

**MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO.
RESUMEN
LÍNEA 1 METRO DE SEVILLA**



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
**CONSEJERÍA DE FOMENTO, INFRAESTRUCTURAS
Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO**



REALIZACIÓN DE LOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO Y PLANES DE ACCIÓN DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS METROPOLITANOS DE SEVILLA, GRANADA Y MÁLAGA. LÍNEA 1 METRO DE SEVILLA

I.RESUMEN MER. LINEA 1 METRO SEVILLA

ÍNDICE

0	OBJETO Y CONTENIDO	1
1	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO.	1
1.1	UNIDADES DE MAPAS ESTRATÉGICOS	1
1.2	DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	2
1.2.1	<i>UME L1 SEV-1</i>	3
1.2.2	<i>UME L1 SEV-2</i>	4
1.2.3	<i>UME L1 SEV-3</i>	5
1.2.4	<i>UME L1 SEV-4</i>	6
1.2.5	<i>UME L1 SEV-5</i>	7
2	AUTORIDAD RESPONSABLE.....	7
3	NORMATIVA APLICABLE.....	8
3.1	EUROPEA.....	8
3.2	ESTATAL	8
3.3	AUTONÓMICA	8
4	MÉTODO DE CÁLCULO	9
4.1	CONFIGURACIÓN DE LOS CÁLCULOS ACÚSTICOS	9
4.1.1	<i>Modelo de cálculo</i>	9
4.1.2	<i>Caracterización de la fuente de estudio</i>	11
4.1.3	<i>Parámetros del cálculo acústico</i>	13
4.2	PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE LOS MAPAS	14
4.2.1	<i>Mapas de niveles sonoros</i>	14
4.2.2	<i>Mapas de zonas de afección</i>	15
4.2.3	<i>Tablas de exposición</i>	15
5	RESULTADOS POR UME.....	17
5.1	UME L1 SEV-1	17
5.1.1	<i>Niveles sonoros y población expuesta</i>	17
5.1.2	<i>Zonas de afección</i>	17
5.2	UME L1 SEV-2	18
5.2.1	<i>Niveles sonoros y población expuesta</i>	18
5.2.2	<i>Zonas de afección</i>	19
5.3	UME L1 SEV-3	19
5.3.1	<i>Niveles sonoros y población expuesta</i>	19
5.3.2	<i>Zonas de afección</i>	20
5.4	UME L1 SEV-4	21
5.4.1	<i>Niveles sonoros y población expuesta</i>	21
5.4.2	<i>Zonas de afección</i>	22
5.5	UME L1 SEV-5	22
5.5.1	<i>Niveles sonoros y población expuesta</i>	22
5.5.2	<i>Zonas de afección</i>	23

0 Objeto y contenido

El presente documento recoge el Mapa Estratégico de Ruido (en adelante, MER) de la Línea 1 de Metro de Sevilla, el cual se enmarca en los trabajos a realizar dentro del contrato "Realización de los mapas estratégicos de ruido y planes de acción de los sistemas ferroviarios metropolitanos de Sevilla, Granada y Málaga".

El objetivo es cumplir con la Directiva 49/2002/CE sobre evaluación y gestión ambiental y con la Ley de Ruido 37/2003, que establece que los responsables de las infraestructuras ferroviarias con más de 30.000 circulaciones anuales deben realizar los Mapas estratégicos de ruido.

En concreto se persigue un triple objetivo; cumplir con la legislación europea, nacional y autonómica al respecto; ayudar a la gestión de los problemas de ruido que las líneas ferroviarias metropolitanas generan a los colindantes y aportar datos que permitan definir la zona de servidumbre acústica.

En este documento se presenta un resumen de los resultados obtenidos de las 5 Unidades de Mapa Estratégico (en adelante UMEs) de la Línea 1 de Metro de Sevilla.

1 Descripción general del estudio.

El ámbito de estudio son los tramos en superficie de la Línea 1 de Metro de Sevilla:

Actuación	Longitud km/% superficie	Estaciones /paradas	Población servida nº habitantes	Demanda
Metro de Sevilla L1	18 km/40%	21	230.000	16,03 millones de viajeros (2017)
Metro de Málaga L1 y L2	14,8 km/28%	23	216000	5,74 millones de viajeros (21,7 millones de viajeros con red completa)
Metropolitano de Granada	15,9 km/83%	26	133636	11/14 millones de viajeros (1er ejercicio/3er ejercicio)

Tabla 1. Ámbito de estudio del MER de los sistemas ferroviarios metropolitanos de Sevilla, Granada y Málaga. Fuente: Pliego de Prescripciones Técnicas (PPT).

1.1 Unidades de mapas estratégicos

Los mapas estratégicos se organizan por Unidades de Mapa Estratégico (UME), que se definen bajo los siguientes criterios:

- Una UME está formada por tramos contiguos de una misma o línea de ferrocarril.
- Una UME está definida por una única línea con un inicio y un final, sin presentar interrupciones.

A efectos de cálculo, una UME puede contener subtramos con distintas intensidades de tráfico o características de la línea ferroviaria, pero los resultados que se obtengan, tanto los datos estadísticos, como los geoespaciales y los planos, siempre deben referirse a una UME completa.

Cada UME debe tener un nombre que permita identificarla. En general, la denominación de la UME es directamente el nombre de la línea ferroviaria y en el caso que existan varias UMEs en una misma línea de ferrocarril, se recomienda que la denominación contenga el nombre de la línea ferroviaria y un dígito que diferencie las UMEs.

Para el presente estudio se han seguido estas recomendaciones, definiéndose un total de 5 UMEs:

UME	Pk Inicio	Descripción	Pk Fin	Descripción	Longitud
L1 SEV-1	0+000	Desde La parada de metro de Ciudad Expo	0+207	Hasta túnel en Avenida Europa	207m
L1 SEV-2	1+222	Desde túnel en Calle Ronda Cavaleri	3+186	Hasta entrada túnel bajo el Barrio del Monumento en San Juan de Aznalfarache	1.964m
L1 SEV-3	3+540	Desde túnel junto a Plaza de Otto Engelhart	5+496	Hasta túnel en parada Blas Infante	1.956m
L1 SEV-4	12+954	Desde túnel en parada Cocheras	16+088	Hasta túnel próximo a parada Condequinto	3.134m
L1-SEV-5	17+756	Desde salida de túnel en Avenida Condes de Ibarra	18+050	Hasta la parada de metro de Olivar de Quintos	294m

Tabla 2. División en UMEs del ámbito de estudio. Fuente: Elaboración propia.



Figura 1.Ámbito de estudio del MER de la L1 del Metro de Sevilla. Fuente: Elaboración propia.

1.2 Descripción de la zona de estudio

La línea 1 del metro de Sevilla, cuenta con 18 km de longitud, y en torno a 7.2 km discurren en superficie, constituyendo estos los tramos en estudio.

La línea atraviesa los municipios de Dos Hermanas, Sevilla, San Juan de Aznalfarache y Mairena del Aljarafe, presentando en todos ellos tramos en superficie.

Es un ferrocarril metropolitano con características de metro ligero, cuya plataforma es exclusiva para las unidades de metro es decir sin interferir con el tráfico rodado ni con el tránsito de peatones.

Es de doble vía a excepción de un tramo que transcurre en túnel, y por tanto no es objeto de este estudio. Esta está construida en placa, hormigonada y nivelada. Por tanto, a nivel de modelo se considerará dos ejes, uno para cada sentido.

La velocidad máxima es de 70 km/h, si bien se podría hablar de una velocidad media de 30 km/h.

De las 22 paradas de metro que la constituyen, 8 forman parte de los tramos en estudio.

A continuación, se realiza una breve descripción cada una de las UME:

1.2.1 UME L1 SEV-1

Con apenas 200 metros de longitud, tiene su comienzo en la parada de metro de Ciudad Expo y finaliza en el túnel de la Avenida de Europa. Discurre en su totalidad en el municipio de Mairena del Aljarafe.

A continuación, se muestra una imagen donde se puede ver los usos principales en el entorno de la línea, así como la presencia de edificaciones sensibles.

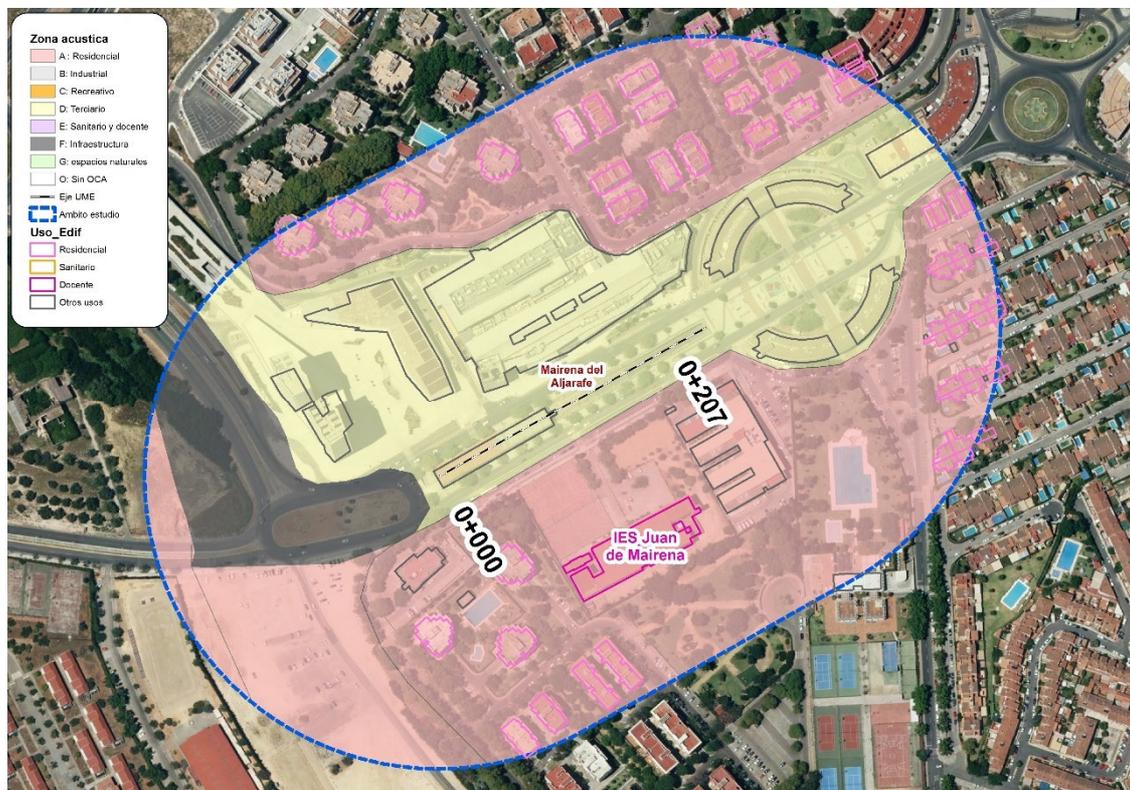


Figura 2. Detalle de la UME L1 SEV-1. Fuente: Elaboración propia

1.2.2 UME L1 SEV-2

Se extiende desde el túnel de la calle Ronda de Cavaleri, en Mairena del Aljarafe, hasta la entrada del túnel bajo el Barrio del Monumento en San Juan de Aznalfarache, con una longitud aproximada de 1.964 m.

A continuación, se muestra una imagen donde se pueden ver los usos principales en el entorno de la línea, así como la presencia de edificaciones sensibles.



Figura 3. Detalle de la UME L1 SEV-2. Fuente: Elaboración propia

1.2.3 UME L1 SEV-3

La UME, con una longitud de 1.950 metros, discurre desde el túnel junto a la Plaza de Engelbart, en San Juan de Aznalfarache hasta el túnel de la parada de Blas Infante, en Sevilla.

A continuación, se muestra una imagen donde se pueden ver los usos principales en el entorno de la línea, así como la presencia de edificaciones sensibles.

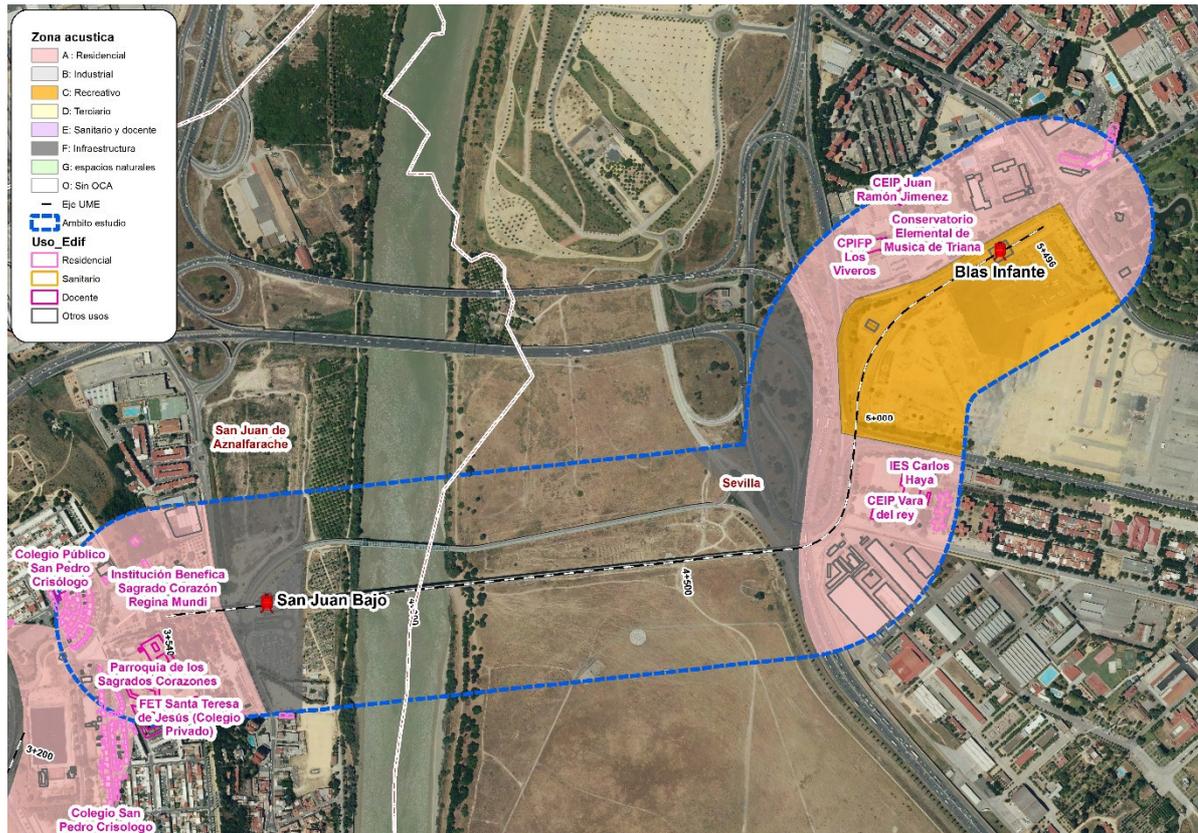


Figura 4. Detalle de la UME L1 SEV-3. Fuente: Elaboración propia

1.2.4 UME L1 SEV-4

La UME comienza en el Túnel de la parada Cocheras, en Sevilla, hasta el túnel próximo a la parada Condequinto, en Dos Hermanas, con unos 3.100 m de longitud.

A continuación, se muestra una imagen donde se pueden ver los usos principales en el entorno de la línea, así como la presencia de edificaciones sensibles.



Figura 5. Detalle de la UME L1 SEV-4. Fuente: Elaboración propia

1.2.5 UME L1 SEV-5

La UME, con una longitud de 294 metros, discurre íntegramente por el municipio de Dos Hermanas, desde el túnel en la Avenida Condes de Ibarra hasta la parada de metro de Olivar de Quintos.

A continuación, se muestra una imagen donde se pueden ver los usos principales en el entorno de la línea, así como la presencia de edificaciones sensibles.



Figura 6. Detalle de la UME L1 SEV-5. Fuente: Elaboración propia

2 Autoridad responsable

El objeto del presente estudio es la realización Mapa Estratégico de Ruido de la Línea 1 de Metro de Sevilla el cual se enmarca en los trabajos a realizar dentro del contrato "Realización de los mapas estratégicos de ruido y planes de acción de los sistemas ferroviarios metropolitanos de Sevilla, Granada y Málaga".

El objetivo es cumplir con la Directiva 49/2002/CE sobre evaluación y gestión ambiental y con la Ley de Ruido 37/2003, que establece que los responsables de las infraestructuras ferroviarias con más de 30.000 circulaciones anuales deben realizar los Mapas estratégicos de ruido.

Por ello el presente estudio se ha realizado a petición de la Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía (AOPJA), como organismo responsable.

3 Normativa aplicable

3.1 Europea

La referencia legislativa básica en el marco de la Unión Europea es la **Directiva 2002/49/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.**

Para evaluar la exposición al ruido ambiental, la norma establece en su anexo II los métodos de evaluación para los indicadores de ruido contemplados en el artículo 6.

Con el objetivo de complementar el Anexo II de la Directiva 2002/49/CE, la Comisión emitió una "Recomendación de 6 de agosto de 2003 relativa a las Orientaciones sobre los métodos de cálculo provisionales revisados para el ruido industrial, procedente de aeronaves, del tráfico rodado y ferroviario y los datos de emisiones correspondientes".

En ella se analiza la aplicabilidad y descripción de los modelos recomendados, así como de las adaptaciones necesarias de los mismos para verificar el cumplimiento de la Directiva 2002/49/CE.

En mayo de 2015 se publicó en el Diario Oficial de la Unión Europea la **Directiva 2015/996 de la Comisión, de 19 de mayo 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 anterior Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002.

3.2 Estatal

El marco normativo vigente a nivel estatal en materia de ruido está constituido por la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, desarrollada reglamentariamente mediante el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental, el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas y el Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1367/2007. Con ellos, se completa la transposición de la Directiva Europea 2002/49/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, al derecho español y se establece un marco unificado para la definición y evaluación de la acústica ambiental.

3.3 Autonómica

Andalucía cuenta con normativa sobre contaminación acústica, regulada por el **Decreto 6/2012, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía**, y se modifica el Decreto 357/2010, de 3 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento para la Protección de la Calidad del Cielo Nocturno frente a la contaminación lumínica y el establecimiento de medidas de ahorro y eficiencia energética, deroga el Decreto 326/2003, de 25 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía.

Una vez cumplidos los objetivos para los que se aprobó el Decreto 326/2003, de 25 de noviembre, fue necesaria la aprobación de un nuevo Reglamento de Protección Acústica en Andalucía que desarrollara los preceptos establecidos por la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental y que incorporara, asimismo, las novedades introducidas por el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre y por el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, de carácter básico.

4 Método de cálculo

4.1 Configuración de los cálculos acústicos

4.1.1 Modelo de cálculo

Hasta ahora España no disponía de método específico para el cálculo de niveles sonoros en el caso de ferrocarril. La Directiva 2020/49/CE, para todos aquellos países que no tuvieran método específico de cálculo, recomendaba el método nacional de cálculo de los Países Bajos, publicado como "Reken-en Meetvoorschrift Railverkeerslawaa'i'96" (SMRII). Esto queda recogido en el Anexo II del RD 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.

En julio de 2015 se publicó en el Diario Oficial de la Unión Europea la Directiva 2015/996 de la Comisión, de 19 de mayo 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 anterior Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002.

Esta directiva fue traspuesta al ordenamiento jurídico español mediante 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, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a la evaluación del ruido ambiental.

Con la modificación del anexo II del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, se sustituyen los métodos de cálculo de los índices de ruido L_{den} y L_n utilizados para la evaluación del ruido industrial, del ruido de aeronaves, del ruido de trenes y del ruido del tráfico rodado, por una metodología común de cálculo desarrollada por la Comisión Europea a través del proyecto «Métodos comunes de evaluación del ruido en Europa (CNOSSOS-EU)». La utilización de esta metodología es vinculante para los Estados miembros desde el 31 de diciembre de 2018.

Por ello en un primer momento de cara a este trabajo se planteó la posibilidad de utilizar este nuevo método. Pero tras analizar la situación de este nuevo método para el caso de los ferrocarriles entendemos que actualmente no es posible utilizar este nuevo método. Para poder utilizar este método es necesario la existencia de una base de datos oficial española que adapte las categorías de ferrocarriles existente a las especificaciones del nuevo método, y está a fecha de elaboración del presente estudio aún no está disponible.

Por tanto, se ha optado por seguir utilizando el método nacional de cálculo de los Países Bajos, publicado como "Reken-en Meetvoorschrift Railverkeerslawai'96" (SMRII). Este método es propuesto por la Directiva Europea 2002/49 sobre Evaluación del Ruido Ambiental como método provisional para la realización de mapas de ruido de infraestructuras del ferrocarril para aquellos países que no tengan su propio método oficial, como es el caso de España, y es él se que se ha empleado de manera general para todos los MER de ferrocarril hasta la tercera fase de la Directiva.

Con respecto a los datos de emisión, se recomienda, por defecto, la base de datos de emisiones neerlandesa.

Con la norma SRM II, se determinan valores de emisión por bandas de octava para cada categoría de tren y cada altura de fuente acústica (hasta cinco alturas). Una vez caracterizadas las emisiones de las distintas categorías de tren, se calcula la del tramo de línea ferroviaria especificado, teniendo en cuenta el paso de las distintas categorías de tren (considerando que no en todas existen fuentes sonoras en todas las alturas), así como el paso de los trenes en diferentes condiciones (frenado o no). El factor de emisión en bandas de octava i se calcula del modo siguiente: todo

$$L^h_{E,i} = 10 \log \left(\sum_{c=1}^n 10^{E^h_{nb,i,c}/10} + \sum_{c=1}^n 10^{E^h_{br,i,c}/10} \right)$$

Donde:

n: es el número de categorías de trenes que utilizan la línea férrea considerada.

E_{nb,i,c}^h: factor de emisión de las unidades de un tren que no están frenando para cada categoría de trenes ($c=1$ a n), en la banda de octava i , y la altura de evaluación h .

E_{br,i,c}^h: factor de emisión de las unidades de un tren que están frenando para cada categoría de trenes ($c=1$ a n), en la banda de octava i , y la altura de evaluación h .

Las alturas de evaluación h son 0, 0,5, 2, 4 y 5 m, dependiendo de la categoría de tren. Los factores de emisión se calculan de la siguiente forma:

$$E^h_{nb,i,c} = a^h_{i,c} + b^h_{i,c} \log V_c + 10 \log Q_c + C_{bb,i,m,c}$$

$$E^h_{br,i,c} = a^h_{br,i,c} + b^h_{br,i,c} \log V_{br,c} + 10 \log Q_{br,c} + C_{bb,i,m,c}$$

Donde:

a_{hi,c} , **b_{hi,c}** , **a_{hbr,i,c}** , **b_{hbr,i,c}**: son los factores de emisión para la categoría de trenes c respectivamente para la fase de frenado y no frenado, para una banda de octava i a una altura h .

Q_c: es la media de las unidades de las categorías de vehículos ferroviarios que no están en fase de frenado.

Q_{br,c}: es la media de las unidades de las categorías de vehículos ferroviarios que están en fase de frenado.

V_c: velocidad media al paso de los vehículos que no están frenando.

Vbr,c: velocidad media al paso de los vehículos que están frenando.

bb: tipo de vía / condición de las vías férreas.

m: estimación de las discontinuidades de la vía.

Cbb,i,m,c: corrección por discontinuidades de la vía y por rugosidad de los raíles.

Además, se tendrá en cuenta la recomendación de la Comisión, de 6 de agosto de 2003, relativa a orientaciones sobre los métodos de cálculo provisionales revisados para el ruido industrial, el procedente de aeronaves, el del tráfico rodado y ferroviario, y los datos de emisiones correspondientes.

4.1.2 Caracterización de la fuente de estudio

La correcta caracterización de las fuentes de ruido se convierte en el factor más determinante a la hora de realizar un estudio de ruido que se ajuste lo máximo posible a la situación real.

Una modelización acústica de precisión se basa en caracterizar correctamente las fuentes de ruido con respecto a factores como tipología de trenes, frecuencia de paso, tipo de vía, y velocidades.

A continuación, se describe la información necesaria para la caracterización de la vía en estudio:

Categorías de tren

Las categorías existentes en la base de datos de emisiones neerlandesa se diferencian principalmente por su sistema de propulsión y de frenado.

Para la caracterización de los trenes objeto de estudio se ha utilizado la *Categoría 7: metros y trenes urbanos* según el método descrito.

Frecuencia

Con base en los horarios y frecuencias de paso facilitadas por la concesionaria se ha estimado una frecuencia medida de vehículos.

A continuación se expone la frecuencia utilizada en el modelo de cálculo (para cada sentido de circulación):

Periodo	L1 Metro Sevilla
Día	119
Tarde	28
Noche	5

Tabla 3. Frecuencias introducidas en el modelo de cálculo para cada sentido. Fuente: Elaboración propia.

Velocidades

A continuación, se muestra la tramificación adoptada de velocidades en el modelo:

VÍA 1			
UME	PK INI	PK FIN	VELOCIDAD
UME L1 SEV_1	0	121	20
UME L1 SEV_1	121	207	35

VÍA 1			
UME	PK INI	PK FIN	VELOCIDAD
UME L1 SEV_2	1222	2163	65
UME L1 SEV_2	2163	2453	20
UME L1 SEV_2	2453	2632	65
UME L1 SEV_2	2632	2870	70
UME L1 SEV_2	2870	3200	65

VÍA 1			
UME	PK INI	PK FIN	VELOCIDAD
UME L1 SEV_3	3540	3904	65
UME L1 SEV_3	3904	4167	70
UME L1 SEV_3	4167	4710	65
UME L1 SEV_3	4710	4803	40
UME L1 SEV_3	4803	5302	60
UME L1 SEV_3	5302	5452	65
UME L1 SEV_3	5452	5496	70

VÍA 1			
UME	PK INI	PK FIN	VELOCIDAD
UME L1 SEV_4	12954	13197	65
UME L1 SEV_4	13197	13293	35
UME L1 SEV_4	13293	13763	65
UME L1 SEV_4	13763	14004	40
UME L1 SEV_4	14004	14115	30
UME L1 SEV_4	14115	14406	40
UME L1 SEV_4	14406	14666	45
UME L1 SEV_4	14666	14830	50
UME L1 SEV_4	14830	14925	30
UME L1 SEV_4	14925	15626	60
UME L1 SEV_4	15626	15868	30
UME L1 SEV_4	15868	15980	35
UME L1 SEV_4	15980	16088	50

VÍA 1			
UME	PK INI	PK FIN	VELOCIDAD
UME L1 SEV_5	17756	17952	50
UME L1 SEV_5	17952	18050	65

VÍA 2			
UME	PK INI	PK FIN	VELOCIDAD
UME L1 SEV_1	0	121	20
UME L1 SEV_1	121	207	60

VÍA 2			
UME	PK INI	PK FIN	VELOCIDAD
UME L1 SEV_2	1222	2164	65
UME L1 SEV_2	2164	2482	25
UME L1 SEV_2	2482	3108	65
UME L1 SEV_2	3108	3200	70

VÍA 2			
UME	PK INI	PK FIN	VELOCIDAD
UME L1 SEV_3	3540	4677	70
UME L1 SEV_3	4677	4791	40
UME L1 SEV_3	4791	4968	65
UME L1 SEV_3	4968	5350	55
UME L1 SEV_3	5350	5496	65

VÍA 2			
UME	PK INI	PK FIN	VELOCIDAD
UME L1 SEV_4	12954	13200	45
UME L1 SEV_4	13200	13300	35
UME L1 SEV_4	13300	13769	70
UME L1 SEV_4	13769	14013	40
UME L1 SEV_4	14013	14123	35
UME L1 SEV_4	14123	14404	40
UME L1 SEV_4	14404	14759	45
UME L1 SEV_4	14759	14834	50
UME L1 SEV_4	14834	14935	35
UME L1 SEV_4	14935	15255	70
UME L1 SEV_4	15255	15592	60
UME L1 SEV_4	15592	15711	40
UME L1 SEV_4	15711	15873	25
UME L1 SEV_4	15873	16088	35

VÍA 2			
UME	PK INI	PK FIN	VELOCIDAD
UME L1 SEV_5	17756	17836	60
UME L1 SEV_5	17836	18050	55

Tabla 4. Velocidades introducidas en el modelo de cálculo. Fuente: Elaboración propia.

Tipo de Vía

La emisión sonora no depende sólo del tipo de tren, sino que también depende de la estructura sobre la que se asienta la vía. El método contempla ocho estructuras diferentes que modifican en mayor o menor medida la emisión del tren.

TIPO DE VIAS
Vías de traviesas simples o dobles de cemento, sobre lecho de balasto (bb=1)
Vías con traviesas de madera o traviesas de cemento en zig-zag, sobre lecho de balasto (bb=2)
Vías sobre balasto, sin traviesas, vías con juntas o vías con sistemas de cambio de vía (bb=3)
Vías con bloques (bb=4)
Vías con bloque sobre lecho de balasto (bb=5)
Vías con fijación de raíles ajustables (bb=6)
Vía con fijación de raíles ajustables, sobre lecho de balasto (bb=7)
Vía llena (bb=8)

Tabla 5. Tipología de vías disponibles en el modelo de cálculo. Fuente: Elaboración propia.

Además, el modelo permite reproducir el efecto acústico asociado a las discontinuidades de la vía. Las tipologías recogidas en el modelo de cálculo son las siguientes:

TIPO DE DISCONTINUIDADES
Raíles sin juntas, con o sin cruces o cambios de vías sin juntas (m=1)
Raíles con juntas, o con un cambio de vías aislado (m=2)
Cruces y cambios con juntas (m=3)
Más de dos cambios y cruces con juntas cada 100 metros (m=4)

Tabla 6. Tipología de desconexiones disponible en el modelo de cálculo. Fuente: Elaboración propia.

En el caso de la línea en estudio la tipología de vías es bb=4 y las discontinuidades m=1

4.1.3 Parámetros del cálculo acústico

El presente apartado describe las condiciones de los elementos que son objeto de modelización, y se fijan las condiciones que influyen en la propagación del sonido en exteriores a la hora de efectuar los cálculos acústicos en el software.

Finalmente se detallan aspectos de la configuración que son específicos del tipo de cálculo a realizar: mapas de niveles sonoros (isófonas) o de niveles en receptores en fachadas (exposición).

Características acústicas de los elementos objeto de modelización

- Líneas topográficas: se considerarán todas las líneas de terreno como elementos difractantes.
- Se ha considerado el terreno base como absorbente ($G=1,00$), y se han utilizado unos polígonos de zonas de absorción reflectantes ($G=0,00$), correspondientes a las delimitaciones de las zonas urbanizadas.
- Edificios: se han considerados totalmente reflectantes.

Condiciones que afectan a la propagación del sonido en exteriores

- Distancia mínima de propagación del sonido desde el foco: se ha considerado una distancia de 2.000 m.
- Orden de reflexión, se ha considerado un orden de reflexión igual a 1.
- Condiciones de propagación: Siguiendo las recomendaciones del grupo de trabajo europeo WG-AEN, se han considerado los siguientes porcentajes de ocurrencia de condiciones favorables a la propagación del ruido:
 - Periodo día: 50%
 - Periodo tarde: 75%
 - Periodo noche: 100%

Condiciones específicas asociadas al tipo de cálculo

Tamaño de la malla de cálculo en los mapas de niveles sonoros (isófonas): se han realizado todos los cálculos para la definición del mapa de isófonas con un tamaño de malla de 10 x 10 m.

Ubicación de los receptores en los mapas de niveles en receptores en fachadas de edificios: Cada receptor se ha localizado lo más próximo posible a la fachada, considerando un máximo de separación de 0,05 metros.

Altura de los receptores: 4 m respecto del suelo.

Se ha considerado una separación máxima en la fachada entre receptores (ínterdistancia) de 10 metros.

4.2 Procedimiento de obtención de los mapas

4.2.1 Mapas de niveles sonoros

En el programa de propagación de ruido se ha calculado el mapa de niveles sonoros a partir del modelo de datos introducido y de los parámetros descritos con una malla 10*10 m de receptores a 4 m.

Se han generado los mapas de niveles sonoros de todas las unidades de mapa incluidas en el Estudio, con los indicadores y los intervalos siguientes:

- Mapa de niveles sonoros de Lden en dB, con la representación de líneas isófonas que delimitan los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de Ln en dB, con la representación de líneas isófonas que delimitan los siguientes rangos: 45-50,50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70.

- Mapa de niveles sonoros de L_d en dB, con la representación de líneas isófonas que delimitan los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_e en dB, con la representación de líneas isófonas que delimitan los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.

4.2.2 Mapas de zonas de afección

Para la obtención de los datos de vivienda y población en los mapas de afección se ha considerado el nivel más desfavorable para cada edificio.

Para ello se ha intersectado la isófona L_{den} con la capa de edificios. La población y las viviendas de cada edificio se han asignado a la isófona más desfavorable que intersecta con este.

En la siguiente figura la edificación señalada en rojo se encuentra afectada por las tres isófonas. En este caso se asigna al rango ">75" toda la población y viviendas del edificio.

El mismo criterio se sigue en el caso de los edificios sensibles.



Figura 7. Ejemplo de asignación de un edificio al rango de afección. Fuente: Elaboración propia

4.2.3 Tablas de exposición

Para la obtención de los resultados de población se ha realizado en CADNA el cálculo de niveles en fachada, mediante la colocación de receptores en las fachadas de los edificios residenciales. Estos

receptores se han colocado en todas las fachadas mayores de 1m y con una separación máxima entre estos de 10 m.

Una vez obtenidos los niveles en los diferentes puntos distribuidos por fachadas, se realizará el resto del análisis en ARCGIS.

En primer lugar se realiza la ruptura de las polilíneas del edificio obteniendo las fachadas

En un paso posterior, se le ha asignado a cada fachada la población proporcional correspondiente, es decir se ha distribuido la población total del edificio en función de la longitud de cada fachada.

La población de cada fachada será a su vez repartida entre los distintos receptores de manera que cada longitud de fachada (con su parte proporcional de personas) queda representada por el nivel obtenido en cada receptor.

A continuación se muestra un ejemplo de cómo la población de un edificio queda repartida entre los distintos niveles sonoros:

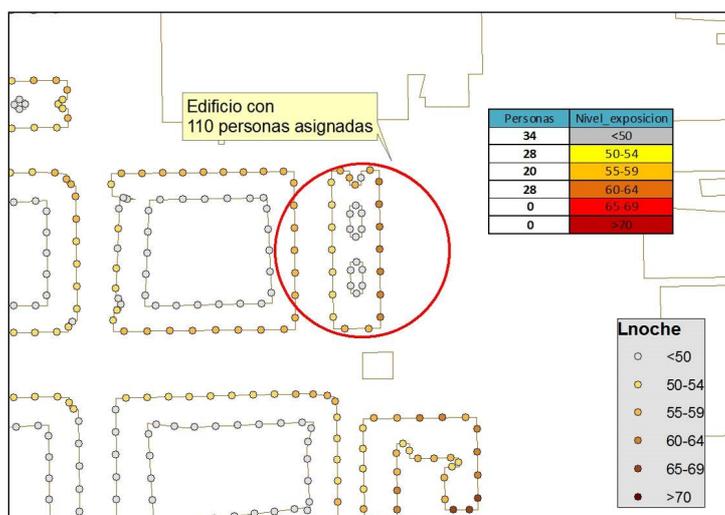


Figura 8 Ejemplo de asignación de población de un edificio a los diferentes rangos exposición. Fuente: Elaboración propia

5 RESULTADOS POR UME

5.1 UME L1 SEV-1

5.1.1 Niveles sonoros y población expuesta

Para la UME en estudio no se ha localizado población expuesta.

Indicador	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	>75
Ld	-	-	-	-	-	-	-
Le	-	-	-	-	-	-	-
Ln	-	-	-	-	-	-	-
Lden	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 7. Datos de población (nº de personas en centenas) expuesta en la UME.

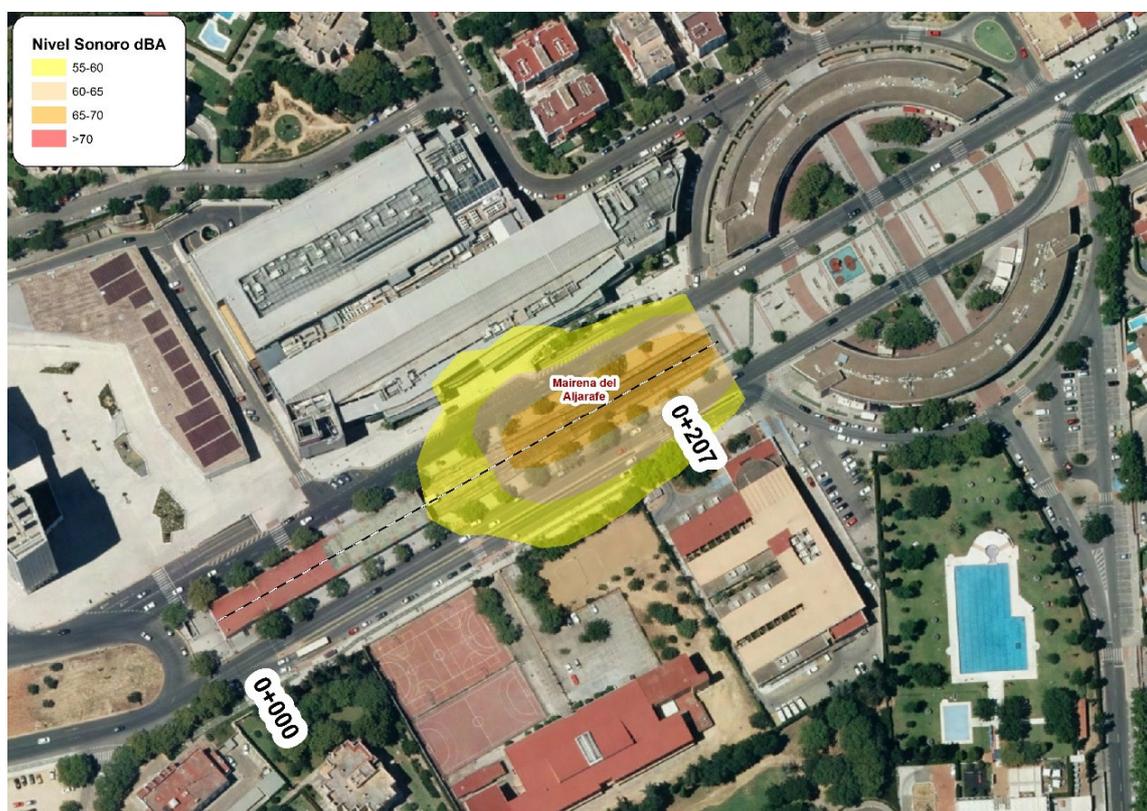


Figura 9 Niveles sonoros Ld en la UME.

5.1.2 Zonas de afección

A continuación se muestran la superficie total expuesta a valores de Lden superiores a 55,65 y 75, el número total estimado de viviendas y de personas (ambos expresados en centenas), que viven en cada una de esas zonas, incluyendo las aglomeraciones.

REALIZACIÓN DE LOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO Y PLANES DE ACCIÓN DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS METROPOLITANOS DE SEVILLA, GRANADA Y MÁLAGA. LÍNEA 1 METRO DE SEVILLA.

Lden	Zonas de afectación					
	Superficie(m ²)	Superficie(km ²)	Nº persona	Viviendas	Nº centros docentes	Nº centros sanitarios
>55	7.343	0,007343	0	0	0	0
>65	1.910	0,001910	0	0	0	0
>75	0	0	0	0	0	0

Tabla 8. Datos de afectación en la UME.

5.2 UME L1 SEV-2

5.2.1 Niveles sonoros y población expuesta

En la siguiente tabla se muestra el número total de personas (en centenas) expuestas fuera de las aglomeraciones para los indicadores Ld, Le, Ln y Lden.

Indicador	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	>75
Ld	5	4	1	0*	-	-	-
Le	5	3	0*	0*	-	-	-
Ln	0*	0*	-	-	-	-	-
Lden	5	4	1	0*	-	-	-

*Menos de 50 personas

Tabla 9. Datos de población (nº de personas en centenas) expuesta en la UME



Figura 10 Niveles sonoros Ld en la UME.

A continuación, se expone los datos de población afectada por municipio:

Municipio	Indicador	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	>70
Mairena del Aljarafe	Ldia	2	2	0*	-	-	-
	Ltarde	2	2	0*	-	-	-
	Lnoche	0*	-	-	-	-	-
	Lden	2	3	0*	-	-	-
San Juan de Aznalfarache	Ldia	2	1	0*	0*	-	-
	Ltarde	2	1	0*	0*	-	-
	Lnoche	0*	0*	-	-	-	-
	Lden	3	2	0*	0*	-	-

*Menos de 50 personas

Tabla 10. Datos de población (nº de personas en centenas) expuesta por municipio

De estos municipios ninguno constituye una aglomeración.

5.2.2 Zonas de afección

A continuación se muestran la superficie total expuesta a valores de Lden superiores a 55,65 y 75, el número total estimado de viviendas y de personas (ambos expresados en centenas), que viven en cada una de esas zonas, incluyendo las aglomeraciones.

Lden	Zonas de afección					
	Superficie(m ²)	Superficie(m ²)	Nº persona	Viviendas	Nº centros docentes	Nº centros sanitarios
>55	188.296	0,188296	6	3	1*	0
>65	40.166	0,040166	0	0	0	0
>75	78	0,000078	0	0	0	0

* IES Sotero Hernández

Tabla 11. Datos de afección en la UME

5.3 UME L1 SEV-3

5.3.1 Niveles sonoros y población expuesta

En la siguiente tabla se muestra el número total de personas (en centenas) expuestas fuera de las aglomeraciones para los indicadores Ld, Le, Ln y Lden.

Indicador	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	>75
Ld	0*	0*	-	-	-	-	-
Le	0*	-	-	-	-	-	-
Ln	-	-	-	-	-	-	-
Lden	0*	0*	-	-	-	-	-

*Menos de 10 personas

Tabla 12. Datos de población (nº de personas en centenas) expuesta en la UME

REALIZACIÓN DE LOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO Y PLANES DE ACCIÓN DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS METROPOLITANOS DE SEVILLA, GRANADA Y MÁLAGA. LÍNEA 1 METRO DE SEVILLA.



Figura 11. Niveles sonoros Ld en la UME

A continuación se expone los datos de población por municipio:

Municipio	Indicador	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	>70
San Juan de Aznalfarache	Ldia	0*	0*	-	-	-	-
	Ltarde	0*	-	-	-	-	-
	Lnoche	-	-	-	-	-	-
	Lden	0*	0*	-	-	-	-
Sevilla	Ldia	-	-	-	-	-	-
	Ltarde	-	-	-	-	-	-
	Lnoche	-	-	-	-	-	-
	Lden	-	-	-	-	-	-

*Menos de 10 personas

Tabla 13. Datos de población (nº de personas en centenas) expuesta por municipio

De estos municipios solo Sevilla constituye una aglomeración.

5.3.2 Zonas de afección

A continuación se muestran la superficie total expuesta a valores de Lden superiores a 55,65 y 75, el número total estimado de viviendas y de personas (ambos expresados en centenas), que viven en cada una de esas zonas, incluyendo las aglomeraciones.

Lden	Zonas de afección					
	Superficie(m2)	Superficie(km2)	Nº persona	Viviendas	Nº centros docentes	Nº centro sanitarios
>55	227.087	0,227087	0*	0*	1***	0
>65	15.432	0,015432	0	0	0	0
>75	46	0,000046	0	0	0	0

*Menos de 10 personas

**Menos de 10 viviendas

***CEIP Vara del rey

Tabla 14. Datos de afección en la UME

5.4 UME L1 SEV-4

5.4.1 Niveles sonoros y población expuesta

En la siguiente tabla se muestra el número total de personas (en centenas) expuestas dentro de las aglomeraciones para los indicadores Ld, Le, Ln y Lden. Los municipios por los que atraviesa la UME son todos aglomeraciones.

Indicador	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	>75
Ld	2	2	1	-	-	-	-
Le	2	2	0*	-	-	-	-
Ln	0*	-	-	-	-	-	-
Lden	3	1	1	-	-	-	-

*Menos de 50 personas

Tabla 15. Datos de población (nº de personas en centenas) expuesta en la UME



Figura 12. Niveles sonoros Ld en la UME

A continuación se expone los datos de población por municipio:

REALIZACIÓN DE LOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO Y PLANES DE ACCIÓN DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS METROPOLITANOS DE SEVILLA, GRANADA Y MÁLAGA. LÍNEA 1 METRO DE SEVILLA.

Municipio	Indicador	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	>70
Dos Hermanas	Ldia	1	1	1	-	-	-
	Ltarde	1	2	0*	-	-	-
	Lnoche	0*	-	-	-	-	-
	Lden	1	1	1	-	-	-
Sevilla	Ldia	2	0*	0**	-	-	-
	Ltarde	2	0*	-	-	-	-
	Lnoche	-	-	-	-	-	-
	Lden	2	0*	0**	-	-	-

*Menos de 50 personas

**Menos de 10 personas

Tabla 16. Datos de población (nº de personas en centenas) expuesta por municipio

Ambos municipios son aglomeración.

5.4.2 Zonas de afección

A continuación se muestran la superficie total expuesta a valores de Lden superiores a 55,65 y 75, el número total estimado de viviendas y de personas (ambos expresados en centenas), que viven en cada una de esas zonas, incluyendo las aglomeraciones.

Lden	Zonas de afección					
	Superficie(m2)	Superficie(km2)	Nº persona	Viviendas	Nº centros docentes	Nº centros sanitarios
>55	315.268	0,315268	5	2	0	0
>65	38.162	0,038162	0	0	0	0
>75	238	0,000238	0	0	0	0

Tabla 17. Datos de afección en la UME

5.5 UME L1 SEV-5

5.5.1 Niveles sonoros y población expuesta

En la siguiente tabla se muestra el número total de personas (en centenas) expuestas dentro de las aglomeraciones para los indicadores Ld, Le, Ln y Lden. El municipio que atraviesa la UME es aglomeración.

Indicador	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	>75
Ld	0**	0*	0*	0**	-	-	-
Le	0*	0*	0*	-	-	-	-
Ln	0**	-	-	-	-	-	-
Lden	0*	0*	0*	0**	-	-	-

*Menos de 50 personas

**Menos de 10 personas

Tabla 18. Datos de población (nº de personas en centenas) expuesta en la UME

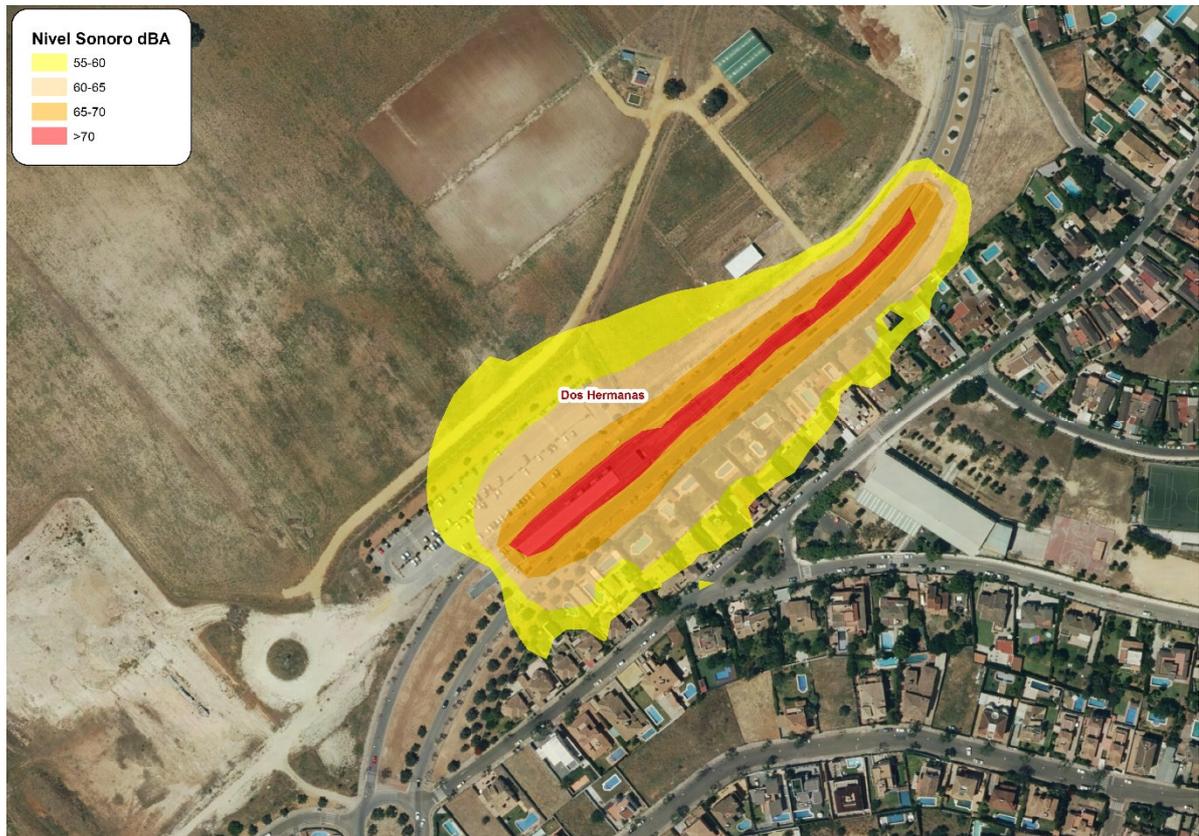


Figura 13. Niveles sonoros Ld en la UME

5.5.2 Zonas de afección

A continuación se muestran la superficie total expuesta a valores de Lden superiores a 55, 65 y 75, el número total estimado de viviendas y de personas (ambos expresados en centenas), que viven en cada una de esas zonas, incluyendo las aglomeraciones.

Lden	Zonas de afección					
	Superficie(m2)	Superficie(km2)	Nº persona	Viviendas	Nº centros docentes	Nº centros sanitarios
>55	29.120	0,029120	0*	0**	0	0
>65	9.373	0,009373	0	0	0	0
>75	0	0	0	0	0	0

*Menos de 50 personas

**Menos de 50 viviendas

Tabla 19. Datos de afección en la UME