

# MEMORIA RESUMEN

## MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO

3ª Fase

---

Mapas de exposición y  
población expuesta al  
ruido

**ESCENARIO  
2016**

Ref.: 21LEA1855F01/0  
MARZO 2022



GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN  
INSTRUMENTACIÓN Y  
ACÚSTICA APLICADA  
POLITÉCNICA

---

## DIRECCIÓN

César Asensio Rivera

---

## EQUIPO TÉCNICO

Ignacio Pavón García

José Trujillo Gallego

Irene Martín Iglesias

Francisco Pérez Dúrnez

*ABRIL 2022*

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>LA AGLOMERACIÓN</b> .....	<b>3</b>
2.1	Término municipal .....	3
2.2	Área de estudio .....	4
2.3	División administrativa.....	5
2.4	Población.....	7
2.5	Focos de ruido.....	7
<b>3</b>	<b>AUTORIDAD RESPONSABLE</b> .....	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>LUCHA CONTRA EL RUIDO EN PALMA</b> .....	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>EJECUCIÓN DEL MAPA DE RUIDO</b> .....	<b>14</b>
5.1	Elaboración de los mapas estratégicos de ruido.....	15
<b>6</b>	<b>DIAGNÓISIS</b> .....	<b>18</b>
6.1	Indicadores.....	18
6.2	Mapas de niveles sonoros.....	18
6.3	Análisis de los Mapas de ruido.....	19
6.4	Población expuesta al ruido .....	20
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>23</b>

# 1 INTRODUCCIÓN

Encuadrado en la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, así como en la Ley 37/2003 del Ruido, el objetivo de este documento es el de presentar el Mapa Estratégico de Ruido, que permite realizar un diagnóstico de la situación acústica actual existente en el término municipal de Palma de Mallorca, como paso previo a la definición de actuaciones para la reducción de los niveles sonoros y la mejora de la calidad de vida, la calidad ambiental y la salud de los residentes en la ciudad.

Atendiendo de forma específica a la problemática existente en la ciudad, y a los requerimientos de la Directiva 2002/49, este estudio permite realizar una evaluación por separado del ruido producido por el tráfico rodado y del tráfico ferroviario existente en la ciudad, y aborda los siguientes contenidos:

- Diagnóstico del ruido, mediante una cartografía de los niveles sonoros que provoca el ruido de tráfico rodado y el ruido del tráfico ferroviario, así como un análisis conjunto de ambas fuentes.
- Análisis de población expuesta al ruido, obtenida a partir del cartografiado de los niveles sonoros en los edificios.

Queda excluido de este estudio el impacto sonoro generado por las actividades portuarias y aeroportuarias, ya que estas fuentes son evaluadas de manera independiente por las entidades competentes en la gestión de dichas infraestructuras.

## 2 LA AGLOMERACIÓN

### 2.1 TÉRMINO MUNICIPAL

Palma de Mallorca es la capital de la Isla de Mallorca y de la Comunidad Autónoma de las Islas Baleares, situada entre los paralelos 38º y 41º Norte, y entre los meridianos 1º y 5º al este del meridiano de Greenwich. Se encuentra ubicada al suroeste de la isla de Mallorca y es la mayor ciudad del archipiélago.

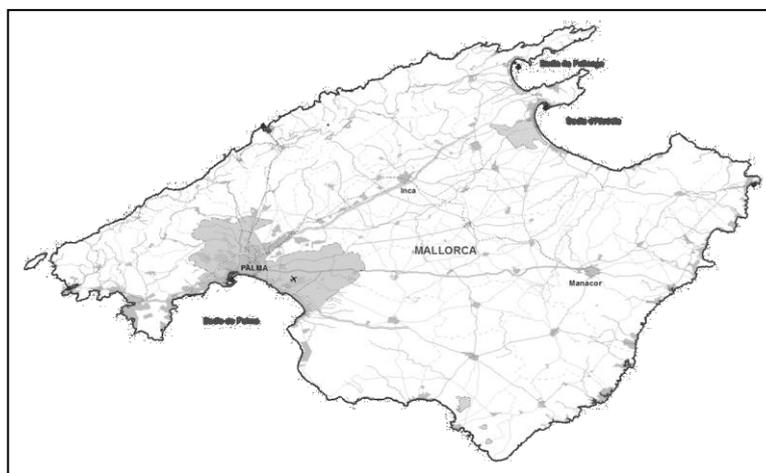


FIGURA 1. ISLA DE MALLORCA

Con una extensión de 208,63 km<sup>2</sup>, su término municipal se extienden entre la Sierra de Na Burguesa y el Prat de Sant Jord, limitando con los municipios de Calviá, Puigpuñent, Esporlas, Valldemosa, Buñola, Marratxí, Santa Eugenia, Algaida y Lluchmayor.



FIGURA 2. TÉRMINO MUNICIPAL DE PALMA

## 2.2 ÁREA DE ESTUDIO

Tras el análisis efectuado, se mantuvo como ámbito de estudio el empleando en las primera y segunda fases de Mapa Estratégico de Ruido (2008 y 2014), que se centra en las zonas habitadas con mayor densidad de edificaciones y población, excluyendo aquellas zonas que, perteneciendo al término municipal, presentan densidades de población reducidas, o las que debido a los usos del suelo asentados, no resultan especialmente sensibles al ruido.

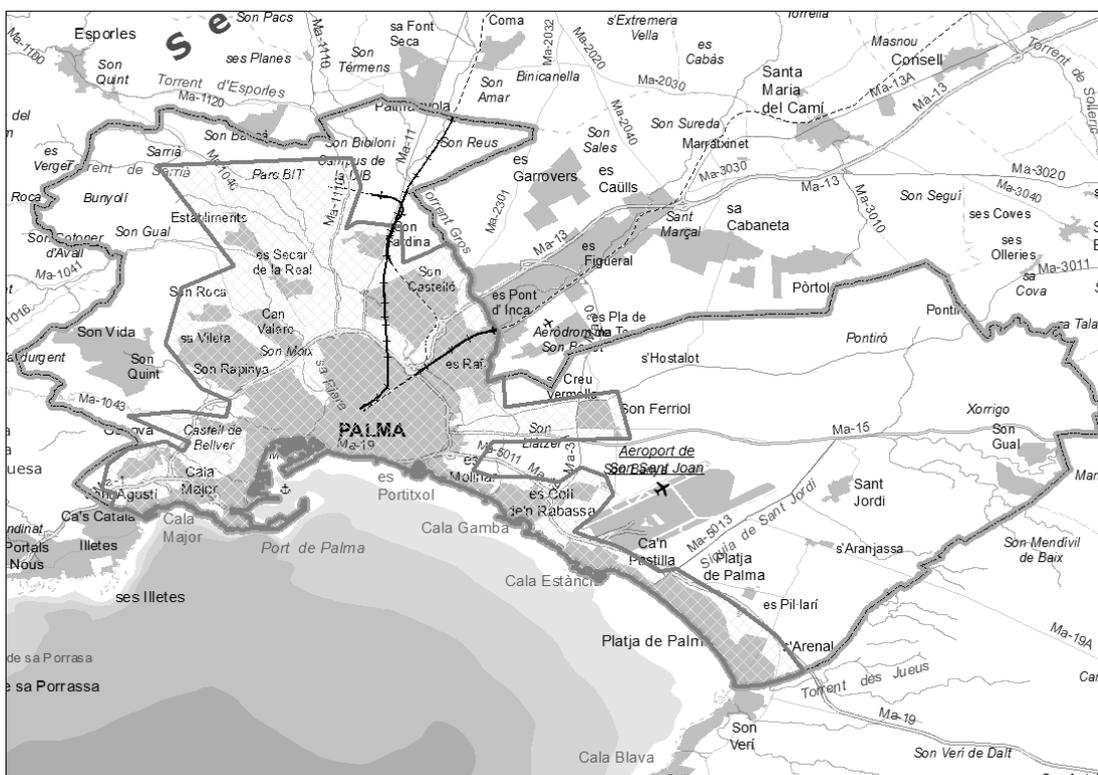


FIGURA 3. ÁMBITO DE ESTUDIO

## 2.3 DIVISIÓN ADMINISTRATIVA

El Reglamento orgánico de Distritos de Palma de Mallorca, acordado por su ayuntamiento durante el pleno del 25 de noviembre de 2004, es el que rige la división administrativa de la ciudad, que se encuentra dividida en cinco distritos y nueve sectores, que a su vez se subdividen en un total de 88 barrios.

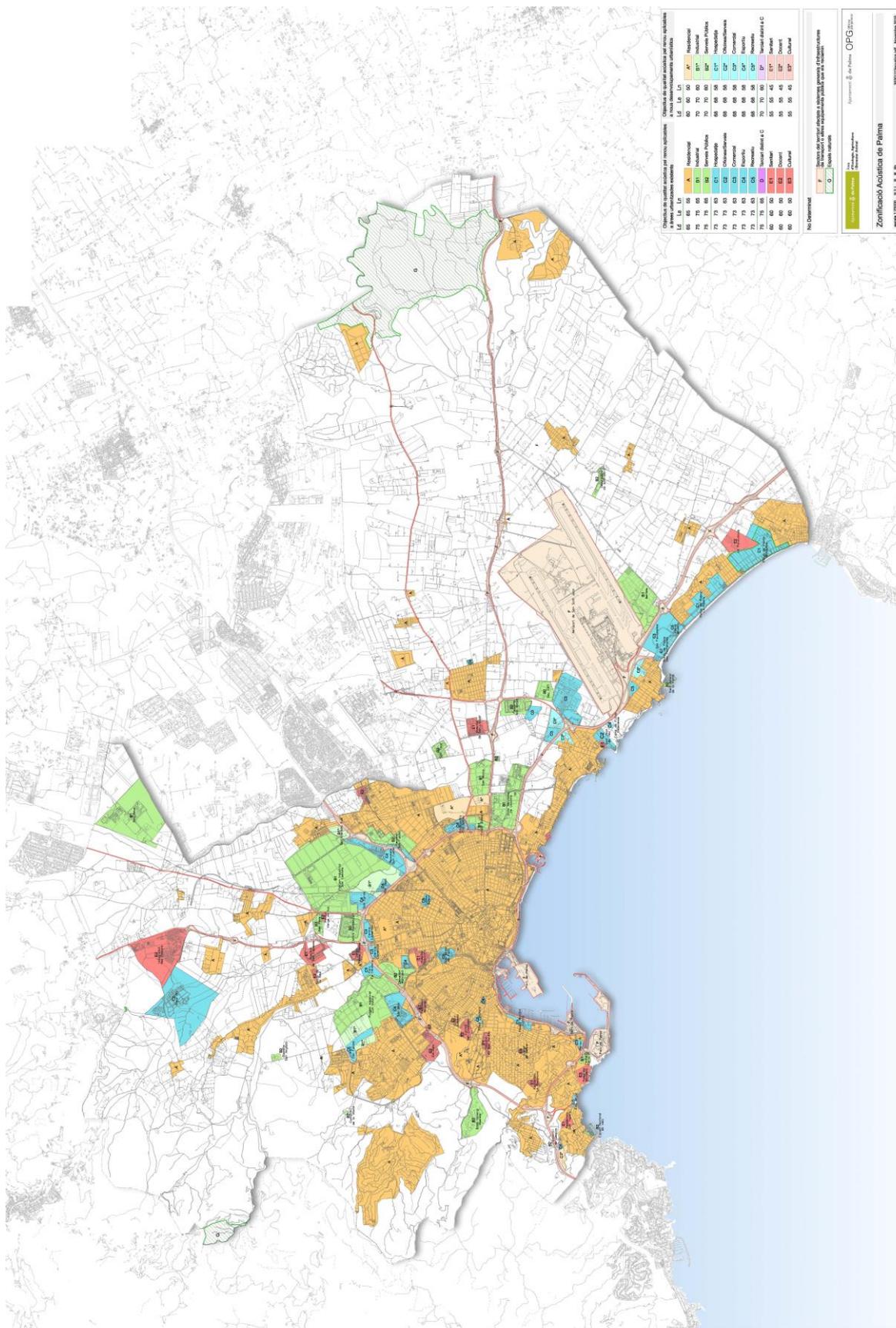
En la Figura 4 se muestra la localización de los distritos y barrios que componen Palma.



FIGURA 4 BARRIOS Y DISTRITOS DE PALMA

### 2.3.1 ZONIFICACIÓN ACÚSTICA

El Excmo. Ayuntamiento Pleno, en sesión de día 25 de enero de 2018 acordó, una vez transcurrido el plazo de información pública de la aprobación inicial de la Zonificación Acústica del T.M. de Palma, aprobarla definitivamente. A pesar de que dicha zonificación no había sido oficialmente aprobada en 2016, escenario contemplado en el presente de documento, se ha decidido incluirla en esta Memoria por su estrecha relación con la gestión de la contaminación acústica, y con los usos del suelo que ya estaban presentes en el municipio en el Escenario 2016.



## 2.4 POBLACIÓN

La población en Palma sufrió un incremento en los últimos años, alcanzando los 430.552 en 2016 (Fuente: La población de Palma per nacionalitat i sexe 1-1-2017, Ayto. de Palma). A partir de la información facilitada, se estima que en el ámbito de estudio se registra una población de 417.480 habitantes. La Figura 6 muestra la distribución de residentes en los diferentes barrios que componen la ciudad. Como se puede observar, la mayor parte de los residentes se concentra en el interior de la vía Cintura.

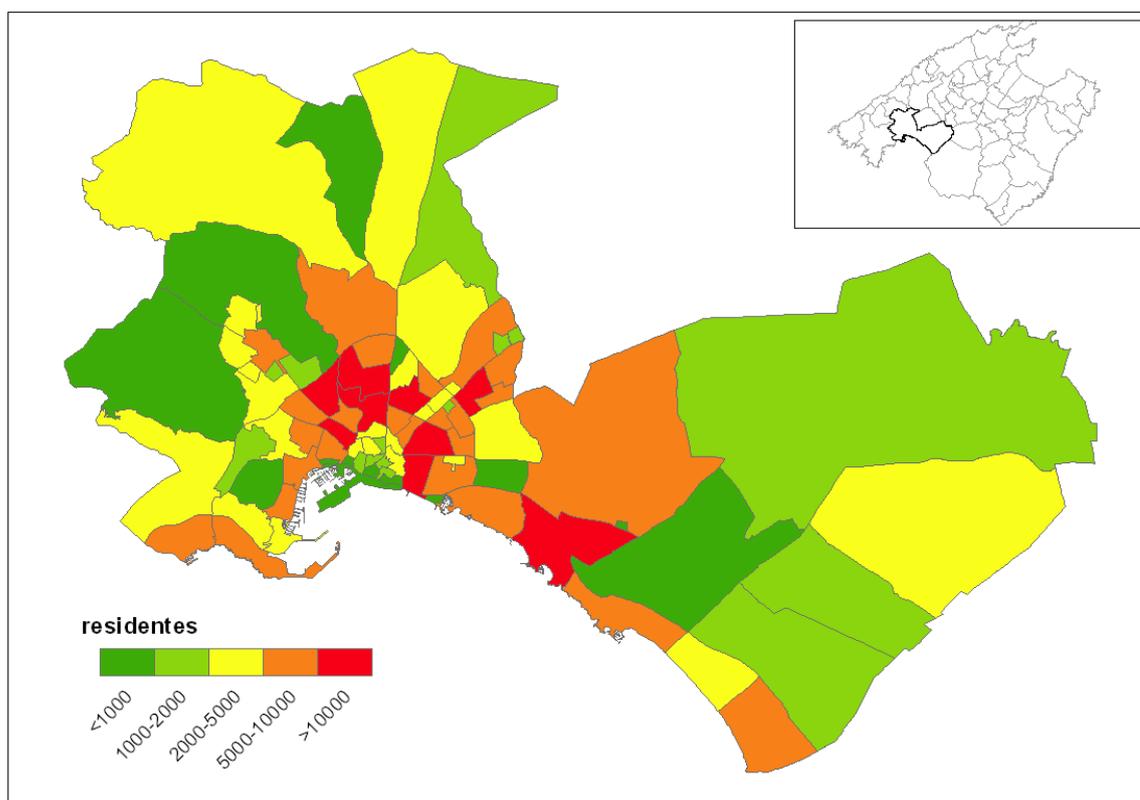


FIGURA 6 POBLACIÓN

## 2.5 FOCOS DE RUIDO

En Palma, los principales focos sonoros que contempla la Directiva 2002/49 son las infraestructuras del transporte, y por lo tanto son las principales fuentes de ruido que se incluyen en el Mapa Estratégico de Ruido. A continuación se realiza una breve descripción de las mismas, mostrando su localización en la Figura 13.

Debe indicarse que, a pesar de que en este apartado se mencionan otras fuentes de ruido, el Mapa Estratégico de Ruido únicamente contempla el tráfico rodado y el tráfico ferroviario, quedando excluido el tráfico aéreo (cuyo mapa estratégico es elaborado por Aena).

### 2.5.1 TRÁFICO RODADO<sup>1</sup>

La red viaria de Palma de Mallorca básicamente tiene una estructura radioconcéntrica que combina anillos de circunvalación con ejes radiales de acceso que son continuación de las carreteras de entrada a la ciudad.

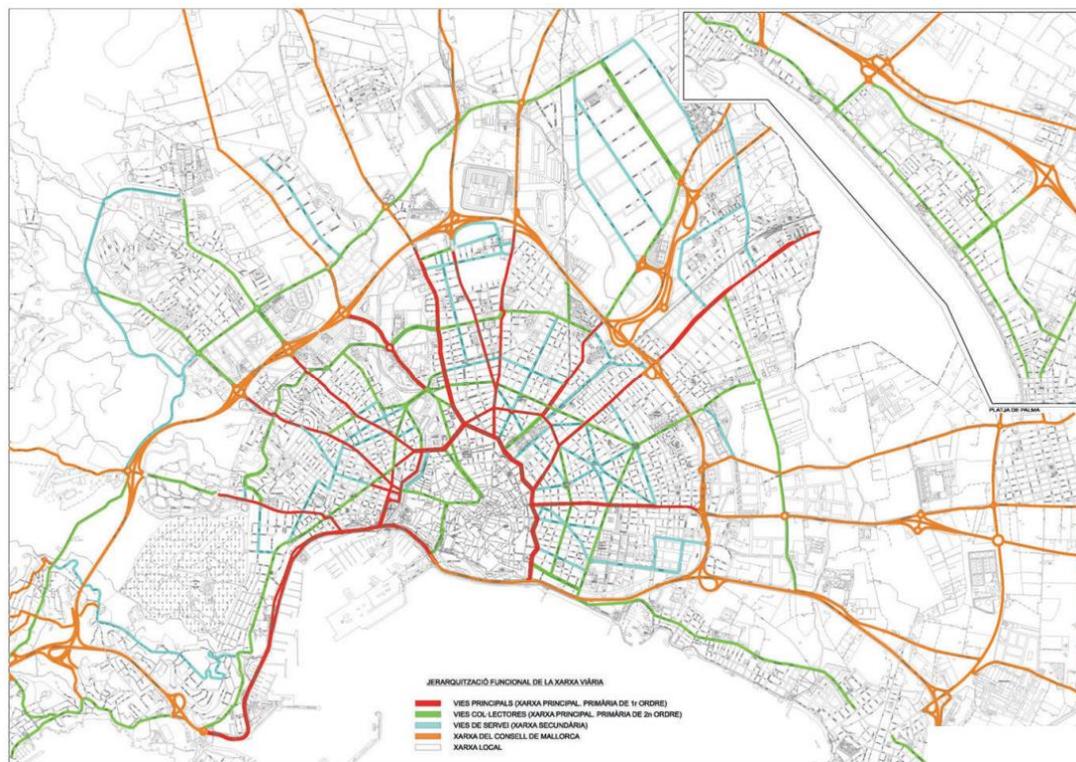


FIGURA 7 JERARQUÍA VIARIA

La principal vía de distribución del tráfico del centro de la ciudad son las Avenidas, constituyendo un primer anillo que bordea el Centro de la ciudad. Un segundo anillo lo constituye la PM-20, conocida como Vía de Cintura, que es una vía segregada de gran capacidad (3 carriles por sentido gran parte de su trazado). En la zona Oeste del Ensanche, otra vía de ronda, comprendida entre las calles Andrea Doria y Aragón actúa como vía de refuerzo para la Vía Cintura.

Entre ambas rondas debe destacarse la existencia de diversas vías urbanas que desarrollan parcialmente la función de ronda intermedia. En el lado este del Ensanche y sentido levante destaca el eje conformado por Francesc Sancho, Gabriel Maura, Nicolau de Pacs y Joan Alcover. En sentido poniente el eje está conformado por las calles Manuel Azaña, Adrian Ferrán, Josep Darder, Jaume Balmes, Ausias March, A. Torrens, Balanguer y Av. República Argentina. En la parte Oeste del Ensanche destacan algunas vías como Espartero o Joan Crespi.

Por lo que se refiere a las vías radiales, constituyen prolongaciones de las autovías y carreteras de entrada a la ciudad, transformándose en verdaderas vías urbanas en las proximidades del centro.

<sup>1</sup> FUENTE: PLAN DE MOVILIDAD. AYUNTAMIENTO DE PALMA.

Como se ejemplifica en la Figura 8, en la ciudad se produjo un crecimiento de los volúmenes de tráfico de un 15%, en relación al Escenario 2014, correspondiente al Mapa Estratégico de Ruido de segunda ronda.

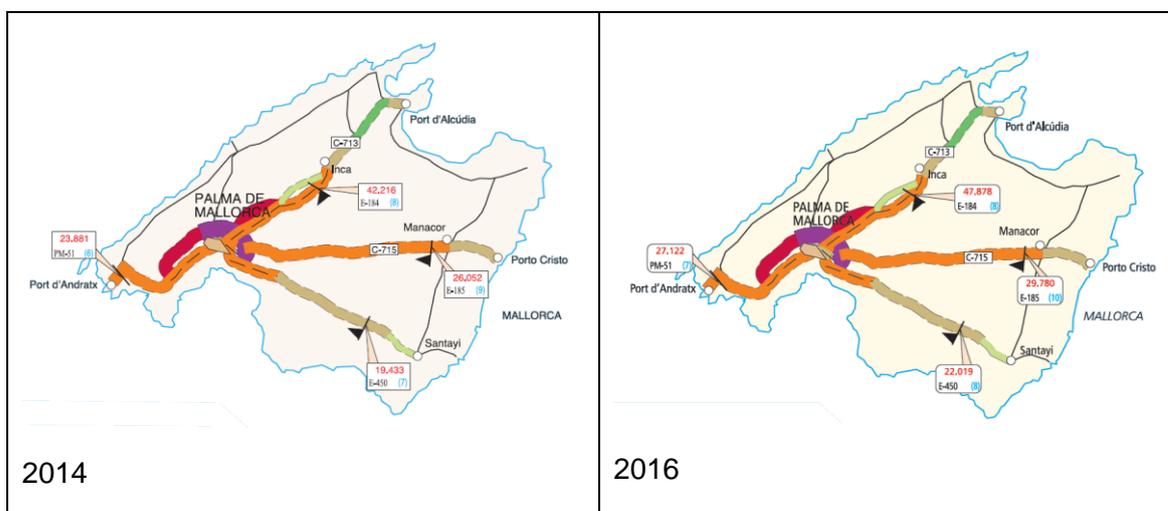


FIGURA 8 INCREMENTO DEL TRÁFICO DESDE EL MER 2014

Por otra parte, se implantaron algunas actuaciones en el municipio derivadas del Plan de Movilidad, que tuvieron como resultado un moderación del tráfico, de forma localizada, en el escenario 2016. En concreto, implantaron dos zonas ACIRE (ÁREAS DE CIRCULACIÓN RESTRINGIDA), Santa Eulalia y Missió. Las calles correspondientes a estas zonas se simularán con las siguientes características:

- Velocidad de circulación: 20 km/h
- Reducción del IMD: 13% (basado en cifras presentadas por el Ayuntamiento de Palma: DATOS DE TRÁFICO ANTES Y DESPUÉS DEL CONTROL DE ACCESOS DE AV. ANTONI MAURA. SENTIDO ENTRADA AL CENTRO)

	IMD	IMD	IMD	IMD	IMD
	2015	2016	2017	2018	2019
Enero	4.574	4.809	3.377	2.789	2.730
Febrero	4.693	5.098	2.806	2.636	2.747
Marzo	4.928	5.109	2.955	2.935	2.879
Abril	5.214	5.861	3.226	3.249	3.159
Mayo	5.440	6.011	4.527	3.344	3.309
Junio	5.567	5.631	4.935	3.434	3.296
Julio	5.635	4.438	4.070	3.413	3.412
Agosto	5.162	3.655	3.380	3.290	3.376
Septiembre	5.409	3.668	4.358	3.316	
Octubre	5.206	3.401	3.551	3.202	
Noviembre	4.845	2.550	3.472	2.925	
Diciembre	5.267	3.635	3.055	2.907	
	63.953	55.883	45.729	39.459	
variación con 2015		-13%	-28%	-38%	-40%

FIGURA 9 REDUCCIÓN DEL TRÁFICO CONSEGUIDA POR LAS ZOANS ACIRE



FIGURA 10 ZONAS ACIRE MISSIÓ Y SANTA EULALIA (2016)

## 2.5.2 TRÁFICO FERROVIARIO

### 2.5.2.1 SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA<sup>2</sup>

Serveis Ferroviaris de Mallorca (SFM) se constituí en 1994 con el objetivo de gestionar los servicios y las infraestructuras que controla como empresa pública para contribuir al crecimiento y mejora de la movilidad en la isla de Mallorca. Serveis Ferroviaris de Mallorca, gestiona de forma conjunta dos marcas:

- La red de ferrocarriles
- El Metro de Palma

La línea del metro M1 une el centro de la ciudad de Palma con la Universitat de les Illes Balears, mientras que la línea M2 une Palma con Marratxi.

Por otra parte, desde Palma salen tres líneas de tren que unen con los municipios de Inca, Sa Pobla y Manacor. Dentro del casco urbano de Palma, que corresponde con la zona de estudio, ambas líneas comparten infraestructura.

<sup>2</sup> FUENTES: SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA

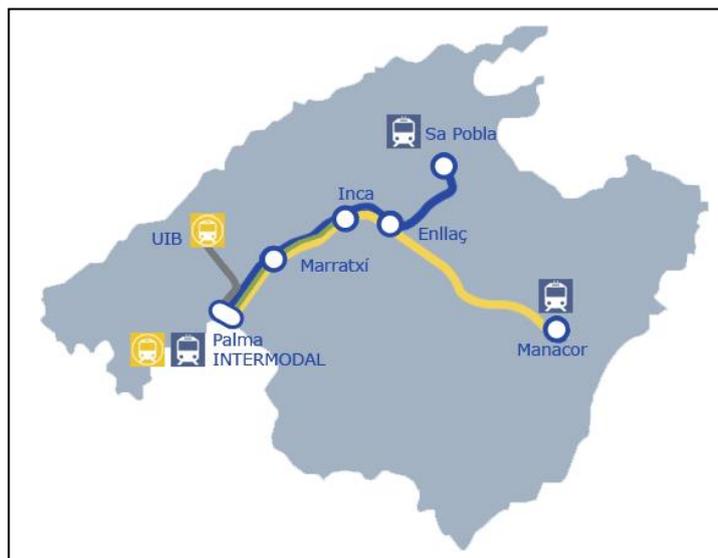


FIGURA 11 LINEAS FERROVIARIAS

En la Estación Intermodal de Palma, confluyen las líneas de tren y metro y se encuentran las líneas de autocares de servicio regular.

#### 2.5.2.2 FERROCARRIL DE SOLLER<sup>3</sup>

La estación de ferrocarril de Sóller es gestionada por la compañía privada Ferrocarril de Sóller SA. La utilizan los trenes de la línea Palma de Mallorca-Bunyola-Sóller. Se caracteriza por circular con un ancho de vía estrecha, y por presentar un material móvil formado por trenes clásicos, originales de principio del siglo XX y poseen más de 100 años. El atractivo del material rodante y del trayecto que se atraviesa durante el recorrido, lo han convertido en una actividad turística, que parte del centro de Palma.



FIGURA 12 TREN TURISTICO DE SOLLER

En relación al ruido ferroviario, no se han producido cambios relevantes con respecto al Escenario 2014, recogido en la Fase 2 del Mapa Estratégico de Ruido.

<sup>3</sup> FUENTES: FERROCARRIL DE SOLLER

### 2.5.3 TRÁFICO AEROPORTUARIO<sup>4</sup>

El aeropuerto de Palma de Mallorca, situado a 8 kilómetros de la ciudad, se localiza en uno de los extremos de la llanura central de origen sedimentario, conocida como Es Plá de Mallorca. Esta llanura situada entre las sierras de Tramontana y la de Llevant posee una altitud media inferior a los 100 metros y se caracteriza por su carácter plano con cierta inclinación hacia el mar, donde finaliza en una costa baja en la que se alternan tramos rocosos con cantiles inferiores a los seis metros, concretamente entre Coll d'en Rabassa y Can Pastilla.

En el año 2016, Son Sant Joan cerró el ejercicio con un total de 26.244.227 pasajeros y 196.264 operaciones.

Queda excluido de este estudio el impacto sonoro generado por las actividades aeroportuarias, ya que estas fuentes son evaluadas de manera independiente por la entidad competente en la gestión de estas actividades (Memoria Técnica de Julio 2017, [https://cdn.mitma.gob.es/portal-web-drupal/aviacion/merpalmamallorca/memoria\\_8.pdf](https://cdn.mitma.gob.es/portal-web-drupal/aviacion/merpalmamallorca/memoria_8.pdf))

### 2.5.4 ACTIVIDAD PORTUARIA<sup>5</sup>

El puerto de Palma está gestionado por la Autoridad Portuaria de Baleares y está situado en el medio de la ciudad, justo delante del casco antiguo, separado de este por el Paseo Marítimo que lo bordea de una punta a otra.

Se divide en cuatro zonas bien diferenciadas: los muelles comerciales, muelles de Poniente, las dársenas deportivas y el dique del Oeste. Dispone de unos servicios que, aun habiendo hecho frente a limitaciones de espacio, han posibilitado la consolidación del puerto como uno de los más importantes de todo el Mediterráneo en relación al tráfico de cruceros.

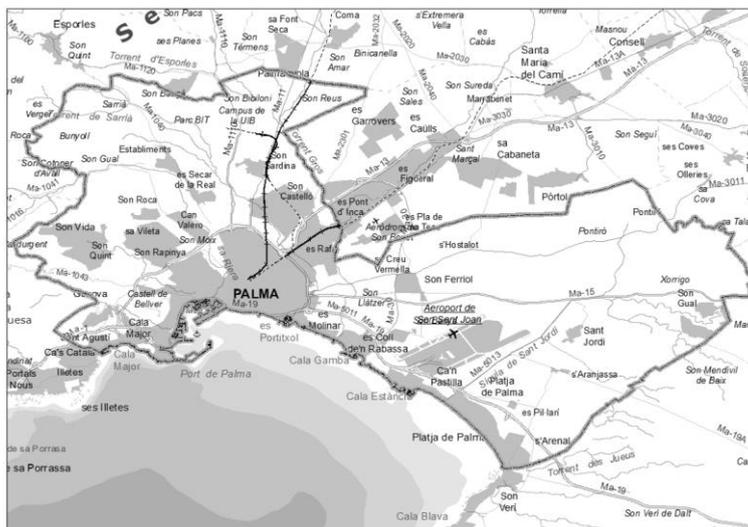


FIGURA 13 PRINCIPALES INFRAESTRUCTURAS DEL TRANSPORTE

<sup>4</sup> FUENTES: AENA AEROPUERTOS

<sup>5</sup> FUENTE: AUTORITAT PORTUARIA DE BALEARS

---

### 3 AUTORIDAD RESPONSABLE

El Ayuntamiento de Palma, con personalidad jurídica propia y plena capacidad para el cumplimiento de sus fines, es la autoridad responsable de la elaboración, revisión e información pública del Mapa Estratégico de Palma.

---

### 4 LUCHA CONTRA EL RUIDO EN PALMA

En este apartado se realiza una breve descripción de las principales acciones y proyectos que el Ayuntamiento ha emprendido con el objetivo de reducir la contaminación acústica del municipio.

---

#### NORMATIVA MUNICIPAL

**1995** *Ordenanza municipal para la Protección del Medio Ambiente contra la Contaminación por Ruidos y Vibraciones del 29 de Julio de 1995*, cuyo objetivo era prevenir, vigilar y corregir la contaminación acústica del medio ambiente ocasionada por ruidos y vibraciones imputables a cualquier causa.

**2001** *Ordenanza municipal de circulación del 14 de Junio de 2001*, siendo uno de los objetivos de esta Ordenanza compatibilizar las necesidades de los usuarios, el respeto al medio ambiente y entorno urbanístico. La ordenanza contemplaba la posibilidad de ejecutar actuaciones policiales de carácter preventivo ante emisiones contaminantes, por ruidos, vibraciones. También contemplaba la posibilidad de realizar medidas especiales de ordenación del tráfico en función de la contaminación acústica.

Dentro de las actuaciones contempladas en esta Ordenanza, en lo que se refiere a la lucha contra el ruido y la contaminación acústica, destacaban las siguientes medidas:

- Áreas de circulación restringida (ACIRE)
- Zonas de estacionamiento regulado
- Zonas peatonales

**2014** *Ordenanza municipal reguladora de ruido y vibraciones del 9 de Enero de 2014*. Actualizando y mejorando algunos de los aspectos ya contemplados en la legislación anterior, tiene por objeto, dentro de las competencias del Ayuntamiento de Palma de Mallorca, regular las medidas y los instrumentos necesarios para prevenir y corregir la contaminación acústica en el término municipal, a fin de evitar y reducir los daños que pueda ocasionar a las personas, los bienes o el medio ambiente.

Esta nueva Ordenanza concreta los instrumentos jurídicos y técnicos necesarios para dar una respuesta adecuada a las inquietudes de los ciudadanos respecto a la contaminación acústica, mejorando su calidad de vida, en un proceso de concienciación ambiental creciente. El espíritu final de esta nueva ordenanza es la prevención en la generación del ruido ambiental y al mismo tiempo, lograr la estandarización de las formas de medición y así obtener

unos resultados equiparables con los de cualquier otra ciudad española o europea.

La Ordenanza también realiza mención explícita de los vehículos a motor, su correcto mantenimiento, y las conductas incívicas asociadas a su uso.

---

## OTRAS ACTUACIONES

- 2008** *Mapa Estratégico de Ruido, correspondiente a la primera fase.* Cumpliendo con los requisitos derivados de la Directiva 2002/49 y de la Ley 37 del Ruido, el mapa permitió efectuar una primera diagnosis del ruido existente en la ciudad y apuntaba la necesidad de planificar y ejecutar actuaciones en zonas completas de la ciudad. En la memoria de dicho Mapa, se apuntaba la necesidad de actualizar la legislación municipal en materia de contaminación acústica.
- 2010** *Zonificación acústica*
- 2014** *Proyecto CIVITAS DIN@MO.* El municipio es miembro de este proyecto europeo por el que se desarrolla el Plan de Movilidad Urbana sostenible (PMUS). De manera directa, e indirecta, el proyecto contempla múltiples actuaciones que redundarán en la reducción de los niveles sonoros producidos por el ruido de tráfico en la ciudad. Algunas de estas actuaciones son:
- Fomento del coche eléctrico
  - Renovación de flotas de servicios municipales
  - Electrificación de líneas ferroviarias
  - Creación de nuevas zonas de circulación restringida
  - Reducción efectiva, y control de los límites de velocidad
  - Fomento de la movilidad a pie y en bicicleta
  - Mejora efectiva del transporte público
- 2016** *Zonas Acire.* En 2016 entraron en servicio las zonas ACIRE de Santa Eulalia y Missió.
- 2016** *Pantallas acústicas.* A partir de recopilación de fotografías aéreas, se ha podido comprobar la presencia de nuevas pantallas acústicas en la Vía Cintura.

---

## 5 EJECUCIÓN DEL MAPA DE RUIDO

El mapa estratégico presentado en este documento ha sido elaborado mediante técnicas de cálculo (simulación) basadas en los métodos provisionales descritos en la Ley del Ruido y el RD 1513/2005).

- **Ruido de tráfico rodado:** método francés, NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTULCPC-CSTB), mencionado en el "Arreté du mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal officiel du 10 mai 1995, article 6" y en la norma francesa "XPS 31-133".
- **Ruido de ferrocarril:** El método nacional de cálculo de los Países Bajos, publicado como «Reken-en Meetvoorschrift Railverkeerslawaaï'96» («Guías para

el cálculo y medida del ruido del transporte ferroviario 1996»), por el Ministerio de Vivienda, Planificación Territorial, 20 de noviembre 1996.

Para ello, se ha generado un modelo acústico, consistente en una representación digital en tres dimensiones de aquellos aspectos del mundo real que son relevantes en lo que respecta a la emisión, propagación y recepción del sonido en el medio exterior. Una vez incluidos en el modelo estos elementos, se aplican algoritmos de cálculo que permiten predecir la propagación del sonido.

Para la ejecución de las simulaciones, se decidió emplear el software comercial CadnaA desarrollado por Datakustik, que permite implementar ambos métodos y ejecutar todos los procesos relacionados con la elaboración de los mapas estratégicos de ruido.

En este mapa de ruido, tan sólo se ha abordado el ruido de tráfico y el ruido ferroviario.

Dado que los trabajos pretenden recoger el ambiente acústico de la ciudad a lo largo del año 2016, toda la información utilizada ha sido recopilada a partir de datos estadísticos y fotografías aéreas obtenidas del PNOA.

---

## 5.1 ELABORACIÓN DE LOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO

### 5.1.1 ÁMBITO DE SIMULACIÓN

Una vez determinada el área de estudio por el Ayuntamiento de Palma, como se recoge en la Figura 3, es necesario obtener la información relativa a las fuentes de ruido y los elementos que determinan la propagación del sonido dentro de dicho ámbito. Además, con el objetivo de diagnosticar de forma adecuada los niveles sonoros existentes en las áreas más próximas a los límites de dicho ámbito, el modelo acústico generado debe recrear elementos que se hallan más allá de sus límites. Por este motivo, el modelo de simulación abarca un ámbito ampliado en 200 m sobre el área de interés definida por el Ayuntamiento.

### 5.1.2 EL TERRENO

El modelo digital del terreno necesario para implementar el modelo acústico quedó definido a partir de la información suministrada por el **Departamento de Cartografía del Instituto Municipal de Innovación (IMI)** de Palma de Mallorca, que constaba de los siguientes elementos:

- Líneas de nivel fuera del casco urbano
- Puntos de cota en el interior del casco urbano
- Información tridimensional de viario y aceras

A partir de estos elementos se compuso un modelo tridimensional del terreno sobre el que se insertaron el resto de elementos (fuentes sonoras y obstáculos).

### 5.1.3 EDIFICIOS

Además de los edificios correspondientes a viviendas, se incluyeron en este apartado los edificios públicos, los lugares de culto, los depósitos y otros obstáculos como construcciones monumentales, plaza de toros, estadios y otras instalaciones deportivas. La inclusión o exclusión de cada obstáculo acústico se realizó de manera pormenorizada barrio a barrio, atendiendo a criterios técnicos.

El modelo acústico incorpora información relativa a la disposición de más de 70.000 edificaciones, así como la altura relativa de cada uno de ellas.

### 5.1.4 PANTALLAS ACÚSTICAS

Además de los edificios, pueden existir otro tipo de obstáculos que atenúan el sonido a lo largo de su camino de propagación. Es el caso de las pantallas acústicas. Las pantallas acústicas son simuladas mediante elementos lineales ubicados sobre el terreno, siendo los parámetros que determinan su comportamiento el trazado, la altura y la absorción sonora.

### 5.1.5 CALLES Y CARRETERAS

A partir del modelo de simulación de tráfico existente en el municipio, calibrado en diciembre de 2014, el Departamento de Movilidad del Ayuntamiento proporcionó los datos necesarios para la simulación del ruido de tráfico rodado. Estos datos han sido actualizados para recoger el incremento del 15% en el volumen de tráfico.

El modelo acústico contempla los ejes viarios más relevantes de la ciudad. Cada tramo de calle lleva asociada la siguiente información, necesaria para la definición de las emisiones acústicas producidas:

- Trazado del tramo, y sentido de circulación.
- Intensidad de tráfico (vehículos/hora).
- Velocidad de los vehículos (kilómetros/hora).
- Porcentaje de vehículos pesados(%).

Dicha información debe estar disponible para cada uno de los períodos de estudio, día (07 a 19 h), tarde (19 a 23 h) y noche (23 a 07), y debe ser representativa del tráfico promedio anual.

Las arterias principales del municipio, las vías de mayor amplitud, y aquellas vías con calzadas separadas, han sido simuladas mediante una fuente de ruido lineal por cada uno de los carriles, mientras que el resto de calles se han modelado mediante un eje central.

### 5.1.6 TRÁFICO FERROVIARIO

La descripción de los tramos de vía se ha realizado basándose en información cartográfica disponible y las fotografías existentes, así como la información obtenida de los correspondientes gestores de cada infraestructura ferroviaria.

Se han definido las líneas de tren mediante los siguientes parámetros:

- Trazado y longitud de la vía.
- Tipo de vía en función del balasto y las traviesas, del número de juntas y cruces.

- Velocidad media de los trenes que circulan por la vía, en cada tramo.
- Número de trenes en cada horario.

### 5.1.7 POBLACIÓN

El Servicio de Población del Ayuntamiento facilitó información referente al número de habitantes, en función de las referencias catastrales. Mediante herramientas GIS se realizó la asignación de la población desde las referencias catastrales a los edificios existentes, en función de la altura y superficie de los mismos (siguiendo indicaciones de la GPG).

### 5.1.8 CÁLCULOS DE NIVEL SONORO

Mediante un software comercial (CadnaA, en este caso) se efectúan los cálculos de los niveles sonoros conforme a los modelos de cálculo ya mencionados.

Para obtener los mapas sonoros, se ha establecido una rejilla rectangular de 10x10m. Los niveles sonoros son calculados a una altura de 4 metros sobre el suelo. Una vez calculados los niveles existentes en todos los receptores de esta rejilla, se efectúa una interpolación espacial que permite representar el nivel sonoro en todo el territorio, mediante mapas de contornos.

El cálculo de la población expuesta al ruido, se realiza de manera diferente. En este caso los receptores se sitúan alrededor de cada uno de los edificios, y se excluye de los cálculos la reflexión del sonido en el propio edificio que se está evaluando. A cada edificio se le asigna el nivel correspondiente al mayor de los existentes en su fachada. De esta manera, cada edificio tiene asignado el nivel sonoro para cada uno de los indicadores, así como el número de residentes, lo que permite generalizar los cálculos de población expuesta dentro de cada rango de nivel sonoro.

### 5.1.9 CONDICIONES AMBIENTALES

Dados los valores medios existentes en la ciudad, se seleccionaron como valores de referencia los recomendados por norma francesa NMPB-Routes-96, temperatura 15°C y una humedad relativa 70%, muy similares a los datos existentes en Palma de Mallorca.

TABLA 1. - CONDICIONES METEOROLÓGICAS<sup>6</sup>

	Media anual	Media máxima anual	Media mínima anual
Temperatura	16,5 °C	22,4 °C	10,6 °C
Humedad Relativa	72 %	79 %	62 %

<sup>6</sup> FUENTES: INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA

## 6 DIAGNÓSIS

### 6.1 INDICADORES

En lo que se refiere a la elaboración de Mapas Estratégicos de Ruido, la directiva 2002/49 del ruido establece que deben utilizarse los indicadores Ln y Lden. Además de estos indicadores, se mencionan los indicadores Ld y Le.

Estos mismos cuatro indicadores son a los que se refiere el Real Decreto 1513/2005, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, del ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.

Los indicadores Ld, Le y Ln se basan en el indicador nivel sonoro continuo equivalente, tal y como lo define la norma internacional ISO 1996. Cada uno de ellos emplea un período de referencia (día, tarde y noche, respectivamente), que permite estandarizar la determinación del nivel sonoro continuo equivalente.

- *Ld 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 (07 a 19 h) de un año.*
- *Le 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 (19 a 23 h) de un año.*
- *Ln 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 (23 a 07 h) de un año.*

Por su parte, el Lden es un indicador definido para evaluar conjuntamente los tres períodos, incluyendo una ponderación derivada de la mayor molestia que produce el ruido en los períodos de tarde y noche.

- *El índice de ruido día-tarde-noche, Lden, se expresa en decibelios (dB), y se determina mediante la expresión siguiente:*

$$Lden = 10 \cdot \log \left[ \left( 12 \cdot 10^{\frac{Ld}{10}} \right) + \left( 4 \cdot 10^{\frac{Le+5}{10}} \right) + \left( 8 \cdot 10^{\frac{Ln+10}{10}} \right) \right]$$

Los resultados que muestra un mapa de ruido describen, mediante una foto fija, la situación acústica del municipio a lo largo del último año, y por lo tanto, no permite analizar con detalle las fluctuaciones del nivel sonoro a lo largo de ese año. Esto puede tener una especial relevancia en aglomeraciones como Palma, con una actividad turística muy relevante y un alto grado de estacionalidad. Es necesario aclarar estos términos, ya que los niveles sonoros que se presentan no son representativos de la temporada estival, o la invernal (siendo previsible que existan grandes diferencias entre ellas), sino que lo son de la totalidad del año, lo que permite abordar los objetivos estratégicos del mapa.

### 6.2 MAPAS DE NIVELES SONOROS

Los mapas de niveles sonoros facilitan el análisis espacial de los resultados. De forma gráfica, permiten identificar de una rápida e intuitivamente aquellas zonas del territorio que destacan por sus elevados niveles. De esta manera resulta factible identificar puntos calientes, y establecer criterios para la priorización de los planes de acción.

En el caso de las aglomeraciones, los mapas que deben elaborarse son los siguientes:

	Ld	Le	Ln	Lden
Tráfico viario	x	x	x	x
Tráfico ferroviario	x	x	x	x
Tráfico aéreo	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
Industrial	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
Total	x	x	x	x

Dichos mapas debe especificar la distribución espacial de los niveles sonoros, y deben incluir información referente al número de personas expuestas al ruido.

Tanto en lo relacionado con el análisis de datos por parte de técnicos, como en lo que tiene que ver con la comunicación a la ciudadanía, es necesario encontrar un balance entre la precisión que ofrecen las herramientas de cálculo, y la simplicidad de las representaciones. Es por esto que la representación de los mapas se realiza en intervalos de 5 dB, empleando una escala de colores estandarizada que permita comparar diferentes mapas de ruido realizados en diferentes aglomeraciones o infraestructuras del transporte.

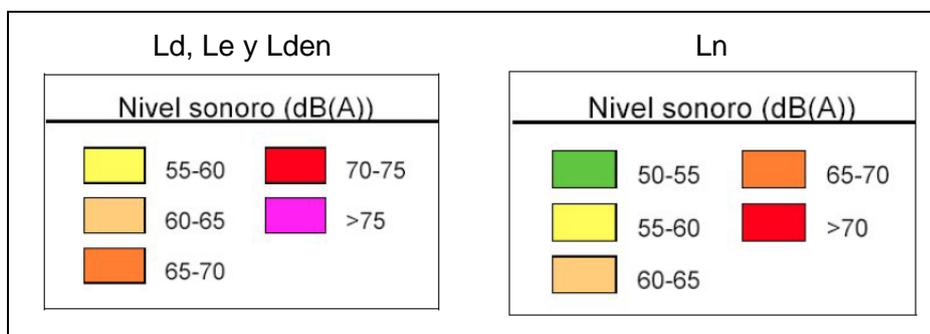


FIGURA 14 ESCALA DE COLORES EN LOS MAPAS DE NIVELES SONOROS

### 6.3 ANÁLISIS DE LOS MAPAS DE RUIDO

En este apartado se muestran y comentan algunos de los principales resultados del análisis efectuado a los mapas sonoros.

Como sucedía en los mapas de ruido previos, el ruido de tráfico predomina en el interior de la ciudad frente al resto de fuentes de ruido. La intensidad del tráfico y su distribución por la práctica totalidad del casco urbano de Palma, sitúan esta fuente como predominante, en lo que se refiere a los niveles sonoros existentes, así como en lo que se refiere al número de personas expuestas al ruido.

El análisis de los resultados mostrados en la Figura 15 refleja de forma clara la relación existente entre las principales infraestructuras del tráfico y los niveles sonoros. Los niveles sonoros más elevados se producen en las áreas afectadas por la Vía Cintura (Ma-20), la Autopista Palma-La Puebla (Ma-13), la Autopista de Poniente (Ma-1) y la Autopista de Levante (Ma-19). La gran capacidad de estas vías, junto con la mayor velocidad de los vehículos que circulan por ellas, originan niveles sonoros por encima de los 75 dBA, que además, se extiende en una franja de terreno amplia en paralelo a ellas.

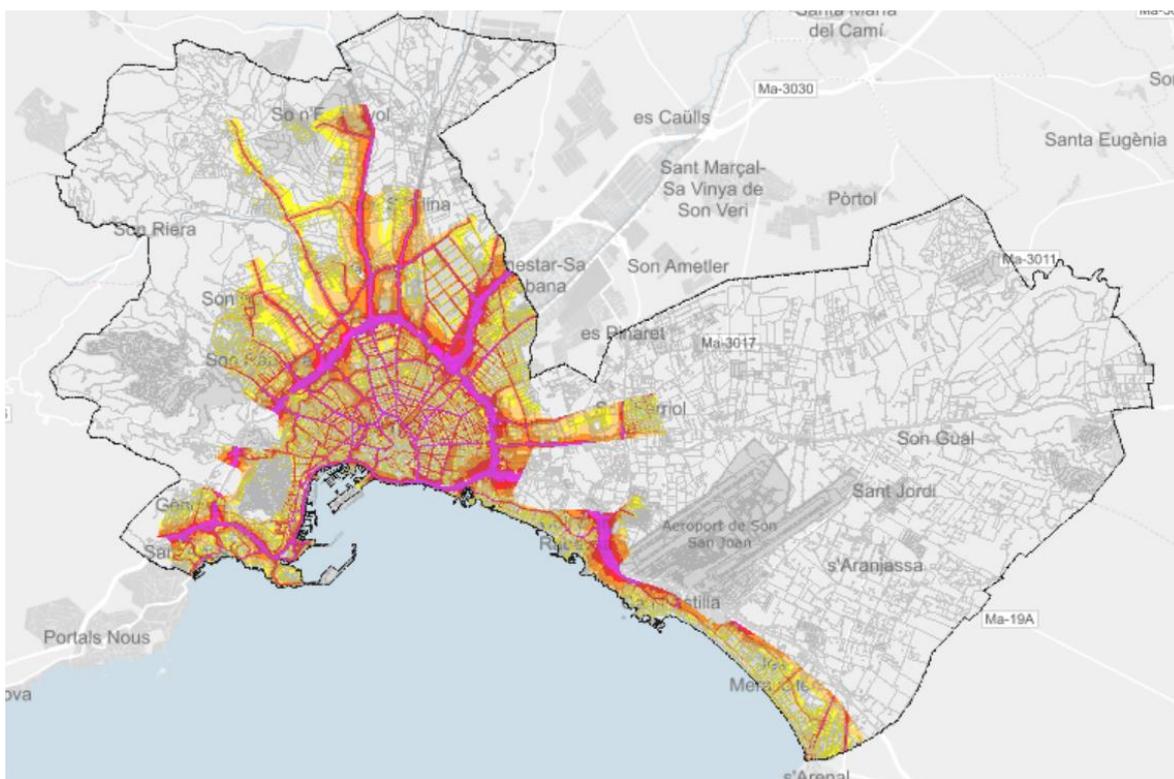


FIGURA 15 NIVEL SONORO – PERÍODO DÍA

Alejados del casco urbano, existen núcleos de población importantes en Can Pastilla, Les Maravelles y L'Arenal, donde sólo la Autopista de Levante lleva asociados fuertes niveles sonoros. Sin embargo, los márgenes existentes a los lados de esta vía son motivo de la atenuación del sonido por la distancia, y en consecuencia minimizan la afección de la vía.

El ruido producido por la actividad ferroviaria en Palma es marginal, quedando limitado prácticamente a las fachadas que tienen visión directa de la infraestructura ferroviaria. Esto se debe, por una parte, a que las principales líneas de transporte público discurren soterradas en gran parte de su recorrido a lo largo del casco urbano. Por otra parte, el empleo de material móvil eléctrico y renovado provoca que los niveles sonoros generados sean relativamente bajos.

## 6.4 POBLACIÓN EXPUESTA AL RUIDO

En este apartado se presenta la información correspondiente al número de personas que está expuesta al ruido en la Ciudad. A partir del análisis de los niveles sonoros en las fachadas de los edificios, y de los datos referentes al número de residentes en cada edificio, se ha calculado el número de personas expuestas al ruido, para los diferentes indicadores y rangos que requiere la normativa. Las cifras agregadas de población expuesta a niveles superiores a 65/65/55 se mantienen prácticamente iguales a las registradas en la Fase 2. Sin embargo, el incremento de tráfico observado en el escenario 2016 frente al escenario 2014, teniendo una incidencia mínima en los mapas de exposición y en los valores agregados, sí produce un cierto desplazamiento en los rangos de población expuesta al ruido. A la vista de los resultados, podemos indicar que el número de personas expuestas al ruido es bastante elevado, ya que, el 58% de la población que se incluye en el ámbito de estudio (417.480 habitantes) está expuesta, en sus viviendas a niveles superiores a los 55 dBA durante el período nocturno (Ln).

En lo que se refiere a los períodos de mañana (Ld) y tarde (Le), aproximadamente la mitad de los habitantes incluidos en el ámbito de estudio residen en viviendas expuestas a niveles superiores a 65 dBA.

Una de las causas fundamentales se debe a la morfología urbana de Palma. La mayor parte de la población se encuentra concentrada en el interior de la Vía Cintura. En general, en esta zona, la concentración de edificios es muy elevada, y los edificios a ambos lados de las calzadas se encuentran situados muy próximos a esta, con muy pocas zonas abiertas. Esto provoca que los niveles producidos por el tráfico no se atenúen antes de incidir en los edificios. Además, dada la distribución del tráfico en esta zona, el efecto pantalla que produce la primera línea de edificios, queda parcialmente enmascarado por los niveles sonoros emitidos en las calles laterales o traseras, que también asumen una intensidad de tráfico importante.

En las zonas en las que la densidad de edificaciones es menor, especialmente fuera de la Vía Cintura, el tráfico queda más concentrado en vías principales, y por este motivo, sólo los edificios situados en primera línea se ven expuestos a niveles sonoros importantes, reduciéndose el nivel sonoro incidente en el resto de edificios.

**TABLA 2. POBLACIÓN EXPUESTA AL RUIDO DE TRÁFICO RODADO**

Ld (dBA)	Día (07 – 19 h)		Tarde (19 – 23 h)		Noche (23 – 07 h)			
	Población expuesta x100 hab.	%	Le (dBA)	Población expuesta x100 hab.	%	Ln (dBA)	Población expuesta x100 hab.	%
< 55	666	16%	< 55	861	21%	<50	1086	26%
55 – 60	517	12%	55 – 60	596	14%	50-55	639	15%
60 – 65	695	17%	60 – 65	684	16%	55-60	894	21%
65 – 70	926	22%	65 – 70	974	23%	60-65	1005	24%
70 – 75	1095	26%	70 – 75	926	22%	65-70	467	11%
> 75	276	7%	> 75	134	3%	>70	84	2%

Completo (0 – 24 h)		
Lden (dBA)	Población expuesta	
	x100 hab.	%
< 55	626	15%
55 – 60	442	11%
60 – 65	630	15%
65 – 70	874	21%
70 – 75	1077	26%
> 75	527	13%

TABLA 3. POBLACIÓN EXPUESTA AL RUIDO DE TRÁFICO FERROVIARIO

Ld (dBA)	Día (07 – 19 h)		Tarde (19 – 23 h)		Noche (23 – 07 h)			
	Población expuesta x100 hab.	%	Le (dBA)	Población expuesta x100 hab.	%	Ln (dBA)	Población expuesta x100 hab.	%
< 55	4172	100	< 55	4175	100	<50	4164	100
55 – 60	3	0	55 – 60	0	0	50-55	9	0
60 – 65	0	0	60 – 65	0	0	55-60	2	0
65 – 70	0	0	65 – 70	0	0	60-65	0	0
70 – 75	0	0	70 – 75	0	0	65-70	0	0
> 75	0	0	> 75	0	0	>70	0	0

Completo (0 – 24 h)		
Lden (dBA)	Población expuesta	
	x100 hab.	%
< 55	4171	100
55 – 60	4	0
60 – 65	0	0
65 – 70	0	0
70 – 75	0	0
> 75	0	0

TABLA 4. POBLACIÓN EXPUESTA AL RUIDO TOTAL

Ld (dBA)	Día (07 – 19 h)		Tarde (19 – 23 h)		Noche (23 – 07 h)			
	Población expuesta x100 hab.	%	Le (dBA)	Población expuesta x100 hab.	%	Ln (dBA)	Población expuesta x100 hab.	%
< 55	664	16%	< 55	861	21%	<50	1085	26%
55 – 60	519	12%	55 – 60	596	14%	50-55	640	15%
60 – 65	695	17%	60 – 65	684	16%	55-60	894	21%
65 – 70	926	22%	65 – 70	974	23%	60-65	1005	24%
70 – 75	1095	26%	70 – 75	926	22%	65-70	467	11%
> 75	276	7%	> 75	134	3%	>70	84	2%

Completo (0 – 24 h)		
Lden (dBA)	Población expuesta	
	x100 hab.	%
< 55	622	15%
55 – 60	445	11%
60 – 65	630	15%
65 – 70	874	21%
70 – 75	1077	26%
> 75	527	13%

## 7 CONCLUSIONES

- El tráfico rodado es la principal fuente de ruido, extendiéndose por la práctica totalidad del municipio.
- Los niveles sonoros más elevados se sitúan en las proximidades de las grandes vías rápidas, siendo la Vía Cintura la que presenta una mayor extensión dentro del ámbito de estudio y junto a la que existe una mayor concentración de núcleos residenciales. El resto de carreteras radiales, están, en general, más alejadas de núcleos urbanos, por lo que afectan a la población en menor medida.
- En el interior de la Vía Cintura, la red viaria es muy tupida. En ella destacan las grandes avenidas, que concentran un mayor volumen de tráfico, y por lo tanto unos niveles sonoros que superan los 70 dBA en el período de día, y los 65 dBA en el de noche. El incremento producido en el flujo de tráfico interior ha sido parcialmente atenuado en las zonas ACIRE implementadas en la ciudad. En ellas se aprecia una leve reducción de los niveles sonoros frente al escenario 2014, asociado a esta reducción de tráfico y, en menor medida, a la reducción de la velocidad.
- Dada la estacionalidad de la actividad en la ciudad (que no queda reflejada en un mapa estratégico de ruido), es perfectamente factible que la diagnosis promedio anual que se realiza, esté marcada de manera fundamental por aquellos períodos del año en que se registra una mayor actividad viaria, siendo a estos períodos a los que deben priorizarse las actuaciones definidas en el Plan de Acción.
- El ruido ferroviario es residual en Palma, quedando restringido, prácticamente, a la fachada más expuesta a esta fuente. Las acciones ejecutadas en lo referente a soterramientos y actualización del material rodante, ha permitido reducir los niveles sonoros que provoca esta fuente. Durante el período nocturno, varias de las líneas ferroviarias permanecen inactivas, por lo que la afección producida por esta fuente durante este período es muy baja.

