PROYECTO CONSTRUCTIVO. INSTALACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS EN LA AUTOVÍA A2 EN EL TRAMO DE PALLEJÀ. FASE 2

ÍNDICE DE VOLÚMENES DEL PROYECTO

VOLUMEN 1 de 6: Documento 1:
Memoria
Anejos 1 a 06

VOLUMEN 2 de 6: Documento 1:
Anejos 07 a 10

VOLUMEN 3 de 6: Documento 1:
Anejos 11 a 16

VOLUMEN 4 de 6: Documento 2:
Planos

VOLUMEN 5 de 6: Documento 3:
Pliego de condiciones

VOLUMEN 6 de 6: Documento 4:
Presupuesto



PROYECTO CONSTRUCTIVO. INSTALACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS EN LA AUTOVÍA A2 EN EL TRAMO DE PALLEJÀ. FASE 2

MARZO 2026

DOCUMENTO NÚM. 1: MEMÒRIA Y ANEJOS

MEMÒRIA

ANEJOS

Anejo núm. 1.	Antecedentes, ámbito de actuación i situación previa.
Anejo núm. 2.	Planeamiento
Anejo núm. 3.	Justificación de la solución
Anejo núm. 4.	Plan de Control de Calidad
Anejo núm. 5.	Cálculo de Estructuras
Anejo núm. 6.	Señalización, balizamiento y seguridad vial
Anejo núm. 7.	Servicios existentes. Servicios afectados
Anejo núm. 8.	Plantaciones, Red de riego y abastecimiento de agua para riego
Anejo núm. 9.	Expropiaciones, ocupaciones temporales, restitución de derechos reales i servitudes
Anejo núm. 10.	Desvíos de tráfico y fases de ejecución y de accesibilidad durante las obras
Anejo núm. 11.	Estudio de Seguridad y Salud
Anejo núm. 12	Estudio de Gestión de Residuos de la construcción y demolición
Anejo núm. 13.	Plan de obras
Anejo núm. 14.	Justificación de precios
Anejo núm. 15.	Presupuesto para conocimiento de la Administración
Anejo núm. 16.	Firmes y pavimentos

DOCUMENTO NÚM. 2: PLANOS

1. Índice y situación
2. Planta de estado actual
3. Planta general y alzado
4. Secciones transversales
5. Planta de demoliciones
6. Secciones tipo
7. Pantallas acústicas
   - 7.1.Definición de Pantallas
   - 7.2.Cimentación de Pantallas
8. Drenaje
   - 8.1.Planta de drenaje
9. Señalización, abalizamiento y defensas
   - 9.1.Planta de señalización
   - 9.2.Detalles de señalización
10. Señalización y ordenación del tráfico durante las obras.
    - 10.1. Secciones y detalles
11. Servicios existentes.
    - 11.1. Planta de servicios existentes
12. Cerramientos
13. Intervención paisajística
    - 13.1. Planta ámbito intervención
    - 13.2. Secciones transversales
    - 13.3. Plantaciones
    - 13.4. Sistema de riego
    - 13.5. Detalles
14. Parcelario
    - 14.1. Planta

DOCUMENTO NÚM. 3: PLIEGO DE CONDICIONES

- Pliego de Condiciones generales
- Pliego de Condiciones particulares
- Pliego de Jardinería y Riego

DOCUMENTONÚM. 4: PRESUPUESTO

- Mediciones
- Estadística de partidas y conjuntos
- Cuadro de precios núm. 1
- Cuadro de precios núm. 2
- Presupuestos parciales
- Presupuesto general

VOLUMEN 1-6. DOCUMENTO Nº1: MEMORIA Y ANEJOS I

Proyecto Constructivo. Instalación de pantallas acústicas en la autovía A2 en el tramo de Pallejà. Fase 2

DOCUMENTO NÚM. 1: MEMÒRIA Y ANEJOS

MEMÒRIA

ANEJOS

Anejo núm. 1.	Antecedentes, ámbito de actuación i situación previa.
Anejo núm. 2.	Planeamiento
Anejo núm. 3.	Justificación de la solución
Anejo núm. 4.	Plan de Control de Calidad
Anejo núm. 5.	Cálculo de Estructuras
Anejo núm. 6.	Señalización, balizamiento y seguridad vial
Anejo núm. 7.	Servicios existentes. Servicios afectados
Anejo núm. 8.	Plantaciones, Red de riego y abastecimiento de agua para riego
Anejo núm. 9.	Expropiaciones, ocupaciones temporales, restitución de derechos reales i servitudes
Anejo núm. 10.	Desvíos de tráfico y fases de ejecución y de accesibilidad durante las obras
Anejo núm. 11.	Estudio de Seguridad y Salud
Anejo núm. 12	Estudio de Gestión de Residuos de la construcción y demolición
Anejo núm. 13.	Plan de obras
Anejo núm. 14.	Justificación de precios
Anejo núm. 15.	Presupuesto para conocimiento de la Administración
Anejo núm. 16.	Firmes y pavimentos

DOCUMENTO NÚM. 2: PLANOS

1. Índice y situación
2. Planta de estado actual
3. Planta general y alzado
4. Secciones transversales
5. Planta de demoliciones
6. Secciones tipo
7. Pantallas acústicas
   - 7.1.Definición de Pantallas
   - 7.2.Cimentación de Pantallas
8. Drenaje
   - 8.1.Planta de drenaje
9. Señalización, abalizamiento y defensas
   - 9.1.Planta de señalización
   - 9.2.Detalles de señalización
10. Señalización y ordenación del tráfico durante las obras.
    - 10.1. Secciones y detalles
11. Servicios existentes.
    - 11.1. Planta de servicios existentes
12. Cerramientos
13. Intervención paisajística
    - 13.1. Planta ámbito intervención
    - 13.2. Secciones transversales
    - 13.3. Plantaciones
    - 13.4. Sistema de riego
    - 13.5. Detalles
14. Parcelario
    - 14.1. Planta

DOCUMENTO NÚM. 3: PLIEGO DE CONDICIONES

- Pliego de Condiciones generales
- Pliego de Condiciones particulares
- Pliego de Jardinería y Riego

DOCUMENTONÚM. 4: PRESUPUESTO

- Mediciones
- Estadística de partidas y conjuntos
- Cuadro de precios núm. 1
- Cuadro de precios núm. 2
- Presupuestos parciales
- Presupuesto general

MEMORIA

Proyecto Constructivo. Instalación de pantallas acústicas en la autovía A2 en el tramo de Pallejà. Fase 2

ÍNDICE

1 ANTECEDENTES, ÁMBITO DE ACTUACIÓN Y SITUACIÓN PREVIA 1

2 OBJETO DEL PROYECTO 1

3 EMPLAZAMIENTO Y ÁMBITO DE ACTUACIÓN 2

4 ESTADO ACTUAL 2

5 TOPOGRAFIA Y CARTOGRAFIA 2

6 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 2

6.1 ALCANCE DE LAS OBRAS 2

6.2 JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN 3

6.3 CÁLCULO DE ESTRUCTURAS 4

6.4 DESCRIPCIÓN DE LAS PANTALLAS ACÚSTICAS 6

6.5 SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y SEGURIDAD VIAL 7

6.6 DRENAJE 8

6.7 SECCIONES TIPO 8

6.8 PLANTACIONES Y RED DE RIEGO 11

6.9 SERVICIOS EXISTENTES Y AFECTADOS 13

7 DESVÍOS DE TRÁFICO Y FASES DE EJECUCIÓN Y DE ACCESIBILIDAD DURANTE LAS OBRAS 13

8 EXPROPIACIONES, OCUPACIONES TEMPORALES, RESTITUCIÓN DE DERECHOS REALES Y SERVITUDES PLAN DE CONTROL DE CALIDAD 14

9 ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN 14

10 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD 14

11 CONTROL DE CALIDAD 14

12 PLAN DE OBRAS 15

13 JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS 15

14 PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN 16

15 CLASIFICACIÓN DE CONTRATISTA 16

16 REVISIÓN DE PRECIOS 17

17 TIPO DE OBRA 17

18 DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA 17

19 DOCUMENTOS QUE COMPONEN EL PROYECTO 18

20 CONCLUSIÓN 19

1 ANTECEDENTES, ÁMBITO DE ACTUACIÓN Y SITUACIÓN PREVIA

En el año 2013 el Área Metropolitana de Barcelona aprobó el Plan de Sostenibilidad Ambiental (PSAMB) como hoja de ruta de las líneas estratégicas de actuación, así como las medidas y acciones concretas a desarrollar para la sostenibilidad ambiental en el territorio metropolitano.

Este Plan planteó la sostenibilidad a diferentes escalas: el conjunto del territorio metropolitano, la propia Institución del AMB y los 36 municipios que forman parte de ella. Cada escala se estructuró en 6 ejes temáticos.

En el eje 5 de Salud ambiental, se realizó un trabajo para saber la calidad acústica global del territorio metropolitano. Este trabajo permitió tener una imagen acústica global del área metropolitana identificando las zonas donde probablemente exista algún conflicto acústico, así como las zonas con mayor calidad acústica a preservar.

En el marco del trabajo realizado a nivel metropolitano, la zona de Pallejà es considerada una de las zonas problemáticas a nivel acústico. Así, en diciembre de 2013, el AMB realiza el "Informe Tècnic: Elaboració dels Plans Específics per zones de conflicte acústic de l'AMB. Cas 8: Pallejà". En este informe se analizan en mayor detalle los puntos considerados problemáticos, se evalúa la afectación debida a grandes infraestructuras y ejes viarios, y se estudia la viabilidad de las posibles medidas correctoras.

A raíz de las conclusiones extraídas en el informe anterior, el Ayuntamiento de Pallejà, el 30 de octubre de 2020, encarga el proyecto constructivo "Instalación de pantallas acústicas en la autovía A-2 en el tramo de Pallejà", con el objetivo de mejorar la calidad acústica del entorno. El proyecto fue elaborado por AYESA y se entregó con fecha de septiembre de 2021, abarcando el proyecto de las pantallas situadas entre los los PK 598+596 y 597+652 de la autovía A-2.

Dicho proyecto incluía "El Documento Básico Proyecto Renaturalización" realizado por el AMB, que define una intervención paisajística consistente en la renaturalización del talud situado detrás de las pantallas proyectadas.

Posteriormente, con fecha 23 de febrero de 2021, el Consejo Metropolitano del Área Metropolitana de Barcelona aprobó el Plan de Sostenibilidad Ambiental (PSA) que tiene por objetivo impulsar de forma conjunta con los ayuntamientos, proyectos que refuercen las políticas de movilidad urbana, de transición ecológica y energética y de gestión de recursos.

Con fecha 06/09/2021 el Ayuntamiento de Pallejà adhirió la actuación "Projecte constructiu d'instal·lació de pantalles acústiques a l'autovia A2 amb intervenció de paisatgisme i renaturalització al tram de Pallejà" al Plan de Sostenibilidad Ambiental por un importe de 740.231,03€. La actuación se engloba en el eje:

> Eje 7.1: Renaturalización y contribución a la biodiversidad y gestión activa del agua: recuperar y potenciar espacios de contacto con la ciudad, potenciar actuaciones de incremento de la infraestructura verde, generar espacios para la práctica del deporte y actividades saludables.

Este proyecto era una escisión del proyecto constructivo "Instalación de pantallas acústicas en la autovía A-2 en el tramo de Pallejà". Esta escisión englobaba:

- La totalidad de la renaturalización del talud situado entre los PK 598+596 y 597+652 de la autovía A-2
- La ejecución de las pantallas acústicas situadas entre los PK 598+596 y 598+216 de la autovía A-2

En la fecha del 28 de febrero de 2023 fueron adjudicadas las Obras del proyecto constructivo de instalación de pantallas acústicas en la autovía A2 con intervención de paisajismo y renaturalización en el tramo de Pallejà - Fase 1 en el término municipal de Pallejà (Exp.903688/22) a la empresa PROSEÑAL, SLU.

Durante la ejecución de las obras finalmente se ejecutaron las pantallas entre los PK 598+596 y 598+212, no ejecutándose el último pilote previsto, y se decidió no realizar la renaturalización del talud situado entre los PK 598+596 y 597+652 de la autovía A-2, debido al Decreto de sequía.

Con fecha ocho de noviembre de 2025, el Área Metropolitana de Barcelona resuelve adjudicar a la empresa Ayesa Enginyeria i Serveis la redacción del presente proyecto constructivo "Instalación de pantallas acústicas en la autovía A2 en el tramo de Pallejà. Fase 2", en el que se engloba la actualización de precios y refundido del proyecto de pantallas acústicas y renaturalización de taludes en la autovía A2, fase 2, en Pallejà, contemplando:

- La totalidad de la renaturalización del talud situado entre los PK 598+596 y 597+732 de la autovía A-2
- La ejecución de las pantallas acústicas situadas entre los PK 598+212 y 597+732 de la autovía A-2

2 OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene por objetivo la definición y valoración de la segunda fase de las obras de construcción para la instalación de pantallas acústicas en la A-2 a la altura de Pallejà, en el lado Pallejà, con una longitud de 480 m, así como de la renaturalización del talud situado tras todo el tramo de pantallas, tanto las ejecutadas en la fase 1 como las previstas en el presente proyecto.

3 EMPLAZAMIENTO Y ÁMBITO DE ACTUACIÓN

Las obras definidas en el presente Proyecto Constructivo se sitúan en la berma-talud derecho de la autovía A-2, en el municipio de Pallejà.

El inicio aproximado de las nuevas pantallas acústicas será la última pantalla ejecutada en las obras del "proyecto constructivo de instalación de pantallas acústicas en la autovía A2 con intervención de paisajismo y renaturalización en el tramo de Pallejà - Fase 1 en el término municipal de Pallejà (Exp.903688/22)". Este punto se sitúa aproximadamente a la altura del PK 598+212 de la A-2. El final de la actuación se sitúa 480 metros desde el inicio de la actuación, hasta aproximadamente el PK 597+732 de la A-2, donde acaba la ejecución de las pantallas acústicas.

4 ESTADO ACTUAL

La sección tipo de la autovía A-2 en el tramo de actuación del presente proyecto es mayoritariamente en terraplén, habiendo únicamente un pequeño y reducido desmonte en la parte final de la actuación prevista.

A nivel de plataforma, la A-2 en dirección Barcelona a la altura del tramo de actuación es de 3 carriles. Se dispone de un arcén lateral exterior de 2,00 metros.

A lo largo de la actuación prevista existen 3 pasos inferiores bajo la autovía A-2, de los cuales solo dos de ellos quedan afectados por la instalación de las pantallas.

En el lado Pallejà de la A-2, en el espacio entre plataforma y talud, se ubican varios elementos:

- Red de alumbrado, mediante báculos situados aproximadamente cada 50 metros. Estos elementos se mantienen durante las obras de ejecución de las pantallas acústicas.

- Señalización vertical. Estos elementos se sustituyen durante las obras de ejecución de las pantallas acústicas.

- Barreras metálicas de protección. Estos elementos se retiran durante las obras de ejecución de las pantallas acústicas y se sustituyen por nuevas barreras de hormigón in situ y barreras de hormigón prefabricadas.

- Tramo de conexión de barrera de hormigón rígida. Que será necesario demoler para hacer la conexión entre las barreras ejecutadas en la fase 1 y la que se han de ejecutar en la fase 2.

5 TOPOGRAFIA Y CARTOGRAFIA

Se ha descargado la topografía del ICC Instituto Cartográfico de Catalunya. Dichos planos se encuentran a escala 1:5.000.

El Ayuntamiento de Pallejà y AMB han proporcionado planos a escala 1:1.000.

El sistema de referencia representada es el ETRS89.

6 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

6.1 ALCANCE DE LAS OBRAS

El presente proyecto constructivo define las obras necesarias para abordar la ejecución de una pantalla acústica en la margen oeste de la autovía A-2 a la altura de Pallejà, en una longitud de 480 metros, aproximadamente entre los PK 598+220 y 597+740 de la autovía A-2.

Las fases de trabajo para ejecutar el proyecto son las siguientes:

- Fase 1: Gestiones previas, permisos y preparación de obra. Trabajos previos
    - Gestiones previas al inicio de las obras: Gestión de permisos, contacto con los agentes implicados y elaboración de planes. Implantación de obra.
    - Trabajos previos de desmontaje de varios elementos viales: Barrera de seguridad, señales verticales, hitos de arista
    - Replanteo de los postes verticales y marcado de cimentaciones
- Fase 2: Movimiento de tierras y cimentaciones
    - Movimientos de tierras
    - Ejecución de cimentaciones
- Fase 3: Pantallas acústicas
    - Colocación de perfiles verticales, aplomado y nivelado de los mismos
    - Colocación de los paneles entre perfiles, y fijación
- Fase 4: Riego de pantallas y drenaje
    - Instalación del sistema de riego de las enredaderas situadas frente a las pantallas.

- Ejecución / reparación de bajantes

- Fase 5: Señalización, balizamiento y defensas
  - Recolocación de señales verticales
  - Instalación de nueva barrera de seguridad
- Fase 6: Ambientalización de la obra
  - Ambientalización del talud
  - Plantación de enredaderas frente a las pantallas acústicas
- Fase 6: Acabados y limpieza de obra
  - Acabados de obra
  - Limpieza de obra

6.2 JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN

En el año 2013 el Área Metropolitana de Barcelona (AMB) aprobó el Plan de Sostenibilidad Ambiental (PSAMB), una hoja de ruta de las líneas estrategias de actuación, medidas y acciones concretas en cuanto a la sostenibilidad ambiental en el territorio metropolitano.

Dentro del PSAMB se recoge el apartado de Salud Ambiental, un trabajo para saber la calidad acústica global del territorio metropolitano. Este trabajo ofreció una primera imagen acústica global, permitiendo identificar las zonas con mayor conflicto acústico, y las de mejor calidad acústica.

El trabajo de integración de la cartografía acústica ha puesto en relieve la existencia de áreas de superación de los niveles sonoros permitidos y deseables. Una de ellas corresponde al municipio de Pallejà.

Dentro del área de Pallejà, las principales fuentes de ruido son las siguientes:

- Tráfico rodado
  - Autovía A-2
  - Autopista AP-2
  - Carretera B-24
  - Carretera N-II
- Tráfico ferroviario
  - Ferrocarriles de la Generalitat de Catalunya (FGC)
  - AVE (línea Barcelona-Zaragoza-Madrid)

Pallejà se sitúa en las proximidades de uno de los corredores de infraestructuras viarias más importantes de Catalunya. El caso urbano prácticamente imita con la plataforma de la A-2, con una intensidad media diaria de más de 111.200 vehículos, y velocidad de circulación de 120 km/h. Esta resulta la fuente principal de ruido para el municipio, ya que el ruido resulta perceptible en todo el caso urbano.

El estudio acústico recogido en el anejo 3 del presente proyecto concluye que la minimización del impacto acústico debe centrarse en 2 vertientes:

- Reducir el impacto acústico de la A-2 sobre el municipio
- Incrementar los aislamientos en fachadas

El mismo documento se analiza la reducción del impacto acústico mediante dos modelizaciones:

- Colocación de apantallamiento acústico tradicional (vertical), fonoabsorbente, paralelo al eje viario de la A-2 y ubicado al límite de la plataforma pavimentada. La altura del apantallamiento se fija en 3,5 m.
- Colocación de apantallamiento acústico de alta eficiencia (voladizo), paralelo al eje viario de la A-2 y ubicado al límite de la plataforma pavimentada. La altura del apantallamiento se fija en 3,5 m.

Respecto el apantallamiento acústico tradicional, se concluyen mejoras destacables en el área de afectación del eje viario, pero más extenso en términos de intensidad sonora en primera línea que no en su extensión (área de afectación). A más cerca del apantallamiento más efectivo es el sistema de reducción sonora.

Respecto el apantallamiento acústico de alta eficiencia el estudio concluye mejoras importantes, pero muy ligadas a la optimización de la geometría del apantallamiento. Asimismo, este tipo de apantallamientos ofrecen una importante complicación técnica.

Entre las dos tipologías de apantallamientos, se observa que el apantallamiento mediante voladizo (Alt2) acentúa los resultados ya que la cantidad de edificios beneficiados sería el mismo a la alternativa con apantallamiento tradicional (Alt1), pero la proporción de parcelas edificadas que experimentan mejora superior a los 5dB en horario nocturno pasa de cerca del 20% en apantallamiento tradicional a un 30% en el caso del apantallamiento mediante voladizo.

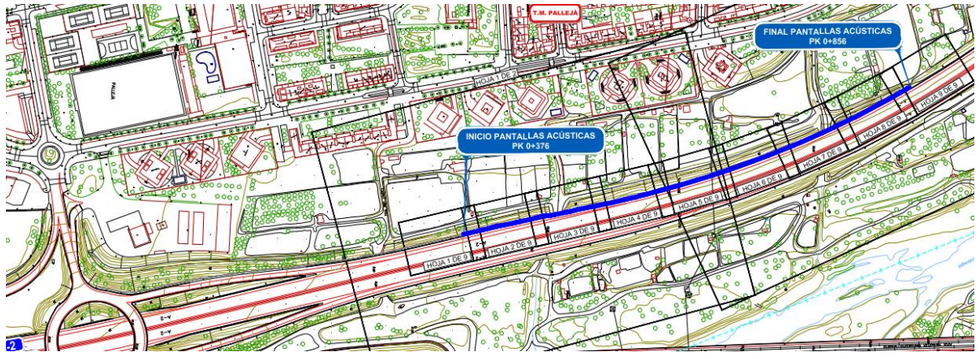
Por último, en el anejo 3 se analizan ambas soluciones en términos económicos, concluyendo que, en cuanto a ratios, la alternativa 1 (apantallamiento tradicional) ofrece una mejor ratio de inversión por beneficiario, con una ratio de 666€/beneficiario, llegando a ofrecer un volumen de 583 ciudadanos que percibirían algún tipo de mejora acústica. En cambio, la alternativa 2 sitúa la ratio económica en 1.139€/beneficiario.

En línea con el estudio acústico recogido, se concluye que se diseñará en el presente proyecto un apantallamiento acústico tradicional de 3,50 metros de altura, con separación de soportes cada 4,00, cimentados en zapatas aisladas de hormigón armado (en el caso de soportes sobre pasos inferiores, anclados mediante placas de anclaje y pernos).

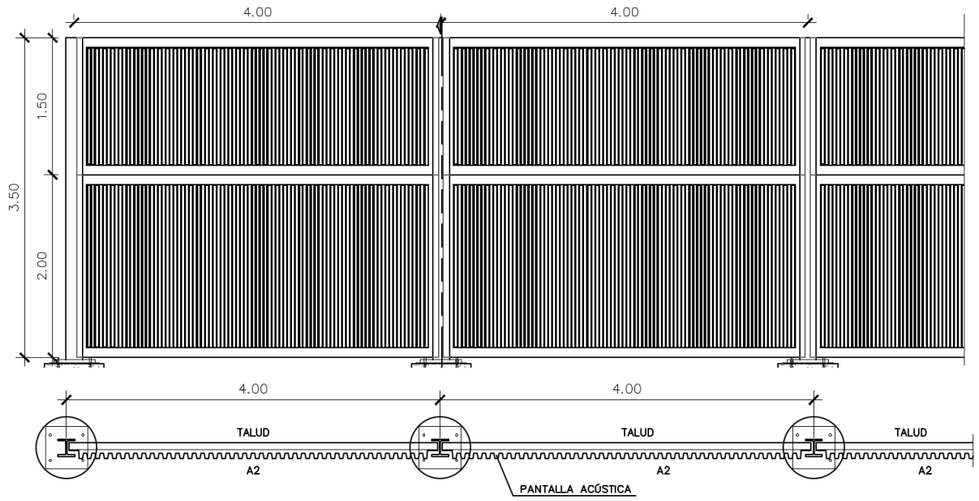
La pantalla acústica, se ha escogido de hormigón, que da carácter de robustez, economía y prácticamente nulo mantenimiento. Ésta se encuentra conformada por una parte de hormigón armado (lado talud), que otorga la estabilidad estructural y otra parte, la fonoabsorbente (lado A-2) de hormigón poroso.

El presente proyecto desarrolla la segunda fase de estas pantallas de 480 m de longitud, habiéndose realizado 376 m en una fase previa (fase 1).

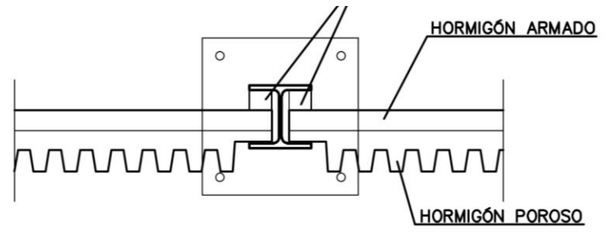
Por otro lado, el trazado de las pantallas acústicas se ha proyectado de forma que afecte en la menor medida de lo posible al tráfico de la A-2 (los trabajos se efectúan desde el talud), manteniendo los báculos existentes, y aprovechando el espacio disponible hasta línea de talud.



Planta de conjunto del apantallamiento propuesto, de 480 metros de longitud.



Alzado y planta del apantallamiento acústico propuesto en el presente proyecto



Detalle del apantallamiento acústico propuesto en el presente proyecto

Los planos 07 del documento 2 del presente proyecto recogen las características de solución de pantallas acústicas planteada en el presente proyecto constructivo.

6.3 CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

En el anejo 5 del presente proyecto se describe la geotecnia y cálculos estructurales de las pantallas acústicas.

GEOTÉCNIA

Los pilotes de cimentación de las barreras acústicas se localizarán íntegramente en el terraplén existente de la A-2. Al tratarse de un terraplén situado en un eje viario de primer orden que además recibe un intenso tráfico se estima una adecuada compactación de este y, por tanto, unas muy buenas propiedades tensodeformacionales del suelo que conforma en terraplén.

Para la determinación de los parámetros resistentes del suelo, se emplea la tabla 1 del libro del NAVFAC 1971 (Foundations & Earth Structures Design Manual 7.02) que recoge las propiedades geotécnicas típicas de diferentes tipologías de suelo cuando se encuentran compactados. Dentro de las diferentes categorías de suelo, se considera que el material de núcleo del terraplén tendrá una clasificación según la USCS de tipo arena con finos SM o SC o, en el peor de los casos, de suelo cohesivo tipo limo de plasticidad media-baja ML.

Los parámetros de diseño se establecen en el rango bajo de ángulo de fricción (31º) y una cohesión algo inferior (40 KN/m2) a las propuestas por NAVFAC. La densidad seca de diseño se establece en 16-17 KN/m3 y densidad aparente de 19-20 KN/m3.

El diámetro de pilote considerado es 0,65 m.

Los parámetros resistentes para el material de terraplén de la A-2 son los recogidos en el apartado 1.2, es decir, cohesión efectiva de 40 KPa y ángulo de fricción efectivo de 31º.

Con el objetivo de considerar la posible descompresión de la parte superior del terreno por la presencia del talud del terraplén, se considera que el pilote no trabaja por fuste su primer metro de longitud. Esta decisión, sitúa el cálculo del lado de la seguridad.

Las cargas admisibles, a hundimiento y a arrancamiento, para pilotes de 65 cm de diámetro y longitudes entre 2,5 y 4,0 m de longitud se recoge en la siguiente tabla:

Pilotes diámetro 65 cm		
Longitud	Q adm (hundimiento)	Q adm (arrancamiento)
2,5 m	430 KN	41 KN
3,0 m	487 KN	59 KN
3,5 m	546 KN	79 KN
4,0 m	607 KN	100 KN

Para la determinación del coeficiente de balasto horizontal (Kh) de los materiales tipo suelo (para los pilotes, se usan las formulaciones del "Curso Aplicadas de cimentaciones" de Rodríguez Ortiz y otros.

CÁLCULO ESTRUCTURAL

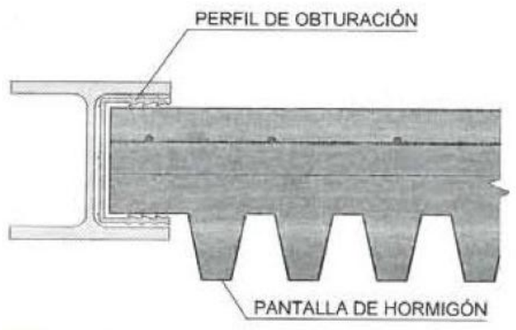
Diseño de la Cimentación

En resumen, se obtiene una cimentación cilíndrica con las siguientes características:

- Diámetro: 0.65 m
- Profundidad: 2.8 m
- Tensión máx. en el suelo < 1.25 σ_{adm} (350 kPa) y localizada en un solo punto
- FS>1.5 en todos los casos

Diseño de los postes

Se prevé la instalación de un perfil metálico sobre cada cimentación en los que encajar las pantallas como se muestra en la figura. Según los espesores indicados anteriormente, es necesario disponer de 12 cm para encajar las pantallas.



Se escoge un perfil HEB 180, que cumple con la altura indicada con cierta holgura.

El perfil cumple para los esfuerzos máximos en los extremos con un acero S 275 JR tal.

La placa de anclaje se ha verificado con el software SAP2000 v.22. La simulación contiene la placa y medio metro de perfil HEB 180. El cálculo se ha particularizado para cada cimentación y se ha verificado que se cumple el criterio de von Misses. A continuación se muestran los resultados y el diseño de cada placa y pernos de anclaje. Los pernos cumplen a tracción y a cortante.

	Acero	**espesor (cm)**	**dimensiones**	**Pernos B500S**
Cimentación 1	S355	4.0	35x35	4x24(8.8)

Diseño de la armadura

Se ha simulado la pantalla acústica con el software SAP2000 v.22 para obtener los esfuerzos a resistir. La pantalla se ha calculado con las presiones de viento A y B afectadas por un factor de 1.5.

El momento de diseño es de 5 kNm y se cubre con mallazo de 8 mm a 15x15 (3.3 cm2/m). Se ha supuesto un HA-30 de 8 cm de espesor mínimo.

La tracción de los pernos se recoge con barras de 12 mm de diámetro para la armadura vertical y cercos cada 0.1 con barras de 10 mm. La armadura final son 10Φ12 y cΦ10 a 0.2 excepto en los 60 cm superiores, que se colocarán cada 0.1 m para absorber el tirante de los pernos.

DATOS PERNO-BARRA			
d (m)	0.09		Distancia perno-armadura pasiva
L_p (m)	0.6		Longitud perno en hormigón
L_b (m)	0.4		Longitud anclaje armadura pasiva
n_v (-)	2		Número barras verticales a distribuir la biela
A_{bv} (cm2)	2.01		Área armadura pasiva vertical
n_h (-)	3		Número cercos a distribuir tirante
A_{bh} (cm2)	0.79		Área cercos
γ (-)	1.15		Coef. Seg.
f_{yk} (MPa)	500		
Fp (kN)	130		Tiro del perno
f_{su}	0.85		factor reductor cortante (0.85 si circular)
CÁLCULOS			
tgα	2.22		tangente biela respecto horizontal
F_y (kN)	174.8	OK	Resistencia n barras verticales
F_H (kN)	58.5		Tirante
Fx (kN)	87.59	OK	Resistencia cercos

Relación tracción perno-armadura pasiva

Esfuerzos debidos a instalación de barreras New Jersey

En primer lugar, se comparan los esfuerzos en el dintel producidos por las barreras New Jersey frente a los esfuerzos debidos a las cargas de tráfico.

Se verifica que el momento flector en el primer caso, de valor 13 kNm/m, es muy bajo y muy inferior al momento flector de valor 140 kNm/m debido a cargas de tráfico.

Dado que la carga de la barrera no es concomitante con la carga de tráfico, se verifica que el dintel del cajón está diseñado para soportar cargas de valores muy superiores.

Esfuerzos debidos a instalación de paneles acústicos

Por otro lado, para un canto estimado de dintel de 0.80 m, la cuantía geométrica mínima que debería haberse dispuesto en el mismo es 0.0018 * 80 cm * 100 cm = 14.4 cm2/m ☐ 7.2cm2/m en cada cara (se dimensiono con EHE-08), con la que se obtiene un momento flector último Mu = 230.8 kNm/m.

Se comprueban los esfuerzos sobre el dintel del cajón producidos por la instalación de los paneles acústicos y se obtiene un momento flector de valor Md = 160 kNm/m.

En el anejo de estructuras se recogen los cálculos, y se verifica que el momento flector que aparece en el dintel tiene un valor muy inferior al momento último que resistiría la armadura teórica dispuesta según la norma.

6.4 DESCRIPCIÓN DE LAS PANTALLAS ACÚSTICAS

Tal y como se ha descrito anteriormente, la solución de pantalla acústica planteada en proyecto es una pantalla de hormigón poroso absorbente, formada por los siguientes elementos:

- Perfiles verticales: Es el sistema estructural que soporta los paneles. Actúa como guía de instalación de los paneles.

- Paneles de hormigón poroso: Es el material que componen el apantallamiento acústico. Están formados por una parte de hormigón armado y por otra de hormigón poroso.

Las principales características acústicas para cumplir por la pantalla deben ser:

- Índice de aislamiento (DLr) (en dB): Capacidad de no dejar pasar el ruido. Norma UNE-EN 1793 parte 2 establece las siguientes categorías:

Categoría	DLr (dB)
B0	no det.
B1	<15
B2	15-24
B3	>24

- Índice de absorción (DLα) (en dB): Capacidad de absorción del ruido. Norma UNE-EN 1793 parte 1 establece las siguientes categorías:

Categoría	DLα (dB)
A0	no det.
A1	<4

A2	4 - 7
A3	8 - 10
A4	>11

Las pantallas acústicas proyectadas deberán tener un índice de aislamiento B3 y un índice de absorción A2

El apantallamiento proyectado será de 3,50 metros de altura (formado por un panel inferior de 2,00 metros y uno superior de 1,50 metro).

La separación de soportes será cada 4,00, cimentados en zapatas aisladas de hormigón armado de 65 cm de diámetro y 2,8 metros de profundidad.

Los soportes estarán formados por perfiles metálicos HEB180, apoyados en placas de anclaje de 35x35 cm y 4 cm de grosor.

En el caso de soportes sobre pasos inferiores, éstos estarán anclados mediante placas de anclaje y pernos sobre la estructura existente.

Los paneles acústicos, se han escogido de hormigón, que da carácter de robustez, economía y prácticamente nulo mantenimiento. Ésta se encuentra conformada por una parte de hormigón armado (lado talud), que otorga la estabilidad estructural y otra parte, la fonoabsorbente (lado A-2) de hormigón poroso.

El apantallamiento acústico se prevé de 496 metros de longitud.

6.5 SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y SEGURIDAD VIAL

SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

Dando que se ha previsto realizar un tratamiento superficial de micro aglomerado de 11 mm, previo fresado, en el arcén del tramo de pantallas acústicas de la fase 2, se proyecta el pintado de una marca vial longitudinal continua sonora para uso permanente y retro reflectante en seco, con humedad y con lluvia, tipo P-RRS, de 10 cm de anchura, con termoplástico de aplicación en caliente de color blanco y microesferas de vidrio.

SEÑALIZACIÓN VERTICAL

Se desmontarán todas las señales verticales existentes y se acopiarán para su futura ubicación. También se recolocarán en sus mismas condiciones los hitos de arista que se encuentren en la zona de actuación y se vean afectados.

Las señales se implantarán en la misma posición y condiciones que las actuales. Todas las señales afectadas se encuentran actualmente sobre soportes.

La posible afección a la señalización existente se determinará y se acordará con el MITMA, mediante replanteo en obra de las pantallas acústicas.

En los planos de planta se han dibujado cada una de las señales, así como especificado la denominación correspondiente al catálogo del Ministerio de Fomento. Los carteles, para ser específicos del proyecto, se han definido a los planos de detalles.

DEFENSAS

Para los trabajos de instalación de instalación de las nuevas pantallas acústicas se desmontará la barrera de seguridad flexible existente en el borde de calzada. Esta barrera existente no cumple las distancias de trabajo y deflexión que si definen en la OC 35/2014. La instalación de un elemento contiguo a dicha barrera existente implica la necesidad de cambiar la barrera por otra que cumpla las deflexiones y anchos de trabajo según el espacio disponible.

Los sistemas de contención adoptados han sido los siguientes:

- Barrera de seguridad de hormigón in situ simple con un nivel de contención H2 del tipo BHSEGO/0a-H2W1 o equivalente.
  Nivel de contención H2, ancho de trabajo W1, deflexión dinámica 0 m, índice de severidad ASI B y sin desprendimiento de piezas de más de 2 Kg, según UNE-EN 1317-2.
  Se utilizará como barrera de seguridad lateral en toda la longitud afectada por la instalación de las pantallas acústicas (a excepción de los tramos sobre estructura).
- Pretil de hormigón prefabricado doble con un nivel de contención H4b del tipo DB 120S-A INT o equivalente.
  Nivel de contención H4b, índice de severidad B, anchura de trabajo W2 (77 cm), deflexión dinámica 10 cm, y sin desprendimiento de piezas de más de 2 kg según UNE-EN 1317-2, con perfil tipo New Jersey, de 67 cm de anchura en la base, 120 cm de altura y 600 cm de longitud.

Se utilizará como barrera de seguridad lateral en los tramos sobre estructura.

BALIZAMIENTO

En la actualidad el balizamiento de la Autovía A-2, en el ámbito de estudio, consta de los siguientes elementos:

- Captafaros adosados a la barrera metálica.

Las actuaciones proyectadas se resumen a continuación:

- Instalación de captafaros adosados a las barreras y pretiles de nueva instalación.

CERRAMIENTO PERIMETRAL

En relación con el cerramiento existente, se contempla su conservación, procediéndose a su reposición en aquellos tramos en los que resulte afectado por las obras, con el fin de garantizar en todo momento su continuidad y correcta funcionalidad. Estas actuaciones se ejecutarán previo acuerdo con MITMA.

ESTUDIO DE VISIBILIDAD

Se ha realizado un estudio de visibilidad, recogido en el Anejo 6, conforme a la Norma 3.1-IC, con el fin de comprobar que la instalación de las pantallas acústicas no afecta a la seguridad vial. El análisis se centra en la visibilidad de parada en la calzada sentido Barcelona.

La distancia de parada se define como la distancia total recorrida por un vehículo desde que el conductor percibe un obstáculo hasta que consigue detenerse completamente. Esta distancia incluye el recorrido durante el tiempo de percepción y reacción, así como la distancia de frenado, y depende de factores como la velocidad de circulación, el coeficiente de rozamiento entre rueda y pavimento, la pendiente de la rasante y el tiempo de reacción del conductor, adoptado en 2 segundos.

Por su parte, la visibilidad de parada se entiende como la distancia existente a lo largo de un carril entre un obstáculo situado en la calzada y el vehículo que se aproxima, sin interferencias visuales. Para su cálculo, se han considerado los parámetros normativos: altura del obstáculo de 20 cm, altura del punto de vista del conductor de 1,10 m y medición a lo largo de una línea paralela al eje de la calzada situada a 1,50 m del borde derecho del carril.

De acuerdo con la normativa, la visibilidad disponible debe ser igual o superior a la distancia de parada mínima, siendo recomendable que supere la correspondiente a una velocidad de proyecto incrementada en 20 km/h. En este caso, el análisis se ha realizado para una velocidad de 100 km/h, coincidente con la velocidad máxima permitida en el tramo objeto de estudio.

En conclusión, el estudio permite verificar que las condiciones de visibilidad de parada se mantienen dentro de los criterios exigidos por la normativa vigente, garantizando la seguridad de la circulación tras la instalación de las pantallas acústicas.

6.6 DRENAJE

En el tramo objeto de actuación no se modifica el sistema de drenaje de la autovía, ya que la intervención se desarrolla entre los báculos existentes y el límite del talud.

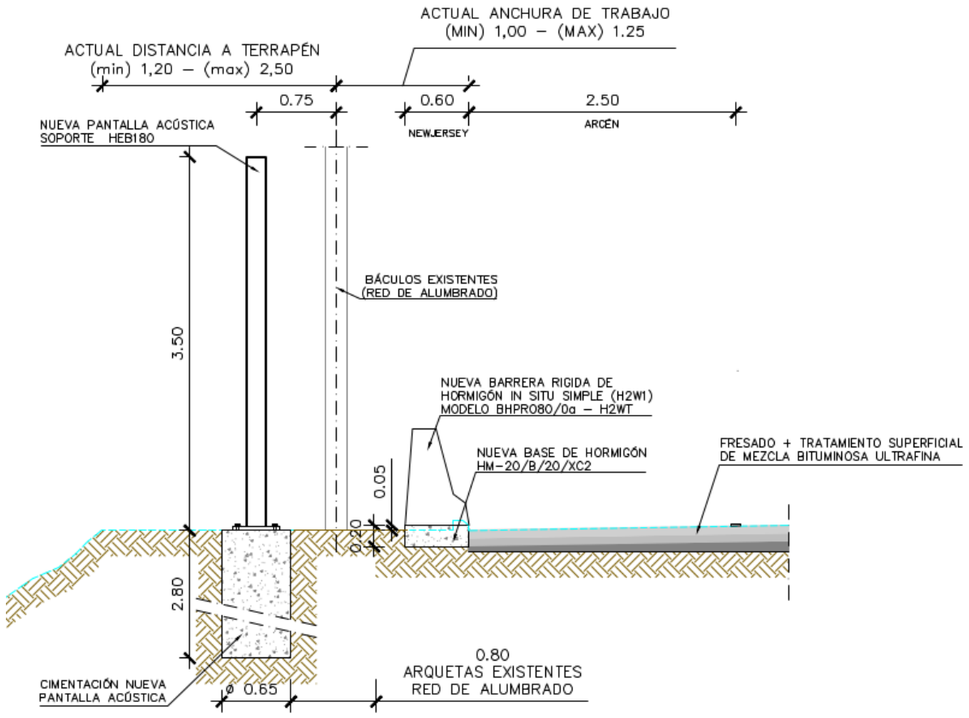
No obstante, aunque el sistema de drenaje actual se mantiene, se actúa sobre algunos de sus elementos. En concreto, se ejecutarán conexiones bajo la nueva barrera de hormigón, con dimensiones equivalentes a las existentes, con el fin de enlazar las bajantes actuales con el drenaje de la plataforma.

La nueva barrera de hormigón se cimentará en una base de hormigón elevada 5 cm respecto la rasante, y se ejecutaran conexiones con los bajantes existentes, para de esta manera, mantener intacto el drenaje actual de la plataforma.

6.7 SECCIONES TIPO

TRAMO SECCIÓN TIPO A:

En el tramo en Terraplén (sección tipo Terraplén-Sección Tipo A) las nuevas pantallas acústicas se sitúan entre la línea de báculos existentes y el límite del talud del terraplén. En el límite exterior del arcén se sitúa una nueva barrera de hormigón in situ simple.



Esta configuración se aplica a los siguientes tramos del proyecto (PK de proyecto):

- Del PK 0+376 al 0+456
- Del PK 0+492 al 0+740
- Del PK 0+776 al 0+848

A nivel de drenaje, actualmente el agua de la calzada está conducida por un bordillo que la drena hacía unos bajantes existentes a lo largo del terraplén.



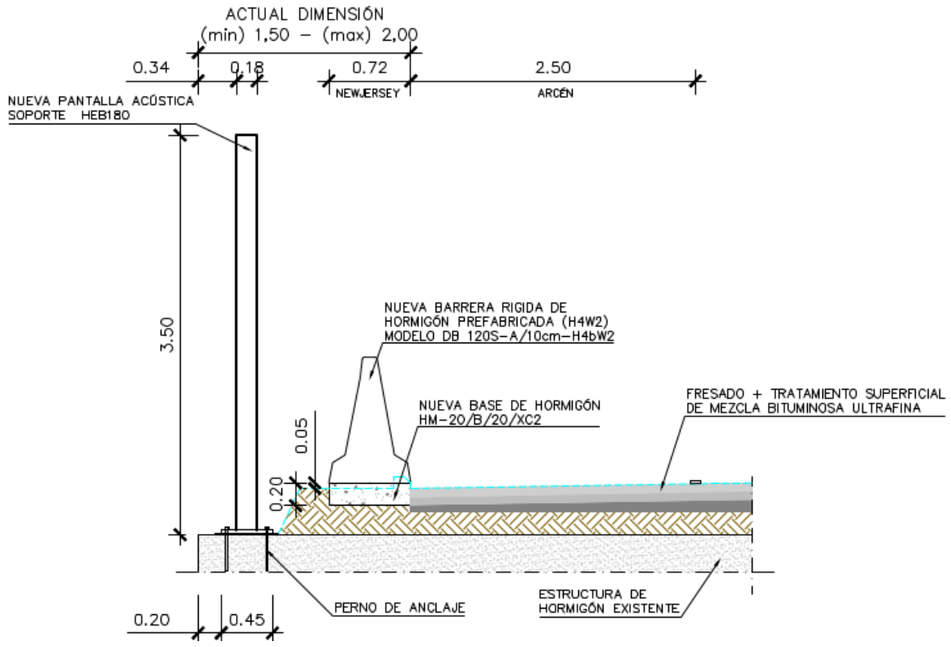
Bajante existente en el terraplén en el ámbito de actuación

En el proyecto se plantea implantar una barrera de hormigón que a nivel de drenaje actuará igual que el actual bordillo, conduciendo el agua a los bajantes actuales, que se mantienen.

En los planos 08A del documento 2 del presente proyecto se reflejan las actuaciones sobre la red de drenaje.

TRAMO SECCIÓN TIPO B:

En el tramo en Estructuras (sección tipo Estructuras-Sección Tipo B) las nuevas pantallas acústicas se sitúan sobre los mismos cajones de los pasos inferiores y en el límite exterior del arcén se sitúa una nueva barrera de hormigón prefabricada doble.



Esta configuración se aplica a los siguientes tramos del proyecto:

- Del PK 0+456 al 0+492
- Del PK 0+740 al 0+776

A nivel de drenaje, actualmente el agua de la calzada está conducida por un bordillo, que la trasporta longitudinalmente.



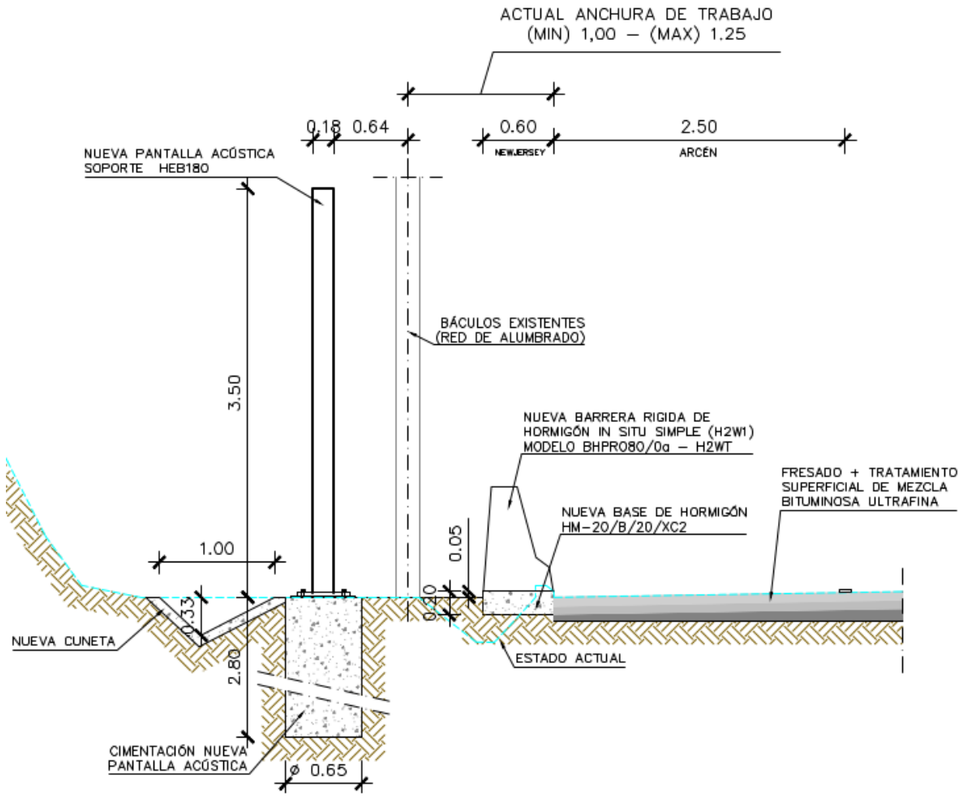
Bordillo existente en el ámbito de actuación

En el proyecto se plantea implantar una barrera de hormigón que a nivel de drenaje actuará igual que el actual bordillo, conduciendo el agua longitudinalmente.

En los planos 08A del documento 2 del presente proyecto se reflejan las actuaciones sobre la red de drenaje.

TRAMO SECCIÓN TIPO C:

En el tramo en Desmonte (sección tipo Desmonte-Sección Tipo C) las nuevas pantallas acústicas se sitúan entre la línea de báculos existentes y el pie de talud de desmonte. En el límite exterior del arcén se sitúa una nueva barrera de hormigón in situ simple, justo en la ubicación actual de la cuneta de desmonte.



Esta configuración se aplica a los siguientes tramos del proyecto:

- Del PK 0+848 al 0+856 (8,00 metros)

A nivel de drenaje, la configuración actual se conforma mediante una cuneta triangular revestida de hormigón que recoge tanto el agua de calzada como la generada por el pequeño talud de desmonte. Esta cuneta conduce el agua hasta el terreno existente.



Cuneta triangular de desmonte existente en el ámbito de actuación

En el proyecto se plantea implantar una barrera de hormigón que a nivel de drenaje actuará recogiendo el agua de calzada, pero no recogiendo el agua del pequeño talud de desmonte. Por ello, el proyecto también plantea la ejecución de una nueva cuneta de desmonte que recoja el agua del talud. Asimismo, y para poder evacuar el agua de calzada, el proyecto plantea la ejecución de una cuneta de conecte transversalmente el drenaje de calzada con el drenaje del talud, cada 30 metros.

En los planos 08A del documento 2 del presente proyecto se reflejan las actuaciones sobre la red de drenaje.

6.8 PLANTACIONES Y RED DE RIEGO

El importante impacto visual que provocará la nueva pantalla acústica obliga a realizar dos actuaciones de carácter natural a fin de minimizar su presencia y regenerar los márgenes de la autovía.

Una primera, sobre la propia pantalla acústica, que ya tiene las plantaciones de árboles, a través de plantas enredaderas y una segunda, sobre el talud y que en el futuro tendrá pantalla acústica, a través de plantación de renaturalización, que incremente el valor natural del talud.

TALUD

Se propone una plantación de arbolado en los taludes de contención que en la actualidad solo ofrecen un prado, emulando el talud del desvío de la autovía, que sí ofrece un arbolado sano y maduro.

La combinatoria de especies propuesta pretende ofrecer un carácter agrícola a la imagen general, optándose por especies de porte medio, autóctonas y que formaran grupos coherentes, coincidiendo con las parcelas agrícolas adyacentes. De ese modo se ofrecerá una imagen donde primaran las franjas trasversales, a escala del parcelario agrícola, frente a la imagen longitudinal de gran escala.

Los criterios de elección de las especies han sido:

a. Especies autóctonas o adaptadas
b. Buen comportamiento sobre talud
c. Distancia plantación entre arboles compatible con densidad requerida
d. Biodiversidad y servicios ecosistémicos

A su vez, se propone la plantación de plantas trepadoras en el muro prefabricado de hormigón, en los tramos definidos entre pilonas de cimentación. Para la elección de las especies se ha tenido en cuenta:

a. Biodiversidad
b. Capacidad de adaptación
d. Fijación natural sobre hormigón

TALUD: VEGETACIÓN EXISTENTE

La vegetación existente se mantendrá mayormente. Únicamente aquellos arboles situados demasiado cercanos del trazado del muro acústico (1.5m aprox.) deberán, siempre según el Protocolo de actuación, ser podados o en su caso eliminados, ya que los pinos no admiten el trasplante.

TALUD: ARBOLADO

Las especies seleccionadas para la plantación en el talud serán: algarrobos, pinos, almendros, almeces, encinas y tamarindos. Especies que se consideran adecuadas y en gran medida ya presentes en el ámbito. No se plantarán árboles coincidentes con los cultivos adyacentes, ja que son refugio de plagas de los propios cultivos.

El ámbito de plantación será el talud, tomando como referencia una distancia mínima al futuro paramento acústico de 2.5m y de 1.5m a la canal de hormigón existente en su base. También será 1.5 m la distancia mínima de plantación a la valla de límite con las propiedades agrícolas.

TALUD: ARBUSTIVAS

Las especies arbustivas son las propias de la maquia mediterránea, plantadas en un formato grande (contenedor de 10l) para asegurar su viabilidad a razón de una planta por metro cuadrado. Se plantarán básicamente en la parte alta del talud, configurando una barrera visual. Para facilitar la implantación se colocará una manta anti-hierbas biodegradable en toda la superficie y se regaran por gotero.

Las especies propuestas son: *Pistacia lentiscus, Viburnum tinus, Arbutus unedo, Rhamnus alaternus* o similar.

TALUD: PRADO

En la medida de lo posible, se preservará el prado existente. Hay contabilizada una reposición mediante hidrosiembra del 30% de la superficie de la actuación.

La hidrosiembra se realizará con una mezcla de semillas para césped tipo rústica de bajo mantenimiento de leguminosas con gramíneas, a definir en obra por la DF en función de la época real de la siembra, con una dosificación de 30 g/m2, agua, mulch de fibra vegetal a base de paja picada y fibra corta de celulosa (200g/m2), abono órgano-mineral de liberación lenta, bioactivador microbiano y estabilizador sintético de base acrílica.

TALUD: ERRADICACIÓN DE CAÑA

La caña, Arundo donax, es una especie alóctona e invasiva, que en nuestro país sólo se reproduce vegetativamente y que incrementa su superficie en el orden del 10-20% anual en espacios que le son favorables.

Actualmente hay unas masas de caña en el talud y aunque actualmente no ocupan la totalidad de la superficie, se considera conveniente controlar su expansión y erradicar las manchas existentes. Junto a la obra, al lado del rio, hay un espacio donde se puede hacer el tratamiento de la caña y que ya se ha utilizado con anterioridad para este propósito.

Por ello se considera adecuado aplicar la metodología desarrollada por el AMB, que consiste en los siguientes pasos:

1. Desbroce selectivo de la caña y control de los restos aéreos, llevados a la zona de tratamiento, situada al lado del rio.

2. Extracción de toda la masa radicular, se ha considerado un grosor de 70 cm como media, con transporte y tendido en la zona de tratamiento.

3. Trituración de caña con máquina rompedora de piedras, en varias pasadas. Se hará una trituración inicial después del tendido de todo el material, tanto de los rizomas extraídos, como de la parte vegetativa.

4. Escarificado de terreno en la zona de tratamiento a una profundidad de 0,4 m, con tractor sobre neumáticos de 300 CV y equipo de fresado, con varias pasadas, para evitar el arraigo de los trozos después de la trituración, se hará el escarificado de la zona dos veces, a decidir por la DF, en función del momento de la realización de los trabajos y de la climatología.

5. Segunda trituración al final de la obra o al final del año de mantenimiento, según la evolución y la climatología, con la máquina rompedora de piedras, en varias pasadas.

6. Mantenimiento a lo largo de un año de la zona de proyecto donde se ha extraído la caña, con eliminación manual con raíz de los posibles rebrotes.

PLANTACIONES EN PANTALLA ACÚSTICA

Las especies de trepadora que se proponen son: *Hedera hélix, Parthenocissus tricuspidata viechii y Campsis radicans.* Adecuadas para la orientación y el soporte. Necesitan riego por goteo durante los primeros años de implantación, después pueden vivir por sus medios si las condiciones ambientales no empeoran.

La plantación se hará mediante el suministro en contenedor de 3 litros, de 125/150 cm y tres ramas. Estas plantaciones serán seleccionados de vivero y validadas por la DF. Se plantarán cada 75 cm.

El ámbito de plantación será de 40 cm de ancho a lo largo de la nueva barrera acústica. El perfil de plantación será de 30 cm de profundidad de tierra vegetal.

6.9 SERVICIOS EXISTENTES Y AFECTADOS

Con la finalidad de identificar con seguridad la totalidad de los servicios afectado, nos hemos puesto en contacto con la Acefat, que nos ha suministrado total la información referente a los servicios existentes en la zona.

Los organismos y empresas suministradoras en el ámbito del proyecto son:

- Abastecimiento de Agua potable (Aigües de Barcelona)
- Red de saneamiento (AMB)
- Red de gas (Gas Natural/Nedgia)
- Red de electricidad (Endesa)
- Red de telefonía (Telefónica)

Conocidos los servicios existentes, se ha procedido a estudiar cuales se verán realmente afectados por el alcance del proyecto, ya sea solo durante la ejecución de las obras y necesiten por lo tanto medidas de protección, como aquellas que, debido a la definición de la geometría nueva, necesitan una definición nueva.

Se determinan que no existen afectaciones a servicios existentes.

Asimismo, la nueva red de riego se conectará a la red existente de abastecimiento de agua (Aigües de Barcelona).

7 DESVÍOS DE TRÁFICO Y FASES DE EJECUCIÓN Y DE ACCESIBILIDAD DURANTE LAS OBRAS

La sección de la autovía A-2 en dirección Barcelona a la altura del tramo de actuación es de 3 carriles. Se dispone de un arcén lateral exterior de 2,50 metros.



Imagen de la sección actual de la autovía A-2 en el tramo de actuación

La ejecución de las nuevas pantallas acústicas en el lateral de la A-2 se ejecutarán desde el talud, por lo tanto, no se estima afección al tráfico. Estos trabajos se ejecutarán en horario diurno.

La ejecución de las nuevas barreras de seguridad en el límite de calzada de la autovía A-2 se ejecutarán con ocupación de 4,00 metros desde la cara más cercana al tráfico de la barrera o pretil, lo que supone la ocupación del arcén de 2,00 metros y parte del carril derecho. Por lo tanto, se estima que mientras se ejecuten dichas barreras se produzca afección al tráfico. Los trabajos, incluirán el montaje y desmontaje de toda la señalización de obra, de manera que al acabar la jornada nocturna no exista afectación al tráfico. En concreto, respecto las barreras

provisionales de obra, éstas se deberán ir retirando según avance la churrera (encofradora deslizante). Todo siguiendo las indicaciones del Ministerio de Fomento. Se prevén que estos trabajos se ejecuten en unas 10 jornada nocturnas. En el caso del ramal de la salida 598A, si fuera necesario cortar el tráfico del ramal se hará desviar el tráfico por la siguiente salida (salida número 602). Esta actuación deberá señalizarse correctamente, en horario nocturno, puesto que hay afectación al tráfico y según las indicaciones del Ministerio de Fomento.

El contratista ejecutará las fases y señalización de obras, mediante la aprobación y la autorización, de la Demarcación de Carreteras del Ministerio de Fomento.

En el Anejo núm. 10. Desvíos de tráfico y fases de ejecución y de accesibilidad durante las obras se recogen y describen las propuestas de organización de las obras. Asimismo, en el documento núm.2 se recoge el plano 10 "Señalización y ordenación del tráfico durante las obras" donde se recogen los esquemas y secciones de las fases de ejecución.

8 EXPROPIACIONES, OCUPACIONES TEMPORALES, RESTITUCIÓN DE DERECHOS REALES Y SERVITUDES PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

El trazado de las pantallas acústicas se encuentra dentro del planeamiento vigente.

Se puede concluir, tal y como se representa en los planos 13 "parcelario" del documento 2, que los terrenos para ejecutar las obras de este Proyecto son de titularidad pública.

9 ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

En cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el cual se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, se redacta el Anejo núm.12 "Estudio de gestión de residuos de la construcción y demolición", donde se describen las medidas de minimización y prevención de residuos, las operaciones de reutilización y separación, se definen las cantidades estimadas que se obtendrán a las obras.

Se ha cuantificado lo que supondrá la gestión de estos residuos.

El PEM de gestión de residuos asciende a la cantidad de 42.851,42 € (Cuarenta y dos mil ochocientos cincuenta y un euros con cuarenta y dos céntimos).

10 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

De acuerdo con el Real Decreto 1627/97 de 24 de octubre de 1997, y con el apartado 1 párrafo g) del artículo 233 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de contratos del sector público, por la cual se trasponen al ordenamiento jurídico español las directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014, en el presente proyecto se incluye un estudio de Seguridad y salud en el Trabajo, que forma parte del mismo.

De este modo, se integra en el proyecto constructivo, las premisas básicas para las cuales el/s Contratista/se constructor/s puedan prever y planificar, los recursos técnicos y humanos necesarios para el desempeño de las obligaciones preventivas en este centro de trabajo, de conformidad en su Plan de Acción Preventiva propio de empresa, su organización funcional y los medios a utilizar, teniendo que quedar todo aquello recogido en el Plan de Seguridad y Salud, que tendrán que presentarse al Coordinador de Seguridad y Salud en fase de Ejecución, con antelación al inicio de las obras, para su aprobación y el inicio de los trámites de Declaración de Apertura ante la Autoridad Laboral.

El Estudio de Seguridad y Salud está definido por los siguientes documentos:

- Memoria descriptiva de los procedimientos y equipos a utilizar en relación a los riesgos de accidentes que presumiblemente pueden producirse. Se incluye también la descripción de los servicios sanitarios y comunes de que tiene que estar dotado el centro de trabajo.
- Pliego de condiciones Particulares donde se relacionan las normas legales y reglamentaciones aplicables a la propia obra.
- Planos donde se esquematizan las medidas preventivas definidas a la Memoria para una mayor comprensión y definición de estas.
- Mediciones y Precios Unitarios de todas las unidades o elementos de Seguridad y Salud que han sido definidos y proyectados.
- Presupuesto en función de las mediciones y cuadros de precios, que comprende el conjunto de unidades y elementos definidos en el mencionado anexo. Este presupuesto se incorporó en el Presupuesto de Ejecución Material de la totalidad de la obra.

De este modo, se ha llevado a cabo un estudio profundizado de los riesgos inherentes a la ejecución de la obra y de las medidas preventivas y cautelares consiguientes para garantizar la seguridad de las personas en la ejecución de las obras para cada Lote, en cumplimiento del que determina la Ley 3/2007 del 4 de julio de la obra pública en su artículo 18.3.h).

El Presupuesto de Ejecución Material (PEM) del Estudio de Seguridad y Salud del presente Proyecto Constructivo asciende a 8.079,23 €

11 CONTROL DE CALIDAD

En cumplimiento de la normativa vigente se ha elaborado un Plan de control de Calidad para la ejecución de las obras. En el anejo número 4 queda reflejada la propuesta del plan donde se señalan las unidades objeto de control, el tipo, la frecuencia y la cantidad de ensayos a realizar.

Durante la ejecución de la obra, la Dirección de Obra podrá determinar la modificación de las frecuencias establecidas, así como la realización de ensayos no previstos inicialmente a la propuesta del plan del control de calidad.

El presente plan de control de calidad se ha llevado a cabo en base a la relación de las partidas de obra y mediciones del presente proyecto. El banco de precios utilizado corresponde al Banco de Criterios vigente del ITEC, Ingeniería Civil de 2025, del que se han obtenido los precios de los ensayos.

El presupuesto del Plan de Control de Calidad para el presente proyecto, PEC sin IVA, se ha estimado en 7.085,29€ (siete mil ochenta y cinco euros con veintinueve céntimos), lo que supone un porcentaje del 0,82% del presupuesto de ejecución por contrato PEC sin IVA de las obras (864.141,87€), a asumir por parte del Contratista.

12 PLAN DE OBRAS

En cumplimento del Artículo 132 del Reglamento General de la Ley de la Administración Pública, aprobado por el Real Decreto 1098/2001 de 12 de octubre de 2001, y del apartado 1, parágrafo e del artículo 233 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la cual se trasponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE, de 26 de febrero de 2014, se incluye un programa de desarrollo de los trabajos (plan de obra) que pretende dar una idea del desarrollo secuencial de las principales actividades de la obra.

El programa de los trabajos indicado debe ser tomado de manera orientativa, y su fijación a nivel de detalle corresponderá al adjudicatario de la obra, habida cuenta de los medios con los que cuente y el rendimiento de los equipos. El plan de obra deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa.

Se establecen las siguientes fases de trabajos:

- Fase 1: Gestiones previas, permisos y preparación de obra. Trabajos previos
    - Gestiones previas al inicio de las obras: Gestión de permisos, contacto con los agentes implicados y elaboración de planes. Implantación de obra.
    - Trabajos previos de desmontaje de varios elementos viales: Barrera de seguridad, señales verticales, hitos de arista
    - Replanteo de los postes verticales y marcado de cimentaciones
- Fase 2: Movimiento de tierras y cimentaciones
    - Movimientos de tierras
    - Ejecución de cimentaciones
- Fase 3: Pantallas acústicas
    - Colocación de perfiles verticales, aplomado y nivelado de los mismos
    - Colocación de los paneles entre perfiles, y fijación
- Fase 4: Riego de pantallas y drenaje
    - Instalación del sistema de riego de las enredaderas situadas frente a las pantallas.
    - Ejecución / reparación de bajantes
- Fase 5: Señalización, balizamiento y defensas
    - Recolocación de señales verticales
    - Instalación de nueva barrera de seguridad
- Fase 6: Ambientalización de la obra
    - Ambientalización del talud
    - Plantación de enredaderas frente a las pantallas acústicas
- Fase 6: Acabados y limpieza de obra
    - Acabados de obra
    - Limpieza de obra

La duración total estimada para el desarrollo de la obra es de SEIS MESES (6 meses).

13 JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

La justificación de precios se ha hecho siguiendo la metódica establecida en el artículo 130 del Reglamento General de la Ley de contratos del Estado y de acuerdo con lo que dice el artículo 127,1 del Reglamento.

Para la elaboración de los presupuestos de este proyecto, se ha utilizado el programa informático TCQ y la base de precios del ITEC de 2026-01 con los siguientes parámetros.

- Ámbito de precios: Comunidad de Cataluña
- Ámbito de pliegos: Cataluña
- Variación porcentual de precios según el volumen de obra: Ingeniería civil 0,402 M euros

Se han realizado consultas con proveedores para ajustar al mercado los precios más significativos y al tipo de obra.

14 PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN

Realizadas las mediciones y aplicados los precios unitarios, tal y como se desarrolla en el documento n.º 4, las cantidades a las que asciende el presupuesto del proyecto constructivo son:

	IMPORTES (€)
TRABAJOS PREVIOS Y MOVIMIENTO DE TIERRAS	17.532,14 €
CIMENTACIONES	45.569,92 €
PANTALLAS ACÚSTICAS	286.560,47 €
DRENAJE	2.684,05 €
SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS	115.593,68 €
FIRMES Y PAVIMENTOS	36.636,80 €
SEÑALIZ.PROVISIONAL OBRAS	20.000,00 €
RED DE RIEGO	52.758,62 €
RESTAURACIÓN AMBIENTAL Y ACABADOS	97.903,31 €
GESTIÓN DE RESIDUOS	42.851,42 €
SEGURIDAD Y SALUD	8.079,23 €
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL	**726.169,64 €**
Gastos generales (13%)	94.402,05 €
Beneficio Industrial (6%)	43.570,18 €
Suma	864.141,87 €
IVA (21%)	181.469,79 €
PRESUPUESTO BASE LICITACIÓN	**1.045.611,66 €**
Expropiaciones	0,00 €
PRESUPUESTO PARA EL CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN	**1.045.611,66 €**

Asciende el presente presupuesto para el conocimiento de la administración a **UN MILLÓN CUARENTA Y CINCO MIL SEISCIENTOS ONCE EUROS CON SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS (1.045.611,66 €).**

15 CLASIFICACIÓN DE CONTRATISTA

De acuerdo con lo establecido en el artículo 77 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de contratos del sector público, por la cual se trasponen al ordenamiento jurídico español las directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014, hay que incluir un apartado, en el Pliego de cláusulas administrativas de la obra de referencia, donde se disponga que las empresas que deseen optar a la licitación tendrán que estar clasificadas en los grupos, subgrupos y categorías que se señalan a continuación, aplicables en virtud del Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, modificado por el RD 773/2015, de 28 de agosto, el cual se aprueba el Reglamento general de la Ley de contratos de las administraciones públicas, clasificaciones que podrán suplir la solvencia solicitada en su caso.

A continuación, se indica la clasificación que habrá tener el contratista para ejecutar las obras comprendidas en el presente proyecto constructivo.

- Grupo G: Viales y pistas

  Subgrupo 6. Obras viales sin cualificación específica

  Categoría 4 (cuantía superior a 840.000 euros y inferior a 2.400.000)

  Categoría e (cuantía superior a 840.000 euros y inferior a 2.400.000)

Clasificación según RD 773/2015	Grupo	G
	Subgrupo	6
	Categoría	4
Clasificación según RD 1098/2001	Grupo	G
	Subgrupo	6
	Categoría	e

16 REVISIÓN DE PRECIOS

De acuerdo con el artículo 103 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de contratos del sector público, por la cual se trasponen al ordenamiento jurídico español las directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014, se procede a la inclusión en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares de la obra de referencia la cláusula de revisión de precios, por no exceder el plazo de ejecución de las obras de veinticuatro (24) meses.

17 TIPO DE OBRA

La Ley 9/2017, del 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público clasifica, en su artículo n.º 232, las obras según su objeto y naturaleza en los siguientes grupos:

a) Obras de primer establecimiento, reforma, restauración, rehabilitación o gran reparación.

b) Obras de reparación simple.

c) Obras de conservación y mantenimiento.

d) Obras de demolición.

Así mismo, el Decreto 179/1995, de 13 de junio, por el cual se aprueba el Reglamento de obras, actividades y servicios de los entes locales, en su artículo 12 clasifica las obras según su objeto y naturaleza, de acuerdo con los siguientes grupos:

e) Obras de primer establecimiento, reforma o gran reparación.

f) Obras de reparaciones menores.

g) Obras de conservación y mantenimiento.

La naturaleza de la obra de este proyecto se enmarca en la categoría de Obras de primer establecimiento, reforma, restauración, rehabilitación o gran reparación.

18 DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA

En cumplimiento del artículo 127 del Real Decreto 1098/2001 de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, y del apartado 1 del artículo 233 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de contratos del sector público, por la cual se trasponen al ordenamiento jurídico español las directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014, se manifiesta que el proyecto comprende una obra cumplida en el sentido exigido en el artículo 125 del Real Decreto 1098/2001 de 12 de octubre, puesto que contiene todos y cada uno de los elementos que son precisos para la utilización de la obra y es susceptible de ser librada al uso general.

Así mismo, se hace constar que la obra cumple los requisitos exigidos por la Ley 3/2007 de 4 de julio de la Obra Pública y concretamente aquello reflejado en el artículo 18 de la misma.

19 DOCUMENTOS QUE COMPONEN EL PROYECTO

El proyecto constructivo consta de los siguientes documentos:

DOCUMENTO NÚM. 1: MEMÓRIA Y ANEJOS

MEMÓRIA

ANEJOS

Anejo núm. 1.	Antecedentes, ámbito de actuación i situación previa.
Anejo núm. 2.	Planeamiento
Anejo núm. 3.	Justificación de la solución
Anejo núm. 4.	Plan de Control de Calidad
Anejo núm. 5.	Cálculo de Estructuras
Anejo núm. 6.	Señalización, balizamiento y seguridad vial
Anejo núm. 7.	Servicios existentes. Servicios afectados
Anejo núm. 8.	Plantaciones, Red de riego y abastecimiento de agua para riego
Anejo núm. 9.	Expropiaciones, ocupaciones temporales, restitución de derechos reales i servitudes
Anejo núm. 10.	Desvíos de tráfico y fases de ejecución y de accesibilidad durante las obras
Anejo núm. 11.	Estudio de Seguridad y Salud
Anejo núm. 12	Estudio de Gestión de Residuos de la construcción y demolición
Anejo núm. 13.	Plan de obras
Anejo núm. 14.	Justificación de precios
Anejo núm. 15.	Presupuesto para conocimiento de la Administración
Anejo núm. 16.	Firmes y pavimentos

DOCUMENTO NÚM. 2: PLANOS

1. Índice y situación
2. Planta de estado actual
3. Planta general y alzado
4. Secciones transversales
5. Planta de demoliciones
6. Secciones tipo
7. Pantallas acústicas
   7.1.Definición de Pantallas
   7.2.Cimentación de Pantallas
8. Drenaje
   8.1.Planta de drenaje
9. Señalización, abalizamiento y defensas
   9.1.Planta de señalización
   9.2.Detalles de señalización
10. Señalización y ordenación del tráfico durante las obras.
    10.1. Secciones y detalles
11. Servicios existentes.
    11.1. Planta de servicios existentes
12. Cerramientos
13. Intervención paisajística
    13.1. Planta ámbito intervención
    13.2. Secciones transversales
    13.3. Plantaciones
    13.4. Sistema de riego
    13.5. Detalles
14. Parcelario
    14.1. Planta

DOCUMENTO NÚM. 3: PLIEGO DE CONDICIONES

Pliego de Condiciones generales
Pliego de Condiciones particulares
Pliego de Jardinería y Riego

DOCUMENTO NÚM. 4: PRESUPUESTO

Mediciones
Estadística de partidas y conjuntos
Cuadro de precios núm. 1
Cuadro de precios núm. 2
Presupuestos parciales
Presupuesto general

20 CONCLUSIÓN

Con todo lo expuesto en esta Memoria, así como en el resto de los documentos del Proyecto Constructivo, se supone el conjunto suficientemente justificado, a efectos de su aprobación.

Marzo de 2026

Los autores del Proyecto constructivo

Sebastià Ribot Florit
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Ayesa Enginyeria i Serveis

Cristian Tapia Navarro
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Ayesa Enginyeria i Serveis

ANEJOS 01 A 06

Proyecto Constructivo. Instalación de pantallas acústicas en la autovía A2 en el tramo de Pallejà. Fase 2

Anejo 01. Antecedentes, ámbito de actuación y situación previa.

Proyecto Constructivo. Instalación de pantallas acústicas en la autovía A2 en el tramo de Pallejà. Fase 2

ÍNDICE

1 ANTECEDENTES Y SITUACIÓN PREVIA 1

2 ÁMBITO DE ACTUACIÓN 2

1 ANTECEDENTES Y SITUACIÓN PREVIA

En el año 2013 el Área Metropolitana de Barcelona aprobó el Plan de Sostenibilidad Ambiental (PSAMB) como hoja de ruta de las líneas estratégicas de actuación, así como las medidas y acciones concretas a desarrollar para la sostenibilidad ambiental en el territorio metropolitano.

Este Plan planteó la sostenibilidad a diferentes escalas: el conjunto del territorio metropolitano, la propia Institución del AMB y los 36 municipios que forman parte de ella. Cada escala se estructuró en 6 ejes temáticos.

En el eje 5 de Salud ambiental, se realizó un trabajo para saber la calidad acústica global del territorio metropolitano. Este trabajo permitió tener una imagen acústica global del área metropolitana identificando las zonas donde probablemente exista algún conflicto acústico, así como las zonas con mayor calidad acústica a preservar.

En el marco del trabajo realizado a nivel metropolitano, la zona de Pallejà es considerada una de las zonas problemáticas a nivel acústico. Así, en diciembre de 2013, el AMB realiza el "Informe Tècnic: Elaboració dels Plans Específics per zones de conflicte acústic de l'AMB. Cas 8: Pallejà". En este informe se analizan en mayor detalle los puntos considerados problemáticos, se evalúa la afectación debida a grandes infraestructuras y ejes viarios, y se estudia la viabilidad de las posibles medidas correctoras.

A raíz de las conclusiones extraídas en el informe anterior, el Ayuntamiento de Pallejà, el 30 de octubre de 2020, encarga el proyecto constructivo "Instalación de pantallas acústicas en la autovía A-2 en el tramo de Pallejà", con el objetivo de mejorar la calidad acústica del entorno. El proyecto fue elaborado por AYESA y se entregó con fecha de septiembre de 2021, abarcando el proyecto de las pantallas situadas entre los los PK 598+596 y 597+652 de la autovía A-2.

Dicho proyecto incluía "El Documento Básico Proyecto Renaturalización" realizado por el AMB, que define una intervención paisajística consistente en la renaturalización del talud situado detrás de las pantallas proyectadas.

Posteriormente, con fecha 23 de febrero de 2021, el Consejo Metropolitano del Área Metropolitana de Barcelona aprobó el Plan de Sostenibilidad Ambiental (PSA) que tiene por objetivo impulsar de forma conjunta con los ayuntamientos, proyectos que refuercen las políticas de movilidad urbana, de transición ecológica y energética y de gestión de recursos.

Con fecha 06/09/2021 el Ayuntamiento de Pallejà adhirió la actuación "Projecte constructiu d'instal·lació de pantalles acústiques a l'autovia A2 amb intervenció de paisatgisme i renaturalització al tram de Pallejà" al Plan de Sostenibilidad Ambiental por un importe de 740.231,03€. La actuación se engloba en el eje:

> Eje 7.1: Renaturalización y contribución a la biodiversidad y gestión activa del agua: recuperar y potenciar espacios de contacto con la ciudad, potenciar actuaciones de incremento de la infraestructura verde, generar espacios para la práctica del deporte y actividades saludables.

Este proyecto era una escisión del proyecto constructivo "Instalación de pantallas acústicas en la autovía A-2 en el tramo de Pallejà". Esta escisión englobaba:

- La totalidad de la renaturalización del talud situado entre los PK 598+596 y 597+652 de la autovía A-2
- La ejecución de las pantallas acústicas situadas entre los PK 598+596 y 598+216 de la autovía A-2

En la fecha del 28 de febrero de 2023 fueron adjudicadas las Obras del proyecto constructivo de instalación de pantallas acústicas en la autovía A2 con intervención de paisajismo y renaturalización en el tramo de Pallejà - Fase 1 en el término municipal de Pallejà (Exp.903688/22) a la empresa PROSEÑAL, SLU.

Durante la ejecución de las obras finalmente se ejecutaron las pantallas entre los PK 598+596 y 598+212, no ejecutándose el último pilote previsto, y se decidió no realizar la renaturalización del talud situado entre los PK 598+596 y 597+652 de la autovía A-2, debido al Decreto de sequía.

Con fecha ocho de noviembre de 2025, el Área Metropolitana de Barcelona resuelve adjudicar a la empresa Ayesa Enginyeria i Serveis la redacción del presente proyecto constructivo "Instalación de pantallas acústicas en la autovía A2 en el tramo de Pallejà. Fase 2", en el que se engloba la actualización de precios y refundido del proyecto de pantallas acústicas y renaturalización de taludes en la autovía A2, fase 2, en Pallejà, contemplando:

- La totalidad de la renaturalización del talud situado entre los PK 598+596 y 597+732 de la autovía A-2
- La ejecución de las pantallas acústicas situadas entre los PK 598+212 y 597+732 de la autovía A-2

2 ÁMBITO DE ACTUACIÓN

Las obras definidas en el presente Proyecto Constructivo se sitúan en la berma-talud derecho de la autovía A-2, en el municipio de Pallejà.

El inicio aproximado de las nuevas pantallas acústicas será la última pantalla ejecutada en las obras del "proyecto constructivo de instalación de pantallas acústicas en la autovía A2 con intervención de paisajismo y renaturalización en el tramo de Pallejà - Fase 1 en el término municipal de Pallejà (Exp.903688/22)". Este punto se sitúa aproximadamente a la altura del PK 598+212 de la A-2. El final de la actuación se sitúa 480 metros desde el inicio de la actuación, hasta aproximadamente el PK 597+732 de la A-2, donde acaba la ejecución de las pantallas acústicas.

Anejo 02. Planeamiento

Proyecto Constructivo. Instalación de pantallas acústicas en la autovía A2 en el tramo de Pallejà. Fase 2

ÍNDEX

1 INTRODUCCIÓN 1

2 PROYECTO 1

APÉNDICE 1. PLANEAMIENTO VIGENTE 3

1 INTRODUCCIÓN

El objeto del presente anejo es describir y justificar que las actuaciones previstas en este Proyecto se encuentran dentro del ámbito del Planeamiento vigente establecido por el Ayuntamiento de Pallejà.

El Planeamiento vigente ha sido facilitado por el mapa urbanístico virtual proporcionado por el Departamento de Territorio y Sostenibilidad de la Generalitat de Catalunya.

En base a esta documentación se han preparado unos planos, que se encuentran en el apéndice 1 de este anejo.

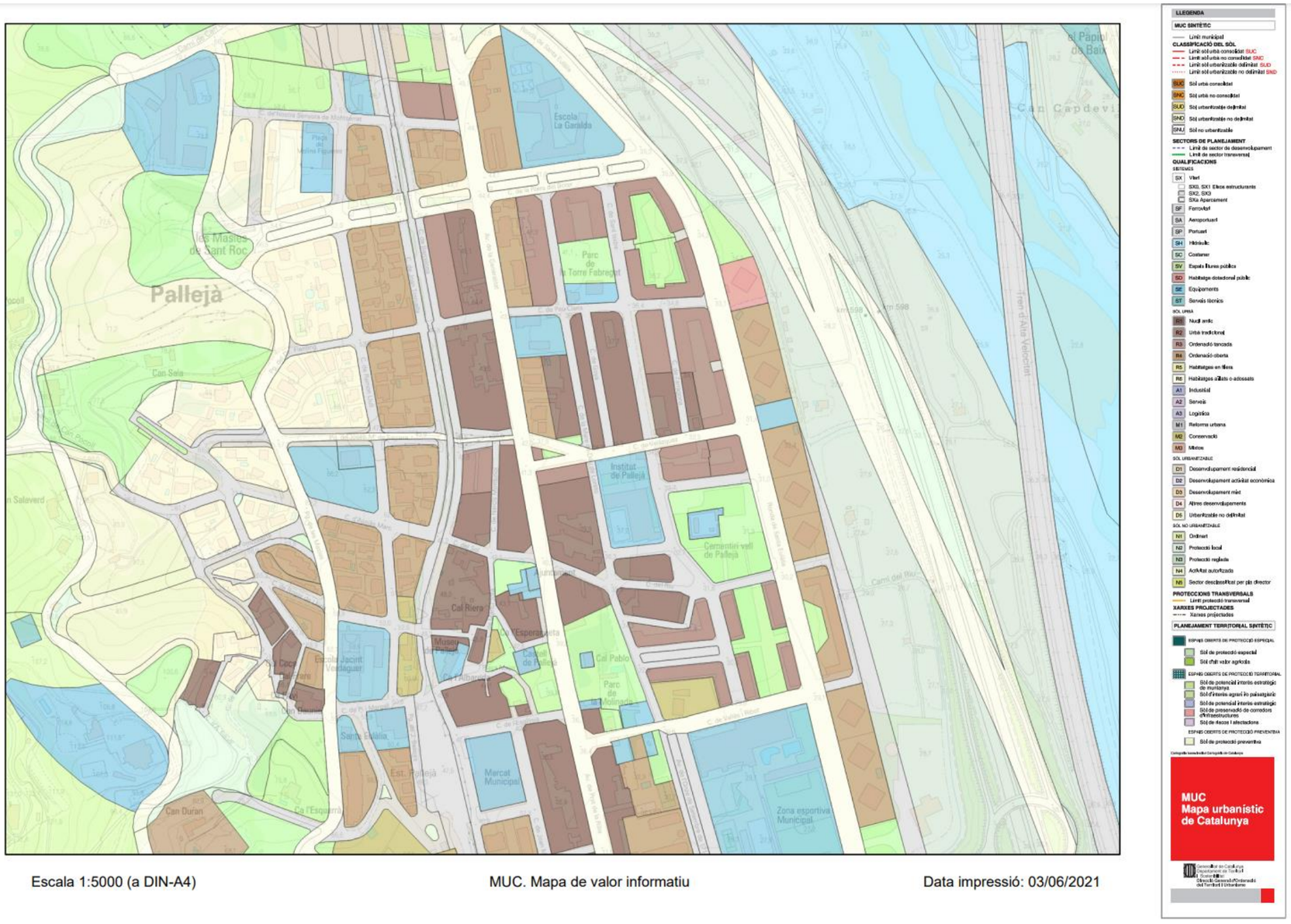
2 PROYECTO

El trazado de las pantallas acústicas se encuentra dentro del planeamiento vigente de Pallejà. En este sentido, las actuaciones previstas en el proyecto son compatibles con el planeamiento vigente.

Se puede concluir, así pues, que los terrenos para ejecutar las obras de este Proyecto son de titularidad pública.

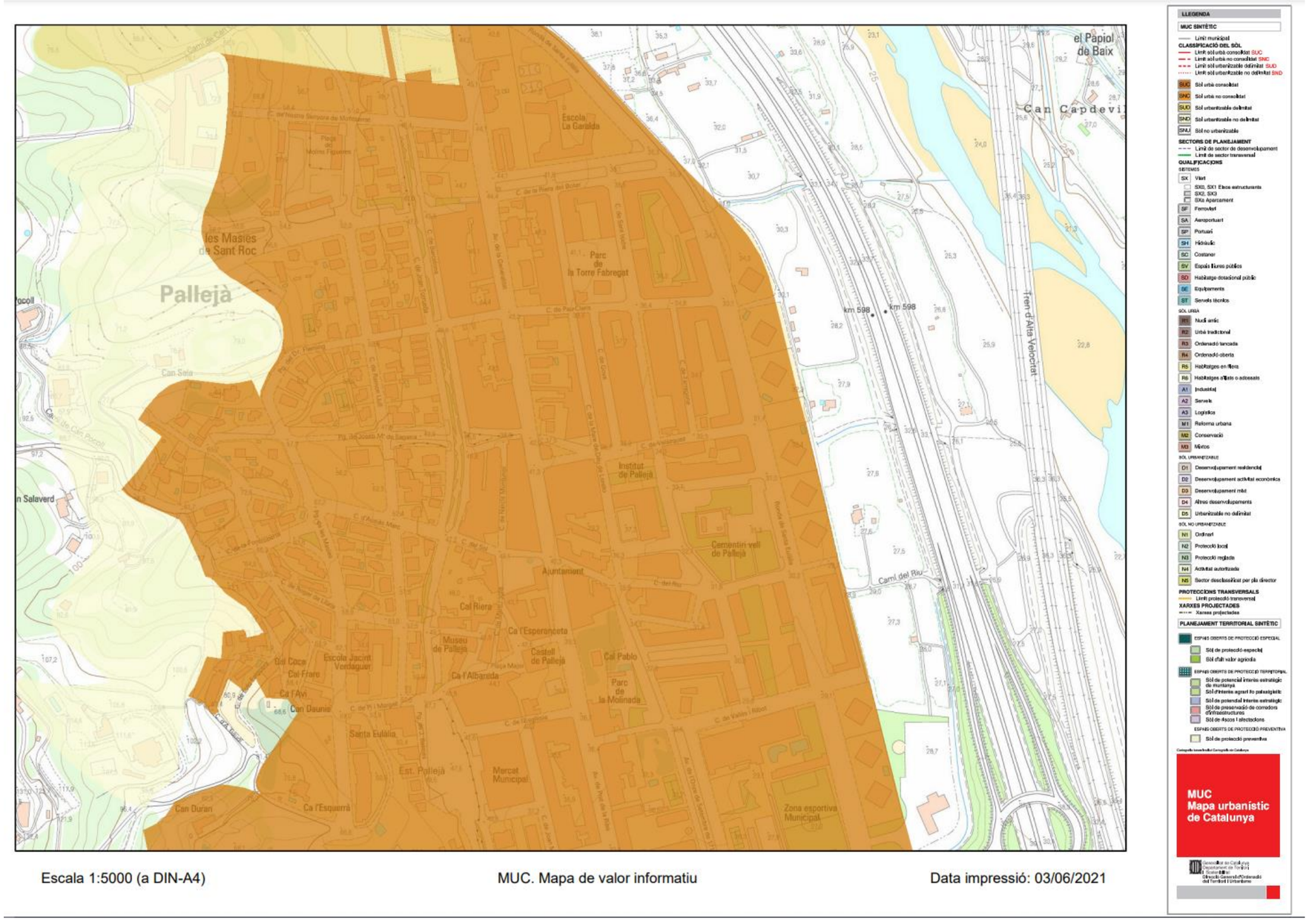
APÉNDICE 1. PLANEAMIENTO VIGENTE

Fondo: Topográfico. Capas del MUC: Calificación *(Fuente: http://ptop.gencat.cat/muc-visor/AppJava/home.do?municipi=08157)*



Escala 1:5000 (a DIN-A4) MUC. Mapa de valor informatiu Data impressió: 03/06/2021

Fondo: Topográfico. Capas del MUC: Clasificación del suelo *(Fuente: http://ptop.gencat.cat/muc-visor/AppJava/home.do?municipi=08157)*



Escala 1:5000 (a DIN-A4) | MUC. Mapa de valor informatiu | Data impressió: 03/06/2021

Anejo 03. Justificación de la solución

Proyecto Constructivo. Instalación de pantallas acústicas en la autovía A2 en el tramo de Pallejà. Fase 2

ÍNDEX

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETO 1

2 ESTUDIO ACÚSTICO DE LA AMB (APÉNDICE 1) 1

2.1 INTRODUCCIÓN Y OBJETO 1

2.2 MODELIZACIÓN 1

2.3 AREA DE ESTUDIO Y CARACTERIZACIÓN DE LA FUENTE DE RUIDO 1

2.4 ANÁLISIS Y RESULTADOS OBTENIDOS DE LA MODELIZACIÓN ACÚSTICA 1

2.5 PROPUESTAS DE MEJORA 3

3 SOLUCIÓN PLANTEADA 3

3.1 DETALLES DE LA SOLUCIÓN PLANTEADA 3

3.2 ASPECTOS A TENER EN CUENTA EN LA EJECUCIÓN DE LAS PANTALLAS ACÚSTICAS 4

3.3 AFECTACIÓN AL SISTEMA DE DRENAJE EXISTENTE 4

APÉNDICE 1. INFORME TÉCNICO DE ELABORACIÓN DE PLANES ESPECÍFICOS PARA ZONAS DE CONFLICTO ACÚSTICO DE LA AMB (PALLEJÀ) 7

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETO

El objeto del presente anejo es justificar las actuaciones previstas en este Proyecto, "Proyecto constructivo. Instalación de pantallas acústicas en la autovía A2 en el tramo de Pallejà. Fase 2".

2 ESTUDIO ACÚSTICO DE LA AMB (APÉNDICE 1)

2.1 INTRODUCCIÓN Y OBJETO

En el año 2013 el Área Metropolitana de Barcelona (AMB) aprobó el Plan de Sostenibilidad Ambiental (PSAMB), una hoja de ruta de las líneas estrategias de actuación, medidas y acciones concretas en cuanto a la sostenibilidad ambiental en el territorio metropolitano.

Dentro del PSAMB se recoge el apartado de Salud Ambiental, un trabajo para saber la calidad acústica global del territorio metropolitano. Este trabajo ofreció una primera imagen acústica global, permitiendo identificar las zonas con mayor conflicto acústico, y las de mejor calidad acústica.

El trabajo de integración de la cartografía acústica ha puesto en relieve la existencia de áreas de superación de los niveles sonoros permitidos y deseables. Una de ellas corresponde al municipio de Pallejà.

2.2 MODELIZACIÓN

En el apéndice 1 se detalla la metodología de modelización de la cartografía acústica.

2.3 AREA DE ESTUDIO Y CARACTERIZACIÓN DE LA FUENTE DE RUIDO

Dentro del área de Pallejà, las principales fuentes de ruido son las siguientes:

- Tráfico rodado
  - Autovía A-2
  - Autopista AP-2
  - Carretera B-24
  - Carretera N-II
- Tráfico ferroviario
  - Ferrocarriles de la Generalitat de Catalunya (FGC)
  - AVE (línea Barcelona-Zaragoza-Madrid)

Pallejà se sitúa en las proximidades de uno de los corredores de infraestructuras viarias más importantes de Catalunya. El caso urbano prácticamente imita con la plataforma de la A-2, con una intensidad media diaria de más de 111.200 vehículos, y velocidad de circulación de 120 km/h. Esta resulta la fuente principal de ruido para el municipio, ya que el ruido resulta perceptible en todo el caso urbano.

2.4 ANÁLISIS Y RESULTADOS OBTENIDOS DE LA MODELIZACIÓN ACÚSTICA

En el Estudio Acústico recogido en el apéndice 1 se desarrolla en función de diferentes análisis acústicos realizados en la zona, principalmente dos:

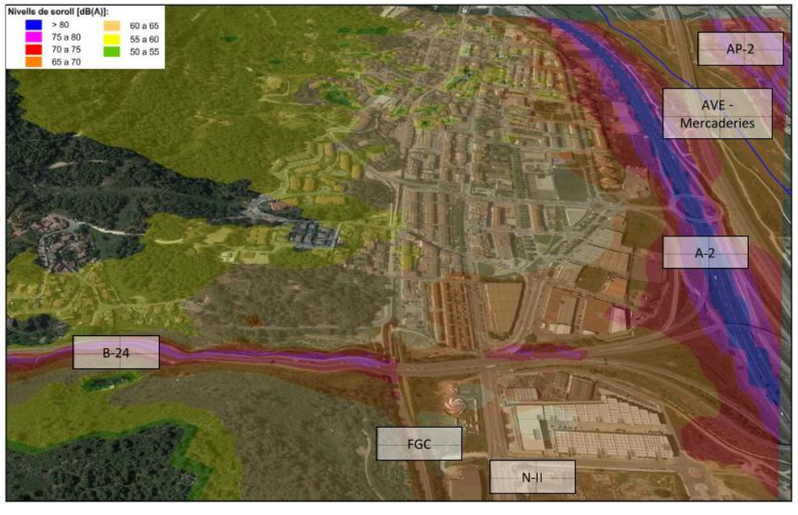
- Los mapas acústicos del PSAMB 2013
- Mapa de modelización acústica actualizada

Los mapas acústicos del PSAMB 2013 se realizaron teniendo en cuenta la cartografía acústica de las diferentes infraestructuras:

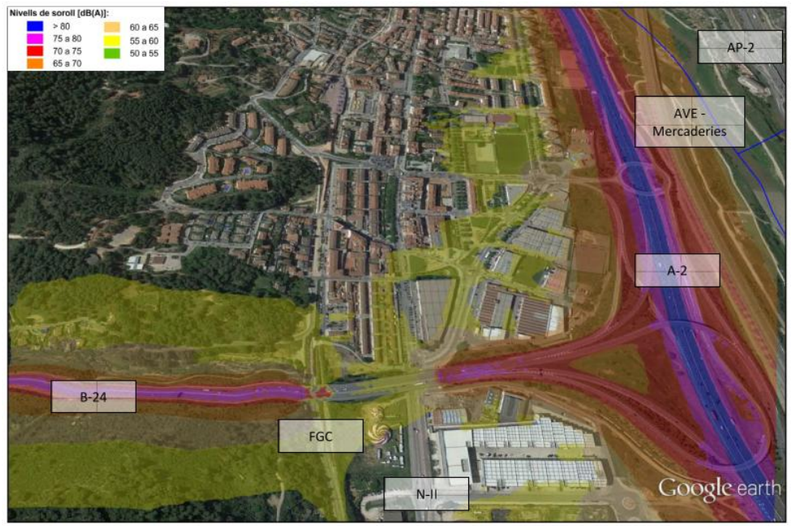
- Mapa Estratégico de Ruido de la Autopista AP-2/B-23 (MFOM)
- Mapa Estratégico de Ruido de la Autopista AP-7 (MFOM-ACESA)
- Mapa Estratégico de Ruido de la Autopista A-2 (MFOM)
- Mapa Estratégico de Ruido de la Autopista B-24 (MFOM)
- Mapa Estratégico de Ruido de la red ferroviaria de cercanías (DPTOP_GENCAT).

Los mapas de modelización acústica actualizada se basan en datos tomados en trabajos de campo, y una posterior modelización teniendo en cuenta diferentes factores como son la topografía y orografía, volumetrías de edificios e urbanizaciones, vialidad, etc.

Mapas Acústicos en periodo diurno

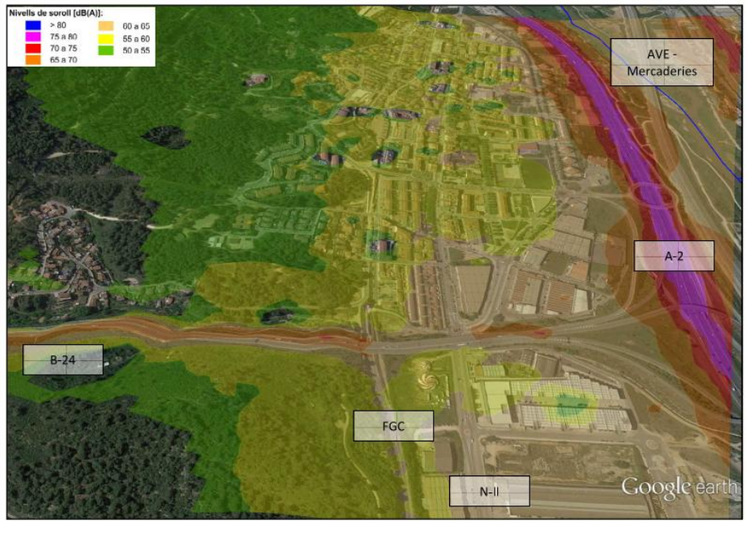


Mapa de isófonas de la zona de Pallejà, en periodo diurno del PSAMB 2013 (Estudio acústico 10/12/2014, ver apéndice 1)

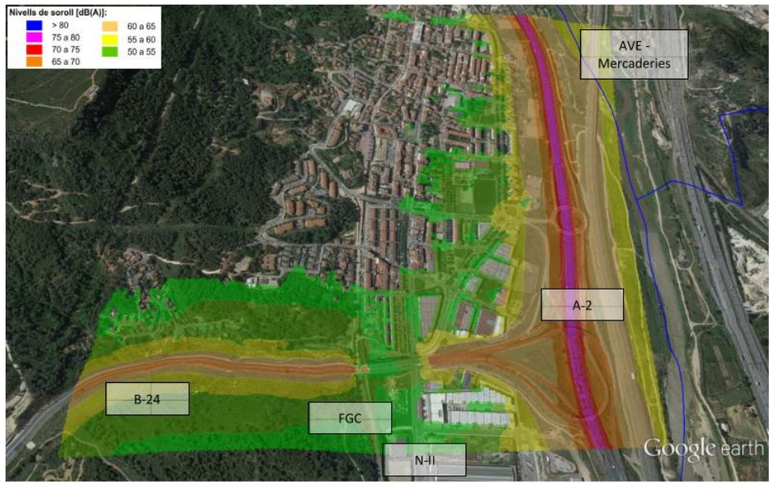


Mapa de modelización acústica actualizada de la zona de Pallejà, en periodo diurno (Estudio acústico 10/12/2014, ver apéndice 1)

Mapas Acústicos en periodo nocturno



Mapa de isófonas de la zona de Pallejà, en periodo nocturno del PSAMB 2013 (Estudio acústico 10/12/2014, ver apéndice 1)



Mapa de modelización acústica actualizada de la zona de Pallejà, en periodo nocturno (Estudio acústico 10/12/2014, ver apéndice 1)

2.5 PROPUESTAS DE MEJORA

El estudio acústico del apéndice 1 concluye que la minimización del impacto acústico debe centrarse en 2 vertientes:

- Reducir el impacto acústico de la A-2 sobre el municipio
- Incrementar los aislamientos en fachadas

El mismo documento del apéndice 1 analiza la reducción del impacto acústico mediante dos modelizaciones:

- Colocación de apantallamiento acústico tradicional (vertical), fonoabsorbente, paralelo al eje viario de la A-2 y ubicado al límite de la plataforma pavimentada. La altura del apantallamiento se fija en 3,5 m.
- Colocación de apantallamiento acústico de alta eficiencia (voladizo), paralelo al eje viario de la A-2 y ubicado al límite de la plataforma pavimentada. La altura del apantallamiento se fija en 3,5 m.

Respecto el apantallamiento acústico tradicional, se concluyen mejoras destacables en el área de afectación del eje viario, pero más extenso en términos de intensidad sonora en primera línea que no en su extensión (área de afectación). A más cerca del apantallamiento más efectivo es el sistema de reducción sonora.

Respecto el apantallamiento acústico de alta eficiencia el estudio concluye mejoras importantes, pero muy ligadas a la optimización de la geometría del apantallamiento. Asimismo, este tipo de apantallamientos ofrecen una importante complicación técnica.

Entre las dos tipologías de apantallamientos, se observa que el apantallamiento mediante voladizo (Alt2) acentúa los resultados ya que la cantidad de edificios beneficiados sería el mismo a la alternativa con apantallamiento tradicional (Alt1), pero la proporción de parcelas edificadas que experimentan mejora superior a los 5dB en horario nocturno pasa de cerca del 20% en apantallamiento tradicional a un 30% en el caso del apantallamiento mediante voladizo.

El estudio Acústico recogido en el apéndice 1 también analiza los resultados de las dos tipologias de apantallamiento acústico en términos de población afectada.

Por último, en el mismo anejo 3 se analizan ambas soluciones en términos económicos, concluyendo que, en cuanto a ratios, la alternativa 1 (apantallamiento tradicional) ofrece una mejor ratio de inversión por beneficiario, con una ratio de 666€/beneficiario, llegando a ofrecer un volumen de 583 ciudadanos que percibirían algún tipo de mejora acústica. En cambio, la alternativa 2 sitúa la ratio económica en 1.139€/beneficiario.

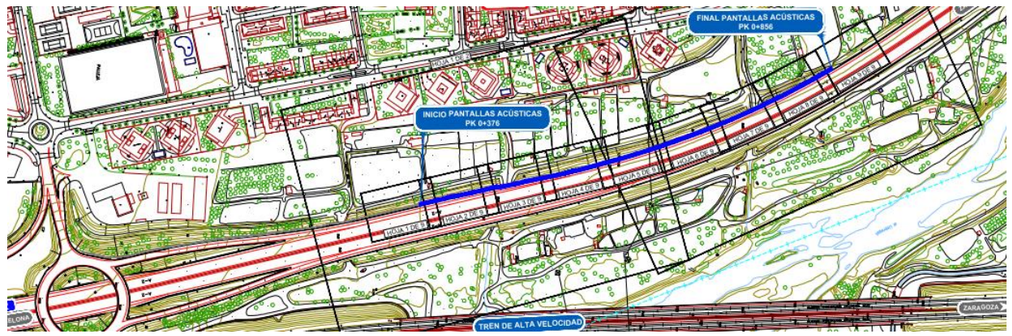
3 SOLUCIÓN PLANTEADA

3.1 DETALLES DE LA SOLUCIÓN PLANTEADA

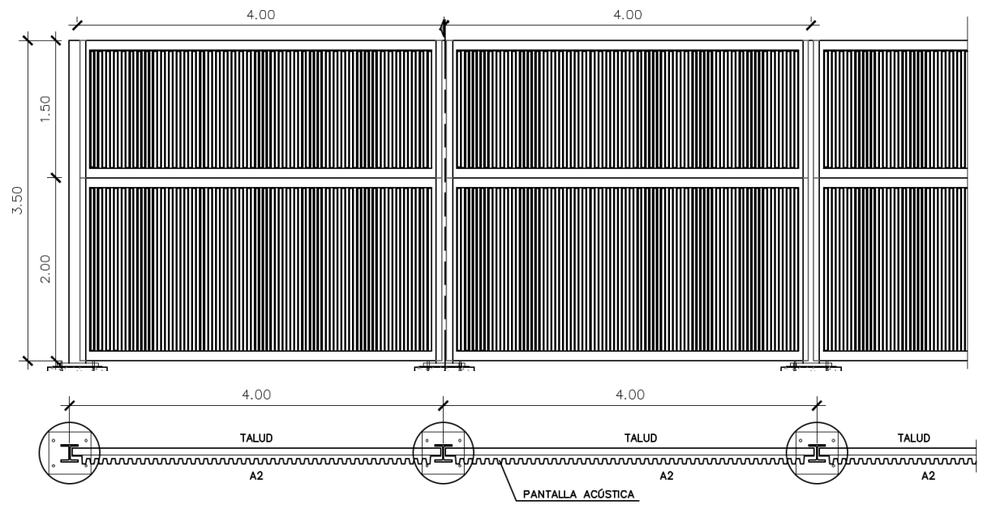
En línea con el estudio acústico recogido en el apéndice 1, se concluye que se diseñará en el presente proyecto un apantallamiento acústico tradicional de 3,50 metros de altura, con separación de soportes cada 4,00, cimentados en zapatas aisladas de hormigón armado (en el caso de soportes sobre pasos inferiores, anclados mediante placas de anclaje y pernos).

La pantalla acústica, se ha escogido de hormigón, que da carácter de robustez, economía y prácticamente nulo mantenimiento. Ésta se encuentra conformada por una parte de hormigón armado (lado talud), que otorga la estabilidad estructural y otra parte, la fonoabsorbente (lado A-2) de hormigón poroso.

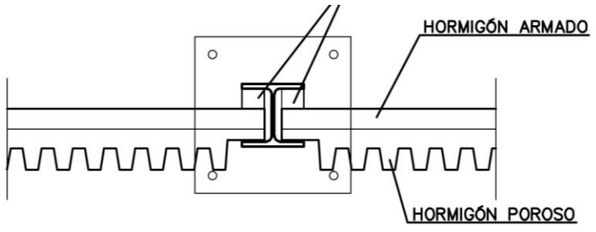
El apantallamiento acústico previsto en el proyecto de septiembre de 2021 era de 944 metros de longitud. Posteriormente se redactó el "proyecto constructivo de instalación de pantallas acústicas en la autovía A2 con intervención de paisajismo y renaturalización en el tramo de Pallejà - Fase 1" en el que se recogían la construcción de los primeros 380 m de pantallas. Durante la ejecución de las obras se ejecutaron realmente 376 metros de pantallas.
En el presente proyecto se recogen la construcción de 480 metros lineales de pantallas, partiendo de las dejadas en la fase 1.



Planta de conjunto del apantallamiento propuesto, de 480 metros de longitud.



Alzado y planta del apantallamiento acústico propuesto en el presente proyecto



Detalle del apantallamiento acústico propuesto en el presente proyecto

Los planos 07 del documento 2 del presente proyecto recogen las características de solución de pantallas acústicas planteada en el presente proyecto constructivo.

3.2 ASPECTOS A TENER EN CUENTA EN LA EJECUCIÓN DE LAS PANTALLAS ACÚSTICAS

Cuando la pendiente longitudinal sea inferior al 5% los paneles se instalarán de manera escalonada o siguiendo la pendiente longitudinal.

En caso de que la pendiente longitudinal sea superior al 5% los paneles se instalaran de forma escalonada.

En el caso de una instalación escalonada, se cerrará el espacio entre el panel inferior y el suelo para evitar fugas acústicas.

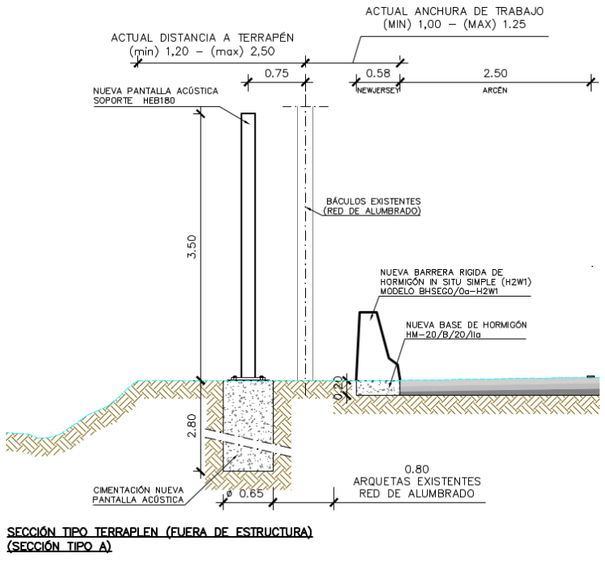
Asimismo, los paneles inferiores en toda la longitud de la barrera contra el ruido deben estar apoyados en toda su longitud, mediante un zócalo o murete de hormigón o sobre el propio terreno con el fin de distribuir las cargas que esos paneles reciben de los paneles superiores. no está permitido apoyar los paneles inferiores solo en los extremos.

En el caso de la instalación de paneles escalonados o cuando la pendiente longitudinal es inferior al 1%, es obligatorio mantener una pendiente longitudinal mínima (0,5%) en los paneles en cada tramo entre los perfiles de soporte para permitir un drenaje natural del agua que entrará en el interior del panel durante los días de lluvia.

3.3 AFECTACIÓN AL SISTEMA DE DRENAJE EXISTENTE

TRAMO SECCIÓN TIPO A:

En el tramo en Terraplén (sección tipo Terraplén-Sección Tipo A) las nuevas pantallas acústicas se sitúan entre la línea de báculos existentes y el límite del talud del terraplén. En el limite exterior del arcén se sitúa una nueva barrera de hormigón in situ simple.



SECCIÓN TIPO TERRAPLEN (FUERA DE ESTRUCTURA)
(SECCIÓN TIPO A)

Esta configuración se aplica a los siguientes tramos del proyecto:

- Del PK 0+376 al 0+456
- Del PK 0+492 al 0+740
- Del PK 0+776 al 0+848

A nivel de drenaje, actualmente el agua de la calzada está conducida por un bordillo que la drena hacía unos bajantes existentes a lo largo del terraplén.



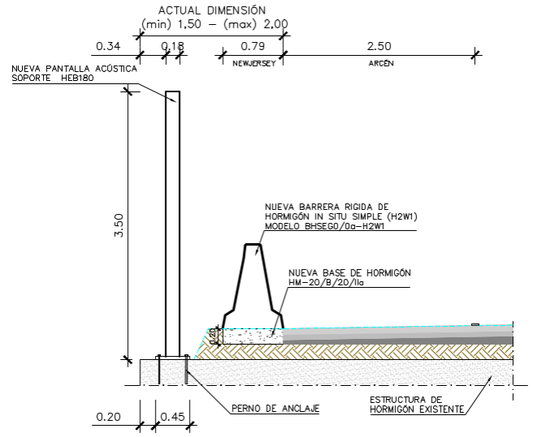
Bajante existente en el terraplén en el ámbito de actuación

En el proyecto se plantea implantar una barrera de hormigón que a nivel de drenaje actuará igual que el actual bordillo, conduciendo el agua a los bajantes actuales, que se mantienen.

En los planos 08A del documento 2 del presente proyecto se reflejan las actuaciones sobre la red de drenaje.

TRAMO SECCIÓN TIPO B:

En el tramo en Estructuras (sección tipo Estructuras-Sección Tipo B) las nuevas pantallas acústicas se sitúan sobre los mismos cajones de y en el límite exterior del arcén se sitúa una nueva barrera de hormigón prefabricada doble.



SECCIÓN TIPO (EN ESTRUCTURA)
(SECCIÓN TIPO B)

Esta configuración se aplica a los siguientes tramos del proyecto:

- Del PK 0+456 al 0+492
- Del PK 0+740 al 0+776

A nivel de drenaje, actualmente el agua de la calzada está conducida por un bordillo, que la trasporta longitudinalmente.



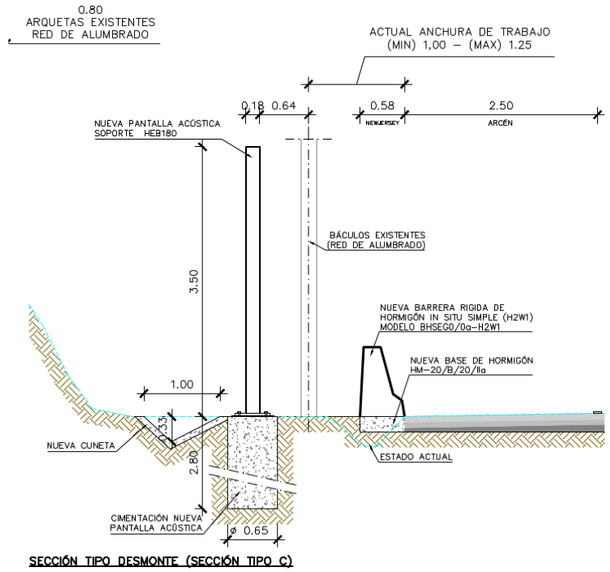
Bordillo existente en el ámbito de actuación

En el proyecto se plantea implantar una barrera de hormigón que a nivel de drenaje actuará igual que el actual bordillo, conduciendo el agua longitudinalmente.

En los planos 08A del documento 2 del presente proyecto se reflejan las actuaciones sobre la red de drenaje.

TRAMO SECCIÓN TIPO C:

En el tramo en Desmonte (sección tipo Desmonte-Sección Tipo C) las nuevas pantallas acústicas se sitúan entre la línea de báculos existentes y el pie de talud de desmonte. En el límite exterior del arcén se sitúa una nueva barrera de hormigón in situ simple, justo en la ubicación actual de la cuneta de desmonte.



SECCIÓN TIPO DESMONTE (SECCIÓN TIPO C)

Esta configuración se aplica a los siguientes tramos del proyecto:

- Del PK 0+848 al 0+856 (8,00 metros)

A nivel de drenaje, la configuración actual se conforma mediante una cuneta triangular revestida de hormigón que recoge tanto el agua de calzada como la generada por el pequeño talud de desmonte. Esta cuneta conduce el agua hasta el terreno existente.



Cuneta triangular de desmonte existente en el ámbito de actuación

En el proyecto se plantea implantar una barrera de hormigón que a nivel de drenaje actuará recogiendo el agua de calzada, pero no recogiendo el agua del pequeño talud de desmonte. Por ello, el proyecto también plantea la ejecución de una nueva cuneta de desmonte que recoja el agua del talud. Asimismo, y para poder evacuar el agua de calzada, el proyecto plantea la ejecución de una cuneta de conecte transversalmente el drenaje de calzada con el drenaje del talud, cada 30 metros.

En los planos 08A del documento 2 del presente proyecto se reflejan las actuaciones sobre la red de drenaje.

APÉNDICE 1. INFORME TÉCNICO DE ELABORACIÓN DE PLANES ESPECÍFICOS PARA ZONAS DE CONFLICTO ACÚSTICO DE LA AMB (PALLEJÀ)

"Informe Tècnic: Elaboració dels Plans Específics per zones de conflicte acústic de l'AMB. Cas 8: Pallejà."

Peticionari:

AMB
Àrea Metropolitana de Barcelona
Carrer 62, nº 16-18
Sector A – P.I. Zona Franca
08040 – BARCELONA
(Barcelona)

Informe Tècnic Ref.: P1310-07_08
Revisió: V01

Barcelona, 10 de Desembre de 2014

Associació Catalana de Consultors Acústics
Soci Fundador

Axioma Consultors Acústics
Cartagena 187, 4rt-4a esc. 2 - 08013 Barcelona
tel. 93·246·05·54 – fax. 93·265·30·35
web : www.axioma-acustic.com
mail: info@axioma-acustic.com

Empresa Acreditada segons
UNE-EN ISO/IEC 17.025

Axioma Consultors Acústics, S.L. NIF: B-17686320 Inscrita en el R.M. de Girona al Tom 1727, foli 216, full GI-28.903, inscripció 1ª.

TAULA RESUM					
Títol	Elaboració dels Plans Específics per zones de conflicte acústic de l'AMB. Cas 8: Pallejà.				
Tipus Document	Informe Tècnic	**Ref. Document:**	IT1310-07_08	**Revisió**	V01
Pàgines	P+68	**Volum**	1 de 1	**Data**	10 de Desembre de 2014
Peticionari	*AMB* *Àrea Metropolitana de Barcelona*				
Persona de Contacte					
Adreça	*Carrer 62, nº 16-18* *Sector A – P.I. Zona Franca* *08040 – BARCELONA* *(Barcelona)*				
Telèfon					
Mail					

REGISTRE D'EDICIONS			
Versió:	**Data:**	**Pàgines revisades**	**Contingut de la modificació:**
1	10/desembre/2014	--	VERSIÓ ORIGINAL

Plantilla_PACC_PE _02.dotx, data de revisió 09/07/2014

CONTROL DE QUALITAT		
Tècnics de Mesures:	**Equip de Treball:**	**Director Tècnic/Director de Qualitat:**
Marcel Galan Abel Tallón	Jeroen Paymans Jordi Garcia Marcel Galan Paola Vidal Laia Mauri	Paola Vidal Jeroen Paymans

ÍNDEX:

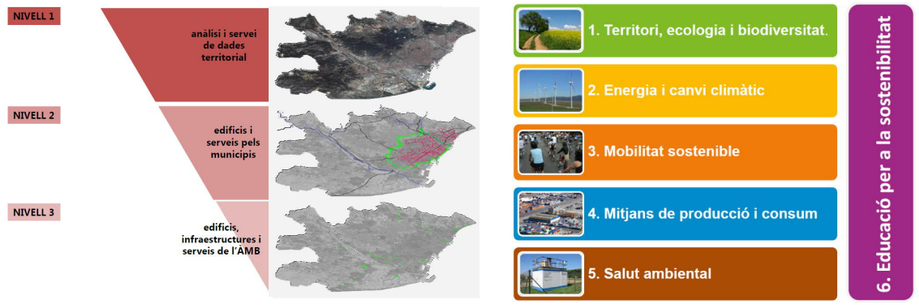
1.- Introducció. 4
2.- Objecte i Abast de l'Estudi. 5
3.- Marc Legal i Normatiu....6
4.- Metodologia. 7
4.1.- Diagnosi a partir dels Resultats del PSAMB. Avaluació Inicial. 8
4.2.- Modelització en detall de l'àmbit en estudi. 9
4.3.- Treball de Camp i Sonometries de la Zona d'Estudi. 12
4.4.- Avaluació detallada. 13
4.4.1.- Avaluació en termes d'edificis exposats. 13
4.4.2.- Avaluació en termes de població exposada. 15
4.5.- Mesures i accions preventives/correctores. 16
5.- Descripció de l'àrea en estudi. 19
5.1.- Descripció física de l'entorn. 19
5.2.- Caracterització de fonts/focus de soroll. 20
5.2.1.- Trànsit rodat. 20
5.2.2.- Trànsit Ferroviari. 20
5.3.- Realitat sonora de la zona en estudi. 21
5.4.- El PSAMB i el Sistema d'Integració cartogràfica de l'AMB. 21
6.- Anàlisi/estudi en detall de l'àrea en estudi. 24
6.1.- Treball de camp. 24
6.1.1.- Resultats obtinguts. 26
6.2.- Modelització acústica. 26
6.2.1.- Dades d'entrada. 26
6.2.2.- Validació del model. 27
6.2.3.- Resultats obtinguts. 28
6.2.3.1.- Mapes d'isòfones. 28
6.2.3.2.- Comparativa de nivells entre el PSAMB i els valors actualitzats. 31
6.3.- Avaluació acústica de la zona. 34
7.- Propostes de Millora. 37
7.1.- Alternatives assajades sobre el model. 37
7.2.- Resultats obtinguts. 39
7.2.1.- Atenuació de l'Eix de l'A-2 mitjançant pantalla lineal. 39
7.2.2.- Atenuació de l'Eix de l'A-2 mitjançant pantalla amb voladís. 42
7.3.- Valoració Acústica dels resultats. 44
7.4.- Valoració en termes de Població Exposada. 45
7.5.- Valoració Econòmica dels resultats. 48
7.5.1.- Alternativa 1: Pantalla acústica lineal. 48
7.5.2.- Alternativa 2: Pantalla acústica d'alt rendiment (voladís inclinat). 48
7.6.- Valoració Global dels resultats. 48

Annex I Fitxes de Mesura de curta Durada 51
Annex II Fitxes de Mesura de Llarga Durada 53
Annex III Plànols de Cartografia Acústica....55
Annex IV Butlletins de Verificació Periòdica dels Instruments 63

1.- INTRODUCCIÓ.

L'any 2013, l'Àrea Metropolitana de Barcelona va aprovar el Pla de Sostenibilitat Ambiental (PSAMB) com a full de ruta de les línies estratègiques d'actuació, així com les mesures i accions concretes a desenvolupar per a la sostenibilitat ambiental en el territori metropolità.

Aquest Pla va plantejar la sostenibilitat a diferents escales: el conjunt del territori metropolità, la pròpia Institució de l'AMB i els 36 municipis que en formen part. I cadascuna de les tres escales es va estructurar en 6 eixos temàtics, essent l'educació per a la sostenibilitat un eix de caràcter transversal.



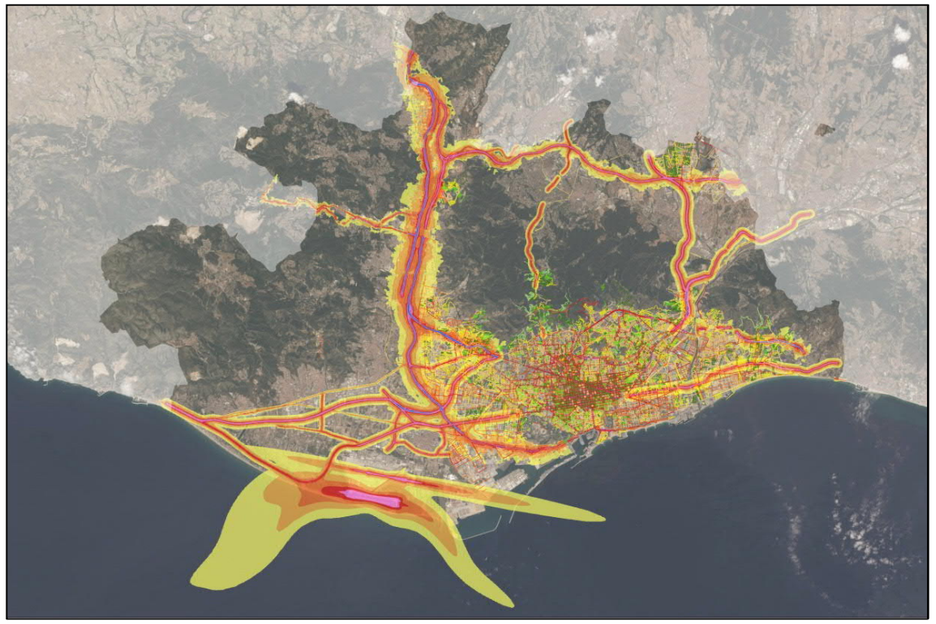
Imatge 1:: Estructura i eixos del PSAMB (AMB, 2013)

Dins de l'eix 5 de Salut ambiental, es va realitzar un innovador treball per saber la qualitat acústica global del territori metropolità, on es va recopilar i analitzar tota la informació existent, tant a nivell municipal com de les infraestructures viàries, ferroviàries i aeroportuàries més rellevants. La diferent procedència de la informació va fer necessari un tractament previ d'homogeneïtzació d'aquesta i alhora un nou càlcul de les fonts que es solapaven en un mateix àmbit, per així tenir una imatge del soroll total final.

Aquest treball va permetre tenir la primera imatge acústica global de l'àrea metropolitana. Això va permetre per un cantó identificar les zones on probablement hi ha algun conflicte acústic i per l'altre cantó identificar les zones amb major qualitat acústica que s'haurien de preservar.

Tal i com ja recollia una de les mesures del PSAMB, el present treball vol aprofundir en la línia iniciada pel treball anteriorment explicat i analitza amb major detall els punts que s'han considerat més problemàtics a nivell acústic. Així, el primer vector sobre el qual s'aprofundeix és en avaluar l'afectació deguda a les grans infraestructures i eixos viaris, i estudiar la viabilitat i efectivitat d'eventuals mesures correctores.

A partir dels 17 punts a priori més crítics presents a l'AMB, s'ha realitzat una modelització acústica de major detall per confirmar sí és una zona amb problemes de superació acústica, i en cas que ho sigui, establir les mesures correctores més adequades i més efectives en cada cas. Al llarg de l'any 2013 s'ha realitzat el projecte d'integració de la cartografia acústica dels municipis de l'Àrea Metropolitana de Barcelona AMB, com a primer pas d'una ambiciosa línia de treball i amb un important ventall d'aplicacions per a agilitzar el control i la gestió del soroll ambiental als municipis de l'AMB.



Imatge 2: Nivells de soroll diürn, AMB 2013

2.- OBJECTE I ABAST DE L'ESTUDI.

Les àrees analitzades a cadascun dels casos específics aprofundeixen en l'estudi de les afectacions identificades a l'àrea d'influència de les principals infraestructures de la zona, tant les que es localitzen fora del casc urbà, com les que es localitzen a l'interior de l'àrea urbana. S'inclouen en el catàleg de focus sonors tots aquells que han estat inclosos en les diferents versions de cartografia acústica incloses en el PSAMB, i que generalment responen a grans eixos viaris i vies d'alta capacitat, carreteres interurbanes, comarcals i nacionals, així com eixos ferroviaris. En aquells casos en què el municipi disposa de mapa acústic de trànsit viari local, aquest vector també s'inclou en l'anàlisi.

Atès que la integració de la cartografia acústica en aquestes zones ha posat de relleu l'existència d'àrees de superació dels nivells sonors permesos o desitjables (aquests indicadors existents s'obtenen de contrastar els diferents mapes de soroll d'infraestructures respecte els llindars permesos), l'anàlisi en detall s'orientarà a determinar l'aportació de cadascuna de les infraestructures, per a comprovar que efectivament aquests indicadors de superació són representatius del que succeeix en l'escenari real, i estudiar quines actuacions correctores poden oferir una millora significativa.

3.- MARC LEGAL I NORMATIU.

La legislació aplicable en afers relatius al control i la gestió del soroll ambiental es desglossa en diferents lleis i reglaments, de caràcter estatal, autonòmic i local, que es presenten a continuació:

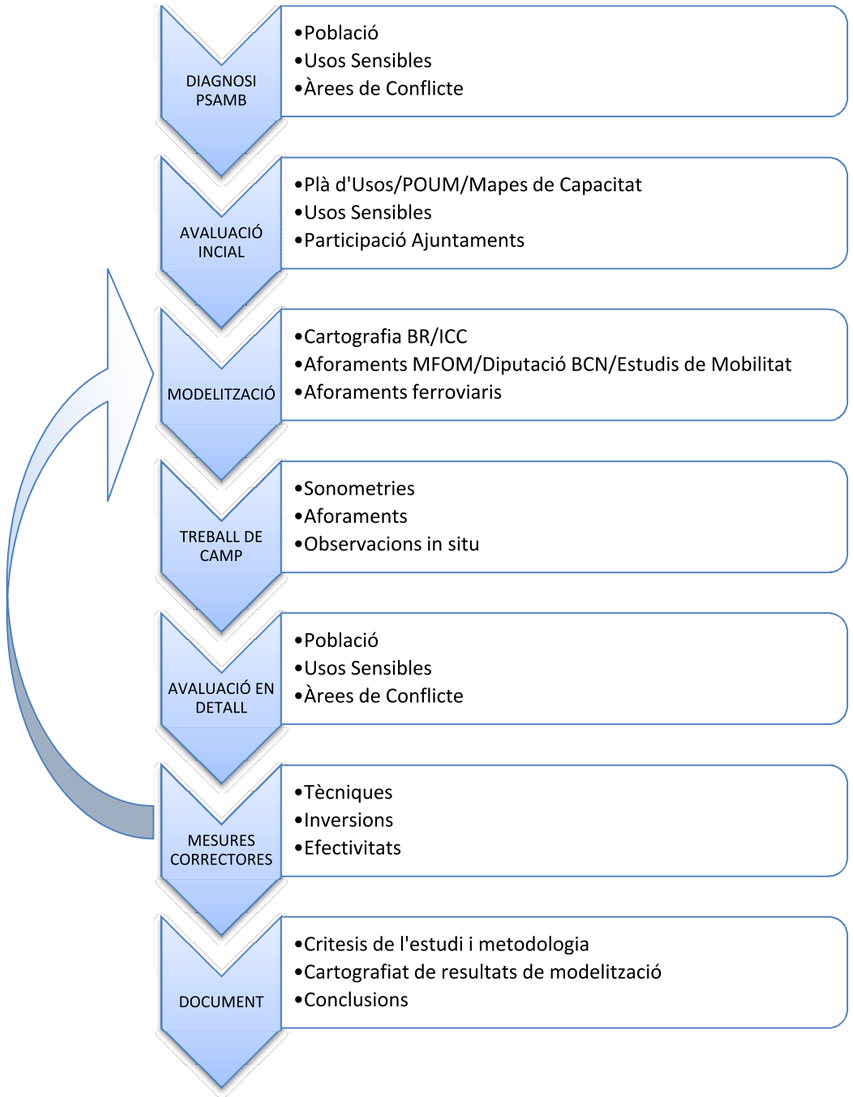
- *Directiva 2002/49/CE, de 25 de juny de 2002*, *sobre avaluació i gestió del soroll ambiental.* Àmbit d'Aplicació: Comunitat Econòmica Europea.
- *Llei 37/2003, de 17 de novembre, del Soroll*. Àmbit d'aplicació: estat espanyol.
- *Reial Decret 1513/2005, de 16 de desembre, pel qual es desenvolupa la Llei 37/2003, de 17 de novembre, del Soroll, en allò referent a l'avaluació i gestió del soroll ambiental.* Àmbit d'aplicació: estat espanyol.
- *Reial Decret 1367/2007, de 19 d'octubre*, *pel qual es desenvolupa la Llei 37/2003, de 17 de novembre, del Soroll, pel que fa a zonificació acústica, objectius de qualitat i emissions acústiques.* Àmbit d'Aplicació: estat espanyol.
- *Llei 16/2002, de 28 de juny*, *de protecció contra la contaminació acústica.* Àmbit d'aplicació: Catalunya.
- *Decret 245/2005, de 8 de novembre, pel qual es fixen els criteris per a l'elaboració de Mapes de Capacitat Acústica*. Àmbit d'aplicació: Catalunya.
- *Decret 176/2009, de 10 de novembre*, *pel qual s'aprova el Reglament de la Llei 16/2002, de 28 de juny, de protecció contra la contaminació acústica, i se n'adapten els annexos*. Àmbit d'aplicació: Catalunya.
- *Ordenances Municipals* específiques per al control i la gestió del soroll i les vibracions. Àmbit d'aplicació: termes municipals inclosos en l'àrea d'estudi.

Les àrees d'afectació de les diferents infraestructures s'han obtingut dels corresponents estudis específics i mapes estratègics de soroll elaborats per les Administracions titulars.

Per a l'elaboració dels mapes de soroll actualitzats s'han emprat tècniques de modelització i simulació incloent els mètodes de càlcul definits a l'Annex 8 – *Exigències relatives als mètodes de càlcul i mesurament per a la determinació dels índexs de soroll i els equips de mesurament* de la *Llei 16/2002, de 28 de juny, de protecció contra la contaminació acústica*, tal i com s'indica al capítol de metodologia.

4.- METODOLOGIA.

L'estudi específic dels potencials escenaris de conflicte es desenvoluparà seguint el següent esquema de treball:



4.1.- Diagnosi a partir dels Resultats del PSAMB. Avaluació Inicial.

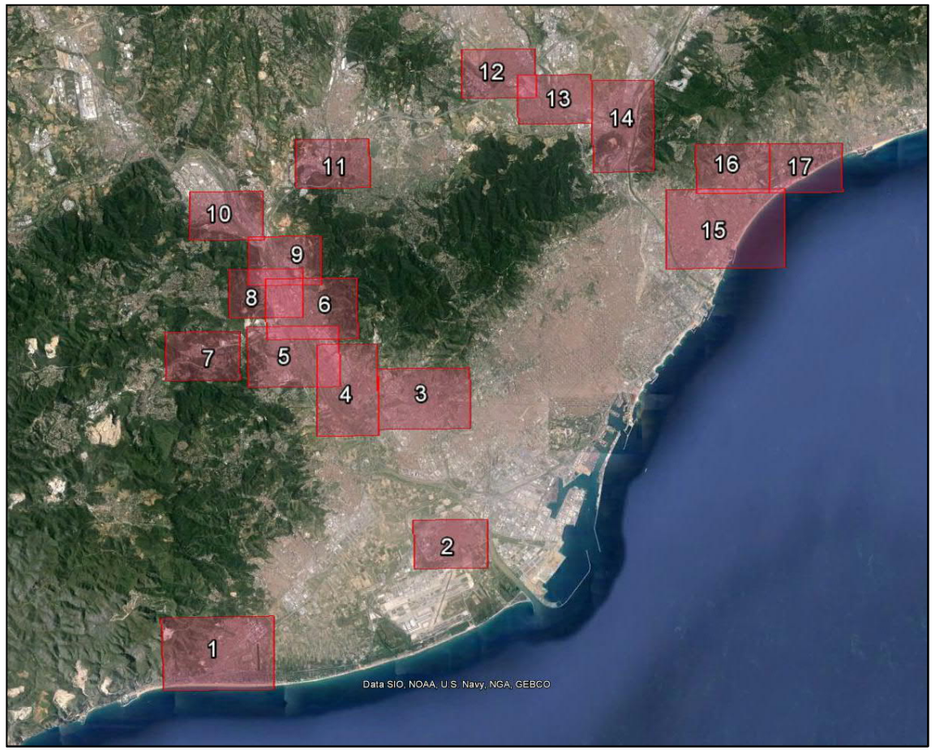
En el transcurs dels anteriors treballs d'integració de la cartografia acústica de l'Àrea Metropolitana (2013), s'identificaren una sèrie d'escenaris en els quals els resultats apuntaven a una possible existència de superacions importants de nivells sonors per sobre dels previstos o permesos, en el què s'anomenen zones de conflicte, deguda a la coexistència entre usos residencials i grans infraestructures i eixos viaris, de titularitat i/o gestió supramunicipal. Amb la finalitat d'aprofundir en l'estudi de l'abast d'aquests escenaris de conflicte, i determinar la possibilitat d'emprendre mesures correctores o programes de millora, des del PSAMB es van seleccionar un total de 17 punts/escenaris, on es va considerar prioritari fer un primer estudi d'aprofundiment.

Els àmbits d'estudi, amb infraestructures de mobilitat que probablement tenen una incidència sobre zona urbana, són els següents:

1. Zona Castelldefels: C-32, C-31 i C-245
2. El Prat de Llobregat: Carretera B-250
3. Nus Esplugues de Llobregat i Sant Just Desvern: B-23, N-340, B-20, C-245
4. Sant Feliu de Llobregat: A-2, B-23 i via del tren
5. Sant Vicenç dels Horts: A-2, B-23 i va del tren
6. Molins de Rei: A-2, B-23, N-340 Nord, AP-2, C-1413a i via del tren
7. Cervelló: N-340 Nord
8. Pallejà: A-2, C-1413a, AP-2
9. El Papiol: A-2, C-1413a, AP-2
10. Sant Andreu de la Barca: A-2, AP-7 i via del tren
11. Sant Cugat del Vallès: Barri de Mirasol, afectat per AP-7
12. Badia del Vallès: zona adjacent a la C-58
13. Zona de Ripollet i Cerdanyola: C-58 i via del tren
14. Zona Nord de Montcada: C-33, C-17 i via del tren
15. Badalona – Sant Adrià del Besòs: C-31
16. Badalona: B-20 Nord
17. Montgat: C-31

La següent ortofotoimatge ubica els àmbits d'estudi sobre la imatge de l'Àrea Metropolitana de Barcelona.

S'observa que es concentren especialment al corredor d'infraestructures del Baix Llobregat, la circumval·lació de l'autopista AP-7, així com a nusos viaris de la zona d'accés des del Maresme o des del Garraf, a banda d'un cas proper al Prat de Llobregat, però associat a trànsit viari.



Imatge 3: Localització de les àrees d'estudi en detall.

Per tal de determinar l'abast dels eventuals conflictes o àrees de superació dels llindars sonors previstos, es realitzarà una anàlisi preliminar dels usos sensibles ubicats a cadascuna de les zones d'estudi o les seves immediates proximitats. Aquest exercici permetrà conèixer amb més detall la tipologia d'usos afectats (habitatges, àrees educatives o culturals, centres sanitaris, etc.). Tanmateix, permetrà disposar d'un criteri més per a decidir quines zones han de ser objecte d'actuacions correctores o preventives, o quines zones poden situar-se en un segon terme de prioritat.

4.2.- Modelització en detall de l'àmbit en estudi.

Les característiques de l'espai estudiat i dels focus sonors que hi intervenen es reproduiran sobre un model de càlcul, que permetrà estudiar mitjançant càlculs predictius, els efectes de les diferents vies d'actuació que es proposin.

Les modelitzacions es calcularan mitjançant les metodologies definides per a cadascun dels tipus de font sonora que poden intervenir en un estudi predictiu de soroll ambiental, segons els mètodes recollits a l'Annex 8 de la *Llei 16/2002, de 28 de juny, de protecció contra la contaminació acústica*:

- Caracterització i Modelització del soroll de trànsit rodat segons el mètode NMPB-Routes (1996/2008).

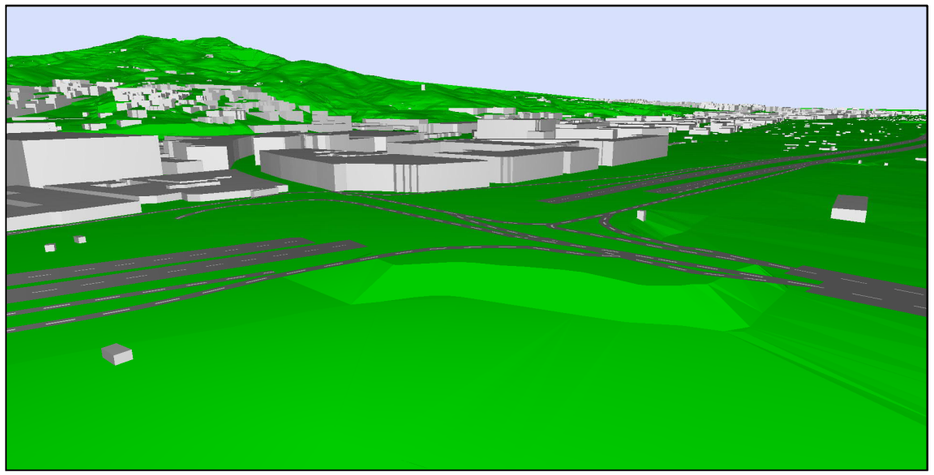
- Caracterització i Modelització del soroll de trànsit ferroviari, si s'escau, segons el mètode NMPB-Fer i model SRM-II.
- Modelització de trànsit aeroportuari segons ECAC Doc.29.

A diferència dels Plans d'Acció clàssics, la possibilitat de poder emetre una diagnosi del vector soroll en el seu conjunt permetrà també determinar l'origen de les diferents contribucions, per tal de conèixer també la jerarquia de responsabilitats a l'hora d'afrontar un hipotètic pla de mesures correctores.

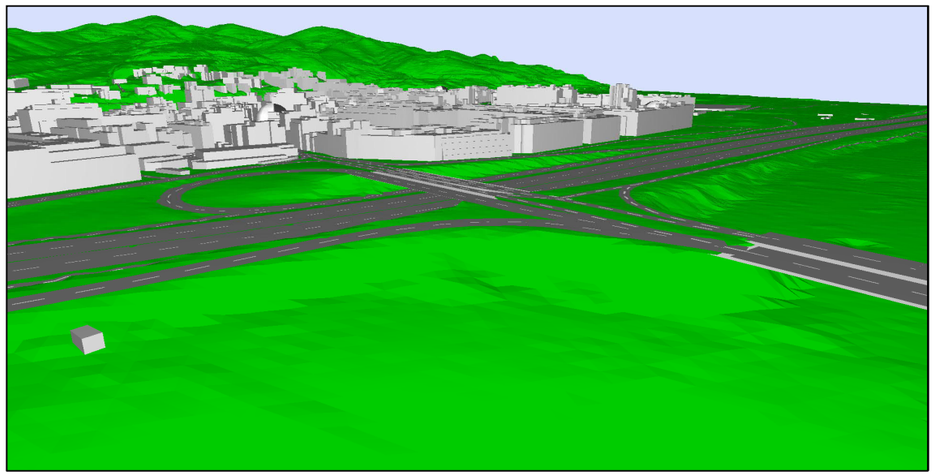
D'aquesta manera, s'identificaran els focus i s'agruparan per tipologies, diferenciant-ne les característiques i els aspectes més rellevants que ajudin a interpretar la realitat sonora en la que participen.

En referència a la cartografia emprada per a l'estudi, cal destacar l'ús d'una base cartogràfica amb un grau de detall inusual per aquest tipus de treballs. Així, si habitualment les bases cartogràfiques de referència parteixen de les sèries d'escala 1:5000 de l'Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC), amb corbes de nivell de 5 metres de resolució, en aquest estudi s'ha regenerat la topografia a partir de les matrius de model digital de terreny elaborades per Barcelona Regional a partir de dades de l'ICC. Aquest format consisteix en reconstruir el terreny amb matrius de punts equiespaiats 2x2 metres en el pla X,Y, amb una resolució d'alçada de 1cm. Aquesta altíssima resolució permet reproduir amb molt més detall la forma i evolució del sòl,i conèixer el seu efecte sobre la propagació del so.

Les següents imatges mostren la diferència en grau de detall entre una topografia reconstruïda a partir de corbes de nivell amb 5m de resolució, i el mateix terreny reconstruït a partir d'una matriu DTM de 2x2m de resolució:



Imatge 4: Reconstrucció de topografia a partir de corbes de nivell de 5m de resolució V.



Imatge 5: Reconstrucció de topografia a partir de matriu DTM amb 2x2m de resolució H.

Les estadístiques meteorològiques s'han inclòs en la modalitat que recomana la guia de bones pràctiques per a la confecció de mapes estratègics de soroll de la Unió Europea (*Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure*). En base a aquest text de mètodes recomanats per a la confecció de mapes acústics mitjançant eines de modelització, les circumstàncies meteorològiques es consideraran, en funció de la franja horària d'estudi, amb els següents condicionants:

- Es considerarà que en un any natural, la mitjana de condicions favorables a la propagació del so en horari diürn és del 50%.
- Es considerarà que en un any natural, la mitjana de condicions favorables a la propagació del so en horari de vespre és del 75%.
- Es considerarà que en un any natural, la mitjana de condicions favorables a la propagació del so en horari nocturn és del 100%.

D'aquesta manera, cal preveure que la modelització de les dades de caracterització nominals (representatives per a una anualitat) dels elements inclosos a l'escenari, oferirà uns resultats lleugerament sobre-estimats. Aquesta deriva es considera que incrementa les garanties de les polítiques de gestió i protecció de la població vers a les exposicions al soroll ambiental.

Altres variables pròpies de la modelització contemplen una única reflexió en façanes (seguint les recomanacions de càlcul del mètode NMPB, atès que essencialment el soroll considerat a l'estudi prové del trànsit) , i consideren els paviments com a superfícies acústicament reflectants (llevat d'allà on explícitament es tingui constància de què el paviment sigui drenant, porós o sonoreductor), al contrari de les zones vegetades o agràries, on es considerarà que el sòl és predominantment fonoabsorbent.

La modelització s'ha dut a terme sobre la plataforma CadnaA, desenvolupada per Datakustik GmbH. Aquest software permet integrar la totalitat de les dades necessàries per a la modelització d'escenaris urbans, industrials i entorns d'infraestructures (propagació acústica en ambient exterior), i reproduir les condicions de propagació sonora mitjançant els algorismes de càlcul oficialment recomanats a tal efecte.

El tractament de dades posteriors, tant pel que fa a l'edició de cartografia, l'anàlisi de resultats i els càlculs estadístics i comparatius, s'han desenvolupat sobre la plataforma MapInfo, desenvolupada per PitneyBowes Software Inc. Aquesta eina permet dur a terme el tractament gràfic i de dades en un entorn georeferenciat, assimilable per a la majoria de les plataformes de gestió d'informació geogràfica (GIS).

4.3.- Treball de Camp i Sonometries de la Zona d'Estudi.

La realitat sonora de l'espai estudiat es contrastarà mitjançant la realització de sonometries *in situ*, amb les que en primer lloc es copsarà la precisió dels valors reflectits als diferents tipus de mapes de sorolls. La pròpia campanya de treball de camp permetrà conèixer amb detall les condicions de l'entorn i les característiques de l'escenari que han de permetre explicar les línies de treball que s'encetaran.

Les sonometries es duran a terme seguint el protocol definit a l'efecte als Annexos tècnics de la *Llei 16/2002, de 28 de juny, de protecció contra la contaminació acústica*, i en cas de discrepància, es resoldran seguint allò que disposa la Norma ISO:1996 sobre mesura i avaluació de nivells sonors ambientals, o bé aquell procediment que cada cas particular aconselli.

En funció de les característiques de l'entorn i/o del soroll a caracteritzar, les sonometries es podran realitzar mitjançant mostres de curta durada, o bé mitjançant registres de llarga durada i monitoritzacions.

Alhora, el treball de camp permetrà recopilar un important volum de dades que permetran complementar les cartografies (ubicació d'elements rellevants, edificacions noves, apantallaments recents, etc) o bé per explicar alguns resultats (aforaments parcials, distribució d'usos, etc).

Per a la realització de les sonometries i les monitoritzacions, s'han utilitzat els següents equips:

- Sonòmetre integrador/analitzador Bruel&Kjaer, Mod. 2250, nº de sèrie 2765002.
- Sonòmetre integrador/analitzador CESVA, Mod. SC-310, nº de sèrie T224286.
- Sonòmetre integrador/analitzador CESVA, Mod. SC-310, nº de sèrie T224583.
- Calibrador de nivell sonor CESVA, Mod. CB-5, nº de sèrie 035126.
- Calibrador de nivell sonor CESVA, Mod. CB-5, nº de sèrie 041298.
- kit/micròfon d' intempèrie CESVA, Mod. TK-1000, núm. de sèrie T224851.
- kit/micròfon d' intempèrie CESVA, Mod. TK-1000, núm. de sèrie T227636.
- Estacions de monitorització sonora contínua en ambient exterior (IP65).

L'instrumental es manté al corrent de les seves obligacions de verificació periòdica i Metrologia Legal, segons l'estipulat a *l'Ordre Ministerial ITC/2845/2007, del Ministeri d'Indústria, Comerç i Turisme, pel qual es regula el control metrològic de l'estat dels instruments destinats a la mesura de so audible i dels calibradors acústics*.

4.4.- Avaluació detallada.

4.4.1.- Avaluació en termes d'edificis exposats.

Els resultats de la modelització es contrastaran amb les observacions de camp, per garantir que els resultats de la modelització són representatius de l'escenari assajat. Alhora, es compararan els resultats obtinguts, un cop validats, amb els resultats copsats al PSAMB, per tal de confirmar o desestimar, si s'escau, l'existència i abast del conflicte acústic.

Per tal de determinar l'abast d'una eventual zona de conflicte, els nivells sonors calculats es contrasten amb els valors permesos segons els Mapes de Capacitat Acústica, en aquells municipis en què aquest Mapa ha estat aprovat i sigui vigent. En casos en els quals no hi hagi Mapa de Capacitat Acústica o bé no estigui actualitzat, i atès que els conflictes s'estudien sobre usos receptors essencialment residencials, es tindrà en compte que els valors objectiu d'una zona de sensibilitat acústica A4 (predomini del sòl d'ús residencial) o d'una zona B1 (coexistència de sòl d'ús residencial amb activitats i/o infraestructures de transport existents) són de 65 dBA en període diürn i vespre, i de 55 dBA en període nocturn, per a zones urbanitzades existents.

Per a il·lustrar l'abast d'una determinada zona de superacions, s'empra la mateixa codificació que la utilitzada al PSAMB per a representacions sobre ortofotomapes o plataforma Google Earth: esferes de color vermell indiquen edificis on s'enregistren superacions de més de 10dBA dels nivells d'immissió nocturna respecte els valors permesos per a usos residencials, i les esferes taronges identifiquen superacions d'entre 5 i 10 dBA.

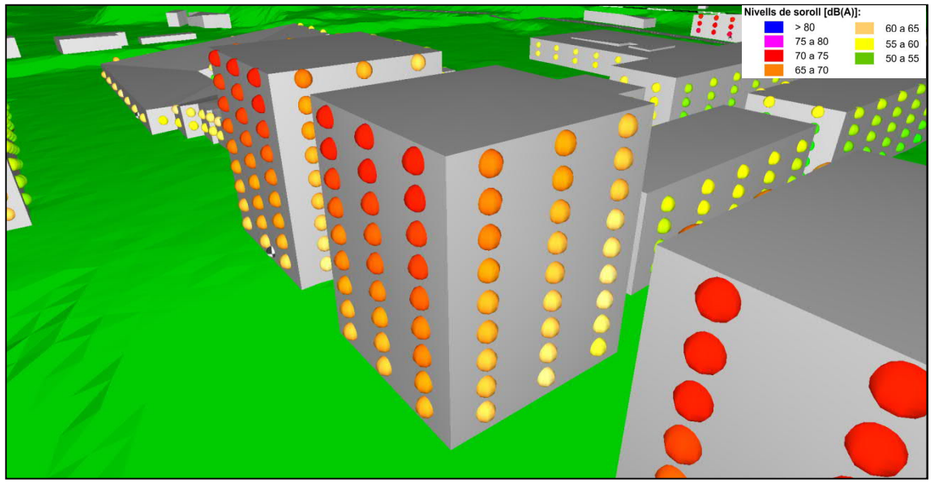
Convé tenir present que les esferes mostrades al PSAMB s'obtenien d'avaluar l'afectació d'un determinat edifici a partir dels plànols d'isòfones publicats per a cada infraestructura i que, per norma general, corresponen a càlculs de propagació expressats en malles de nivells sonors a 4 metres sobre el nivell del sòl.

En el cas de la modelització detallada que s'ha dut a terme per a aquest treball, en canvi, l'avaluació determina la condició pitjor de cada agrupament de façanes (amb una resolució de parcel·la o illa d'edificis). Això, a efectes pràctics, vol dir que l'avaluador de façanes determina el major nivell d'immissió dels calculats a qualsevol dels trams de façana, i a qualsevol de les alçades/pisos.

Recuperant d'aquest càlcul els nivells corresponents a una alçada de 4 metres, s'obté un indicador visual còmode i representatiu, resultat de simplificar l'enorme volum de dades que es genera amb el procediment d'avaluació acústica d'edificis, i fàcilment comparable amb les dades extretes de la primera fase del PSAMB.

Les següents imatges il·lustren aquest procés d'extracció de dades a partir de l'avaluació d'edificis.

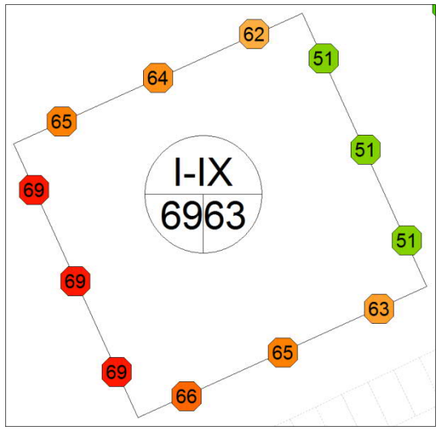
La primera imatge correspon al resultat gràfic d'executar el procediment de càlcul d'immissions a façana d'un determinat bloc d'edificis, en aquest cas d'una alçada equivalent a 9 pisos (PB+8). S'observa que el procediment de càlcul determina el nivell d'immissió a cadascuna de les plantes, i en trams equiespaiats per tal d'obtenir una matriu d'indicadors que sigui representativa:

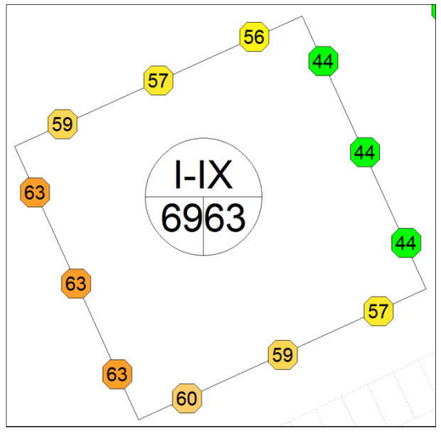


Imatge 6: Resultat de l'avaluació d'edificis (immissions a façanes) en uns blocs de PB+8 plantes.

L'indicador d'avaluació d'edifici "resumeix" els resultats dels indicadors de façana, i retorna tres paràmetres:

- Les plantes de l'edifici en les quals es detecta superació respecte el llindar d'immissió per a usos residencials (a l'exemple, s'observen superacions des de la planta 1 fins a la 8).
- El nivell d'immissió màxim enregistrat a qualsevol dels trams de façana i a qualsevol planta, en període diürn i nocturn. A l'exemple, l'avaluador indica que els nivells màxims són de 69 i 63dBA per als períodes diürn i nocturn, respectivament.





Imatges 7 i 8: Indicadors d'avaluadors d'edifici a partir de les immissions en façana, període dia i nit.

Finalment, per obtenir una representació que resulti fàcilment comparable amb els resultats dels treballs realitzats pels diferents ens titulars de les infraestructures, i recopilats al

PSAMB, de cadascun d'aquests avaluadors d'edifici s'extreuen les dades corresponents a una alçada de 4 metres, i es mostren sobre una base de Google Earth amb la mateixa codificació de colors que el PSAMB, en funció de la superació identificada.

4.4.2.- Avaluació en termes de població exposada.

Com a factor determinant en el procés d'avaluació de l'abast d'una determinada zona de conflicte acústic, i com a criteri objectiu que permet valorar l'efectivitat d'eventuals mesures correctores, el treball inclou també un anàlisi en termes de població exposada.

En aquest sentit, el creuament de les àrees d'afectació (plànols d'isòfones) amb les bases de dades que combinen edificació, usos del sòl i cens/demografia permet obtenir de cada escenari estudiat, una correlació amb el nombre d'habitants afectats pels diferents ventalls de nivells sonors, valorar el volum de ciutadans que es veurien beneficiats per les diferents alternatives de millora, etc.

En concret, l'estudi aprofundeix en l'anàlisi demogràfic d'exposicions al soroll des de quatre perspectives:

- Quantificant, en números absoluts (nº d'habitants), la població exposada als diferents nivells sonors **generats per les infraestructures i xarxes de mobilitat objecte d'anàlisi,** tant en les circumstàncies actuals (models actualitzats), com sota les diferents propostes de línies d'actuació que s'analitzen per a millorar les zones de conflicte.
- Analitzant, en termes relatius (% d'habitants respecte el cens total del municipi), la part proporcional de la població inclosa en l'àmbit d'estudi, sota els diferents escenaris avaluats: estat actual, i eventuals línies d'actuació.
- Quantificant el volum de població, en nº d'habitants, que veuen incrementat el seu confort acústic com a conseqüència de les diferents propostes de millora avaluades.
- Avaluant l'escenari de superacions, en termes absoluts (nº d'habitants), identificant el número d'habitants exposats a un nivell sonor nocturn (L_n) superior als 55dBA, en tant que aquest llindar és el nivell objectiu de qualitat acústica per usos residencials en horari nocturn, segons figura a l'Annex A de la *Llei 16/2002, de 28 de juny, de Protecció contra la Contaminació Acústica*.

L'anàlisi en termes de població exposada permetrà disposar també d'un barem objectiu que assigna a cada proposta de millora un paràmetre comparable.

Cal tenir present, a l'hora de valorar les dades d'efectivitat i població exposada, que l'estudi inclou únicament les grans infraestructures i els principals eixos viaris que pertanyen (o afecten) cadascun dels àmbits analitzats. En canvi, l'anàlisi estadístic i demogràfic necessàriament inclou com a paràmetre la totalitat del cens dels termes municipals afectats. En conseqüència, cal ser curosos a l'hora de valorar les eventuals conclusions que es puguin extreure de l'anàlisi de dades:

- Una mesura correctora implementada en els municipis A i B, i que aparentment suposen una millora per a un "X"% de la població, no serà comparable a no ser que es ponderi aquest percentatge respecte al nº total d'habitants del terme. En conclusió, per a la valoració comparativa d'unes determinades actuacions, és molt més recomanable comparar el volum total de ciutadans, si la comparació es realitza entre actuacions proposades a termes municipals diferents.

- En canvi, per a la comparació d'efectivitats de mesures correctores proposades en l'àmbit d'un mateix terme municipal, la comparació de població en termes de percentatges probablement ofereixi una perspectiva més àgil.
- D'altra banda, el fet d'incloure un numero limitat de fonts sonores en els estudis, implica que les conclusions que se'n extreguin seran vàlides només pels nivells sonors associats a aquelles infraestructures. A efectes pràctics, si les taules d'avaluació d'un determinat escenari mostren els diferents grups de població afectats pels diferents nivells sonors, referits a la totalitat de la població, cal tenir present que les estadístiques es refereixen únicament a nivells sonors atribuïbles a les infraestructures incloses a l'estudi. En cap cas, aquestes taules-resum poden considerar-se extrapolables a la totalitat de la població, en tant que molt probablement existeixen altres escenaris sonors i ciutadans exposats a nivells sonors, d'altres fonts de soroll (altres infraestructures, trànsit local, etc) que no formen part de l'escenari estudiat a cada cas.

4.5.- Mesures i accions preventives/correctores.

S'enumeraran en aquest capítol un recull de les principals línies de treball que podrien estudiar-se amb la finalitat de minvar l'impacte acústic de les activitats i/o infraestructures que contribueixen de forma determinant a la superació dels llindars acústics.

Tradicionalment, per reduir el nivell de so emès per una font de soroll en un receptor concret, es pot actuar:

- Sobre la font. En termes estrictament acústics, és el mètode més efectiu, ja que evita la propagació i dispersió de les ones sonores tan bon punt son emeses per la font de soroll. L'àrea beneficiada és la pràctica totalitat de l'entorn del focus sonor. A la pràctica, això es tradueix en encapsulaments/tancaments (molt habitual en el tractament de focus industrials i màquines), millores en característiques pròpies del sistema emissor (com pot ser l'asfalt sonoreductor en xarxes viàries), etc.
- Sobre el camí de propagació, les tècniques solen orientar-se a dificultar la propagació de les ones sonores, mitjançant obstacles que obliguin a les ones sonores a superar elements d'apantallament, difraccions, etc. L'exemple clàssic és la pantalla acústica que evita en part la propagació del so emès pel trànsit viari. L'àrea beneficiada en aquest cas és limitada a les zones per a les quals s'ha dissenyat la millora. Receptors situats fora d'aquesta àrea de millora no percebran cap canvi, o poden fins i tot veure's perjudicats.
- Sobre el propi receptor. En casos en què l'actuació sobre la font o el camí de propagació és inviable (cost, dimensions, etc), s'estudia la possibilitat d'actuar sobre l'ítem receptor per tal de protegir-lo, en la mida del possible, de les immissions exteriors. En el cas d'edificis i habitatges, per exemple, aquesta línia inclou la millora dels elements de façana (façana, finestres, etc), tractaments de coberta i altres línies d'actuació, destinades a millorar la qualitat acústica a l'interior dels edificis.

Altres solucions no estrictament acústiques passarien per optar per una reordenació racional del territori impedint usos conflictius adjacents, reorganització de la mobilitat, control de la velocitat de vehicles mitjançant controls semafòrics, gestió adequada de les activitats, etc.

Pel que fa a minvar l'afectació acústica de grans eixos viaris, les actuacions poden incloure qualsevol de les tres línies de treball, per bé que predominen les intervencions en forma de pantalles acústiques.

L'estratègia que s'ha demostrat més efectiva per conflictes de trànsit viari interior als entramats urbans és la implementació de sistemes de regulació i gestió del trànsit que, sense minvar la mobilitat i les necessitats de transports i desplaçaments, permeti donar-hi resposta aconseguint una progressiva disminució dels nivells sonors als usos més sensibles.

Els programes de regulació i gestió del trànsit urbà contemplen des de reduccions de velocitat i pacificacions o peatonalitzacions de vials que no necessiten donar cabuda a un aforament elevat de vehicles, a regulacions horàries en el cas de centres urbans per permetre l'aprovisionament de mercaderies durant una franja horària determinada, etc. Altres mesures consisteixen en regulacions de vialitat forçant la utilització de vials alternatius de forma activa (restriccions) com passiva (deixant a lliure elecció dels conductors, per tal de que per tendència natural s'acabi utilitzant rutes amb menor recorregut o més ràpides, però dissenyades per tal de proporcionar menor impacte a la població).

En vies d'elevada densitat també s'està demostrant una certa efectivitat en quant a l'ús de paviments sonoreductors i fonoabsorbents, encara que cal considerar el sobrecost d'implantació, les necessitats de manteniment, etc.

En aquells casos en els que les estratègies de minoració dels nivells de contaminació acústica no assoleixen els objectius marcats, o bé hi resulten inviables, cal pensar en la protecció dels usos sensibles per tal de garantir, si no es pot en l'exterior, un confort mínim al seu interior. Aquestes mesures correctores consisteixen en incrementar el grau d'aïllament en façana dels receptors (habitatges, centres educatius, centres sanitaris i hospitalaris, etc.) vers el soroll exterior. En el cas d'edificacions existents, això implica normalment la millora o reforç dels tancaments exteriors (finestres i carpinteries), i en el cas dels edificis en fase de projectes, vetllar per tal que els nivells d'aïllament previstos siguin els més adients a garantir una correcta protecció vers els nivells sonors exteriors.

En definitiva, es contemplaran de forma diferenciada les mesures correctores que impliquin actuacions sobre el/els emissor/s (pantalles acústiques, talussos, paviments sonoreductors, etc), de les accions que impliquen intervencions sobre els usos receptors (actuacions sobre aïllaments en façana, recomanacions en distribució d'usos, etc), i les accions que requereixen una visió de conjunt de l'escenari i actuant sobre un ventall més ampli d'elements (mesures organitzatives, urbanístiques, etc.)

Les diferents actuacions correctores seran objecte d'un estudi detallat, que inclourà, entre altres aspectes:

- Una descripció, amb un grau de detall d'estudi informatiu, de les característiques tècniques o constructives, si s'escau, de les mesures proposades.
- Una estimació, mitjançant assaig sobre el model o bé mitjançant previsions degudament justificades, dels efectes favorables que tindran sobre l'escenari acústic estudiat. Aquestes estimacions es descriuran tant en termes acústics (atenuacions, reduccions de dBA's d'immissió) com en termes d'afectació (disminució del número d'usos afectats, població beneficiària de les millores, etc).
- Una estimació del cost econòmic associat a cada mesura, juntament amb un ratio d'avaluació cost/benefici en termes de nivells sonors i població afectada.

Cal recordar que els avaluadors d'edificis "clàssics" indiquen el nivell de soroll màxim identificat a qualsevol punt de la façana de l'edifici. En conseqüència, si un

apantallament protegeix efectivament les plantes inferiors d'un bloc de pisos, mentre que les plantes superiors queden fora de l'abast de l'apantallament, un avaluador d'edificis pràcticament no reflectirà cap mena de millora, per bé que aquesta millora efectivament hi sigui.

Per evitar aquesta aparent "distorsió", l'avaluació d'efectivitats de les eventuals mesures correctores s'ha dut a terme mitjançant l'avaluació d'edificis limitada a processar els nivells d'immissió a 4 metres d'alçada (equivalent a un primer pis).

Per tal de disposar d'un esbós de criteri quantificable que permeti fer comparacions entre les diferents propostes de mesures correctores, es realitza una anàlisi estadística preliminar que, contemplant la totalitat dels edificis inclosos en l'àmbit d'estudi, en comptabilitza el grau de "benefici acústic" calculant el percentatge d'edificis que experimenten una millora lleu (entre 0 i 2 dBA), mitjana (entre 2 i 5dBA) o clara (més de 5dBA de millora).

A grans trets, els edificis inclosos a l'estudi són, aproximadament, els edificis inclosos en l'àrea d'aparent afectació extreta de les conclusions del PSAMB. Així, una mesura que ofereixi una efectivitat sobre el 15% dels edificis significa que s'han identificat millores en els nivells d'immissió en un 15% dels edificis inclosos en l'àrea d'estudi. Per tant, és un indicador molt orientatiu, en tant que una àrea d'estudi més àmplia o més estreta pot tenir una influència clara en la precisió d'aquest indicador estadístic.

El capítol de mesures correctores es tancarà amb un resum de propostes analitzades, els avantatges i els inconvenients més destacats de cadascuna (cost, viabilitat, etc) amb les variables que poden ser essencials a l'hora de decidir quines accions es prioritzen respecte d'altres:

- Solució més efectiva en termes estrictament acústics.
- Solució més eficient en termes d'inversió vs edificacions beneficiades.

5.- DESCRIPCIÓ DE L'ÀREA EN ESTUDI.

Aquest document recull les tasques de recerca i anàlisi desenvolupades al voltant del cas nº8, que afecta al terme municipal de Pallejà (Barcelona).

5.1.- Descripció física de l'entorn.

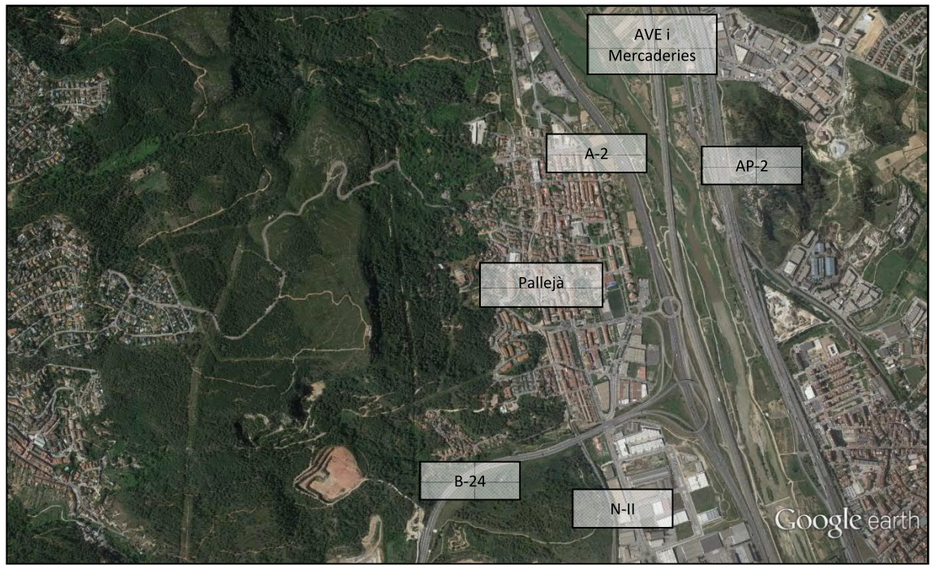
L'àrea estudiada pertany al terme municipal de Pallejà.

El municipi té una extensió de 8'3km^2, i una població de pràcticament 11.300 habitants (dades de IDESCAT, 2013). Està emplaçat a la banda dreta del riu Llobregat i limita amb Corbera del Llobregat pel N-NW, amb Sant Vicenç del Horts pel sud, amb La Palma de Cervelló i Corbera per l'oest i, a l'altra riba del riu, a l'est, amb Molins de Rei i Papiol. El municipi forma part de la vall baixa del riu Llobregat, encaixada dins de la Serralada Litoral .

El terme municipal, amb una forma triangular, es prolonga, de llevant a ponent, des de la llera del riu Llobregat (base d'aquest terme triangular), fins als turons de Montmany de Sobrerroca, a l'oest del casc urbà, on hi ha la urbanització de Fontpineda.

Al sud del casc urbà han crescut polígons d'activitats industrials, destacant per la seva extensió el Polígon Industrial de Pallejà, que enllaça amb el sector industrial del terme municipal de Sant Vicenç dels Horts.

L'eix definit pel curs del riu és el corredor pel qual transcorren les principals infraestructures de transport de la zona, especialment trànsit rodat com són la A-2 i AP-2. Hi destaca també la línea ferroviària d'alta velocitat i de mercaderies que en aquest tram discorre paral·lela a l'AP-2. Pel centre de la vila, hi discorre la carretera N-II i la línea soterrada de Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya Llobregat-Anoia. Al sud del casc urbà hi destaca també la autovia B-24, construïda com a recorregut alternatiu a l'antiga N-340.



Imatge 9: Ortofoto de la zona en estudi.

La zona urbana es distribueix al llarg del marge dret del Riu Llobregat, ocupant els terrenys que s'estenen des de la riba del Riu Llobregat, fins als primers turons de la Serra d'Ordal.

La part més baixa del terme, que es troba a la pròpia llera del riu, està ocupada per algunes explotacions agràries de petites dimensions, però per sobre d'això hi destaca el corredor d'infraestructures, tant viàries (autopistes i autovies) com ferroviàries (línia d'alta velocitat i enllaç de mercaderies).

L'entramat urbà, especialment el nucli antic i les seves proximitats més immediates, és força dens i atapeït, fet que permet que l'enrenou de les grans infraestructures s'esvaeixi amb certa facilitat a mesura que hom s'endinsa al nucli urbà. Fora de l'entramat més atapeït, i també als habitatges situats a la part més elevada, el soroll constant dels grans eixos de trànsit rodat esdevé omnipresent.

5.2.- Caracterització de fonts/focus de soroll.

Els focus de soroll més destacats de l'àrea d'estudi es resumeixen a continuació.

5.2.1.- Trànsit rodat.

- Autovia A-2, de titularitat estatal, amb un traçat paral·lel al Riu Llobregat, situat al marge dret, enfront el casc urbà de Pallejà (de fet, administrativament cau dins del terme municipal de Pallejà). Suporta una IMD de 111.120 vehicles, amb un 10'2% de vehicles pesants (dades MFOM, 2012).
- Autopista AP-2, de titularitat estatal però en règim de concessió a l'empresa ACESA-ABERTIS. Es tracta de la continuació de la B-23 un cop ultrapassat el nus viari d'enllaç amb la N-340 i la C-1413a. La IMD és de 100.300 vehicles, amb un 20'4% de pesants (dades MFOM, 2012).
- Carretera B-24, de titularitat estatal. Comença en un enllaç a la Autovia A-2 dins el terme municipal de Pallejà i finalitza a Vallirana on enllaça actualment amb la N-340. L'aforament de trànsit indica una IMD de 31.400 vehicles, amb un 5'3% de pesants
- Carretera N-II, de titularitat estatal, amb un traçat paral·lel al riu Llobregat, permet la interconnexió dels municipis que es troben al marge dret del riu Llobregat, que en el cas de Pallejà són Sant Andreu de la Barca al nord i Sant Vicenç dels Horts al sud. Al seu pas pel casc urbà pren el nom d'avinguda de la Generalitat i d'avinguda Prat de la Riba, i recorre el municipi de nord a sud, essent un dels principals eixos vertebradors del municipi. No es disposen de dades de trànsit d'aquesta via al pas per Pallejà.

Pel que fa a l'entramat urbà dins el municipi de Pallejà, no es disposa de l'aranya de trànsit del municipi, motiu pel qual es desconeixen els aforaments detallats dels vials interns del casc urbà de Pallejà.

5.2.2.- Trànsit Ferroviari.

- Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya: Línies Barcelona-Manresa i Barcelona-Igualada. Aquestes línies connecten els diferents nuclis del Baix Llobregat mitjançant un servei regular de transport de viatgers (no s'hi efectuen circulacions de mercaderies). S'hi comptabilitzen prop de 209 circulacions al dia, totes elles amb aturada a l'estació de Pallejà. Per tant, la

circulació s'efectua a velocitats relativament baixes. La línea ferroviària està soterrada al seu pas per la zona urbana, pel que la seva afectació sobre els habitatges és baixa o nul·la.

- Tant el ferrocarril d'Alta Velocitat (línia Barcelona-Lleida-Saragossa-Madrid) com l'enllaç ferroviari de mercaderies discorren paral·leles a l'A-2, entre aquesta i el Riu Llobregat, motiu pel qual la seva afectació esdevé pràcticament nul·la.

5.3.- Realitat sonora de la zona en estudi.

Des del punt de vista del soroll ambiental i densitat de circulació, Pallejà es situa a les proximitats d'un dels corredors d'infraestructures viàries més importants de Catalunya.

Així, el casc urbà limita pràcticament amb la plataforma de l'A-2 amb unes densitats diàries amitjanades de més de 111.200 vehicles, i una velocitat màxima de circulació de 120km/h.

Aquest eix de trànsit viari és, amb tota seguretat, l'aspecte més destacat, com a font de soroll de tot el terme municipal, ja que el soroll produït pel trànsit resulta perceptible a la pràctica totalitat del casc urbà, si bé l'entramat de carrers del casc antic, malgrat la proximitat, ajuda a esmorteir el soroll de l'autopista.

La autovia B-24 és una font de soroll important que limita amb la part sud del casc urbà. No obstant, aquesta via discorre elevada sobre un viaducte, i pel que la seva afectació sobre els habitatges més propers és força limitada.

L'autovia AP-2 i la plataforma ferroviària d'alta velocitat i mercaderies, malgrat tractar-se d'infraestructures de rellevància, no afecten de forma notòria a la zona urbana de Pallejà, per l'efecte de l'emmascarament que genera l'A-2.

La línea ferroviària de rodalies dels Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya està soterrada al seu pas per la zona urbana, pel que la seva afectació en forma de soroll sobre els habitatges és baixa o nul·la.

En quant a les activitats industrials properes al nucli urbà de Pallejà, destaca el polígon industrial de Pallejà, situat al sud de la B-24, adjacent al polígon Molí des Frares, pertanyent al terme municipal de Sant Vicenç dels Horts, i on s'hi ubica una important industria del ciment.

D'altra banda, en tractar-se d'una vila de 11.300 habitants, té lloc a una certa mobilitat interior, que es distribueix pels vials més importants que voregen el casc antic.

5.4.- El PSAMB i el Sistema d'Integració cartogràfica de l'AMB.

En el transcurs dels treballs d'integració de les cartografies acústiques existents amb afectació sobre el terme municipal de Pallejà, en el marc dels treballs de confecció del PSAMB, es van incorporar els plecs de cartografia acústica següents:

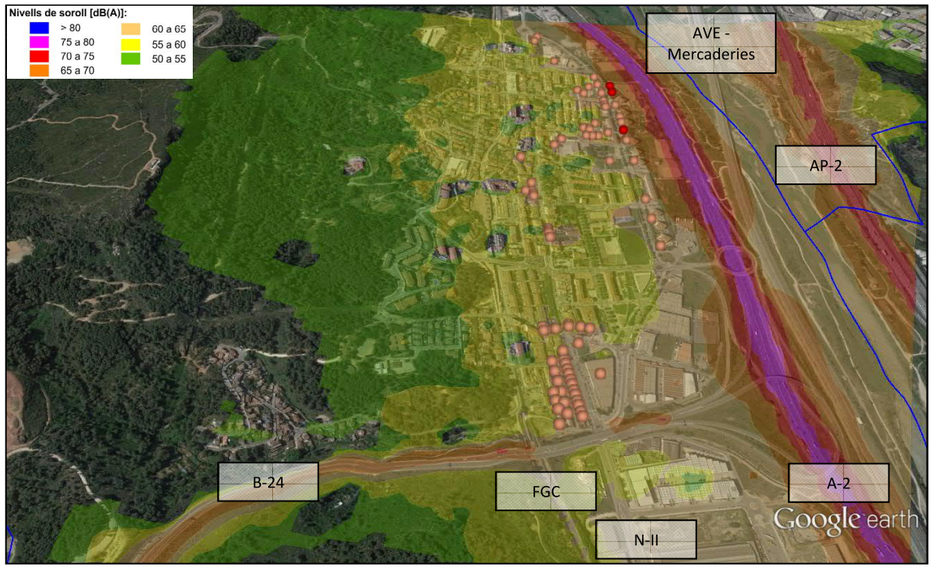
- Mapa Estratègic de Soroll de l'Autopista AP-2/B-23 (MFOM).
- Mapa Estratègic de Soroll de l'Autopista AP-7 (MFOM-ACESA).
- Mapa Estratègic de Soroll de l'Autovia A-2 (MFOM).
- Mapa Estratègic de Soroll de l'Autovia B-24 (MFOM).

- Mapa Estratègic de Soroll de la xarxa ferroviària de rodalies (DPTOP_GENCAT).

El municipi de Pallejà no disposava, però, de cartografia acústica (mapes de sorolls) però sí de Mapa de Capacitat Acústica aprovat en data del treball, però en el què no s'hi delimita la zona de soroll relativa a l'autovia A-2.

La integració de les diferents versions de cartografia ha posat de relleu una àrea d'afectació paral·lela al traçat de l'eix de l'A-2, fet que en sí no és estrany. No obstant, l'abast de les àrees d'afectació mostra una extensió que dóna lloc a dubtes sobre la seva precisió, en tant que les afectacions s'endinsen de forma important al casc urbà de Pallejà. D'altra banda, a les zones on conflueixen diferents infraestructures (en aquest cas, la cruïlla entre l'A-2, i la derivació B-24) donen lloc a un escenari de superacions destacades, en tant que la integració de les cartografies existents inclou la superposició dels diferents mapes acústics.

La següent imatge s'extreu del sistema integrat de cartografia acústica de l'AMB, en el qual, sobre una base cartogràfica, es mostren tant les àrees d'afectació de les diferents infraestructures (àrees i isòfones), com indicadors gràfics de superacions dels nivells sonors declarats, respecte als nivells sonors atribuïts en funció del Mapa de Capacitat Acústica vigent:



Imatge 10: Imatge del sistema integrat de cartografia acústica, PSAMB 2013.

De forma general, a la imatge es presenten els indicadors de superació en forma d'esferes:

- Esferes taronges indiquen receptors afectats amb superacions d'entre 5 i 10 dBA per sobre dels valors llindars indicats al Mapa de Capacitat Acústica.
- Esferes vermelles indiquen receptors afectats amb superació per sobre de 10 dBA.

Com es desprèn de l'observació de la imatge, apareixen alguns indicadors de superació severa (més de 10dBA) al tram nord de la A-2, on el seu traçat és més proper al casc urbà. Tanmateix, hi ha una concentració força important d'indicadors de superació moderada a les zones afectades per l'empremta sonora de l'A-2, que a més s'intensifica en el tram on conflueix la carretera B-24. D'altra banda, apareixen indicadors de superació moderada (d'entre 5 i 10 dBA) disseminats a l'interior del casc urbà.

Una de les finalitats d'aquest estudi específic és la realització de l'anàlisi acústic de la totalitat de les infraestructures, que permeti determinar si aquests indicadors de superació realment es corresponen amb la situació real, i en cas de que així sigui, quines infraestructures hi contribueixen de forma més destacada, i quines actuacions correctores podrien donar lloc a millores significatives.

6.- ANÀLISI/ESTUDI EN DETALL DE L'ÀREA EN ESTUDI.

6.1.- Treball de camp.

Per a disposar de dades actualitzades i un bon coneixement de l'àrea d'estudi, s'ha dut a terme un seguit de visites a la zona, per tal de copsar *In Situ* els aspectes més destacats i rellevants de l'àmbit del treball: detalls no reflectits a la cartografia, percepció sonora, etc.

Complementàriament, s'han realitzat sonometries de curta i de llarga durada en ubicacions especialment representatives, que serviran per a ampliar informació i contrastar els nivells sonors enregistrats *In Situ* amb els resultats extrets de les modelitzacions.

Les mesures de llarga durada consisteixen en l'enregistrament dels nivells sonors per un període de 24 hores, tasca que permet, a més de conèixer els nivells sonors en sí i l'amitjanament de múltiples mostres, constatar l'evolució dels nivells sonors al llarg de les 24 hores; aquest aspecte ajuda a interpretar el funcionament de l'entorn, els hàbits locals i els nivells sonors característics per a cadascuna de les franges horàries.

Les mesures de curta durada enregistren el nivell de soroll en un punt determinat durant un temps d'integració predefinit a criteri tècnic (10 minuts en el cas d'aquest projecte), caracteritzant un determinat emissor/s en un moment puntual.

En el cas concret de Pallejà, s'ha dut a terme 1 mesura de llarga durada instal·lant sonòmetres automàtics a una ubicació; la finalitat és la de caracteritzar *In Situ* l'afectació de l'A-2, i en general, de les infraestructures rellevants abans comentades:

- *Punt LLD1*: Ronda Santa Eulàlia, nº9. Trànsit A-2.

Els registres de curta durada s'han centrat en caracteritzar l'impacte acústic de la circulació de trens de rodalies, tant en termes de nivells equivalents (amitjanaments) com en termes de nivell màxim, tal i com es regula mitjançant la normativa autonòmica i principalment a complementar els punts de llarga durada en quant a caracterització de les diferents infraestructures i vies locals.

- Punt CD1: Enfront FGC i B-24. Trànsit intern i ferroviari RODALIES FGC (sense trànsit ferroviari).
- Punt CD2: Enfront FGC i B-24. Trànsit intern i ferroviari RODALIES FGC (amb trànsit ferroviari).

A la següent imatge es mostra la ubicació dels punts de mesura de llarga durada.



Imatge 11: Imatge dels punts de mesura de llarga durada

A continuació es mostra la ubicació geogràfica dels punts de curta durada:



Imatge 12: Imatge dels punts de mesura de curta durada

6.1.1.- Resultats obtinguts.

A continuació es presenta en mode resum, els resultats de les mesures de curta i llarga durada tabulats.

Punt	Data	Lden	Leqdia	Leqvespre	Leqnit	Observacions
LLD1	21/10/2014	69'0 dBA	66'3 dBA	64'9 dBA	61'9 dBA	Soroll de B-23 a façana

Taula 1. Resultats de les mesures de llarga durada

Als annexos del present informe s'adjunten les fitxes de llarga durada amb les dades complertes.

A continuació es presenten els resultats de les mesures de curta durada (10 minuts).

Punt	Data&hora mesura	L_{Aeq}	L_{10}	L_{90}	Nº de Cotxes	Nº de Motos	Nº de Pesants	Observacions
CD1	22/10/2014 14:52	53,2 dBA	55,6 dBA	48,3 dBa	-	-	-	Mesura sense tren.
CD2	22/10/2014 15:08	59,2 dBA	60,1 dBA	49,2 dBA	-	-	-	Mesura amb tren.

Taula 2. Resultats de les mesures de curta durada

Als annexos del present informe s'adjunten les fitxes de curta durada amb les dades completes.

6.2.- Modelització acústica.

6.2.1.- Dades d'entrada.

Les dades introduïdes al model es resumeixen a continuació:

- Topografia i orografia: model digital del terreny (DTM) tridimensional (x, y i z) en malla de 2x2 metres. Font: Institut Cartogràfic de Catalunya, I.C.C..
- Volumetria, edificació i urbanització: aixecament tridimensional (x, y i z). Font: Barcelona Regional.
- Vialitat i carrerer: traçat bidimensional (x i y) corregit i adaptat al DTM existent. Fonts: Barcelona Regional i Institut Cartogràfic de Catalunya.
- Xarxa ferroviària: traçat tridimensional (x, y i z). Font: Institut Cartogràfic de Catalunya.
- Aforaments i estadístiques:
    - Xarxa viària d'alta capacitat: A-2, AP-2/B-23, B-24. Anuari de dades d'aforament 2012. Font: Ministerio de Fomento.
    - Xarxa ferroviària: dades d'aforament i programació de circulacions 2014. Font: Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya i RENFE.

A la taula següent s'especifiquen les dades d'aforament més representatives de les diferents infraestructures contemplades al model. Val a dir, però, que la caracterització de cadascuna de les fonts de soroll respon a un volum de dades molt més extens i detallat; a la taula següent es mostren les més representatives.

Eix/Vial/Línia	Tipus	Categoria	IMD/Afor.	% pesants	V_{nom}
A-2	Autovia	Trànsit rodat	111.200	10'2%	120(110) km/h
AP-2/ B-23	Autopista	Trànsit rodat	100.355	20'4%	100 km/h
B-24	Autovia	Trànsit rodat	31.400	5,3%	80 km/h
FGC S4,S8, R5,R50, R6, R60	FFCC Rodalies	Ferroviari local	209	--	50<0>50 km/h
ADIF	Llarga distància	Ferroviari	69	--	250 km/h

Taula 3. Dades d'aforament.

6.2.2.- Validació del model.

En general, convé tenir present que els valors d'aforament introduïts al model, i, per tant, els resultats acústics que se'n deriven, són valors que tenen una representativitat anual, mentre que les mesures realitzades poden ser de llarga durada (24h) o bé de curta durada (10 minuts) en un dia o moment concret. Aquest fet fa que pugui existir una desviació entre els valors obtinguts al model i els mesurats. No obstant, les desviacions que es puguin detectar, han de ser analitzades i contrastades, per tal de poder diferenciar entre resultats incorrectes de la modelització, o bé dispersions degudes a diferències entre les hipòtesis anuals calculades, i les circumstàncies reals durant les sonometries.

D'altra banda, és important assenyalar que, generalment, els valors obtinguts al model tendeixen a ser lleugerament més elevats que els mesurats o reals, perquè les tècniques de modelització obliguen a contemplar les velocitats nominals de cada tram de vial (sent les velocitats sensiblement inferiors en el cas de vies de gran capacitat amb episodis recurrents de saturació), i d'altra banda les condicions meteorològiques considerades com a base de càlcul contemplen sempre una confluència, amb major o menor mesura, de condicions favorables a la propagació sonora. En cap cas, però, els mètodes de càlcul inclouen, de forma generalitzada, condicions meteorològiques que minvin la propagació del so en ambient exterior.

A la taula següent s'adjunten les comparatives dels valors obtinguts en el model vers les mesures *In Situ*, tant de llarga com de curta durada. Els valors que s'han pres com a base per a la calibració del model es mostren ombrejats.

Punt	Mètode	L_{dia} (dBA)	L_{vespre} (dBA)	L_{nit} (dBA)	Lden (dBA)	Observacions
LLD1	Model	67,6 dBA	66,2 dBA	60,7 dBA	69,3 dBA	Soroll de A-2 a façana
	Mesures	66,3 dBA	64,9 dBA	61,9 dBA	69,0 dBA	
CD1	Model	58,0 dBA	57,0 dBA	52,6 dBA	60,4 dBA	Davant B-24 i FGC sense tren
	Mesures	53,2 dBA	-	-	-	
CD2	Model	58,0 dBA	57,0 dBA	52,6 dBA	60,4 dBA	Davant B-24 i FGC amb tren
	Mesures	59,2 dBA	-	-	-	

Taula 4. Valors del model en els punts de mesura del treball de camp.

Les diferències constatades en les mesures de llarga durada i la mesura destinada a enregistrar l'impacte del trànsit ferroviari es poden argumentar per diferents motius:

- En el cas de la mesura de llarga durada nº1 (LLD1) s'observa una desviació inferior a 3 dB en els tres períodes d'avaluació, el que indica que els resultats del model i les mesures mostren una gran coherència.
- En el cas de la mesura de curta durada nº2 (CD2), s'observa una desviació molt lleugera, i per tant, mostren una gran coherència. Concretament, el resultat del model és 1,2 dB inferior, fet lògic si es té en compte que el model amitjana estones amb circulació ferroviària i estones sense, mentre que la mesura feta en aquest cas enregistrà més circulacions ferroviàries que no pas "silenci".
- Per últim, la mesura de curta durada nº1 (CD1) no és vàlida per a la calibració del model, ja que durant la mesura no es va enregistrar el pas de cap tren, el que no coincideix amb l'escenari modelitzat al programa de càlcul, el qual incorpora un amitjanament imputable a la circulació mitja anual de trens.

En conclusió, es considera que els resultats del model son vàlids per a servir com a base per a l'anàlisi d'eventuals mesures correctores i preventives.

6.2.3.- Resultats obtinguts.

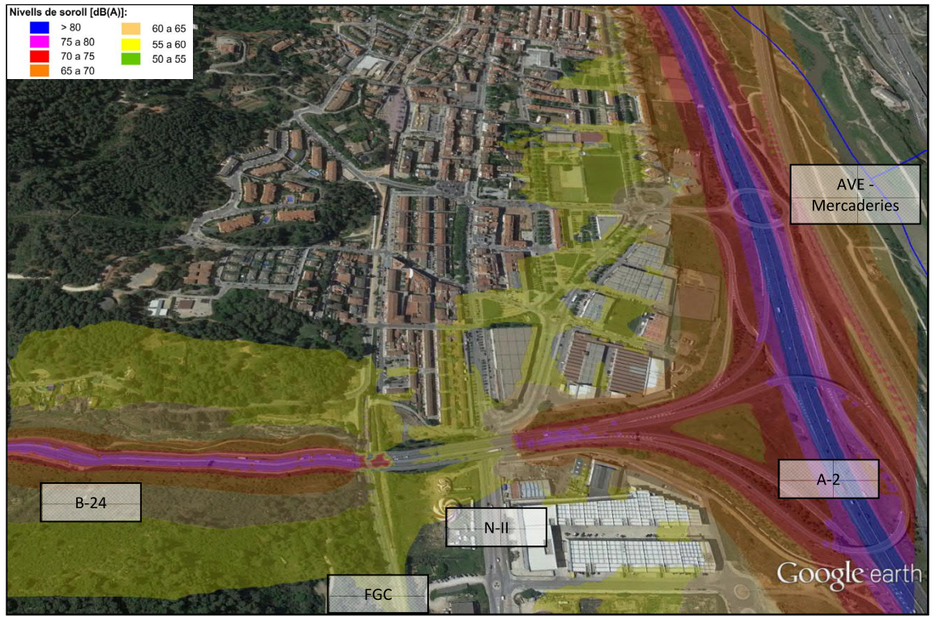
En aquest capítol es duu a terme la presentació dels resultats obtinguts en l'actual fase del projecte, així com una comparativa de la zona en estudi en relació a les dades obtingudes del PSAMB, treball dut a terme el passat any 2013.

Dita comparativa es centra en valorar els resultats dels models per isòfones i per les zones d'afectació detectades, tot corroborant o desestimant l'impacte acústic i identificant les fonts de soroll origen de l'afectació.

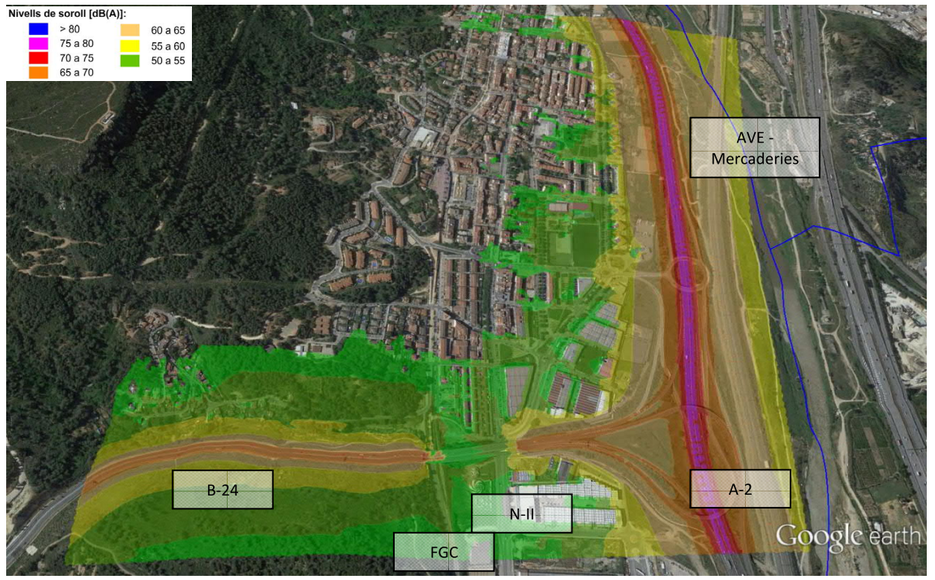
6.2.3.1.- Mapes d'isòfones

Els resultats de la modelització de l'àrea en estudi mostren l'afectació de les infraestructures viàries més importants al municipi de Pallejà. En concret, la infraestructura viària A-2, i, en menor mesura, la B-24 són els principals focus de soroll en quant a afectació al municipi. La línia de rodalies de Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya que travessa el municipi té una afectació mínima en termes de nivells equivalents de soroll (L_{Aeq}), per bé que podria identificar-se alguna afectació en termes de nivells màxims, però només en aquells trams on circula a cel obert.

A continuació es mostren les imatges dels mapes d'isòfones de la zona en estudi amb les dades actualitzades.



Imatge 13: Modelització acústica de la zona d'estudi a Pallejà en període diürn.



Imatge 14: Modelització acústica de la zona d'estudi a Pallejà en període nocturn.

Com es pot observar al mapa d'isòfones en el període diürn, hi ha una franja d'habitatges, els més propers a la infraestructura viària A-2, afectats per uns nivells de soroll

entre 65 i 70 dBA. Hi ha també una segona franja amb habitatges que queden afectats amb nivells de soroll de l'ordre de 60 a 65 dBA també adjudicables a la infraestructura viària A-2, mentre que una tercera franja de valors oscil·len amb valors de 55 a 60 dBA, fàcilment emmascarats pels nivells de soroll dels propis carrers o vies locals.

Al voltant de la B-24 hi ha una zona residencial amb habitatges que es veuen afectats per nivells de soroll d'entre 60 i 65 dBA en període diürn. Tot i la curta distància entre els edificis i la B-24, la orografia del terreny és favorable i la via en aquest punt discorre en semi-trinxera, fet que es tradueix en que el terreny actua com a apantallament natural en bona part dels edificis.

El mapa d'isòfones en període nocturn es comporta d'una manera similar al del període diürn, amb una diferència amitjanada de 5 dBA en els nivells de soroll. És a dir, la primera línia d'habitatges afectats es troba entre 60 i 65 dBA, una segona línia entre 55 i 60 dBA i la tercera entre 50 i 55 dBA. Val a dir però, que en període nocturn les vies locals tenen un trànsit molt inferior i per tant, el soroll de l'A-2 és més audible.

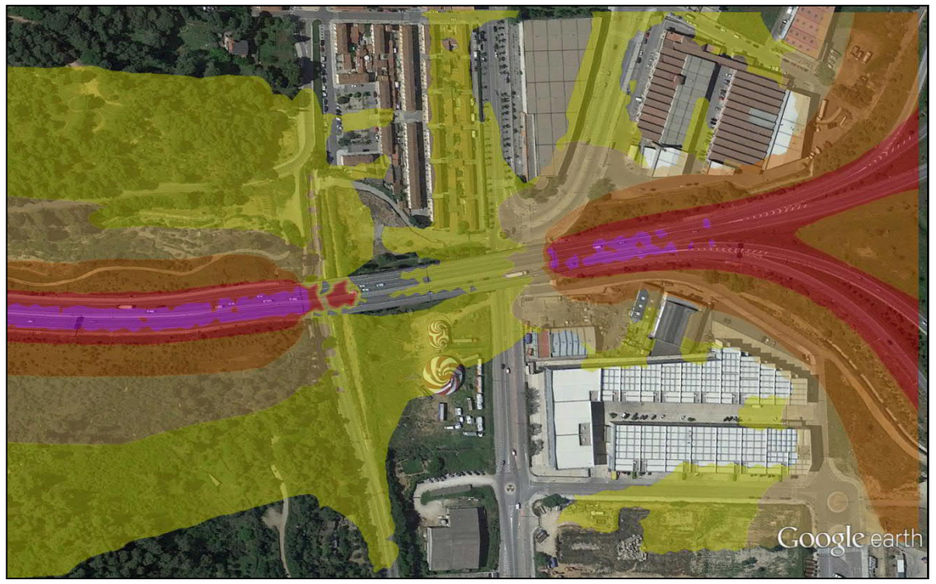
Pel que fa als edificis residencials situats a curta distància de l'A-2, els nivells també es redueixen en aproximadament 5 dBA, presentant uns nivells de soroll en façana entre 55 i 60 dBA als edificis més exposats.

Com a aspecte a comentar, cal interpretar correctament els plànols d'isòfones per a no extreure'n conclusions errònies. En aquest cas, s'observa un tram de la B-24, al seu pas per un viaducte per superar la N-II i la via dels FGC, en què pràcticament desapareix l'empremta acústica. Això és degut a què les malles d'isòfones es calculen a una alçada de 4 metres sobre el sòl, i en sectors on el terreny es diferencia molt de les fonts de soroll calculades, es poden produir efectes d'apantallament que, un cop representats, poden cridar l'atenció. No obstant, estirctament en aquest sector concret, la B-24 circula elevada sobre un viaducte, tal i com s'observa a la imatge següent:



Imatge 15: Viaducte de la B-24 sobre la N-II a Pallejà.

D'aquesta manera, la malla de càlcul de nivells sonors, situada a 4m sobre la cota del sòl, es situa "sota" el viaducte, motiu pel qual sobtadament s'hi representen nivells sonors que a priori poden semblar incoherents, però son correctes: efectivament, "sota" el pont el soroll de la B-24 és molt inferior al calculat a cotes superiors:



Imatge 16: Detall d'isòfones nocturnes al viaducte de la B-24 sobre la N-II a Pallejà.

6.2.3.2.- <u>Comparativa de nivells entre el PSAMB i els valors actualitzats.</u>

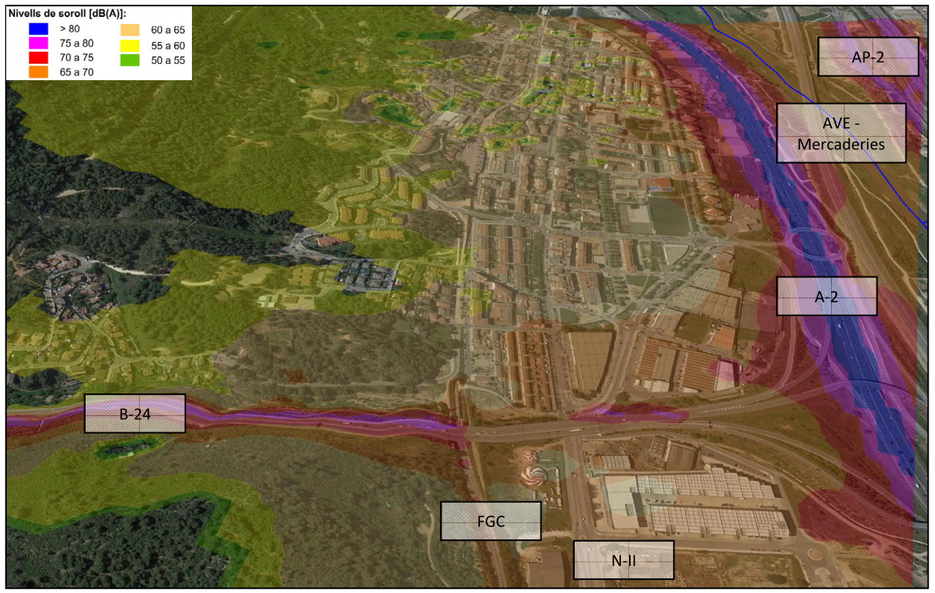
A continuació es durà a terme una comparativa entre els resultats obtinguts de primer treball d'integració de cartografies acústiques, respecte a les dades actualitzades, en base a les prediccions dels mapes d'isòfones obtinguts per període dia i nit, entenent que es tracta de les franges horàries més importants.

A nivell metodològic, les diferències en els resultats obtinguts entre els mapes sonors recopilats de les diferents administracions titulars i integrats pel PSAMB, i l'actual han de tenir en consideració dos aspectes essencials:

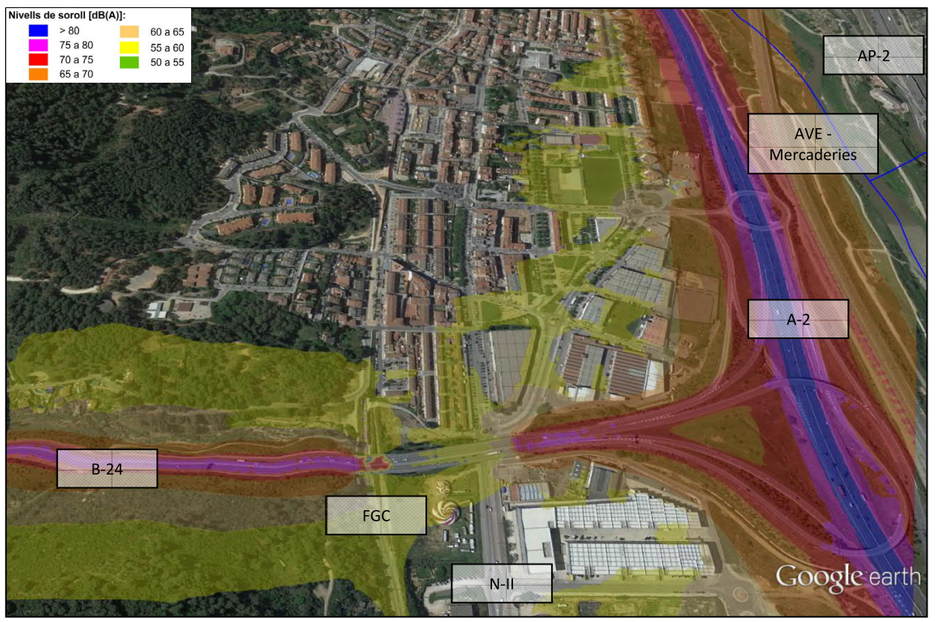
- Respecte als mapes de soroll de les infraestructures ferroviàries de la Generalitat de Catalunya, s'ha incorporat l'efecte d'apantallament de l'ona sonora produït per l'orografia del terreny i els edificis, el que ha permès obtenir unes corbes isòfones més realistes.
- Per últim, cal tenir en consideració que les cartografies realitzades per les administracions titulars es varen dur a terme amb una perspectiva de treball orientat a caracteritzar grans longituds d'infraestructures i àrees molt extenses, i per tant amb un grau de detall necessàriament inferior. En els treballs actuals, en canvi, el fet de concentrar l'estudi en àrees molt més acotades permet l'ús d'una escala de treball molt més detallada.

Les imatges següents permeten una còmode comparativa visual entre els mapes d'isòfones actuals amb els del PSAMB del 2013, obtinguts, cal recordar, de l'agrupament i

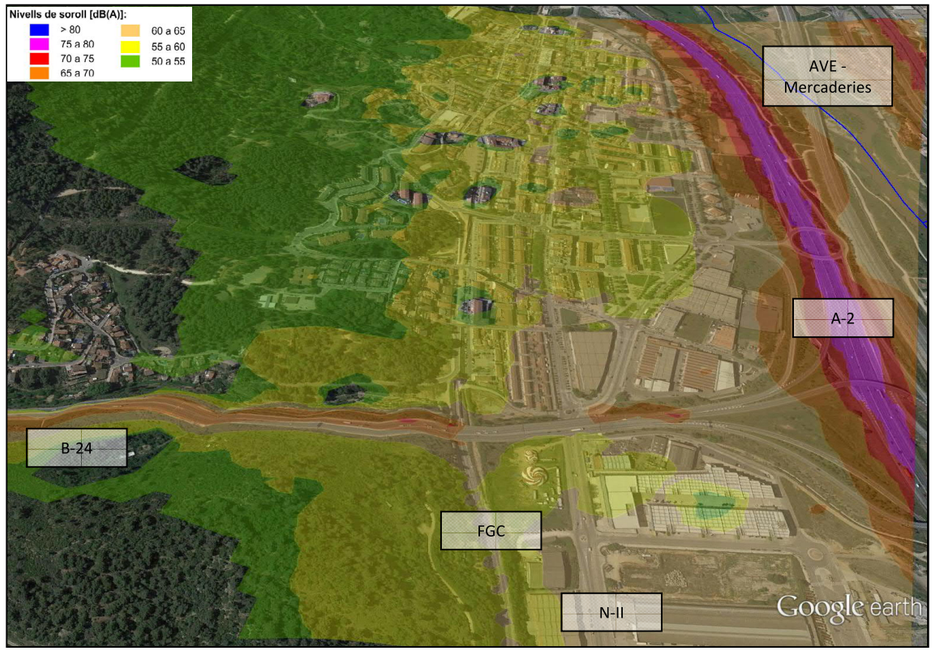
suma energètica dels mapes d'isòfones declarats per cadascun dels ens titulars d'infraestructures.



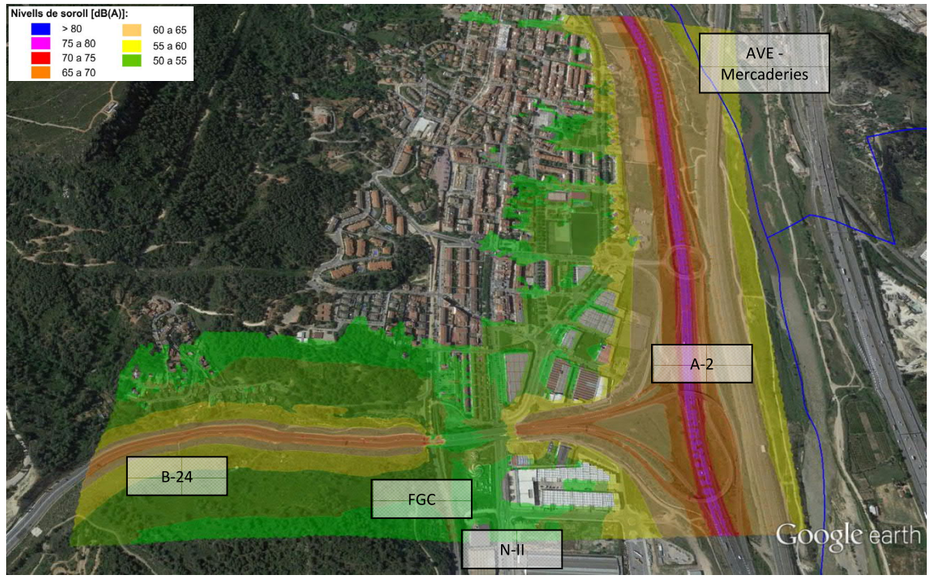
Imatge 17: Mapa d'isòfones del PSAMB de la zona d'estudi a Pallejà en període diürn.



Imatge 18: Modelització acústica actualitzada de la zona d'estudi a Pallejà en període diürn.



Imatge 19: Mapa d'isòfones del PSAMB de la zona d'estudi a Pallejà en període nocturn.



Imatge 20: Modelització acústica actualitzada de la zona d'estudi a Pallejà en període nocturn.

De forma visual, s'observen diversos fenòmens clars i destacables:

- Com a conclusió més destacada, s'observa que les àrees d'afectació associades a l'A-2 i a la B-24, un cop re calculades amb les dades actuals, són clarament més estretes i properes a l'eix viari, que les àrees d'afectació declarades a títol individual pels titulars de les infraestructures, tal i com quedà recollit al PSAMB. Amb gairebé tota seguretat, això es deu a què en les modelitzacions realitzades per al càlcul d'afectacions de les infraestructures, recopilades al PSAMB, no es va incloure l'efecte d'apantallament imputable als edificis. Com a resultat, les àrees d'afectació resultaven molt més àmplies en quant a superfície del que realment son.
  Tot i aquesta consideració es pot observar que el càlcul d'afectació de la B-24 és força coherent amb l'impacte declarat per l'Administració titular. En canvi, l'abast de l'afectació declarada per l'A-2 és extraordinàriament ample en comparació amb l'àrea d'afectació resultant de considerar també l'efecte d'apantallament dels edificis en el model actualitzat.
  En certa manera, però, aquest fet és lògic des del moment en què els treballs de cartografia acústica dels grans eixos viaris es realitzaren amb una escala de treball més adaptada a grans àrees de càlcul (1:25.000), mentre que un anàlisi en detall com el recollit en aquest estudi permet ajustar molt més les variables de contorn amb una precisió molt més elevada.
- L'impacte acústic de l'eix ferroviari dels Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya, en el tram en que circula al descobert, és moderat o baix, fins i tot en termes de nivells sonors màxims, ja que no hi ha trams en què els trens circulen a velocitat elevada.
- L'impacte acústic de l'eix ferroviari d'alta velocitat i mercaderies és inferior al produït per l'A-2, que emmascara el soroll d'aquesta línia ferroviària.

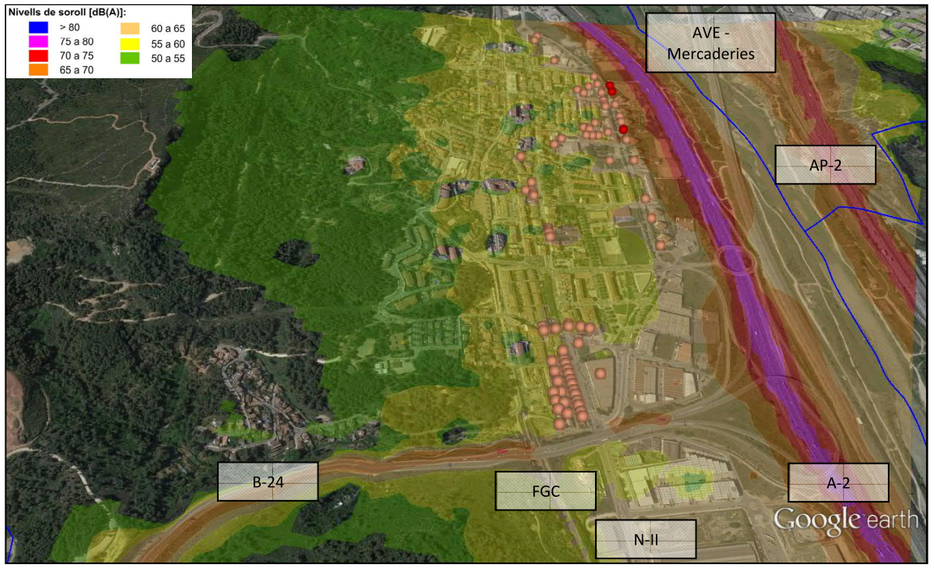
6.3.- Avaluació acústica de la zona.

El municipi de Pallejà disposa de Mapa de Capacitat Acústica aprovat i actualitzat al *Decret 176/2009, de 10 de novembre*, *pel qual s'aprova el Reglament de la Llei 16/2002, de 28 de juny, de protecció contra la contaminació acústica, i se n'adapten els annexos*, el que permet comparar els nivells de soroll obtinguts de l'estudi amb els valors objectiu de qualitat acústica.

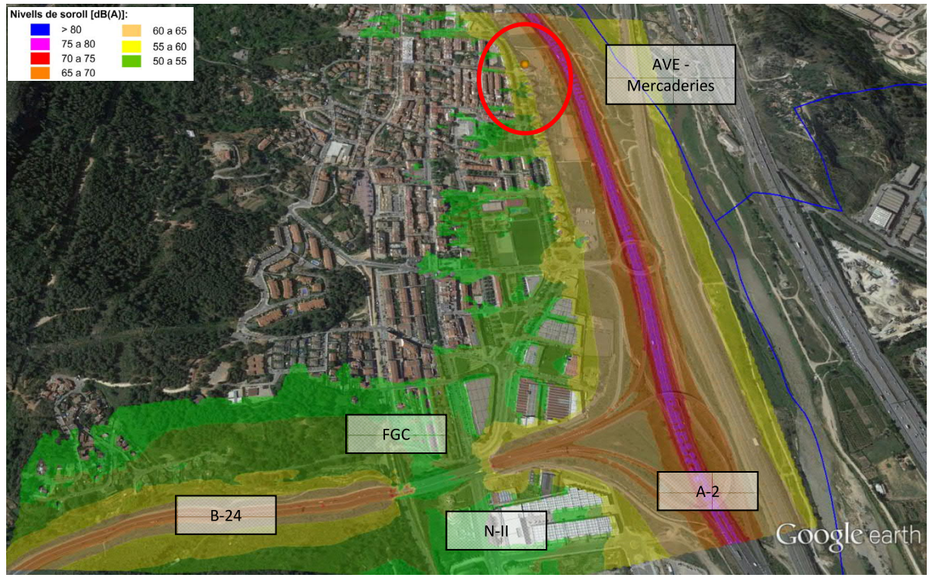
Havent estudiat aquest cas en concret, els usos sensibles afectats són essencialment en sòl d'ús residencial.

Cal constatar també la presència d'usos docents afectats, si bé resta a criteri de l'Administració Local la decisió sobre si aquests usos es zonifiquen com a A4 o A2.

La comparació entre els resultats del PSAMB i l'actualització, en quant a avaluadors d'edificis i indicadors de superacions, mostra diferències significatives:



Imatge 21: Imatge del sistema integrat de cartografia acústica, PSAMB 2013.



Imatge 22: Resultat de l'avaluació d'edificis de l'àrea de Pallejà. Període nit.

Les principals observacions que se'n deriven son les següents:

- L'actualització de les dades d'aforament de trànsit al tram de titularitat estatal de l'A-2 retorna uns resultats que, respecte als anteriors, pateixen una reducció molt significativa, amb tota probabilitat degut a què en les primeres versions de mapes

estratègics de soroll, realitzats amb un grau de detall molt inferior, no es tingué en compte l'efecte d'apantallament de les primeres línies d'edificis.

- Segons el mapa actualitzat no hi ha cap edifici afectat en més de 10 dB sobre els nivells establerts al Mapa de Capacitat Acústica de Pallejà.
- Igualment, el nombre d'edificis on es superen els nivells establerts al Mapa de Capacitat Acústica de Pallejà entre 5 i 10 dB es redueixen a la primera fila d'edificis situats al sector nord del municipi, i que són els més propers al traçat de la A-2, situats a la Ronda de Santa Eulàlia.
- No obstant, la resta d'edificis situats enfront de l'A-2 a la Ronda Santa Eulàlia, presenten un grau d'afectació molt proper a 5 dB, pel que s'ha decidit incloure també aquests edificis en la cerca de millores.

En conclusió, l'actualització del model acústic, i el fet de detallar més les fonts de soroll que hi intervenen, posen de manifest una disminució important de l'àrea d'afectació associada tant a A-2 com a la B-24, minvant conseqüentment el nombre d'habitatges afectats. Alhora, s'han pogut diferenciar també les contribucions a d'altres superacions, fet que permetrà decidir amb molta més exactitud les millors vies d'actuació per tal d'aconseguir una progressiva millora de la qualitat acústica del municipi de Pallejà.

7.- PROPOSTES DE MILLORA.

En base als resultats abocats pel model, treball de camp i observacions dels tècnics durant el desenvolupament de la primera part d'aquest treball, la proposta de mesures per tal de minimitzar l'impacte acústic caldria centrar-la en 2 vessants:

- **Reduir l'impacte acústic de l'A-2 sobre el municipi.**
  El nivell d'emissió de les grans infraestructures depèn de les seves característiques intrínseques (tipus d'asfalt, traçat, número de carrils, velocitat, etc.) i la densitat de trànsit (número total de vehicles, % de vehicles pesants, etc.), per bé que aquests aspectes són difícilment modificables. En aquest cas, doncs, partint de que és inviable actuar en disseny i configuració del propi eix viari, les actuacions han d'orientar-se a mètodes d'apantallament i/o increments d'aïllament en els edificis afectats.
- **Incrementar els aïllaments en façana** dels sectors en els quals les barreres acústiques no puguin oferir un resultat suficientment satisfactori, mitjançant un programa d'ajuts a la col·locació de dobles finestres com a recurs més habitual en aquest tipus de situacions.

7.1.- Alternatives assajades sobre el model.

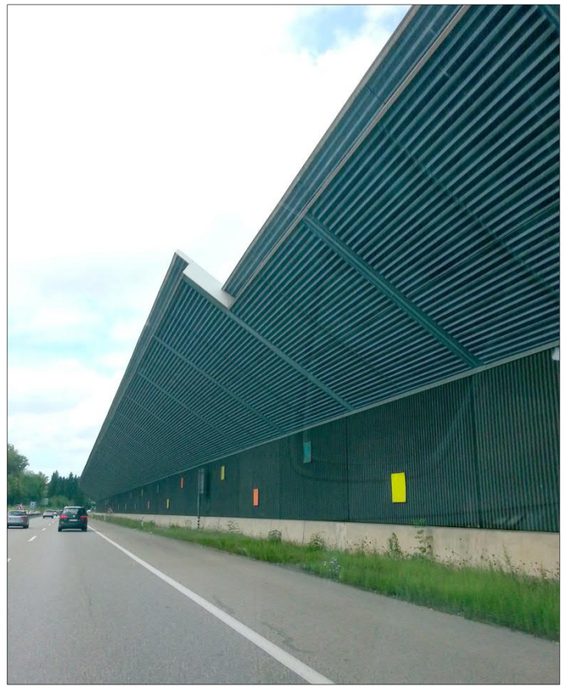
Les alternatives que previsiblement puguin tenir alguna incidència sobre les àrees d'afectació calculades mitjançant els models numèrics, s'han introduït com a paràmetres i condicions de contorn, per tal d'obtenir una primera aproximació de la utilitat i viabilitat d'aquestes actuacions correctores.

Les actuacions analitzades mitjançant modelització han estat dues:

- Col·locació d'un apantallament acústic tradicional (vertical), paral·lel a l'eix viari de l'A-2, per evitar les immissions d'aquest eix d'alta capacitat sobre Pallejà. La pantalla implementada ha estat del tipus fonoabsorbent, ubicada sobre el límit de plataforma pavimentada.
- Col·locació d'un apantallament acústic d'alta eficiència (amb voladís inclinat) per incrementar l'eficàcia del supòsit anterior.
  Els apantallament equipats amb voladís tenen com a objectiu incrementar la difracció de la ona sonora, per tal de millorar el rendiment de l'atenuació. Aquesta millora pot ser significativa, ja que l'efecte "ombra acústica" pot estendre's molt més enllà de l'extensió atribuïble a un apantallament lineal clàssic. Tanmateix, coronar la pantalla amb una "pestanya" permet assolir resultats satisfactoris també a edificis amb alçades on la pantalla clàssica es demostra ineficaç.



Imatge 23: Exemple d'apantallament acústic lineal. Font: Climablock**.**



Imatge 24: Exemple d'apantallament acústic amb voladís.

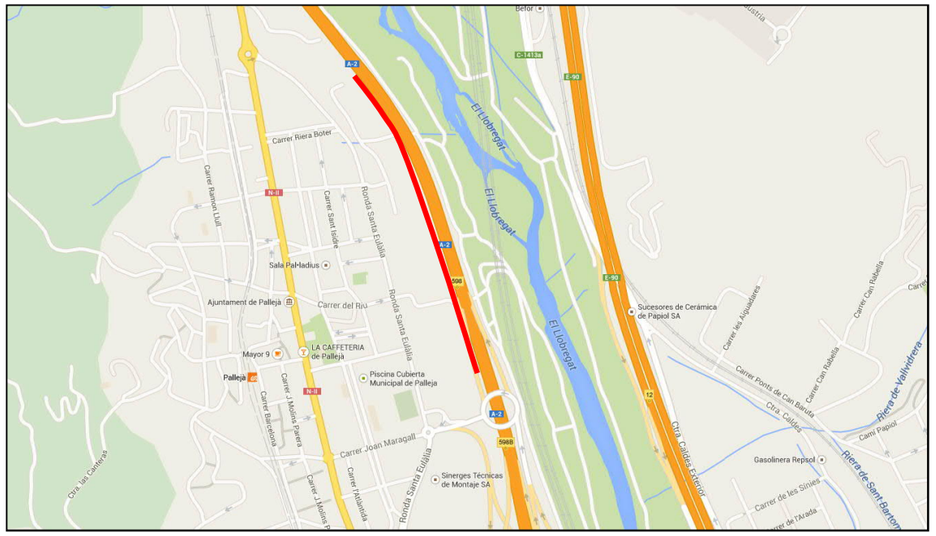
Per disposar d'un criteri objectiu d'àrea "beneficiada" d'aquestes eventuals millores, s'han calculat les immissions a un total de 53 edificis (concretament, agrupacions de finques a nivell d'illa/parcel·la), que responen a la pràctica totalitat d'edificacions afectades en major o menor grau pel soroll de les infraestructures contemplades en aquest estudi.

7.2.- Resultats obtinguts.

7.2.1.- Atenuació de l'Eix de l'A-2 mitjançant pantalla lineal.

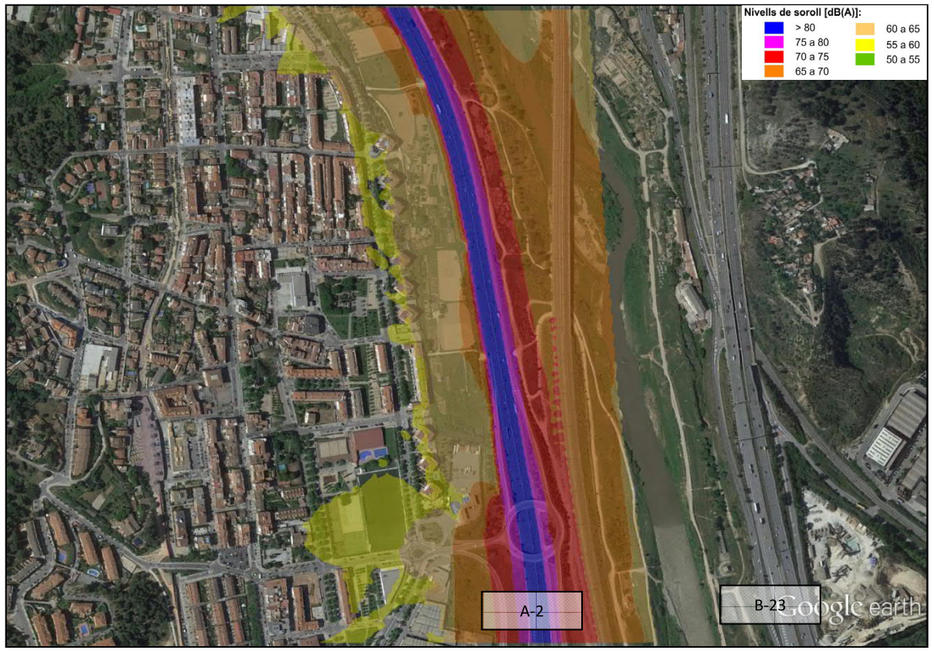
Per a estudiar l'eventual utilitat de col·locar un apantallament acústic paral·lel a l'eix de l'A-2, s'ha simulat la col·locació d'una pantalla acústica fonoabsorbent entre el P.K. 597+500, a l'alçada de l'inici del casc urbà per la part nord, i el PK 598+425, a l'alçada de la sortida 598 de l'A-2.

La pantalla s'inicia als dos extrems amb una alçada efectiva de 3,5 metres, ubicada al límit de la plataforma asfaltada de l'eix viari (pràcticament on en l'actualitat es troba la balla de protecció). La pantalla es manté paral·lela al vial de sortida de la sortida 598 en sentit sud fins pràcticament la rotonda situada sobre la A-2, pel que la seva alçada respecte la calçada de l'A-2 augmenta progressivament a mesura que el vial de sortida guanya alçada.

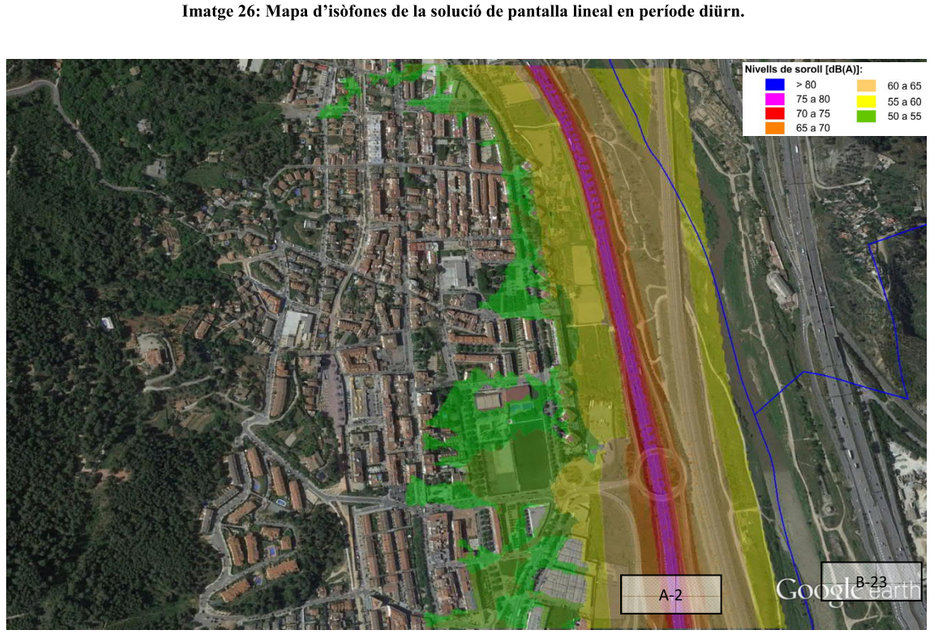


Imatge 25: Ubicació de l'apantallament acústic proposat a Pallejà.

En resum, la pantalla té una longitud de pràcticament 925 metres lineals, amb una superfície estimativa d' aproximadament 3.238m^2. Aquestes dimensions, però, queden subjectes a possibles canvis, especialment pel que fa als requeriments de visibilitat de la sortida.



Imatge 26: Mapa d'isòfones de la solució de pantalla lineal en període diürn.



Imatge 27: Mapa d'isòfones de la solució de pantalla lineal en període nocturn.

Com es pot observar, hi ha una reducció significativa dels nivells sonors que incideixen sobre la primera línia d'edificis, de com a mínim 5 dBA. No obstant, l'àrea

d'afectació no experimenta una reducció molt acusada, ja que queda delimitada precisament per aquests primers edificis, que realitzen igualment una funció d'apantallament i "protegeixen" el casc urbà que s'hi estén al darrera.

Cal indicar que l'inici de la pantalla (situada al nord del casc urbà) s'estén més enllà de l'estrictament necessari per a la protecció dels usos residencials, per tal de protegir també a les instal·lacions de l'Escola "La Garalda".

La següent taula mostra els nivells sonors calculats als elements receptors puntuals distribuïts al llarg de l'àrea d'afectació (mostrant únicament aquells que queden sota l'àrea d'influència d'aquest eix viari), destacant en verd aquells que presenten una millora superior als 2dBA, i en rosat aquells ítems que experimentarien una millora superior als 5dBA en periode nocturn:

Nº finca	Var. L_d, dBA	Var. L_e dBA	Var. L_n dBA	Var. L_{den} dBA
1	3,6	3,6	**3,4**	3,6
2	5,3	5,4	**5,2**	5,2
3	4	4,3	**4,3**	4,2
4	5,2	5,3	**5,2**	5,2
5	4,4	4,6	**4,6**	4,5
6	5	5,2	**5,3**	5,1
7	5,2	5,5	**5,5**	5,4
8	5,2	6	**6,2**	5,7
9	4,8	4,9	**4,8**	4,8
10	4,9	5,1	**5**	4,9
11	7,1	7,5	**7,5**	7,4
12	5,6	6	**6,1**	5,9
13	0,7	0,7	**0,7**	0,7
14	4,8	4,9	**4,7**	4,8
15	5,8	5,7	**5,6**	5,7
17	5,4	5,4	**5,3**	5,3
18	5,7	5,6	**5,5**	5,6
19	0,1	0,1	**0,2**	0,2
52	3,6	3,7	**3,6**	3,6
53	0,3	0,4	**0,3**	0,3

Taula 5. Millores esperables a 4m d'alçada als edificiss més beneficiats per l'apantallament lineal.

En resum, es pot concloure que un apantallament acústic lineal paral·lel a l'eix de l'A-2 aconsegueix millores destacables en l'àrea d'afectació de l'eix viari, però molt més en termes d'intensitat sonora a primera línia, que no pas en quant a la seva extensió (àrea d'afectació).

Aquesta circumstància s'explica per diversos motius:

- Els edificis situats a primera línea de l'A-2 actualment actuen com a apantallament, fet que produeix que els nivells sonors al casc urbà es trobin, en molts sectors, dins de la zona d'Ombra acústica projectada per la primera línia d'edificis i habitatges, situats a les proximitats de la A-2.

- L'efectivitat de l'apantallament es redueix amb la distància. És a dir, com més propers a la pantalla més efectiva és la millora relativa als nivells sonors anteriors, mentre que a l'incrementar la distància d'avaluació la difracció de l'ona sonora minva, i disminueix també l'efecte de l'apantallament.

Es poden assolir increments més destacats modificant el dimensionament de la pantalla, en el cas de la pantalla lineal la millora més directa s'assoleix mitjançant increments d'alçada i/o longitud. En l'exercici de simulació s'ha implementat un apantallament amb una alçada constant de 3,5 metres sobre cota de vial. L'increment de l'alçada implica una òbvia millora en termes acústics, però per contra implica un increment del cost econòmic i un impacte visual sovint difícils de justificar.

Pel que fa a les longituds, s'han acotat entre el P.K. 597+500, a l'alçada de l'inici del casc urbà per la part nord, i el PK 598+425, a l'alçada de la sortida 598 de l'A-2 seguint el vial de sortida, el que permet millorar-ne l'efecte al anar augmentant de cota el terreny progressivament en direcció a la sortida.

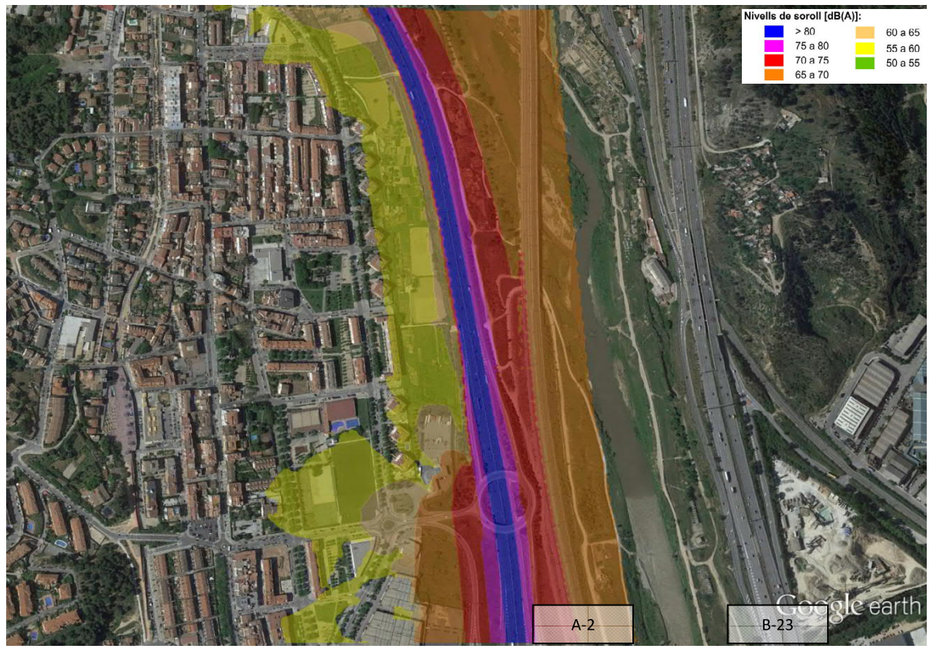
Caldrà avaluar en detall el punt d'equilibri entre les inversions i l'impacte que seran assumibles respecte a la millora objectiva total que experimentarien els ciutadans, ja que malgrat s'aconsegueixi un apantallament de gran eficàcia, aquest s'ha avaluat a 4 metres d'alçada i caldria analitzar en major detall el potencial efecte en alçada, per plantes superiors, i avaluar també diferents longituds de pantalla per delimitar la més adient.

7.2.2.- Atenuació de l'Eix de l'A-2 mitjançant pantalla amb voladís.

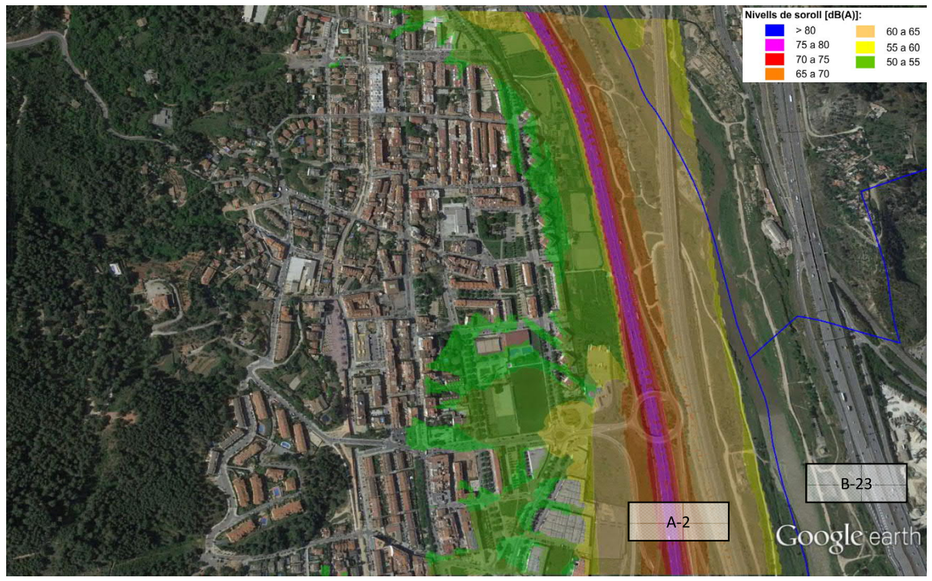
Com a mostra de les línies de millora que es poden assolir actuant sobre la primera de les solucions assajades, s'ha considerat l'apantallament de l'apartat anterior, suposant que presenta la mateixa longitud i alçada vertical, però amb un voladís inclinat a la part superior de la pantalla, mètode que millora sensiblement el rendiment de les pantalles lineals clàssiques.

El voladís que s'hi ha implementat es situa al llarg de tota la pantalla, coronant el tram simulat a l'apartat anterior. El voladís calculat té unes dimensions de 2 metres amb una inclinació de 45º.

Les següents imatges mostren l'àrea d'afectació estudiada, un cop implementat l'apantallament acústic amb voladís.



Imatge 28: Mapa d'isòfones de la solució de pantalla millorada en període diürn.



Imatge 29: Mapa d'isòfones de la solució de pantalla millorada en període nocturn.

L'eficàcia de l'apantallament amb voladís incrementa de forma molt destacada el rendiment de les pantalles clàssiques, que en el cas estudiat, la millora esdevé superior als 5

dBA en bona part dels edificis, tal i com es pot observar a la taula següent on es resumeixen els rendiments assolits mitjançant un apantallament amb voladís:

Nº finca	Var. L_d, dBA	Var. L_e dBA	Var. L_n dBA	Var. L_{den} dBA
1	8,7	8,9	**8,7**	8,8
2	10,5	11,3	**10,9**	10,8
3	7,5	7,9	**7,9**	7,8
4	9,6	10,1	**10**	9,9
5	8,5	9,1	**9,1**	8,9
6	10,1	10,7	**10,6**	10,4
7	10,4	11,3	**11,2**	10,9
8	9,7	11,1	**10,8**	10,3
9	10,6	11,6	**11,4**	11,1
10	10,7	11,6	**11,5**	11,2
11	7,4	7,6	**7,6**	7,6
12	10,8	11,7	**11,7**	11,4
14	7,9	7,9	**7,7**	7,8
15	5,9	5,7	**5,5**	5,7
17	6,4	6,4	**6,3**	6,4
18	5,2	5	**4,9**	5
52	10,1	10,7	**10,6**	10,4

Taula 6. Punts de referència. Millores esperables per a l'apantallament amb voladís.

En cas d'optar per aquesta opció per reduir els nivells de soroll als habitatges més exposats de Pallejà, es recomana dur a terme un estudi en detall que permeti optimitzar-ne la geometria, cosa que permetrà determinar el punt òptim entre la inversió i el resultat assolit amb la pantalla.

7.3.- Valoració Acústica dels resultats.

Pel que fa a les solucions basades en apantallament acústics, la població potencialment beneficiada per actuacions en aquesta línia es situa especialment a la primera línia d'edificis de Pallejà, i en menor mesura els habitatges situats en una segona fila. Tal i com s'ha vist als resultats, un increment de les dimensions de la pantalla augmenten significativament la millora obtinguda.

Els principals inconvenients lligats a aquesta línia d'actuació es divideixen en:

- La complicació tècnica d'executar pantalles acústiques eficients, respectant alhora la connectivitat (sortides i incorporacions) amb eixos propers.
- Les dimensions i la intensitat sonora de l'eix de l'A-2 a priori exigiria intervenir amb apantallament acústics de grans dimensions (alçada i llargada, i/o voladís de reforç). Aquest aspecte però requereix una inversió molt important i tindria un impacte visual destacable.

- En termes d'avaluació d'edificis, però, convé recordar que els apantallaments són més efectius a cotes baixes que a les plantes més elevades. Això vol dir que els pisos més elevats percebrien millores inferiors en molts casos, pel que s'hauria de dur a terme un estudi detallat que permetés avaluar amb detall la millora als edificis amb diferents configuracions de pantalla.

Per tal de comparar les dues alternatives proposades en aquest estudi, la següent taula mostra l'estadística de millora acústica vs. nº d'edificacions incloses a l'estudi:

Resum Estadístic		
Perspectiva de Millora	Alt01	Alt02
<0dBA	62%	62%
0-2 dBA	6%	6%
2-5 dBA	13%	2%
>5 dBA	19%	30%

Taula 7. Percentatge d'edificis receptors que percebran millora.

S'observa com el fet d'afegir un voladís inclinat a l'apantallament de l'Alternativa 1 accentua els resultats assolits, ja que el gruix d'edificis beneficiats per qualsevol d'ambdues opcions és el mateix, però la proporció de parcel·les edificades que experimenten una millora superior als 5dBA en horari nocturn passa de prop del 20% amb l'apantallament clàssic, a un 30% en el cas d'optar per un apantallament amb voladís.

7.4.- Valoració en termes de Població Exposada.

L'avaluació de les immisions imputables a les infraestructures incloses a l'estudi, i les diferents propostes de millora, en termes de població exposada s'exposa en aquest sub-capítol.

En valors absoluts de població, la següent taula, partint del volum de població afectada pels nivells d'immissió en la situació actual, indica quants ciutadans quedarien inclosos en aquests rangs de valors si s'executessin les alternatives proposades com a línia de millora. Per a major claredat, la columna *Variació* indica el diferencial de volum de població de cada nivell sonor, sota cadascuna de les alternatives.

Estadístiques de Població Exposada. Valors Absoluts.					
dBA	Estat Actual	Alternativa 1		Alternativa 2	
	nº habitants	nº habitants	variació	nº habitants	variació
30-45	3.300	3.771	471	3.628	328
45-50	1.260	1.222	-38	1.208	-52
50-55	1.355	1.330	-25	1.416	61
55-60	629	274	-355	42	-587
60-65	165	0	-165	0	-165
65-70	0	0	0	0	0
>70	0	0	0	0	0
Total:	6.709				

Taula 8. Població exposada. Valors absoluts i variacions segons alternatives.

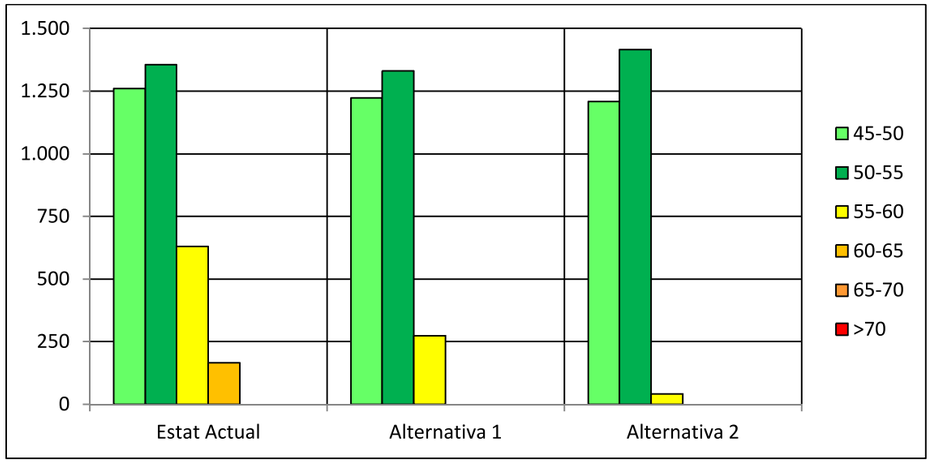
Les mateixes dades, expressades en termes relatius (%) respecte a la població total del terme municipal afectada per les immissions procedents d'aquestes infraestructures, es mostren a la següent taula:

Estadístiques de Població Exposada. Valors Estadístics.					
dBA	Estat Actual	Alternativa 1		Alternativa 2	
	nº habitants	nº habitants	variació	nº habitants	variació
30-45	49,2%	56,2%	7,0%	54,1%	4,9%
45-50	18,8%	18,2%	-0,6%	18,0%	-0,8%
50-55	20,2%	19,8%	-0,4%	21,1%	0,9%
55-60	9,4%	4,1%	-5,3%	0,6%	-8,7%
60-65	2,5%	0,0%	-2,5%	0,0%	-2,5%
65-70	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
>70	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Total:	100,0%				

Taula 9. Població exposada. Valors relatius i variacions segons alternatives.

Atès que els escenaris assajats únicament contemplen reduccions de nivells sonors, no poden donar-se casos en què es detectin "empitjoraments". En conseqüència, en aquelles caselles on s'observi un valor positiu (que implica un augment de població en aquella categoria), s'ha d'entendre que aquest augment es deu a ciutadans que "provenen" d'escenaris d'exposició prèviament més desfavorables.

La següent gràfica permet comparar la població exposada als nivells d'immissió originats per les infraestructures incloses a l'estudi, agrupades seguint la mateixa filosofia que les taules anteriors. Aquesta visualització permet observar el desplaçament de ciutadans de categories més altes d'immissió cap a categories pròpies de nivells de confort acústic més interessants. Val a dir que a la representació gràfica s'exclou la població amb nivells d'immissió menors a 45dBA en horari nocturn, ja que es considera que aquesta població, a la vista d'aquests nivells d'immissió tan baixos, ja queden fora de l'àmbit d'afectació de les infraestructures contemplades a l'estudi.



Imatge 30: Gràfic comparatiu d'alternatives. Població exposada segons nivells d'immissió.

En quant al número d'habitants que, pels efectes de les infraestructures contemplades a l'estudi, es troben exposats a un nivell d'immissió nocturn, Ln, superior als 55dBA i que, per tant, caldria considerar que es troben en una situació d'incompliment dels objectius de qualitat per a usos residencials, l'estat actual i les diferents alternatives ofereixen les següents avaluacions:

Resum de Dades de Població Exposada. Objectius de Qualitat.			
dBA	Estat Actual	Alternativa 1	Alternativa 2
	nº habitants	nº habitants	nº habitants
Ln<55dBA	5.915	6.435	6.667
Ln>55dBA	794	274	42

Taula 10. Població exposada. Avaluació d'Objectius de Qualitat.

En quant a l'anàlisi comparatiu de les diferents mesures correctores analitzades, la següent taula mostra el número d'habitants que percebrien algun grau de millora com a conseqüència de la posada en pràctica de les mesures correctores proposades:

Població que Percebria Millora.	
Alternativa 1	Alternativa 2
Núm. Beneficiaris	Núm. Beneficiaris
583	804

Taula 11. Població exposada. Beneficiaris de les diferents línies d'actuació.

S'observa que l'efecte d'incloure un voladís per incrementar el rendiment dels apantallaments accentua l'efectivitat de les solucions assajades. Així, ambdues alternatives solucionen els casos d'exposició nocturna per sobre dels 60dBA, però en el cas de

l'apantallament amb voladís, les millores son molt més accentuades també a nivells d'immissió inferiors.

7.5.- Valoració Econòmica dels resultats.

En termes econòmics, les inversions estimatives associades a cascuna de les propostes de millora incloses en aquest estudi es detallen de forma aproximada. (Font: Base de Dades BEDEC per a obres d'edificació i enginyeria civil. Versió Gener 2014).

7.5.1.- Alternativa 1: Pantalla acústica lineal.

Construcció d'una pantalla acústica lineal de 925 metres de longitud, amb una alçada de 3.5m, total superfície estimativa **3.237'50m^2**. Cost de subministrament, muntatge, instal·lació, inclosos elements auxiliars, elements de subjecció, etc.

- Material bàsic: mòduls prefabricats de formigó. Preu unitari: 120€/m^2. Preu total: 388.500'00 €.
- Material bàsic: mòduls prefabricats d'acer i llana mineral. Preu unitari: 125€/m^2. Preu total: 404.687'50€.
- Material bàsic: vidre temperat/laminat. Preu unitari: 217€/m^2. Preu total: 702.537'50€.

7.5.2.- Alternativa 2: Pantalla acústica d'alt rendiment (voladís inclinat).

Construcció d'una pantalla acústica lineal de 925 metres de longitud, amb una alçada de 3.5m, amb una coronació inclinada de 2m de longitud a 45º d'inclinació, total superfície estimativa **6.475'00m^2**. Cost de subministrament, muntatge, instal·lació, inclosos elements auxiliars, elements de subjecció, etc.

- Material bàsic: mòduls prefabricats de formigó. Preu unitari: 180€/m^2. Preu total: 915.750'00 €.
- Material bàsic: mòduls prefabricats d'acer i llana mineral. Preu unitari: 187€/m^2. Preu total:951.362'50€.

7.6.- Valoració Global dels resultats.

Segons el resultat de l'estudi dut a terme al terme municipal de Pallejà, la millora substancial dels nivells sonors als habitatges situats a les proximitats de l'autovia A-2 passa per la col·locació d'elements d'apantallament acústic, que de fet ja han demostrat la seva efectivitat en altres trams propers (en aquest cas, Sant Andreu de la Barca, pocs quilòmetres més al nord-oest, n'és un bon exemple).

Pel que fa a l'impacte de l'autovia B-24, el fet que el seu traçat sigui a una cota superior al dels edificis residencials més propers (vial en viaducte), i que a més el tram més proper estigui equipat amb un apantallament perimetral de vidre, ajuda a què l'impacte acústic d'aquest enllaç sigui moderat o inclús baix.

Per últim, l'impacte acústic del traçat dels ferrocarrils de la Generalitat ha quedat en quelcom residual ja que la pràctica totalitat del seu traçat ha estat soterrat.

En quant a les millores assolibles per a minvar l'impacte acústic de la A-2, l'estudi proposa complementar l'efecte de les elevacions de terreny que alimenten a la rotonda d'enllaç

amb la b-24, al sud-est del terme, amb un apantallament que proporcioni també un efecte de protecció a la part nord i est del casc urbà.

L'apantallament clàssic aconsegueix situar els nivells d'immissió als edificis més propers, a indicadors en horari nocturn inferiors als 55dBA, la qual cosa implica que els habitatges afectats passen a estar dins de compliment dels nivells nocturns màxims admesos per a usos residencials.

La següent taula exposa el resum de les principals característiques de les diferents alternatives estudiades, tant en termes de població afectada, com en termes d'inversió econòmica. S'hi mostren les següents variables:

- Número de ciutadans que, pels efectes de les infraestructures incloses a l'estudi, es troba sotmesa a un nivell d'immissió nocturn, L_n, superior als 55dBA. Aquesta dada es mostra tant per l'a situació actual , com sota el supòsit de cadascuna de les alternatives de millora estudiades.
- Número de ciutadans que, mitjançant cadascuna de les línies d'actuació, percebrien una millora en els nivells d'immissió nocturns.
- Número de ciutadans que, respecte l'estat actual, experimentarien una millora d'immissió tal que passarien a rebre un nivell d'immissió nocturna inferior als 55dBA.
- Inversió estimativa associada a cadascuna de les alternatives, considerant la implementació bàsica.
- Ràtio d'inversió per ciutadà beneficiat, per a cadascuna de les alternatives incloses a l'estudi.

Ratios Econòmics			
dBA	Estat Actual nº habitants	Alternativa 1 nº habitants	Alternativa 2 nº habitants
Ln>55dBA	794	274	42
Beneficiaris globals		583	804
Variació a Ln<55dBA		520	752
Inversió Estimativa		388.500 €	915.750 €
Ratio €/Beneficiari		666	1.139

Taula 12. Taula resum. Comparativa general entre alternatives.

La taula resumeix clarament que qualsevol de les dues alternatives assoleix una reducció significativa de ciutadans exposats a nivells sonors superiors als 55dBA en horari nocturn. Així, dels prop de 800 casos identificats en l'estat actual, l'apantallament clàssic redueix la xifra a 274 ciutadans, mentre que l'apantallament d'alt rendiment redueix la xifra fins als 42 ciutadans.

En quant als ràtios econòmics, s'observa que la alternativa amb un millor ràtio d'inversió per beneficiari és l'alternativa 1, que amb un ràtio de 666€/beneficiari assoleix un volum de 583 ciutadans que percebrien algun tipus de millora, i d'aquests, uns 520 passarien a estar sotmesos a nivells sonors en franja nocturna inferiors als màxims permesos per la Normativa vigent per a usos residencials. En canvi, per bé que l'alternativa 2 accentua força el

grau de millora assolida, també incrementa notablement (gairebé duplica) el ràtio econòmic, situant-se als 1.139€/beneficiari. Tot sigui dit, aquest increment de cost no és en và, ja que s'observen millores substancials tan en termes de nivells sonors, com en termes de població afectada.

Malgrat tot, caldria dur a terme un estudi més detallat sobre aquesta zona per bé que, tot i obtenir-se millores significatives als edificis afectats, caldria estudiar la millora obtinguda en el conjunt de la façana, avaluant també les plantes més elevades dels edificis.

Apart d'estudiar la idoneïtat d'instal·lar un apantallament, aquest estudi més profund n'hauria de determinar la geometria òptima, amb trams de pantalles de major i menor longitud i alçada, així com configuracions de pantalles verticals, amb voladís i/o mixtes.

La solució definitiva pot consistir en una solució mixta, mitjançant apantallaments que vetllin per la qualitat sonora als edificis més baixos i a les primeres plantes dels edificis plurifamiliars (blocs de pisos), i alhora optant per mètodes d'increment de l'aïllament acústic en façana per aquells habitatges més elevats que, per la seva posició respecte l'apantallament, quedarien fora de la seva àrea d'acció.

Annex I FITXES DE MESURA DE CURTA DURADA

Punt 1
Davant B-24

Dia	22/10/14
Hora d'Inici	14:52h
Durada	10 min
L_{eq} dB(A)	**53,2 dBA**
L_{10} dB(A)	55,6 dBA
L_{90} dB(A)	48,3 dBA
Cotxes (vehicles/10min)	-
Motos (vehicles/10min)	-
Pesats (vehicles/10min)	-
Observacions	Afectació B-24 sense pas de trens





Alçada del sonòmetre (m):	1,50
Distància a la paret (m):	-
Amplada de la via (m):	-
Amplada de la vorera (m):	-
Tipus de paviment:	terra
Carrils de circulació:	-
Sentits de circulació:	-

Punt 2
Davant B-24 (amb tren)

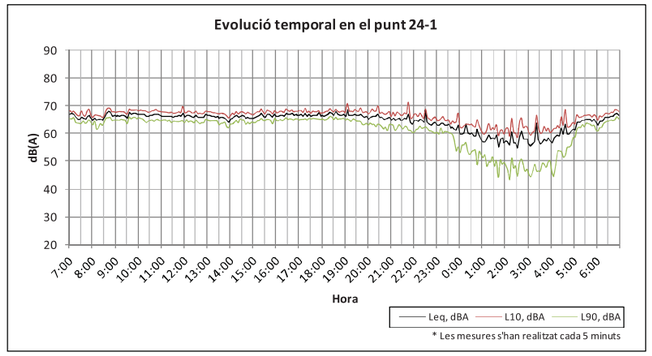
Dia	22/10/14
Hora d'Inici	15:08h
Durada	10 min
L_{eq} dB(A)	**59,2 dBA**
L_{10} dB(A)	60,1 dBA
L_{90} dB(A)	49,2 dBA
Cotxes (vehicles/10min)	-
Motos (vehicles/10min)	-
Pesats (vehicles/10min)	-
Observacions	Afectació B-24 amb pas de trens





Annex II **FITXES DE MESURA DE LLARGA DURADA**

Punt 1
Ronda Santa Eulàlia, 19, 3r 1a





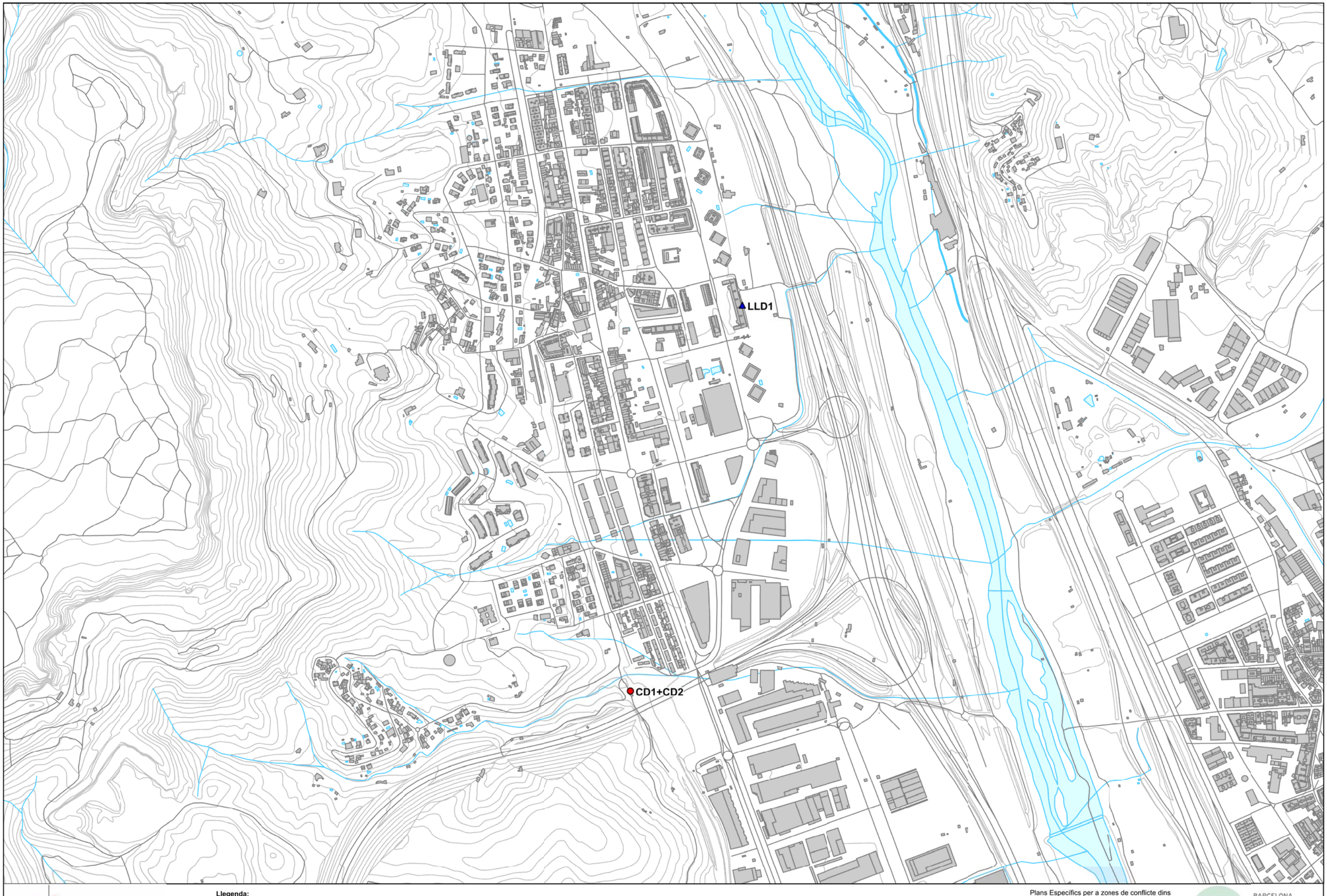
Data: 21/10/2014 – 22/10/2014 **Hora d'inici:** 09:15h
Temps total de mesura: 24h **Hora de finalització:** 09:15h

Observacions: Punt representatiu del soroll de trànsit de l'autovia A-2 i tren.

Alçada del sonòmetre (m):	12
Distància a la paret (m):	1,5
Amplada de la via (m):	-
Amplada de la vorera (m):	-
Tipus de paviment:	Asfalt
Carrils de circulació:	-
Sentits de circulació:	-

L_{den} = 69 dB(A)	$L_{eq\ dia(7\text{-}21h)}$ = 66,3 dB(A)	$L_{eq\ vespre(21\text{-}23h)}$ = 64,9 dB(A)	$L_{eq\ nit(23\text{-}7h)}$ = 61,9 dB(A)

Annex III PLÀNOLS DE CARTOGRAFIA ACÚSTICA



AXIOMA CONSULTORS ACÚSTICS

Llegenda:

- ▲ Llarga Durada (24h)
- ● Curta Durada (10')

70 0 70 140 m 1:7.500

Plans Específics per a zones de conflicte dins dels Municipis de l'Àrea Metropolitana de Barcelona

Punts de mesura del Pla Específic núm. 08

Novembre 2014 - Plànol núm: 1.1

BR BARCELONA REGIONAL AGÈNCIA DESENVOLUPAMENT URBÀ

AXI OMA CONSULTORS ACÚSTICS

Nivells de soroll [dB(A)]:

> 80	60 a 65
75 a 80	55 a 60
70 a 75	50 a 55
65 a 70	

70 0 70 140 m 1:7.000

Plans Específics per a zones de conflicte dins dels Municipis de l'Àrea Metropolitana de Barcelona

Mapa de soroll del Pla Específic núm. 08 - Ldia

Novembre 2014 - Plànol núm: 2.1

BR BARCELONA REGIONAL AGÈNCIA DESENVOLUPAMENT URBÀ

AXIOMA CONSULTORS ACÚSTICS

Nivells de soroll [dB(A)]:

> 80	60 a 65
75 a 80	55 a 60
70 a 75	50 a 55
65 a 70	45 a 50

70 0 70 140 m 1:7.000

Plans Específics per a zones de conflicte dins dels Municipis de l'Àrea Metropolitana de Barcelona

Mapa de soroll del Pla Específic núm. 08 - Lnit

Novembre 2014 - Plànol núm: 2.2

BR BARCELONA REGIONAL AGÈNCIA DESENVOLUPAMENT URBÀ

AXIOMA CONSULTORS ACÚSTICS

Nivells de soroll [dB(A)]:

- > 80
- 75 a 80
- 70 a 75
- 65 a 70
- 60 a 65
- 55 a 60
- 50 a 55

70 0 70 140 m

1:7.000

Plans Específics per a zones de conflicte dins dels Municipis de l'Àrea Metropolitana de Barcelona

Mapa de soroll del Pla Específic núm. 08 - Ldia
Solució Pantalla
Novembre 2014 - Plànol núm: 3.1

BR BARCELONA REGIONAL
AGÈNCIA DESENVOLUPAMENT URBÀ

AXIOMA CONSULTORS ACÚSTICS

Nivells de soroll [dB(A)]:

> 80	60 a 65
75 a 80	55 a 60
70 a 75	50 a 55
65 a 70	45 a 50

70 0 70 140 m

1:7.000

Plans Específics per a zones de conflicte dins dels Municipis de l'Àrea Metropolitana de Barcelona

Mapa de soroll del Pla Específic núm. 08 - Lnit
Solució Pantalla

Novembre 2014 - Plànol núm: 3.2

BR BARCELONA REGIONAL
AGÈNCIA DESENVOLUPAMENT URBÀ

AXIOMA CONSULTORS ACÚSTICS

Nivells de soroll [dB(A)]:

> 80	60 a 65
75 a 80	55 a 60
70 a 75	50 a 55
65 a 70	

70 0 70 140 m

1:7.000

Plans Específics per a zones de conflicte dins dels Municipis de l'Àrea Metropolitana de Barcelona

Mapa de soroll del Pla Específic núm. 08 - Ldia
Solució Pantalla amb Voladís

Novembre 2014 - Plànol núm: 4.1

BR BARCELONA REGIONAL
AGÈNCIA DESENVOLUPAMENT URBÀ

AXIOMA CONSULTORS ACÚSTICS

Nivells de soroll [dB(A)]:

> 80	60 a 65
75 a 80	55 a 60
70 a 75	50 a 55
65 a 70	

70 0 70 140 m

1:7.000

Plans Específics per a zones de conflicte dins dels Municipis de l'Àrea Metropolitana de Barcelona

Mapa de soroll del Pla Específic núm. 08 - Lnit
Solució Pantalla amb Voladís
Novembre 2014 - Plànol núm: 4.2

BR BARCELONA REGIONAL
AGÈNCIA DESENVOLUPAMENT URBÀ

Annex IV BUTLLETINS DE VERIFICACIÓ PERIÒDICA DELS INSTRUMENTS

ENAC INSPECCIÓN Nº OC-I/162

CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN

Número 14/34524407-V

Página 1 de 1

Applus⊕ Metrología

LGAI Technological Center, S.A.
Organismo Autorizado de Verificación Metrológica
Campus UAB
08193 Bellaterra
T +34 93 567 20 50
F +34 93 567 20 01
metrologia@appluscorp.com
www.applus.com

Nº OAVM 02-OV-0005

INSTRUMENTO	SONÓMETRO INTEGRADOR-PROMEDIADOR		
SOLICITANTE	AXIOMA CONSULTORS ACÚSTICS		
DIRECCIÓN	c/ Cartagena, 187 Esc. 2 4t-4 08013 BARCELONA (Barcelona)		
TIPO DE ACTUACIÓN	Verificación periódica conforme a la Orden ITC/2845/2007, disposición transitoria primera		
IDENTIFICACIÓN		Sonómetro	Micrófono
	Marca	BRÜEL & KJAER	BRÜEL & KJAER
	Modelo	2250	4189
	Núm. de serie	2765002	2754963
CARACTERÍSTICAS METROLÓGICAS	Tipo /Clase	1	
	Nivel de referencia	94.0 dB	
	Rango de medida	20.0 - 140.0 dB	
	Resolución	0,1 dB	
PUESTA EN SERVICIO			
FECHAS	Verificación	Válido hasta	
	2014-07-10	2015-07-10	*(si antes no hay una operación de reparación que obligue a superar una verificación después de reparación o modificación)*
RESULTADO VERIFICACIÓN	FAVORABLE		
PRECINTADO	Según ubicación prevista en el certificado de examen de modelo		

SIGNATARIO/S AUTORIZADO/S:

Responsable Técnico	Inspector
GIL DEL RIO JORGE 10/07/2014 10:07:22 Código Seguro de Verificación (CSV): 786853076YBM4	David Jimenez Jimenez 10/07/2014 10:07:32

Este documento ha sido firmado electrónicamente según la Ley 59/2003 e identificado mediante un Código Seguro de Verificación (CSV).
Consulte la validez del documento en el servicio Web de verificación http://metrosign.appluscorp.com

Este certificado se expide cumpliendo los requisitos de la autoridad competente en materia de control metrológico, y de acuerdo con las condiciones de la acreditación concedida por *ENAC*, que ha comprobado las capacidades de medida del laboratorio y su trazabilidad a patrones nacionales.

Este certificado no podrá ser reproducido sin permiso por escrito de Applus.

ENAC INSPECCIÓN Nº OC-I-162

CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN

Número 14/34520422-V

Página 1 de 1

Applus+ Metrología

LGAI Technological Center, S.A.
Organismo Autorizado de Verificación Metrológica
Campus UAB
08193 Bellaterra
T +34 93 567 20 50
F +34 93 567 20 01
metrologia@appluscorp.com
www.applus.com

Nº OAVM 02-OV-0005

INSTRUMENTO	CALIBRADOR ACÚSTICO	
SOLICITANTE	AXIOMA CONSULTORS ACÚSTICS	
DIRECCIÓN	c/ Cartagena, 187 Esc. 2 4t-4 08013 BARCELONA (Barcelona)	
TIPO DE ACTUACIÓN	Verificación periódica conforme a la Orden ITC/2845/2007, disposición transitoria primera	
IDENTIFICACIÓN	Marca	CESVA
	Modelo	CB-5
	Núm. de serie	035126
CARACTERÍSTICAS METROLÓGICAS	Tipo / clase	1
	Nivel/es nominal/es	94.0 / 104.0 dB
	Frecuencia nominal	1000 Hz
FECHAS	Verificación: 2014-06-12	Válido hasta: 2015-06-12 *(si antes no hay una operación de reparación que obligue a superar una verificación después de reparación o modificación)*
RESULTADO VERIFICACIÓN	FAVORABLE	
PRECINTADO	Según ubicación prevista en el certificado de examen de modelo	

SIGNATARIO/S AUTORIZADO/S:

Responsable Técnico

GIL DEL RIO JORGE 12/06/2014 18:28:36
Código Seguro de Verificación (CSV): 3494892054UJH

Inspector

Eva Cortés Espanyol
12/06/2014 14:06:03

Este documento ha sido firmado electrónicamente según la Ley 59/2003 e identificado mediante un Código Seguro de Verificación (CSV).
Consulte la validez del documento en el servicio Web de verificación http://metrosign.appluscorp.com

Este certificado se expide cumpliendo los requisitos de la autoridad competente en materia de control metrológico, y de acuerdo con las condiciones de la acreditación concedida por *ENAC*, que ha comprobado las capacidades de medida del laboratorio y su trazabilidad a patrones nacionales.

Este certificado no podrá ser reproducido sin permiso por escrito de Applus.

ENAC INSPECCIÓN Nº OC-I-162

CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN

Número 13/34536917-V

Página 1 de 1

Applus+ Metrología

LGAI Technological Center, S.A.
Organismo Autorizado de Verificación Metrológica
Campus UAB
08193 Bellaterra
T +34 93 567 20 50
F +34 93 567 20 01
metrologia@appluscorp.com
www.applus.com

Nº OAVM 02-OV-0005

INSTRUMENTO	CALIBRADOR ACÚSTICO	
SOLICITANTE	AXIOMA CONSULTORS ACÚSTICS	
DIRECCIÓN	c/ Cartagena, 187 Esc. 2 4t-4 08013 BARCELONA (Barcelona)	
TIPO DE ACTUACIÓN	Verificación periódica conforme a la Orden ITC/2845/2007, disposición transitoria primera	
IDENTIFICACIÓN	Marca	CESVA
	Modelo	CB-5
	Núm. de serie	041298
CARACTERÍSTICAS METROLÓGICAS	Tipo / clase	1
	Nivel/es nominal/es	94.0 / 104.0 dB
	Frecuencia nominal	1000 Hz
FECHAS	Verificación: 2013-12-09	Válido hasta: 2014-12-09 *(si antes no hay una operación de reparación que obligue a superar una verificación después de reparación o modificación)*
RESULTADO VERIFICACIÓN	FAVORABLE	
PRECINTADO	Según ubicación prevista en el certificado de examen de modelo	

SIGNATARIO/S AUTORIZADO/S:

Responsable Técnico

GIL DEL RIO JORGE 09/12/2013 17:44:34
Código Seguro de Verificación (CSV): 994013951G25V

Inspector

David Jimenez Jimenez
09/12/2013 17:12:08

Este documento ha sido firmado electrónicamente según la Ley 59/2003 e identificado mediante un Código Seguro de Verificación (CSV).
Consulte la validez del documento en el servicio Web de verificación http://metrosign.appluscorp.com

Este certificado se expide cumpliendo los requisitos de la autoridad competente en materia de control metrológico, y de acuerdo con las condiciones de la acreditación concedida por *ENAC*, que ha comprobado las capacidades de medida del laboratorio y su trazabilidad a patrones nacionales.

Este certificado no podrá ser reproducido sin permiso por escrito de Applus.

ENAC INSPECCIÓN Nº OC-I/162

CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN

Número 14/34520423-V

Página 1 de 1

Applus Metrología

LGAI Technological Center, S.A.
Organismo Autorizado de Verificación Metrológica
Campus UAB
08193 Bellaterra
T +34 93 567 20 50
F +34 93 567 20 01
metrologia@appluscorp.com
www.applus.com

Nº OAVM 02-OV-0005

INSTRUMENTO	SONÓMETRO INTEGRADOR-PROMEDIADOR		
SOLICITANTE	AXIOMA CONSULTORS ACÚSTICS		
DIRECCIÓN	c/ Cartagena, 187 Esc. 2 4t-4 08013 BARCELONA (Barcelona)		
TIPO DE ACTUACIÓN	Verificación periódica conforme a la Orden ITC/2845/2007, disposición transitoria primera		
IDENTIFICACIÓN		Sonómetro	Micrófono
	Marca	CESVA	CESVA
	Modelo	SC-310	C-130
	Núm. de serie	T224286	8546
CARACTERÍSTICAS METROLÓGICAS	Tipo /Clase	1	
	Nivel de referencia	94.0 dB	
	Rango de medida	24.0 - 137.0 dB	
	Resolución	0,1 dB	
PUESTA EN SERVICIO			
FECHAS	Verificación	Válido hasta	
	2014-06-12	2015-06-12	*(si antes no hay una operación de reparación que obligue a superar una verificación después de reparación o modificación)*
RESULTADO VERIFICACIÓN	FAVORABLE		
PRECINTADO	Según ubicación prevista en el certificado de examen de modelo		

SIGNATARIO/S AUTORIZADO/S:

Responsable Técnico	Inspector
GIL DEL RIO JORGE 12/06/2014 18:28:37	Eva Cortés Espanyol
Código Seguro de Verificación (CSV): 7109541325EUH	12/06/2014 14:06:55

Este documento ha sido firmado electrónicamente según la Ley 59/2003 e identificado mediante un Código Seguro de Verificación (CSV).
Consulte la validez del documento en el servicio Web de verificación http://metrosign.appluscorp.com

Este certificado se expide cumpliendo los requisitos de la autoridad competente en materia de control metrológico, y de acuerdo con las condiciones de la acreditación concedida por *ENAC*, que ha comprobado las capacidades de medida del laboratorio y su trazabilidad a patrones nacionales.

Este certificado no podrá ser reproducido sin permiso por escrito de Applus.

ENAC INSPECCIÓN Nº OC-I/162

CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN

Número 14/34527742-V

Página 1 de 1

Applus Metrología

LGAI Technological Center, S.A.
Organismo Autorizado de Verificación Metrológica
Campus UAB
08193 Bellaterra
T +34 93 567 20 50
F +34 93 567 20 01
metrologia@appluscorp.com
www.applus.com

Nº OAVM 02-OV-0005

INSTRUMENTO	SONÓMETRO INTEGRADOR-PROMEDIADOR		
SOLICITANTE	AXIOMA CONSULTORS ACÚSTICS		
DIRECCIÓN	c/ Cartagena, 187 Esc. 2 4t-4 08013 BARCELONA (Barcelona)		
TIPO DE ACTUACIÓN	Verificación periódica conforme a la Orden ITC/2845/2007, disposición transitoria primera		
IDENTIFICACIÓN		Sonómetro	Micrófono
	Marca	CESVA	CESVA
	Modelo	SC-310	C-130
	Núm. de serie	T224583	8724
CARACTERÍSTICAS METROLÓGICAS	Tipo /Clase	1	
	Nivel de referencia	94.0 dB	
	Rango de medida	24.0 - 137.0 dB	
	Resolución	0,1 dB	
PUESTA EN SERVICIO			
FECHAS	Verificación	Válido hasta	
	2014-07-31	2015-07-31	*(si antes no hay una operación de reparación que obligue a superar una verificación después de reparación o modificación)*
RESULTADO VERIFICACIÓN	FAVORABLE		
PRECINTADO	Según ubicación prevista en el certificado de examen de modelo		

SIGNATARIO/S AUTORIZADO/S:

Responsable Técnico	Inspector
SERRANO CAVIA ESTHER 31/07/2014 14:49:11	David Jimenez Jimenez
Código Seguro de Verificación (CSV): 487935668X37A	31/07/2014 13:07:57

Este documento ha sido firmado electrónicamente según la Ley 59/2003 e identificado mediante un Código Seguro de Verificación (CSV).
Consulte la validez del documento en el servicio Web de verificación http://metrosign.appluscorp.com

Este certificado se expide cumpliendo los requisitos de la autoridad competente en materia de control metrológico, y de acuerdo con las condiciones de la acreditación concedida por *ENAC*, que ha comprobado las capacidades de medida del laboratorio y su trazabilidad a patrones nacionales.

Este certificado no podrá ser reproducido sin permiso por escrito de Applus.

Anejo 04. Plan de Control de Calidad

Proyecto Constructivo. Instalación de pantallas acústicas en la autovía A2 en el tramo de Pallejà. Fase 2

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETO 1

2 ÁMBITO DE APLICACIÓN 1

3 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS 1

4 MATERIALES IMPORTANTES A CONTROLAR 1

5 UNIDADES MÁS IMPORTANTES RESPECTO AL CONTROL DE CALIDAD 2

6 PLAN DE CONTROL DE CALIDAD 2

6.1 PLAN DE ENSAYOS 2

6.2 PRESUPUESTO DEL PLAN DE CONTROL 2

APÉNDICE 1. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD 3

LISTADOS DEL PLAN DE CONTROL DE CALIDAD 5

LISTADOS DEL RESUMEN DEL PLAN DE CONTROL DE CALIDAD 7

LISTADOS DE PRESUPUESTO DEL PLAN DE CONTROL DE CALIDAD 9

LISTADOS DEL RESUMEN DE PRESUPUESTO DEL PLAN DE CONTROL DE CALIDAD 11

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETO

El presente anejo de Plan Control de Calidad (PCC) tiene como objeto organizar y valorar los ensayos a realizar por las diferentes unidades de obra y materiales utilizados en las obras.

Para la realización del presente plan de control se ha utilizado el banco de calidad vigente del ITEC, y la lista de precios utilizada es la de referencia de Ingeniería Civil 2026.

2 ÁMBITO DE APLICACIÓN

El presente Plan de Control de Calidad se aplicará a todas las obras necesarias para la construcción del "Proyecto Constructivo. Instalación de pantallas acústicas en la autovía A2 en el tramo de Pallejà. Fase 2".

3 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

El objeto del presente proyecto constructivo es la definición y valoración de la segunda fase de las obras de construcción para la instalación de pantallas acústicas en la A-2 a la altura de Pallejà, en el lado Pallejà, con una longitud de 480 m, así como de la renaturalización del talud situado tras todo el tramo de pantallas, tanto las ejecutadas en la fase 1 como las previstas en el presente proyecto.

La solución adoptada es un apantallamiento acústico tradicional de 3,50 metros de altura, con separación de soportes cada 4,00, cimentados en zapatas aisladas de hormigón armado (en el caso de soportes sobre pasos inferiores, anclados mediante placas de anclaje y pernos).

La pantalla acústica, se ha escogido de hormigón, que da carácter de robustez, economía y prácticamente nulo mantenimiento. Ésta se encuentra conformada por una parte de hormigón armado (lado talud), que otorga la estabilidad estructural y otra parte, la fonoabsorbente (lado A-2) de hormigón poroso.

El apantallamiento acústico a realizar en esta segunda fase es de 840 metros de longitud.

Por otro lado, el trazado de las pantallas acústicas se ha proyectado de forma que afecte en la menor medida de lo posible al tráfico de la A-2 (los trabajos se efectúan ocupando arcén), manteniendo los báculos existentes, y aprovechando el espacio disponible hasta línea de talud.

Para reducir el importante impacto visual que ocasionará la implantación de las pantallas acústicas el proyecto prevé dos actuaciones de minimización:

- Sobre el talud, entre la autovía y la canal de drenaje en el lado de Pallejà. Esta actuación de renaturalización se plantea para incrementar los servicios ecosistémicos de la zona y establecer árboles jóvenes que generaran una pantalla vegetal que en el futuro ocultará la segunda fase de colocación de pantallas acústicas.

- Sobre la misma pantalla acústica, en el lado autovía A-2. Esta actuación consiste en la plantación de plantas enredaderas para ocultar las pantallas y su red de riego correspondiente.

La vegetación existente se mantendrá en la medida de lo posible. Únicamente aquellos arboles situados demasiado cercanos del trazado del muro acústico (1.5m aprox.) deberán, ser podados o en su caso eliminados, ya que los pinos no admiten el trasplante. Se procederá a un desbroce general de terreno con desbrozadora manual.

4 MATERIALES IMPORTANTES A CONTROLAR

Se deberá identificar la lista de materiales más importantes que estén en la obra, sin que sea una lista exhaustiva de todos los materiales, y definir el tipo de control que se tendrá que hacer sobre ellos.

Debido a que será una lista de los materiales más importantes, para todos ellos debe existir un fichero de control de recepción, entendiendo como tal la lista de inspecciones visuales y/o pruebas sencillas que se realizarán en la recepción, antes de la aceptación.

Breve descripción de los tipos de control y criterios para indicarlos:

- Certificado: Se señalarán aquellos materiales que deban disponerse del certificado de calidad del producto en el momento del suministro, siendo imprescindible al iniciar su colocación en la obra. Se hace referencia al certificado del proveedor que garantiza la calidad del producto entregado, refiriéndose al lote de fabricación de su fabricante, relacionando las pruebas y comprobaciones realizadas. No se refiere al certificado de calidad de la empresa fabricante, la ficha técnica o la declaración de la empresa en cumplimiento de la normativa.

- Ensayos: Se señalarán los materiales que por normativa o criterio particular del proyector deban ser probados por un laboratorio acreditado. Será necesario garantizar la coherencia con el plan de ensayo presentado.

- Muestra aceptada por el DF: Se señalarán aquellas para las que se considere importante que el DF revise la muestra antes de ser sometida a las pruebas de control, con el fin de asegurar su representatividad.

- Trazabilidad: Se señalará cuando sea necesario registrar la ubicación in situ de cada suministro de material.

5 UNIDADES MÁS IMPORTANTES RESPECTO AL CONTROL DE CALIDAD

Las unidades de obra más importantes respecto el control de calidad son:

Ejecución:

- Control de ejecución del relleno y apisonado de zanjas.
- Control de ejecución del hormigón
- Control de ejecución de los pilotes
- Control de ejecución de acero estructural.
- Control de ejecución del microaglomerado
- Control de ejecución de la red de riego

Materiales:

- Características materiales relleno de zanjas.
- Características materiales acero estructural.
- Características hormigón de zanjas/pozos
- Características hormigón estructuras
- Características del tratamiento superficial de microaglomerado
- Características soportes para señalización
- Características de la tierra vegetal

6 PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

6.1 PLAN DE ENSAYOS

El presente plan de control de calidad se ha llevado a cabo en base a la relación de las partidas de obra y mediciones del presente proyecto. El banco de precios utilizado corresponde al Banco de Criterios vigente del ITEC, Ingeniería Civil de 2026, del que se han obtenido los precios de los ensayos.

6.2 PRESUPUESTO DEL PLAN DE CONTROL

El presupuesto del Plan de Control de Calidad para el presente proyecto, PEC sin IVA, se ha estimado en 7.085,29 € (Siete mil ochenta y cinco euros con veintinueve céntimos), lo que supone un porcentaje del 0,82% del presupuesto de ejecución por contrato PEC sin IVA de las obras (864.141,87 €), a asumir por parte del Contratista.

APÉNDICE 1. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

LISTADOS DEL PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

Operaciones de Control

Obra 01 PANTALLAS-ACUSTICAS-FASE 2
Capítol 02 CIMENTACIONES
Título 3 01 CIMENTACIONES

G3E5N001 Perforación y hormigonado de pilotes barrenados sin entubación en terreno blando, de 65 cm con hormigón para armar HA - 25 / F / 20 / xC2 con una cantidad de cemento de 275 kg/m3 i relación agua cemento =< 0.6 (P - 56) 316,400 m

Tipo de Control: Control de recepción

Código Ensayo	Descripción	Resultado	Precio	Importe	Único	Nº Ensayos por Lote	Frecuencia Lote	Unidad Frecuencia	Relación de Unidades	Tipo de Cálculo
J060770A	Muestreo, realización de cono de Abrams, elaboración de las probetas, curado, refrentamiento y ensayo a compresión de una serie de cinco probetas cilíndricas de 15x30 cm, según la norma UNE-EN 12350-1, UNE-EN 12350-2, UNE-EN 12390-1, UNE-EN 12390-2 i UNE-EN 12390-3	9,00	129,98	1.169,82		3	50,000	M3	0,3500	Tramo

Tipo de Control: Control de obra acabada

Código Ensayo	Descripción	Resultado	Precio	Importe	Único	Nº Ensayos por Lote	Frecuencia Lote	Unidad Frecuencia	Relación de Unidades	Tipo de Cálculo
J3V11A01	Comprobación de la integridad estructural mediante ensayos sónicos de pilotes y módulos de pantalla, con martillo de mano, según la norma ASTM D 5882	35,00	47,41	1.659,35		5	20,000	U	0,4200	Tramo

G3EB3100 Armadura para pilotes AP500 S con barras de diámetro com a màxim 16 mm, de acero en barras corrugadas B500S de límite elástico >= 500 N/mm2 (P - 57) 4.802,590 kg

Tipo de Control: Control de recepción

Código Ensayo	Descripción	Resultado	Precio	Importe	Único	Nº Ensayos por Lote	Frecuencia Lote	Unidad Frecuencia	Relación de Unidades	Tipo de Cálculo
J0B21103	Determinación de las características geométricas de una probeta de acero para armar hormigones, según la norma UNE-EN ISO 15630-1	1,00	97,67	97,67		1	40.000,000	KG	1,0000	Global

PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

Operaciones de Control

J0B25101	Determinación del límite elástico para una deformación remanente del 0.2%, resistencia a la tracción, alargamiento y estricción de una probeta de acero para armar hormigones, según la norma UNE-EN ISO 15630-1	1,00	75,12	75,12	1	40.000,000	KG	1,0000	Global
J0B28103	Ensayo de doblado-desdoblado de una probeta de acero para armar hormigones, según la norma UNE-EN ISO 15630-1	1,00	21,32	21,32	1	40.000,000	KG	1,0000	Global
J0B2G103	Determinación de la área de la sección recta transversal equivalente de una probeta de acero para armar hormigones, según la norma UNE 36068	1,00	33,59	33,59	1	40.000,000	KG	1,0000	Global
Total	**CIMENTACIONES 01.02.01**			**3.056,87**					

Obra 01 PANTALLAS-ACUSTICAS-FASE 2
Capítol 03 PANTALLAS ACÚSTICAS
Título 3 01 PANTALLAS ACÚSTICAS

G442502C Acero S275JR según UNE-EN 10025-2, para elementos de anclaje formados por pieza simple, en perfiles laminados en caliente serie L, LD, T, redondo, cuadrado, rectangular y plancha, trabajado en taller y con una capa de imprimación antioxidante, colocado en obra con tornillos (P - 61) 7.362,201 kg

Tipo de Control: Control de recepción

Código Ensayo	Descripción	Resultado	Precio	Importe	Único	Nº Ensayos por Lote	Frecuencia Lote	Unidad Frecuencia	Relación de Unidades	Tipo de Cálculo
J0B16601	Determinación del límite elástico aparente superior, resistencia a la tracción, alargamiento y estricción de una probeta de acero laminado, según la norma UNE-EN ISO 6892-1	0,00	169,54	0,00	Si	1	0,000		1,0000	Global

Tipo de Control: Control de ejecución

Código Ensayo	Descripción	Resultado	Precio	Importe	Único	Nº Ensayos por Lote	Frecuencia Lote	Unidad Frecuencia	Relación de Unidades	Tipo de Cálculo
J441FF0N	Medida del desplome y de la flecha de elementos verticales y bigas de acero según el artículo 19-2 de la Instrucción EAE 2011	4,00	19,85	79,40		1	2.000,000	KG	1,0000	Tramo

G441511D Acero S275JR según UNE-EN 10025-2, para pilares formados por pieza simple, en perfiles laminados en caliente serie IPN, IPE, HEB, HEA, HEM y UPN, trabajado en taller y con una capa de imprimación antioxidante, colocado en obra con soldadura y tornillos (P - 60) 22.579,200 kg

Tipo de Control: Control de recepción

Código Ensayo	Descripción	Resultado	Precio	Importe	Único	Nº Ensayos por Lote	Frecuencia Lote	Unidad Frecuencia	Relación de Unidades	Tipo de Cálculo
J0B16601	Determinación del límite elástico aparente superior, resistencia a la tracción, alargamiento y estricción de una probeta de acero laminado, según la norma UNE-EN ISO 6892-1	1,00	169,54	169,54	Si	1	0,000		1,0000	Global

PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

Operaciones de Control

Tipo de Control: Control de ejecución

Código Ensayo	Descripción	Resultado	Precio	Importe	Único	Nº Ensayos por Lote	Frecuencia Lote	Unidad Frecuencia	Relación de Unidades	Tipo de Cálculo
J441FF0N	Medida del desplome y de la flecha de elementos verticales y bigas de acero según el artículo 19-2 de la Instrucción EAE 2011	12,00	19,85	238,20		1	2.000,000	KG	1,0000	Tramo

P45G0-MEI2 Hormigonado de dado de apoyo con hormigón para armar HA - 25 / B / 20 / xC2 con una cantidad de cemento de 275 kg/m3 i relación agua cemento =< 0.6 y vertido manualmente (P - 100) 8,400 m3

Tipo de Control: Control de recepción

Código Ensayo	Descripción	Resultado	Precio	Importe	Único	Nº Ensayos por Lote	Frecuencia Lote	Unidad Frecuencia	Relación de Unidades	Tipo de Cálculo
J060770A	Muestreo, realización de cono de Abrams, elaboración de las probetas, curado, refrentamiento y ensayo a compresión de una serie de cinco probetas cilíndricas de 15x30 cm, según la norma UNE-EN 12350-1, UNE-EN 12350-2, UNE-EN 12390-1, UNE-EN 12390-2 i UNE-EN 12390-3	3,00	129,98	389,94		3	100,000	M3	1,0000	Tramo

P4BC-43MU Armadura para muro AP500 S de acero en barras corrugadas B500S de límite elástico >= 500 N/mm2 (P - 101) 504,000 kg

Tipo de Control: Control de recepción

Código Ensayo	Descripción	Resultado	Precio	Importe	Único	Nº Ensayos por Lote	Frecuencia Lote	Unidad Frecuencia	Relación de Unidades	Tipo de Cálculo
J0B21103	Determinación de las características geométricas de una probeta de acero para armar hormigones, según la norma UNE-EN ISO 15630-1	0,00	97,67	0,00		1	40.000,000	KG	1,0000	Global
J0B25101	Determinación del límite elástico para una deformación remanente del 0.2%, resistencia a la tracción, alargamiento y estricción de una probeta de acero para armar hormigones, según la norma UNE-EN ISO 15630-1	0,00	75,12	0,00		1	40.000,000	KG	1,0000	Global
J0B28103	Ensayo de doblado-desdoblado de una probeta de acero para armar hormigones, según la norma UNE-EN ISO 15630-1	0,00	21,32	0,00		1	40.000,000	KG	1,0000	Global

PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

Operaciones de Control

J0B2G103	Determinación de la área de la sección recta transversal equivalente de una probeta de acero para armar hormigones, según la norma UNE 36068	0,00	33,59	0,00	1	40.000,000	KG	1,0000	Global
Total	**PANTALLAS ACÚSTICAS 01.03.01**			**877,08**					

Obra 01 PANTALLAS-ACUSTICAS-FASE 2
Capítol 05 SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS
Título 3 03 BALIZAMIENTO Y DEFENSAS

G936N001 Base de hormigón HM-20/B/20/XC2, de consistencia blanda y tamaño máximo del árido 20 mm, vertido desde camión con extendido y vibrado manual, con acabado maestreado, incluyendo posibles adiciones para el curado y juntas de trabajo y dilatación (P - 64) 60,120 m3

Tipo de Control: Control de recepción

Código Ensayo	Descripción	Resultado	Precio	Importe	Único	Nº Ensayos por Lote	Frecuencia Lote	Unidad Frecuencia	Relación de Unidades	Tipo de Cálculo
J060770A	Muestreo, realización de cono de Abrams, elaboración de las probetas, curado, refrentamiento y ensayo a compresión de una serie de cinco probetas cilíndricas de 15x30 cm, según la norma UNE-EN 12350-1, UNE-EN 12350-2, UNE-EN 12390-1, UNE-EN 12390-2 i UNE-EN 12390-3	3,00	129,98	389,94		3	100,000	M3	1,0000	Tramo
Total	**BALIZAMIENTO Y DEFENSAS 01.05.03**			**389,94**						

Obra 01 PANTALLAS-ACUSTICAS-FASE 2
Capítol 06 FIRMES Y PAVIMENTOS
Título 3 01 FIRMES Y PAVIMENTOS

P9K3-CUOO Tratamiento superficial de mezcla bituminosa en caliente, fabricada a temperatura normal con árido granítico, de grandaria máxima de 11 mm (capa ultrafina), con granulado para rodadura, betún asfáltico de penetración modificado con polímeros PMB 45/80-65 (BM-3c), con riego de adherencia incluido, sin colorante, para restitución de las características superficiales de los firmes envejecidos (P - 103) 2.140,000 m2

Tipo de Control: Control de ejecución

Código Ensayo	Descripción	Resultado	Precio	Importe	Único	Nº Ensayos por Lote	Frecuencia Lote	Unidad Frecuencia	Relación de Unidades	Tipo de Cálculo
J9H1J10M	Determinación de la dotación de ligante residual por el método de bandeja, de una muestra de mezcla bituminosa, según la norma NLT 353	7,00	71,46	500,22		1	1,000	HM	0,0030	Tramo

Tipo de Control: Control de obra acabada

Código Ensayo	Descripción	Resultado	Precio	Importe	Único	Nº Ensayos por Lote	Frecuencia Lote	Unidad Frecuencia	Relación de Unidades	Tipo de Cálculo
J9V11101	Determinación de la resistencia al deslizamiento de un pavimento mediante un péndulo, según la norma NLT 175, para un número mínimo de determinaciones conjuntas igual a 10	7,00	31,99	223,93		1	1,000	HM	0,0030	Tramo

PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

Total	FIRMES Y PAVIMENTOS 01.06.01	724,15

Obra 01 PANTALLAS-ACUSTICAS-FASE 2
Capítol 08 RED DE RIEGO
Título 3 02 TUBERÍAS Y EQUIPOS

FFB29455 Tubo de polietileno de designación PE 40, de 63 mm de diámetro nominal, de 10 bar de presión nominal, serie SDR 7,4, UNE-EN 12201-2, conectado a presión, con grado de dificultad medio, utilizando accesorios de plástico, y colocado en el fondo de la zanja (P - 21) 228,621 m

Tipo de Control: Control de obra acabada

Código Ensayo	Descripción	Resultado	Precio	Importe	Único	Nº Ensayos por Lote	Frecuencia Lote	Unidad Frecuencia	Relación de Unidades	Tipo de Cálculo
JFV2R4E1	Jornada de inspección para pruebas de estanqueidad y presión en tramos de red de tuberías	0,00	0,00	0,00	Si	1	0,000		1,0000	Global

FFB28455 Tubo de polietileno de designación PE 40, de 50 mm de diámetro nominal, de 10 bar de presión nominal, serie SDR 7,4, UNE-EN 12201-2, conectado a presión, con grado de dificultad medio, utilizando accesorios de plástico, y colocado en el fondo de la zanja (P - 20) 863,200 m

Tipo de Control: Control de obra acabada

Código Ensayo	Descripción	Resultado	Precio	Importe	Único	Nº Ensayos por Lote	Frecuencia Lote	Unidad Frecuencia	Relación de Unidades	Tipo de Cálculo
JFV2R4E1	Jornada de inspección para pruebas de estanqueidad y presión en tramos de red de tuberías	0,00	0,00	0,00	Si	1	0,000		1,0000	Global

FFB27455 Tubo de polietileno de designación PE 40, de 40 mm de diámetro nominal, de 10 bar de presión nominal, serie SDR 7,4, UNE-EN 12201-2, conectado a presión, con grado de dificultad medio, utilizando accesorios de plástico, y colocado en el fondo de la zanja (P - 19) 967,280 m

Tipo de Control: Control de obra acabada

Código Ensayo	Descripción	Resultado	Precio	Importe	Único	Nº Ensayos por Lote	Frecuencia Lote	Unidad Frecuencia	Relación de Unidades	Tipo de Cálculo
JFV2R4E1	Jornada de inspección para pruebas de estanqueidad y presión en tramos de red de tuberías	0,00	0,00	0,00	Si	1	0,000		1,0000	Global

PJS5-HYGF Boca de riego con cuerpo de fundición, rosca de entrada de 1"1/2 y racor de conexión tipo Barcelona de 45 mm de diámetro, arqueta y tapa de fundición, válvula de cierre con junta EPDM y con pequeño material metálico para conexión con la tubería, instalada (P - 104) 21,000 u

PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

Tipo de Control: Control de obra acabada

Código Ensayo	Descripción	Resultado	Precio	Importe	Único	Nº Ensayos por Lote	Frecuencia Lote	Unidad Frecuencia	Relación de Unidades	Tipo de Cálculo
JFV2R4E1	Jornada de inspección para pruebas de estanqueidad y presión en tramos de red de tuberías	0,00	0,00	0,00	Si	1	0,000		1,0000	Global

FJS5N001 Tubería para riego por goteo de 17 mm de diámetro, con goteros autocompensados integrados cada 40 cm, instalada superficialmente, fijada con piquetas metálicas colocadas cada 5 m, incluye pp de connexiones (P - 27) 2.012,000 m

Tipo de Control: Control de obra acabada

Código Ensayo	Descripción	Resultado	Precio	Importe	Único	Nº Ensayos por Lote	Frecuencia Lote	Unidad Frecuencia	Relación de Unidades	Tipo de Cálculo
JFV2R4E1	Jornada de inspección para pruebas de estanqueidad y presión en tramos de red de tuberías	1,00	0,00	0,00	Si	1	0,000		1,0000	Global

FJS51712 Tuberia de tubo para riego por goteo de 17 mm de diámetro, ciego, con mecanismo antisucción, instalada enterrada 10 cm, con la apertura y cierre de la zanja incluídos (P - 25) 400,000 m

Tipo de Control: Control de obra acabada

Código Ensayo	Descripción	Resultado	Precio	Importe	Único	Nº Ensayos por Lote	Frecuencia Lote	Unidad Frecuencia	Relación de Unidades	Tipo de Cálculo
JFV2R4E1	Jornada de inspección para pruebas de estanqueidad y presión en tramos de red de tuberías	0,00	0,00	0,00	Si	1	0,000		1,0000	Global

FJS5A722 Anilla para riego por goteo formada por 1 volta de tubo de 17 mm de diámetro, ciego, con marcaje identificador de agua no potable, con un diámetro del anillo de 80 cm, con el tubo introducido en un tubo corrugado perforado de 50 mm de diámetro, enterrada 10 cm, con la apertura y cierre de la zanja incluídos (P - 26) 80,000 u

Tipo de Control: Control de obra acabada

Código Ensayo	Descripción	Resultado	Precio	Importe	Único	Nº Ensayos por Lote	Frecuencia Lote	Unidad Frecuencia	Relación de Unidades	Tipo de Cálculo
JFV2R4E1	Jornada de inspección para pruebas de estanqueidad y presión en tramos de red de tuberías	0,00	0,00	0,00	Si	1	0,000		1,0000	Global

Total	TUBERÍAS Y EQUIPOS 01.08.02	0,00

Obra 01 PANTALLAS-ACUSTICAS-FASE 2
Capítol 09 RESTAURACIÓN AMBIENTAL Y ACABADOS
Título 3 01 REVEGETACIÓN PANTALLAS

FR3P2211 Tierra vegetal de jardinería de categoría media, con una conductividad eléctrica menor d'1,2 dS/m, según NTJ 07A, suministrada a granel y extendida con retroexcavadora mediana (P - 38) 102,720 m3

PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

Tipo de Control: Control de recepción

Código Ensayo	Descripción	Resultado	Precio	Importe	Único	Nº Ensayos por Lote	Frecuencia Lote	Unidad Frecuencia	Relación de Unidades	Tipo de Cálculo
JR31S404	Análisis estándar de tierra vegetal (determinación del rango de texturas por el método granulométrico por sedimentación discontinua, análisis del PH (en H2O 1:2,5), análisis del contenido en sodio (ppm) por el método de fotometría de llama, análisis de la conductividad eléctrica (prueba previa de salinidad), análisis del carbonato cálcico equivalente y análisis del contenido de nutrientes (P, K, Mg, Calcio, N orgánico y amoniacal) por los métodos químicos. 4, 15, 16(b), 8; según MOA III)	1,00	144,58	144,58		1	10.000,000	M3	1,0000	Estadístico

Total	REVEGETACIÓN PANTALLAS 01.09.01	144,58

Obra 01 PANTALLAS-ACUSTICAS-FASE 2
Capítol 09 RESTAURACIÓN AMBIENTAL Y ACABADOS
Título 3 02 RESTAURACIÓN TALUD

GR7217K0 Hidrosiembra de mezcla de semillas para césped tipo rústica de bajo mantenimiento de leguminosas con gramíneas, según NTJ 07N, con una dosificación de 30 g/m2, agua, mulch de fibra vegetal a base de paja picada y fibra corta de celulosa (200g/m2), abono organo-mineral, de liberación lenta, bioactivador microbiano y estabilizador sintético de base acrílica, en una superficie de 500 a 2000 m2 (P - 95) 2.310,390 m2

Tipo de Control: Control de recepción

Código Ensayo	Descripción	Resultado	Precio	Importe	Único	Nº Ensayos por Lote	Frecuencia Lote	Unidad Frecuencia	Relación de Unidades	Tipo de Cálculo
JR467200	Análisis de pureza específica con información de la composición	1,00	174,60	174,60	Si	1	0,000		1,0000	Estadístico
JR468200	Porcentaje de germinación por especie	1,00	174,55	174,55	Si	1	0,000		1,0000	Estadístico
JR471150	Medición y análisis del contenido de semillas, agua, abono, mulch y otros componentes de la hidrosiembra, especies herbáceas y especies arbustivas, mediante el peso de la materia seca (a 105º C) de una muestra de la mezcla antes de la aplicación	1,00	637,28	637,28	Si	1	0,000		1,0000	Estadístico

PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

Tipo de Control: Control de obra acabada

Código Ensayo	Descripción	Resultado	Precio	Importe	Único	Nº Ensayos por Lote	Frecuencia Lote	Unidad Frecuencia	Relación de Unidades	Tipo de Cálculo
JR473170	Determinación del contenido de semillas, mulch y fertilizante un vez ejecutada la hidrosiembra, mediante el peso de la materia seca (a 105º C)	2,00	453,12	906,24		2	10.000,000	M2	1,0000	Tramo

Total	RESTAURACIÓN TALUD 01.09.02	1.892,67

LISTADOS DEL RESUMEN DEL PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

RESUMEN DEL PLAN DE CONTROL

Planificación

Tramo	Camino Ordinal	Descripción	Importe Obra	Importe PCQ	%
NIVEL 4: Titol 4					
Titol 4	01.10.02.01	TRABAJOS PREVIOS	16.587,67	0,00	0,00
Titol 4	01.10.02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS	19.336,00	0,00	0,00
Titol 4	01.10.02.03	CIMENTACIONES	4.624,64	0,00	0,00
Titol 4	01.10.02.04	RED DE RIEGO	9.755,57	0,00	0,00
Título 3	**01.10.02**	**GESTIÓN EXTERNA**	**50.303,88**	**0,00**	**0,00**
			50.303,88	**0,00**	**0,00**
NIVEL 3: Título 3					
Título 3	01.01.01	DEMOLICIONES	17.051,84	0,00	0,00
Título 3	01.01.02	MOVIMIENTOS DE TIERRAS	3.811,40	0,00	0,00
Capítol	**01.01**	**TRABAJOS PREVIOS Y MOVIMIENTO DE TIERRAS**	**20.863,24**	**0,00**	**0,00**
Título 3	01.02.01	CIMENTACIONES	54.228,20	3.056,87	5,64
Capítol	**01.02**	**CIMENTACIONES**	**54.228,20**	**3.056,87**	**5,64**
Título 3	01.03.01	PANTALLAS ACÚSTICAS	341.006,96	877,08	0,26
Capítol	**01.03**	**PANTALLAS ACÚSTICAS**	**341.006,96**	**877,08**	**0,26**
Título 3	01.04.01	DRENAJE	3.194,02	0,00	0,00
Capítol	**01.04**	**DRENAJE**	**3.194,02**	**0,00**	**0,00**
Título 3	01.05.01	SEÑALIZACIÓN VERTICAL	5.748,58	0,00	0,00
Título 3	01.05.02	SEÑALIZACION HORIZONTAL	1.090,99	0,00	0,00
Título 3	01.05.03	BALIZAMIENTO Y DEFENSAS	130.716,91	389,94	0,30
Capítol	**01.05**	**SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS**	**137.556,48**	**389,94**	**0,28**
Título 3	01.06.01	FIRMES Y PAVIMENTOS	43.597,79	724,15	1,66
Capítol	**01.06**	**FIRMES Y PAVIMENTOS**	**43.597,79**	**724,15**	**1,66**
Título 3	01.07.01	SEÑAL.PROVISIONAL OBRAS	23.800,00	0,00	0,00
Capítol	**01.07**	**SEÑALIZ.PROVISIONAL OBRAS**	**23.800,00**	**0,00**	**0,00**
Título 3	01.08.01	OBRA CIVIL	12.187,08	0,00	0,00
Título 3	01.08.02	TUBERÍAS Y EQUIPOS	50.595,68	0,00	0,00
Capítol	**01.08**	**RED DE RIEGO**	**62.782,76**	**0,00**	**0,00**
Título 3	01.09.01	REVEGETACIÓN PANTALLAS	28.720,33	144,58	0,50
Título 3	01.09.02	RESTAURACIÓN TALUD	60.858,92	1.892,67	3,11
Título 3	01.09.03	ELIMINACIÓN DE CAÑA	11.654,69	0,00	0,00
Título 3	01.09.04	MANTENIMIENTO	15.271,00	0,00	0,00
Capítol	**01.09**	**RESTAURACIÓN AMBIENTAL Y ACABADOS**	**116.504,94**	**2.037,25**	**1,75**
Título 3	01.10.01	GESTIÓN INTERNA	689,31	0,00	0,00
Título 3	01.10.02	GESTIÓN EXTERNA	50.303,88	0,00	0,00
Capítol	**01.10**	**GESTIÓN DE RESIDUOS**	**50.993,19**	**0,00**	**0,00**
Título 3	01.11.01	SEGURIDAD Y SALUD	9.614,28	0,00	0,00
Capítol	**01.11**	**SEGURIDAD Y SALUD**	**9.614,28**	**0,00**	**0,00**
			864.141,87	**7.085,29**	**0,82**
NIVEL 2: Capítol					
Capítol	01.01	TRABAJOS PREVIOS Y MOVIMIENTO DE TIERRAS	20.863,24	0,00	0,00
Capítol	01.02	CIMENTACIONES	54.228,20	3.056,87	5,64
Capítol	01.03	PANTALLAS ACÚSTICAS	341.006,96	877,08	0,26
Capítol	01.04	DRENAJE	3.194,02	0,00	0,00
Capítol	01.05	SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS	137.556,48	389,94	0,28
Capítol	01.06	FIRMES Y PAVIMENTOS	43.597,79	724,15	1,66
Capítol	01.07	SEÑALIZ.PROVISIONAL OBRAS	23.800,00	0,00	0,00
Capítol	01.08	RED DE RIEGO	62.782,76	0,00	0,00

Proyecto Constructivo.
Instalación de pantallas acústicas en la autovía A2
en el tramo de Pallejà. Fase 2

RESUMEN DEL PLAN DE CONTROL

Planificación

Tramo	Camino Ordinal	Descripción	Importe Obra	Importe PCQ	%
Capítol	01.09	RESTAURACIÓN AMBIENTAL Y ACABADOS	116.504,94	2.037,25	1,75
Capítol	01.10	GESTIÓN DE RESIDUOS	50.993,19	0,00	0,00
Capítol	01.11	SEGURIDAD Y SALUD	9.614,28	0,00	0,00
Obra	**01**	**PANTALLAS-ACUSTICAS-FASE 2**	**864.141,87**	**7.085,29**	**0,82**
			864.141,87	**7.085,29**	**0,82**
NIVEL 1: Obra					
Obra	01	PANTALLAS-ACUSTICAS-FASE 2	864.141,87	7.085,29	0,82
Obra	**01**		**864.141,87**	**7.085,29**	**0,82**

Los importes de presupuesto que se muestran en este listado son indicativos y por consiguiente no son válidos a nivel contractual

Los importes están expresados en PEC sin IVA

LISTADOS DE PRESUPUESTO DEL PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

PRESUPUESTO *

Obra	01	Pressupost PANTALLAS-ACUSTICAS-FASE2_PCC
Capítol	02	CIMENTACIONES
Título 3	01	CIMENTACIONES

NUM.	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	J0B21103	U	Determinació de les característiques geomètriques d'una proveta d'acer per a armar formigons, segons la norma UNE-EN ISO 15630-1 (P - 3)	97,67	1,000	97,67
2	J0B25101	U	Determinació del límit elàstic per a una deformació romanent del 0.2%, resistència a la tracció, allargament i estricció d'una proveta d'acer per a armar formigons, segons la norma UNE-EN ISO 15630-1 (P - 4)	75,12	1,000	75,12
3	J0B28103	U	Assaig de doblegament-desdoblegament d'una proveta d'acer per a armar formigons, segons la norma UNE-EN ISO 15630-1 (P - 5)	21,32	1,000	21,32
4	J0B2G103	U	Determinació de l'àrea de la secció recta transversal equivalent d'una proveta d'acer per armar formigons, segons la norma UNE 36068 (P - 6)	33,59	1,000	33,59
5	J060770A	U	Mostreig, realització de con d'Abrams, elaboració de les provetes, cura, recapçament i assaig a compressió d'una sèrie de cinc provetes cilíndriques de 15x30 cm, segons la norma UNE-EN 12350-1, UNE-EN 12350-2, UNE-EN 12390-1, UNE-EN 12390-2 i UNE-EN 12390-3 (P - 1)	129,98	9,000	1.169,82
6	J3V11A01	U	Comprovació de la integritat estructural mitjançant assaig sònic de pilons i mòduls de pantalla, amb martell de mà, segons la norma ASTM D 5882 (P - 7)	47,41	35,000	1.659,35

TOTAL	**Título 3**	**01.02.01**	**3.056,87**

Obra	01	Pressupost PANTALLAS-ACUSTICAS-FASE2_PCC
Capítol	03	PANTALLAS ACÚSTICAS
Título 3	01	PANTALLAS ACÚSTICAS

NUM.	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	J0B21103	U	Determinació de les característiques geomètriques d'una proveta d'acer per a armar formigons, segons la norma UNE-EN ISO 15630-1 (P - 3)	97,67	0,000	0,00
2	J441FF0N	U	Mesura del desplom i de la fletxa d'elements verticals i bigues d'acer segons l'article 19-2 de la Instrucció EAE 2011 (P - 8)	19,85	16,000	317,60
3	J060770A	U	Mostreig, realització de con d'Abrams, elaboració de les provetes, cura, recapçament i assaig a compressió d'una sèrie de cinc provetes cilíndriques de 15x30 cm, segons la norma UNE-EN 12350-1, UNE-EN 12350-2, UNE-EN 12390-1, UNE-EN 12390-2 i UNE-EN 12390-3 (P - 1)	129,98	3,000	389,94
4	J0B25101	U	Determinació del límit elàstic per a una deformació romanent del 0.2%, resistència a la tracció, allargament i estricció d'una proveta d'acer per a armar formigons, segons la norma UNE-EN ISO 15630-1 (P - 4)	75,12	0,000	0,00
5	J0B28103	U	Assaig de doblegament-desdoblegament d'una proveta d'acer per a armar formigons, segons la norma UNE-EN ISO 15630-1 (P - 5)	21,32	0,000	0,00
6	J0B16601	U	Determinació del límit elàstic aparent superior, resistència a la tracció, allargament i estricció d'una proveta d'acer laminat, segons la norma UNE-EN ISO 6892-1 (P - 2)	169,54	1,000	169,54
7	J0B2G103	U	Determinació de l'àrea de la secció recta transversal equivalent d'una proveta d'acer per armar formigons, segons la norma UNE 36068 (P - 6)	33,59	0,000	0,00

TOTAL	**Título 3**	**01.03.01**	**877,08**

Proyecto Constructivo.Proyecto Constructivo.
Instalación de pantallas acústicas en la autovía A2
en el tramo de Pallejà. Fase 2
Plan de Control de Calidad.

PRESUPUESTO *

Obra	01	Pressupost PANTALLAS-ACUSTICAS-FASE2_PCC
Capítol	05	SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS
Título 3	03	BALIZAMIENTO Y DEFENSAS

NUM.	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	J060770A	U	Mostreig, realització de con d'Abrams, elaboració de les provetes, cura, recapçament i assaig a compressió d'una sèrie de cinc provetes cilíndriques de 15x30 cm, segons la norma UNE-EN 12350-1, UNE-EN 12350-2, UNE-EN 12390-1, UNE-EN 12390-2 i UNE-EN 12390-3 (P - 1)	129,98	3,000	389,94

TOTAL	**Título 3**	**01.05.03**	**389,94**

Obra	01	Pressupost PANTALLAS-ACUSTICAS-FASE2_PCC
Capítol	06	FIRMES Y PAVIMENTOS
Título 3	01	FIRMES Y PAVIMENTOS

NUM.	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	J9H1J10M	U	Determinació de la dotació de lligant residual, pel mètode de safata, d'una mostra de mescla bituminosa, segons la norma NLT 353 (P - 9)	71,46	7,000	500,22
2	J9V11101	U	Determinació de la resistència al lliscament d'un paviment mitjançant pèndol, segons la norma NLT 175, per a un nombre mínim de determinacions conjuntes igual a 10 (P - 10)	31,99	7,000	223,93

TOTAL	**Título 3**	**01.06.01**	**724,15**

Obra	01	Pressupost PANTALLAS-ACUSTICAS-FASE2_PCC
Capítol	08	RED DE RIEGO
Título 3	02	TUBERÍAS Y EQUIPOS

NUM.	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	JFV2R4E1	U	Jornada d'inspector per a realitzar proves d'estanquitat i pressió en trams de xarxes de canonades, segons PPTGTAA-74 (P - 11)	0,00	1,000	0,00

TOTAL	**Título 3**	**01.08.02**	**0,00**

Obra	01	Pressupost PANTALLAS-ACUSTICAS-FASE2_PCC
Capítol	09	RESTAURACIÓN AMBIENTAL Y ACABADOS
Título 3	01	REVEGETACIÓN PANTALLAS

NUM.	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	JR31S404	U	Anàlisi estàndard de terra vegetal (determinació del rang de textures pel mètode granulomètric per sedimentació discontínua, anàlisi del PH (en H2O 1:2,5), anàlisi del contingut en sodi (ppm) pel mètode de fotometria de flama, anàlisi de la conductivitat elèctrica (prova prèvia de salinitat), anàlisi del carbonat càlcic equivalent i anàlisi del contingut en nutrients (P, K, Mg, Calci, N orgànic i amoniacal) pels mètodes químics 4, 15, 16 (b), 8, segons MOA III) (P - 12)	144,58	1,000	144,58

TOTAL	**Título 3**	**01.09.01**	**144,58**

Obra	01	Pressupost PANTALLAS-ACUSTICAS-FASE2_PCC
Capítol	09	RESTAURACIÓN AMBIENTAL Y ACABADOS
Título 3	02	RESTAURACIÓN TALUD

PRESUPUESTO *

NUM.	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	JR471150	U	Amidament i anàlisi del contingut de llavors, aigua, adob, mulch i altres components de la hidrosemba, espècies herbàcies i espècies arbustives, mitjançant el pes de la materia seca (a 105º C) d'una mostra de la barreja abans de l'aplicació (P - 15)	637,28	1,000	637,28
2	JR468200	U	Percentatge de germinació per espècie (P - 14)	174,55	1,000	174,55
3	JR473170	U	Determinació del contingut de llavors, mulch i fertilitzant un cop executada la hidrosembra, mitjançant el pes de la materia seca (a 105º C) (P - 16)	453,12	2,000	906,24
4	JR467200	U	Anàlisi de puresa específica amb informació de la composició (P - 13)	174,60	1,000	174,60
TOTAL	**Título 3**		**01.09.02**			**1.892,67**

(*) Ramas incompletas

LISTADOS DEL RESUMEN DE PRESUPUESTO DEL PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

RESUMEN DE PRESUPUESTO

NIVEL 4: Títol 4			Importe
Títol 4	01.10.02.01	TRABAJOS PREVIOS	0,00
Títol 4	01.10.02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS	0,00
Títol 4	01.10.02.03	CIMENTACIONES	0,00
Títol 4	01.10.02.04	RED DE RIEGO	0,00
Título 3	**01.10.02**	**GESTIÓN EXTERNA**	**0,00**
			0,00

NIVEL 3: Título 3			Importe
Título 3	01.01.01	DEMOLICIONES	0,00
Título 3	01.01.02	MOVIMIENTOS DE TIERRAS	0,00
Capítol	**01.01**	**TRABAJOS PREVIOS Y MOVIMIENTO DE TIERRAS**	**0,00**
Título 3	01.02.01	CIMENTACIONES	3.056,87
Capítol	**01.02**	**CIMENTACIONES**	**3.056,87**
Título 3	01.03.01	PANTALLAS ACÚSTICAS	877,08
Capítol	**01.03**	**PANTALLAS ACÚSTICAS**	**877,08**
Título 3	01.04.01	DRENAJE	0,00
Capítol	**01.04**	**DRENAJE**	**0,00**
Título 3	01.05.01	SEÑALIZACIÓN VERTICAL	0,00
Título 3	01.05.02	SEÑALIZACION HORIZONTAL	0,00
Título 3	01.05.03	BALIZAMIENTO Y DEFENSAS	389,94
Capítol	**01.05**	**SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS**	**389,94**
Título 3	01.06.01	FIRMES Y PAVIMENTOS	724,15
Capítol	**01.06**	**FIRMES Y PAVIMENTOS**	**724,15**
Título 3	01.07.01	SEÑAL.PROVISIONAL OBRAS	0,00
Capítol	**01.07**	**SEÑALIZ.PROVISIONAL OBRAS**	**0,00**
Título 3	01.08.01	OBRA CIVIL	0,00
Título 3	01.08.02	TUBERÍAS Y EQUIPOS	0,00
Capítol	**01.08**	**RED DE RIEGO**	**0,00**
Título 3	01.09.01	REVEGETACIÓN PANTALLAS	144,58
Título 3	01.09.02	RESTAURACIÓN TALUD	1.892,67
Título 3	01.09.03	ELIMINACIÓN DE CAÑA	0,00
Título 3	01.09.04	MANTENIMIENTO	0,00
Capítol	**01.09**	**RESTAURACIÓN AMBIENTAL Y ACABADOS**	**2.037,25**
Título 3	01.10.01	GESTIÓN INTERNA	0,00
Título 3	01.10.02	GESTIÓN EXTERNA	0,00
Capítol	**01.10**	**GESTIÓN DE RESIDUOS**	**0,00**
Título 3	01.11.01	SEGURIDAD Y SALUD	0,00
Capítol	**01.11**	**SEGURIDAD Y SALUD**	**0,00**
			7.085,29

Proyecto Constructivo.Proyecto Constructivo.
Instalación de pantallas acústicas en la autovía A2
en el tramo de Pallejà. Fase 2
Plan de Control de Calidad.

RESUMEN DE PRESUPUESTO

NIVEL 2: Capítol			Importe
Capítol	01.01	TRABAJOS PREVIOS Y MOVIMIENTO DE TIERRAS	0,00
Capítol	01.02	CIMENTACIONES	3.056,87
Capítol	01.03	PANTALLAS ACÚSTICAS	877,08
Capítol	01.04	DRENAJE	0,00
Capítol	01.05	SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS	389,94
Capítol	01.06	FIRMES Y PAVIMENTOS	724,15
Capítol	01.07	SEÑALIZ.PROVISIONAL OBRAS	0,00
Capítol	01.08	RED DE RIEGO	0,00
Capítol	01.09	RESTAURACIÓN AMBIENTAL Y ACABADOS	2.037,25
Capítol	01.10	GESTIÓN DE RESIDUOS	0,00
Capítol	01.11	SEGURIDAD Y SALUD	0,00
Obra	**01**	**Pressupost PANTALLAS-ACUSTICAS-FASE2_PCC**	**7.085,29**
			7.085,29

NIVEL 1: Obra			Importe
Obra	01	Pressupost PANTALLAS-ACUSTICAS-FASE2_PCC	7.085,29
			7.085,29

RESUMEN DE PRESUPUESTO

NIVEL 4: Títol 4			%
Títol 4	01.10.02.01	TRABAJOS PREVIOS	0,00
Títol 4	01.10.02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS	0,00
Títol 4	01.10.02.03	CIMENTACIONES	0,00
Títol 4	01.10.02.04	RED DE RIEGO	0,00
Título 3	**01.10.02**	**GESTIÓN EXTERNA**	**0,00**
			0,00

NIVEL 3: Título 3			%
Título 3	01.01.01	DEMOLICIONES	0,00
Título 3	01.01.02	MOVIMIENTOS DE TIERRAS	0,00
Capítol	**01.01**	**TRABAJOS PREVIOS Y MOVIMIENTO DE TIERRAS**	**0,00**
Título 3	01.02.01	CIMENTACIONES	43,14
Capítol	**01.02**	**CIMENTACIONES**	**43,14**
Título 3	01.03.01	PANTALLAS ACÚSTICAS	12,38
Capítol	**01.03**	**PANTALLAS ACÚSTICAS**	**12,38**
Título 3	01.04.01	DRENAJE	0,00
Capítol	**01.04**	**DRENAJE**	**0,00**
Título 3	01.05.01	SEÑALIZACIÓN VERTICAL	0,00
Título 3	01.05.02	SEÑALIZACION HORIZONTAL	0,00
Título 3	01.05.03	BALIZAMIENTO Y DEFENSAS	5,50
Capítol	**01.05**	**SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS**	**5,50**
Título 3	01.06.01	FIRMES Y PAVIMENTOS	10,22
Capítol	**01.06**	**FIRMES Y PAVIMENTOS**	**10,22**
Título 3	01.07.01	SEÑAL.PROVISIONAL OBRAS	0,00
Capítol	**01.07**	**SEÑALIZ.PROVISIONAL OBRAS**	**0,00**
Título 3	01.08.01	OBRA CIVIL	0,00
Título 3	01.08.02	TUBERÍAS Y EQUIPOS	0,00
Capítol	**01.08**	**RED DE RIEGO**	**0,00**
Título 3	01.09.01	REVEGETACIÓN PANTALLAS	2,04
Título 3	01.09.02	RESTAURACIÓN TALUD	26,71
Título 3	01.09.03	ELIMINACIÓN DE CAÑA	0,00
Título 3	01.09.04	MANTENIMIENTO	0,00
Capítol	**01.09**	**RESTAURACIÓN AMBIENTAL Y ACABADOS**	**28,75**
Título 3	01.10.01	GESTIÓN INTERNA	0,00
Título 3	01.10.02	GESTIÓN EXTERNA	0,00
Capítol	**01.10**	**GESTIÓN DE RESIDUOS**	**0,00**
Título 3	01.11.01	SEGURIDAD Y SALUD	0,00
Capítol	**01.11**	**SEGURIDAD Y SALUD**	**0,00**
			100,00

Proyecto Constructivo.Proyecto Constructivo.
Instalación de pantallas acústicas en la autovía A2
en el tramo de Pallejà. Fase 2
Plan de Control de Calidad.

RESUMEN DE PRESUPUESTO

NIVEL 2: Capítol			%
Capítol	01.01	TRABAJOS PREVIOS Y MOVIMIENTO DE TIERRAS	0,00
Capítol	01.02	CIMENTACIONES	43,14
Capítol	01.03	PANTALLAS ACÚSTICAS	12,38
Capítol	01.04	DRENAJE	0,00
Capítol	01.05	SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS	5,50
Capítol	01.06	FIRMES Y PAVIMENTOS	10,22
Capítol	01.07	SEÑALIZ.PROVISIONAL OBRAS	0,00
Capítol	01.08	RED DE RIEGO	0,00
Capítol	01.09	RESTAURACIÓN AMBIENTAL Y ACABADOS	28,75
Capítol	01.10	GESTIÓN DE RESIDUOS	0,00
Capítol	01.11	SEGURIDAD Y SALUD	0,00
Obra	**01**	**Pressupost PANTALLAS-ACUSTICAS-FASE2_PCC**	**100,00**
			100,00

NIVEL 1: Obra			%
Obra	01	Pressupost PANTALLAS-ACUSTICAS-FASE2_PCC	100,00
			100,00

Anejo 05. Cálculo de Estructuras

Proyecto Constructivo. Instalación de pantallas acústicas en la autovía A2 en el tramo de Pallejà. Fase 2

ÍNDICE

1 GEOTECNIA 1

1.1 INTRODUCCIÓN 1

1.2 CARACTERIZACIÓN DEL TERRENO 1

1.3 CARGA ADMISIBLE PILOTES DE CIMENTACIÓN 1

1.4 COEFICIENTE DE BALASTO HORIZONTAL 3

2 CÁLCULO ESTRUCTURAL 3

2.1 ACCIONES DEBIDAS AL VIENTO 4

2.2 DISEÑO DE LAS CIMENTACIONES 6

2.3 DISEÑO DE LOS POSTES 8

2.4 DISEÑO DE LA ARMADURA 10

3 VERIFICACIÓN DE ESTRUCTURAS EXISTENTES 13

3.1 MODELO DE CÁLCULO 13

3.2 ESFUERZOS DEBIDOS A INSTALACIÓN DE BARRERAS NEW JERSEY 13

3.3 ESFUERZOS DEBIDOS A INSTALACIÓN DE PANELES ACÚSTICOS 14

3.4 DIMENSIONADO DEL PILOTE 15

1 GEOTECNIA

1.1 INTRODUCCIÓN

En el presente apartado se recogen los parámetros geotécnicos de diseño de las cimentaciones de las pantallas acústicas objeto del proyecto. Fundamentalmente se caracteriza el terreno de cimentación y se recogen los cálculos de carga admisible de los pilotes de cimentación.

1.2 CARACTERIZACIÓN DEL TERRENO

Los pilotes de cimentación de las barreras acústicas se localizarán íntegramente en el terraplén existente de la A-2. Al tratarse de un terraplén situado en un eje viario de primer orden que además recibe un intenso tráfico se estima una adecuada compactación de este y, por tanto, unas muy buenas propiedades tensodeformacionales del suelo que conforma en terraplén.

Para la determinación de los parámetros resistentes del suelo, se emplea la tabla 1 del libro del NAVFAC 1971 (*Foundations & Earth Structures Design Manual 7.02*) que recoge las propiedades geotécnicas típicas de diferentes tipologías de suelo cuando se encuentran compactados. Dentro de las diferentes categorías de suelo, se considera que el material de núcleo del terraplén tendrá una clasificación según la USCS de tipo arena con finos SM o SC o, en el peor de los casos, de suelo cohesivo tipo limo de plasticidad media-baja ML.

Para estos suelos compactados, el documento NAVFAC (1971) recomienda los siguientes parámetros resistentes:

Tipo de suelo compactado (USCS)	Densidad seca (KN/m3)	Cohesión efectiva (KN/m2)	Ángulo de fricción interno del terreno (º)
SM	17,3-20,4	50	34
SM-SC	15,7-18,9	50	31
SC	16,5-19,6	74	31
ML	14,9-18,9	67	32

Los parámetros de diseño se establecen en el rango bajo de ángulo de fricción (31º) y una cohesión algo inferior (40 KN/m2) a las propuestas por NAVFAC. La densidad seca de diseño se establece en 16-17 KN/m3 y densidad aparente de 19-20 KN/m3.

1.3 CARGA ADMISIBLE PILOTES DE CIMENTACIÓN

METODOLOGÍA DE CÁLCULO

Los pilotes de cimentación de las pantallas acústicas pueden estar sometidas a esfuerzos de compresión o a esfuerzos de tracción, por lo que procede comprobar la resistencia a hundimiento (compresión) y arrancamiento (tracción) de los mismos, a pesar de que estas solicitaciones no son las determinantes en el diseño final.

A continuación, se describe la metodología de cálculo de las dos comprobaciones.

COMPROBACIÓN DE HUNDIMIENTO

La carga de hundimiento se calcula mediante la formulación propuesta en la sección 7.6.2.3 del EC-7 mediante la suma de las resistencias de cálculo en la base y en el fuste:

$$R_{c;d} = R_{b;d} + R_{s;d}$$

Donde las componentes de resistencia se obtienen aplicando los coeficientes parciales de seguridad correspondientes a los valores característicos:

$$R_{b;d} = \frac{R_{b;k}}{\gamma_b} \quad \text{y} \quad R_{s;d} = \frac{R_{s;k}}{\gamma_s}$$

Donde,

- Rc;d = carga de hundimiento de un pilote.
- Rb;d y Rs;d = valores de cálculo de la resistencia en la base (punta) y en el fuste.
- Rb;k y Rs;k = valores característicos de la resistencia en base y fuste derivados de los ensayos de campo.
- γb y γs = coeficientes parciales de seguridad para la base y el fuste. Obtenidos del Enfoque de proyecto tipo 2 de la Tabla A.7. del Anejo Nacional del EC-7.

Los valores característicos de resistencia se calculan a partir de las dimensiones del pilote y los parámetros resistentes del terreno (resistencias unitarias), según la siguiente formulación 7.6.2.3.(8):

$$R_{b;k} = A_b \cdot q_{b;k} \quad \text{y} \quad R_{s;k} = \sum_i A_{s;i} \cdot q_{s;i;k}$$

Donde:

- Ab = área nominal de la base del pilote.
- qb;k = valor característico de la resistencia unitaria por punta.
- As;i = área de la superficie del fuste en el estrato de terreno i.
- qs;i;k = valor característico de la resistencia unitaria por rozamiento del fuste en el estrato i.

Dado que se emplea la formulación descrita en la sección 7.6.2.3(8), se introduce un coeficiente de modelo para la corrección de los coeficientes parciales γb y γs. El valor adoptado para este coeficiente es 1,40. Por lo que los coeficientes parciales para la base y el fuste usados en el cálculo son los siguientes: γb = 1,54 y γs = 1,54.

A continuación, se describen las formulaciones que se han utilizado para la determinación de las resistencias unitarias por punta y fuste. Se trata de las formulaciones analíticas para suelos en condiciones drenadas.

-Resistencia por punta

La resistencia unitaria por punta según este método toma la siguiente forma:

$$q_p = N_q \cdot \sigma'_{v0} + N_c \cdot c$$

siendo:

σ'_{vo} = presión efectiva vertical en la punta del pilote.
c = cohesión
N_q, N_c= factores de capacidad de carga.

$$N_q = 1{,}5 \cdot \frac{1+sen\phi}{1-sen\phi} \cdot e^{\pi tg\alpha} \cdot f_D \quad N_c = \frac{N_q - 1}{tg\phi}$$

donde,

ϕ : ángulo de fricción interno.
f_D: factor adimensional dependiente del diámetro del pilote (D):

$$f_D = 1 - \frac{1}{3} D \geq \frac{2}{3}$$

Los valores de resistentes (C, φ) deben representar la resistencia del terreno alrededor de la punta (zonas activa y pasiva).

El factor fd tiene en cuenta el efecto del diámetro del pilote en el coeficiente de capacidad de carga.

-Resistencia por fuste

La resistencia unitaria por fuste puede tomarse como:

$$q_f = c + K_0 \cdot tg\delta \cdot \sigma'_v \leq 90kPa$$

donde:

c = Cohesión en el nivel considerado
K_o = Coeficiente de empuje al reposo
δ = Ángulo de fricción del contacto pilote-terreno
σ'_v= presión efectiva vertical en el nivel considerado

Si no se dispone de datos sobre los valores de K_0 y/o de δ, se puede considerar que el producto k_o*tg δ es igual a 0,3.

COMPROBACIÓN DE ARRANCAMIENTO

Para la comprobación de arrancamiento, se emplean las mismas formulaciones que para la comprobación de hundimiento con la diferencia que el pilote solo trabaja por fuste en caso de arrancamiento.

La determinación de la resistencia unitaria por fuste es igual a la empleada en la comprobación a hundimiento.

CÁLCULO

El diámetro de pilote considerado es 0,65 m.

Los parámetros resistentes para el material de terraplén de la A-2 son los recogidos en el apartado 1.2, es decir, cohesión efectiva de 40 KPa y ángulo de fricción efectivo de 31º.

Con el objetivo de considerar la posible descompresión de la parte superior del terreno por la presencia del talud del terraplén, se considera que el pilote no trabaja por fuste su primer metro de longitud. Esta decisión, sitúa el cálculo del lado de la seguridad.

Las cargas admisibles, a hundimiento y a arrancamiento, para pilotes de 65 cm de diámetro y longitudes entre 2,5 y 4,0 m de longitud se recoge en la siguiente tabla:

Pilotes diámetro 65 cm		
Longitud	Q adm (hundimiento)	Q adm (arrancamiento)
2,5 m	430 KN	41 KN
3,0 m	487 KN	59 KN
3,5 m	546 KN	79 KN
4,0 m	607 KN	100 KN

En todos los casos se verifica la seguridad frente a hundimiento y arrancamiento, habiéndose tenido en cuenta en el cálculo el peso propio de la cimentación y el de la pantalla acústica (54 kN en valor característico).

1.4 COEFICIENTE DE BALASTO HORIZONTAL

Para la determinación del coeficiente de balasto horizontal (Kh) de los materiales tipo suelo (para los pilotes, se usan las formulaciones del "Curso Aplicadas de cimentaciones" de Rodríguez Ortiz y otros. Según esta publicación, el coeficiente de balasto horizontal (Kh) para arenas y arcillas blandas se obtiene directamente de la siguiente expresión:

Kh = nh x (z / D)

donde,

Z: profundidad

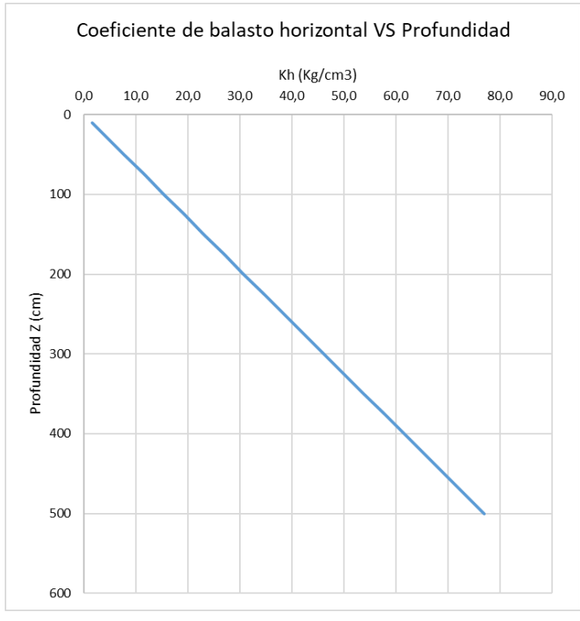
D: diámetro pilote

nh (Kp/cm3): coeficiente según la siguiente tabla

Valor de nh (Kp /cm3)			
Tipo de terreno	Suelta	Media	Compacta
Arena seca o húmeda	0,6 – 2	2 - 10	10 – 32
Arena sumergida	0,8	2,5	10
Arcilla blanda	0,2 – 0,4		
Arcilla orgánica	0,08 - 0,4		
Turba	0,02 – 0,06		

Se escoge un valor nh de 10 Kg/cm3 para el terraplén de la A-2 representativa de una arena media-compacta.

Con este valor, se obtiene la siguiente relación de coeficiente de balasto horizontal (Kh) para diámetro 65 cm respecto a la profundidad Z (equivalente a la longitud de pilote):



2 CÁLCULO ESTRUCTURAL

En este apartado se describe el procedimiento de cálculo para el diseño de la armadura y las cimentaciones con el siguiente orden:

- Acciones debidas al viento
- Dimensionamiento de las cimentaciones (método de Sulzberger)
- Diseño de los postes y la placa de anclaje
- Diseño de la armadura

2.1 ACCIONES DEBIDAS AL VIENTO

La presión del viento sobre las pantallas se ha obtenido con el procedimiento indicado en el Eurocódigo 1, parte 4 (EC-1 con fecha de junio de 2018), y su anejo nacional.

La obtención de los parámetros básicos del viento se ha hecho conforme al capítulo 4 del EC-1, que son:

- Velocidad básica (V_b): producto del factor direccional C_{dir}, el estacional C_{season} y la velocidad básica fundamental $V_{b,0}$ para un periodo de retorno de 50 años. Los dos factores tienen valor la unidad y la velocidad básica 29 m/s para la zona C (figura AN.1 del EC-1).

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0}$$

El periodo de retorno de cálculo ha sido T = 50 años tal y como establece el Código Técnico de la Edificación (CTE) y la Instrucción de las acciones a considerar sobre puentes de carretera (IAP-11). En consecuencia, el factor de probabilidad C_{prob} no interviene en el cálculo.

- Velocidad media (V_m): calculada a una altura de referencia z, esta velocidad es el producto del factor de rugosidad C_r por el factor topográfico C_o (= 1) y la velocidad básica V_b.

  Según el apartado 7.4 del EC-1, la altura de referencia para muros autoportantes es la máxima altura del muro. En nuestro caso, 4 m al que se le ha añadido otro de resguardo inferior. En total, 5 m.

  El factor de rugosidad mide la variabilidad de la velocidad media del viento según la altura de la estructura y la rugosidad del terreno, que induce turbulencias. Se calcula en función de la altura de referencia z con las expresiones

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad \text{para} \quad z_{mín.} \le z \le z_{máx.}$$

$$c_r(z) = c_r(z_{min}) \quad \text{para} \quad z \le z_{min}$$

donde z_0, longitud de rugosidad, y $z_{mín}$, dependen del tipo de terreno según la tabla 4.1 del EC-1. Ambos parámetros son factores de escala que sirven para definir el perfil logarítmico del viento. El valor de $z_{máx}$ es de 200 m y no es limitante en nuestro caso.

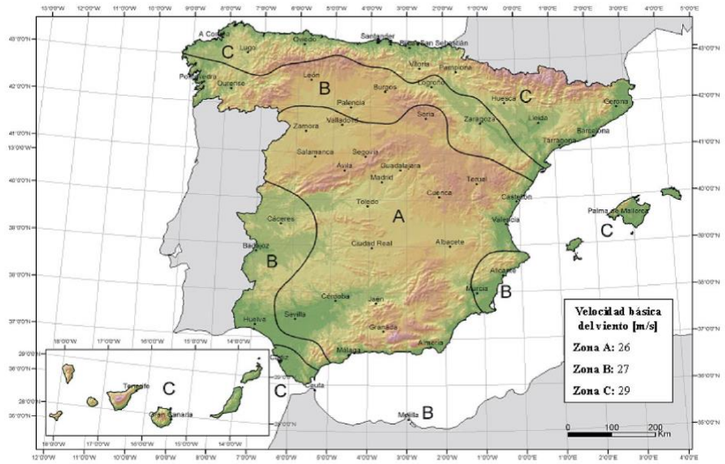


Figura AN.1 – Mapa de isotacas de la velocidad básica fundamental del viento $v_{b,0}$

Tabla 4.1 – Categorías de terrenos y parámetros del terreno

Categoría de terreno		z_0 m	z_{min} m
0	Mar abierto o zona costera expuesta al mar abierto	0,003	1
I	Lagos o áreas planas y horizontales con vegetación despreciable y sin obstáculos	0,01	1
II	Áreas con vegetación baja, como hierba, y obstáculos aislados (árboles, edificaciones) con separaciones de al menos 20 veces la altura de los obstáculos	0,05	2
III	Áreas con una cobertura de vegetación uniforme o edificaciones o con obstáculos aislados con una separación máxima de 20 veces la altura de los obstáculos (villas, terreno suburbano, bosques permanentes)	0,3	5
IV	Áreas en las que al menos un 15% de la superficie está cubierta por edificios cuya altura media supera los 15 m	1,0	10
NOTA Las categorías de terrenos se ilustran en el capítulo A.1.			

k_r es otro factor de escala que depende de la rugosidad del terreno y se calcula como

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0,07}$$

donde $z_{0,II}$ = 0.05 m.

Para el cálculo se ha escogido la categoría II de terreno, que es la más desfavorable en la zona de proyecto. Se muestra una imagen obtenida con Google Maps. En general, las edificaciones están situadas a más de 100 m de la pantalla acústica y los árboles constituyen puntos aislados de barrera al viento en la zona más despejada.



Vista general de los obstáculos al viento en el ámbito del proyecto

- Presión de pico (q_p): es la presión que ejerce el viento a la altura de referencia a partir de su velocidad media y el efecto de las turbulencias.

$$q_p(z) = \left[1 + 7 \cdot I_v(z)\right] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z)$$

donde ρ es la densidad del viento (1.25 kg/m^3) e I_v es la intensidad de turbulencia calculada como

$$I_v(z) = \frac{\sigma_v}{v_m(z)} = \frac{k_I}{c_o(z) \cdot \ln(z / z_0)} \qquad \text{para} \qquad z_{min} \le z \le z_{max}$$

$$I_v(z) = I_v(z_{min}) \qquad \text{para} \qquad z < z_{min}$$

donde k_I es un factor de turbulencia igual a la unidad según el anejo nacional. El resto de parámetros se han explicado con anterioridad.

Mediante una hoja de cálculo propia se ha obtenido una presión de pico del viento de 1.01 kPa.

VIENTO S/EC-1			
EN 1991-1-4			
1.- BASIC VALUES ART 4.2			
Cdir =	1	Directional Factor	
Cseason =	1	Season Factor	
Vb,0 =	29	m/s	
Vb =	29	m/s	
K =	0.2		
n =	0.5		
T =	50		
Cprob	1.0000	Probability Factor (4.2)	
2.- MEAN WIND. VARIATION WITH HEIGHT / TERRAIN ROUGHNESS ART 4.3			
z =	5	m	
Cr(z) =	0.87	Roughness Factor	
C0(z) =	1	Topography Factor	
Terrain categories:	II	Areas with low vegetation such as grass and isolated obstacles (trees; buildings) with separations of at least 20 obstacle heights	
z0 =	0.05	Roughness length	
Z min =	2	Minimun Height	
kr =	0.19	Terrain Factor	
Vm =	25.4	m/s	
	91	km/h	
3.- PEAK VELOCITY PRESSURE ART 4.5			
Ki =	1	Turbulence Factor	
Iv =	0.2171	Turbulence Intensity	
qp(z) =	**1.01**	kN/m2 Peak Velocity Pressure	

Cálculo de la presión de pico q_p

Con la presión de pico se calcula la presión del viento sobre la pantalla (W_{net}) como el producto de la presión de pico por el coeficiente de presión neta $C_{p,net}$ según el apartado 7.4 del EC-1.

Para ello, primero es necesario determinar la relación longitud/altura (l/h), que es superior a 10 en nuestro caso. Por tanto, se establecen 4 presiones de viento (A,B,C,D) a las que les corresponde los coeficientes de presión neta de la tabla 7.9 del EC-1.

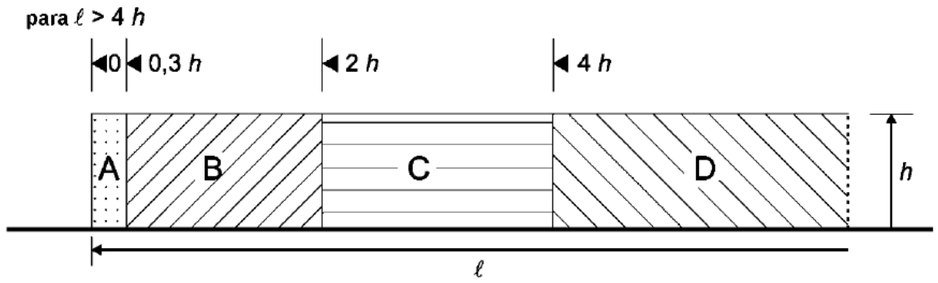


Tabla 7.9 – Coeficientes de presión recomendados $c_{p,net}$ para muros autoportantes y barandillas

Solidez	Zona		A	B	C	D
$\varphi = 1$	Sin contrafuertes en los extremos	$\ell/h \leq 3$	2,3	1,4	1,2	1,2
		$\ell/h = 5$	2,9	1,8	1,4	1,2
		$\ell/h \geq 10$	3,4	2,1	1,7	1,2
	Con contrafuertes en los extremos de longitud $\geq h$ [a]		2,1	1,8	1,4	1,2
$\varphi = 0,8$			1,2	1,2	1,2	1,2

a Se puede emplear la interpolación lineal para las longitudes de los contrafuertes en los extremos en vuelta entre 0,0 y h

Teniendo en cuenta que la pantalla no contiene huecos ni contrafuertes, nuestro factor de solidez es φ = 1 y la presión y longitud de cada una de las zonas es:

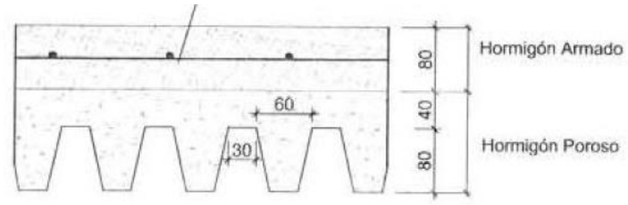
q_p (kPa)	Zona	L (m)	$C_{p,net}$	W_{net} (kPa)
1.01	A	1.2	3.4	3.43
	B	6.8	2.1	2.12
	C	8	1.7	1.72
	D	Resto	1.2	1.21

2.2 DISEÑO DE LAS CIMENTACIONES

Para tener en cuenta una ejecución de las pantallas intermitente en el tiempo, se ha supuesto que todas las cimentaciones deben resistir las solicitaciones de los extremos, en donde las presiones de viento son mayores. En consecuencia, se diseña la cimentación para la presión A y B en todos los paneles. Se prevé que los paneles acústicos sean de 3.5 m de alto y 4 m de longitud, que es la distancia entre ejes de cimentaciones.

	Paneles	W_{net} (kPa)	V_k (kN)	M_k (kNm)	N_k (kN)
Cimentación 1	3 primeros	3.43 (L = 1.2) 2.12 (L = 2.8)	35.2	70.4	54

En relación con la carga vertical, se ha supuesto un panel acústico con la siguiente sección tipo vista en diferentes páginas web de suministradores. No obstante, el peso del panel tiene poca influencia en las cimentaciones.



Croquis ilustrativo de la pantalla considerada

Con las cargas indicadas se ha procedido al dimensionamiento de las cimentaciones con el método de Sulzberger.

El método propuesto, ampliamente reconocido y utilizado para la instalación de postes ferroviarios y eléctricos (e.g.: Instrucción complementaria ITC-LAT 07 de líneas aéreas con conductores desnudos), se basa en un principio experimentalmente verificado que considera que, para inclinaciones limitadas, tal como $tg\alpha < 0.01$ (0.57º), el suelo tiene un comportamiento elástico. En consecuencia, se obtienen reacciones en las paredes verticales de la excavación, normales a la fuerza lateral que actúa sobre el poste, y reacciones verticales en la base del suelo, mediante las que se obtiene su resistencia al vuelco.

El método de cálculo puede encontrarse en bibliografía diversa.

El método de Sulzberger debe cumplir dos requisitos:

1. Que el momento resistente al vuelco para un giro de 0.57º sea mayor que el momento de cálculo.

2. Que las tensiones de servicio en el terreno sean inferiores a las tensiones admisibles del terreno.

Como el principio físico del método se basa en la penetración de la cimentación en el terreno, es necesario determinar a priori los siguientes parámetros: rozamiento terreno-cimentación, coeficiente de balasto del terreno (C_t a 2 m de profundidad) y tensión admisible del terreno (σ_{adm}). Estos parámetros se han obtenido de la Tabla 10 de la citada ITC-LAT 07.

Tabla 10. Características orientativas del terreno para el cálculo de cimentaciones

	Naturaleza del terreno	Peso específico aparente Tn/m³	Angulo de talud natural Grados sexag.	Carga admisible daN/cm²	Coeficiente de rozamiento entre cimiento y terreno al arranque Grados sexag.	Coeficiente de compresibilidad a 2 m de profundidad daN/cm³ (b)
I.	Rocas en buen estado:					
	Isótropas			30-60		
	Estratificadas (con algunas grietas)			10-20		
II.	Terrenos no coherentes:					
	a) Gravera arenosa (mínimo 1/3 de volumen de grava hasta 70 mm de tamaño)	1,80-1,90		4-8	20°-22°	
	b) Arenoso grueso (con diámetros de partículas entre 2 mm y 0,2 mm)	1,60-1,80	30°	2-4	20°-25°	8-20
		1,50-1,60		1,5-3		
	c) Arenoso fino (con diámetros de partículas entre 2 mm y 0,2 mm)	1,70-1,80		3-5		
		1,60-1,70	30°	2-3		
III.	Terrenos no coherentes sueltos:	1,40-1,50		1-1,5		8-12
	a) Gravera arenosa	1,80		4	20°-25°	10
	b) Arenoso grueso	1,80	20°	2	22°	6-8
	c) Arenoso fino	1,50-2,00		1	14°-16°	4-5
IV.	Terrenos coherentes (a):	1,60-1,70		-	0°	2-3
	a) Arcilloso duro					
	b) Arcilloso semiduro	0,60-1,1		(c)		(c)
	c) Arcilloso blando	1,40-1,60	30°-40°	(c)	14°-20°	(c)
	d) Arcilloso fluido					
V.	Fangos turbosos y terrenos pantanosos en general					
VI.	Terrenos de relleno sin consolidar					

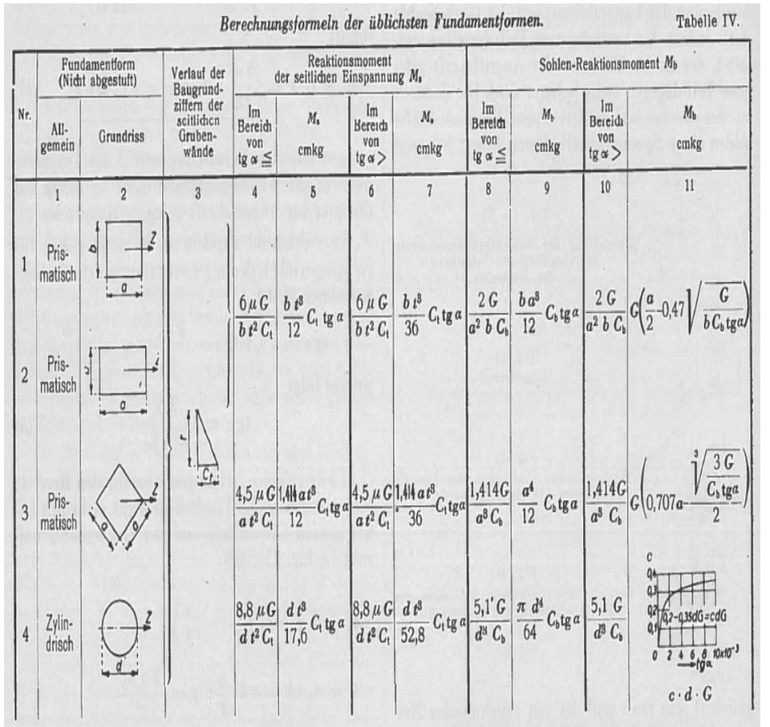
(a) Duro: Los terrenos con su humedad natural rompen difícilmente con la mano. Tonalidad en general clara.
Semiduro: Los terrenos con su humedad natural se amasan difícilmente con la mano. Tonalidad en general oscura.
Blando: Los terrenos con su humedad natural se amasan fácilmente, permitiendo obtener entre las manos cilindros de 3 mm de diámetro. Tonalidad oscura.
Fluido: Los terrenos con su humedad natural presionados en la mano cerrada fluyen entre los dedos. Tonalidad en general oscura.
(b) Puede admitirse que sea proporcional a la profundidad en que se considere la acción.
(c) Se determinará experimentalmente.

El valor de rozamiento típicamente se escoge entre 0.4, que equivale a la tangente de un ángulo de rozamiento de 28º (valor conservador).

Para el coeficiente de balasto y la tensión admisible del terreno, dado que se tiene un terreno de buenas características (ver apartado anterior de geotecnia), se ha decidido escoger un Ct de 120000 kN/m3 y una tensión admisible en el rango de 300 – 350 kPa. Se trata de valores habituales en la práctica y del lado conservador para un suelo de estas características.

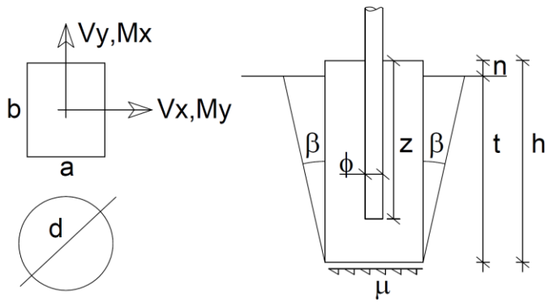
El factor de seguridad mínimo exigido es de 1.5. No obstante, es habitual que sea mayor para poder obtener tensiones admisibles en el terreno.

El cálculo se ha hecho con una hoja de cálculo de elaboración propia y utilizando las fórmulas del método para el caso particular de cimentaciones cilíndricas tipo pilote.



Valores de momento a utilizar en el método de Sulzberger en función de la geometría

Un esquema del resto de variables que intervienen en el cálculo se muestra en la siguiente figura.



Croquis de las variables de cálculo

SULZBERGER METHOD							
INITIAL DATA							
Geometry		Soil & Pole			External Forces		
a (m)	0.58	C (2m; kN/m³)	120000	see table	Vx (kN)	35.2	
b (m)	0.58	tg α	0.01	typ. 0.01	My (kNm)	70.4	
d (m)	0.65	μ (-)	0.4	see table	Vy (kN)	0	
h (m)	2.8	β (°)	0	see table	Mx (kNm)	0	
t (m)	2.8	γ_s (kN/m³)	18		Vz (kN)	54	
p (m)	0	ϕ (m)	0		γ_c (kN/m³)	25	

CALCULATIONS						
	Auxiliar Calculations	*Prismatic Foundation*		*Cylindrical Foundation*		
		Volume (m3)	Weight (kN)	Volume (m3)	Weight (kN)	
Concrete - pole Truncated volumes	Pole	0.000		0.000		
	Foundation	0.942	23.548	0.929	23.228	
	Soil mobilized	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Total		**23.548**		**23.228**	
	Moments & SF					
[Vz+Total]	G (kN)	77.548		77.228		
[C*t/2]	C_t (kN/m³)	168000		168000		
[1.2*C_b]	C_b (kN/m³)	168000		168000		
Side rot. X	tg α_{1x}	0.0002		0.0003		
Side rot. Y	tg α_{1y}	0.0002				
Side moment	M_{sx} (kNm)	594.167		454.007		
	M_{sy} (kNm)	594.167				
Base rot. X	tg α_{2x}	0.00473		0.009	Select c	
Base rot. Y	tg α_{2y}	0.005				
Base moment	M_{bx} (kNm)	12.207		15.059	0.300	
	M_{by} (kNm)	12.207				
Design moment	M_{dx} (kNm)	136.107		136.107		
	M_{dy} (kNm)	0.000		0.000		
	(M_s/M_b)	48.675		30.148		
	SF value	1.500		1.500		
[(M_s+M_b)/M_d]	**FSx**	**4.455**		**3.446**		
	FSy	-		-		

Soil stresses aproximation (Service)	
tg α real	0.00223122
M_{sx} real	132.571727
M_{bx} real	3.53494006
σ_{1x} (kPa)	174.46
σ_{2x} (kPa)	349.86
σ_{3x} (kPa)	116.62

Cálculo cimentación

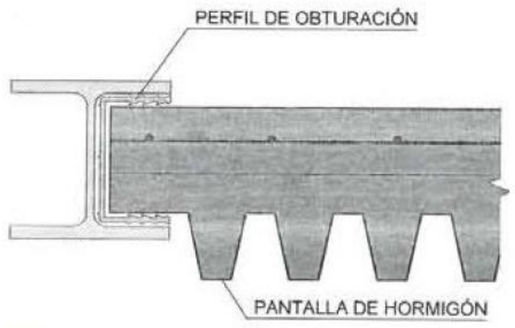
En el cálculo se muestra el resultado de una cimentación cilíndrica de diámetro "d" y su equivalente en área de una cimentación prismática de dimensiones a y b. Las tensiones en el suelo son las correspondientes a la cimentación prismática.

En resumen, se obtiene una cimentación cilíndrica con las siguientes características:

- Diámetro: 0.65 m
- Profundidad: 2.8 m
- Tensión máx. en el suelo < 1.25 σ_{adm} (350 kPa) y localizada en un solo punto
- FS>1.5 en todos los casos

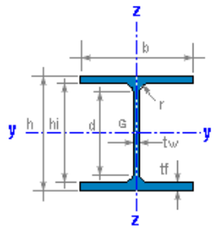
2.3 DISEÑO DE LOS POSTES

Se prevé la instalación de un perfil metálico sobre cada cimentación en los que encajar las pantallas como se muestra en la figura. Según los espesores indicados anteriormente, es necesario disponer de 12 cm para encajar las pantallas.



Se escoge un perfil HEB 180, que cumple con la altura indicada con cierta holgura. La siguiente figura muestra sus propiedades físicas y mecánicas.

HEB 180



h = 180 mm	r = 15 mm
b = 180 mm	d = 122.0 mm
tw = 8.5 mm	hi = 152.0 mm
tf = 14.0 mm	
A = 65.3 cm2	M = 51.2 kg/m
Iy = 3831 cm4	Iz = 1363 cm4
Wy = 425.7 cm3	Wz = 151.4 cm3
Wply = 481.5 cm3	Wplz = 231.0 cm3
iy = 7.66 cm	iz = 4.57 cm
It = 42.2 cm4	Iw = 93887 cm6
Sy = 240.7 cm3	Avz = 20.24 cm2
sy = 15.9 cm	
AL = 1.037 m2/m	AG = 20.25 m2/t

El perfil cumple para los esfuerzos máximos en los extremos con un acero S 275 JR tal y como se justifica a continuación:

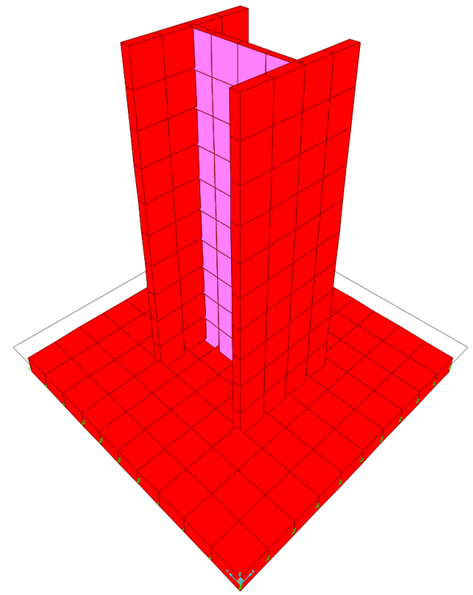
- Resistencia a flexión: se verifica que el momento plástico del perfil es mayor al de diseño
  $M_{pl} = W_{pl} \times f_y/1.05 = 481.5e\text{-}6 \times 275000/1.05 = 126$ kNm > $M_d = 70.4 \times 1.5 = 105.6$ kNm

- Resistencia a cortante: se verifica que el cortante plástico es mayor al de diseño
  $V_{pl} = f_y \times A_{vz}/(3^{1/2} \times 1.05) = 306$ kN > $V_d = 35.2 \times 1.5 = 52.8$ kN

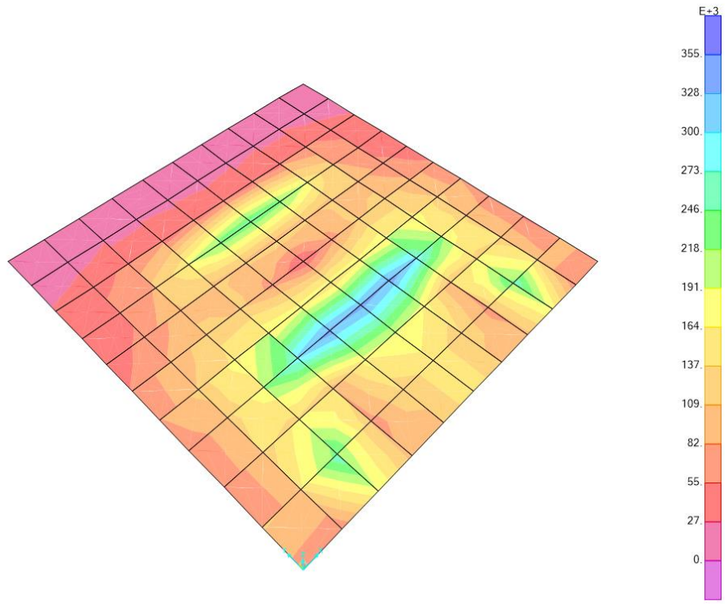
- Interacción cortante-momento: como el cortante de diseño es inferior a 0.5Vpl, la resistencia a flexión no se ve reducida por el cortante.

La placa de anclaje se ha verificado con el software SAP2000 v.22. La simulación contiene la placa y medio metro de perfil HEB 180. El cálculo se ha particularizado para cada cimentación y se ha verificado que se cumple el criterio de von Misses. A continuación se muestran los resultados y el diseño de cada placa y pernos de anclaje. Los pernos cumplen a tracción y a cortante.

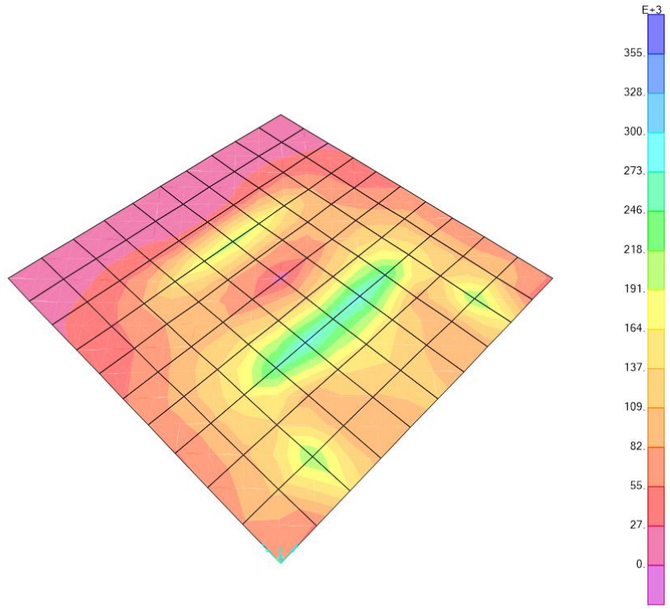
	Acero	espesor (cm)	dimensiones	Pernos B500S
Cimentación 1	S355	4.0	35x35	4x24(8.8)



Geometría de la simulación de la placa de anclaje



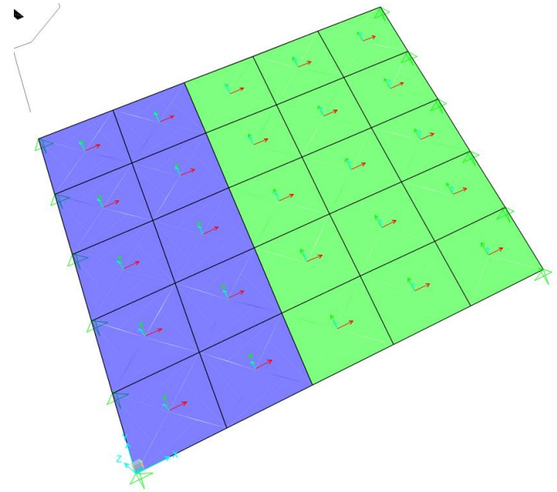
Criterio de von Mises en cimentación 1



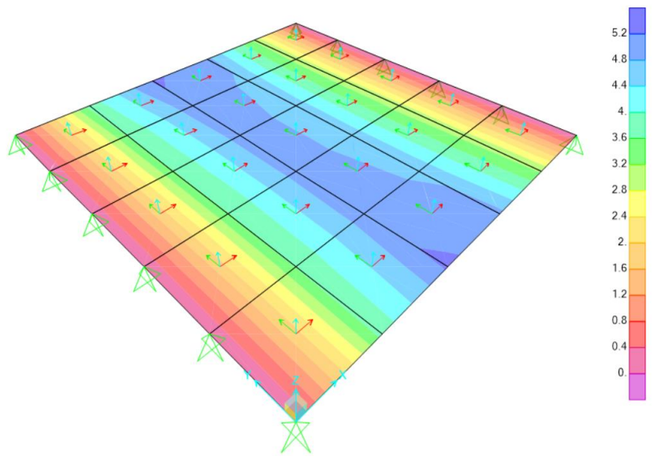
Criterio de von Mises en cimentación 2

2.4 DISEÑO DE LA ARMADURA

Se ha simulado la pantalla acústica con el software SAP2000 v.22 para obtener los esfuerzos a resistir. La pantalla se ha calculado con las presiones de viento A y B afectadas por un factor de 1.5.

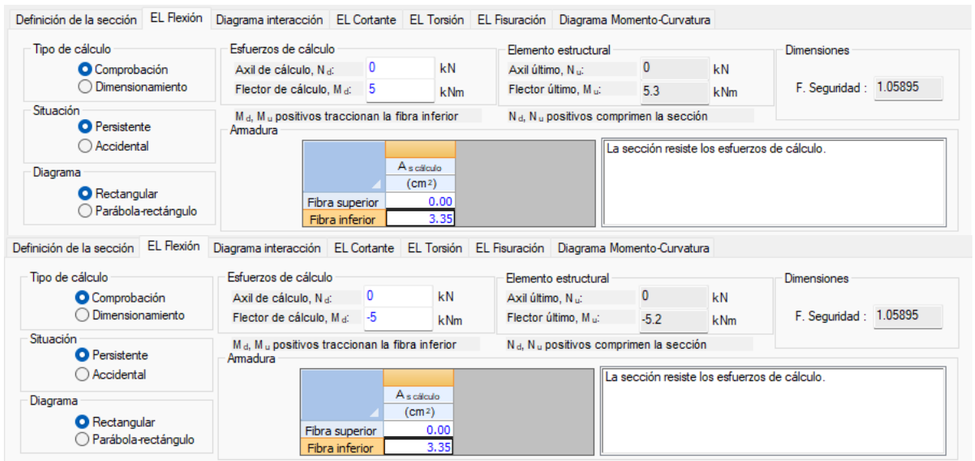


Presiones de viento

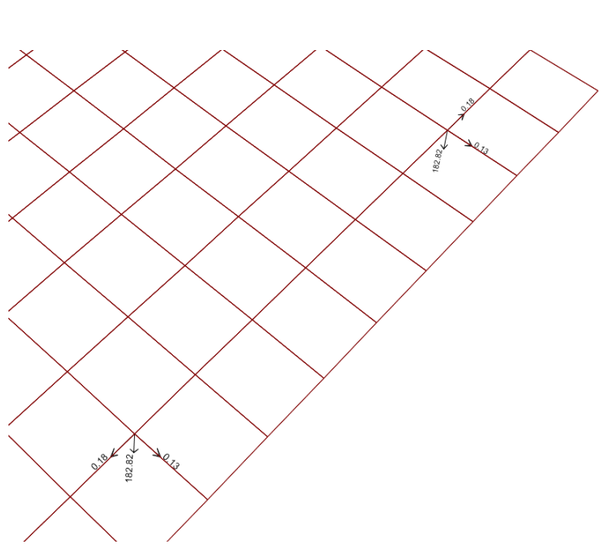


Momentos flectores de diseño

El momento de diseño es de 5 kNm y se cubre con mallazo de 8 mm a 15x15 (3.3 cm2/m). Se ha supuesto un HA-30 de 8 cm de espesor mínimo.



Momento último para pantalla 1 (mallazo 15x15-8)



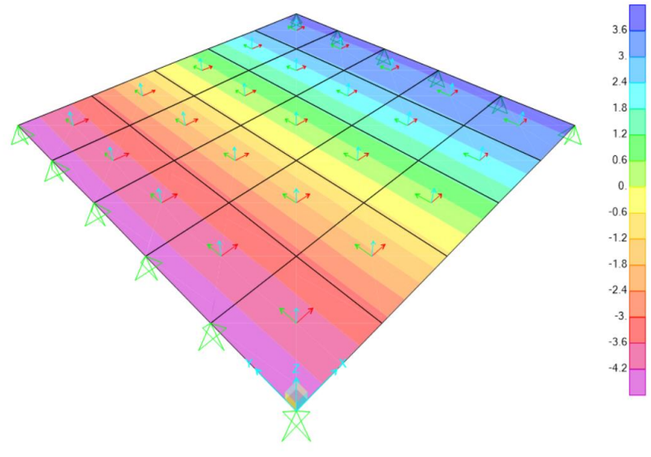
Reacciones en los pernos traccionados (183 kN)

La tracción de los pernos se recoge con barras de 12 mm de diámetro para la armadura vertical y cercos cada 0.1 con barras de 10 mm. La armadura final son 10Φ12 y cΦ10 a 0.2 excepto en los 60 cm superiores, que se colocarán cada 0.1 m para absorber el tirante de los pernos.

DATOS PERNO-BARRA			
d (m)	0.09		Distancia perno-armadura pasiva
L_p (m)	0.6		Longitud perno en hormigón
L_b (m)	0.4		Longitud anclaje armadura pasiva
n_v (-)	2		Número barras verticales a distribuir la biela
A_{bv} (cm2)	2.01		Área armadura pasiva vertical
n_h (-)	3		Número cercos a distribuir tirante
A_{bh} (cm2)	0.79		Área cercos
γ (-)	1.15		Coef. Seg.
f_{yk} (MPa)	500		
Fp (kN)	130		Tiro del perno
f_{su}	0.85		factor reductor cortante (0.85 si circular)
CÁLCULOS			
tgα	2.22		tangente biela respecto horizontal
F_y (kN)	174.8	OK	Resistencia n barras verticales
F_H (kN)	58.5		Tirante
Fx (kN)	87.59	OK	Resistencia cercos

Relación tracción perno-armadura pasiva

Por último, la sección aguanta el cortante de 5 kN sin necesidad de armadura adicional.



Cortante en la pantalla

CORTANTE HORMIGÓN ESTRUCTURAL
ELEMENTOS SIN ARMADURA DE CORTANTE
ANEJO 19 - 6.2.2

fck=	30	Mpa	
γc=	1,5		
fcd	20,00	Mpa	
h=	0,08	m	
bw=	1	m	
r=	0,04	m	
cotg θ	2	0.5 < cotg θ < 2.0	
α	90,00	°	
cotg α=	0,00		
fyk	500	Mpa	
fywd	400	Mpa	
As,long tracc	3,35	cm2	
VE,d=	0,005	MN	
NE,d=	0,000	MN	NE,d>0: COMPRESIÓN
ΔFtd=	0,005	MN	tracción adicional en el armado long.

1) CORTANTE MÁXIMO LIMITADO POR LA ROTURA DE BIELAS A COMPRESIÓN

σcp=	0,00	MPa
αcw=	1,00	MPa
v1=	0,60	MPa
VRd,max=	0,17	MN
CSA=	34,56	

2) RESISTENCIA A CORTANTE SIN ARMADURA DE CORTANTE

k1=	0,15	
k=	2,00	
CRd,c=	0,12	
ρl=	0,0084	
v,min=	0,54	
VRd,c=	0,028	MN
VRd,c,min=	0,022	MN
CSA=	5,62	

3) ARMADURA TRANSVERSAL MÍNIMA

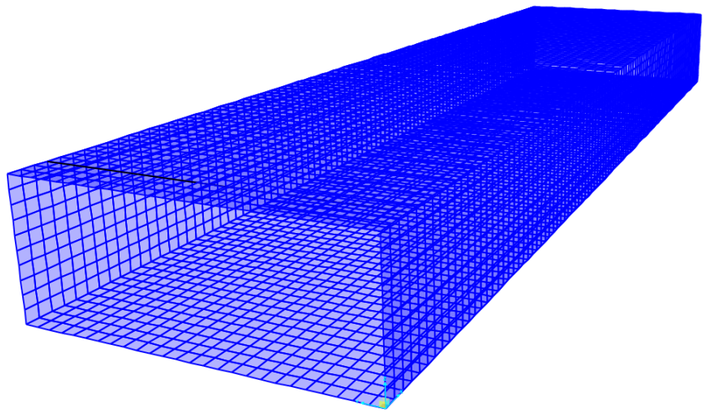
Asw,min	8,76	cm²/m

3 VERIFICACIÓN DE ESTRUCTURAS EXISTENTES

En este apartado se comprueba el posible efecto que pueda suponer, a nivel estructural, la instalación de pantallas acústicas sobre los pasos inferiores existentes.

3.1 MODELO DE CÁLCULO

Se realiza un modelo de shells con el software de análisis estructural SAP2000 v.22 del cajón de mayor dimensión en el tramo de estudio.



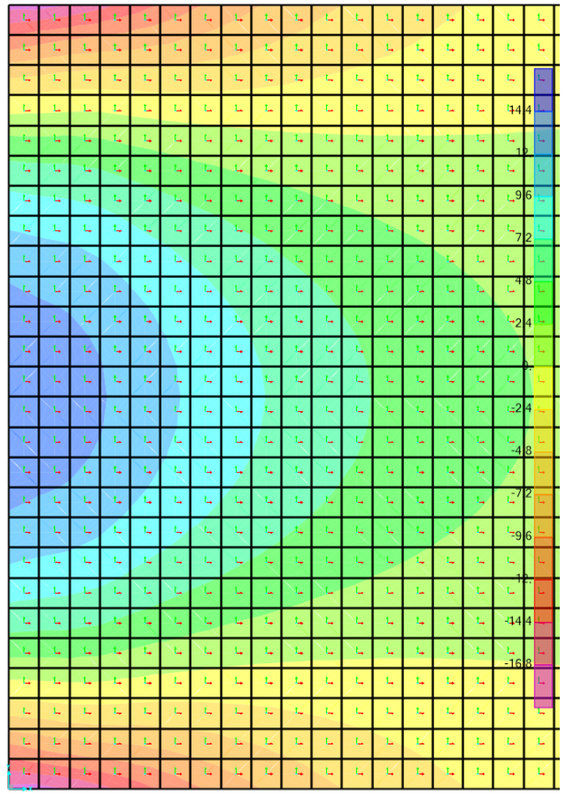
Las dimensiones, del lado de la seguridad, del cajón analizado son 13.00 m x 5.00 m de anchura y altura, respectivamente. Se consideran secciones de 0.80 m de espesor y una longitud total de 48.00 m.

Las acciones consideradas son las siguientes:

- Peso propio: calculado automáticamente por el programa, teniendo en cuenta un peso específico del hormigón de 25 kN/m3.
- Cargas muertas:
    - Barrera New Jersey: a través de la sección transversal de la barrera se estima una carga de 7 kN/m, del lado de la seguridad.
- Cargas de tráfico: se aplica el tren de cargas de la IAP-11 en las zonas de circulación.
- Pantallas acústicas: se considera el momento flector Mk en las cimentaciones de los postes, cuya separación es 4 m, actuando sobre el dintel del cajón. Este momento Mk tiene un valor de 70.4 kNm.

3.2 ESFUERZOS DEBIDOS A INSTALACIÓN DE BARRERAS NEW JERSEY

En primer lugar, se comparan los esfuerzos en el dintel producidos por las barreras New Jersey frente a los esfuerzos debidos a las cargas de tráfico.



Momento flector debido a barrera New Jersey

Momento flector debido a cargas de tráfico

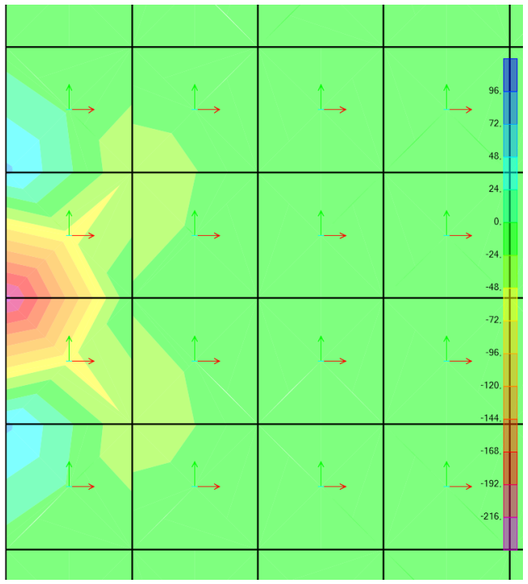
Se verifica que el momento flector en el primer caso, de valor 13 kNm/m, es muy bajo y muy inferior al momento flector de valor 140 kNm/m debido a cargas de tráfico.

Dado que la carga de la barrera no es concomitante con la carga de tráfico, se verifica que el dintel del cajón está diseñado para soportar cargas de valores muy superiores.

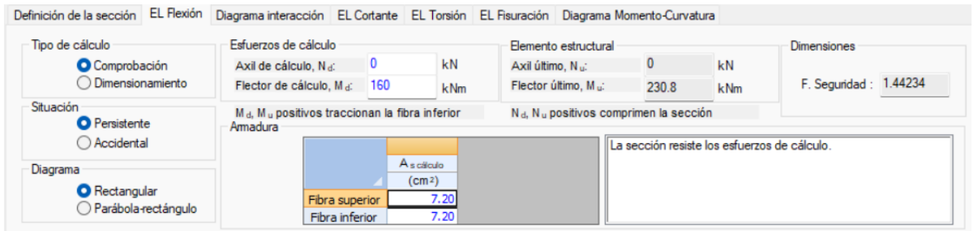
3.3 ESFUERZOS DEBIDOS A INSTALACIÓN DE PANELES ACÚSTICOS

Por otro lado, para un canto estimado de dintel de 0.80 m, la cuantía geométrica mínima que debería haberse dispuesto en el mismo es 0.0018 * 80 cm * 100 cm = 14.4 cm2/m → 7.2cm2/m en cada cara (se dimensiono con EHE-08), con la que se obtiene un momento flector último Mu = 230.8 kNm/m.

Se comprueban los esfuerzos sobre el dintel del cajón producidos por la instalación de los paneles acústicos y se obtiene un momento flector de valor Md = 160 kNm/m.



Momento flector en la cimentación de postes



Verificación momento último en el dintel

Se verifica que el momento flector que aparece en el dintel tiene un valor muy inferior al momento último que resistiría la armadura teórica dispuesta según la norma.

3.4 DIMENSIONADO DEL PILOTE

Para el dimensionamiento del pilote, se ha elaborado un modelo de elementos finitos mediante el software SAP2000. El modelo discretiza el pilote incorporando muelles cada 0.5 m, simulando la interacción suelo-estructura a través del coeficiente de balasto horizontal.

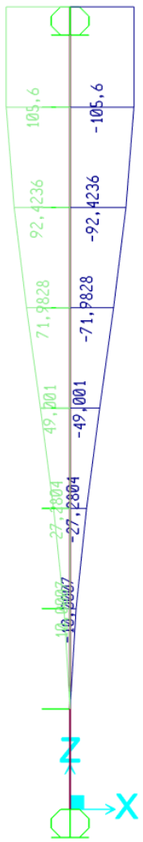


Modelo del pilote en SAP2000

En la cabeza del pilote se han introducido las acciones resultantes características (k) provenientes de la conexión poste-pilote:

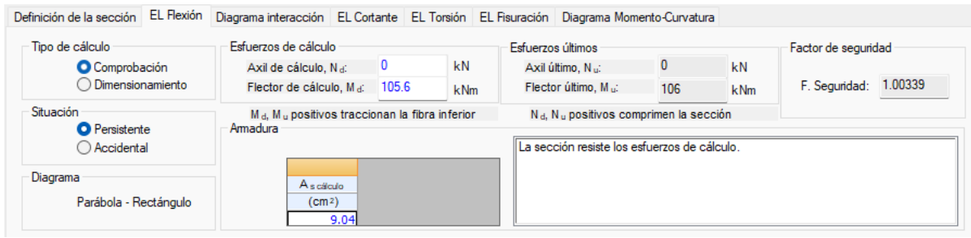
N_k (kN)	V_k (kN)	M_k (kNm)
54 kN	35.2 kN	70.4 kNm

Para el dimensionamiento a flexión se obtienen los siguientes resultados:

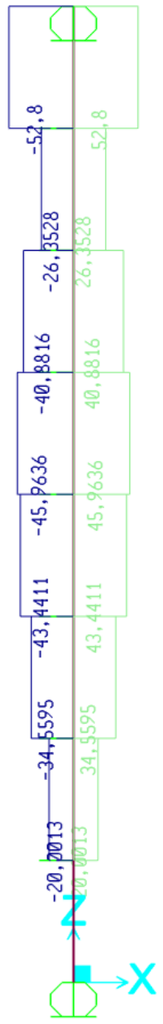


Esfuerzo flector resultante en ELU

Se obtiene un momento de diseño máximo de 105.6 kNm, por lo que se dispondrán 8Φ12 conformando una armadura de 9.04 cm2. A continuación se presenta la verificación:



En relación con el esfuerzo cortante se obtiene un cortante máximo de valor 46 kN. A continuación, se adjunta la ley de cortantes en ELU en SAP2000.



Esfuerzo cortante resultante en ELU

La sección de hormigón es suficiente para trabajar sin armadura de cortante, con el cortante máximo obtenido. Por este motivo, se disponen 1cΦ10/20 como armadura de montaje de la jaula del pilote.

Anejo 6. Señalización, balizamiento y seguridad vial

Proyecto Constructivo. Instalación de pantallas acústicas en la autovía A2 en el tramo de Pallejà. Fase 2

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 1

2 NORMATIVA 1

3 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL 2

3.1 MATERIALES Y TIPOLOGÍA DE MARCAS VIALES A EMPLEAR 2

4 SEÑALIZACIÓN VERTICAL 2

4.1 TIPOS DE SEÑALES DE CIRCULACIÓN 2

4.2 TAMAÑOS 2

4.3 COLOR 3

4.4 NIVEL DE REFLECTANCIA 4

4.5 IMPLANTACIÓN, POSICIÓN Y MATERIALES 5

4.5.1 VISIBILIDAD 5

4.5.2 POSICIÓN LONGITUDINAL 5

4.5.3 POSICIÓN TRANSVERSAL 6

4.5.4 DISTANCIAS, ALTURAS, ORIENTACIÓN Y MATERIALES 6

5 BARRERAS DE SEGURIDAD 7

5.1 INTRODUCCIÓN 7

5.2 METODOLOGÍA 8

5.3 DETERMINACIÓN DE LA IMD 9

5.4 CRITERIOS DE DISPOSICIÓN 11

5.4.1 POSICIÓN LONGITUDINAL 11

5.4.2 POSICIÓN TRANSVERSAL 12

5.4.3 TRANSICIONES 12

5.5 TIPOLOGÍA DE SISTEMAS DE CONTENCIÓN ADOPTADOS 12

5.6 AFECTACIÓN AL SISTEMA DE DRENAJE EXISTENTE 12

6 BALIZAMIENTO 15

7 ESTUDIO DE VISIBILIDAD 15

7.1 INTRODUCCIÓN Y GENERALIDADES 15

7.2 PARÁMETROS DE TRAZADO DEL ESTUDIO 16

7.3 PANTALLA ACÚSTICA LIMITANTE 17

7.4 RESULTADOS DEL ESTUDIO DE VISIBILIDAD 17

APÉNDICE 1. SEÑALIZACIÓN VERTICAL ACTUAL A SUSTITUIR 19

APÉNDICE 2. ESTUDIO DE VISIBILIDAD 23

1 INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene por objeto definir la señalización vertical, horizontal, balizamiento y defensas necesarias para conseguir el grado de seguridad, eficacia y comodidad en la circulación de vehículos.

2 NORMATIVA

La normativa relativa a la **señalización horizontal** es la siguiente:

- Normativa de carreteras 8.2.-IC "Marcas Viales", publicada por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (O.M. de 16 de julio de 1987, B.O.E. del 4 de agosto y 29 de septiembre).
- O.C. 304/89 MV de 21 de julio sobre proyectos de marcas viales, de la Subdirección General de Construcción y Explotación de la D.G.C. del M.O.P.U.
- O.C. 325/97 T. sobre señalización, balizamiento y defensa de las carreteras en aquello que hace referencia a los materiales constitutivos, de la D.G.C. del Ministerio de Fomento, publicada el 30 de diciembre de 1997.
- Nota técnica sobre borrado de marcas viales, de 5 de febrero de 1991, de la Subdirección General de Tecnología y Proyectos del Ministerio de Obras Públicas y Transportes.
- Artículo 700 "Marcas viales" de la Parte 7ª "Elementos de señalización, balizamiento y defensa de las carreteras" del PG-3.

La normativa relativa a la **señalización vertical** es la siguiente:

- Instrucción de Carreteras Norma 8.1-IC "Señalización Vertical", aprobada por Orden de 28 de diciembre de 1999 de la D.G.C. del Ministerio de Fomento.
- Recomendaciones para el Proyecto de Enlaces, de junio de 1968, de la División de Planes i Tránsito de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales del M.O.P.U.
- Recomendaciones para el Proyecto de Intersecciones, de enero de 1967, de la D.G.C. del M.O.P.U.
- Catálogo de señales verticales de circulación (tomo I "Características de las Señales" de marzo de 1992 y tomo II "Catálogo y Significado de las Señales" de junio de 1992), publicado per la D.G.C. del M.O.P.T.
- Artículo 701 "Señales y carteles verticales de circulación retrorreflectantes" de la Parte 7ª "Elementos de señalización, balizamiento y defensa de las carreteras" del PG-3.

Para la señalización de las diferentes fases de ejecución de las obras se ha tenido en cuenta la Norma 8.3. -IC. "Señalización de Obras" de la D.G.C. del M.O.P.U., aprobada per O.M. sobre señalización, balizamiento, defensa, limpieza y finalización de obres fijas en vías fuera de poblado, de 31 de agosto de 1987; modificada parcialmente por el R.D. 208/1989 de 3 de febrero. Asimismo, se contemplan las órdenes circulares 300/89 y 301/89 T de la D.G.C. del M.O.P.U. (de 20 de marzo y 27 de abril, respectivamente).

La normativa relativa a las **barreras de seguridad** es la siguiente:

- O.C. 35/2014: sobre "Criterios de Aplicación de sistemas de contención de vehículos".
- O.C. 321/95 T. y P. "Recomendaciones sobre Sistemas de Contención de Vehículos" de la D.G.C., Secretaria de Estado de Política Territorial y Obras Públicas del M.O.P.T.M.A.
- Anexo del año 2000 al Catálogo de Sistemas de Contención de Vehículos de la citada Orden Circular.
- O.C. 6/01 para la modificación de la O.C. 321/95 T. y P., de 24 de octubre, en aquello referente a barreras de seguridad metálicas para utilizarlas en carreteras de calzada única.
- O.C. 18/04 sobre "Criterios de empleo de sistemas para protección de motociclistas", mediante la colocación de la barrera BMSNA2/120b.
- Artículo 704 "Barreras de seguridad" de la Parte 7ª "Elementos de señalización, balizamiento y defensa de las carreteras" del PG-3.
- UNE 135-111-94 "Sistemas viales de contención de vehículos. Barreras de hormigón. Definiciones, clasificación, dimensiones y tolerancias".
- UNE 135-112-94 "Sistemas viales de contención de vehículos. Barreras de hormigón. Materiales básicos y control de ejecución".
- UNE 135-121-99 "Barreras metálicas. Valla de perfil de doble onda. Materiales, dimensiones, formas de fabricación y ensayos".
- UNE 135-122-99 "Sistemas viales de contención de vehículos. Barreras metálicas. Elementos accesorios de las barreras metálicas. Materiales, dimensiones, formas de fabricación y ensayos".

3 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

3.1 MATERIALES Y TIPOLOGÍA DE MARCAS VIALES A EMPLEAR

En el Pliego de Condiciones se determinan las calidades de la pintura y de la película seca, así como los ensayos a que se ha de someter.

El tipo de pintura a utilizar en la presente obra será de tipo termoplástica para las marcas viarias longitudinales, y de dos componentes en frío para las inscripciones y cebreados.

Teniendo en cuenta las prescripciones contenidas en la Norma 8.2-IC, hay que apuntar que todas las marcas serán de color blanco, de referencia B-118 de la UNE 48-103, y reflectantes. La reflectancia se consigue mezclando las microesferas de vidrio con la pintura.

El proyecto prevé el intado sobre pavimento de marca vial longitudinal continua sonora para uso permanente y retrorreflectante en seco, con humedad y con lluvia, tipo P-RRS, de 10 cm de anchura, con termoplástico de aplicación en caliente de color blanco y microesferas de vidrio, a realizar en el arcén, debido a que se fresa y se realiza un microaglomerado

4 SEÑALIZACIÓN VERTICAL

Se desmontarán todas las señales verticales existentes y se acopiarán para su futura ubicación. También se recolocarán en sus mismas condiciones los hitos de arista que se encuentren en la zona de actuación y se vean afectados.

En el apéndice 1 se recogen todas las señales a sustituir.

4.1 TIPOS DE SEÑALES DE CIRCULACIÓN

De acuerdo con la normativa 8.1-I.C y con el Reglamento General de Circulación, las señales y carteles, según su funcionalidad, se clasifican en:

* Señales de advertencia de peligro. Generalmente triangulares y su designación comienza por la letra "P" (P-1 a P-50).

* Señales de reglamentación. Generalmente circulares y su designación comienza por la letra "R". Asimismo, se clasifican en:

- De prioridad (R-1 a R-6).
- De prohibición de entrada (R-100 a R-117).
- De restricción de paso (R-200 a R-205).
- Otras de prohibición o restricción (R-300 a R-310).
- De obligación (R-400 a R-417).
- De fin de prohibición o restricción (R-500 a R-506).

* Señales o carteles de indicación. Generalmente rectangulares y su designación comienza por la letra "S". Asimismo, se clasifican en:

- De indicaciones generals (S-1 a S-29).
- Relativas a carriles (S-50 a S-63).
- De servicios (S-100 a S-126).
- De orientación que, asimismo, se clasifican en:

* Según la 8.1-IC y el Catálogo de señales (Ministerio de Fomento):

- De preseñalización (S-200 a S-270).
- De dirección (S-300 a S-375).
- De identificación de carreteras (S-400 a S-460).
- De localización (S-500 a S-574).
- De confirmación (S-600 a S-610).
- De uso específico en zona urbana (S-700 a S-770).
- Paneles complementarios (S-800 a S-870).
- Otras señales (S-900 a S-940).

* Según el borrador "Manual per la senyalització viària d'orientació de Catalunya (Direcció General d'Infraestructures de Mobilitat de la Generalitat):

- De alerta lejana (OR10).
- De preseñalización (OR20).
- De dirección propia (OR30).
- De dirección avanzada (OR40).
- De dirección final (OR50).
- De confirmación (OR60).
- De señalización de orientación en población (OR700).

En los planos de planta se han dibujado cada una de las señales, así como su denominación correspondiente a los respectivos documentos. Los paneles laterales y flecha, por ser específicos del proyecto, se han definido en los planos de detalles de señalización.

4.2 TAMAÑOS

Las dimensiones de las señales del tronco y ramales de enlaces que corresponden a autovías serán las siguientes:

- Señales triangulares: 175 cm de lado.
- Señales circulares: 120 cm de diámetro.

En el Documento nº4 Presupuesto, las mediciones reflejan el tipo de señal y la medida correspondiente.

Los carteles tendrán dimensiones que son función de sus inscripciones, quedando reflejadas en los planos de detalle y las mediciones.

Las inscripciones se efectúan con las letras de ancho normal en general y reducido en los casos en que la longitud de la leyenda así lo aconseje. La altura de las letras viene dada por el parámetro H_b que caracteriza todas las diversas alturas de letra que puede haber en un plafón de orientación. La altura de base de letra, H_b, se define siguiendo los siguientes criterios, ordenados jerárquicamente:

- Tipo de vía.
- Pertinencia a una red determinada (básica, comarcal, local).
- Velocidad de paso de los vehículos en el punto donde se instala el plafón.
- Tipo de señalización implantada (preseñalización, dirección final, confirmación...).
- Tipo de soporte sobre el cual reposa el plafón (lateral...).

La gama de medidas de letra H_b, queda definida en la tabla siguiente:

TIPO DE PLAFÓN		TIPO DE VÍA				
		A, VP2	CC4*	CC2		
				I	II	III
Preseñalización	Lateral	360	200	200	150	150
	Elevado	400	250	250	250	250
Preseñalización de rotonda	Lateral	-	150	120	120	120
Dirección avanzada	Lateral	-	150	150	120	100
	Elevado	400	250	250	250	250
Dirección final	Lateral	360	150	150	120	120
Confirmación	Lateral	270	150	150	120	120
Localización:						
Comunidad	Lateral	260	200	200	150	120
Comarca	Lateral	200	150	150	150	120
Provincia	Lateral	200	150	150	150	120
Población (**)	Lateral	200/150	200/150	200/150	200/150	200/150
Otros	Lateral	200	150	150	150	120

**200 para los polos primarios o de nivel superior, 150 para el resto de los polos.

*Utilización de los tipos I, II y III:

-<u>En red básica:</u> Tipo I (general de referencia) y Tipo II (cuando la achura de plataforma < 6 m en tramos significativamente largos).

-<u>En red comarcal:</u> Tipo II (general de referencia), Tipo III (cuando la anchura de plataforma < 6 m en tramos significativamente largos) y Tipo I (si V > 80 km/h en tramos significativamente largos).

-<u>En red local:</u> Tipo III (si V < 50 km/h o anchura de plataforma < 6 m), Tipo II si 50 < V < 80 km/h) y Tipo I (si V > 80 km/h).

La altura que aplicar en cada carácter vendrá definida por H_c que es la altura de composición. Las reglas para escoger H_c son las siguientes:

- En general $H_c = H_b$, tanto sobre fondo azul como sobre fondo blanco.
- Subplafones y ventanas azules en plafones de fondo blanco: $H_c = H_b+1$.
- Panelitos (de color variable): $H_c = H_b-1$.
- Segunda línea de una mención: $H_c = H_b-1$.
- Módulo de salida: $H_c = H_b-1$.
- En pórticos de autopista o VP2, H_c de plafones de dirección avanzada de fondo blanco: $H_c = H_b-1$.
- Palabra *Dirección* en plafones de preseñalización de rotondas: $H_c = H_b-1$.
- Distancias kilométricas no enteras: números decimales con $H_c = H_b-1$.

El alfabeto utilizado es el "CCRIGE" para la rotulación que indica a inscripciones propias o accesos de carretera convencional y "AUTOPISTAS" para la rotulación que indica accesos a Autopistas, Autovías o Vías rápidas tal y como queda reflejado en los planos de detalles de señalización. El alfabeto cursivo se usará en distancias métricas en plafones de preseñalización y en calificativos de destinaciones, tanto sobre fondo blanco como fondo azul tal y como ha fijado el Departamento de la Dirección General de Carreteras de Señalización y Seguridad Viaria (Área de Tecnología y Sistemas de información). El alfabeto utilizado en los carteles urbanos es el Helvético condensado según la norma IGSE antes mencionada.

El color de los textos, orlas, fondos y pictogramas quedan perfectamente reflejados en los planos de detalle, así como el resto de los datos necesarios para la completa ejecución de todas las señales.

4.3 <u>COLOR</u>

El color de los textos, orles, fondos y pictogramas queda perfectamente reflejados en los planos de detalle coincidiendo con la tabla de coordenadas cromáticas del diagrama de cromaticidad CIE

presentado en el tomo de características de señales verticales de circulación de la Dirección General de Carreteras.

La Norma UNE 48073-2 define el ensayo para la determinación de las coordenadas cromáticas y factor de luminaria, empleando un espectroclorímetro de geometría 45/0, y un iluminante patrón tipo CIE D65.

Los cajetines, hitos y demás señales de identificación de las carreteras tendrán los siguientes colores en función de la categoría de la carretera:

- De itinerario europeo: Fondo verde y letra blanca.
- De autopista o autovía: Fondo azul y letra blanca.
- De carretera de la R.I.G.E. (Red del Estado): Fondo rojo y letra blanca.
- De la red básica que no sea autopista: Fondo rojo y letra blanca.
- De la red comarcal: Fondo verde y letra blanca.
- De la red local: Fons amarillo y letra negra.

Los colores de las señales de destino y de los carteles de orientación tendrán, en el caso de autopista y de autovía, fondo azul y los caracteres, orlas y flechas color blanco, y en los demás casos de carretera convencional tendrán fondo blanco y los caracteres, orlas y flechas color negro.

COLORES EN CARTELES FLECHA Y CARTELES DE ORIENTACIÓN		
CLASE DE CARRETERA	FONDO	CARÁCTERES, ORLAS Y FLECHAS
Autopista	Azul	Blanco
Vía preferente de calzadas separadas (Autovía)	Azul	Blanco
Vía preferente de calzada única (Vía Rápida)	Blanco	Negro
Carretera convencional	Blanco	Negro

Como excepción, los carteles de dirección avanzada y dirección final (si la clase de carretera a la que se accediese por la salida fuese superior a la de la carretera propia) llevarán los colores de la carretera a la que se dirigirá la mencionada salida. El color de los carteles de orientación queda según el cuadro siguiente:

		Destino			
		Cartel	A/VP2	Cartel	CC4/CC2
Origen	A/VP2	Preseñalización	Azul	Preseñalización	Azul
		Dirección Propia	Azul	Dirección Propia	Azul
		Dirección Avanzada	Azul	Dirección Avanzada	Blanco
		Dirección Final	Azul	Dirección Final	Blanco
		Confirmación	Azul	Confirmación	Azul
	CC4/CC2	Preseñalización	Azul	Preseñalización	Blanco
		Dirección Propia	Blanco	Dirección Propia	Blanco
		Dirección Avanzada	Azul	Dirección Avanzada	Blanco
		Dirección Final	Azul	Dirección Final	Blanco
		Confirmación	Blanco	Confirmación	Blanco

Los colores de los carteles de localización seguirán los criterios de la siguiente tabla:

COLORES EN CARTELES DE LOCALIZACIÓN						
	Poblado		Límite territorial		Otros puntos característicos	
	Entrada	Salida	C. Autónoma	Provincia	De otra carretera	Fuera de la carretera
Fondo	Blanco	Blanco	Verde	Verde	Marrón	Variable (*)
Letra	Negra	Negra	Blanca	Blanca	Blanca	Blanca
Orla	Roja	Negra	Blanca	Blanca	Blanca	Blanca
Franja	-	Roja	-	-	-	-

(*) El que corresponda (S-700 a S-770), según el Catálogo de señales de circulación publicado per la Dirección General de Carreteras, salvo modificación de la Instrucción 8.1-I.C. de Señalización Vertical.

4.4 NIVEL DE REFLECTANCIA

Todos los elementos (fondos, caracteres, símbolos flechas y pictogramas) de una señal, cartel o panel complementario excepto los de color negro o azul oscuro, habrán de ser retrorreflexivos en su color.

Hay tres niveles diferentes de retrorreflectancia, que habrá de ser siempre el mismo en todos los elementos del mismo cartel. Los niveles mínimos de reflectancia para señales y carteles de señalización vienen indicados en la tabla 7 de la Instrucción 8.1-I.C., a saber:

CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DEL NIVELL DE REFLECTANCIA ÓPTIMO

TIPO DE SEÑAL O PANEL	CLAVE (Ministerio de Fomento)	ENTORNO DE UBICACIÓN DE LA SEÑAL O PANEL			
		ZONA PERIURBANA (Travesías, circunvalaciones...)	AUTOPISTA, AUTOVÍA Y VÍA RÁPIDA	CARRETERA CONVENCIONAL	
				PRINCIPAL	NO PRINCIPAL
Advertencia de peligro Prioridad Prohibición de entrada	P-1 a P-50 R-1 a R-6 R-100 a R-117	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 2
Prohibición o restricción Obligación Indicaciones generals Indicación de carriles Indicación de servicio	R-300 a R-306 R-400 a R-417 S-1 a S-29 S-50 a S-63 S-100 a S-126	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 1	Nivel 1
Preseñalización lateral	S-200 a S-260	Nivel 2 (*)	Nivel 2 (*)	Nivel 2 (*)	Nivel 2
Pórticos y banderolas	S-350 a S-372	Nivel 2 (*)	Nivel 2 (*)	Nivel 2 (*)	Nivel 2
Paneles laterales de aproximación		Nivel 2	Nivel 2	-	-
Confirmación	S-600 a S-630	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 1 (*)	Nivel 1
Poblado	S-700 a S-770	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 1 (*)	Nivel 1
Resto		Nivel 2	Nivel 2	Nivel 1	Nivel 1
Paneles direccionales		Nivel 2 (*)	Nivel 2 (*)	Nivel 2	Nivel 2
Hitos kilométricos		Nivel 2	Nivel 2	Nivel 1	Nivel 1
Hitos de arista Hitos de vértice Balizas cilíndricas		Nivel 2 (*)	Nivel 2 (*)	Nivel 2 (*)	Nivel 2 (*)

NOTA:

(*) Se recomienda utilizar un nivel superior donde la iluminación ambiente dificulte la percepción de la señal o panel
y en lugares de elevada peligrosidad o entornos complejos
(intersecciones, glorietas, etc.).

4.5 IMPLANTACIÓN, POSICIÓN Y MATERIALES

Las señales se implantarán en la misma posición y condiciones que las actuales. Todas las señales afectadas se encuentran actualmente sobre soportes.

La posible afección a la señalización existente se determinará y se acordará con el MITMA, mediante replanteo en obra de las pantallas acústicas.

En los planos de planta se han dibujado cada una de las señales, así como especificado la denominación correspondiente al catálogo del Ministerio de Fomento. Los carteles, para ser específicos del proyecto, se han definido a los planos de detalles.

4.5.1 VISIBILIDAD

Toda señal o cartel necesita una distancia mínima de visibilidad geométrica en la que la visual dirigida por el conductor hacia la misma esté libre de obstáculos que la intercepten, y así mismo todas sus visuales intermedias del recorrido, mientras no se forme un ángulo superior de 10º con el rumbo del vehículo. Esta distancia no habrá de ser inferior a la de percepción del conductor que circule a la velocidad máxima establecida.

4.5.2 POSICIÓN LONGITUDINAL

Señales de advertencia de peligro

Las señales de advertencia de peligro (P-1 a P-50) se han colocado entre 150 y 250 m antes de la sección donde se encuentra el peligro anunciado.

Señales de reglamentación

Las señales de reglamentación (R-1 a R-506) han estado ubicadas en la sección donde comienza su aplicación, reiterándose a intervalos correspondientes a un tiempo de recorrido del orden de un minuto, en el caso de considerarse necesario. También se colocarán después de una entrada o convergencia si es conveniente.

Señales o carteles de indicación

Las señales o carteles de indicación (S-1 a S-940) están ubicados según el caso:

- Los carteles de preseñalización y de destino de acceso a glorietas en carreteras convencionales:

Para los carteles de orientación de acceso a glorietas en carretera convencional, de acuerdo con el apartado 5.5.1 de la Instrucción, los accesos principales (especialmente los que suponen continuidad de itinerario) se han dispuesto carteles tipo OR-25a (S-200), 100 m antes de la marca de ceder el paso. En las salidas se han dispuesto carteles flecha en las isletas perimetrales,

salvo los caminos agrícolas u otros destinos no principales.

- Los carteles de preseñalización y de destino de salida inmediata para cruces simples en carreteras convencionales:

La señalización se hace mediante carteles laterales o dispuestos sobre la calzada, situados:

- En carreteras convencionales de dos o tres carriles de la red comarcal, como es el caso que nos corresponde, a una longitud de 200 m antes de la "nariz" de la divergencia y con una separación de 1 m entre las líneas blancas interiores según la Instrucción 8.1-1C en el apartado 5.3.2.

La divergencia se marca mediante un cartel flecha situado al principio de la isleta, y excepcionalmente en el margen opuesto a aquél por el que se accede a otra carretera.

- Los carteles de confirmación en carretera convencional:
En cruces complejos, como es el caso de las rotondas, el panel de confirmación en carreteras convencionales de dos o tres carriles del tipo II, se situará entre 80 y 120 m del anillo exterior en el caso de rotondas y del centro de la intersección en el caso de cruce simple.

4.5.3 POSICIÓN TRANSVERSAL

En carreteras convencionales

En carreteras convencionales las señales de circulación se colocarán en el margen derecho de la plataforma, o incluso en el margen izquierdo, si el tráfico pudiese obstruir la visibilidad de las situadas a la derecha.

Se duplicarán siempre en el margen izquierdo:

- Las señales R-305, R-306, P-7, P-8, P-9a, P-9b, P-9ca, P-10a, P-10b y P-10c.
- Toda señalización en puntos con índice de peligrosidad elevado.

Los carteles de preseñalización de intersección o glorieta es situarán en el margen derecho de la plataforma en forma de cartel lateral, no siendo necesario disponerlos sobre la calzada para no cumplir ninguno de los requisitos que sugiere la norma, a saber:

- Donde hubiese más de un carril para el sentido considerado.
- Donde no se disponga de espacio suficiente en el margen de la carretera.
- Donde se estime necesario para la seguridad de la circulación, o para la intensidad de esta o la proporción de vehículos pesados.

4.5.4 DISTANCIAS, ALTURAS, ORIENTACIÓN Y MATERIALES

La arista inferior de los carteles laterales y señales de circulación estará a 2,20 m y a 1,80 m de altura de la rasante del extremo de la calzada respectivamente, y su arista vertical más próxima, a 0,50 m del extremo exterior del arcén como mínimo, tanto en autovías como en carreteras convencionales. En todos los casos los paneles estarán girados alrededor de su eje vertical ligeramente hacia fuera con un ángulo de 3º. El cartel flecha de salida inmediata se situará también a 2,20 m del suelo. La señalización vertical será de aluminio en los tipos siguientes de plafón:

TIPO	Serie del catálogo de señales de 1992
Preseñalización	S-200
Dirección	S-300
Identificación de carreteras, situados en conjuntos de aluminio	S-400
Localización	S-500 (*)
Confirmación	S-600
Uso específico en población	S- 700
Cajetines de nombre de carretera	

(*) Excluidas los hitos kilométricos (S-570 a S-574).

También será de aluminio el resto de señalización vertical que se incorpore a un conjunto de las series antes mencionadas.

Serán con lamelas los paneles de anchura mayor de 3.500 mm. También podrán ser de lamelas los paneles mayores de 6 m^2. El resto de los paneles serán de plaques.

Les lamelas serán modulares de 175 mm de altura, formando panel continuo.

Las señales de tránsito serán de acero galvanizado en caliente según se describa en el Pliego de Condiciones.

4.5.4.1 SOPORTE DE PANELES LATERALES

Los soportes de este apartado hacen referencia a la señalización que no se disponga en pórticos y banderolas.

Las aleaciones admitidas de aluminio serán aquellas que garanticen tanto la resistencia como la extrusión de los perfiles, basados en la serie 6000. También serán admitidas otras aleaciones que cumplan la normativa al respecto indicada en el presente Pliego.

Los palos utilizados para soportes de los paneles serán tubos de aluminio extrusionados de sección constante o telescópicos. La superficie exterior será cilíndrica con acabado estriado. La parte superior de los soportes se cerrará con un tapón de aluminio de la misma calidad que el soporte o ABS, y con un diseño que garantice su fijación. El acabado será del tipo anodizado color plata con un mínimo de 15 µ o lacado con un mínimo de 50 µ color gris RAL 9006.

Las características resistentes de los soportes en función del momento flector admisible se clasifican según el siguiente cuadro:

Categoría	MA	MB	MC	MD	ME	MF	MG	MH
Momento admisible (kN x m) (*)	1,0	2,5	5,0	10,0	15,0	25,0	35,0	50,0

Para establecer las características de estos soportes se establecen las siguientes definiciones:

$R_{p\ 0.2}$ Límite elástico característico (límite con una deformación remanente del 0,2 %).
Este valor será el garantizado por los fabricantes con un nivel de confianza mínimo del 95 % y ratificado por los ensayos de la obra o los correspondientes certificados.

M_{adm} Momento admisible
σ_{adm} Tensión admisible
W Módulo resistente (para secciones tubulares será la inercia dividida por el radio).

Así, queda establecido el momento admisible en función de la geometría y el material según la fórmula clásica:

$$M_{adm} = \sigma_{adm} \times W$$

Para el cálculo de los esfuerzos se adoptarán, según la Norma UNE 135311, los siguientes coeficientes de mayoración:

- Acciones constantes, cargas permanentes y sobrecargas 1,33
- Viento 1,50

Las dimensiones de los palos se ajustarán a las de la tabla que se adjunta de normalización, siendo el grosor mínimo de 3,5 mm.

DIÁMETRO	CATEGORÍA RESISTENTE
90 mm	MC
114 mm	MD ME
140 mm	ME MF MG
168 mm	MH

A los soportes se acuñará la categoría resistente con las correspondientes letras y el anagrama o identificación del fabricante.

El director de la obra habrá de hacer una comprobación de las dimensiones resultantes de esta tabla para las condiciones definitivas de implantación.

Los paneles finos a 6 m^2 llevarán un único soporte, teniendo que colocar dos para los de más de 6 m^2. Excepcionalmente se dispondrá de dos soportes en paneles inferiores a 6 m^2 cuando los esfuerzos no puedan ser absorbidos por un único soporte de la tabla anterior. En el caso que sea necesario colocar tres soportes, se colocará uno de central y los otros a un tercio de cada uno de los extremos.

5 BARRERAS DE SEGURIDAD

5.1 INTRODUCCIÓN

Para los trabajos de instalación de instalación de las nuevas pantallas acústicas se desmontará la barrera de seguridad flexible existente en el borde de calzada. Esta barrera existente no cumple las distancias de trabajo y deflexión que si definen en la OC 35/2014. La instalación de un elemento contiguo a dicha barrera existente implica la necesidad de cambiar la barrera por otra que cumpla las deflexiones y anchos de trabajo según el espacio disponible.

A continuación, se describe la determinación del tipo de barrera, según las indicaciones de la OC 35/2014.

5.2 METODOLOGÍA

La metodología utilizada responde al orden lógico de establecer en primer lugar el nivel de peligrosidad de los diferentes tramos, para poder establecer donde es necesaria barrera de seguridad y qué tipo corresponde disponer.

La Tabla 2 de la Orden Circular 35/2014 fija la distancia mínima desde el extremo de la calzada a un obstáculo o zona peligrosa por debajo de la cual se justifica disponer barrera de seguridad.

Se entiende por **accidente muy grave** según la Orden Circular los siguientes casos:

Caso 1- Paso sobre una vía férrea de alta velocidad.

Caso 2- Paso sobre una vía férrea por la que circulan más de 6 trenes por hora de media anual.

Caso 3- Pas sobre una vía férrea por la que circulan más de 6 trenes por semana, que contengan al menos un vagón cargado con gases inflamables o tóxicos o líquidos inflamables de media anual.

Caso 4- Existencia de una vía férrea paralela y muy próxima a la carretera y situada por debajo de al menos un metro.

Caso 5- Existencia a nivel inferior de instalaciones, contenidas en una obra de paso o estructura, permanentemente habilitadas o utilizadas por almacenamiento de mercancías peligrosas, o que prestan servicio público de interés general, previamente autorizadas a tal fin y situadas dentro de la zona de afectación de la carretera.

Caso 6- Existencia a nivel inferior de una vía férrea, autopista, autovía, o carretera convencional, y que en el emplazamiento de la carretera no se cumplen las dimensiones mínimas de acuerdos verticales y curvas horizontales de las normas de trazado, o que la distancia entre la calzada y las barreras de seguridad o pretiles no cumplen los mínimos fijados en la Instrucción.

Caso 7- Siempre que se justifique en nudos complejos en los que resulte más probable un error por parte del conductor.

Caso 8- Siempre que se justifique en intersecciones situadas en las proximidades de obras de paso.

Caso 9- Siempre que se justifique en emplazamientos con accidentabilidad anormalmente elevada.

Se entiende por **accidente grave** según la Orden Circular los siguientes casos:

Caso 10- Casos en los que falte algunos de los requisitos anteriores para ser muy grave, siendo la IMD por calzada superior a 10.000.

Caso 11- Vp (velocidad de proyecto) superior a 60 km/h, y choque con obstáculos que puedan producir la caída de objetos de gran masa sobre la plataforma o con pantallas antirruidos.

Caso 12- Vp (velocidad de proyecto) superior a 60 km/h, y choque que pueda producir daños graves en elementos estructurales de un edificio, paso superior u otra construcción.

Caso 13- Vp (velocidad de proyecto) superior a 80 km/h, y caída a ríos, embalses y otras masas de agua con corrientes impetuosas o profundidad superior a 1 m, o a barrancos o zanjas profundas.

Caso 14- Vp superior a 80 km/h, y posible invasión en carreteras o calzadas paralelas, en el sentido opuesto de circulación.

Caso 15- Vp superior a 80 km/h, y accesos a puentes, túneles y en pasos estrechos.

Se entiende por **accidente normal** según la Orden Circular los siguientes casos:

Caso 16- Casos en los que falten algunos de los requisitos anteriores par ser grave.

Caso 17- Vp superior a 80 km/h, y choque con obstáculos, árboles o palos de más de 15 cm de diámetro, y con palos SOS.

Caso 18- Vp superior a 80 km/h, y choque con carteles de señalización o báculos de alumbrado con palo que no esté previsto de fusible estructural que permita su fácil desprendimiento o abatimiento frente a un impacto.

Caso 19- Vp superior a 80 km/h, y choque con muros, tablestacados, edificios o elementos del drenaje superficial (arquetas, impostas, etc.) que sobresalgan del terreno.

Caso 20- Vp superior a 80 km/h, y paso con cunetas reducidas, o triangularse y trapeciales de más de 15 cm de profundidad, excepto las denominadas "de seguridad" según la Instrucción 5.2-IC de Drenaje Superficial, y siempre que la IMD sea superior a 1.500.

Caso 21- Vp superior a 80 km/h, y zonas en cuyos cambios de inclinación transversal no se hayan suavizado a razón de más de 10 cm de anchura por cada 1 % de variación de la mencionada inclinación, y en las que el valor de esta sea:

-Ascendente, con una inclinación no superior a la correspondiente a un talud 3:1.

-Descendente, con una inclinación no superior a la correspondiente a un talud 5:1.

Caso 22- Vp superior a 80 km/h, y zonas en cuyos cambios de inclinación transversal se hayan suavizado a razón de más de 10 cm de anchura por cada 1 % de variación de la mencionada inclinación, y en las que el valor de esta sea:

-Ascendente, con una inclinación no superior a la correspondiente a un talud 2:1.

-Descendente, con una inclinación no superior a la correspondiente a un talud 3:1.

Caso 23- Vp superior a 80 km/h, y terraplenes de altura superior a 3 m, excepto terraplenes pertenecientes a ramales de enlace.

Para los casos de accidente normal se exige un nivel de protección "L", mientras que para los accidentes graves y muy graves se dispone un grado de contención "M" y "P" respectivamente (ver apartado 2.4.2 y Catálogo de fichas de la O.C.-321/95 T y P).

Debido a que se cumplen los casos:

- Caso 10 "Casos en los que falte algunos de los requisitos anteriores para ser muy grave, siendo la IMD por calzada superior a 10.000".
- Caso 11 "**Vp (velocidad de proyecto) superior a 60 km/h, y choque con obstáculos que puedan producir la caída de objetos de gran masa sobre la plataforma o con pantallas antirruidos**".

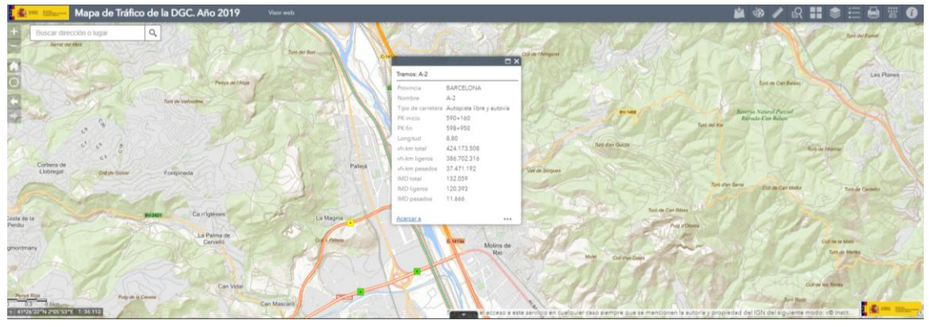
Se determina que el riesgo de accidente se clasifica como **grave**.

5.3 DETERMINACIÓN DE LA IMD

A partir de los datos de las estaciones de aforo existentes en la carretera A-2, cerca del tramo de afectación de las obras, se determinan los valores de IMD, necesarios para determinar los niveles de contención de las barreras de seguridad.

La obra se sitúa alrededor del PK 598 de la autovía A-2. La estación de aforo más cercana ofrece los siguientes datos:

A través del mapa de tráfico de la DGT del año 2019, se obtienen, para el tramo desde el PK 590+160 al 598+950 los siguientes datos:



PROVÍNCIA	Barcelona
NOMBRE	A-2
TIPO DE CARRETRA	Autopista libre y autovía
PK inicio	590+160
PK fin	598+950
Longitud (km)	8,8
vh-km total	424.173.508
vh-km ligeros	386.702.316
vh-km pesados	37.471.192
IMD total	132.059
IMD ligeros	120.393

IMD pesados	11.666

También se dispone de los datos (histórico entre los años 1999 y 2018) de las siguientes estaciones de aforo:

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE FOMENTO — SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS — DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE UNA ESTACIÓN

Estación: B-372-0 Calzada: Total Carriles: 4+4 Prov: B
Población: SANT VICENC DELS HOR Carretera: A-2 PK: 602,96
Denominación antigua: A-2

	IMD				% CRECIMIENTO			FUNCIONAMIENTO			
Año	Total	Lige	Pesa	% Pesa	Total	Lige	Pesa	Nº Días	%	Ref. Año Ant	Grado Comarac
2018	135731	126278	9453	7	0.75	0.65	2.1	000	0		
2017	134723	125464	9259	6.9	-0.33	-0.1	-3.35	358	98		
2016	135170	125590	9580	7.1	0.33	1.4	1.98	363	99		
2015	134725	123858	9394	7	2.21	2.06	4.95	358	98		
2014	131816	121355	8951	6.8	1.94	1.55	2.2	276	75		
2013	129312	119507	8758	6.8	-1.1	-0.72	-2.13	000	0		
2012	130756	120375	8949	6.8	-0.58	-0.51	-1.75	367	100		
2011	131517	120988	9108	6.9	-0.37	-0.02	-6.48	257	70		
2010	132011	121010	9739	7.4	-0.83	-0.55	-4.33	344	94		
2009	133111	121679	10180	7.7	-1.01	0.17	-9.3	291	80		
2008	134468	121474	11224	8.35	-2.97	-2	0.17	354	97		
2007	138583	123958	11205	8,09	1.16	4.38	-26.15	342	93		
2006	137000	118760	15173	11,07	2,08	2,39	-3,14	327	89		
2005	134199	115987	15665	11,67	6,91	6,43	7,25	364	99		
2004	125519	108975	14605	11,63	8,98	8,97	8,81	347	95		
2003	115166	100001	13422	11,65	13,39	13,2	20,7	350	95		
2002	101565	88333	11120	10,94	3,52	2,37	6,3	341	93		
2001	98107	86286	10460	10,66	5,32	4,86	11,94	359	98		
2000	93149	82285	9344	10,03	9,43	9,57	5,72	365	100		
1999	85120	75097	8838	10,38	0	0	0	338	92		

Datos de la estación de aforo B-372-0 de la serie histórica de 1999 a 2018

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE FOMENTO — SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS — DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE UNA ESTACIÓN

Estación: B-240-2 Calzada: Total Carriles: 3+3 Prov: B
Población: SANT VICENC DELS HOR Carretera: A-2 PK: 601,08
Denominación antigua: N-2

	IMD				% CRECIMIENTO			FUNCIONAMIENTO			
Año	Total	Lige	Pesa	% Pesa	Total	Lige	Pesa	Nº Días	%	Ref. Año Ant	Grado Comarac
2018	133272	122043	11229	8.4	-0.07	-0.79	8.52	021	100		
2017	133368	123021	10347	7.8	-5.67	-6.28	2.28	032	100		
2016	141380	131264	10116	7.2	7.58	9.22	-0.55	023	100		
2015	131420	120183	10172	7.7	8.67	8.17	16.5	030	100		
2014	120930	111109	8731	7.2	-3.53	-3.44	-4.12	012	100		
2013	125353	115070	9106	7.3	-0.49	-0.05	-5.37	000	0		
2012	125972	115129	9623	7.6	-1.64	-1.02	-9.29	029	100		
2011	128075	116315	10609	8.3	1.19	1.41	-2.17	025	100		
2010	126565	114702	10844	8.6	-5.42	-5.78	-2.02	018	100		
2009	133813	121741	11068	8.3	-0.1	0.81	-3.2	16	100		
2008	133953	120760	11434	8.54	-2.65	0.55	-24.64	11	92		
2007	137594	120096	15173	11,03	3.39	2.21	12.89	012	100		
2006	133083	117504	13441	10,09	4,48	4,71	-2,88	012	100		
2005	127375	112215	13840	10,86	1,64	2,45	-3,81	012	100		
2004	125319	109530	14389	11,48	14,75	14,94	13,51	012	100		
2003	109204	95285	12676	11,6	10,14	11,56	0,62	012	100		
2002	99146	85411	12597	12,7	-6,32	-7,23	-1,01	012	100		
2001	105839	92073	12726	12,02	15,58	17,33	4,72	012	100		
2000	91570	78470	12152	13,27	81,89	80,55	91,12	012	100		
1999	50341	43460	6358	12,62	0	0	0	000	7	B-240-3	

Datos de la estación de aforo B-240-2 de la serie histórica de 1999 a 2018

De la obtención de datos para el tramo desde el PK 590+160 al 598+950 (año 2019) se obtiene:

- Dado que los datos de IMD totales (año 2019) corresponden a 132.059 vehículos, si se asume una distribución del 50% en cada sentido de circulación, la **IMD por sentido será de 66.030 vehículos** (valor superior a 10.000 vehículos).
- En cuanto a los pesados, la IMD de pesados (año 2019) es de 11.666 vehículos, si se asume una distribución del 50% en cada sentido de circulación, la **IMD de pesados por sentido será de 5.830 vehículos** (valor superior a 2.000 vehículos).

De la obtención de datos para la estación de aforo estación de aforo B-372-0 (año 2018) se obtiene:

- Dado que los datos de IMD totales (año 2018) corresponden a 135.731 vehículos, si se asume una distribución del 50% en cada sentido de circulación, la **IMD por sentido será de 67.866 vehículos** (valor superior a 10.000 vehículos).

- En cuanto a los pesados, la IMD de pesados (año 2018) es de 9.453 vehículos, si se asume una distribución del 50% en cada sentido de circulación, la **IMD de pesados por sentido será de 4.727 vehículos** (valor superior a 2.000 vehículos).

De la obtención de datos para la estación de aforo estación de aforo B-240-2 (año 2018) se obtiene:

- Dado que los datos de IMD totales (año 2018) corresponden a 133.272 vehículos, si se asume una distribución del 50% en cada sentido de circulación, la **IMD por sentido será de 66.636 vehículos** (valor superior a 10.000 vehículos).
- En cuanto a los pesados, la IMD de pesados (año 2018) es de 11.229 vehículos, si se asume una distribución del 50% en cada sentido de circulación, la **IMD de pesados por sentido será de 5.615 vehículos** (valor superior a 2.000 vehículos).

Dado que los datos de IMD totales (año 2019) son de 132.059 vehículos, si se asume una distribución del 50% en cada sentido de circulación, la IMD por sentido será de 66.030 vehículos (valor superior a 10.000 vehículos).

En cuanto a los pesados, la IMD de pesados (año 2019) es de 11.666 vehículos, si se asume una distribución del 50% en cada sentido de circulación, la IMD por sentido será de 5.830 vehículos (valor superior a 2.000 vehículos).

Por tanto, el nivel de contención recomendado según la tabla 6 de la Orden circular 35/2014 será H2 para barreras y H3 para pretiles.

TABLA 6. SELECCIÓN DEL NIVEL DE CONTENCIÓN RECOMENDADO PARA SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS, SEGÚN EL RIESGO DE ACCIDENTE.

RIESGO DE ACCIDENTE(*)	IMD e IMDp POR SENTIDO	NIVEL DE CONTENCIÓN RECOMENDADO	
		BARRERAS	PRETILES
MUY GRAVE	IMDp ≥ 5000	H3 – H4b	H4b
	5000 > IMDp ≥ 2000	H2 – H3	H4b
	IMDp < 2000	H2	H3
GRAVE	IMD ≥ 10000	H1 – H2	H3
	IMDp ≥ 2000	H2	H3
	400 ≤ IMDp < 2000	H1	H2
	IMDp < 400	N2 – H1	H1 – H2
NORMAL	IMDp ≥ 2000	H1	H1 – H2
	400 ≤ IMDp < 2000	N2 – H1	H1
	IMDp < 400	N2	N2 – H1
	IMDp < 50 y Vp ≤ 80 km/h	N1 – N2	N2

(*) Definición del riesgo de accidente según Apartado 2.2 "Criterios de instalación" del Capítulo 2.

Tabla 6 de la OC 35/2014

5.4 CRITERIOS DE DISPOSICIÓN

5.4.1 POSICIÓN LONGITUDINAL

Las barreras de seguridad y pretiles se situarán como norma general paralelos al eje de la carretera.

A continuación, se establecen las longitudes de anticipación del comienzo y de prolongación de la finalización de las barreras de seguridad y pretiles. Estas longitudes tienen por objeto evitar que el vehículo pueda llegar al obstáculo o desnivel del cual el sistema de contención lo pretende proteger. Por otra parte, las barreras de seguridad y pretiles precisan una longitud mínima de instalación para poder funcionar adecuadamente frente al impacto de un vehículo, la longitud mínima de instalación de un pretil será de 60 m como establece el fabricante según marcaje CE:

a) Anticipación del inicio

Cuando una barrera de seguridad o barandilla paralela a la carretera tenga por objeto evitar que un vehículo llegue a un desnivel o un obstáculo de grandes dimensiones se recomienda iniciar el

sistema de contención de vehículos antes de la sección en que comienza el obstáculo o desnivel, a una distancia mínima que se ha considerado para este proyecto de 44 m para los tramos en calzada única, teniendo en cuenta la distancia transversal al obstáculo o desnivel.

b) Prolongación de la finalización

En carreteras de calzada única, la prolongación de la finalización del sistema de contención de vehículos para un sentido de circulación habrá de ser igual en longitud a la de anticipación de su comienzo para el sentido contrario.

c) Extremos

En el extremo frontal en carreteras de calzada única, se dispondrá de abatimientos hasta el terreno o empotramientos del extremo del sistema de contención al talud del desmonte. Para los abatimientos en el extremo frontal, se realizarán abatimientos hasta el terreno de los 12 m extremos de barrera, con palos cada 2 m.

5.4.2 POSICIÓN TRANSVERSAL

Las barreras se colocarán fuera del arcén, de manera que cuando la achura del arcén sea inferior a 0,50 m o no haya arcén, las barreras se situarán a una distancia transversal al borde de la calzada de, al menos, 0,50 m. Como los arcenes son mayores o iguales a 0,50 m en todos los viales, se cumple en todo caso esta prescripción.

Se recomienda, en cualquier caso, colocarlas siempre que sea posible, separadas del borde pavimentado, sin sobrepasar las distancias máximas indicadas en la tabla 9 de la Orden circular 35/2014, ni afectar la zona prevista para su funcionamiento en caso de impacto. La zona comprendida entre el arcén y el sistema de contención de vehículos habrá de ser plana, estar compactada y desproveída de obstáculos.

La distancia entre el borde anterior más próximo al tránsito de una barrera de seguridad o barandilla y el obstáculo o desnivel a proteger no será inferior a la anchura de trabajo o deflexión dinámica, respectivamente, del sistema a emplear, según lo que indica la Orden circular 35/2014.

5.4.3 TRANSICIONES

Las transiciones entre los diferentes tipos de barreras de seguridad y pretiles se dispondrán de acuerdo con las indicaciones que se recojan en la descripción técnica del sistema, aportada por el titular del marcaje CE, y siempre de forma parecida a la instalación empleada en los ensayos de impacto, realizados según la norma UNE-EN 1317, con los cuales se ha obtenido el marcaje CE.

5.5 TIPOLOGÍA DE SISTEMAS DE CONTENCIÓN ADOPTADOS

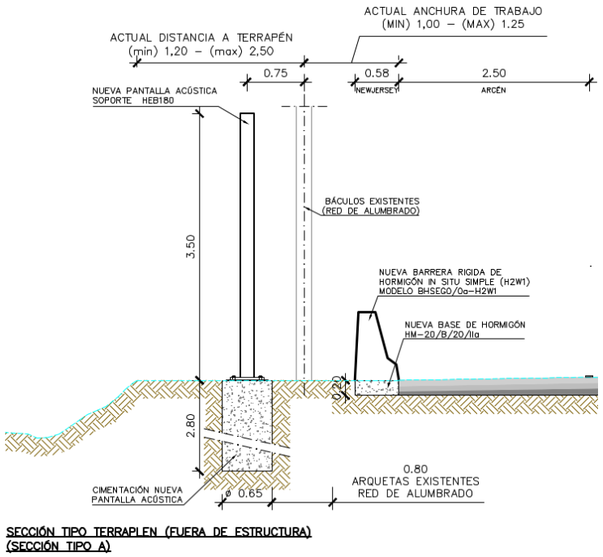
Los sistemas de contención adoptados han sido los siguientes:

- Barrera de seguridad de hormigón in situ simple con un nivel de contención H2 del tipo BHSEGO/0a-H2W1 o equivalente.
  Nivel de contención H2, ancho de trabajo W1, deflexión dinámica 0 m, índice de severidad ASI B y sin desprendimiento de piezas de más de 2 Kg, según UNE-EN 1317-2.
  Se utilizará como barrera de seguridad lateral en toda la longitud afectada por la instalación de las pantallas acústicas (a excepción de los tramos sobre estructura).
- Pretil de hormigón prefabricado doble con un nivel de contención H4b del tipo DB 120S-A INT o equivalente.
  Nivel de contención H4b, índice de severidad B, anchura de trabajo W2 (77 cm), deflexión dinámica 10 cm, y sin desprendimiento de piezas de más de 2 kg según UNE-EN 1317-2, con perfil tipo New Jersey, de 67 cm de anchura en la base, 120 cm de altura y 600 cm de longitud.
  Se utilizará como barrera de seguridad lateral en los tramos sobre estructura.

5.6 AFECTACIÓN AL SISTEMA DE DRENAJE EXISTENTE

TRAMO SECCIÓN TIPO A:

En el tramo en Terraplén (sección tipo Terraplén-Sección Tipo A) las nuevas pantallas acústicas se sitúan entre la línea de báculos existentes y el límite del talud del terraplén. En el límite exterior del arcén se sitúa una nueva barrera de hormigón in situ simple.



SECCIÓN TIPO TERRAPLEN (FUERA DE ESTRUCTURA)
(SECCIÓN TIPO A)

Esta configuración se aplica a los siguientes tramos del proyecto:

- Del PK 0+376 al 0+456
- Del PK 0+492 al 0+740
- Del PK 0+776 al 0+848

A nivel de drenaje, actualmente el agua de la calzada está conducida por un bordillo que la drena hacía unos bajantes existentes a lo largo del terraplén.



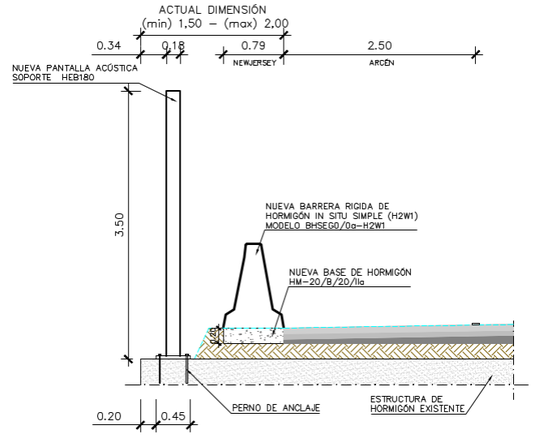
Bajante existente en el terraplén en el ámbito de actuación

En el proyecto se plantea implantar una barrera de hormigón que a nivel de drenaje actuará igual que el actual bordillo, conduciendo el agua a los bajantes actuales, que se mantienen.

En los planos 08A del documento 2 del presente proyecto se reflejan las actuaciones sobre la red de drenaje.

TRAMO SECCIÓN TIPO B:

En el tramo en Estructuras (sección tipo Estructuras-Sección Tipo B) las nuevas pantallas acústicas se sitúan sobre los mismos cajones de y en el límite exterior del arcén se sitúa una nueva barrera de hormigón prefabricada doble.



SECCIÓN TIPO (EN ESTRUCTURA)
(SECCIÓN TIPO B)

Esta configuración se aplica a los siguientes tramos del proyecto:

- Del PK 0+456 al 0+492
- Del PK 0+740 al 0+776

A nivel de drenaje, actualmente el agua de la calzada está conducida por un bordillo, que la trasporta longitudinalmente.



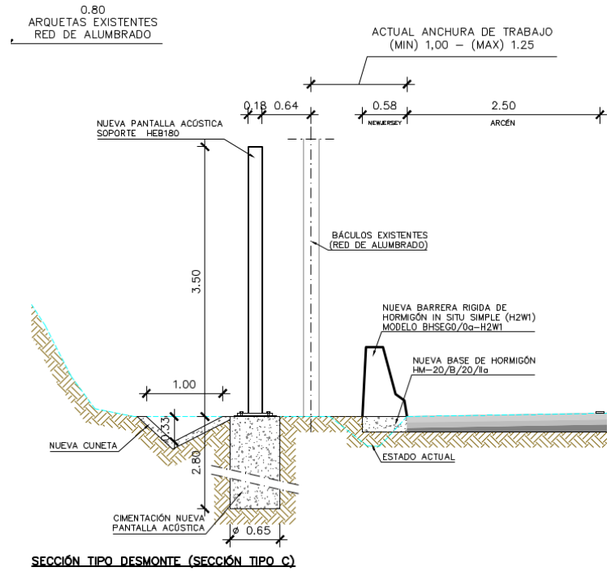
Bordillo existente en el ámbito de actuación

En el proyecto se plantea implantar una barrera de hormigón que a nivel de drenaje actuará igual que el actual bordillo, conduciendo el agua longitudinalmente.

En los planos 08A del documento 2 del presente proyecto se reflejan las actuaciones sobre la red de drenaje.

TRAMO SECCIÓN TIPO C:

En el tramo en Desmonte (sección tipo Desmonte-Sección Tipo C) las nuevas pantallas acústicas se sitúan entre la línea de báculos existentes y el pie de talud de desmonte. En el límite exterior del arcén se sitúa una nueva barrera de hormigón in situ simple, justo en la ubicación actual de la cuneta de desmonte.



SECCIÓN TIPO DESMONTE (SECCIÓN TIPO C)

Esta configuración se aplica a los siguientes tramos del proyecto:

- Del PK 0+848 al 0+856 (8,00 metros)

A nivel de drenaje, la configuración actual se conforma mediante una cuneta triangular revestida de hormigón que recoge tanto el agua de calzada como la generada por el pequeño talud de desmonte. Esta cuneta conduce el agua hasta el terreno existente.



Cuneta triangular de desmonte existente en el ámbito de actuación

En el proyecto se plantea implantar una barrera de hormigón que a nivel de drenaje actuará recogiendo el agua de calzada, pero no recogiendo el agua del pequeño talud de desmonte. Por ello, el proyecto también plantea la ejecución de una nueva cuneta de desmonte que recoja el agua del talud. Asimismo, y para poder evacuar el agua de calzada, el proyecto plantea la ejecución de una cuneta de conecte transversalmente el drenaje de calzada con el drenaje del talud, cada 30 metros.

En los planos 08A del documento 2 del presente proyecto se reflejan las actuaciones sobre la red de drenaje.

6 BALIZAMIENTO

En la actualidad el balizamiento de la Autovía A-2, en el ámbito de estudio, consta de los siguientes elementos:

- Captafaros adosados a la barrera metálica.

Las actuaciones proyectadas se resumen a continuación:

- Instalación de captafaros adosados a las barreras y pretiles de nueva instalación.

7 ESTUDIO DE VISIBILIDAD

7.1 INTRODUCCIÓN Y GENERALIDADES

Con el fin de determinar las condiciones de visibilidad del trazado, se ha realizado un estudio de visibilidad, el cual se adjunta como apéndice al presente anexo, en el cual se analiza la visibilidad de parada en la calzada sentido Barcelona del tronco, bajo las condiciones que marca la Norma 3.1.IC. de trazado, para comprobar que la implantación de las nuevas pantallas acústicas no perjudica la seguridad de la carretera.

Se define como distancia de parada Dp la distancia total recorrida por un vehículo obligado a pararse tan rápidamente como le sea posible, medida desde su situación en el momento de aparecer el objeto el cual motiva la detención. Comprende la distancia recorrida durante el tiempo de percepción, reacción y frenado, y se calcula mediante la expresión:

$$Dp = (\frac{(V \cdot tp)}{3{,}6}) + (\frac{V^2}{(254 \cdot (fl + i)}$$

Done,

Dp, es la distancia de parada (m)

V, es la velocidad (km/h)

fl, es el coeficiente de fregamiento rueda – pavimento, el cual se calcula según la tabla 3.1 de la norma de trazado 3.1.-I.C. i adopta el valor de 0,320 per a 100 km/h.

i, es la inclinación de la rasante (en tanto por uno)

tp, es el tiempo de percepción i reacción, el cual se fija en 2 s

Se define como visibilidad de parada la distancia a lo largo de un carril que existe entre un obstáculo situado sobre la calzada y la posición de un vehículo que circula en dirección a este

obstáculo, en ausencia de vehículos intermedios, en el momento en que puede divisarlo sin que desaparezca de su vista hasta llegar al mismo.

Para calcular esta distancia, la Norma 3.1.-I.C. considera:

- Altura del obstáculo: 20 cm sobre la calzada
- Punto de vista del conductor: 1,10 m sobre la calzada
- La distancia del punto de vista al obstáculo se mide a lo largo de una línea paralela al eje de la calzada y trazada a 1,50 m del lado derecho del cada carril, por el interior del mismo y en el sentido de la marcha.

La visibilidad tiene que ser siempre igual o superior a la distancia de parada mínima, siendo deseable que supere a la distancia de parada calculada con la velocidad de proyecto incrementada en 20 km/h. En cualquier de estas dos situaciones se considera que existe visibilidad de parada.

En el caso estudiado se ha considerado la velocidad de estudio de 100 km/h, dado que en el tramo en cuestión dicha autovía tiene limitada la velocidad a 100 km/h, así señalizado tanto antes del ámbito de proyecto como después:



Señalización vertical limitada a 100 km/h en la calzada sentido Barcelona, pasado el enlace con la AP7/B-30 (PK 596 A-2)



Señalización vertical limitada a 100 km/h en la calzada sentido Barcelona, pasado el enlace con la B-24 i entrada desde Pallejà (entre los PK 599 y 600 A-2)

7.2 PARÁMETROS DE TRAZADO DEL ESTUDIO

El eje analizado corresponde a una autopista de plataforma con tres carriles de 3,50 m de anchura por sentido. El estudio de visibilidad se realiza en el carril 3, situado en el margen exterior derecho, que es el más desfavorable desde el punto de vista de la visibilidad en curva. Los PK indicados en el estudio de visibilidad son relativos, y diferentes a los PK del proyecto de pantallas acústicas y de PK de explotación de la carretera.

Los parámetros de trazado del tramo son los siguientes:

Parámetro	Valor	Observación
Longitud total del eje	550,715 m	PK 0+000 al PK 0+550,715
Radio de la curva en planta	R = 998,5 m	Curva derecha (PK 0–320 aprox.)
Pendiente longitudinal — zona entrada (PK 0–115)	i = +0,123 %	Ascendente, favorable a la frenada
Pendiente longitudinal — zona salida (PK 125–550)	i = −0,08 % a −0,54 %	Descendente, desfavorable

Acuerdo vertical (PK 120)	Kv = −100 m	Punto alto de rasante
Anchura de carril	3,50 m	Tres carriles en plataforma
Posición del observador (planta)	1,50 m del borde dcho. del carril 3	Hacia el exterior, cód. 1
Posición de la pantalla acústica (planta)	7,7 – 8,1 m del borde dcho. carril 3	Arco interior de la curva

7.3 PANTALLA ACÚSTICA LIMITANTE

La pantalla acústica se extiende a lo largo del margen derecho del tramo, a una distancia media de 7,9 m del borde exterior del carril 3. Su altura es de 3,50 m sobre la rasante de su base. Al situarse en el interior de una curva de R = 998,5 m, intercepta la línea de visión del conductor en planta antes de que el obstáculo normativo quede dentro del campo visual a la distancia de parada requerida.

El programa Ispol modeliza la pantalla como una barrera visual con las coordenadas 3D de su base extraídas del archivo DXF de proyecto.

7.4 RESULTADOS DEL ESTUDIO DE VISIBILIDAD

El estudio de visibilidad de parada a Vp = 100 km/h confirma el cumplimiento en toda la longitud del eje, con visibilidad disponible igual a la necesaria (178,1 m) o superior:

PK (m)	D. Disp. (m)	D. Nec. (m)	i (%)	Radio (m)	fl	V (km/h)	Estado
0	178.1	178.1	+0,123	998,5	0,320	100	D. Disponible = D. Necesaria ✅
50	178.1	178.1	+0,123	998,5	0,320	100	D. Disponible = D. Necesaria ✅
120	178.5	178.5	+0,022	998,5	0,320	100	D. Disponible = D. Necesaria ✅
125	178.9	178.9	−0,080	998,5	0,320	100	D. Disponible = D. Necesaria ✅
220	178.9	178.9	−0,080	998,5	0,320	100	D. Disponible = D. Necesaria ✅
310	179.8	179.8	−0,308	998,5	0,320	100	D. Disponible = D. Necesaria ✅
320	180.7	180.7	−0,536	998,5	0,320	100	D. Disponible = D. Necesaria ✅

Ver tabla de resultados en el apéndice 2.

APÉNDICE 1. SEÑALIZACIÓN VERTICAL ACTUAL A SUSTITUIR



PK 0 + 400 → Señal de indicación general (120 cm) + dirección de restricción (120 cm)



PK 0 + 440 → Señal R-301 (M-120 cm) + indicación de dirección de restricción (120 cm).



PK 0 + 545 → Señal de orientación (se valorará en obra la no afectación de la señal mediante el replanteo de las pantallas acústicas)



PK 0 + 625 → Señal de indicación general. Panel de aproximación de salida (600 x 1200 mm)



PK 0 + 625 → Hito kilométrico.



PK 0 + 725 → Señal de indicación general. Panel de aproximación de salida (600 x 1200 mm)



PK 0 + 825 → Señal de indicación general. Panel de aproximación de salida (600 x 1200 mm)

APÉNDICE 2. ESTUDIO DE VISIBILIDAD

Istram 26.04.04.09 10/04/26 13:15:26 200583

PROYECTO	
FASE	
GRUPO 0	Grupo 0
EJE 1	
RESPONSABLE	
C.R.S.	ETRS89 / UTM zone 31N

ESTUDIO DE VISIBILIDAD				
Tipo de estudio	Parada			
Tabla de diseño de	ES_31_IC_rev2016.dia			
Fórmula	Distancia de parada = (V * Tp/3.6) + (V*V / (254*(Fl + i)))			
Sentido	Normal			
Modo	Velocidad fija de 100,0 Km/h			
Eje desde PK	0,000	Hasta PK	550,715	
Estudio desde PK	0,000	Hasta PK	550,715	
Saltos del observa	5,000 m			
Se supone la visib	85,000 m			
A partir de ahí se r	20,000 m			
Ángulo Focos-rasa	1,0000	Desviación de la visual observador-referencia respecto a la línea de máxima iluminación de los focos del vehículo.		
Ángulo de toleran	180,0000	Desviación de la visual observador-referencia respecto a la tangente a la trayectoria en el pk de estudio.		
Uso de la referenc	El estudio se hace entre el punto de vista del observador configurado y los puntos pertenecientes a los bordes de la calzada.			
Trayectoria configurada del observa	67			
Lado	Derecho			
Código	1,000			
Distancia al código	1,500 m	Hacia	el exterior	
Altura	1,100 m	Desde	Calzada Pral.	
Trayectoria configurada de la referen	67			
Lado	Derecho			
Código	1,000			
Distancia al código	0,000 m	Hacia	el exterior	
Altura	0,500 m	Desde	Código	

Medición de dista Siguiendo el código del observador
Se han considerado las siguientes barreras visuales

Tipo de línea		Altura	PK inicial	Dis. inicial	PK final	Dis. final
6000	pantalla	3,500000	526,720411	8,046039	44,473298	8,024522
6000	pantalla	3,500000	0,000003	1,500000	521,328750	1,500000
6000	pantalla	3,500000	0,000003	1,500000	521,328750	1,500000
6000	pantalla	3,500000	0,000003	1,500000	521,328750	1,500000
6000	pantalla	3,500000	526,720411	8,046040	44,473298	8,024522

PK	D. Disponible	D. Necesaria	i	Radio	KV	fl	V. Estudio	V. Reducida	Obstáculo	Dist. Eje	PK Obstáculo	Visual fuera límites trazado
0,000	178,114	178,114	0,123	998,500	0,000	0,320	100,000					
5,000	178,114	178,114	0,123	998,500	0,000	0,320	100,000					
10,000	178,114	178,114	0,123	998,500	0,000	0,320	100,000					
15,000	178,114	178,114	0,123	998,500	0,000	0,320	100,000					
20,000	178,114	178,114	0,123	998,500	0,000	0,320	100,000					
25,000	178,114	178,114	0,123	998,500	0,000	0,320	100,000					
30,000	178,114	178,114	0,123	998,500	0,000	0,320	100,000					
35,000	178,114	178,114	0,123	998,500	0,000	0,320	100,000					
40,000	178,114	178,114	0,123	998,500	0,000	0,320	100,000					
45,000	178,114	178,114	0,123	998,500	0,000	0,320	100,000					
50,000	178,114	178,114	0,123	998,500	0,000	0,320	100,000					
55,000	178,114	178,114	0,123	998,500	0,000	0,320	100,000					
60,000	178,114	178,114	0,123	998,500	0,000	0,320	100,000					
65,000	178,114	178,114	0,123	998,500	0,000	0,320	100,000					
70,000	178,114	178,114	0,123	998,500	0,000	0,320	100,000					
75,000	178,114	178,114	0,123	998,500	0,000	0,320	100,000					
80,000	178,114	178,114	0,123	998,500	0,000	0,320	100,000					
85,000	178,114	178,114	0,123	998,500	0,000	0,320	100,000					
90,000	178,114	178,114	0,123	998,500	0,000	0,320	100,000					
95,000	178,114	178,114	0,123	998,500	0,000	0,320	100,000					
100,000	178,114	178,114	0,123	998,500	0,000	0,320	100,000					
105,000	178,114	178,114	0,123	998,500	0,000	0,320	100,000					
110,000	178,114	178,114	0,123	998,500	0,000	0,320	100,000					
115,000	178,114	178,114	0,123	998,500	0,000	0,320	100,000					
120,000	178,503	178,503	0,022	998,500	-100,000	0,320	100,000					
125,000	178,894	178,894	-0,080	998,500	0,000	0,320	100,000					
130,000	178,894	178,894	-0,080	998,500	0,000	0,320	100,000					
135,000	178,894	178,894	-0,080	998,500	0,000	0,320	100,000					
140,000	178,894	178,894	-0,080	998,500	0,000	0,320	100,000					
145,000	178,894	178,894	-0,080	998,500	0,000	0,320	100,000					
150,000	178,894	178,894	-0,080	998,500	0,000	0,320	100,000					
155,000	178,894	178,894	-0,080	998,500	0,000	0,320	100,000					
160,000	178,894	178,894	-0,080	998,500	0,000	0,320	100,000					
165,000	178,894	178,894	-0,080	998,500	0,000	0,320	100,000					
170,000	178,894	178,894	-0,080	998,500	0,000	0,320	100,000					
175,000	178,894	178,894	-0,080	998,500	0,000	0,320	100,000					
180,000	178,894	178,894	-0,080	998,500	0,000	0,320	100,000					
185,000	178,894	178,894	-0,080	998,500	0,000	0,320	100,000					
190,000	178,894	178,894	-0,080	998,500	0,000	0,320	100,000					
195,000	178,894	178,894	-0,080	998,500	0,000	0,320	100,000					
200,000	178,894	178,894	-0,080	998,500	0,000	0,320	100,000					
205,000	178,894	178,894	-0,080	998,500	0,000	0,320	100,000					
210,000	178,894	178,894	-0,080	998,500	0,000	0,320	100,000					
215,000	178,894	178,894	-0,080	998,500	0,000	0,320	100,000					
220,000	178,894	178,894	-0,080	998,500	0,000	0,320	100,000					
225,000	178,894	178,894	-0,080	998,500	0,000	0,320	100,000					
230,000	178,894	178,894	-0,080	998,500	0,000	0,320	100,000					
235,000	178,894	178,894	-0,080	998,500	0,000	0,320	100,000					
240,000	178,894	178,894	-0,080	998,500	0,000	0,320	100,000					
245,000	178,894	178,894	-0,080	998,500	0,000	0,320	100,000					
250,000	178,894	178,894	-0,080	998,500	0,000	0,320	100,000					
255,000	178,894	178,894	-0,080	998,500	0,000	0,320	100,000					
260,000	178,894	178,894	-0,080	998,500	0,000	0,320	100,000					
265,000	178,894	178,894	-0,080	998,500	0,000	0,320	100,000					
270,000	178,894	178,894	-0,080	998,500	0,000	0,320	100,000					
275,000	178,894	178,894	-0,080	998,500	0,000	0,320	100,000					
280,000	178,894	178,894	-0,080	998,500	0,000	0,320	100,000					
285,000	178,894	178,894	-0,080	998,500	0,000	0,320	100,000					
290,000	178,894	178,894	-0,080	998,500	0,000	0,320	100,000					
295,000	178,894	178,894	-0,080	998,500	0,000	0,320	100,000					
300,000	178,894	178,894	-0,080	998,500	0,000	0,320	100,000					
305,000	178,894	178,894	-0,080	998,500	0,000	0,320	100,000					
310,000	179,782	179,782	-0,308	998,500	-100,000	0,320	100,000					
315,000	180,683	180,683	-0,536	998,500	0,000	0,320	100,000					
320,000	180,683	180,683	-0,536	998,500	0,000	0,320	100,000					
325,000	180,683	180,683	-0,536	998,500	0,000	0,320	100,000					
330,000	180,683	180,683	-0,536	998,500	0,000	0,320	100,000					
335,000	180,683	180,683	-0,536	998,500	0,000	0,320	100,000					
340,000	180,683	180,683	-0,536	998,500	0,000	0,320	100,000					
345,000	180,683	180,683	-0,536	998,500	0,000	0,320	100,000					
350,000	180,683	180,683	-0,536	998,500	0,000	0,320	100,000					
355,000	180,683	180,683	-0,536	998,500	0,000	0,320	100,000					
360,000	180,683	180,683	-0,536	998,500	0,000	0,320	100,000					
365,000	180,683	180,683	-0,536	-15.001,500	0,000	0,320	100,000					
370,000	180,683	180,683	-0,536	-15.001,500	0,000	0,320	100,000					
375,000	165,000	180,683	-0,536	-15.001,500	0,000	0,320	100,000					
380,000	165,000	180,683	-0,536	-15.001,500	0,000	0,320	100,000					
385,000	165,000	180,683	-0,536	-15.001,500	0,000	0,320	100,000					
390,000	145,000	180,683	-0,536	-15.001,500	0,000	0,320	100,000					
395,000	145,000	180,683	-0,536	-15.001,500	0,000	0,320	100,000					
400,000	145,000	180,683	-0,536	-15.001,500	0,000	0,320	100,000					
405,000	145,000	180,683	-0,536	-15.001,500	0,000	0,320	100,000					
410,000	125,000	180,683	-0,536	-15.001,500	0,000	0,320	100,000					
415,000	125,000	180,683	-0,536	-15.001,500	0,000	0,320	100,000					
420,000	125,000	180,683	-0,536	-15.001,500	0,000	0,320	100,000					
425,000	125,000	180,683	-0,536	-15.001,500	0,000	0,320	100,000					
430,000	105,000	180,683	-0,536	-15.001,500	0,000	0,320	100,000					
435,000	105,000	180,683	-0,536	-15.001,500	0,000	0,320	100,000					
440,000	105,000	180,683	-0,536	-15.001,500	0,000	0,320	100,000					
445,000	105,000	180,683	-0,536	-15.001,500	0,000	0,320	100,000					
450,000	85,000	180,683	-0,536	-15.001,500	0,000	0,320	100,000					
455,000	85,000	180,683	-0,536	-15.001,500	0,000	0,320	100,000					
460,000	85,000	180,683	-0,536	-15.001,500	0,000	0,320	100,000					
465,000	85,000	180,683	-0,536	-15.001,500	0,000	0,320	100,000					
470,000	80,715	180,683	-0,536	-15.001,500	0,000	0,320	100,000					
475,000	75,715	180,683	-0,536	-15.001,500	0,000	0,320	100,000					
480,000	70,715	180,683	-0,536	-15.001,500	0,000	0,320	100,000					
485,000	65,715	180,683	-0,536	-15.001,500	0,000	0,320	100,000					
490,000	60,715	180,683	-0,536	-15.001,500	0,000	0,320	100,000					
495,000	55,715	180,683	-0,536	-15.001,500	0,000	0,320	100,000					
500,000	50,715	180,479	-0,485	-15.001,500	100,000	0,320	100,000					
505,000	45,715	180,219	-0,419	-15.001,500	21.000,000	0,320	100,000					
510,000	40,715	180,125	-0,395	-15.001,500	21.000,000	0,320	100,000					
515,000	35,715	180,032	-0,371	-15.001,500	21.000,000	0,320	100,000					
520,000	30,715	179,938	-0,348	-15.001,500	21.000,000	0,320	100,000					
525,000	25,715	179,844	-0,324	-15.001,500	21.000,000	0,320	100,000					
530,000	20,715	179,751	-0,300	-15.001,500	21.000,000	0,320	100,000					
535,000	15,715	179,658	-0,276	-15.001,500	21.000,000	0,320	100,000					
540,000	10,715	179,565	-0,252	-15.001,500	21.000,000	0,320	100,000					
545,000	5,715	179,472	-0,228	-15.001,500	21.000,000	0,320	100,000					
550,000	0,715	179,403	-0,211	-15.001,500	0,000	0,320	100,000					

Fin eje (Pk 550.715) Último pk estudiado 540.000, pk 555.683 fuera del eje
Fin eje (Pk 550.715) Último pk estudiado 545.000, pk 560.683 fuera del eje
Fin eje (Pk 550.715) Último pk estudiado 550.000, pk 565.683 fuera del eje
Fin eje (Pk 550.715) Último pk estudiado 535.000, pk 570.683 fuera del eje
Fin eje (Pk 550.715) Último pk estudiado 540.000, pk 575.683 fuera del eje
Fin eje (Pk 550.715) Último pk estudiado 545.000, pk 580.683 fuera del eje
Fin eje (Pk 550.715) Último pk estudiado 550.000, pk 585.683 fuera del eje
Fin eje (Pk 550.715) Último pk estudiado 535.000, pk 590.683 fuera del eje
Fin eje (Pk 550.715) Último pk estudiado 540.000, pk 595.683 fuera del eje
Fin eje (Pk 550.715) Último pk estudiado 545.000, pk 600.683 fuera del eje
Fin eje (Pk 550.715) Último pk estudiado 550.000, pk 605.683 fuera del eje
Fin eje (Pk 550.715) Último pk estudiado 535.000, pk 610.683 fuera del eje
Fin eje (Pk 550.715) Último pk estudiado 540.000, pk 615.683 fuera del eje
Fin eje (Pk 550.715) Último pk estudiado 545.000, pk 620.683 fuera del eje
Fin eje (Pk 550.715) Último pk estudiado 550.000, pk 625.683 fuera del eje
Fin eje (Pk 550.715) Último pk estudiado 535.000, pk 630.683 fuera del eje
Fin eje (Pk 550.715) Último pk estudiado 540.000, pk 635.683 fuera del eje
Fin eje (Pk 550.715) Último pk estudiado 545.000, pk 640.683 fuera del eje
Fin eje (Pk 550.715) Último pk estudiado 550.000, pk 645.683 fuera del eje
Fin eje (Pk 550.715) Último pk estudiado 470.000, pk 650.683 fuera del eje
Fin eje (Pk 550.715) Último pk estudiado 475.000, pk 655.683 fuera del eje
Fin eje (Pk 550.715) Último pk estudiado 480.000, pk 660.683 fuera del eje
Fin eje (Pk 550.715) Último pk estudiado 485.000, pk 665.683 fuera del eje
Fin eje (Pk 550.715) Último pk estudiado 490.000, pk 670.683 fuera del eje
Fin eje (Pk 550.715) Último pk estudiado 495.000, pk 675.683 fuera del eje
Fin eje (Pk 550.715) Último pk estudiado 500.000, pk 680.479 fuera del eje
Fin eje (Pk 550.715) Último pk estudiado 505.000, pk 685.219 fuera del eje
Fin eje (Pk 550.715) Último pk estudiado 510.000, pk 690.125 fuera del eje
Fin eje (Pk 550.715) Último pk estudiado 515.000, pk 695.032 fuera del eje
Fin eje (Pk 550.715) Último pk estudiado 520.000, pk 699.938 fuera del eje
Fin eje (Pk 550.715) Último pk estudiado 525.000, pk 704.844 fuera del eje
Fin eje (Pk 550.715) Último pk estudiado 530.000, pk 709.751 fuera del eje
Fin eje (Pk 550.715) Último pk estudiado 535.000, pk 714.658 fuera del eje
Fin eje (Pk 550.715) Último pk estudiado 540.000, pk 719.565 fuera del eje
Fin eje (Pk 550.715) Último pk estudiado 545.000, pk 724.472 fuera del eje
Fin eje (Pk 550.715) Último pk estudiado 550.000, pk 729.403 fuera del eje