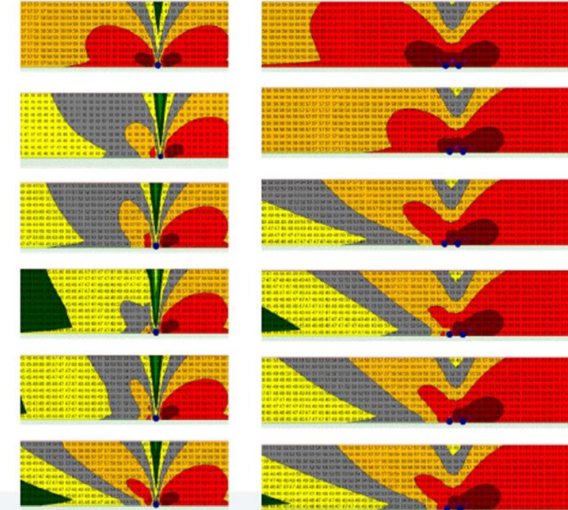
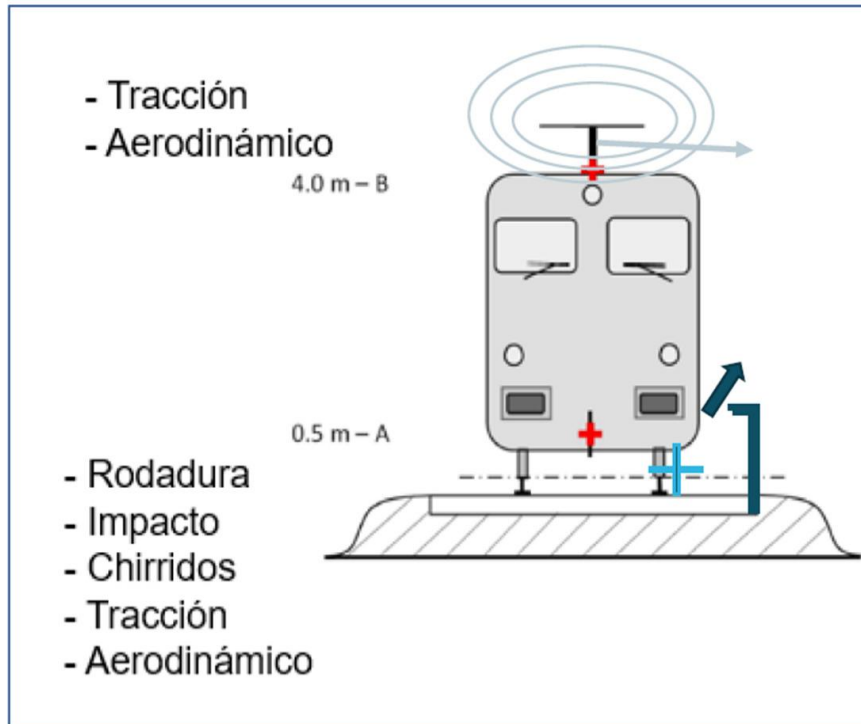
Principios acústicos



Principios acústicos

A TECHNOLOGY ALLIANCE

SOLUCION Y ENFOQUE DE MODELIZACIÓN



Esta guía introduce en la metodología de simulación de minibarreras acústicas mediante una adaptación basada en el método CNOSSOS de ferrocarril, para software comercial.

Objetivos del ensayo

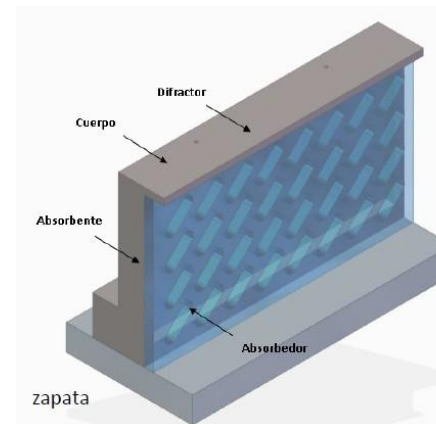
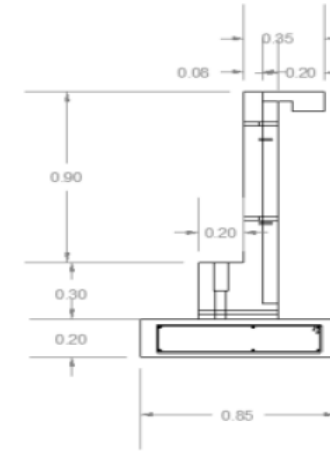
Los ensayos pretenden evaluar la eficiencia acústica de las **mini y micro barreras Acustrain**, por medio de la obtención del parámetro de **pérdidas por Inserción (Insertion Loss)** en varias ubicaciones junto a la vía para tres configuraciones de las mismas

Obtener valores de mejora aportados por la **solución combinada, mini barrera lateral y micro barrera central**, mediante aplicación de la norma de pérdida por inserción.

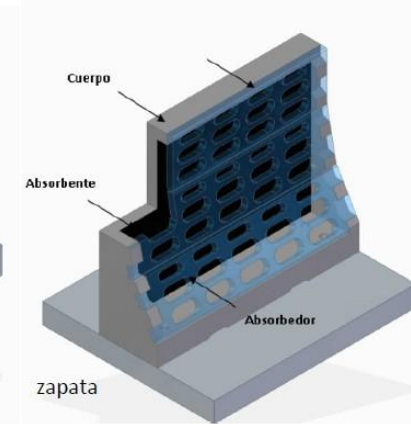
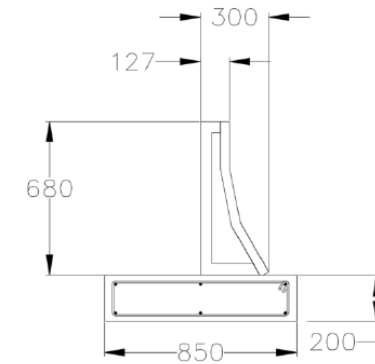
Cuantificar la mejora aportada por la minibarrera lateral, mediante la aplicación de la norma de pérdida por inserción (CEN/TS 16272-7:2015), y norma UNE-EN-ISO 3095:2013

Comparar resultados obtenidos en la medida con los resultados de aplicar la instrucción de cálculo para la solución combinada, de **minibarrera lateral más micro barrera central y barrera lateral sola**

Mini barrera



Micro barrera





Metodología del ensayo

Trayecto Puçol – El Puig PK 24.200 AL PK 24.100



Las mediciones realizadas mediante el “Método directo”, que consiste en evaluar la diferencia de niveles acústicos antes y después de la instalación de las mini y/o micro barreras, para **obtener las pérdidas de inserción**

Las mediciones por inserción se realiza para 6 ubicaciones. Se **realizan mediciones a tres alturas de evaluación (1,5 m, 4 m y 7 m) y dos distancias al eje de la vía (1,25 m y 7,5 m).**

Se realizaron **cuatro campañas de mediciones de ruido en la misma zona.**

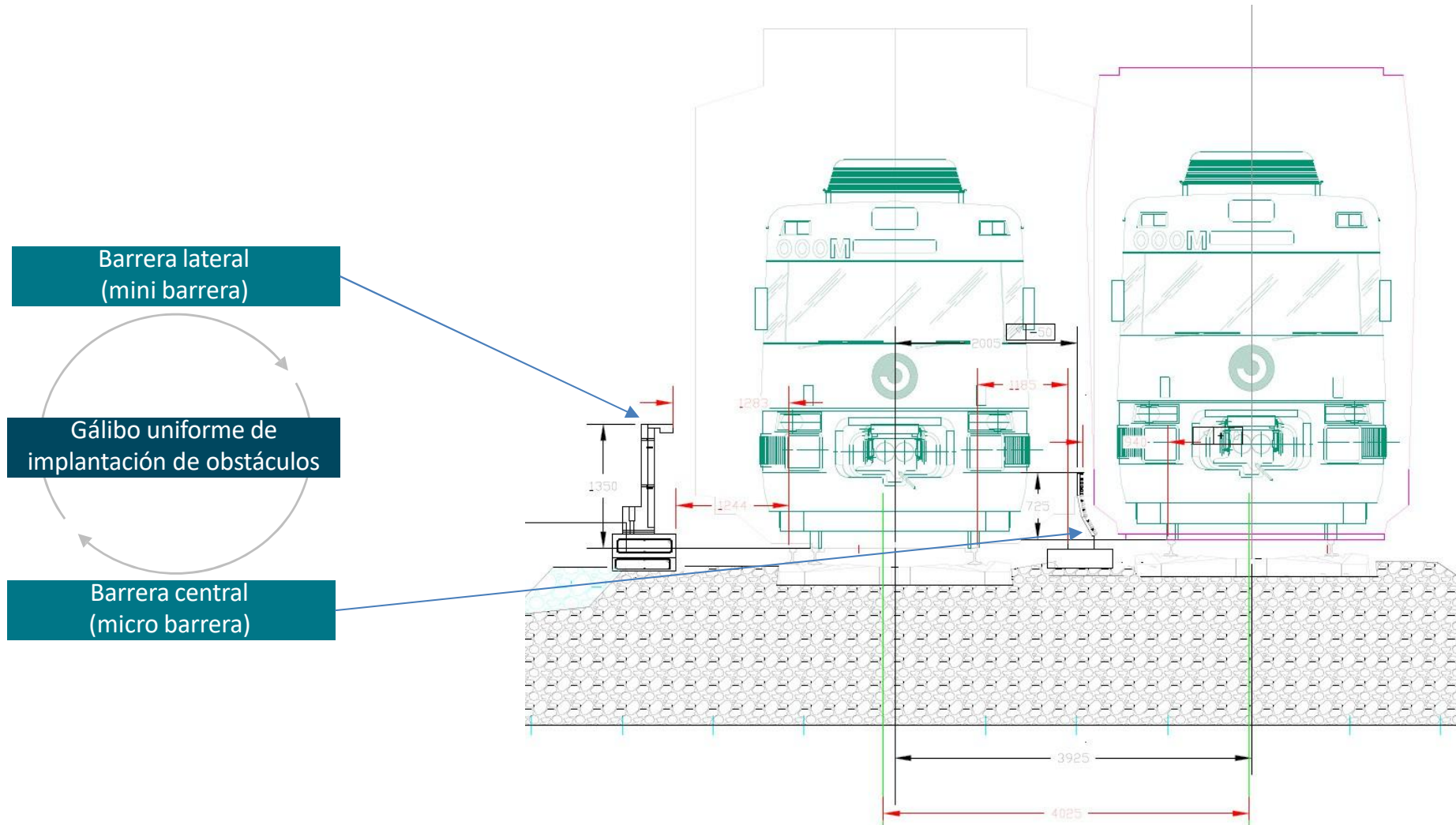
Se ha instalado una estación meteorológica de registro en continuo de la velocidad y dirección del viento, temperatura y humedad relativa **central; con doble barrera, central y lateral; con**

Se sitúa un **cuarto sonómetro que actúa como referencia** en una posición fija a 1,5 m de altura y 7,5 m de distancia de la vía y en una zona en la que no hay interferencia con las minibarreras instaladas, por lo que las condiciones de propagación permanecen invariables

Aunque se cuenta con el procesado y cálculo de todas las circulaciones, se han expresado los resultados para las circulaciones **más representativas que son de las series 447, 464 y 130**



Posición de las barreras



Zona de ensayos: PK 24.100 al 24.200 El Puig - Puçol



Zona de ensayos: PK 24.100 al 24.200 El Puig - Puçol

Según la norma cumple con las siguientes características:

- Entorno llano que permitiera la libre propagación del sonido sin obstáculos importantes.
- Tramo recto que permitiera que la velocidad de los ferrocarriles fuera uniforme.
- Tramo suficientemente alejado de estaciones para que la velocidad de los trenes fuera constante, sin producirse aceleraciones o frenados.
- Adecuada circulación de ferrocarriles que permitiera una muestra adecuada de al menos una clase de circulaciones.
- Zona que permitiera la instalación de un tramo al menos de 60 metros de barrera acústica.

Instalación de barrera central



Instalación de barrera lateral



Equipo formado por 1 camión grúa, 4 operarios y 1 jefe de equipo en obra y alcanzamos los siguientes rendimientos:

Montaje de minibarrera central + nivelación de superficie de apoyo: (4 días)

rendimiento medio: 17 ml/jornada

rendimiento máximo: 25 ml/jornada

Preparación de superficie de apoyo con aporte de material + losa de apoyo para lateral: (4 días)

rendimiento: 17 ml/jornada

Montaje de barrera lateral: (2 días)

rendimiento: 34 ml/jornada

Desmontaje de minibarrera central: (1 día)

rendimiento: 68 ml/jornada

Desmontaje de minibarrera lateral: (1 día)

rendimiento: 68 ml/jornada

Todos ellos en jornada nocturna, con un tiempo efectivo de trabajo de unas 5h con corte de tensión.

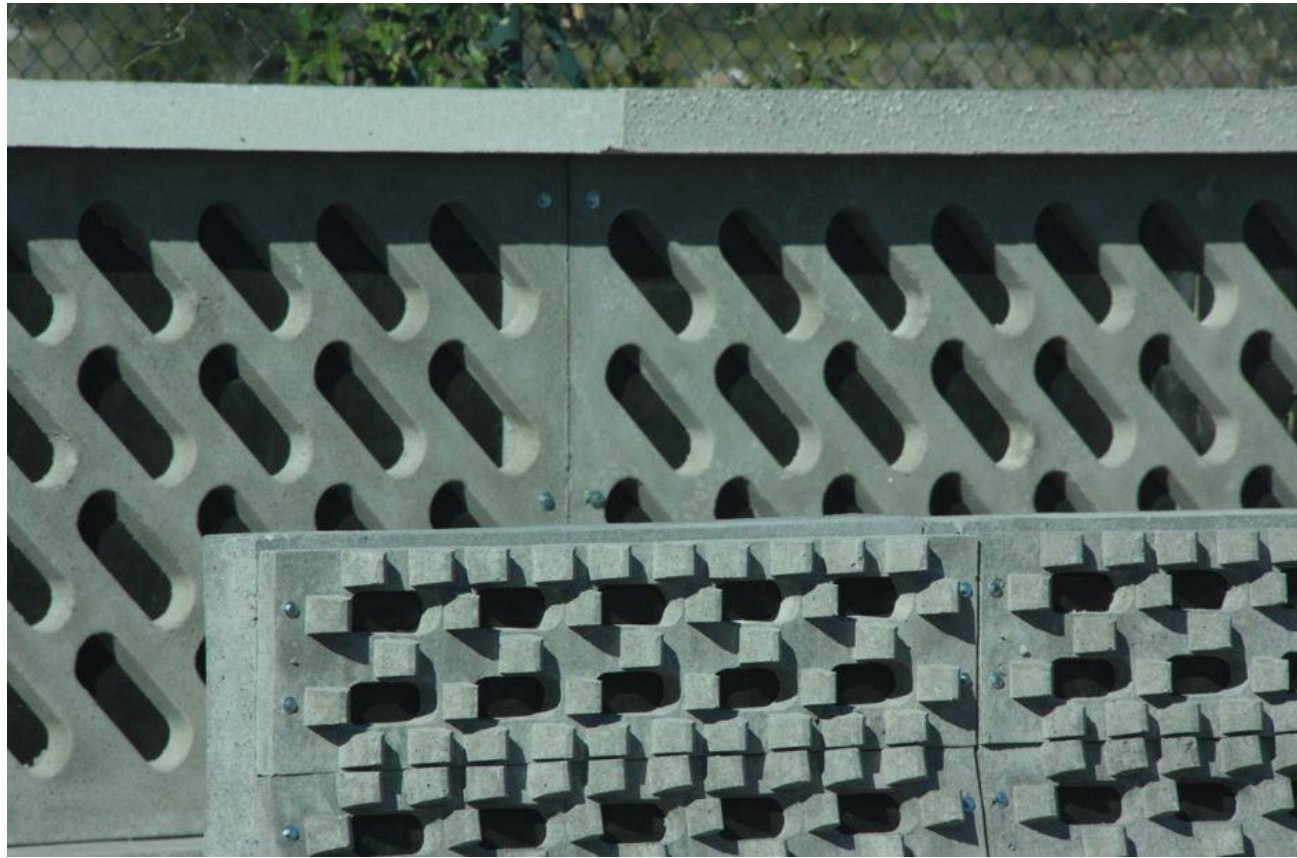
Disposición final



Una mini barrera en la parte exterior de la plataforma de 1,35 metros de altura sobre carril que protegería de las circulaciones más próximas a la misma y una micro barrera central de 0,70 metros de altura

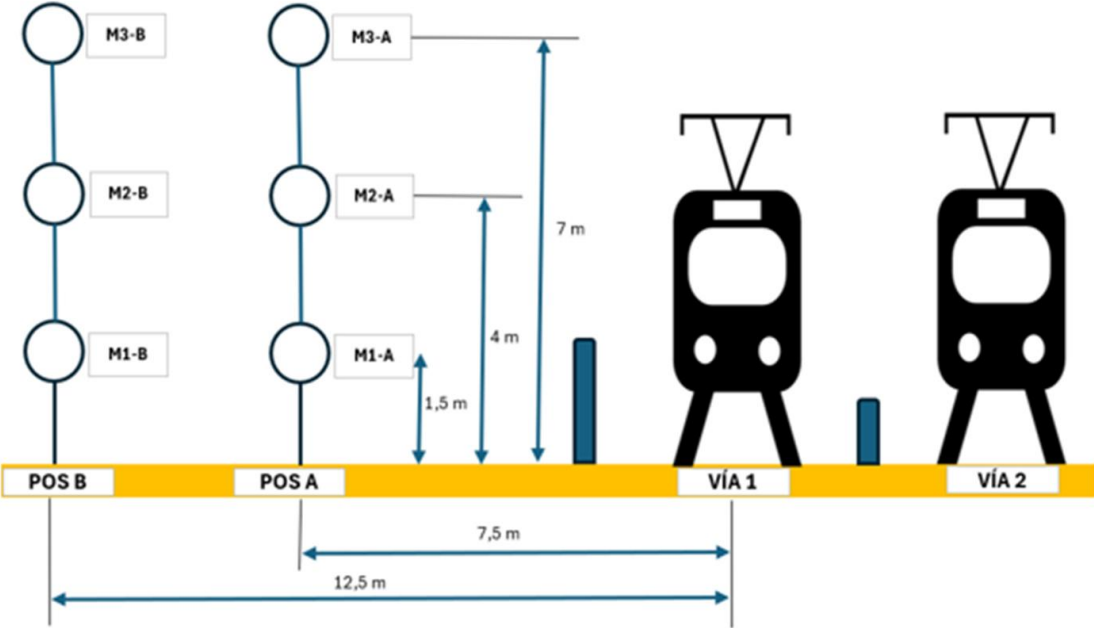
Disposición final





Detalle de la pantalla
lado absorbente

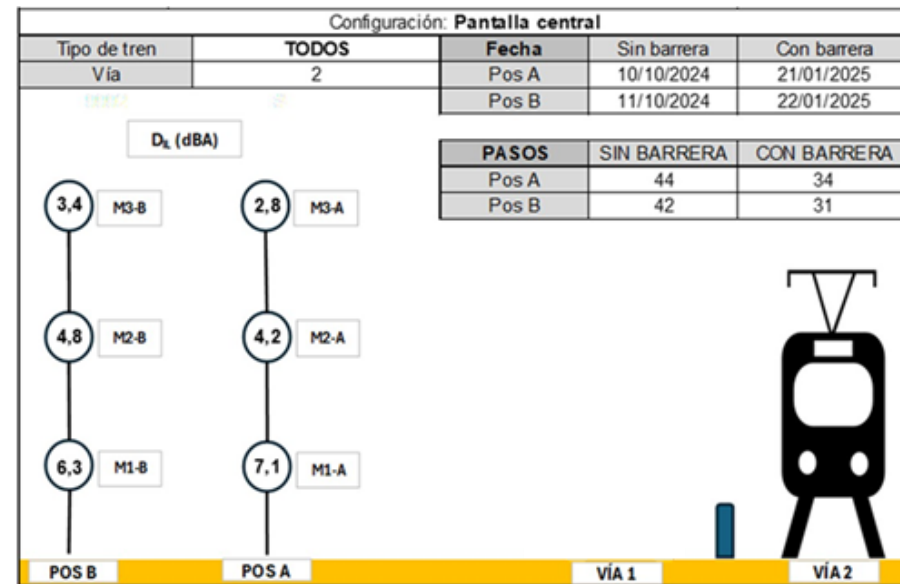
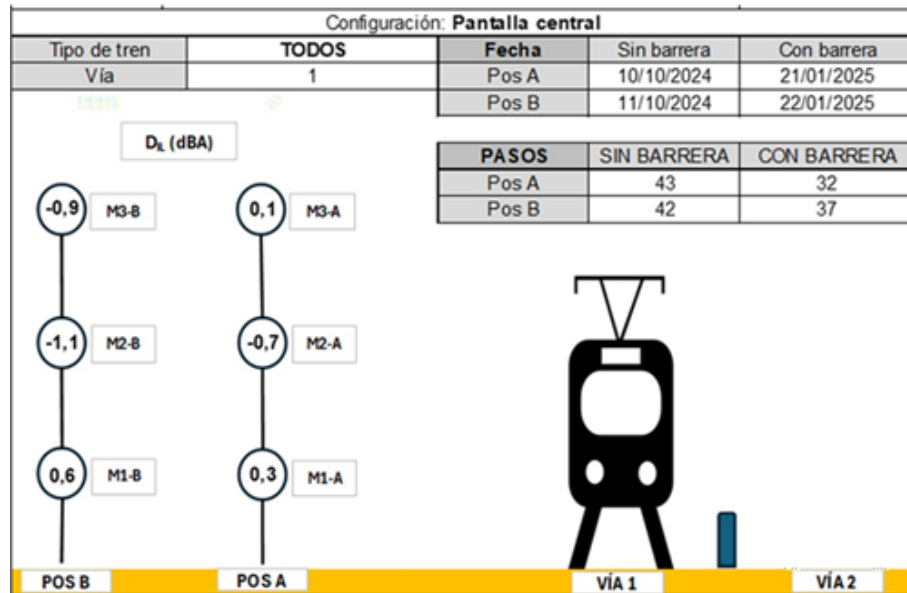
Realización de ensayos



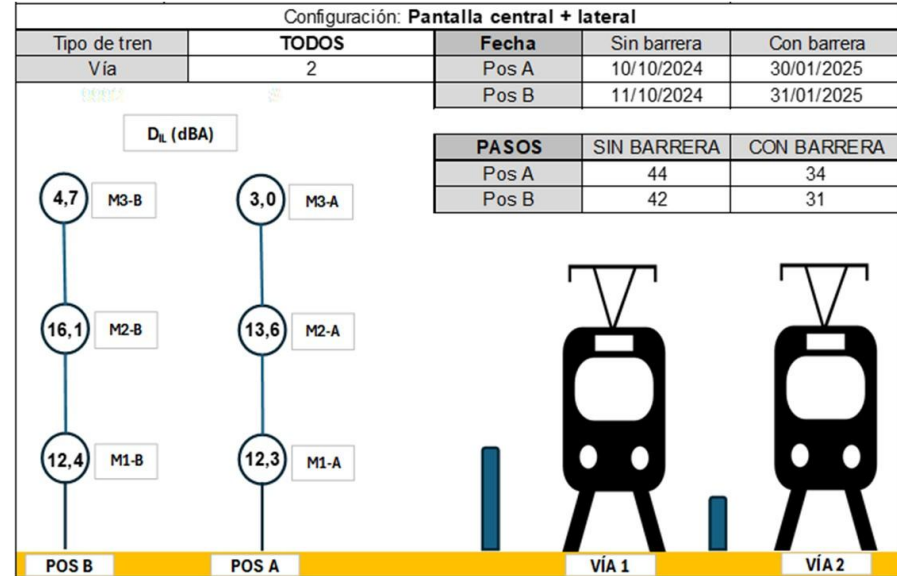
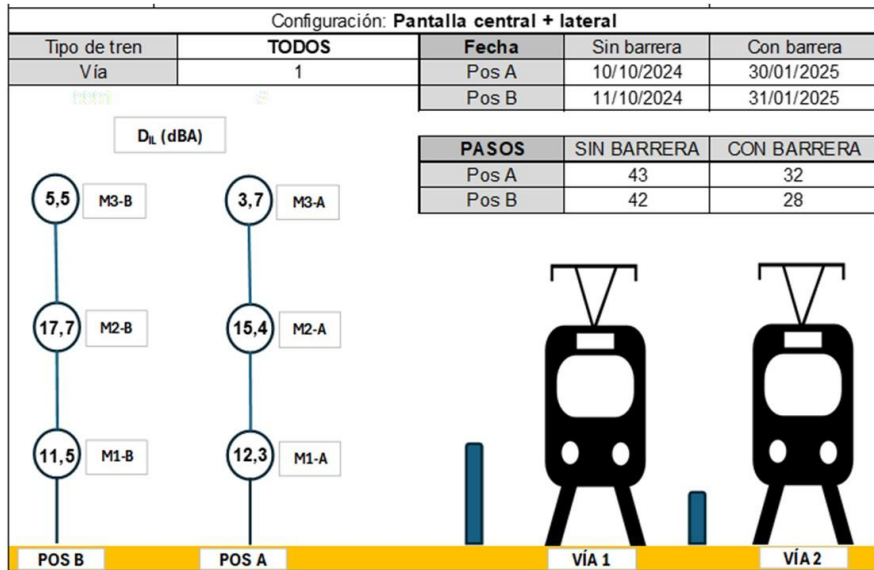
Paso de trenes



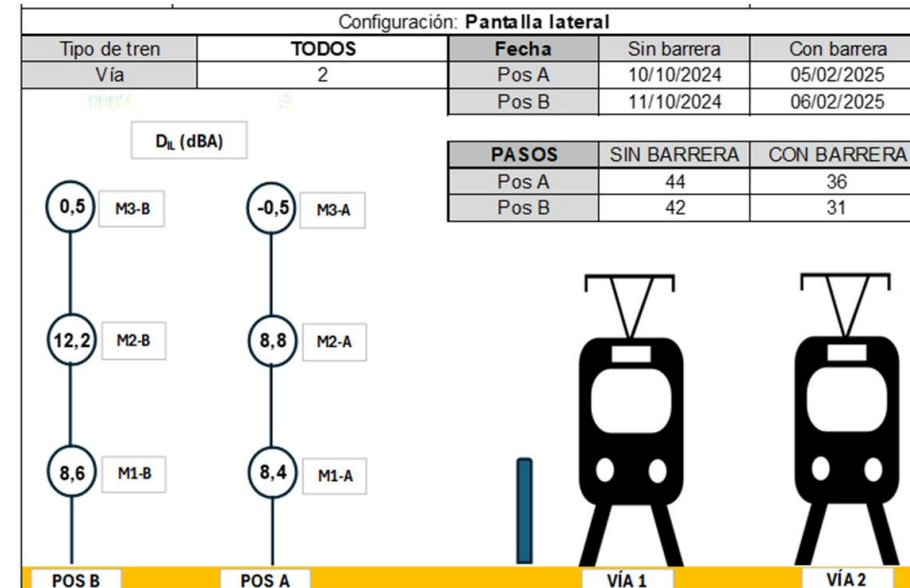
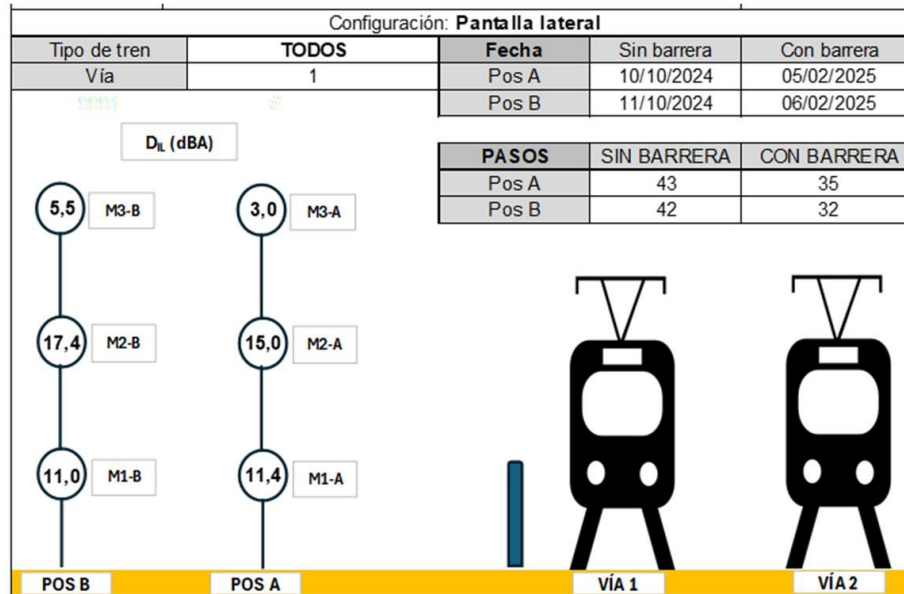
Resultados barrera central



Resultados barrera central + lateral



Resultados barrera lateral



Conclusiones



- Los ensayos pretenden evaluar la eficiencia acústica por medio de la obtención del parámetro de Pérdidas por Inserción (Insertion Loss)
- La pérdida por inserción se define como la diferencia aritmética entre el nivel de ruido equivalente al paso del tren sin barrera y el nivel de ruido equivalente con la barrera instalada
- Se debe destacar que los resultados dependen del entorno de ensayo, por lo que los resultados particulares de estas mediciones son válidos para la configuración y entorno específico de las mediciones y podría no ser directamente comparable con otras configuraciones

Todas las Circulaciones								
Barrera central			Doble Barrera			Barrera Lateral		
Via 1								
	Pos B	Pos A		Pos B	Pos A		Pos B	Pos A
M1	-1	0	M1	6	4	M1	6	3
M2	-1	-1	M2	18	15	M2	17	15
M3	1	0	M3	12	12	M3	11	11
Via 2								
	Pos B	Pos A		Pos B	Pos A		Pos B	Pos A
M1	3	3	M1	5	3	M1	1	0
M2	5	4	M2	16	14	M2	12	9
M3	6	7	M3	12	12	M3	9	8



- Javier Métrida
- [e.mail: javier.menruda@acustrain.com](mailto:javier.menruda@acustrain.com)
- Tel: +34 687 858 833

MINI
BARRERAS





adif

- **Evaluación de Minibarreras Acústicas en Puzol (Valencia)**
- **Promotores: ADIF Alta Velocidad – Acustrain**
- **Ubicación: Línea Valencia-Barcelona (municipio de Puzol)**
- **Fecha: 2024-2025**



Instalación y coordinación: **BECSA**



Barreras & Ingeniería: **ACUSTRAIN**



Análisis y mediciones: **CECOR**



Asesoramiento Técnico: **TECNALIA**



Comité de evaluación **ADIF:**

SubDirección de Operaciones Red Este:
Javier Peiro

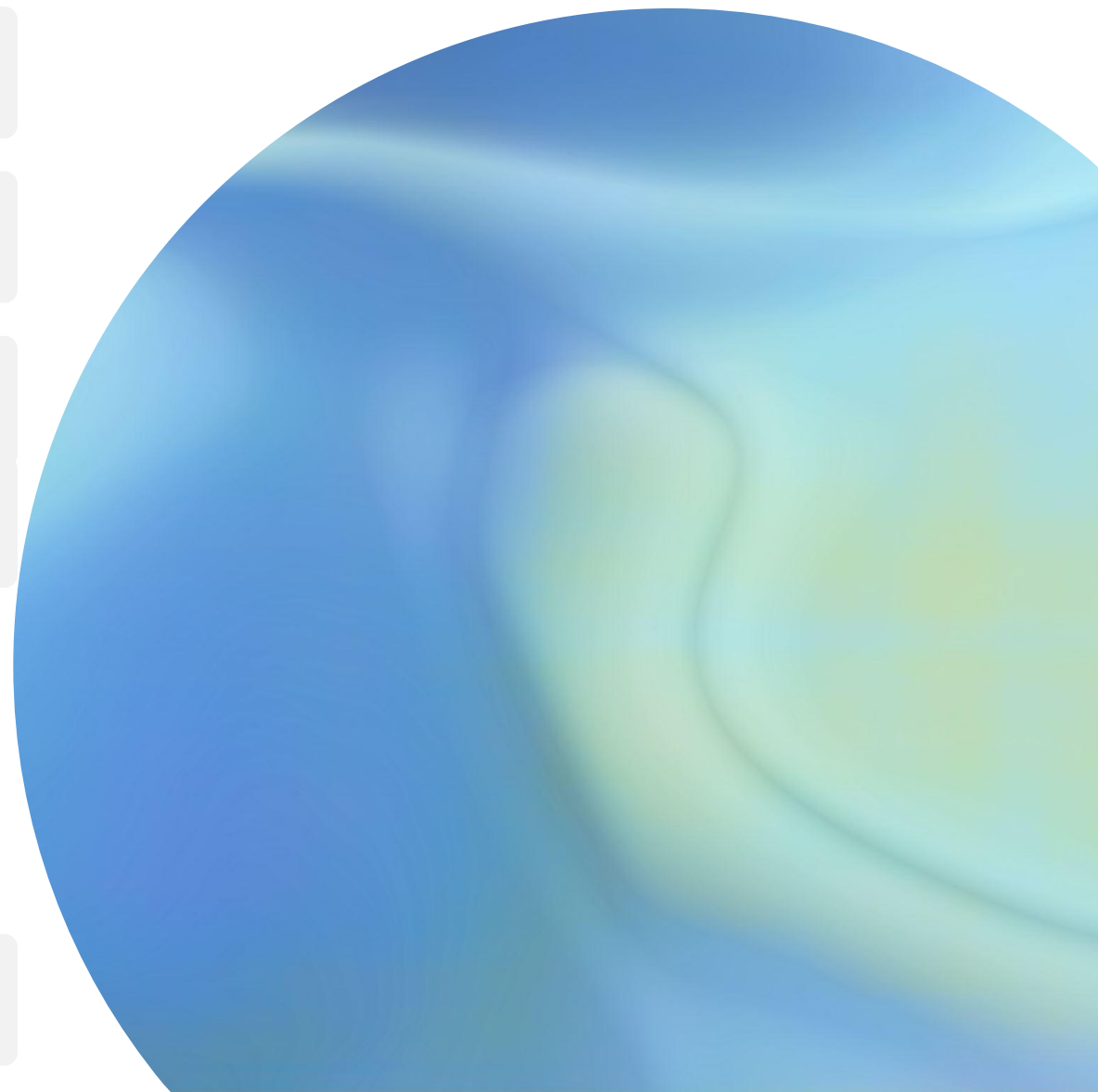
Subdirección de **Medio Ambiente** : Marta
Ruiz Sierra

Subdirección de **I+D**: Luis Sanchez

Subdirección de **Proyectos** Jesús Redondo
Mazarracín



Estudio de seguridad: **SGS**

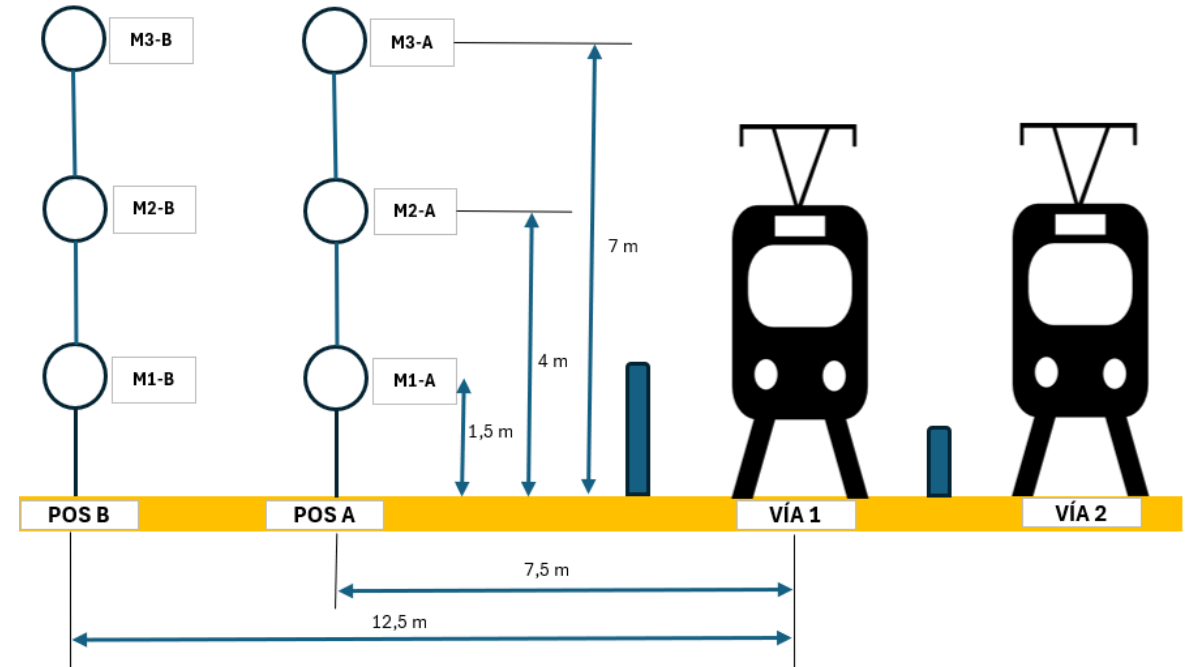


- **Objetivo del estudio:**
- Evaluar cuánto ruido se reduce gracias a la instalación de tres configuraciones de minibarreras acústicas en una vía de tren.
- **Sub objetivos:**
- Evaluar complejidad en la instalación y afección a la operación.

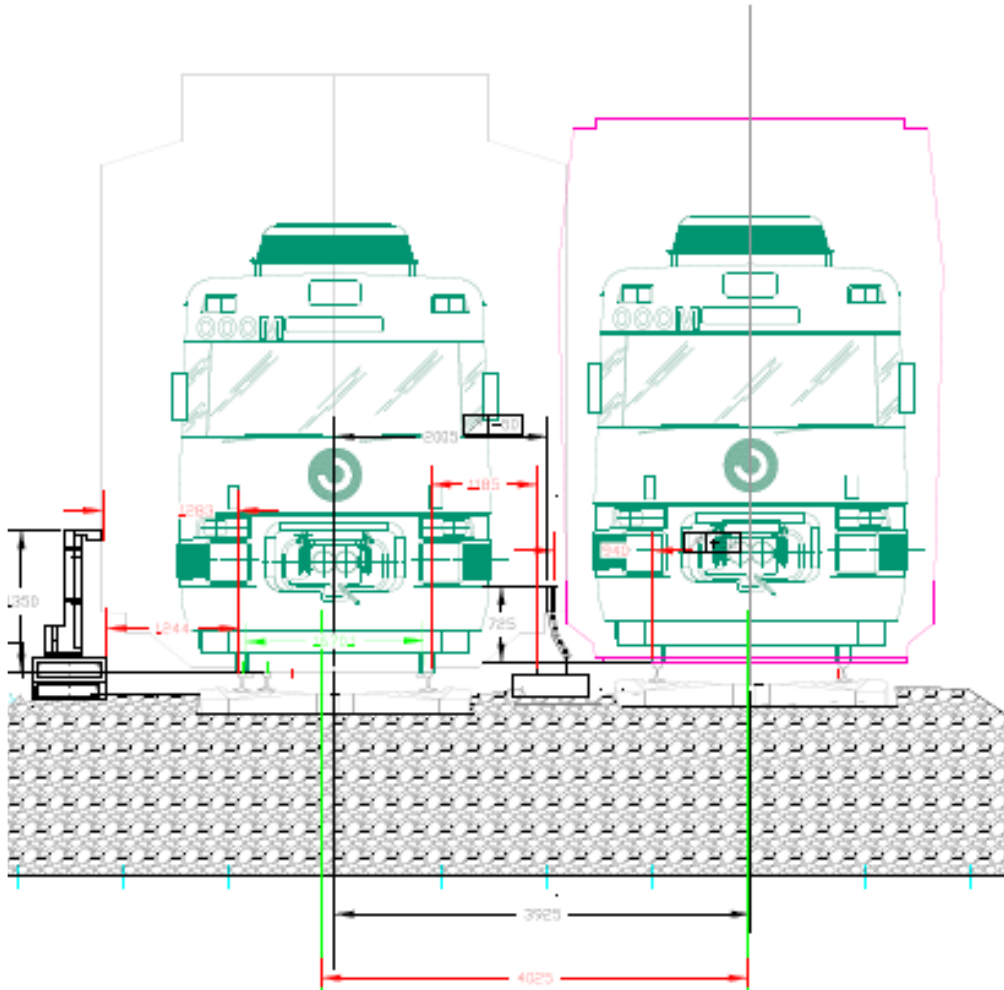


RESUMEN DEL PROCEDIMIENTO DE ENSAYO ACÚSTICO

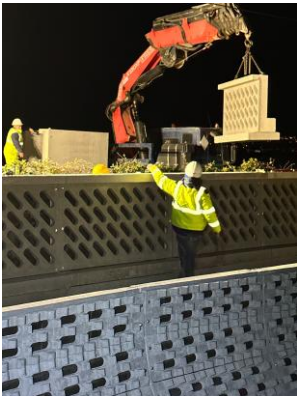
- Se realizaron ensayos in situ para evaluar la **eficacia acústica** (Pérdidas por Inserción – DILA) de tres configuraciones de **minibarreras acústicas Acustrain**, instaladas junto a la línea de ferrocarril ADIF Valencia–Barcelona, en el municipio de **Puzol (Valencia)**.
- El procedimiento se llevó a cabo conforme a la **especificación técnica europea CEN/TS 16272-7:2015**, que establece la metodología para determinar, en condiciones reales, la atenuación de ruido proporcionada por barreras acústicas ferroviarias.
- También se aplicó la norma **UNE-EN ISO 3095:2013** para la correcta caracterización del ruido emitido por los trenes.
- Se realizaron **cuatro campañas de medición** (una sin barrera y tres con diferentes configuraciones de barrera), registrando el ruido del paso de trenes en diferentes alturas (1,5 m, 4 m, 7 m) y distancias a la vía (7,5 m y 12,5 m).
- La **Pérdida por Inserción (DILA)** se calculó como la diferencia entre el nivel sonoro sin barrera y con barrera instalada, reflejando la capacidad real de atenuación del sistema en el entorno de ensayo.



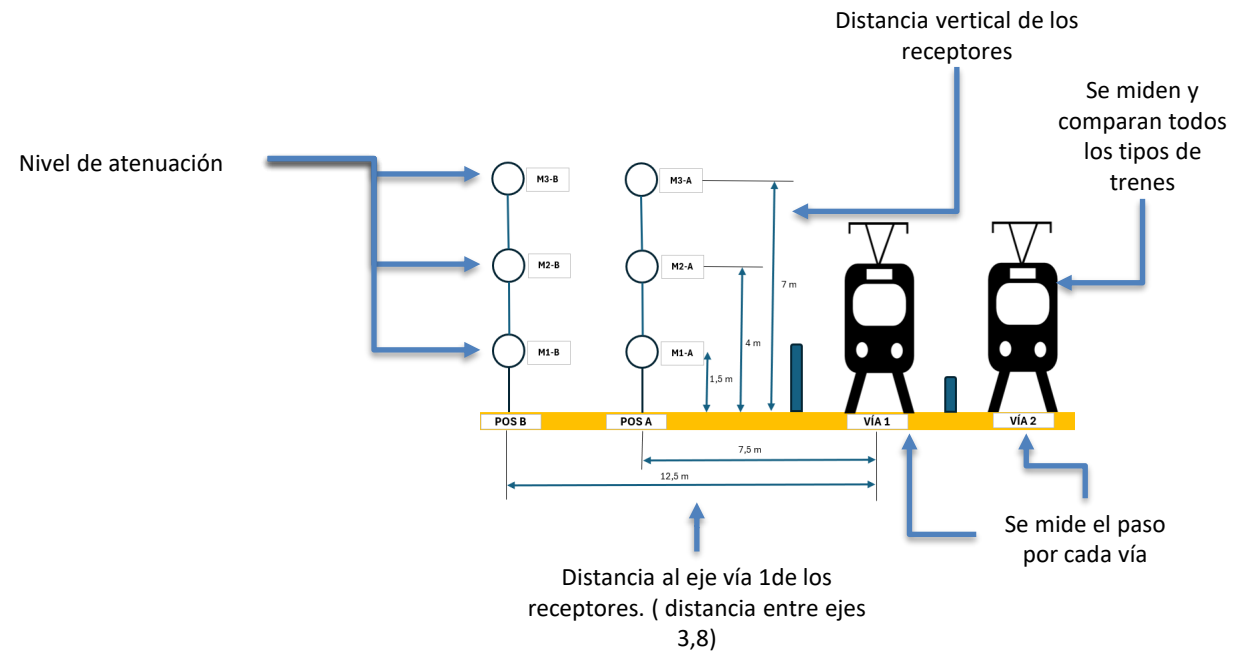
UBICACION



- De acuerdo con las indicaciones de **ADIF** y en **colaboración con la Jefatura de Área de Infraestructura y Gestión de la Dirección Técnica**
- Las barreras se instalaron respetando el **gálibo uniforme de implantación de obstáculos**, garantizando su compatibilidad con la infraestructura ferroviaria.
- En el caso específico de las **barreras centrales**, su colocación se realizó conforme al **gálibo límite de partes bajas.**



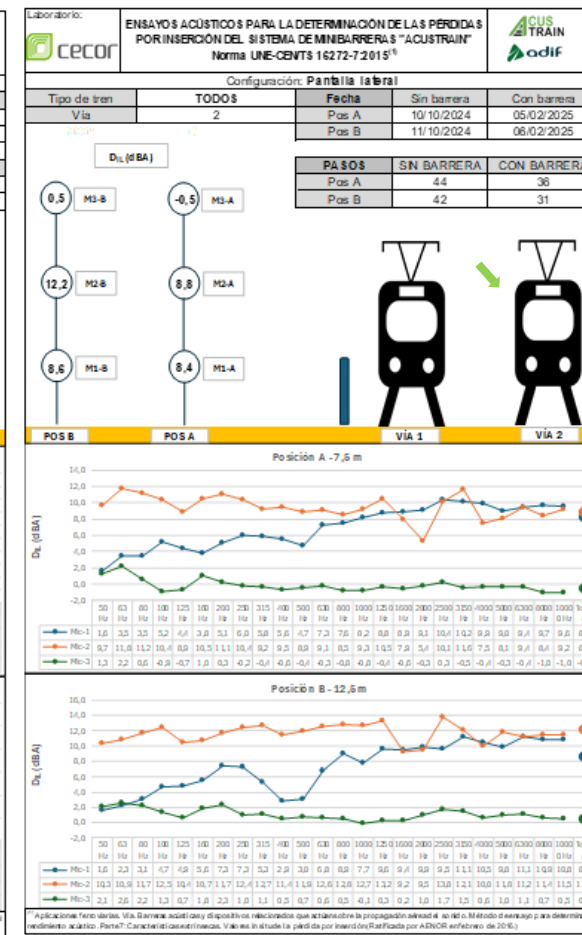
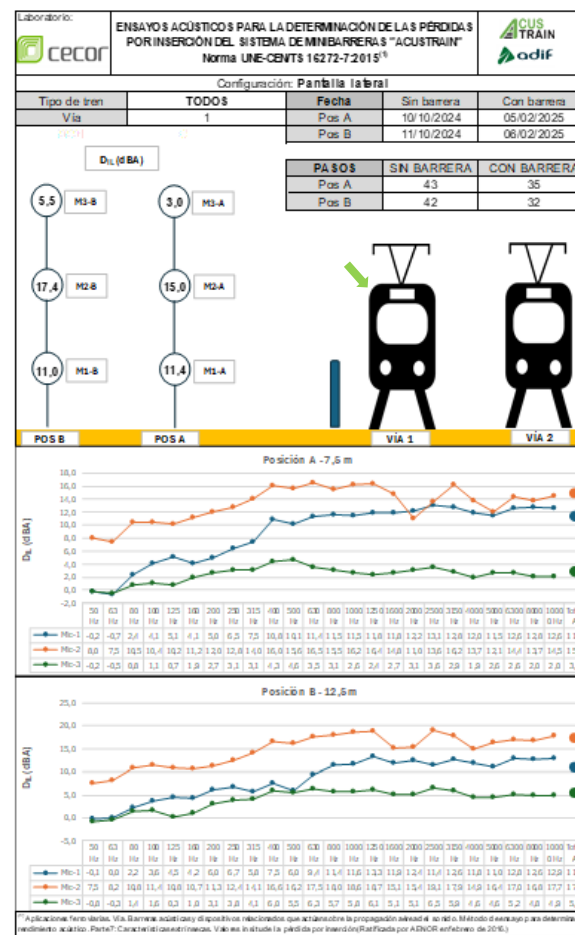
EXPLICACION DE LAS RESULTADOS



Reducción aproximada	Percepción para el oído humano
3 dB(A)	Apenas perceptible
5 dB(A)	Claramente perceptible
8 dB(A)	Muy notable, mejora sustancial

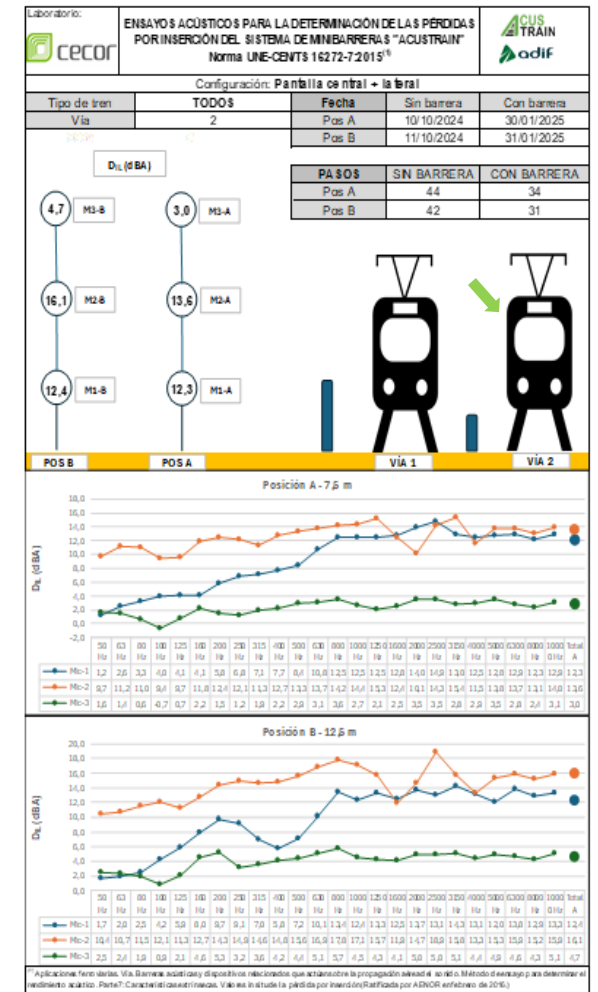
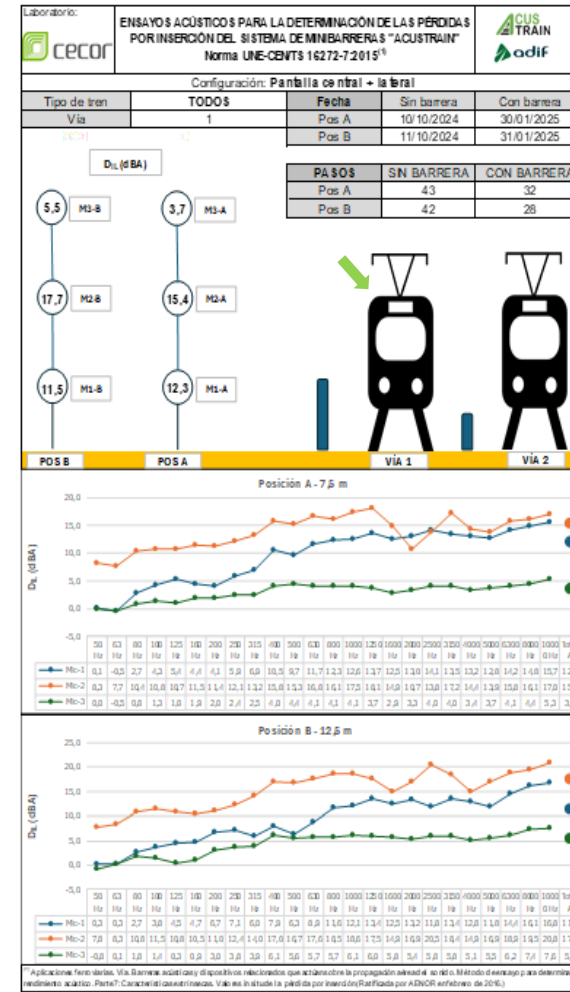
MINI BARRERA LATERAL

- La barrera es muy efectiva a 1,3 metros del carril. (Galibo uniforme). Atenuando hasa 17,4 dB.
- A 5,1 metros del carril (Circulación por la via 2), mantiene una elevada eficacia, llegando a 12,2 dB de atenuación.



MINI BARRERA LATERAL Y CENTRAL; ACCION COMBINADA

- Hasta 17,7 dB, en circulación por la via cercana.
- Hasta 16,1 dB , por la via exterior.



BARRERA CENTRAL

Aporta una atenuación de 4,8 dB. Al tren circulando por la vía exterior

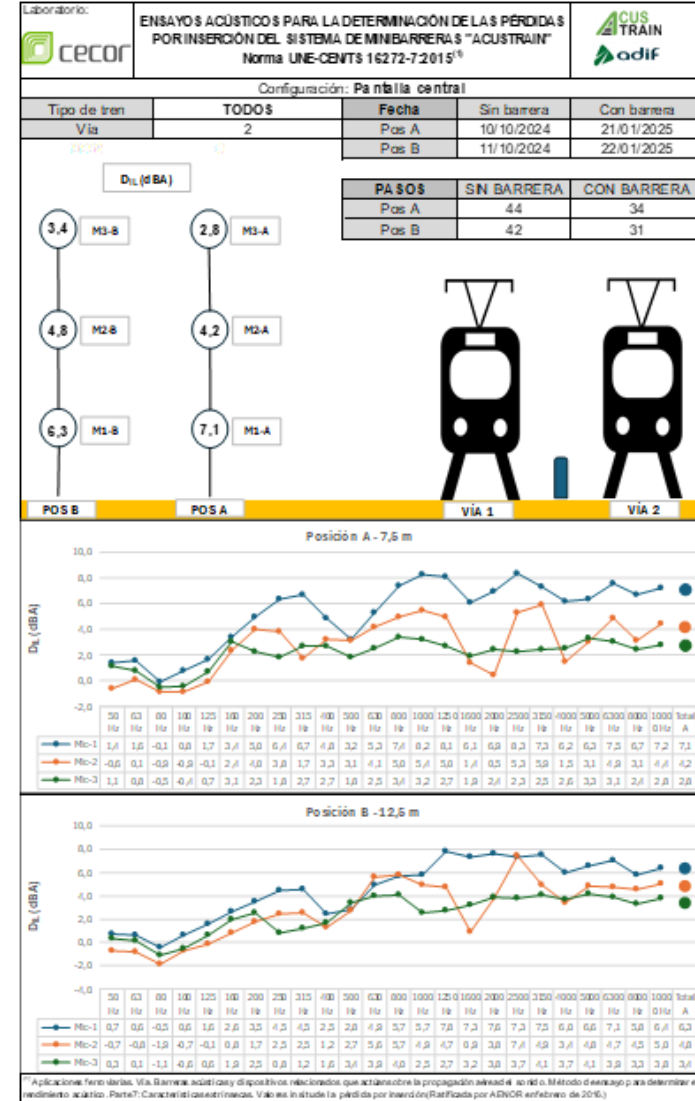


Table III: Effect of different noise reduction measures in dB (--: no valid results available) ([55],[68], [84], [81])

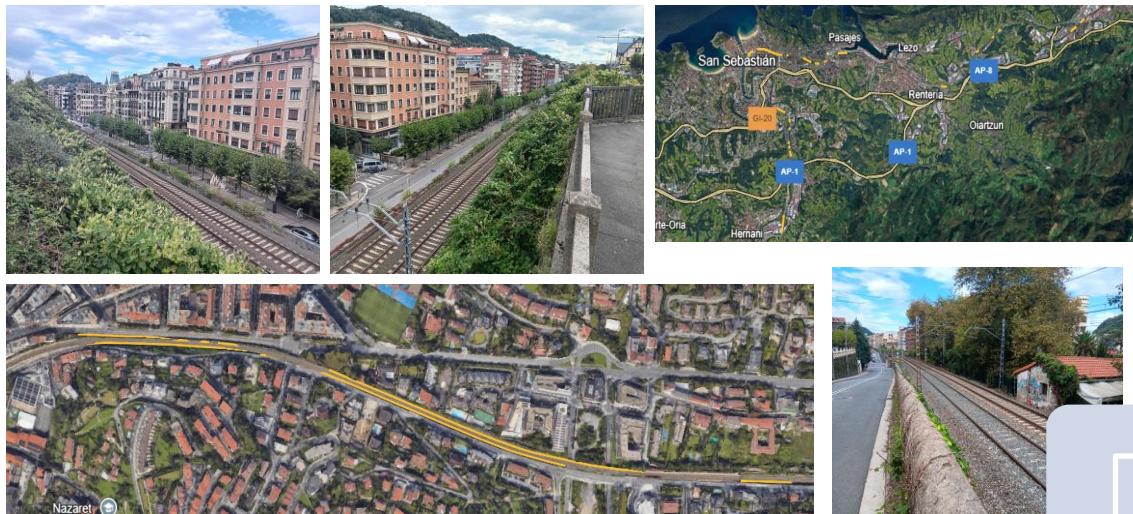
Measure	High speed traffic	Conventional traffic
Optimisation of the Wheel geometry	1-2	0-1
Wheel dampers	1-5	1-3
Bogie skirts	0-2	0-3
Pantograph design	0-4	No issue
Optimised rail pad	-	0-4
Rail dampers	0-2	0-3
Rail shielding	---	0-1
Rail grinding	0-3	0-5

- ESTADO DEL ARTE SEGUN UIC, Railway_noise_in_europe_state_of_the_art_report. ISBN; 978-7461-2990-0

• CONCLUSION

- Las mini barreras han demostrado ser elementos eficientes para la atenuación del ruido. En disposición individual la barrera lateral puede lograr las atenuaciones requeridas en la mayoría de las actuaciones, con reducciones de 12 dB. Su combinación con barrera central la hace aun mas eficiente.
- La colocación de la mini barrera es rapida, y no require obras de embergadura.
- La colocación a distancia de Galibo uniforme o superior, garantiza la no afección a las operaciones.

- OTROS PROYECTOS ADIF



Y VASCA : Donostia



1800 metros en entorno urbano

- OTROS PROYECTOS ADIF Alta velocidad



3º hilo: XATIVA



1000 Metros entorno peri
urbano

