



Dirección General de Carreteras
CONSEJERÍA DE VIVIENDA,
TRANSPORTES
E INFRAESTRUCTURAS

**PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS QUE HAN DE REGIR EN EL
CONTRATO DE SERVICIOS PARA LA “ELABORACIÓN DE LOS MAPAS
ESTRATEGICOS DE RUIDO Y PLANES DE ACCIÓN DE LA RED DE
CARRETERAS DE LA COMUNIDAD DE MADRID 5ª FASE”**



La autenticidad de este documento se puede comprobar en
<https://gestion.comunidad.madrid/csv>
mediante el siguiente código seguro de verificación: **0908805348202821792889**

1. OBJETO DEL PLIEGO	3
2. ÁMBITO DE ACTUACIÓN DEL CONTRATO	3
3. NORMATIVA APLICABLE.....	3
4. RESPONSABLE DEL CONTRATO	4
5. DOCUMENTACIÓN A DISPOSICIÓN DEL CONSULTOR	4
6. METODOLOGIA GENERAL.....	5
6.1 Antecedentes	5
6.2 Evaluación de la validez de los Mapas Estratégicos de Ruido entre fases. (Fase I)	6
6.3 Elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido (Fases II y III)	6
6.4 Tramite de Información Pública MER. Aprobación. (Fase IV)	7
6.5 Elaboración de los Planes de Acción (Fases V y VI)	7
6.6 Tramite de Información Pública PAR. Aprobación. (Fase VII)	8
6.7 Metodología	9
7. CRONOGRAMA DE LOS TRABAJOS	10
8. ENTREGA DE LOS TRABAJOS	11
8.1 Previsión de entregas y documentación a entregar.	11
8.2 Entrega completa de la información	12
8.3 Documentación adicional.....	12



1. OBJETO DEL PLIEGO

El presente documento tiene por objeto definir las condiciones y criterios técnicos que se han seguido durante la realización de los trabajos para la redacción de los Mapas Estratégicos de Ruido (MER) y Planes de Acción (PAR) 5ª fase, objeto de este contrato y concretar las pautas de presentación de los mismos para que el trabajo pueda ser aceptado por la administración.

2. ÁMBITO DE ACTUACIÓN DEL CONTRATO

El ámbito de aplicación del presente contrato son todos aquellos grandes ejes viarios de la Red de Carreteras de la Comunidad de Madrid, cuyo tráfico supere los 3.000.000 de vehículos año, pero con el objetivo principal de evaluar la validez de los datos elaborados en la fase anterior y determinar si pueden reutilizarse o actualizarse en la 5ª Fase.

3. NORMATIVA APLICABLE.

Además de las Prescripciones Técnicas recogidas en este Pliego, regirán para este Contrato todas aquellas disposiciones legales y las que, con carácter de instrucciones, normas o recomendaciones hayan sido publicadas y estén vigentes durante la ejecución del contrato para la elaboración de los trabajos descritos en el presente Pliego, en materia de ruido ambiental. Como referencia se enumeran a continuación:

- **Directiva 2002/49/CE** del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental (Directiva END)
- **Ley 37/2003**, de 17 de noviembre, del Ruido (LR).
- **Real Decreto 1513/2005**, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.
- **Real Decreto 1367/2007**, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- **Real Decreto 1038/2012**, de 6 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- **Decreto 55/2012**, de 15 de marzo, del Consejo de Gobierno, por el que se establece el régimen legal de protección contra la contaminación acústica en la Comunidad de Madrid.
- **Directiva 2007/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo** por la que se establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea (INSPIRE).



- **Reglamento UE 1089/2010**, por el que se establecen disposiciones para la aplicación de la Directiva 2007/2/CE en lo que respecta a la interoperabilidad de los conjuntos y servicios de datos espaciales.
- **Directiva 2015/996 de la Comisión Europea**, que establece métodos comunes de evaluación del ruido en virtud de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo. Sustituye el anexo II de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002.
- **Orden PCI/1319/2018**: por la que se transpone al ordenamiento jurídico español la Directiva 2015/996 de la Comisión y se modifica el Anexo II del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, incorporando el sistema CNOSSOS-EU.
- **Orden PCM/542/2021**, de 31 de mayo, por la que se modifica el Anexo III del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, en transposición de la Directiva (UE) 2020/367, relativa a los métodos comunes de evaluación de los efectos nocivos del ruido ambiental sobre la salud.
- **Orden PCM/80/2022**, de 7 de febrero, por la que se modifica el anexo II del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental
- Toda Directiva, Ley, Decreto, Instrucción o Normativa en materia de ruido vigente durante la ejecución del contrato.

4. RESPONSABLE DEL CONTRATO

De conformidad con el art. 62 de la Ley 9/2017, las funciones de Responsable del Contrato serán realizadas por el personal técnico adscrito al Área de Planificación de la Dirección General de Carreteras de la Comunidad de Madrid, que se designe por el órgano de contratación a tal efecto.

5. DOCUMENTACIÓN A DISPOSICIÓN DEL CONSULTOR

La DGC proporcionará al consultor la siguiente documentación:

- Datos actualizados de aforos en la Red de Carreteras de la Comunidad de Madrid.
- Mapa estratégico de Ruido y Plan de acción redactado anteriormente por la DGC (correspondiente a la 4ª Fase).
- Toda aquella documentación de que se disponga y se considere útil para la elaboración del estudio: reclamaciones y consultas realizadas por particulares y Ayuntamientos referentes al ruido, proyectos en ejecución, firmes fonoabsorbentes y otras medidas adoptadas en materia de ruido que puedan ser de interés.



El Responsable del Contrato colaborará con el consultor para facilitar los contactos con las administraciones u organismos oficiales de los que se precise operar o tomar datos o informes para que puedan desarrollar sus tareas.

6. METODOLOGIA GENERAL

6.1 Antecedentes

La aprobación de la Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental (Directiva END) y su posterior transposición al ordenamiento jurídico español por la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido y los Reglamentos que la desarrollan, obliga al Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD), a recopilar los mapas estratégicos de ruido (MER) y planes de acción contra el ruido (PAR) que deben elaborar distintas administraciones tanto estatales, como autonómicas y locales.

La citada Ley, en su Artículo 4. Atribuciones competenciales, establece que la competencia para la elaboración de los mapas de ruido, corresponderá a las comunidades autónomas cuando el ámbito territorial del mapa de ruido exceda del término municipal y al ayuntamiento en caso contrario.

Asimismo, el Artículo 5. Información. establece que “Las Administraciones públicas competentes informarán al público sobre la contaminación acústica y, en particular, sobre los mapas de ruido y los planes de acción en materia de contaminación acústica”, y que “...la Administración General del Estado creará un sistema básico de información sobre la contaminación acústica, en el que se integrarán los elementos más significativos de los sistemas de información existentes, que abarcará los índices de inmisión y de exposición de la población a la contaminación acústica, así como las mejores técnicas disponibles”. La regulación de este Sistema básico de Información sobre la Contaminación Acústica (SICA), se completa en la Disposición adicional única del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación.

La Directiva 2002/49/CE recoge en su artículo 7.5 que los mapas de ruido se revisaran y en su caso se modificaran al menos cada 5 años (2012, 2017, 2022, 2027) cuando sea necesario

La aprobación de la Directiva 2015/996 de la Comisión de 19 de mayo de 2015, por la que se establecen métodos comunes de evaluación de ruido en virtud de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo y de la entrada en vigor de la Orden PCI/1319/2018, de 7 de diciembre, por la que se modifica el Anexo II del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, que desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, hace necesaria una actualización de la metodología para implementar el métodos comunes de evaluación del ruido en virtud de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y Orden PCI/1319/2018: Modificaciones del Anexo II del RD 1513/2005. Sistema CNOSSOS)

Por tanto, tras la entrada en vigor de CNOSSOS-EU, los Mapas Estratégicos de Ruido 4ª fase, aprobados según Resolución de 5 de febrero de 2025 (BOCM Nº 44) han supuesto un punto de partida para la revisión y actualización en aquellos MER que así lo requieran.



6.2 Evaluación de la validez de los Mapas Estratégicos de Ruido entre fases. (Fase I)

Los trabajos de redacción de los Mapas Estratégicos de Ruido y Planes de Acción de Carreteras de la Comunidad de Madrid se redactarán de acuerdo con las directrices actualizadas del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

En el documento técnico nº 4 del panel de autoridades competentes en ruido ambiental de “Criterios técnicos para evaluar la validez de los Mapas Estratégicos de Ruido entre fases” se establecen los criterios técnicos, cuantificables y reproducibles para evaluar la validez de los Mapas Estratégicos de Ruido (MER) elaborados en la fase anterior y determinar si pueden reutilizarse o deben actualizarse en la fase siguiente.

En resumen, los trabajos necesarios a llevar a cabo para evaluar los MER y PAR de fases anteriores son los siguientes:

- Inventario de los MER elaborados en la fase anterior
- Recolección de datos actualizados de la siguiente fase (carretera, tráfico, población, infraestructuras, usos del suelo, a partir de fuentes oficiales).
- Cuantificación del cambio, calculando las variaciones porcentuales o absolutas entre los datos de la fase anterior y siguiente, generando resúmenes por unidad de análisis.
- Aplicación de criterios técnicos; comparación de las variaciones con los umbrales establecidos para cada tipo de fuente. Si se superan, debe reevaluarse o recalcularse, al menos en la zona afectada por los cambios.
- Documentación final. Elaboración de un informe justificativo para cada mapa o conjunto de mapas evaluados, detallando los datos comparados, resultado de la evaluación y fundamento técnico para la toma de decisión, en particular para aquellos mapas que se mantengan inalterados de la fase anterior.

En el anexo 1 de este pliego se recogen el documento de “Criterios técnicos para evaluar la validez de los Mapas Estratégicos de Ruido entre fases” que detalla de manera pormenorizada los trabajos a llevar a cabo en las acciones anteriores.

6.3 Elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido (Fases II y III)

Los Mapas Estratégicos de Ruido se definen en la Directiva END. En lo referente a infraestructuras viarias, (teniendo en cuenta que el único criterio legal establecido es que deben realizarse todos los mapas de los grandes ejes viarios que superen un tráfico anual de 3.000.000 vehículos), los tramos objeto de estudio se organizarán en Unidades de Mapas Estratégicos (UMES) que, a efectos de cálculo de la población expuesta, área afectada y demás información requerida por la Directiva END constituye una unidad independiente.

Una vez definidas y aprobadas las UMEs para esta quinta fase, se podrá proceder a la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido (MER).

El modelo de datos para la comunicación de los MER se divide en:

- Memoria del MER: de acuerdo al Anexo VI del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.
- Planos



- Datos espaciales
- Datos estadísticos

Los datos espaciales y estadísticos estarán contenidos en un archivo de tipo GeoPackage.

Los MER de la 5ª fase deberán incluir todas las UMEs que cumplan con los criterios establecidos en la directiva, independientemente de que procedan de la 4ª fase, y por tanto mantengan inalteradas, o se hayan definido expresamente en la 5ª fase.

6.4 Tramite de Información Pública MER. Aprobación. (Fase IV)

Se someterá la documentación relativa a los MER al Trámite de Información Pública.

El consultor deberá prestar todo el apoyo técnico necesario hasta la conclusión del procedimiento de información pública de los Mapas Estratégicos de Ruido. Estará obligado a:

- Preparar la documentación necesaria para la referencia que sobre los Mapas Estratégicos de Ruido se incluya en el apartado de “informaciones públicas” del portal Web de la Comunidad de Madrid.
 - Preparar y editar los soportes de información necesarios para remitir a los organismos oficiales en el proceso de información pública. Los organismos oficiales a los que habrá de remitirse la documentación serán todos aquellos ayuntamientos en cuyo término municipal se haya definido una UME en la fase de redacción de los MER.
- Asimismo, deberá elaborar el informe de alegaciones que se presenten, dando respuesta a las cuestiones planteadas y realizando los cambios que se consideren oportunos en los documentos.

Este informe deberá integrarse como parte de la memoria de los MER.

Toda la documentación definitiva se dispondrá para su aprobación por el organismo competente.

6.5 Elaboración de los Planes de Acción (Fases V y VI)

Previamente a la elaboración de los Planes de Acción correspondientes a la 5ª fase, se deberán recopilar todos los datos de medidas de reducción ejecutadas o en preparación y la revisión de las actuaciones contempladas en fases anteriores y su grado de cumplimiento.

Una vez realizadas dichas comprobaciones y según los resultados obtenidos en el MER 5ª Fase se deberán definir las zonas de conflicto.

Definidas estas zonas se desarrollarán los planes de acción de tal forma que su objeto y contenido deberá dar cumplimiento a los requisitos mínimos que a continuación se enumeran:

- Se entregará un documento en formato pdf que contenga un resumen del Plan de Acción contra el Ruido (PAR). Este archivo, no se envía a la Comisión Europea, pero se utilizará para incorporarlo al Sistema de Nacional de Contaminación Acústica (SICA). Se procurará minimizar al máximo el tamaño



del archivo, no siendo recomendables archivos mayores de 10 megas. El contenido del resumen deberá centrarse en:

- Breve descripción de la aglomeración o la infraestructura.
- Autoridad responsable de la elaboración/aprobación del plan.
- Planes y programas de lucha contra el ruido ejecutados en el pasado y medidas vigentes.
- Fecha de aprobación del plan
- Fecha de finalización del plan
- Número total estimado de personas que se benefician de las actuaciones incluidas en el plan
- Resumen de los resultados del Mapa Estratégico de Ruido. Principales problemas y situaciones que se deben corregir.
- Resumen de las alegaciones recibidas en la información pública.
- Resumen de las actuaciones propuestas. Incluidas las de gestión de las áreas tranquilas.
- Resumen de los indicadores propuestos para el seguimiento de la implementación y resultados del plan.

La memoria-resumen se elaborará en formato de página DIN A-4, con una extensión superior a 20 páginas. En carreteras las instituciones responsables podrán presentar un plan que agrupe varias UMEs o la totalidad de ellas en un mismo documento-resumen.

- Archivo de datos espaciales.
- Archivo de datos estadísticos

Los datos espaciales y estadísticos estarán contenidos en un archivo de tipo GeoPackage

6.6 Tramite de Información Pública PAR. Aprobación. (Fase VII)

Se someterá la documentación relativa a los PAR al Trámite de Información Pública.

El consultor deberá prestar todo el apoyo técnico necesario hasta la conclusión del procedimiento de información pública de los Planes de Acción Contra el Ruido. Estará obligado a:

- Preparar la documentación necesaria para la referencia que sobre los Planes de Acción Contra el Ruido se incluya en el apartado de “informaciones públicas” del portal Web de la Comunidad de Madrid.
- Preparar y editar los soportes de información necesarios para remitir a los organismos oficiales en el proceso de información pública. Los organismos oficiales a los que habrá de remitirse la documentación serán todos aquellos ayuntamientos en cuyo término municipal se haya definido una UME en la fase de redacción de los MER.

Asimismo, deberá elaborar el informe de alegaciones que se presenten, dando respuesta a las cuestiones planteadas y realizando los cambios que se consideren oportunos en los documentos.



Toda la documentación definitiva se dispondrá para su aprobación por el organismo competente.

6.7 Metodología

6.7.1 Método de cálculo

El método de cálculo se basa en la Directiva 2015/996 de la Comisión, de 19 de mayo de 2015 (publicado en el «Diario Oficial de la Unión Europea» en julio de 2015), por la que se establecen métodos comunes de evaluación del ruido en virtud de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo. Mediante esta nueva Directiva se sustituye el anexo II de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002.

La trasposición a la normativa española se produjo mediante Orden PCI/1319/2018, de 7 de diciembre, que modificó el Anexo II del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre.

Por tanto, el método de cálculo, para la 5ª Fase, será CNOSSOS-EU. El software utilizado deberá cumplir con dicho método. Todos los avances e indicaciones que facilite MITERD para su aplicación deberán ser asumidos por este contrato.

6.7.2 Modelo de datos

El Modelo de Datos propuesto es una combinación de los requerimientos del conjunto de Directivas END e INSPIRE referentes al suministro de la información relativa a los MER y PAR.

Los datos espaciales y estadísticos estarán contenidos en un archivo de tipo GeoPackage, según modelo de las instrucciones de entrega de desarrollo de la 5ª fase.

6.7.3 Metadatos

En base al cumplimiento de INSPIRE, los generadores de los Mapas Estratégicos de Ruido (MER) deben presentar los metadatos de la información geográfica, que posteriormente será puesta a disposición del público en el Sistema Básico de Información sobre la Contaminación Acústica (SICA), o reportada a la Comisión Europea, mediante el sistema Reportnet.

Los metadatos deben cumplir la Directiva 2007/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de marzo de 2007, por la que se establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea (Inspire) y la Ley 14/2010, de 5 de julio, sobre las infraestructuras y los servicios de información geográfica en España.

6.7.4 Evaluación de los efectos nocivos

En las Zonas de Actuación se determinará el total de personas afectadas por efectos nocivos a la salud, atendiendo a lo establecido en la *Orden PCM/542/2021, de 31 de mayo, por la que se modifica el Anexo III del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en*



lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental. Esta Orden, que transpone la Directiva (UE) 2020/367 de la Comisión, de 4 de marzo de 2020, considera que la evaluación se debe llevar a cabo para las enfermedades cardíacas isquémicas (ECI), las molestias intensas (MI) y las alteraciones graves del sueño (AGS).

La metodología de cálculo para evaluar la exposición de la población a los efectos nocivos será la definida en el Anexo III “Métodos de evaluación de los efectos nocivos” del real Decreto 1513/2005, modificado por Orden PCM/542/2021, con las particularidades que se indican a continuación.

7. CRONOGRAMA DE LOS TRABAJOS

El consultor propondrá una programación del desarrollo del Plan de Trabajos ajustado a las fases definidas en este Pliego. El plan de trabajos deberá entregarse con un mayor nivel de detalle, que el que se incluye en el presente apartado, pormenorizando por fases que permitan realizar un seguimiento del mismo.

En cualquier caso, se deberá tener en cuenta un plazo máximo de 16 meses. En este periodo la ejecución de los trabajos tendrá dos ámbitos de desarrollo, el interno representado por el desarrollo de la documentación a elaborar por el adjudicatario y el externo representado por los tiempos de tramitación administrativa, así como los referidos para la aprobación del documento.

El objetivo temporal de 16 meses se fija para obtener la versión definitiva del MER 5ª fase, tras los procesos de tramitación de MER y sus PAR y teniendo en cuenta la necesidad de preparar la documentación necesaria para proceder a su aprobación definitiva, por tanto, la programación establecida por el adjudicatario ha de incorporar los periodos de realización internos y externos.

El consultor deberá presentar la programación de los trabajos antes de la finalización del primer mes desde la formalización del contrato de prestación de servicios. Esta programación deberá contar con el visto bueno del Responsable del Contrato.

El programa de trabajos contendrá al menos los siguientes aspectos:

- La metodología pormenorizada propuesta por el consultor en cada una de las fases, así como los contenidos del trabajo que se desarrollaran en las mismas.
- El Equipo Técnico del consultor para el desarrollo de los trabajos, incluyendo la relación y descripción organizativa del equipo.
- Los medios materiales puestos a disposición por el consultor para la ejecución del trabajo.
- El calendario de trabajos propuesto, de acuerdo con las especificaciones de este Pliego.
- La previsión del gasto durante el plazo de ejecución de los trabajos, de acuerdo con lo dispuesto en el presente Pliego y el presupuesto de adjudicación del contrato.
- La documentación de partida o la información que el consultor pretenda recopilar para la ejecución del contrato.

Los trabajos se realizarán de acuerdo con el programa de trabajos aprobado. El programa de trabajo será objeto de seguimiento y puesta al día, entendiéndose que toda modificación del mismo requerirá la aprobación del Responsable del Contrato.



La siguiente tabla tiene carácter de propuesta.

FASE	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16
FASE I. Revisión exhaustiva y propuesta UMES																
FASE II. Modelización y generación de UMES																
FASE III. Elaboración nuevo documento MER																
FASE IV. Información pública MER y aprobación																
FASE V. Identificación y valoración zonas de conflicto																
FASE VI. Planes de acción y presupuestos																
FASE VII. Información pública y documento definitivo																

8. ENTREGA DE LOS TRABAJOS

8.1 Previsión de entregas y documentación a entregar.

Se prevén las siguientes entregas, con la recepción parcial correspondiente, de los trabajos:

Entrega 1: revisión exhaustiva de variaciones respecto a la situación de la fase MER anterior. Entrega de informe técnico justificando las decisiones a tomar de cara a la realización de los MER 5ª fase.

Se entregarán todos los trabajos y documentación asociada correspondientes a las Fases I a III (documento MER 5ª fase), al finalizar el mes 7 de ejecución del contrato.

- Se entregarán 3 copias en soporte informático, una en formato editable y 2 en formato pdf del documento MER completo.
- Se entregarán 4 ejemplares completos en soporte informático, 2 en formato pdf y 2 en formato editable. Cada ejemplar contendrá el proyecto de modelización informática y los cálculos realizados, así como toda la documentación generada en las fases I a III.

Entrega 2: entrega de los trabajos correspondientes a la Fases IV para su tramitación y aprobación, al finalizar el mes 9 de ejecución del contrato.

- Se entregará la documentación necesaria, de acuerdo con las directrices de MITERD en los documentos técnicos correspondientes de desarrollo de la 5ª fase de los MER, para su remisión por parte de la Administración de la Comunidad de Madrid al Ministerio encargado de la recopilación y tramitación europea. Fase IV.
- Del documento resumen, junto con el informe de alegaciones se presentarán igualmente 3 ejemplares en los mismos formatos que el MER.

Entrega 3: estudio de las zonas de conflicto (identificación, valoración y jerarquización). Propuesta de actuación Se entregarán los trabajos y documentación correspondientes a las Fases V a VI, al finalizar el mes 14 de ejecución del contrato.

- Se entregarán 3 copias en soporte informático, una en formato editable y 2 en formato pdf del documento completo PAR. Este documento deberá tener un



anexo específico correspondiente a las actuaciones que se propongan (presupuesto y plazos).

- Se entregarán 4 ejemplares completos en soporte informático, 2 en formato pdf y 2 en formato editable. Cada ejemplar contendrá toda la documentación generada en las fases V y VI.

Entrega 4: entrega de los trabajos correspondientes a la Fases VII para su tramitación y aprobación, al finalizar el mes 16 de ejecución del contrato.

- Se entregará la documentación necesaria de acuerdo con las directrices de MITERD en los documentos técnicos de desarrollo de la 5ª fase de los PAR, para su remisión por parte de la Administración de la Comunidad de Madrid al Ministerio encargado de la recopilación y tramitación europea. Fase VII
- Del documento resumen, junto con el informe de alegaciones se presentarán igualmente 3 ejemplares en los mismos formatos que el PAR.
- Documento ejecutivo o PowerPoint o similar, con una descripción breve del trabajo, que se entregará en soporte informático.

8.2 Entrega completa de la información

Los MER Y PAR deberán entregarse completos, es decir, debe incluir la memoria técnica, cartografía, archivos SIG y todos aquellos datos requeridos en las instrucciones SICA, tanto si el mapa ha sido recalculado, como si se mantiene el de la fase anterior.

Las instrucciones específicas de entrega de los trabajos se acomodarán a todas aquellas disposiciones legales y las que, con carácter de instrucciones, normas o recomendaciones hayan sido publicadas y estén vigentes durante la ejecución del contrato para la elaboración de los trabajos descritos en el presente Pliego, en materia de ruido ambiental.

8.3 Documentación adicional

Se entregarán todos aquellos datos que serán integrados en la Infraestructura de Datos de MITERD, según modelo y formato, acorde con las instrucciones para el desarrollo de la 4ª fase.

**LA SUBDIRECTORA GENERAL DE PLANIFICACIÓN,
PROYECTOS Y CONSTRUCCIÓN**

Firmado digitalmente por: CORNEJO ARRIBAS MARÍA ROSARIO
Fecha: 2026.07.01 09:16



La autenticidad de este documento se puede comprobar en
<https://gestiona.comunidad.madrid/csv>
mediante el siguiente código seguro de verificación: 0908805348202821792889

DOCUMENTO TÉCNICO Nº 4
DEL PANEL DE
AUTORIDADES
COMPETENTES
EN RUIDO AMBIENTAL

**Criterios técnicos para
evaluar la validez
de los Mapas Estratégicos
de Ruido entre fases**

ÁREA DE RUIDO AMBIENTAL DEL MITECO
JUNIO DE 2025

HACEMOS FUTURO

Subdirección General de
Prevención de la
Contaminación



La autenticidad de este documento se puede comprobar en
<https://gestion.comunidad.madrid/csv>
mediante el siguiente código seguro de verificación: **0908805348202821792889**



HACEMOS FUTURO
Presidencia del Consejo de Ministros
Subdirección General de Calidad y Estrategia Ambiental



Contenido

1	Objetivo y alcance de la guía	3
1.1	Motivación de esta guía.....	3
1.2	Objetivo principal	3
1.3	Alcance.....	4
2	Metodología general	6
3	Revisión de datos de partida (Fase anterior).....	7
3.1	Características del modelo CNOSSOS-EU empleado en la fase anterior.....	7
3.2	Software o herramienta de modelización empleada incluyendo la versión concreta.	8
3.3	Datos de tráfico ferroviario de la fase anterior	9
3.4	Datos industriales de la fase anterior	9
3.5	Datos aeroportuarios de la fase anterior	9
3.6	Datos de aglomeraciones de la fase anterior	10
4	Criterios de evaluación por tipo de fuente (Fase objeto de estudio).....	11
4.1	Carreteras	11
4.1.1	Variables a comparar	11
4.1.2	Umbrales de cambio significativo	12
4.2	Ferrocarriles.....	16
4.2.1	Variables a comparar	16
4.2.2	Umbrales de cambio significativo	17
4.3	Industria.....	19
4.3.1	Variables a comparar	19
4.3.2	Umbrales de cambio significativo	20
4.4	Aeropuertos	21
4.4.1	Variables a comparar	21
4.4.2	Umbrales de cambio significativo	23
4.5	Aglomeraciones	28
4.5.1	Variables a comparar	28
4.5.2	Umbrales de cambio significativo	29





5	Diagrama de flujo de decisión: mantiene vs. reevalúa.....	32
6	Recomendaciones para la documentación y trazabilidad	34
7	Entrega completa de la información en la quinta fase	36
8	Conclusiones sobre el enfoque.....	37
	Anexo I: Justificación de los umbrales para tráfico rodado	38
	Caso de incremento de IMD	38
	Caso de variación de la distribución modal	39
	Anexo II: Justificación de los umbrales para tráfico ferroviario.....	42
	Caso de variación de la distribución modal	42
	Anexo III: Cálculos para establecer umbral de ± 2 dB en función de la composición de aeronaves.....	44
	1 Introducción.....	44
	2 Datos de partida y método de extracción	44
	3 Clasificación en tres categorías según SEL.....	45
	4 Cálculo de SEL total agregado según composición	46
	5 Variación en número total de operaciones (manteniendo distribución modal) para $\pm$ 2 dB a 500 m	47
	6 Variación en la proporción de aeronaves “más ruidosas” sin mantener la distribución modal para ± 2 dB.....	49
	7 Criterio final de recálculo de mapas (umbral ± 2 dB, SEL).....	50





1 OBJETIVO Y ALCANCE DE LA GUÍA

1.1 Motivación de esta guía

Durante 4 fases (20 años), las autoridades competentes en ruido ambiental de España han venido realizando un importante esfuerzo para la elaboración, tramitación y aprobación de los mapas estratégicos de ruido (MER) y planes de acción contra el ruido (PAR).

En cada fase (cada 5 años) esto obliga a realizar estudios muy costosos, tanto económicamente como administrativamente, que muchas veces no llegan a tiempo para el cumplimiento de las fechas límite establecidas en la Directiva de Ruido Ambiental. Además, el importante esfuerzo que resulta de la elaboración de los MER, en ocasiones deja pocos recursos para la elaboración de los **PAR, que son el documento realmente importante**, ya que es en ellos donde se plantean soluciones que pueden reducir el impacto del ruido en las personas y el medio ambiente.

Tras 20 años de aplicación de la Directiva, y a las puertas de la Quinta Fase, se plantea la necesidad de reducir la carga que supone la elaboración de los MER, para poder **destinar más tiempo y recursos a la planificación de las medidas contra el ruido**.

De hecho, la propia Directiva así lo recoge en su artículo 7.5, cuando dice *“Los mapas estratégicos de ruido **se revisarán, y en caso necesario se modificarán**, al menos cada cinco años”*. Por tanto, **se debe considerar que el mapa de ruido es un documento atemporal**, que se actualiza cada 5 años (2012, 2017, 2022, 2027...) cuando es necesario.

Desde la **entrada en vigor de CNOSSOS-EU**, esto cobra aún más sentido, ya que se dispone de un método común europeo, que no es previsible que sufra actualizaciones severas en el futuro. Por tanto, **los mapas de Cuarta Fase pueden tomarse como un punto de partida**, que en las siguientes fases **se revisan, y en su caso, se actualizan, sólo cuando es necesario, o sólo en aquellas zonas donde es necesario**.

Este enfoque no implica que los MER que se consideren válidos de la fase anterior, y cuya vigencia se amplíe, puedan no presentarse. Todo lo contrario. **Las autoridades competentes deberán aprobar los MER de todas las fases, igual que se ha hecho hasta ahora, pero esa aprobación podrá hacerse como una actualización del MER de la fase anterior o, en aquellos casos en que no haya cambios significativos, como una ampliación de la vigencia de estos MER.**

1.2 Objetivo principal

El presente **documento tiene como finalidad** establecer una **metodología** clara y homogénea para **evaluar la validez de los Mapas Estratégicos de Ruido (MER)**





elaborados en la fase anterior y determinar si pueden reutilizarse o deben actualizarse en la fase siguiente.

Se trata de definir un conjunto de **criterios técnicos, cuantificables y reproducibles** que permitan tomar decisiones fundamentadas sobre:

- **Qué mapas de ruido pueden mantenerse sin modificaciones**, al considerarse que no han existido cambios significativos en las condiciones que afectan a la emisión, la propagación del ruido, o la evaluación de la población expuesta, desde la anterior fase.
- **Qué mapas requieren ser actualizados o recalculados, en su totalidad o en una parte**, debido a que las características de la fuente (tráfico rodado, ferroviario, aeronáutico o funcionamiento de las instalaciones industriales), o las condiciones del entorno receptor han variado de forma relevante entre las fechas de referencia de las fases comparadas.

La aplicación sistemática de estos criterios puede permitir optimizar recursos, evitar trabajos innecesarios y garantizar al mismo tiempo la coherencia, trazabilidad y fiabilidad técnica de los mapas que se mantengan para la fase entrante.

Esta guía está **dirigida a los equipos técnicos responsables de la planificación, revisión y actualización de los MER**, tanto en administraciones públicas como en organismos de apoyo técnico o consultorías especializadas.

Es importante señalar que **los criterios recogidos en esta guía tienen carácter orientativo y no son de aplicación obligatoria**.

Su propósito es servir como **herramienta técnica de apoyo para facilitar la toma de decisiones coherentes y justificadas en el marco de la Quinta Fase y siguientes**.

Cada autoridad competente conserva plena autonomía para aplicar, complementar o adaptar estos criterios en función de las particularidades de su ámbito territorial, la disponibilidad y calidad de los datos, o la existencia de otros fundamentos técnicos que justifiquen mejor la decisión adoptada en cada caso.

1.3 Alcance

Esta guía se **aplica al conjunto de Mapas Estratégicos de Ruido (MER)** elaborados y aprobados **desde la Cuarta Fase en adelante**, y vinculados a las principales fuentes de ruido ambiental definidas por la Directiva 2002/49/CE.

En particular, abarca las siguientes tipologías de fuentes:





- **Tráfico rodado:** carreteras y vías de alta capacidad incluidas en el ámbito de aplicación de la Directiva.
- **Tráfico ferroviario:** líneas principales de pasajeros y mercancías, tanto convencionales como de alta velocidad.
- **Fuentes industriales:** instalaciones fijas con niveles elevados de emisión sonora, incluidas en los inventarios de ruido de las aglomeraciones.
- **Aglomeraciones urbanas:** áreas urbanas de más de 100.000 habitantes, con evaluación específica de la exposición al ruido.
- **Tráfico aéreo:** aeropuertos que superan el umbral establecido de movimientos anuales y que han sido objeto de cartografiado estratégico

Los mapas a revisar, y que se pretendan reutilizar, ampliando su vigencia de una fase a otra:

- Deben **haber sido calculados conforme a la metodología común CNOSSOS-EU**, y expresados mediante los **indicadores acústicos armonizados: L_{den} , L_{day} , $L_{evening}$ y L_{night}** .
- **Deben haber sido aprobados de acuerdo con la normativa de ruido ambiental vigente en cada momento.**





2 METODOLOGÍA GENERAL

La metodología propuesta se basa en un **proceso sistemático y replicable** que permite evaluar, para cada mapa de la fase anterior, si las condiciones han cambiado de forma significativa entre los años de referencia de la fase anterior y siguiente (2022 y 2026 en el caso de Cuarta y Quinta fases).

Se estructura en los siguientes pasos:

- **Inventario de los MER de la fase anterior:** recopilación ordenada de todos los mapas elaborados, junto con sus metadatos clave (software, resolución de malla de cálculo, parámetros CNOSSOS-EU, condiciones meteorológicas, etc.), de los cuales se disponga de información precisa
- **Recolección de datos actualizados de la fase siguiente:** obtención de información reciente sobre tráfico, industria, población, infraestructuras y operaciones aeroportuarias, información geográfica (curvas de nivel, edificaciones, obstáculos,...) a partir de fuentes oficiales y registros administrativos.
- **Cuantificación del cambio:** cálculo de variaciones porcentuales u absolutas entre los datos de la fase anterior y siguiente, generando resúmenes por unidad de análisis (tramo, línea, instalación, aglomeración, aeropuerto...).
- **Aplicación de criterios técnicos:** comparación de las variaciones con umbrales establecidos para cada tipo de fuente. Si no se superan, el mapa puede mantenerse; si se superan, debe reevaluarse o recalcularse, al menos en la zona afectada por los cambios.
- **Documentación final:** elaboración de un **informe justificativo para cada mapa o conjunto de mapas evaluados**, detallando datos comparados, resultado de la evaluación y fundamentos técnicos de la decisión, que permita justificar la adopción de decisiones, en particular en aquellos mapas que se mantengan inalterados desde la fase anterior.





3 REVISIÓN DE DATOS DE PARTIDA (FASE ANTERIOR)

Antes de analizar posibles variaciones respecto a la situación de la fase entrante, es necesario revisar de forma exhaustiva la información utilizada para la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido (MER) de la fase anterior.

Esto es importante, en particular para aquellas autoridades competentes que realicen los trabajos de cartografiado estratégico de ruido a través de empresas consultoras del sector de la acústica.

Los datos reportados en la fase anterior, y concretamente el **conjunto de datos** denominado **IDESICA**, contenido en las instrucciones de mapas, **puede ser de ayuda** para esta recopilación de datos.

Este paso permite conocer la **línea base de cálculo, o escenario de partida**, identificar las condiciones que dieron origen a los mapas vigentes y permitir una comparación rigurosa y justificada **con el escenario de la nueva fase**.

La revisión debe centrarse en los siguientes bloques temáticos:

3.1 Características del modelo CNOSSOS-EU empleado en la fase anterior

Las características técnicas de un modelo describen cómo se aplicó la metodología CNOSSOS-EU y los datos y supuestos de partida en la fase anterior. Influyen directamente en los resultados obtenidos y en la posibilidad de mantener o recalcular el mapa. Algunos ejemplos son:

- 1) **Ámbito de estudio** es el perímetro geográfico utilizado para la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido (MER) de la fase anterior.
- 2) **Versión de los parámetros de emisión sonora** utilizados en el modelo, diferenciados por tipo de fuente (vehículos ligeros y pesados, trenes de pasajeros o mercancías, equipos industriales, aeronaves).
- 3) **Supuestos meteorológicos estándar** empleados para la propagación acústica: condiciones representativas de temperatura, viento, humedad y características del terreno (coeficiente de absorción, rugosidad).
- 4) **Resolución espacial del cálculo**, es decir, tamaño de celda o malla utilizada en la modelización (por ejemplo, 5 m × 5 m en zonas urbanas densas o 10 m × 10 m en áreas de menor detalle).





3.2 Software o herramienta de modelización empleada incluyendo la versión concreta.

Se debe tener en cuenta que hasta 2023 algunos softwares no habían implementado los últimos cambios sufridos por CNOSSOS-EU. En este sentido, puede ser necesario, en función de la fuente estudiada, que las autoridades competentes (o sus asistencias) consulten a los fabricantes de software para que confirmen que no haya habido cambios que afecten a la metodología CNOSSOS-EU¹.

3.3 Datos de tráfico rodado de la fase anterior

Se deben revisar las variables asociadas al tráfico rodado que se utilizaron como entrada para el cálculo del ruido generado por las carreteras. Estas variables definen la cantidad, tipo y comportamiento del tráfico, así como las características de la infraestructura viaria:

- 1) **Intensidad media diaria (IMD)** por tramo de carretera, y por periodo((07:00-19:00h) L_{day} (19:00-23:00h) $L_{evening}$, (23:00-07:00h) L_{night}), con identificación clara de los límites kilométricos utilizados en el modelo.
- 2) **Distribución modal del tráfico**, expresada como porcentaje de turismos, vehículos ligeros, camiones pesados, autobuses y motocicletas, dado que influyen en el nivel de emisión sonora.
- 3) **Velocidad media adoptada para el cálculo** en cada tramo, diferenciando si es entorno urbano, interurbano o autopista, con especial atención a tramos con regulación variable de velocidad.
- 4) **Tipo y estado del pavimento** (por ejemplo, asfalto convencional, mezcla drenante, pavimento fonoabsorbente), ya que afecta directamente al ruido de rodadura.
- 5) **Existencia pantallas acústicas**, y sus características técnicas en cuanto al material, pérdidas por inserción, etc.
- 6) **Estado y elementos singulares de la infraestructura**, como túneles, viaductos o pasos elevados, que afectan a la propagación y a la percepción del ruido en el entorno.

¹ Sólo son relevantes para la actualización de los mapas los cambios en el software que afecten estrictamente a la implementación del método CNOSSOS-EU tal como se publica en el Real Decreto 1513/2005 (con su última actualización mediante la Orden PCM/80/2022, de 7 de febrero de 2022). Cualquier otra modificación o mejora en la herramienta que no altere la aplicación del método oficial no justifica la recalibración ni el recálculo de los mapas.





3.4 Datos de tráfico ferroviario de la fase anterior

Igualmente, para las líneas ferroviarias incluidas en la fase anterior, se deben revisar las condiciones de circulación y el tipo de infraestructura, ya que ambas condicionan las emisiones de ruido:

- 1) **Número de trenes por día**, diferenciando trenes de pasajeros (alta velocidad, media/larga distancia y ligeros (metro)) y trenes de mercancías, según tramo y franja horaria (07:00-19:00h_{Lday}, 19:00-23:00h_{Levening}, 23:00-07:00h_{Lnight}).
- 2) **Velocidades medias de circulación** empleadas en el modelo por tipo de tren y por segmento de línea.
- 3) **Características de rodadura y vía**, incluyendo tipo de rail, condición del firme, presencia de juntas y uso de sistemas de amortiguación.
- 4) **Características y tipología del tren**, configuración simple o doble, velocidad máxima, número de vagones medio del tren de mercancías, etc.
- 5) **Estado y elementos singulares de la infraestructura**, como túneles, viaductos o pasos elevados, que afectan a la propagación y a la percepción del ruido en el entorno.
- 6) **Existencia pantallas acústicas**, y sus configuraciones de absorción en cuanto al material, pérdidas por inserción, etc.

3.5 Datos industriales de la fase anterior

En el caso de fuentes industriales, evaluadas dentro de aglomeraciones, el nivel de emisión depende de la configuración física de cada instalación y del régimen de funcionamiento, por lo que será necesario recuperar con precisión:

- 1) **Listado de instalaciones modeladas**, incluyendo coordenadas geográficas, potencia sonora total y número/tipo de emisores (fuentes puntuales, lineales, superficiales).
- 2) **Horarios de funcionamiento**, indicando si la actividad se limita a turnos diurnos o si incluye operaciones nocturnas o en fines de semana.
- 3) **Distancia a receptores sensibles**, como viviendas, hospitales o centros escolares, que fueron considerados en el análisis de exposición poblacional.

3.6 Datos aeroportuarios de la fase anterior

En el caso de los aeropuertos evaluados en la fase anterior, es necesario revisar tanto la operación aérea como las condiciones infraestructurales y de gestión del ruido:





- 1) **Movimientos anuales registrados**, desglosados por despegues y aterrizajes, y diferenciando entre el periodo diurno, vespertino y nocturno.
- 2) **Composición de la flota aérea**, con distribución por tipo de aeronave y sus características acústicas.
- 3) **Configuraciones operativas y rutas de vuelo**, incluyendo procedimientos de despegue y aproximación, así como el uso relativo de pistas.
- 4) **Horario operativo del aeropuerto**, y posibles restricciones locales o normativas específicas para el periodo nocturno.
- 5) **Características de la infraestructura aeroportuaria**, como número y longitud de pistas.
- 6) **Medidas de mitigación vigentes**, como rutas preferentes para el ruido.

3.7 Datos de aglomeraciones de la fase anterior

Además de lo indicado anteriormente para cada fuente, en las zonas urbanas clasificadas como aglomeraciones, los mapas de ruido deben reflejar adecuadamente la configuración del entorno receptor y la distribución de la población:

- 1) **Población total** de cada núcleo urbano incluido en la fase anterior, con base en los datos oficiales disponibles (normalmente censo o padrón).
- 2) **Extensión urbana cartografiada**, en km², y densidad media (habitantes por km²), utilizada para definir la extensión de la aglomeración.
- 3) **Planes de gestión del ruido, o que afecten al ruido**, vigentes en la fase anterior, como zonas de bajas emisiones (ZBE), áreas de prioridad peatonal, pacificación del tráfico o delimitación de áreas tranquilas.
- 4) **Clasificación del uso del suelo (zonificación acústica)** considerada en el modelo: zonas residenciales, industriales, comerciales o mixtas, según planeamiento urbanístico.
- 5) **Número de edificaciones para cada área acústica**, información geográfica de la ubicación de las edificaciones contempladas en el modelo de estudio.





4 Criterios de evaluación por tipo de fuente (Fase objeto de estudio)

Una vez que se han recopilado los datos de la fase anterior, y se dispone de la situación representativa de la fase siguiente, se debe estudiar la similitud acústica entre ambas. Este análisis comparativo determina si existe la necesidad de estudiar de nuevo el mapa de ruido en su totalidad o solo en una parte, o si se puede considerar válido el elaborado en la fase anterior.

Para cada fuente de ruido incluida en los MER se **proponen** una serie de criterios técnicos que permiten **evaluar si los mapas generados en la fase anterior pueden considerarse válidos en la fase siguiente, o si deben ser recalculados**.

Para ello se identifican:

- **Subcriterios específicos** a comparar (variables directamente relacionadas con las condiciones de emisión o propagación).
- **Unidad de medida y periodo de referencia**, que permitan cuantificar los cambios de forma objetiva.
- **Umbrales de cambio significativo**, a partir de los cuales se considera que el mapa ya no refleja adecuadamente la situación real y debe actualizarse.

Es importante señalar que se ha de analizar el **ámbito de estudio** de cada unidad del mapa estratégico (UME), así como las **edificaciones** comprendidas en cada área acústica aledaña a la fuente, en particular para identificar si en la **nueva fase** se ha **incrementado** el número de **receptores sensibles** o de **población potencialmente** expuesta.

4.1 Carreteras

4.1.1 Variables a comparar

En el caso de la red viaria, la validez de los mapas de la fase anterior se podrá evaluar a partir de los siguientes subcriterios, entre otros que puedan considerar cada autoridad competente:

1) Volumen de tráfico (IMD)

Comparación entre la Intensidad Media Diaria Anual (IMD_{anual}) de la fase anterior y la siguiente, para cada tramo incluido en el mapeo. Esta es la principal variable de emisión en el modelo CNOSSOS-EU.

2) Distribución modal del tráfico





Variación en la proporción de vehículos pesados (camiones ligeros y pesados, autobuses) respecto al total del tráfico, ya que estos vehículos generan mayores niveles sonoros por unidad que los ligeros.

3) **Velocidad media real**

Cambios significativos en la velocidad de circulación media, registrados mediante aforos o estudios municipales, autonómicos o estatales, especialmente si afectan a tramos urbanos o interurbanos.

4) **Tipo y estado del pavimento**

- Implantación de **pavimento** que reduzca el nivel de ruido de rodadura.
- Reparaciones o repavimentaciones que modifiquen la rugosidad superficial del firme.
- Sustitución de tramos degradados por nuevos con características acústicas distintas.

5) **Modificaciones o nuevas infraestructuras, o variantes o ampliaciones de calzada**

- Apertura de **carreteras alternativas** o variantes que capten una parte relevante del tráfico del tramo original.
- Cambios en la red por obras, desvíos permanentes o desarrollo urbanístico que modifiquen el flujo o la distribución de vehículos.
- Modificación del ancho de la calzada o cambio en número de carriles

6) **Instalación de nuevas pantallas acústicas**

- Implantación de nuevas **pantallas acústicas** o barreras físicas laterales en los márgenes de la vía, si cubren una parte sustancial del tramo modelado. Estas estructuras modifican la propagación del sonido y pueden generar reducciones significativas en los niveles de recepción.

7) **Nuevos elementos singulares de la infraestructura**, como túneles, viaductos o pasos elevados, que afectan a la propagación y a la percepción del ruido en el entorno.

4.1.2 Umbrales de cambio significativo

Los siguientes umbrales marcan el punto a partir del cual se considera que la situación ha cambiado lo suficiente como para justificar el recálculo del mapa:

1) **Volumen de tráfico (IMD)**

- **Variación $< \pm 20\%$** → No reevaluar (considerado fluctuación normal).





- **Variación entre $\pm 20\%$ y $\pm 35\%$** → Reevaluar solo si se detectan otros cambios relevantes (pavimento, pantalla, redistribución modal).
- **Variación $> \pm 35\%$** → Recalcular el tramo (puede implicar cambio > 2 dB(A)).

En el Anexo I: Justificación de los umbrales para tráfico rodado se presenta una justificación de estos umbrales.

2) Distribución modal del tráfico

- Si el porcentaje de vehículos pesados varía en **más de ± 10 p.p.**, siendo el total de vehículos pesados superior al 20% de la IMD, se considera necesario reevaluar (potencial cambio de emisión superior a 2 dB(A)).
- **Si el porcentaje de vehículos pesados no varía**, y dentro de las dos subcategorías de vehículos pesados definidas por CNOSSOS-EU (grupo 2 y grupo 3) se modifican las proporciones (por ejemplo, 50/50, 30/70 o 70/30), el impacto en los niveles de ruido es prácticamente despreciable. En este sentido, Irlanda llevó a cabo el proyecto **Noise Adapt Project**², en el que se simuló la sensibilidad de esta variable en diferentes escenarios de la ciudad de Dublín. Se analizaron proporciones de vehículos pesados de 50/50, 30/70 y 70/30, y velocidades de 50 km/h y 60 km/h, sin observar cambios significativos en los niveles de ruido:
 - A 50 km/h y 60 km/h, la diferencia de emisión entre una categorización 50/50 y otra 30/70 fue de apenas +0,3 dB(A).
 - Entre 50/50 y 70/30, las variaciones medidas en seis puntos receptores oscilaron alrededor de -0,2 dB(A).

Estos resultados confirman que, **siempre que el volumen total de vehículos pesados se mantenga constante**, las oscilaciones en la distribución interna de las subcategorías no justifican por sí solas la actualización del mapa estratégico de ruido.

3) Cambios de velocidad

- Si se **incrementa o disminuye la velocidad** de un tramo de carreteras en aproximadamente un **$\approx 25\text{-}35\%$** (por ejemplo, pasar de ≈ 120 a ≈ 90 km/h) o

² <https://www.epa.ie/publications/research/environment--health/research-382-transitioning-to-strategic-noise-mapping-under-cnossos-eu-noise-adapt.php>





viceversa, y existen receptores sensibles en las proximidades, se recomienda recalcular dicho tramo.

4) Tipo de pavimento

En zonas densamente pobladas, **cualquier cambio de pavimento que pueda suponer una variación en la potencia sonora $\geq \pm 2$ dB(A)** respecto al utilizado en la fase anterior podría motivar el recálculo del tramo correspondiente.

- Por ejemplo, si en la fase anterior se utilizaba un pavimento de referencia (0 dB(A)) y en la nueva fase se ha instalado un NL01 (-2 dB(A) a 90 km/h) o un NL08 (+2,1 dB(A) a 90 km/h), ese salto ≥ 2 dB(A) justifica recalcular el tramo.

Reparaciones menores que afecten a menos del 20 % de la longitud del tramo pueden **no reevaluarse**, siempre que no se combinen con cambios de tráfico u otros factores, ya que el efecto en el receptor sería muy probablemente inferior a 1,5 dB(A).

Puede tenerse en cuenta la siguiente tabla, que permite cuantificar para los pavimentos tipo de CNOSSOS, la corrección que aportan a la emisión de la fuente.

Tabla 1. Corrección en la fuente en función del tipo de pavimento

Tipo de pavimento		Variación de la potencia acústica del eje			
		30 km/h	50 km/h	90 km/h	120 km/h
0	Superficie de referencia	0 dB (A)	0 dB(A)	0 dB(A)	0 dB(A)
NL01	1-capa ZOAB	-1,1 dB (A)	-1,2 dB(A)	-2 dB(A)	-2,1 dB(A)
NL02	2-capas ZOAB	-3,8 dB (A)	-3,9 dB(A)	-3,9 dB(A)	-3,2 dB(A)
NL03	2-capas ZOAB (fine)	-4,7 dB (A)	-5 dB(A)	-4,8 dB(A)	-3,8 dB(A)
NL04	SMA (Stone mastiek asphalt) -0/5	-0,5 dB (A)	-0,8 dB(A)	-1,2 dB(A)	-1,2 dB(A)
NL05	SMA (Stone mastiek asphalt) -0/8	-0,2 dB (A)	-0,3 dB(A)	-0,6 dB(A)	-0,6 dB(A)
NL06	Hormigón cepillado	0,2 dB (A)	+0,7 dB(A)	+1,3 dB(A)	+1,3 dB(A)
NL07	Hormigón cepillado optimizado	-0,7 dB (A)	-0,4 dB(A)	-0,2 dB(A)	-0,2 dB(A)
NL08	Hormigón pulido	-0,1 dB (A)	+0,6 dB(A)	+2,1 dB(A)	+2,7 dB(A)
NL09	Superficie estabilizada	0,6 dB (A)	+1,4 dB(A)	+1,7 dB(A)	+1,5 dB(A)
NL10	Adoquines en espiga	0,5 dB (A)	+1,3 dB(A)	+1,9 dB(A)	+1,9 dB(A)
NL11	Adoquines no colocados en espiga	2,2 dB (A)	+4 dB(A)	+5,2 dB(A)	+5,1 dB(A)
NL12	Adoquines silenciosos	-0,5 dB (A)	-0,7 dB(A)	-1,3 dB(A)	-1,3 dB(A)
NL13	Capa delgada A	-1,6 dB (A)	-2 dB(A)	-2,5 dB(A)	-2,2 dB(A)
NL14	Capa delgada B	-2 dB (A)	-2,6 dB(A)	-3,1 dB(A)	-2,7 dB(A)

Fuente: [Guía de CNOSSOS de MITECO-CEDEX](#)

5) Modificaciones o nuevas infraestructuras, variantes o ampliaciones de calzada





Basado también en las **justificaciones del Anexo I**, se proponen **criterios** para cuando se realiza una **variante o desvío**, que implica una reducción en una vía, y un incremento de tráfico en otra, o cuando se **amplía una calzada**.

- **Desvíos de tráfico**

- Si la nueva vía capta **> 35 %** de la IMD original se debe considerar **recalcular** ambos mapas (tramo original y variante), siempre que alcancen los umbrales de la Directiva.
- Si capta entre **± 20 % y ± 35 %** de la IMD original se podría **reevaluar** solo si existen otros cambios relevantes (pavimento, pantalla, proporción de pesados).
- Si desvía **< ± 20 %** de la IMD original **no sería necesario reevaluar**, con efecto bajo.

- **Ampliación de calzada** (por ejemplo, de 2 a 3 carriles)

- Si la ampliación supone un **aumento de flujo > ± 35 %** o acerca la fuente a zonas densamente pobladas se debería **recalcular**, dado que altera la distribución de fuentes.
- Si el aumento de flujo por la ampliación está entre **± 20 % y ± 35 %**, y/o se combina con otros cambios (pavimento, pantalla acústica) se recomienda también **reevaluar**.
- Si la ampliación induce un cambio **< ± 20 %** en el flujo y no acerca la vía a zonas densas **no se recomienda reevaluar**.

- **Ampliación de calzada con acercamiento de la fuente a zonas pobladas**

- Si la ampliación **reduce la distancia de la fuente al receptor** más cercano de forma que la atenuación por divergencia cambie en **≥ 2 dB**, se debe considerar **recalcular** el tramo en su totalidad o, al menos, la zona afectada.
- Por ejemplo, pasar de una distancia fuente-receptor 100 m a 80 m produce $\approx -1,94$ dB en la atenuación, equivalente a $+1,94$ dB en señal recibida. Esto bordea el umbral de ± 2 dB que consideramos significativo:

$$A_{div} = 20 \cdot \lg(d) + 11$$

Adiv a 100 m:

$$A_{div} = 20 \cdot \lg(100) + 11 = 40 + 11 = 51,00 \text{ dB}$$

Adiv a 80 m:





$$A_{div} = 20 \cdot \lg(80) + 11 = 38,06 + 11 = 49,06 \text{ dB}$$

Diferencia de atenuación

$$\Delta A_{div} = 49,06 \text{ dB} - 51,00 \text{ dB} = -1,94 \text{ dB}$$

- Por tanto:
 - Si la nueva calzada implica ≥ 2 dB de cambio en atenuación por divergencia geométrica (A_{div}), podría ser necesario **recalcular** esa parte del mapa.
 - Si la distancia se modifica, pero el cambio de A_{div} es < 2 dB, **y no hay otros factores (IMD, modal, pavimento...)** que superen sus propios umbrales, entonces **se considera que no es necesario reevaluar**.

6) Instalación de pantallas acústicas

- La instalación de **cualquier pantalla acústica nueva** no evaluada en la fase anterior del MER implica **necesariamente el recálculo del tramo afectado, en la zona de la pantalla**, independientemente de su longitud o cobertura relativa.
- El recálculo se limitará exclusivamente al **ámbito directamente influido por la pantalla**, es decir, al tramo o segmento de vía cuya propagación acústica se ve modificada por la presencia de la nueva pantalla.
- No será necesario modificar el resto del eje viario si las condiciones no han cambiado en otros aspectos (tráfico, pavimento, etc.).

4.2 Ferrocarriles

4.2.1 Variables a comparar

Para las infraestructuras ferroviarias incluidas en los mapas estratégicos, se considerarán las siguientes variables con el fin de evaluar si se han producido cambios significativos entre la fase anterior y la siguiente, que puedan afectar a la validez de los mapas:

1. Número de trenes (IMD)

Se comparará el tráfico ferroviario en un día medio de las circulaciones semanales del año de referencia por tipo de tráfico (número de circulaciones por sentido) para cada tramo mapeado. Esta variable representa la base del cálculo de emisiones en el modelo CNOSSOS-EU.

2. Tipo de tráfico ferroviario





Se analizarán posibles variaciones en la distribución porcentual entre:

- Trenes de **pasajeros** frente a **trenes de mercancías** (estos últimos suelen generar niveles sonoros más elevados).
- Trenes **convencionales** frente a **trenes de alta velocidad** (diferentes perfiles de emisión sonora por rodadura y aerodinámica).

3. Velocidad media

- Cambios en la velocidad media real o en la velocidad límite autorizada, especialmente si afectan a tramos con restricciones eliminadas o mejoras de vía.

4. Estado de la infraestructura

- Electrificación de líneas que antes eran de tracción térmica (con implicaciones tanto en la emisión como en la distribución del tráfico).
- Instalación de **amortiguadores de vía**, cambio a rail continuo soldado u otras mejoras que reduzcan el ruido estructural.
- Implantación de **barreras acústicas** u otras medidas de control de propagación.

5. Nuevas líneas o modificaciones relevantes

- Apertura de variantes, desvíos, eliminación de los pasos a nivel, bypass o nuevas rutas que redistribuyan parte del tráfico ferroviario de los tramos originales.
- Cambios en la **gestión del tráfico**: mayor número de trenes nocturnos, alteración de franjas horarias o reprogramación de frecuencias.

4.2.2 Umbrales de cambio significativo

Los siguientes umbrales servirán como referencia técnica para decidir si es necesario mantener, reevaluar o recalcular un tramo ferroviario previamente mapeado:

1) Tráfico ferroviario diario (trenes/día)

Se sigue el mismo criterio que para el ruido de tráfico, ya que sigue los mismos principios escalabilidad, basados en la ecuación siguiente.

$$Lw_{t\text{ramo}} = Lw_{ref} + 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{Vol. Tráfico}{Vol. Tráfico_{ref}} \right) + correcciones$$

Así:





- **Variación < ± 20 %** → No reevaluar (considerado fluctuación normal).
- **Variación entre ± 20 % y ± 35 %** → Reevaluar solo si se detectan otros cambios relevantes (material fijo, redistribución modal).
- **Variación > ± 35 %** → Recalcular el tramo (puede implicar cambio > 2 dB(A)).
- Ver justificación de este criterio en el *Anexo II: Justificación de los umbrales para tráfico ferroviario*.

2) Distribución por tipo de tráfico

- Si la proporción de trenes más ruidosos, en comparación con la media de emisión, se **incrementa o disminuye en más de ± 20 p.p.**, se aconseja **reevaluar** el tramo afectado. Esta proporción corresponde a trenes de **pasajeros vs mercancías** y trenes **convencionales vs alta velocidad**. Este cambio puede suponer una alteración significativa de la emisión sonora, especialmente en periodos nocturnos o zonas sensibles.
- Ver justificación de este criterio en el *Anexo II: Justificación de los umbrales para tráfico ferroviario*.

3) Velocidad de circulación

- Cambios en la velocidad límite en cada tramo **superiores a ± 30 km/h** pueden implicar la necesidad **recalcular** el mapa, dado que afectan directamente al nivel de emisión por rodadura, frenado y aerodinámica.

4) Cambios en la infraestructura ferroviaria

- **Instalación de barreras acústicas:** se debe recalcular la totalidad del tramo protegido.
- **Sistemas de mejora de vía** (amortiguadores, rail continuo soldado, etc.) implementados en más del **50 % del tramo** valorar si es necesario recalcular el tramo afectado. Es relevante en tramos donde la población está próxima a la infraestructura.
- **Eliminación de pasos a nivel.** Eliminará la reducción de velocidades en algunos casos y añadirá cambios estructurales en la vía, por lo que será necesario **recalcular**, salvo justificación.

5) Nuevas líneas o variantes





- Si se construye una nueva vía que asume **más del 35 % del tráfico** del tramo original puede ser necesario **recalcular** ambos tramos (el nuevo y el desplazado), siempre que cumplan los umbrales de la Directiva.
- En caso de **cierre o modificación puntual de un tramo próximo a zonas sensibles** (residencial, educativo, hospitalario), debe reevaluarse el impacto en los receptores.

4.3 Industria

4.3.1 Variables a comparar

En el caso de las fuentes industriales incluidas en los MER de aglomeraciones, la evaluación de su validez en la fase siguiente debe considerar los cambios que hayan podido producirse tanto en la **intensidad de emisión sonora** como en las **condiciones del entorno receptor**. Las variables clave a comparar son:

1. Listado de instalaciones

Se debe comprobar si se han producido **altas o bajas** en el inventario de instalaciones significativas desde la fase anterior:

- Nuevas fábricas, naves, plantas de tratamiento, estaciones de bombeo u otras fuentes relevantes.
- Cierres definitivos o ceses de actividad de instalaciones previamente incluidas.

2. Potencia sonora total de la instalación

Se debe comparar la **potencia acústica global** (en dB(A)) de cada planta en las dos fases, teniendo en cuenta:

- Incorporación de nueva maquinaria o líneas de producción.
- Modificaciones en los niveles de emisión de equipos existentes.
- Cambios en la configuración del recinto (por ejemplo, apertura de nuevas naves o ampliación de superficie).

3. Horario de funcionamiento

Cambios relevantes en el régimen de funcionamiento de la instalación o equipo, especialmente si se ha incorporado **turno nocturno** o se ha pasado de funcionamiento parcial a continuo (24 h), lo cual puede afectar significativamente el indicador **L_{night}**.





4. Medidas de mitigación implantadas

Aplicación de actuaciones para la reducción del ruido industrial:

- Pantallas acústicas exteriores.
- Insonorización de recintos, cerramientos o cubiertas.
- Envolver acústicas o recintos aislados para maquinaria ruidosa. Estas medidas pueden alterar significativamente la propagación sonora y deben ser consideradas.

4.3.2 Umbrales de cambio significativo

Los siguientes umbrales se utilizarán para decidir si la representación de una fuente industrial en los MER debe mantenerse, reevaluarse o recalcularse:

1) Apertura o cierre de instalaciones

- La aparición de una **nueva instalación** cuya potencia sonora total iguale o supere a cualquiera de las ya existentes en el entorno requiere probablemente **recalcular** el área de influencia, ya que el nivel de emisión se incrementaría en 3 dB(A), salvo justificación.
- En el caso de **cierre completo** de una instalación el mapa puede mantenerse sin esa fuente, aunque se recomienda reevaluar la zona para verificar si la situación acústica ha mejorado, en especial si se trataba de una zona tensionada acústicamente.

2) Incremento de la potencia sonora global

- Si la **potencia acústica total de la planta o zona industrial aumenta ≥ 3 dB(A)** respecto a la fase anterior puede ser necesario **recalcular**, ya que implica una duplicación de la energía acústica radiada, salvo justificación.

3) Cambios en el horario de funcionamiento

- La **incorporación de turno nocturno** o extensión significativa de la jornada que suponga un aumento ≥ 2 dB(A) en el periodo nocturno (L_{night}), o en zonas muy cerca de incumplir los objetivos de calidad acústica, es preciso considerar un **recalcular**.

Para ello se utiliza la ecuación 2.4.1 de CNOSSOS:

$$C_w = 10 \cdot \lg\left(\frac{T}{T_{ref}}\right) = 2:$$





$$\lg\left(\frac{T}{T_{ref}}\right) = \frac{2}{10} = 0,2$$

$$\frac{T}{T_{ref}} = 10^{0,2} \approx 1,58$$

Por tanto, es necesario incrementar un 58 % de tiempo de operación para incrementar 2 dB en emisión.

4) Medidas de mitigación acústica

- Si se instalan pantallas, recintos o cerramientos que **cubren más del 50 % de los emisores acústicos** (por ejemplo, chimeneas, ventiladores, compresores) sería conveniente **recalcular**, ya que podría darse una mejora acústica considerable.

4.4 Aeropuertos

4.4.1 Variables a comparar

En el caso de los mapas estratégicos de ruido de aeropuertos, la validez de su reutilización en la fase siguiente debe evaluarse considerando cualquier cambio que haya influido en la generación o propagación del ruido. Dichos cambios pueden ser operativos, estructurales o tecnológicos. A continuación, se describen las variables clave que conviene comparar:

1) Número de movimientos anuales

Se contrastarán el número de operaciones totales³ anuales de referencia con los previstos en la fase siguiente, distinguiendo entre:

- Movimientos diurnos (07:00 – 19:00), que inciden directamente en los indicadores L_d .
- Movimiento verperinos (19:00-23:00), que incide directamente en los indicadores L_e
- Movimientos nocturnos (23:00 – 07:00), que afectan al indicador L_n .

2) Composición de la flota aérea

³ según la definición de la Ley 37/2003 los despegues y aterrizajes, con exclusión de los que se efectúen únicamente a efectos de formación en aeronaves ligeras.





Se analizarán los cambios en la proporción de aeronaves en función de su nivel SEL (autocalibrado a 500 m), a partir de la base de datos ANP, divididas en tres categorías:

- Aeronaves “menos ruidosas” (SEL inferior al tercil inferior).
- Aeronaves “en la media” (SEL comprendido entre tercil inferior y tercil superior).
- Aeronaves “más ruidosas” (SEL superior al tercil superior).

Se revisará:

- Variación porcentual de cada categoría; por ejemplo, un aumento importante en la proporción de aeronaves “más ruidosas” puede elevar el SEL agregado incluso sin cambiar el número total de operaciones.
- Reemplazo de flota: si un porcentaje elevado de aeronaves (“low”, “mid” o “high”) se sustituye por modelos con curva SEL diferente, esto puede alterar sustancialmente los niveles de ruido en inmisión.

3) Configuraciones operativas Patrones y rutas de vuelo

Se evaluarán los cambios operacionales que puedan haber modificado la trayectoria y dispersión del ruido:

- Apertura de nuevas rutas de aproximación (STAR, “Standard Terminal Arrival Route”) o salida (SID, “Standard Instrument Departure”) que atraviesen áreas urbanas distintas respecto a la fase anterior.
- Cambio en la configuración operativa o modificación en la utilización de pistas (por ejemplo, alternar pista preferente) o cierre de pistas no preferentes, con su efecto en el flujo de tráfico aéreo.
- Actualización de procedimientos de navegación (por ejemplo, nuevos procedimientos de descenso continuo o desvíos por corredores específicos) que puedan dirigir el ruido hacia receptores sensibles no considerados en la fase anterior.

4) Horas de operación

Además de lo indicado en el punto 1, es necesario tener en cuenta las modificaciones en los distintos horarios operativos del aeropuerto, especialmente en horario nocturno:





- Ampliación de la franja nocturna (por ejemplo, si el aeropuerto extiende operaciones más allá de las 23:00 h).
- Reducción de la franja nocturna en caso de nuevas restricciones.
- Cambios en la gestión de slots nocturnos, como un incremento de vuelos cargueros o comerciales en horario prohibido anteriormente, que puede aumentar el L_n de forma notable.

5) Infraestructura aeroportuaria

Todo cambio físico que altere los focos de emisión o la propagación acústica se compara entre fases:

- Apertura de pistas nuevas o extensión significativa (> 300 m) de pistas existentes, lo cual modifica la geometría del campo acústico y los puntos de inicio de las trayectorias de despegue/aterrizaje.
- Cualquier tipo de obra que haya supuesto un cambio en el número de operaciones y/o flota habitual del aeropuerto.
- En general, cualquier modificación que en el periodo entre fases haya requerido Evaluación Ambiental del proyecto (simplificada o no) y el estudio de ruido asociado haya mostrado modificación en la afección respecto al anterior MER.

6) Medidas de mitigación implantadas

Se revisan todas las iniciativas de reducción de ruido adoptadas desde la fase anterior:

- Implementación de procedimientos de descenso y ascenso continuo (CDO/CCO), que reducen los niveles de inmisión en el entorno más próximo al aeropuerto, en las fases de aproximación y despegue.
- Introducción de rutas preferentes acústicas que desvían el tráfico aéreo de áreas especialmente sensibles, modificando la densidad de eventos ruidosos sobre ciertas zonas.
- Cambios en la asignación de franjas horarias (slots) que redistribuyen picos diarios y nocturnos de actividad, con impacto directo en los valores de inmisión acústica registrados.

4.4.2 Umbrales de cambio significativo

Se **proponen** los siguientes umbrales, fundamentados en cálculos basados en SEL a 500 m, a partir de la base de datos ANP, permiten determinar de forma técnica cuándo es necesario recalcular total o parcialmente los mapas aeroportuarios:





1. Movimientos anuales

Suponiendo que la distribución modal, el régimen de utilización de pistas y la organización de despegues y aterrizajes se mantienen idénticos a los de la fase anterior, y que el único cambio es el incremento global del número de operaciones, el impacto acústico asociado puede cuantificarse mediante la fórmula:

$$SEL_{total}(N_1) - SEL_{total}(N_0) = 10 \cdot \log_{10}(N_1 / N_0).$$

De este modo, un **aumento del 58 %** en el número de movimientos (es decir, $N_1 / N_0 = 1,58$) equivale a un **incremento de +2 dB** en SEL_{total} , mientras que una **disminución del 37 %** ($N_1 / N_0 = 0,63$) equivale a **-2 dB**.

En consecuencia:

- Si la variación de **movimientos totales se sitúa entre -37 % y +58 %**, el cambio acústico global es inferior a ± 2 dB. En este rango se propone **mantener** el mapa (variación dentro de umbral acústico no perceptible), **salvo que exista simultáneamente algún otro cambio operativo**, estructural o de flota que pueda acentuar el impacto.
- Si el número total de movimientos **aumenta más de +58 % o disminuye más de -37 %**, el cambio acústico supera ± 2 dB. En estos casos se debería **recalcular**, dado el impacto potencial sobre los niveles de exposición.
- **Para variaciones intermedias** (por ejemplo, un aumento de + 40 % o una reducción de - 30 %), en las que el cambio acústico se sitúa entre 0,4 dB y 2 dB (o entre -0,4 dB y -2 dB), se **reevaluará si coincide con otros cambios** (en rutas, flota o infraestructura) que, de manera combinada, puedan provocar un $\Delta \geq \pm 2$ dB en áreas sensibles.
- Se prestará **especial atención** a las **operaciones** en el **periodo tarde (Le)** **concentradas** en las **dos horas anteriores al periodo noche (Ln)**, es decir, a la variación de operaciones **entre las 21:00 y las 23:00-**

2. Movimientos nocturnos

Si el total de movimientos anuales no justifica un recálculo, se evaluará el periodo nocturno para comprobar si, por sí solo, ha supuesto un cambio relevante.

El indicador Ln contempla exclusivamente el periodo entre las 23:00 y las 07:00. Aplicando la misma relación:

$$SEL_{nocturno}(N_1) - SEL_{nocturno}(N_0) = 10 \cdot \log_{10}(N_1 / N_0),$$





un aumento del 58 % en operaciones nocturnas equivale a +2 dB en SEL nocturno, y una reducción del 37 % equivale a -2 dB. Por ello:

- Si los movimientos nocturnos aumentan más de + 58 %, el SEL nocturno se incrementa $\geq +2$ dB, por lo que debe **recalcularse** el mapa en cuanto a L_{night}
- Si los movimientos nocturnos disminuyen más de - 37 %, el SEL nocturno baja ≥ -2 dB, también requiriendo **recalcular** el indicador nocturno.
- Para variaciones en nocturnidad comprendidas entre - 37 % y + 58 %, el Δ SEL está entre -2 dB y +2 dB; en ese caso se **reevaluará** si concurren otros factores (por ejemplo, nuevas rutas nocturnas de carga o cambios significativos en la composición de la flota nocturna) que puedan amplificar el Δ SEL hasta ± 2 dB en receptores sensibles.

3. Composición de la flota (SEL agregado sin mantener distribución modal)

Para analizar exclusivamente cómo influye en SEL_{total} la proporción de los aviones “más ruidosos” (categoría “high”, con SEL alto), se define $p_{high}' = x$ (fracción de movimientos “high”) y el resto se reparte por partes iguales.

De acuerdo a los cálculos proporcionados en el *Anexo III: Cálculos para establecer umbral de ± 2 dB en función de la composición de aeronaves*:

- Si la fracción de movimientos “high” **aumenta en $\geq +25,6$ p.p.** (respecto a la fase anterior), el SEL_{total} global crece $\geq +2$ dB y debe **recalcularse** el mapa.
- Si la fracción “high” disminuye en $\geq -16,1$ p.p, el SEL_{total} baja ≥ -2 dB y debe **recalcularse**.
- Cuando Δp_{high} esté entre + 16,1p.p y + 25,6 p.p, o bien entre - 10,0 p.p y - 16,1p.p, el cambio acústico global queda en $\pm (1 - 2)$ dB; en esos casos se **reevaluará** simultáneamente con otras variables (movimientos totales, rutas, infraestructuras).
- Si $|\Delta p_{high}| < 10$ p.p, el Δ SEL $< \pm 1$ dB, considerado no significativo para un mapa estratégico, por lo que se **mantiene**.

4. Configuraciones operativas y rutas de vuelo

Supongamos que la fase anterior el mapa de ruido se elaboró asumiendo que los despegues y aterrizajes seguían una distribución horizontal concreta (es decir, unas





corrientes de tráfico aéreo con trayectorias y porcentajes de uso de cada corredor bien definidos).

Para la siguiente fase, resulta imprescindible **comprobar si esa distribución ha cambiado de forma significativa**: en otras palabras, si los despegues y aterrizajes se reparten ahora por rutas diferentes o con porcentajes de uso distintos a los de la fase anterior.

Si dicha dispersión horizontal varía, el campo acústico se desplazará, y el mapa previo dejará de ser representativo. Por tanto, cuando se detecte que las rutas predominantes han cambiado (ya sea porque se ha abierto un nuevo corredor, se ha modificado la senda de salida/llegada o porque el porcentaje de vuelos que utiliza cada ruta existente se ha efectuado de manera diferente), es necesario recalcular total o parcialmente el mapa de ruido para reflejar con precisión el nuevo patrón de exposición.

En cuanto al umbral mínimo de vuelos que debe utilizar una ruta para considerarla “relevante” en el mapa depende de las características específicas del aeropuerto (número total de movimientos, densidad del entorno receptor, configuración de pistas).

Sin embargo, **para grandes aeropuertos**, como regla práctica, **puede considerarse que una ruta debe describir al menos el 5 % del total de movimientos de despegue y aterrizaje** para que su influencia acústica sea significativa en el conjunto del campo sonoro.

- **Si una ruta nueva o modificada acapara al menos un 5 % de los vuelos totales**, se considera representativa y se debe incorporar en el recálculo, ya que, con ese nivel de uso, su huella acústica a 500 m habitualmente produce variaciones locales de SEL cercanas o superiores a 1 dB, que combinado con otros cambios es muy probable que alcancen los 2 dB.
- **Por debajo de ese 5 %**, el impacto acústico agregado tenderá a ser inferior a ± 1 dB en la mayoría de los receptores, y podría no justificar un recálculo inmediato; en esos casos, bastará con **reevaluar** si existen otros cambios (flota, movimientos nocturnos, infraestructura) que, combinados con esa nueva ruta, alcancen $\Delta \text{SEL} \geq 2$ dB.

En definitiva, siempre que la distribución de trayectorias de vuelo deje de corresponderse con la configurada en la fase anterior, o bien porque se ha introducido un corredor que suponga ≥ 5 % de los movimientos, o porque se ha alterado de manera notable el uso de las rutas existentes, el mapa estratégico de ruido debe recalcularse para mantener su validez.

5. Infraestructura nueva o modificada





En las proyecciones basadas en SEL a 500 m, la apertura de una pista nueva o la extensión de una existente en más de 300 m desplaza significativamente las zonas de impacto acústico. Asimismo, la instalación de pantallas acústicas que cubra más del 40 % del perímetro operativo (rodajes o terminales) modifica la propagación de forma que en las zonas adyacentes el Δ SEL puede superar ± 2 dB. Por ello:

- Si se abre una pista nueva o se amplía una pista en más de 300 m, debería **recalcularse** el mapa.
- Si se instalan pantallas acústicas que protejan ≥ 40 % del frente operativo, el SEL en recintos colindantes puede reducirse ≥ 2 dB, por lo que conviene **recalcular**.
- Para la apertura de nuevas calles de rodaje o ampliación de plataformas que modifiquen más del 5 % de los trayectos principales de rodaje, el campo acústico de superficie puede variar ≥ 2 dB en áreas específicas; en esos casos se **recalculará** en las zonas directamente afectadas.
- Si ha habido **modificaciones** de la infraestructura que hayan requerido de **Evaluación Ambiental**, se recomienda **recalcular** el mapa.

6. Medidas de mitigación implantadas

Los procedimientos CDO/CCO (descenso o ascenso continuo) y las rutas preferentes acústicas modifican los perfiles de emisión y, por tanto, el SEL de aproximación/despegue. Se proponen los siguientes criterios:

- Si los procedimientos CDO/CCO se implementan en ≥ 60 % de las operaciones, el SEL medio global puede variar ≥ 2 dB (según distribución de categorías y fases de vuelo). En tal caso se **reevaluará** el mapa, porque aunque la tendencia sea a reducir el ruido, el cambio puede no distribuirse uniformemente.
- Si se introducen rutas preferentes desde el punto de vista acústico que desvíen ≥ 30 % del tráfico de zonas críticas, el SEL en esos puntos disminuirá ≥ 2 dB, por lo que conviene **recalcular** al menos para las zonas originalmente más impactadas.
- Para implementaciones de CDO/CCO entre el 40 % y el 60 % de las operaciones, o rutas acústicas que desvíen entre el 20 % y el 30 % del tráfico, el Δ SEL estará entre ± 1 dB y ± 2 dB. En estos casos se **reevaluará** junto con otros cambios estructurales u operativos.

En todos los casos, los umbrales ± 2 dB parten de la consideración de que un cambio igual o superior a 2 dB en SEL total a 500 m es el mínimo detectable de forma fiable en ambiente urbano y, por tanto, justifica la actualización o ajuste del mapa estratégico de ruido. Si las variaciones quedan por debajo de esos límites, se mantendrá el mapa





vigente, salvo coincidencia con otros cambios que, de forma simultánea, puedan elevar el Δ SEL combinado hasta ± 2 dB.

4.5 Aglomeraciones

4.5.1 Variables a comparar

En las aglomeraciones urbanas mapeadas en la fase anterior, la validez de los MER dependerá tanto de los cambios en la **configuración de las fuentes antes mencionadas, como del entorno urbano** y de la **evolución de la exposición poblacional**.

Los criterios para las fuentes de carreteras, ferrocarriles, aeropuertos e industria ya se han comentado anteriormente. Pasamos a tratar criterios relativos a cambios de usos del suelo, incremento de densidad de población, y nuevos desarrollos urbanos.

1. Número de habitantes

Comparar la población censada en la fase anterior con la población censada o estimada para la siguiente fase. Cambios demográficos importantes pueden alterar significativamente la estimación de población expuesta al ruido.

2. Extensión urbana

Analizar si se han producido ampliaciones del perímetro urbano, incluyendo desarrollos residenciales, nuevas urbanizaciones o reconfiguraciones del área consolidada que puedan afectar la malla de receptores.

3. Densidad poblacional

Evaluar los cambios en la densidad media (hab/km²) de la aglomeración y, especialmente, en barrios o zonas donde se hayan producido operaciones de concentración urbana (renovaciones, verticalización, etc.).

4. Usos del suelo

Identificar conversiones relevantes del uso del suelo, como:

- Sustitución de zonas industriales o terciarias por residenciales.
- Proyectos de regeneración urbana con sustitución de uso de edificaciones, que modifiquen la localización o clasificación de los receptores acústicos.





5. Planes de gestión del tráfico urbano

Evaluar el impacto de medidas adoptadas entre las dos fases de estudio que hayan modificado significativamente los flujos de tráfico rodado interno:

- Implantación de **Zonas de Bajas Emisiones (ZBE)**.
- Peatonalizaciones, rediseño de calles o carriles bici que restrinjan el tráfico motorizado.
- Estas actuaciones pueden alterar de forma significativa las condiciones de emisión y propagación del ruido urbano.

4.5.2 Umbrales de cambio significativo

A continuación, se proponen umbrales a aplicar para decidir si un mapa de aglomeración de la fase anterior puede mantenerse o debe actualizarse, sin perjuicio de los que pueda considerar la autoridad competente:

1) Población

Los umbrales que se indican a continuación **no se circunscriben a la totalidad de la aglomeración**. Es decir, **pueden referirse a partes (distritos o barrios) de la aglomeración**.

- $\Delta < \pm 5 \%$ → No reevaluar (variación estadística habitual).
- Δ entre $\pm 5 \%$ y $\pm 10 \%$ → Reevaluar únicamente si va acompañada de nuevos desarrollos, o se considera que puede conllevar incrementos significativos de tráfico en algunas de las calles ($\Delta_{\text{tráfico}} > 35\%$).
- $\Delta > \pm 10 \%$ → Recalcular la malla de receptores completa de la zona, ya que se incrementa significativamente el tráfico y también la exposición ha cambiado de forma significativa.

2) Extensión urbana (superficie)

- Si el **crecimiento del perímetro urbano supera el 10 %** respecto a la fase anterior, se debe considerar **recalcular la malla de receptores definiendo un nuevo área de cálculo** para incorporar las nuevas zonas habitadas que han pasado a formar parte de la aglomeración.
- En caso de que el crecimiento esté **localizado** (por ejemplo, incorporación de un barrio, urbanización o sector específico), podrá **recalcularse únicamente esa zona**, junto con los sectores adyacentes **siempre que exista una previsión razonable de incremento del tráfico** u otras variables acústicas derivadas de la integración urbana.





- Esta opción localizada permite mantener el resto del mapa si no se han producido otras modificaciones estructurales en la aglomeración.

3) Densidad poblacional

- Un **aumento de densidad > 15 %** en barrios concretos debe conllevar una **reevaluación local** de la malla, especialmente si afecta a zonas próximas a focos emisores.
- Aunque la población total de una zona no haya cambiado un 10 %, su densidad podría haber subido > 15 %, por ejemplo, si se han construido varios edificios en el mismo suelo.

4) Uso del suelo

- Si se ha producido una **conversión superior al 20 %** del área industrial, terciaria o recreativa a **uso residencial o sanitario-docente** (o viceversa), se debe **reevaluar la distribución y clasificación de los receptores** en el mapa, así como su nivel de sensibilidad acústica.
- Estos cambios pueden implicar una **modificación de la zonificación acústica** oficial del municipio, lo que conllevaría la aplicación de nuevos **Objetivos de Calidad Acústica (OCA)** según lo establecido en el Anexo II de la normativa vigente.
- En particular, si el nuevo uso implica pasar de un área tipo **b, c o d (industrial, recreativo o terciario)** a un uso tipo **a o e (residencial o sanitario-docente)**, será necesario verificar si los **índices de ruido L_d , L_e y L_n** superan los valores objetivo más exigentes establecidos para las nuevas condiciones del entorno.
 - Los objetivos de calidad acústica pasan de valores “intermedios-altos” (70, 73, 75 dB(A)) a valores “bajos” (65 o 60 dB(A)).
- También deberán tenerse en cuenta las implicaciones de las zonas **f (sectores afectados por infraestructuras)** cuando se trate de zonas afectadas por infraestructuras de transporte colindantes, donde no deben superarse los OCA del área adyacente más sensible.
 - Cuando un área clasificada como f (infraestructura) colinde con una zona clasificada como más sensible (residencial, sanitaria, etc.), el ruido en el límite debe respetar el OCA de esa zona vecina. Aunque





dentro de la infraestructura se pueda tolerar más dB, al llegar a las casas o al hospital no podemos superar el límite acústico del uso del suelo adyacente más exigente.

5) Planes de gestión de tráfico (ZBE u otras medidas)

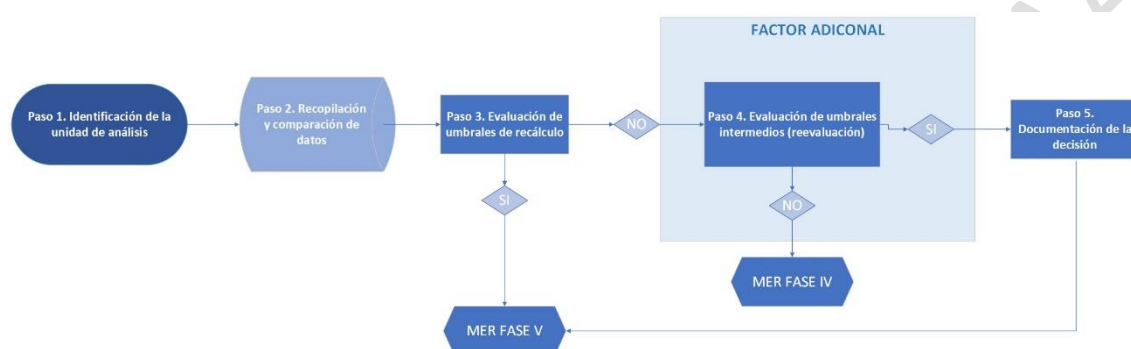
- Si las medidas adoptadas han generado una **reducción del tráfico rodado interno superior al 30 %**, se debe considerar **reevaluar el mapa de ruido viario** en las zonas afectadas.



5 DIAGRAMA DE FLUJO DE DECISIÓN: MANTIENE VS. REEVALÚA

Para cada unidad de análisis incluida en los mapas estratégicos (UME) de la fase anterior (tramo viario, línea ferroviaria, instalación industrial, aglomeración urbana o entorno aeroportuario), se propone el siguiente flujo de trabajo para decidir si el mapa puede mantenerse en la fase siguiente o debe recalcularse.

Ilustración 1. Diagrama de flujo de decisión: mantiene vs reevalúa



Fuente: Elaboración propia

Paso 1. Identificación de la unidad de análisis

Seleccionar el elemento individual a evaluar según su tipología en la fase anterior: eje viario, tramo ferroviario, instalación industrial, perímetro de aglomeración o sector aeroportuario.

Paso 2. Recopilación y comparación de datos

Recoger los datos actualizados de la fase anterior para esa unidad y calcular las variaciones respecto a los datos de referencia de la fase siguiente, según las variables y umbrales definidos por tipo de fuente (ver apartado 4).

Paso 3. Evaluación de umbrales de recálculo

Comprobar si alguna variable crítica supera el umbral que obliga a recalcular:

- **Sí** → Clasificar como **“Recalcular en la siguiente fase”**.
- **No** → Continuar con el paso 4.

Paso 4. Evaluación de umbrales intermedios (reevaluación)

Comprobar si alguna variable se encuentra dentro del rango de incertidumbre o reevaluación:



- **Sí** → Comprobar si existe al menos **otro factor adicional** que, en combinación, justifique un recálculo (por ejemplo: pavimento cambiado, instalación de pantalla, cambio de uso del suelo o incremento de población).
 - Si **existe otro factor asociado** → Clasificar como **“Recalcular en la siguiente fase”**.
 - Si **no existe** → Clasificar como **“Mantener”**, pero dejar constancia de la variación registrada.
- **No** → Clasificar directamente como **“Mantener”**.

Paso 5. Documentación de la decisión

Para cada unidad analizada, registrar:

- Variables comparadas y sus valores en ambas fases para calcular el incremento o decremento (Δ).
- Decisión final: **mantener** o **recalcular**.
- Breve justificación técnica, indicando si se superó algún umbral y si hubo factores acumulativos.
- Referencias o evidencias utilizadas (tablas, informes, planos, fotografías de campo, registros administrativos).

Este flujo se aplicará de forma repetitiva y sistemática a todas las unidades del MER de la fase anterior, generando una **relación definitiva de elementos que se mantienen y elementos que deben ser recalculados** para la fase siguiente.

Finalmente, los resultados se agruparán por tipo de fuente (carreteras, ferrocarriles, industria, aglomeraciones, aeropuertos) para facilitar la planificación de los recursos y esfuerzos de actualización en la nueva fase.





6 RECOMENDACIONES PARA LA DOCUMENTACIÓN Y TRAZABILIDAD

Una correcta documentación del proceso de evaluación y una trazabilidad rigurosa de las decisiones adoptadas son esenciales para garantizar la transparencia, reproducibilidad y solidez técnica del trabajo realizado.

A continuación, se presentan una propuesta de informe técnico de la revisión, que puede ser incluida en la memoria de los MER de la fase en estudio.

Se recomienda estructurar el informe técnico de evaluación según el siguiente esquema:

- **Sección 1. Introducción y metodología**

Resumen del enfoque adoptado, criterios utilizados y fuentes de información consultadas.

- **Sección 2. Características del modelo de simulación de la fase anterior**

Descripción resumida por tipo de fuente (carreteras, ferrocarriles, industria, aglomeraciones, aeropuertos), incluyendo software utilizado, parámetros CNOSSOS-EU, resolución de malla y supuestos básicos.

- **Sección 3. Evaluación por tipo de fuente**

Para cada fuente de ruido:

- Tabla de unidades analizadas (tramos, líneas, instalaciones, zonas urbanas o aeroportuarias).
- Comparación de variables entre fases y su variación (Δ).
- Resultado: **mantener / recalcular**.
- Justificación técnica breve.
- Referencia a los registros utilizados (ficheros de aforos, censo, SIG, etc.).

- **Sección 4. Resumen ejecutivo**

- Porcentaje de mapas, o superficie (en el caso de aglomeraciones) de la fase anterior que se mantienen sin cambios.
- Porcentaje que requiere recálculo en la fase siguiente.
- Recomendaciones adicionales, como controles de calidad o propuestas de mejora metodológica.

- **Sección 5. Anexos**





- Plantillas de las tablas de comparación para futuras fases.
- Ejemplos de cálculo de Δ para distintas variables (IMD, trenes/día, potencia sonora, población).

Listado de fuentes de datos utilizadas y contactos clave (ayuntamientos, operadores, organismos estadísticos, etc.).





7 Entrega completa de la información en la quinta fase

Con independencia del resultado de la evaluación (mantener o recalcular), **todos los Mapas Estratégicos de Ruido incluidos en la fase siguiente deben entregarse completos y conforme a los requisitos técnicos establecidos** en la normativa nacional, instrucciones del SICA, y el marco CNOSSOS-EU.

Esto incluye la **memoria técnica, cartografía, archivos SIG y conjunto de datos requeridos en las instrucciones de SICA** requeridos, tanto si el mapa ha sido recalculado como si se mantiene el de la fase anterior.

Se recomienda que:

- En los casos en que el mapa **se mantenga sin modificaciones**, la memoria del MER de la fase siguiente incluya una **justificación explícita y documentada** de dicha decisión, basada en los criterios y umbrales recogidos en esta guía, o aquellos que considere más adecuados la autoridad competente.
- Cuando el mapa se haya **modificado parcialmente** (por ejemplo, solo algunos tramos o zonas receptoras), se indique de forma clara y diferenciada:
 - Qué partes se han recalculado⁽⁴⁾
 - Qué partes se han conservado. ⁽⁵⁾
 - Qué factores motivan dicha diferenciación.

De este modo, se asegura la coherencia del conjunto, se facilita la trazabilidad y se evita la fragmentación o ambigüedad en los entregables oficiales de la fase siguiente.

⁴ Incluir un ámbito de cálculo en formato digital (*.shp, *.gml o *.gpkg).

⁵ Incluir un áreas las áreas que se mantienen de la Fase anterior en formato digital (*.shp, *.gml o *.gpkg).





8 CONCLUSIONES SOBRE EL ENFOQUE

El enfoque propuesto en esta guía es una recomendación. En ningún caso obliga a las autoridades competentes a asumir estos criterios. Las AACC podrán utilizar los criterios que consideren más adecuados, siempre que sean técnica y legamente justificables, y adaptados a sus necesidades.

Se considera que este enfoque presenta una estructura sólida, operativa y adaptable, que permite abordar la actualización de los Mapas Estratégicos de Ruido (MER) de forma sistemática y eficiente.

Se pretende que la revisión de mapas entre fases, se aplique con el objetivo de **optimizar los recursos disponibles**, centrando los esfuerzos de recálculo exclusivamente en aquellos mapas en los que se hayan producido cambios sustanciales en las condiciones de emisión o en la exposición acústica.

Al mismo tiempo, se considera que, en aquellos casos en los que sea posible reutilizar mapas de fases anteriores, al menos en parte, se podrán **reservar más recursos para la redacción de los planes de acción**, documento realmente operativo, que permite diseñar actuaciones con influencia directa en la salud de las personas y el medio ambiente.

NOTA: Los contenidos que se exponen en este documento reflejan un punto de vista técnico sobre la cuestión, y son de carácter meramente informativo, sin que puedan tener carácter vinculante, ya que la interpretación auténtica de las normas en las cuestiones abordadas en el documento, corresponde a los órganos jurisdiccionales, de acuerdo con el artículo 117 de la Constitución y con la Ley Orgánica 6/1985, de 1 de julio, del Poder Judicial.





ANEXO I: JUSTIFICACIÓN DE LOS UMBRALES PARA TRÁFICO RODADO

Caso de incremento de IMD

En CNOSSOS, la componente de ruido de rodadura para un tramo (en dB) viene dada, para cada banda de frecuencia, por algo equivalente a:

$$Lw_{tramo} = Lw_{ref} + 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{IMD}{IMD_{ref}} \right) + correcciones$$

- IMD = Intensidad Media Diaria actual.
- IMD_ref = Intensidad de referencia (por ejemplo, 1. 000 veh/día, aunque el valor exacto no altera el “paso en dB” cuando varía IMD).

Dado que $10 \cdot \log_{10}(IMD_2 / IMD_1)$ es la ganancia en dB al pasar del flujo IMD_1 al flujo IMD_2 , los siguientes ejemplos muestran la relación:

- Si $IMD_2 = 2 \cdot IMD_1$ (doblar el tráfico):
 $10 \cdot \log_{10}(2) \approx 3,01$ dB.
- Si $IMD_2 = 1,5 \cdot IMD_1$ (aumentar el tráfico un 50 %):
 $10 \cdot \log_{10}(1,5) \approx 1,76$ dB.
- Si $IMD_2 = 1,35 \cdot IMD_1$ (aumentar el tráfico un 35 %):
 $10 \cdot \log_{10}(1,35) \approx 1,30$ dB.
- Si $IMD_2 = 1,2 \cdot IMD_1$ (aumentar el tráfico un 20 %):
 $10 \cdot \log_{10}(1,2) \approx 0,79$ dB.
- Si $IMD_2 = 0,8 \cdot IMD_1$ (reducción del tráfico un 20 %):
 $10 \cdot \log_{10}(0,8) \approx -0,97$ dB.

CNOSSOS-EU⁶ y la mayoría de las guías de ruido ambiental⁷ consideran que:

⁶ Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

⁷ Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping (EC-WG-AEN, 2006; PDF <https://sicaweb.cedex.es/docs/documentacion/Good-Practice-Guide-for-Strategic-Noise-Mapping.pdf>)





- Un cambio menor de aproximadamente 1 dB(A) en origen (potencia sonora) apenas es perceptible o queda dentro del “ruido de fondo” del modelo.
- Un cambio de +2 dB(A) en potencia sonora suele considerarse el límite inferior de “cambio moderado”, que justifica una revisión si se combina con otros factores.
- Un cambio de +3 dB(A) (riesgo al duplicar el tráfico) es claramente un salto significativo en emisión.

Por tanto, proponemos:

- **Umbral “no reevaluar”** si la variación de IMD es $< \pm 20 \%$.
 - Ejemplo: +20 % $\rightarrow$ +0,79 dB(A) en potencia sonora.
 - Tras propagación y otras atenuaciones, esto quedará en < 1 dB(A) en fachada.
 - Por ello no justifica recálculo.
- **Umbral “reevaluar si hay otro factor”** si la variación de IMD está entre $\pm 20 \%$ y $\pm 50 \%$.

Ejemplo intermedio:

+20 % $\rightarrow$ +0,79 dB(A) en origen.

+35 % $\rightarrow$ +1,30 dB(A) en origen.

En este rango se plantea “reevaluar solo si existe otro cambio relevante” (pavimento nuevo, reparto modal, pantallas), porque por sí solo $\approx 1,5$ dB no siempre justifica recálculo, pero junto a otro factor podría alcanzar 2–3 dB.

- **Umbral “recalcular”** si la variación de IMD es $> \pm 35 \%$.
 - Un cambio de $> +35 \%$ se acerca a +1,3 dB en origen, y si se aproxima al 50 % se traduce en +2 dB, justificando un recálculo.

Caso de variación de la distribución modal

En CNOSSOS-EU, el cálculo de la potencia sonora total de un tramo se realiza sumando las contribuciones de cada categoría de vehículo (ligeros, medios y pesados). De forma simplificada:

1. Se descompone la IMD total del tramo en IMD_l , IMD_m e IMD_p , que son las Intensidades Medias Diarias de vehículos ligeros, medios y pesados, respectivamente.





2. Para cada categoría m (por ejemplo, “pesados”), se calcula su potencia sonora Lw_m (en dB) como:

$$Lw_m = Lw_{ref} + 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{IMD_m}{IMD_{ref}} \right) + \text{correcciones}$$

Dónde:

- Lw_{ref_m} es la potencia sonora de referencia para un flujo IMD_{ref_m} (por ejemplo 1000 veh/día).
- El término $10 \cdot \log_{10}(IMD_m / IMD_{ref_m})$ recoge el efecto del número de vehículos de esa categoría.

Una vez obtenidos Lw_l , Lw_m y Lw_p para cada banda de frecuencia, la potencia total del tramo (Lw_{total}) se calcula como:

$$Lw_{total} = 10 \cdot \log_{10} \left[10^{\frac{Lw_l}{10}} + 10^{\frac{Lw_m}{10}} + 10^{\frac{Lw_p}{10}} \right]$$

Ejemplo numérico simplificado

Supongamos que en 2021 la IMD total era 1.000 veh/día, con un 20 % de vehículos pesados ($IMD_p = 200$ veh/día) y el resto ligeros o medios. En este caso:

- El flujo de pesados era 200 veh/día.
- Si en 2026 ese porcentaje sube al 30 %, entonces $IMD_p = 300$ veh/día (es decir, IMD_p aumenta un 50 % con respecto a 200). Sin embargo, para un aumento del 20 % (de 20 % a 30 %)

Veamos el efecto:

IMD_p pasa de 200 veh/día a 300 veh/día (incremento del 50 % o 10 p.p), pero la proporción respecto al total de IMD cambia de 20 % a 30 %.

Ahora veamos cómo afecta esto a Lw_p (solo la parte de “pesados”):

- El incremento de 200 a 300 implica:

$$10 \cdot \log_{10} \left(\frac{300}{200} \right) = 10 \cdot \log_{10}(1,5) \approx 10 \cdot 0,176 = +1,76dB.$$





Ese +1,76 dB es el aumento de potencia sonora **solo de la categoría “pesados”**. Como los pesados ya eran responsables del 20 % de la emisión total, este cambio se nota en la potencia global del tramo.

Dado que la diferencia de potencia entre un pesado y un ligero suele ser varios dB (por ejemplo, $L_{w_p} \approx L_{w_l} + 10$ dB en ciertas bandas), ese +1,76 dB de los pesados se traduce en **aproximadamente +2 dB(A) en la L_{w_total}** .

Así, un **aumento de +10 p.p** en la proporción de pesados (de 20 % a 30 %) produce un **incremento de ~+2 dB(A) en la potencia sonora total** del tramo.

Umbrales propuestos:

1. **Si el porcentaje de pesados cambia en más de ± 10 p.p.** (por ejemplo, de 20% a 30 % o de 20 % a 10 %), la contribución de los pesados varía en torno a ± 2 dB(A) en L_{w_total} .
 - Por tanto, se recomienda **reevaluar el tramo** en esos casos, ya que ± 2 dB(A) en origen puede traducirse en $\sim \pm 1,5-2$ dB(A) en fachada y resulta claramente perceptible.
2. **Si el cambio de porcentaje de pesados es $< \pm 10$ p.p.**, la variación en potencia sonora queda por debajo de ± 2 dB(A) en L_{w_total} y no justifica un análisis urgente, por lo que se considera “no reevaluar”.





ANEXO II: JUSTIFICACIÓN DE LOS UMBRALES PARA TRÁFICO FERROVIARIO

Caso de variación de la distribución modal

Para evaluar si un cambio de ± 20 p.p. en la proporción de “trenes ruidosos” (por ejemplo, trenes de mercancías, que emiten significativamente más ruido que los trenes de pasajeros) requiere reevaluar el tramo, partimos de las ecuaciones básicas de CNOSSOS-EU:

1. Cálculo de la potencia sonora combinada

En cada banda de frecuencia f , la potencia sonora de rodadura de trenes de mercancías ($L_{w_{merc}}$) y de trenes de pasajeros ($L_{w_{pas}}$), a la velocidad del mismo orden de magnitud, difiere aproximadamente en 10 dB (valor orientativo y variable).

Esto implica que, en “potencia”, cada tren de mercancías vale 10 veces más que un tren de pasajeros ($R = 10$).

Si llamamos p al porcentaje de mercancías (como fracción entre 0 y 1) y $(1 - p)$ al porcentaje de pasajeros, la potencia sonora combinada (sin contar el factor de flujo total, que permanece constante) se escribe así:

$$L_{w_{total}} = 10 \cdot \log_{10}[(1 - p) + R \cdot p] + \text{constante}$$

- El término “constante” incluye $L_{w_{pas}}$ (la potencia de referencia de un tren de pasajeros) y el factor $10 \cdot \log_{10}(IMD_{total} / IMD_{ref})$.
- $R = 10$ representa la diferencia en potencia (10 dB) entre un tren de mercancías y un tren de pasajeros en esa banda.

Efecto de variar p en ΔL_{w_total}

Si en 2021 la proporción de mercancías era p_1 y en 2026 pasa a $p_2 = p_1 + \Delta p$, la diferencia de emisión (ΔL_{w_total}) se calcula con:

$$\Delta L_{w_{total}} = 10 \cdot \log_{10} \left[\frac{((1 - p_2) + R \cdot p_2)}{((1 - p_1) + R \cdot p_1)} \right]$$

Tomemos como ejemplo $p_1 = 0,20$ (20 %) y $R = 10$:

- Para $p_1 = 0,20$:

$$(1 - p_1) + R \cdot p_1 = 0,80 + 10 \cdot 0,20 = 0,80 + 2,00 = 2,80.$$

- Si $p_2 = 0,40$ (40 %, es decir, +20%):

$$(1 - p_2) + R \cdot p_2 = 0,60 + 10 \cdot 0,40 = 0,60 + 4,00 = 4,60.$$





- Entonces:

$$\Delta Lw_{total} = 10 \cdot \log_{10} (4,60 / 2,80) = 10 \cdot \log_{10} (1,6429) \approx 10 \cdot 0,2167 \approx +2,17 \text{ dB.}$$

Por tanto, **eleva la proporción de mercancías de 20 % a 40 % (un aumento de +20 p.p.) genera un incremento de aproximadamente +2,17 dB en la potencia sonora combinada del tramo.**

Ese salto en origen, tras propagación, suele quedar en **+1,5–2 dB(A) en fachada**, lo cual es claramente perceptible, sobre todo en periodos nocturnos o zonas sensibles.

Si pasamos de 20 a 40%, o de 10 a 30%, ocurre lo mismo.

Por lo tanto se propone como criterio de toma de decisiones:

- **Si la proporción de trenes de mercancías cambia en más de ± 20 p.p.**, la potencia total del tramo varía en el orden de **+2 dB(A)** en origen. Por tanto, se **reevalúa el tramo**, dado que un salto de 2 dB(A) en la fuente provoca un cambio perceptible en los niveles de ruido ambiente.
- **Si el cambio en porcentaje de mercancías es $< \pm 20$ p.p.**, entonces ΔLw_{total} queda por debajo de +2 dB(A) en origen y habitualmente se traduce en $< +1,5$ dB(A) en fachada. Esa diferencia se considera dentro de la “fluctuación normal” del modelo y **no justifica un recálculo inmediato**.





Anexo III: Cálculos para establecer umbral de ± 2 dB en función de la composición de aeronaves

1 Introducción

En este anexo se explica el procedimiento completo, paso a paso, para:

1. Clasificar las aeronaves en tres categorías (“menos ruidosas” / “en la media” / “más ruidosas”) basándose en su nivel SEL (Sound Exposure Level) a 2 000 ft ($\approx 609,6$ m), extraído de la base ANP 2.3.
2. Calcular qué variación porcentual en el número total de operaciones (manteniendo la distribución modal de A/D) genera un cambio de ± 2 dB en el SEL agregado medido a 500 m.
3. Calcular, sin mantener la distribución modal, qué porcentaje de aeronaves de la categoría “más ruidosas” hace falta aumentar o reducir para lograr un cambio de ± 2 dB en el SEL total agregado.

El umbral de ± 2 dB se toma como límite acústico mínimo perceptible en entorno urbano y, por tanto, justifica la necesidad de recálculo del mapa estratégico de ruido.

2 Datos de partida y método de extracción

1. Fuente de datos.

- Se emplea la ANP 2.3 que contiene registros de SEL para cada aeronave (“Noise Metric” = “SEL”), desglosados por modo operacional (“Op Mode” = “D” para /despegue y “A” para aproximación/aterrizaje) y niveles a distintas distancias.

2. Selección de SEL representativo por aeronave.

- Para cada ACFT_ID, se extrae el valor máximo de SEL en “L_2000ft” ($\approx 609,6$ m) en modo “D” (take-off) y en modo “A” (landing).
- Se define $SEL_{TO[i]}$ = máximo SEL a 2 000 ft en modo “D” para la aeronave i.
- Se define $SEL_{LDG[i]}$ = máximo SEL a 2 000 ft en modo “A” para la aeronave i.
- El valor representativo de SEL para la aeronave i se calcula como:

$$SEL_i = \frac{SEL_{TO[i]} + SEL_{LDG[i]}}{2}$$





- Sólo se incluyen aquellas aeronaves para las cuales existen ambos valores “D” y “A”. Tras este filtrado quedan 111 ACFT_ID distintos.

3. Ajuste a 500 m.

- La base ANP proporciona SEL a 2 000 ft (609,6 m). Queremos saber el SEL a 500 m. Para ello, asumimos propagación esférica en espacio libre:

$$SEL(500\text{ m}) = SEL(609,6\text{ m}) + 20 \cdot \log_{10}\left(\frac{609,6}{500}\right)$$

Cálculo:

$$20 \cdot \log_{10}\left(\frac{609,6}{500}\right) \approx 20 \cdot \log_{10}(1,2192) \approx 1,72\text{ dB}$$

- Por tanto, cada SEL_i a 2 000 ft se convierte a SEL_i a 500 m = $SEL_i + 1,72\text{ dB}$.
- Obsérvese que este desplazamiento de +1,72 dB es común a todas las aeronaves, por lo que para cálculos relativos (diferencias en SEL_{total}) podemos conservar SEL_i a 2 000 ft y al final añadir +1,72 dB a los resultados absolutos.

4. Estadísticos básicos (SEL a 2 000 ft).

- Número de aeronaves: 111
- Media aritmética de SEL_i : 86,26 dB
- Desviación típica: 8,14 dB
- Mínimo observado: 67,75 dB
- Máximo observado: 116,10 dB

3 Clasificación en tres categorías según SEL

Se clasifica cada aeronave en función de SEL_i en:

- **Menos ruidosas (low):** $SEL_i < \text{tercil } 33\%$
- **En la media (mid):** $\text{tercil } 33\% \leq SEL_i \leq \text{tercil } 67\%$
- **Más ruidosas (high):** $SEL_i > \text{tercil } 67\%$

Cálculo de cortes de terciles (SEL a 2 000 ft).





- Se ordena la lista de 111 valores SEL_i .
 1. Tercil inferior (33 %): $SEL = 83,795$ dB
 2. Tercil superior (67 %): $SEL = 89,62$ dB

Por tanto:

- Conjunto “low” = $\{i \mid SEL_i < 83,795 \text{ dB}\}$.
- Conjunto “mid” = $\{i \mid 83,795 \text{ dB} \leq SEL_i \leq 89,62 \text{ dB}\}$.
- Conjunto “high” = $\{i \mid SEL_i > 89,62 \text{ dB}\}$.

SEL medio por categoría (a 2 000 ft).

- $SEL_{low} = 77,266$ dB
- $SEL_{mid} = 86,907$ dB
- $SEL_{high} = 94,612$ dB

Conversión a factor lineal (para sumar energía).

Para cada categoría se define el factor lineal (lin) medio:

$$\begin{aligned}lin_{low} &= 10^{\frac{SEL_{low}}{10}} \\lin_{mid} &= 10^{\frac{SEL_{mid}}{10}} \\lin_{high} &= 10^{\frac{SEL_{high}}{10}}\end{aligned}$$

Cálculo numérico:

- $lin_{low} \approx 5,33 \cdot 10^7$
- $lin_{mid} \approx 4,91 \cdot 10^8$
- $lin_{high} \approx 2,89 \cdot 10^9$

4 Cálculo de SEL total agregado según composición

Para un aeropuerto dado, se define:

- p_{low} = fracción (decimal) de movimientos (de todos los aviones) pertenecientes a aeronaves categoría low.
- p_{mid} = fracción de movimientos pertenecientes a aeronaves categoría mid.



- p_{high} = fracción de movimientos pertenecientes a aeronaves categoría high.

Siempre:

$$p_{low} + p_{mid} + p_{high} = 1$$

Cálculo de factor lineal global (L_{global})

$$L_{global} = p_{low} \cdot lin_{low} + p_{mid} \cdot lin_{mid} + p_{high} \cdot lin_{high}$$

Conversión a SELtotal (dB)

$$SEL_{total} = 10 \cdot \log_{10}(L_{global})$$

Caso de referencia inicial ("mix 1/3-1/3-1/3")

Asumimos como flota de referencia que

$$p_{low0} = p_{mid0} = p_{high0} = \frac{1}{3}$$

Entonces:

$$\begin{aligned} L_0 &= \left(\frac{1}{3}\right) \cdot lin_{low} + \left(\frac{1}{3}\right) \cdot lin_{mid} + \left(\frac{1}{3}\right) \cdot lin_{high} \\ &\approx 0,333 \cdot (5,33 \cdot 10^7) + 0,333 \cdot (4,91 \cdot 10^8) + 0,333 \cdot (2,89 \cdot 10^9) \\ &\approx 2,40 \cdot 10^9 \text{ (valor aproximado)} \end{aligned}$$

$$SEL_0 = 10 \cdot \log_{10}(2,40 \cdot 10^9) \approx 93,80 \text{ dB (a 2 000 ft)}$$

Para el valor a 500 m (añadiendo +1,72 dB):

$$SEL_{500m}^0 = 93,80 + 1,72 = 95,52 \text{ dB}$$

Este 95,52 dB será nuestra referencia absoluta.

5 Variación en número total de operaciones (manteniendo distribución modal) para $\pm$ 2 dB a 500 m

Se considera que el SEL "agregado" por N movimientos idénticos (misma aeronave o misma categoría acústica) obedece a la fórmula:

$$SEL_{agregado} = SEL_{unitario} + 10 \cdot \log_{10}(N)$$





Si mantenemos la proporción de flota (p_{low} , p_{mid} , p_{high} constantes) y únicamente variamos el número total de movimientos N , el $SEL_{unitario}$ permanece fijo para la combinación original.

Supongamos en la Fase 4 hubo N_0 movimientos totales (sumando despegues +A y aterrizajes +D).

Queremos hallar N_1 tal que:

$$SEL_{total(N_1)} = SEL_{total(N_0)} \pm 2 \text{ dB}$$

Relación entre cambio en SEL y cambio en N (misma flota).

$$SEL_{total(N_1)} - SEL_{total(N_0)} = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{N_1}{N_0} \right)$$

Queremos: $10 \cdot \log_{10} \left(\frac{N_1}{N_0} \right) = \pm 2 \text{ dB}$.

Cálculo de razón N_1 / N_0 .

Para + 2 dB:

$$\begin{aligned} \cdot \log_{10}(N_1 / N_0) &= 2 \\ \Rightarrow \log_{10}(N_1 / N_0) &= 0,2 \\ \Rightarrow N_1 / N_0 &= 10^{0,2} \approx 1,58 \end{aligned}$$

Para - 2 dB:

$$\begin{aligned} \cdot \log_{10}(N_1 / N_0) &= -2 \\ \Rightarrow \log_{10}(N_1 / N_0) &= -0,2 \\ \Rightarrow N_1 / N_0 &= 10^{(-0,2)} \approx 0,63 \end{aligned}$$

Interpretación en porcentaje de operaciones.

- Un incremento de + 58 % en N ($\approx 1,58 \cdot N_0$) genera + 2 dB en SEL_{total} .
- Una reducción de - 37 % en N ($\approx 0,63 \cdot N_0$) genera - 2 dB en SEL_{total} .



6 Variación en la proporción de aeronaves “más ruidosas” sin mantener la distribución modal para ± 2 dB

Ahora analizamos únicamente cómo cambia el SEL_{total} cuando variamos p_{high} (fracción de movimientos con aeronaves categoría “high”), suponiendo que el resto de la flota (“low” y “mid”) se reparte por igual entre p_{low} y p_{mid} . No alteramos el número total de operaciones (N fijo).

1. Modelo de reparto.

Sea $x = p_{high}'$ (nueva fracción “high”).

Entonces, como:

$$p_{low} + p_{mid} + p_{high} = 1 \text{ y asumimos } p_{low}' = p_{mid}' = \frac{1-x}{2}$$

Se define:

- $p_{low}' = (1-x)/2$
- $p_{mid}' = (1-x)/2$
- $p_{high}' = x$

2. Cálculo de $L_{global}(x)$.

$$\begin{aligned} L_{global}(x) &= p_{low}' \cdot \ln_{low} + p_{mid}' \cdot \ln_{mid} + p_{high}' \cdot \ln_{high} \\ &= \left(\frac{1-x}{2}\right) \cdot \ln_{low} + \left(\frac{1-x}{2}\right) \cdot \ln_{mid} + x \cdot \ln_{high} \end{aligned}$$

3. Cálculo de $SEL_{total}(x)$.

$$SEL_{total}(x) = 10 \cdot \log_{10}[L_{global}(x)]$$

En el caso base ($x_0 = 1/3 \approx 0,333$), comprobamos que $SEL_{total}(x_0) \approx 93,80$ dB (a 2 000 ft).

4. Determinar x^+ tal que $SEL_{total}(x^+) = SEL_0 + 2$ dB.

$$10 \cdot \log_{10}[L_{global}(x^+)] = 93,80 + 2 = 95,80 \text{ dB (a 2 000 ft)}.$$

Se resuelve numéricamente (bisección) la ecuación:

$$f(x) = 10 \cdot \log_{10}\left[\left(\frac{1-x}{2}\right) \cdot \ln_{low} + \left(\frac{1-x}{2}\right) \cdot \ln_{mid} + x \cdot \ln_{high}\right] - 95,80 = 0$$





Resultado:

- $x^+ \approx 0,589 \rightarrow p_{\text{high}}$ se eleva de 0,333 a 0,589.
- $\Delta p_{\text{high}}^+ = 0,589 - 0,333 = 0,256 \approx 25,6 \%$.

Interpretación: **un incremento de $\approx 25,6$ p.p en p_{high}** (por ejemplo, pasar de 33,3 % a 58,9 % de movimientos con aeronaves categoría “más ruidosas”) provoca que SEL se incremente en 2 dB (a 2 000 ft).

Determinar x^- tal que $SEL_{\text{total}}(\bar{x}) = SEL_0 - 2 \text{ dB}$.

$$10 \cdot \log_{10}[L_{\text{global}}(x^-)] = 93,80 - 2 = 91,80 \text{ dB (a 2 000 ft)}.$$

Mediante bisección:

$x^- \approx 0,172 \rightarrow$ División de “high” baja de 0,333 a 0,172.

$\Delta p_{\text{high}}^- = 0,333 - 0,172 = 0,161 \approx 16,1 \text{ p.p.}$

Interpretación: **una reducción de $\approx 16,1$ p.p. en p_{high}** (por ejemplo, de 33,3 % a 17,2 % de movimientos “high”) provoca que SEL se reduzca en 2 dB.

Resumen de resultados (sin mantener modal).

- Para + 2 dB: $\Delta p_{\text{high}} \geq + 25,6 \text{ p. p.}$
- Para - 2 dB: $\Delta p_{\text{high}} \geq - 16,1 \text{ p. p.}$

7 Criterio final de recálculo de mapas (umbral $\pm 2 \text{ dB}$, SEL)

A – Variación de tráfico total (mantener mezcla modal):

- Si el número total de movimientos aumenta $\geq 58 \%$ $\rightarrow$ SEL $\uparrow 2 \text{ dB} \rightarrow$ **Recalcular**.
- Si disminuye $\geq 37 \%$ $\rightarrow$ SEL $\downarrow 2 \text{ dB} \rightarrow$ **Recalcular**.

B – Variación de composición de flota (sin mantener modal, cambiar p_{high}):

- Si la fracción de movimientos “high” aumenta $\geq 25,6 \text{ p. p.}$ (respecto a la fase previa) $\rightarrow$ SEL $\uparrow 2 \text{ dB} \rightarrow$ **Recalcular**.
- Si la fracción “high” disminuye $\geq 16,1 \text{ p. p.} \rightarrow$ SEL $\downarrow 2 \text{ dB} \rightarrow$ **Recalcular**.
- Si Δp_{high} está entre + 16,1 p. p. y + 25,6 p. p., o entre - 10,0 p. p. y - 16,1 p. p., conviene **Reevaluar** junto con otros factores (rutas, nocturnidad, infraestructura).
- Si $|\Delta p_{\text{high}}| < 10 \text{ p. p.}$, el cambio acústico global ($< 1 \text{ dB}$) se considera no perceptible para un mapa estratégico $\rightarrow$ **Mantener** sin recálculo.

