



# Mapa Estratégico de Ruido de Oviedo

MEMORIA RESUMEN



Centro de Estudio y Control de Ruido S.L.

## ÍNDICE

<b>ÍNDICE</b> .....	<b>2</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>2 DESCRIPCIÓN DE LA AGLOMERACIÓN</b> .....	<b>5</b>
<b>3 ZONIFICACIÓN ACÚSTICA</b> .....	<b>7</b>
<b>4 FUENTES DE RUIDO CONSIDERADAS</b> .....	<b>8</b>
4.1 RED VIARIA .....	8
4.2 FUENTES FERROVIARIAS CONSIDERADAS.....	9
4.3 ACTIVIDADES INDUSTRIALES .....	10
<b>5 METODOLOGÍA DE ELABORACIÓN DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO</b> .....	<b>12</b>
5.1 METODOLOGÍA DE SIMULACIÓN ACÚSTICA.....	12
5.1.1 <i>Caracterización del entorno de estudio</i> .....	12
5.1.2 <i>Fuentes de ruido</i> .....	14
5.1.3 <i>Población</i> .....	15
5.1.4 <i>Parámetros del modelo de predicción acústica</i> .....	15
<b>6 RESULTADOS OBTENIDOS</b> .....	<b>21</b>
6.1 RUIDO DE TRÁFICO RODADO.....	23
6.2 RUIDO INDUSTRIAL.....	24
6.3 RUIDO DE FERROCARRIL.....	25
<b>7 COMPARATIVA FASE III Y FASE IV</b> .....	<b>26</b>
<b>8 CONCLUSIONES</b> .....	<b>27</b>
<b>9 EQUIPO DE TRABAJO</b> .....	<b>28</b>
<b>10 ANEXO: MAPAS</b> .....	<b>29</b>

REGISTRO DE MODIFICACIONES		
Versión	Descripción de la Modificación	Fecha
01	Elaboración del documento	08/09/2022

## 1 INTRODUCCIÓN

El 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, recoge en el artículo 8.2.b): “Antes del 30 de junio de 2012, y después cada cinco años, se han de elaborar y aprobar por las autoridades competentes, mapas estratégicos de ruido sobre la situación del año natural anterior, correspondientes a todas las aglomeraciones urbanas y a todos los grandes ejes viarios y grandes ejes ferroviarios existentes en su territorio.”

En el artículo 3. Definiciones de este mismo R.D. recoge por Aglomeración: la porción de un territorio, con más de 100.000 habitantes.

También se recoge que las administraciones públicas competentes, deben comunicar al Ministerio de Medio Ambiente la información resultante de los mapas estratégicos de ruido.

La Junta de Gobierno Local del Ayuntamiento de Oviedo, en sesión celebrada el 29 de septiembre de 2017 aprobó definitivamente el Mapa Estratégico de Ruido en el Municipio de Oviedo, correspondiente a la tercera fase de los Mapas Estratégicos de Ruido, el cual sustituye al anterior.

Consecuentemente procede la actualización del Mapa Estratégico de Ruido (en adelante MER), para analizar la evolución del vector ruido a lo largo de estos años. En particular el presente trabajo presenta la actualización correspondiente a la cuarta fase de elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido, con fecha límite de presentación al Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medioambiente el 30 de diciembre de 2022. Este Mapa Estratégico se ha realizado sobre la situación acústica base correspondiente al año 2021, tal y como prescribe la legislación.

El Mapa Estratégico de Ruido (MER) de la aglomeración urbana será la base para que más tarde se pueda desarrollar un Plan de Acción contra el Ruido, que permita establecer y definir medidas correctoras orientadas a reducir el número de personas expuestas a elevados niveles de ruido. La fecha límite de elaboración de este plan de acción es el 30 de diciembre de 2024.

El presente documento se ha realizado en cumplimiento de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, que es la trasposición de la Directiva Europea 2002/49/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002. Posteriormente a su aprobación, se ha completado esta transposición mediante los Reales Decretos 1513/2005 de 16 de diciembre y 1367/2007, de 19 de octubre.

Por ello, para elaborar el MER se tienen en cuenta los criterios y metodología establecidos en el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental y en el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, en lo referente a zonificación acústica,

objetivos de calidad y emisiones acústicas y modificaciones posteriores, Orden PCI/1319/2018, Orden PCM/542/2021 y Orden PCM/80/2022.

El marco normativo de referencia para la elaboración de los MER establece unos requisitos mínimos sobre el cartografiado del ruido, en donde se establece que los mapas de ruido harán especial hincapié en el ruido procedente de:

- El tráfico rodado.
- El tráfico ferroviario.
- Los aeropuertos.
- Lugares de actividad industrial.

En la elaboración del mapa de ruido no se contemplan otros emisores acústicos propios de las actividades domésticas, el comportamiento vecinal, la actividad laboral, etc.

El mapa estratégico de ruido representa la situación acústica global del ámbito de estudio a largo plazo, por lo que se tienen en cuenta eventos temporales particulares como fiestas o periodos vacacionales.

El objetivo principal que se persigue con la elaboración del mapa de ruido es el disponer de una herramienta que permita realizar diagnósticos de la contaminación acústica del municipio por ruido ambiental, planificar y controlar la contaminación acústica y proponer las actuaciones correctoras y preventivas correspondientes, en el posterior de Plan de Acción.

Así pues, el Mapa Estratégico de Ruido de Oviedo pretende ser una herramienta de prevención y control de la contaminación acústica, que en combinación con otras actuaciones municipales de control acústico en la edificación y de control acústico de actividades y emisores acústicos, permita una gestión eficiente de la problemática de la contaminación acústica en el municipio.



El trabajo ha sido encargado por el Excmo. Ayuntamiento de Oviedo (Expediente 2021/183), dentro de las tareas de elaboración del Mapa Estratégico de Ruido de la ciudad de Oviedo en calidad de Autoridad Responsable.



La Entidad redactora del estudio es el **CENTRO DE ESTUDIO Y CONTROL DEL RUIDO S.L. (CECOR)**, con CIF B-47555958 y domicilio social en el Parque Tecnológico de Boecillo, parcela 209 (Boecillo, Valladolid).

## 2 DESCRIPCIÓN DE LA AGLOMERACIÓN

El Mapa Estratégico de Ruido (MER), objeto del presente estudio, se realiza sobre la total extensión del municipio de Oviedo, de modo que permita actualizar y comparar la evolución de la afección acústica con la fase anterior del MER, y sirva de herramienta para la elaboración de un futuro Plan de Acción que mitigue los posibles problemas causados por ésta. De la misma manera, a efectos de comunicación y entrega de datos a la Comisión Europea, dicha extensión contiene al ámbito que delimita la aglomeración, según los criterios del Anexo VII RD 1513/2005 y definido en el DF1\_5.

Éste, es un municipio y, según el Estatuto de Autonomía de Asturias, capital del Principado de Asturias, España. Se encuentra ubicado entre los ríos Nalón y Nora, en la zona central del Principado y colinda con los siguientes municipios; Llanera al Norte, Siero y Langreo al Noreste, Santo Adriano, Ribera de Arriba y Mieres al Sur y Las Regueras y Grado al Noroeste.

Según datos facilitados por el Excmo. Ayuntamiento de Oviedo, con una extensión aproximada de 18.700 Has, es el segundo municipio más poblado de Asturias, con una población de 216.463 en el año 2021.

La ciudad de Oviedo se encuentra protegida por el Monte Naranco al Norte y la Sierra del Aramo al Sur. La altura del municipio varía desde los 80 m sobre el nivel del mar del río Nalón, hasta los 709 m que alcanza el Monte Picayo, en la sierra de La Grandota. El propio casco urbano presenta una topografía accidentada, con desniveles de más de 100m entre algunas zonas.

Por su localización, centrada en el territorio provincial, y la equidistancia entre la costa y los principales centros mineros, Oviedo se presenta como el núcleo de los servicios del Principado y centro desde el cual se ha ido desarrollando su red de infraestructuras.

En el presente MER, se tienen en cuenta los siguientes núcleos poblacionales:

Núcleo Urbano de Oviedo, junto con las zonas de La Corredoría y Colloto.

Trubia

San Claudio

Olloniego

Tudela Veguín





**Figura 2:** Delimitación de la Aglomeración y pedanías que lo conforman.

### 3 ZONIFICACIÓN ACÚSTICA

La Junta de Gobierno Local, en sesión celebrada el 8 de julio de 2021, aprobó la zonificación acústica de Oviedo, en cumplimiento de las previsiones establecidas en el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley del Ruido en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas. La propuesta de zonificación fue abordada en tareas complementarias a la actualización del Mapa Estratégico de Ruido del municipio de Oviedo, aprobado el 29 de septiembre de 2017 y el posterior Plan de Acción contra el Ruido aprobado el 11 de marzo de 2021.

La zonificación acústica tiene una vigencia de diez años a contar desde la fecha de su aprobación formal, tras período de exposición pública y alegaciones correspondientes. Por lo tanto, en la presente actualización del MER se considera que esta zonificación es adecuada y se considera en vigor.

En las áreas de sensibilidad acústica delimitadas en el dicho documento deberán respetarse los siguientes Objetivos de Calidad Acústica:

Tipo de área acústica		Objetivos de calidad acústica (dBA)		
		L <sub>d</sub>	L <sub>e</sub>	L <sub>n</sub>
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso <b>residencial</b>	65	65	55
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso <b>industrial</b>	75	75	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso <b>recreativo y de espectáculos</b> .	73	73	63
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso <b>terciario</b> distinto del contemplado en c).	70	70	65
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso <b>sanitario, docente y cultural</b> que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de <b>infraestructuras</b> de transporte, u otros <b>equipamientos públicos</b> que los reclamen.	1		
g	<b>Espacios naturales</b> que requieran una especial protección contra la contaminación acústica.	2		

#### 4 FUENTES DE RUIDO CONSIDERADAS

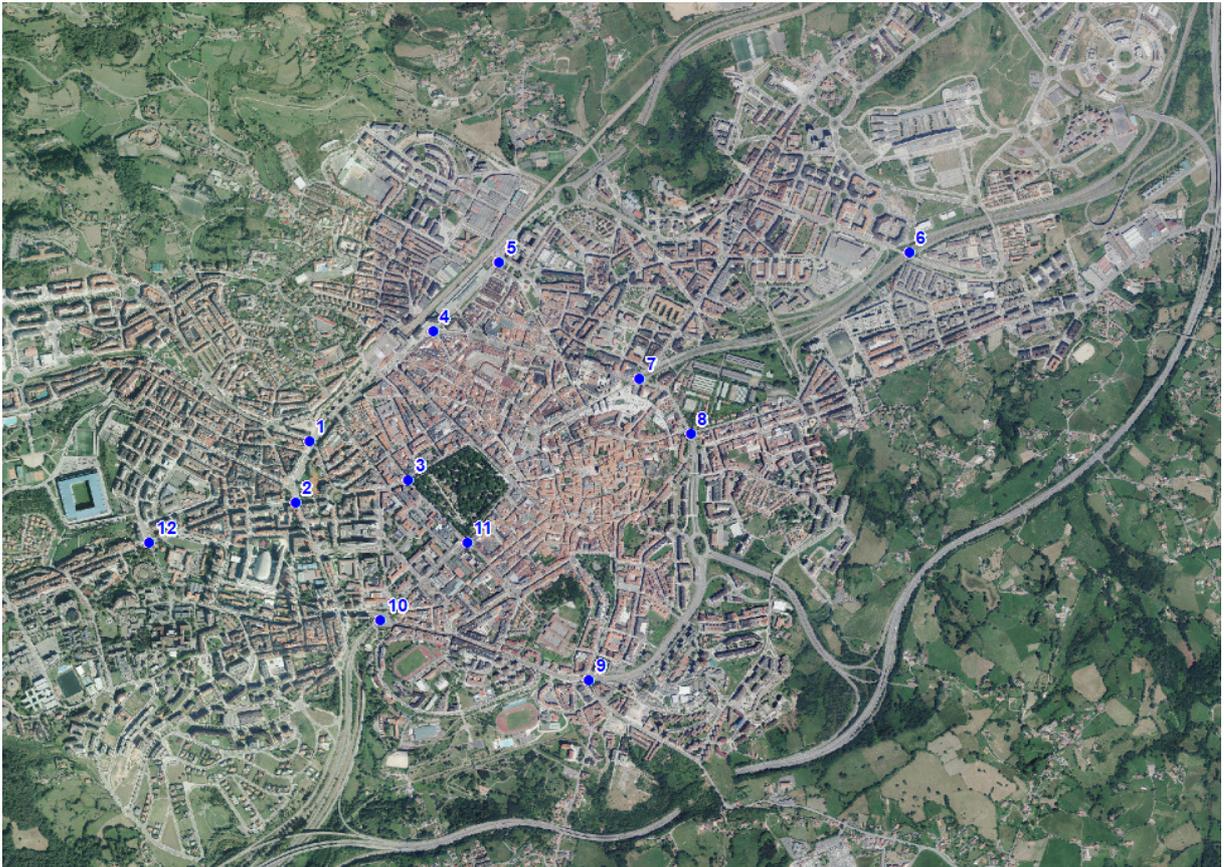
En este apartado se enumeran las infraestructuras urbanas de la Ciudad, entendiendo como tales aquellas que son necesarias en su organización estructural y con carácter de servicio público. En particular se enumeran las carreteras y líneas de ferrocarril consideradas. Igualmente se incluyen las fuentes industriales tenidas en cuenta.

##### 4.1 Red viaria

Los viales introducidos en el presente estudio son los correspondientes al estudio de movilidad de Oviedo, actualizados a fecha de 2021 mediante conteos de aforo, y también se han tenido en cuenta que nuevos viales. En la presente actualización, se han consolidado dos nuevas zonas residenciales en la ciudad, con lo que esto conlleva. Ha habido cambios en la distribución de la población del núcleo y, por lo tanto, en los flujos de tráfico dentro de la ciudad. Por este motivo, se ha procedido a una actualización en todos los tráficos considerados en base a una campaña de aforos distribuidos por la ciudad. En la siguiente imagen se localizan los principales puntos en los que se ha llevado a cabo dicho aforo:

<sup>1</sup> En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre. En el límite perimetral de estos sectores del territorio no se superarán los objetivos de calidad acústica para ruido aplicables al resto de áreas acústicas colindantes con ellos.

<sup>2</sup> Objetivos de Calidad Acústica a establecer por la autoridad competente en la materia.



**Figura 3: Localización de puntos de aforo.**

En la actualización del MER, el estudio de ruido producido por el tráfico rodado se ha hecho de una manera global, teniendo en cuenta todas las fuentes que influyen en la aglomeración al mismo tiempo. En el Anexo 2 se han incluido los datos de tráfico introducidos para cada vía implementada en el modelo de simulación acústica:

#### **4.2 Fuentes ferroviarias consideradas**

Los datos de tráfico ferroviario introducidos en el modelo de simulación han sido obtenidos de la página Web de RENFE, de la que se extrae el número de servicios que circulan por las líneas tenidas en cuenta en el presente MER, así como la tipología del tren que realiza dicho servicio.

A título de resumen los Ejes Ferroviarios que se han considerado en el estudio de las aglomeraciones son los que se detallan a continuación:

- Oviedo – Trubia. (Pertenece a la línea de FEVE Fuso – San Esteban de Pravia )
- Oviedo – San Claudio. (Pertenece a la Línea de FEVE F-7, Oviedo – San Esteban)
- Oviedo – El Caleyo. (Pertenece a las Líneas de Cercanías C-1, Gijón/Oviedo – Puente de los Hierros y C-2 Oviedo – El Entrego)

- Líneas de Media y Larga distancia con destinos como Madrid, Alicante, León, Ferrol, etc.
- Oviedo – La Corredoria. (Pertenece a las Líneas de Cercanías C-1, Gijón/Oviedo – Puente de los Fierros y C-3 Llamaquique/ Oviedo – San Juan de Nieva, y a la Línea de FEVE Santander – Oviedo)
- La Corredoria – Colloto (Pertenece a la Línea de FEVE Santander – Oviedo)
- La Corredoria – Lugones (Pertenece a las Líneas de Cercanías C-1, Gijón/Oviedo – Puente de los Fierros y C-3 Llamaquique/ Oviedo – San Juan de Nieva)
- Soto del Rey – Olloniego (Pertenece a la Línea de Cercanías C-1, Gijón/Oviedo – Puente de los Fierros)
- Tudela Veguín – Santa Eulalia (Pertenece a la Línea de Cercanías C-2 Oviedo – El Entrego)

### 4.3 Actividades Industriales

Las actividades industriales que se han considerado en la elaboración del Mapa Estratégico de las Aglomeraciones, ya mencionadas son las que se resumen a continuación:

#### **Cantera de Brañes.**

Ubicados a unos 5,5 Km al NO del núcleo urbano de Oviedo, se trata de una cantera de pequeño tamaño y con un número muy reducido de edificaciones próximas de tipo residencial disperso.

#### **Cantera del Naranco.**

Ubicada a unos 2-3 Km al norte del núcleo urbano de Oviedo, se trata de una cantera de mayor importancia que la anterior pero también con un número muy reducido de edificaciones próximas de tipo residencial disperso. Esta Cantera es propiedad de Arcelormittal.

#### **Cantera de Orgaleyo.**

Ubicado a unos 2-3 Km al norte del núcleo urbano de Oviedo, se trata de una cantera de menor importancia que la anterior, colindante por el este con la fábrica de áridos de Arcelormittal. Cuenta también con un número muy reducido de edificaciones cercanas de tipo residencial disperso.

#### **Estación depuradora de aguas residuales Villapérez.**

Ubicada a unos 2-3 Km al norte del núcleo urbano de Oviedo, la EDAR Villapérez forma parte del sistema de Saneamiento de la cuenca del río Nora en la Zona Central de Asturias. La EDAR de Villapérez recoge los vertidos correspondientes a los Concejos de Oviedo, Siero, Noreña y Llanera.

#### **Estación depuradora de aguas residuales San Claudio.**

Localizada al suroeste de la localidad de San Claudio, forma parte del sistema de Saneamiento de la cuenca del río Nora en la Zona Central de Asturias. La EDAR de San Claudio recoge, únicamente, vertidos correspondientes a una parte del Concejo de Oviedo.

**Cantera Hermanos Coto.**

Localizada al sur de la localidad de Anieves, a unos 8 Km de Oviedo capital, se trata de una pequeña explotación de piedra caliza y cuenta con su propia planta de tratamiento.

**Canteras La Belonga.**

Localizada al suroeste del municipio de Oviedo, a unos 4 Km de la capital, se trata de una importante explotación de caliza y dolomía con una superficie aproximada de 216 Ha.

**Canteras Mecánicas Cárcaba S.A.U.**

Localizada al oeste del municipio de Oviedo, entre las localidades de Prioro, Sograndio y Santa Marina de Piedramuelle, se trata de una explotación, según clasificación dentro del CNAE, categorizada en extracción de arcilla y caolín.

**Cantera de Latores.**

Localizada al suroeste del municipio de Oviedo, a unos 4 Km de la capital, se trata de una explotación en la que se incluyen las instalaciones de Cementos Secil, titular de la misma.

**Fábrica de cementos de Tudela-Veguín.**

Ubicada al sur del núcleo urbano anexo al mismo separado por la vía de tren. Se trata de una instalación industrial que ocupa más superficie que el propio casco urbano.

**Química del Nalón, Industrias Doy Manuel Morate, S.L. y Fábrica de armas en Trubia**

Se trata de instalaciones industriales en el polígono industrial de Trubia.

Por otro lado, dentro de cada una de las aglomeraciones urbanas se han tenido en cuenta las principales vías de comunicación y viarios secundarios, zonas protegidas, etc.; considerando las zonas residenciales, recreativas, comerciales, el casco histórico, usos sanitarios, docentes, etc.

## **5 METODOLOGÍA DE ELABORACIÓN DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO**

### **5.1 Metodología De Simulación Acústica**

#### **5.1.1 Caracterización del entorno de estudio**

El área de estudio se caracteriza para su simulación mediante la definición de los siguientes elementos geométricos: terreno, carreteras, líneas de ferrocarril, edificios y obstáculos. Estos elementos se obtienen de distintas fuentes de información e integrados en un sólo modelo simplificado y constituyen el escenario de propagación de ruido, objeto del estudio. Los mapas de ruido en el estudio han sido calculados a una escala única de 1:10.000.

##### **5.1.1.1 Terreno**

Para la definición del modelo digital del terreno se ha utilizado la cartografía base del Instituto Geográfico Nacional (IGN), MDT05-LIDAR. Modelo digital del terreno con paso de malla de 5 m, con la misma distribución de hojas que el MTN50. Formato de archivo ASCII matriz ESRI (asc). Sistema geodésico de referencia ETRS89 y proyección Lambert Azimuthal Equal Area (ETRS89-LAEA). Según la hoja de que se trate, el MDT05 se ha obtenido de una de las dos siguientes formas: por estereocorrelación automática de vuelos fotogramétricos del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) con resolución de 25 a 50cm/píxel, revisada e interpolada con líneas de ruptura donde fuera viable, o bien por interpolación a partir la clase terreno de vuelos LIDAR del PNOA

Por lo tanto, la cartografía de base en formato de curvas de nivel cada 5 metros se ha conseguido a partir del vectorizado de puntos, obteniendo así un modelo digital en tres dimensiones.

##### **5.1.1.2 Carreteras**

Las carreteras con tráfico significativo en el modelo se simulan como una única plataforma sobre la cual se sitúa la fuente de ruido, siendo caracterizada por el tráfico de vehículos. El ancho de la plataforma de cada infraestructura está definido por la línea particular en cada modelo. La plataforma se extiende desde el eje que figura en la cartografía y es adaptada al terreno. Los viaductos se modelan mediante un autoapantallamiento.

Aparte se incluyen tramos de carreteras que no se tienen en cuenta desde el punto de vista de fuente acústica, sino que simplemente son un elemento apantallante de la vía objeto del estudio.

A partir de las visitas de inspección al área de estudio se ha evaluado la validez y adecuación de los documentos cartográficos disponibles a la situación real. Siempre que se ha considerado necesario, se han modificado los datos cartográficos.

#### 5.1.1.3 Edificios y otros obstáculos

Los edificios están definidos por su cota de la base y el número de plantas.

Toda la información relativa a la edificación (alturas de los edificios, áreas de los mismos, número de viviendas...) y usos del suelo de la zona de estudio se obtiene a partir de los datos cartográficos disponibles, completados con los datos proporcionados por la oficina del Catastro del Ministerio de Hacienda. En las posibles zonas donde no se disponga de datos del catastro, se han efectuado visitas de campo para determinar con exactitud la altura y tipo de cada edificio. Se hace una aproximación de una altura media de 3 metros por planta.

La recopilación de datos referentes a posibles obstáculos acústicos se ha obtenido en trabajo de campo y ortofotos disponibles, localizándose diferentes tipologías de elementos apantallantes; tapias, muros, caballones, desmontes, pasos a distinto nivel etc. que han sido tenidos en cuenta a la hora de construir el modelo.

Respecto al coeficiente de absorción de edificios y barreras acústicas, en el caso de que existiesen en la zona de estudio, se emplearán los valores definidos por defecto, superficies totalmente reflectantes.

En el cálculo se adoptan hipótesis de simplificación geométrica en los entornos en los cuales esté técnicamente justificado, como puede ser no considerar los edificios cuya área sea menor de 10 m<sup>2</sup> y altura menor de 2 m, las pantallas o barreras acústicas cuya longitud sea menor de 3 m y altura menor de 2 m o los terraplenes cuya altura sea inferior a 2 m. Esta simplificación se fundamenta en distintos estudios realizados en CECOR, considerando que los elementos de tan reducidas dimensiones no son representativos para los resultados de las simulaciones de ruido.

#### 5.1.1.4 Meteorología

Las principales variables meteorológicas que resultan relevantes para este estudio, en referencia a la propagación del sonido, son la temperatura, el viento y la humedad relativa.

Teniendo en cuenta los requerimientos de la Ley 37/2003 del Ruido y el método europeo CNOSSOS-EU, establecido en la Orden PCI/1319/2018, en lo relativo a los porcentajes de ocurrencia de condiciones favorables a la propagación del ruido: período día: 50%, período tarde: 75% y período noche: 100%.

Además, para la elaboración de los MER se partirá de datos meteorológicos promedios anuales, ya que un MER representa la situación promedio anual. En el presente estudio, se establece para el cálculo una temperatura de 13.9°C y una humedad relativa de 79%.

## 5.1.2 Fuentes de ruido

### 5.1.2.1 Tráfico rodado

Los datos de tráfico considerados en el presente MER son los correspondientes al estudio de movilidad de Oviedo, actualizados a fecha de 2021 mediante conteos de aforo realizados por la empresa ALUVISA, en colaboración con la policía local y el Ayuntamiento de Oviedo que son los que se han introducido en el modelo de simulación acústica.

Los datos de tráfico a introducir en el modelo acústico están compuestos por el tipo de vehículo (porcentajes de vehículos de cada una de las categorías establecidas para cada período del día), la velocidad media por cada período temporal del día y para cada tipo de vehículo y la intensidad media por cada período temporal del día y para cada tipo de vehículo. A continuación, se indican las categorías a implementar y se describen, a modo de resumen, las principales características:

Categoría	Nombre	Descripción	
1	Vehículos ligeros	Turismos, camionetas $\leq 3,5$ toneladas, todoterrenos, vehículos polivalentes, incluidos remolques y caravanas	
2	Vehículos pesados medianos	Vehículos medianos, camionetas $> 3,5$ toneladas, autobuses, autocaravanas, entre otros, con dos ejes y dos neumáticos en el eje trasero	
3	Vehículos pesados	Vehículos pesados, turismos, autobuses, con tres o más ejes	
4	Vehículos de dos ruedas	4a	Ciclomotores de dos, tres y cuatro ruedas
		4b	Motocicletas con y sin sidecar, triciclos y cuatriciclos
5	Categoría abierta	Su definición se atenderá a las futuras necesidades	

### 5.1.2.2 Tráfico ferroviario

Los datos obtenidos de la página Web de RENFE, de la que se extraen horarios, servicios y tipos de tren, son los que se han implementado en el modelo de simulación acústica.

Los datos a implementar en el modelo están compuestos por la categoría del tren, el número de coches/vagones que componen el tren, la intensidad en cada periodo temporal del día ( $n^{\circ}$  trenes \*  $n^{\circ}$  coches/vagones), la velocidad máxima en cada tramo, el tipo de vía y la rugosidad del carril.

### 5.1.2.3 Fuentes de ruido industrial

Además, se implementan otros focos de ruido para ser contabilizados en el cartografiado acústico, como es el debido a las actividades industriales. Estos focos sonoros son implementados a partir de las bases de datos implementadas en el software de cálculo, para el caso de las industrias, definiendo áreas de emisión acústica global.

### **5.1.3 Población**

Los datos de población empleados en el presente estudio han sido obtenidos a través de información aportada por el Ayuntamiento de Oviedo.

Dicha población ha sido asignada a cada edificio mediante un procesado SIG en el que se cruzan dos capas georreferenciadas, una con la geometría de cada uno de los edificios presentes en el estudio, y otra con la población censada en cada edificio.

- Desde los servicios INSPIRE de Cartografía Catastral implementados por la Dirección General de Catastro, se obtienen las capas “Building” y “Buildingpart” en formato shape, las cuales se procesan para obtener una nueva capa con las geometrías de los edificios que serán introducidos en el modelo de simulación.
- El Ayuntamiento de Oviedo aporta una capa de puntos georreferenciados, con información del número de viviendas y número de habitantes por portal.
- Estas dos capas son cruzadas y así se obtiene una tercera capa con, la geometría de los edificios, por una parte, y la información de población residente en el mismo.
- Sobre la capa de edificios resultante, se lleva a cabo un control de calidad, para detectar posibles faltas en la asignación de población a edificios. En los casos en los que se detecta algún tipo de deficiencia, la población se asignará en base al número total de viviendas reflejado en Catastro en ese edificio y a la densidad poblacional en la sección censal en la que se encuentra.

El procedimiento de reparto de población a fachadas se realiza siguiendo la *Guía básica de recomendaciones para la aplicación de los métodos comunes de evaluación del ruido en Europa* (CNOSSOS-EU), en particular en el, *apartado 4.2.5.2. Situación 2: No se dispone de información sobre la ubicación precisa de las viviendas*, en el que se describe la correcta metodología para repartir la población en fachada en base a dos métodos, que se aplicarán según proceda en cada caso concreto. Para el presente estudio, se ha considera que lo más correcto es aplicar el método 1.

### **5.1.4 Parámetros del modelo de predicción acústica**

#### **5.1.4.1 Herramientas de cálculo**

La obtención de los niveles de ruido mediante modelos de simulación lleva consigo tres etapas claramente identificables: Caracterización de la fuente de emisión, Estudio de la propagación acústica y la determinación de los efectos del ruido en los puntos de recepción, niveles de inmisión. Todo ello conduce a la obtención de una serie de mapas; Niveles Sonoros de Inmisión y Exposición.

Para la realización de los mapas estratégicos de ruido se utiliza una sistemática basada en cálculos y en el uso de herramientas de predicción, mediante modelos de propagación. Estos modelos están implementados en software comercial.

Los datos obtenidos en la fase anterior han sido implementados en bases de datos vinculadas a elementos geométricos de cartografía (Sistema de Información Geográfica, GIS).

Desde estas bases de datos los datos son exportados al software dedicado para proceder al cálculo de los mapas de propagación acústica, y que también es empleado como herramienta de salida del cartografiado acústico. En concreto, para la implementación del cartografiado acústico se emplean las siguientes herramientas:

- Software **Datakustik Cadna A XL 2022**. Predicción sonora en exteriores.
- Software de gestión de Sistema de Información Geográfica (GIS) **Esri ArcVIEW 10.0**.



La herramienta fundamental de cálculo será **Cadna A**, software de simulación de propagación acústica en el ambiente exterior en tres dimensiones. El programa permite evaluar el nivel de ruido en un escenario generado por fuentes de ruido puntuales (es decir, cualquier actividad ruidosa que pueda ser modelada mediante su potencia acústica), de tráfico rodado, trenes o aeronaves, implementando los métodos estándares de cálculo legalmente establecidos en España. Los resultados son presentados como curvas isófonas en mapas horizontales o verticales.

A partir de los cálculos efectuados en el software anterior su implementación gráfica, tanto en formato papel como electrónico, se efectuará mediante la herramienta **Esri ArcVIEW**. Este programa facilita la edición y generación de mapas con las reseñas principales en el mapa.

En el Anexo II del Real Decreto 1513/2005 se establecen los métodos recomendados para la obtención de los índices de ruido aplicables para la cartografía acústica. Los niveles sonoros generados se refieren a un período normalizado de un año. Para el caso concreto de este estudio, los métodos a emplear serán:

- **Ruido de tráfico rodado:** Método europeo CNOSSOS-EU, establecido en la Orden PCI/1319/2018, de 7 de diciembre y 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.

- **Ruido de tráfico ferroviario:** Método europeo CNOSSOS-EU, establecido en la Orden PCI/1319/2018, de 7 de diciembre y 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.
- **Ruido industrial y otros focos ruidosos estáticos:** Método europeo CNOSSOS-EU, establecido en la Orden PCI/1319/2018, de 7 de diciembre y 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.

#### 5.1.4.2 Períodos horarios

Los períodos horarios establecidos por la legislación local son:

- Período **día** (7:00 – 19:00h): 12 horas
- Período **tarde** (19:00 – 23:00): 4 horas
- Período **noche** (23:00 – 7:00h): 8 horas

#### 5.1.4.3 Índices de evaluación

De acuerdo a la Directiva Europea 2002/49/CE y su transposición al estado español mediante la Ley 37/2003 del Ruido, los parámetros de cálculo empleados en la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido para evaluar el grado de molestia y las alteraciones del sueño son  $L_{den}$  y  $L_n$ , respectivamente. Para completar el análisis, se han añadido las métricas  $L_d$  y  $L_e$ , que participan en la definición del  $L_{den}$ . Estos parámetros de cálculo se definen de la siguiente manera:

- **$L_d$**  (Nivel equivalente día): es el índice de ruido asociado a la molestia durante el período día, es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2:1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año.
- **$L_e$**  (Nivel equivalente tarde): es el índice de ruido asociado a la molestia durante el período tarde, es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2:1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año.
- **$L_n$**  (Nivel equivalente noche): es el índice de ruido asociado a la molestia durante el período noche, es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2:1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año.
- **$L_{den}$**  (Nivel equivalente día – tarde – noche): es el indicador de ruido asociado a la molestia global, se determina aplicando la fórmula siguiente:

$$L_{den} = 10 \cdot \log \frac{1}{24} \left( 12 \cdot 10^{L_d/10} + 4 \cdot 10^{(L_e+5)/10} + 8 \cdot 10^{(L_n+10)/10} \right)$$

Donde el sonido que se tiene en cuenta es el sonido incidente, es decir, no se considera el sonido reflejado en la fachada de una determinada vivienda (en general, ello supone una corrección de 3 dB en caso de medición).

Los cálculos se realizarán mediante análisis de bandas de frecuencia de octava. El espectro de emisión y propagación estará definido entre 100 Hz y 4 kHz, si bien la representación de los resultados se realizará en banda ancha con ponderación frecuencial A.

#### 5.1.4.4 Configuración de los modelos

Se realizarán los cálculos de predicción acústica con las siguientes premisas mínimas de configuración:

- Parámetros generales de cálculo:
  - Radio máximo búsqueda: Se especifica, para un receptor determinado, el radio de búsqueda de fuentes de ruido. Las fuentes de ruido dentro de este radio van a ser consideradas, el resto no. Se toma, por lo general, un valor de 2000 m.
  - Interpolación de malla: Indica la interpolación de los resultados entre receptores. Se considera un valor de 3 x 3. Es decir, el cálculo se realiza con una distancia entre receptores de 10 m, pero la representación de la malla se hace mediante una interpolación en puntos intermedios de 3 x 3 metros para una mejor lectura de los mapas.
  
- Parámetros referidos a las reflexiones
  - Orden de reflexión: Se considerará 1 reflexión para todo el estudio.
  - Radio de búsqueda de fuentes: Las reflexiones que se den a una distancia de la fuente de sonido menor que la indicada, se van a tener en cuenta en el cálculo. Se considera un valor de 100 m.
  - Radio de búsqueda de receptor: Las reflexiones que se den a una distancia del receptor menor que la indicada, se van a tener en cuenta en el cálculo. Se considerará un valor de 100 m.
  - Máxima distancia fuente – receptor: Para los objetos que se encuentren a una distancia de la fuente sonora menor que la indicada, se van a calcular teniendo en cuenta las reflexiones del entorno. Se considera un valor de 1000 m.
  - Última reflexión: Se considera el efecto de la última reflexión para la obtención de los mapas de ruido, pero no para la obtención de los mapas de exposición (sonido incidente).

- Propiedades acústicas de la superficie de los edificios: Por defecto se considera que las fachadas de todos los edificios en la zona de estudio se comportan como acústicamente reflectantes ( $G=0$ ).
- Cálculo frecuencial
  - Los cálculos se realizarán mediante análisis de bandas de frecuencia de octava. Espectro definido entre 100 Hz y 4 kHz, si bien la representación de los resultados se realizará en banda ancha con ponderación frecuencial A.
- Malla de cálculo
  - Malla de cálculo. El paso de malla será de 10 m para todas las zonas de estudio para asegurar que existen suficientes puntos para realizar las interpolaciones.
  - Altura de los receptores: 4 m respecto del suelo.
  - No se realiza el cálculo de nivel sonoro en puntos situados en patios interiores (totalmente cerrados) de edificios.
  - Modelo digital del terreno (MDT): El modelo digital de terreno se va a definir mediante triangulación.
  - Líneas del terreno: se tienen en cuenta todas las líneas del terreno como elementos difractantes.

#### 5.1.4.5 Representación de resultados

Los cálculos son efectuados mediante las herramientas descritas en el apartado 5.1.4.1. Los resultados serán mostrados de forma gráfica mediante mapas.

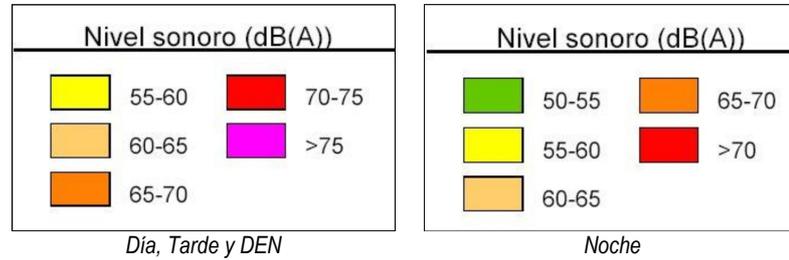
En los mapas se marca la situación de las principales aglomeraciones de población, así como los nombres de polígonos industriales y de enclaves geográficos de importancia, se marca la existencia de accidentes fluviales (ríos y lagos), zonas arboladas, límites de municipios, carreteras fuera del estudio y otros elementos cartográficos.

Las construcciones tienen un código de colores para diferenciar el uso residencial, industrial y el de colegios y hospitales.

La información gráfica que contienen estos mapas se aporta a continuación:

- **Mapas de niveles sonoros:** De cada zona geográfica se reproducen los mapas de nivel  $L_{den}$ ,  $L_n$ ,  $L_d$  y  $L_e$ . Los mapas de niveles sonoros se obtienen mediante la representación gráfica de las curvas isófonas y el coloreado de las áreas ocupadas por los niveles correspondidos entre 55-60 dBA, 60-65 dBA, 65-70 dBA, 70-75 dBA y más de 75 dB(A), para los mapas de

$L_{den}$ ,  $L_d$  y  $L_e$ , y por los niveles correspondidos entre 50-55 dBA, 55-60 dBA, 60-65 dBA, 65-70 dBA y más de 70 dBA, para los mapas de  $L_n$ .



**Figura 4:** Leyenda de colores

- **Tablas de exposición:** muestran las zonas calculadas en detalle por barrios con los valores de exposición en fachadas del número de habitantes.

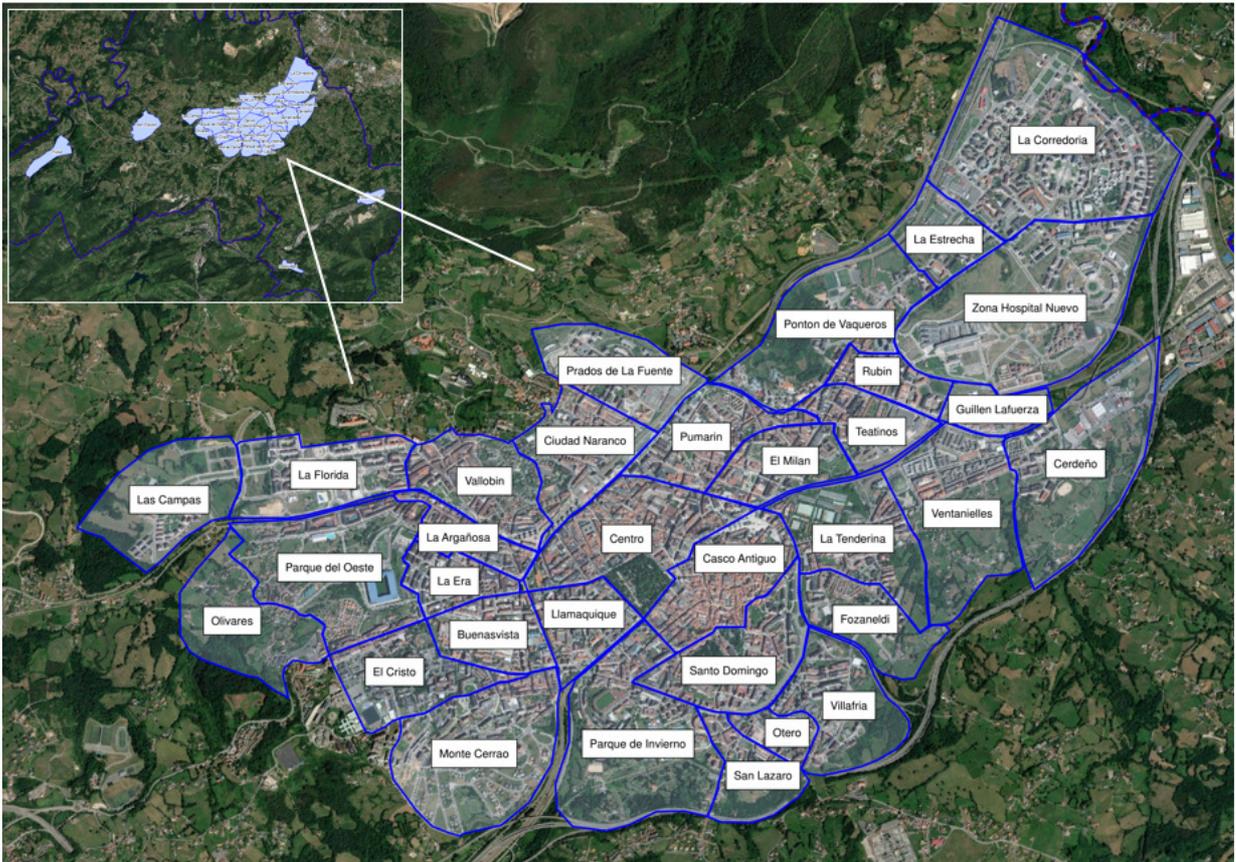
De modo, que con estos mapas será determinado el efecto del ruido, es decir, conocer la población afectada en los diferentes rangos de nivel de ruido estudiados mediante un cálculo de nivel sonoro básico.

## 6 RESULTADOS OBTENIDOS

En este apartado se mostrarán los resultados más representativos obtenidos para cada una de las fuentes consideradas en el estudio por separado y en nivel total de todas las fuentes, expresado en centenas de población expuesta. De este modo se podrán distinguir las fuentes de ruido que producen mayor afección. Según la normativa de aplicación se han evaluado los índices  $L_{den}$  y  $L_n$ , indicadores de la molestia y las alteraciones del sueño respectivamente. Como complemento también se ha considerado de interés el análisis de los índices  $L_d$  y  $L_e$ .

Los mapas anteriormente descritos tan sólo ofrecen información de niveles sonoros de forma objetiva, pero no indican el grado de afección que dichos niveles producen en la población. Por esta razón para cada tipo de fuente sonora se han calculado las tablas de exposición en fachada para todos los períodos horarios, que sirven como base para la estimación de población expuesta. Por otro lado, tal como se especifica en la legislación aplicable, el procedimiento de evaluación sólo tiene en cuenta el sonido *incidente*.

Los datos se presentan, además de en centenas, en unidades de personas expuestas para abundar en la información presentada ya que simplificarlo a centenas reduce sustancialmente la información al haber rangos de nivel con pocas personas expuestas. A continuación, se muestran las zonas de detalle que han sido definidas para evaluar la población expuesta:



**Figura 5: Zonas de detalle**

Los mapas detallados y a escala normalizada pueden consultarse en los juegos de mapas anexos a esta memoria resumen. A continuación, se resumen los resultados de población expuesta para cada una de las fuentes evaluadas.



## 6.2 Ruido Industrial

El ruido industrial se concentra en las zonas y polígonos industriales antes descritos, estando alejados por lo general de los centros urbanos poblados.

### Datos de población expuesta, según zonas de detalle:

Lden	Fuera de zonas	Trubia	Tudela Veguin	Total UME
55-59	1	1	1	1
60-64	0	1	1	1
65-69	0	0	1	1
70-74	0	0	0	0
>75	0	0	0	0
<b>Ld</b>				
55-59	1	1	1	1
60-64	0	0	1	1
65-69	0	0	0	0
70-74	0	0	0	0
>75	0	0	0	0
<b>Le</b>				
55-59	0	1	1	1
60-64	0	0	1	1
65-69	0	0	0	0
70-74	0	0	0	0
>75	0	0	0	0
<b>Ln</b>				
50-54	1	1	1	1
55-59	0	1	1	1
60-64	0	0	1	1
65-69	0	0	0	0
>70	0	0	0	0

**Tabla 3:** Exposición de la población al ruido industrial (centenas)

Lden	Fuera de zonas	Trubia	Tudela Veguin	Total UME
55-59	19	6	90	115
60-64	0	6	92	98
65-69	0	0	36	36
70-74	0	0	0	0
>75	0	0	0	0
<b>Ld</b>				
55-59	6	3	89	98
60-64	0	0	12	12
65-69	0	0	0	0
70-74	0	0	0	0
>75	0	0	0	0
<b>Le</b>				
55-59	0	3	86	89
60-64	0	0	16	16
65-69	0	0	0	0
70-74	0	0	0	0
>75	0	0	0	0
<b>Ln</b>				
50-54	7	8	102	117
55-59	0	3	90	93
60-64	0	0	17	17
65-69	0	0	0	0
>70	0	0	0	0

**Tabla 4:** Exposición de la población al ruido industrial (unidades)

### 6.3 Ruido de ferrocarril

#### Datos de población expuesta, según zonas de detalle:

Lden	Ciudad Naranco	Fuera de zonas	La Argañosa	La Estrecha	Parque del Oeste	Prados de La Fuente	San Claudio	Trubia	Tudela Veguín	Total UME
55-59	2	1	1	1	1	1	1	1	1	4
60-64	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1
65-69	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
70-74	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
>75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Ld</b>										
55-59	1	1	1	1	1	1	0	1	1	3
60-64	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
65-69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70-74	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
>75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Le</b>										
55-59	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1
60-64	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
65-69	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
70-74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Ln</b>										
50-54	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1
55-59	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
60-64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
65-69	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
>70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Tabla 5:** Exposición de la población al ruido de ferrocarril (centenas)

Lden	Ciudad Naranco	Fuera de zonas	La Argañosa	La Estrecha	Parque del Oeste	Prados de La Fuente	San Claudio	Trubia	Tudela Veguín	Total UME
55-59	166	93	53	1	46	3	3	4	22	391
60-64	47	22	0	0	0	3	0	0	13	85
65-69	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3
70-74	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
>75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Ld</b>										
55-59	140	52	43	1	22	5	0	4	18	285
60-64	22	17	0	0	0	0	0	0	9	48
65-69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70-74	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
>75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Le</b>										
55-59	92	30	0	0	0	4	0	1	13	140
60-64	20	3	0	0	0	0	0	0	0	23
65-69	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
70-74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Ln</b>										
50-54	74	38	0	0	0	4	0	0	12	128
55-59	15	3	0	0	0	0	0	0	2	20
60-64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
65-69	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
>70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Tabla 6:** Exposición de la población al ruido de ferrocarril (unidades)

## 7 COMPARATIVA FASE III Y FASE IV

A continuación, se va a realizar una comparación entre la situación de afección reflejada en el MER, realizado en el año 2017, correspondiente a la Fase III y al realizado en el año 2022, correspondiente, a la Fase IV. La comparativa se va a centrar en el ruido de tráfico rodado, debido a que es con mucho la principal fuente de ruido en la aglomeración.

En la siguiente tabla se recogen los datos de exposición en toda la aglomeración para cada uno de los periodos y de los intervalos de niveles, así como el total de los afectados por encima de los OCA de cada periodo (en área acústica residencial: 65/65/55, para el día, tarde y noche, respectivamente).

	Total UME		
	2017	2022	
<b>Lden</b>			
55-59	37596	38777	3%
60-64	37487	32081	-14%
65-69	18480	16997	-8%
70-74	6747	2190	-68%
>75	366	6	-98%
<b>TOTAL</b>	<b>25593</b>	<b>19193</b>	<b>-25%</b>
<b>Ld</b>			
55-59	40011	40767	2%
60-64	30160	25351	-16%
65-69	16212	14047	-13%
70-74	3729	1214	-67%
>75	222	6	-97%
<b>TOTAL</b>	<b>20163</b>	<b>15267</b>	<b>-24%</b>
<b>Le</b>			
55-59	41839	40573	-3%
60-64	27524	24018	-13%
65-69	13803	9120	-34%
70-74	2527	371	-85%
>75	15	3	-80%
<b>TOTAL</b>	<b>16345</b>	<b>9494</b>	<b>-42%</b>
<b>Ln</b>			
55-59	35526	29616	-17%
60-64	16853	13746	-18%
65-69	3456	1951	-44%
70-74	314	19	-94%
>70	25	0	-100%
<b>TOTAL</b>	<b>20648</b>	<b>15716</b>	<b>-24%</b>

**Tabla 7:** Comparativa global de la exposición de la población al ruido de tráfico (personas)

En términos globales, los resultados de población afectada del MER Fase IV (por encima del valor de los OCA), experimentan una reducción muy notable con respecto a la Fase III. Dicha variación está motivada fundamentalmente por el cambio en el modelo matemático de predicción de cálculo (CNOSSOS-UE):

- Orden PCI/1319/2018, de 7 de diciembre, por la que se modifica el Anexo II del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a la evaluación del ruido ambiental.
- 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.

En segundo lugar, se debe buscar la reducción de la población afectada en las actuaciones llevadas a cabo desde el Ayuntamiento, a través del Plan de Acción, que han mejorado la calidad ambiental acústica debido al tráfico rodado de forma aparente.

De esta manera, comparando ambas fases, la población afectada según el indicador Lden se reduce en un 25%, que coincide aproximadamente con la reducción para los indicadores Ldía y Lnoche. Por otro lado, para el indicador Ltarde, la reducción experimentada en la población afectada es mayor. Cabe destacar, que la población expuesta a niveles inferiores a los OCA ha experimentado un ligero decremento entre ambas fases.

## 8 CONCLUSIONES

En las tablas anteriores se aprecia claramente que, en cuanto a número de personas afectadas por elevados niveles de contaminación acústica, la fuente sonora con mayor contribución es el **tráfico rodado**. Este tipo de emisor acústico, a pesar de ser el socialmente más aceptado por los habitantes de una aglomeración urbana, suele ser por extensión uno de los de mayor importancia. La Ciudad de Oviedo no es una excepción.

Un análisis de la evolución de la población afectada revela que desde el anterior MER se ha reducido la población expuesta un tercio en cinco años, pasando de aproximadamente 20.000 personas expuestas en el periodo noche en 2017 a casi 16.000 en 2022. Esta reducción tiene su origen en dos causas; cambio en la metodología de la normativa aplicable (cambio en los métodos matemáticos de propagación y cálculo, y de conteo de población) y en las acciones correctivas llevadas a cabo por el Ayuntamiento a partir del Plan de Acción contra el ruido derivado del MER Fase III.

El diseño del futuro Plan de Acción contra el Ruido de la ciudad deberá continuar en el buen camino emprendido por el ayuntamiento, siendo conscientes de que este volumen de reducción no podrá ser del mismo volumen en el futuro, sino que será más progresivo. Este PAR de nuevo deberá focalizarse en mejorar el nivel de emisión sonora global de la red viaria, ya que este foco sonoro es el principal causante de la contaminación acústica percibida en la ciudad. Por lo tanto, el Plan de Movilidad Urbana Sostenible de la ciudad supondrá una herramienta de análisis básica en la redacción del Plan de Acción, ya que su implantación (que implica, entre otras consecuencias, una reducción del número de vehículos privados en circulación) producirá un efecto muy significativo sobre la exposición sonora de la población en general.

**9 EQUIPO DE TRABAJO**

<b>DIRECCIÓN DEL TRABAJO</b>		
 <b>OVIEDO</b> <sup>.es</sup> AYUNTAMIENTO	Servicio de Medio Ambiente y Planeamiento Urbanístico del Ayuntamiento de Oviedo	Susana Rúa Cosío
<b>AUTORES DEL TRABAJO</b>		
 <b>CECOR</b>	Centro de Estudio y control del Ruido (CECOR)	Alberto Hernández Martín Antonio Hidalgo Otamendi
<b>EQUIPO TÉCNICO</b>		
 <b>CECOR</b>	Centro de Estudio y control del Ruido (CECOR)	Pablo Beneitez Perosanz Javier Ramos Casares

## 10 ANEXO: MAPAS

- **Mapas de nivel sonoro básicos**

1. Ruido Tráfico rodado
  - 1.1. Mapas de nivel sonoro: Lden
  - 1.2. Mapas de nivel sonoro: Ld
  - 1.3. Mapas de nivel sonoro: Le
  - 1.4. Mapas de nivel sonoro: Ln
2. Ruido Industrial
  - 2.1. Mapas de nivel sonoro: Lden
  - 2.2. Mapas de nivel sonoro: Ld
  - 2.3. Mapas de nivel sonoro: Le
  - 2.4. Mapas de nivel sonoro: Ln
3. Ruido Ferrocarril
  - 3.1. Mapas de nivel sonoro: Lden
  - 3.2. Mapas de nivel sonoro: Ld
  - 3.3. Mapas de nivel sonoro: Le
  - 3.4. Mapas de nivel sonoro: Ln
4. Ruido Total
  - 4.1. Mapas de nivel sonoro: Lden
  - 4.2. Mapas de nivel sonoro: Ld
  - 4.3. Mapas de nivel sonoro: Le
  - 4.4. Mapas de nivel sonoro: Ln