

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



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

ayesa  Engineering.
Information.
Imagination.

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

I. RESUMEN MER. LINEA 1 METRO DE MÁLAGA.

ÍNDICE

0	OBJETO Y CONTENIDO	3
1	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO	3
1.1	UNIDADES DE MAPAS ESTRATÉGICOS	3
1.2	DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	4
2	AUTORIDAD RESPONSABLE	5
3	NORMATIVA APLICABLE	5
3.1	EUROPEA	5
3.2	ESTATAL	6
3.3	AUTONÓMICA	6
4	MÉTODO DE CÁLCULO	6
4.1	CONFIGURACIÓN DE LOS CÁLCULOS ACÚSTICOS	6
4.1.1	<i>Modelo de cálculo</i>	6
4.1.2	<i>Caracterización de la fuente de estudio</i>	8
4.1.3	<i>Parámetros del cálculo acústico</i>	10
4.2	PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE LOS MAPAS	12
4.2.1	<i>Mapas de niveles sonoros</i>	12
4.2.2	<i>Mapas de zonas de afección</i>	12
4.2.3	<i>Tablas de exposición</i>	13
5	RESULTADOS	14
5.1.1	<i>Niveles sonoros y población expuesta</i>	14
5.1.2	<i>Zonas de afección</i>	15

0 Objeto y contenido

El presente documento recoge el Mapa Estratégico de Ruido (en adelante, MER) de la Línea 1 del Metro de Málaga, 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 la Unidad de Mapa Estratégico (en adelante UME) de la Línea 1 de Metro de Málaga.

1 Descripción general del estudio.

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

Actuación	Longitud km/% superficie	Estaciones /paradas	Población servida n° 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)

Figura 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.

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

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.

Siguiendo estos criterios solo cabe distinguir una UME para el tramo superficial de la línea 1 de Metro de Málaga:

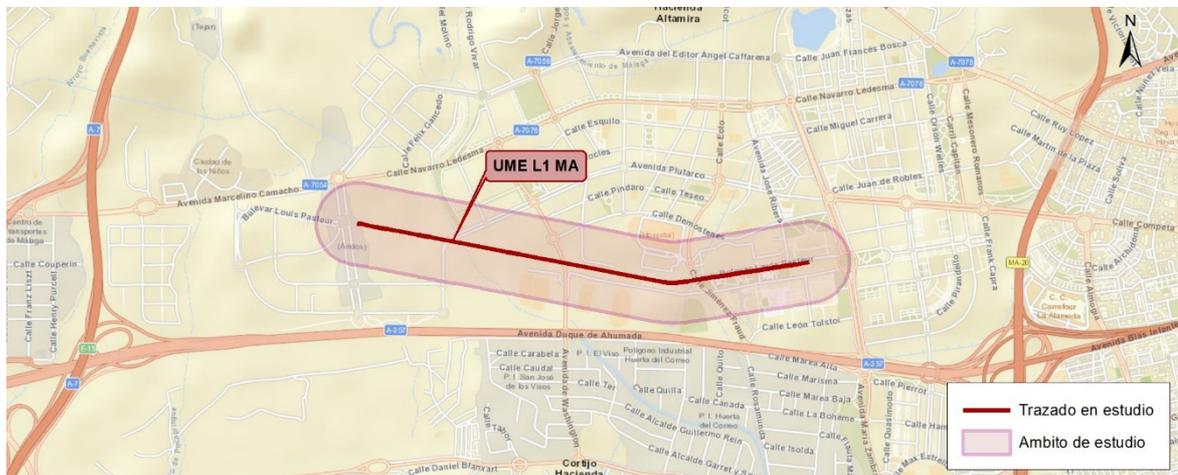


Figura 2.Ámbito de estudio del MER de la L1 del Metro de Málaga. Fuente: Elaboración propia.

UME	Pk Inicio	Descripción	Pk Fin	Descripción	Longitud
UME L1 MA	154+865	Desde túnel junto a parada Universidad	157+125	Hasta parada de metro Andalucía Tech	2.257m

Tabla 1. División en UMEs del ámbito de estudio. Fuente: Elaboración propia.

1.2 Descripción de la zona de estudio

La línea 1 y 2 del metro de Málaga, cuentan con 14,8 km de longitud, y en torno a 2.25 km discurre en superficie (en la L1), constituyendo este el tramo en estudio y localizado en su totalidad en el municipio de Málaga.

La línea 1 del Metro de Málaga, es un ferrocarril metropolitano con características de metro ligero, de vía doble en el tramo en estudio, 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.

En el tramo objeto de estudio se localizan 5 paradas: Universidad, Clínico, El Cónsul, Paraninfo y Andalucía Atech.

En cuanto a las estructuras singulares, cabe destacar que no existe ningún viaducto en el tramo superficial, ya que los cruces con las carreteras del entorno se realizan a nivel. Como elemento singular solo se consideraría la entrada/salida del túnel a partir del cual la vía transcurre de manera soterrada.

La UME delimitada con 2.25 km aproximadamente de longitud, tiene su comienzo en el túnel junto a la de la parada Universidad y finaliza en la estación de Andalucía Tech.

2 Autoridad responsable

El objeto del presente estudio es la realización Mapa Estratégico de Ruido de la Línea 1de Metro de Málaga 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 2002/49/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 Railverkeerslawai'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

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

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 Railverkeerslawaai'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 el 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 (frenando 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_{hnb,i,c}: 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_{hbr,i,c}: 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:

$$E_{nb,i,c}^h = a_{i,c}^h + b_{i,c}^h \log V_c + 10 \log Q_c + C_{bb,i,m,c}$$

$$E_{br,i,c}^h = a_{br,i,c}^h + b_{br,i,c}^h \log V_{br,c} + 10 \log Q_{br,c} + C_{bb,i,m,c}$$

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.

V_{br,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.

C_{bb,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:

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

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 y que se expone a continuación se ha estimado una frecuencia medida de vehículos.

SERVICIO REGULAR INVIERNO (2020)				
Día	Servicio	Horario	Intervalo	UTs
L-J (Enero-Mayo y Octubre - Diciembre)	S1	6:30 - 7:45	10	6
		7:45 - 09:45	6	10
		9:45 - 13:00	7,5	8
		13:00 - 15:00	6	10
		15:00 - 20:30	7,5	8
V (Enero-Mayo y Octubre - Diciembre)	S2	20:30 - 23:00	10	6
		6:30 - 7:45	10	6
		7:45 - 09:45	6	10
		9:45 - 13:00	7,5	8
		13:00 - 15:00	6	10
S	S3	15:00 - 20:30	7,5	8
		20:30 - 22:00	10	6
		22:00 - 23:00	12	5
		23:00 - 01:30	15	4
		7:00 - 22:00	10	6
D y F	S4	7:00 - 23:00	10	6

SERVICIO REGULAR VERANO 1 (2020)				
Día	Servicio	Horario	Intervalo	UTs
Verano L- J (Junio y Septiembre)	S11	6:30 - 7:45	10	6
		7:45 - 09:45	6	10
		9:45 - 20:30	7,5	8
		20:30 - 23:00	10	6
		6:30 - 7:45	10	6
Verano V (Junio y Septiembre)	S12	7:45 - 09:45	6	10
		9:45 - 20:30	7,5	8
		20:30 - 22:00	10	6
		22:00 - 23:00	12	5
		23:00 - 01:30	15	4
S	S3	7:00 - 22:00	10	6
D y F	S4	22:00 - 23:00	12	5
		23:00 - 01:30	15	4
D y F	S4	7:00 - 23:00	10	6

SERVICIO REGULAR VERANO 2 (2020)				
Día	Servicio	Horario	Intervalo	UTs
Verano L- J (Julio y Agosto)	S21	6:30 - 7:45	10	6
		7:45 - 20:30	7,5	8
		20:30 - 23:00	10	6
Verano V (Julio y Agosto)	S22	6:30 - 7:45	10	6
		7:45 - 20:30	7,5	8
		20:30 - 22:00	10	6
		22:00 - 23:00	12	5
S	S3	23:00 - 01:30	15	4
		7:00 - 22:00	10	6
D y F	S4	22:00 - 23:00	12	5
		23:00 - 01:30	15	4
D y F	S4	7:00 - 23:00	10	6

Figura 3. Frecuencia de paso. Fuente: Metro de Málaga

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

Periodo	Línea 1 Metro Málaga
Día	94
Tarde	26
Noche	4

Tabla 2. 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:

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

VÍA 1			
UME	PK INI	PK FIN	VELOCIDAD
UME L1 MA	154865	155090	35
UME L1 MA	155090	155670	28
UME L1 MA	155670	156160	33
UME L1 MA	156160	156590	31
UME L1 MA	156590	157125	33

VÍA 2			
UME	PK INI	PK FIN	VELOCIDAD
UME L1 MA	154865	155105	38
UME L1 MA	155105	155685	26
UME L1 MA	155685	156180	33
UME L1 MA	156180	156600	33
UME L1 MA	156600	157125	20

Tabla 3. 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 4. 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 5. 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 es 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 (interdistancia) 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 L_{den} 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_n en dB, con la representación de líneas isófonas que delimitan los siguientes rangos: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70.
- Mapa de niveles sonoros de $L_{día}$ 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 4. Ejemplo de asignación de un edificio al rango de afectación. 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:

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

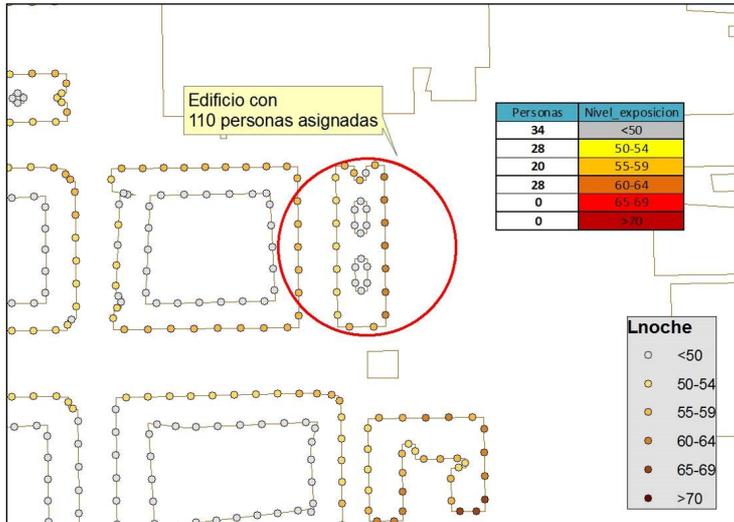


Figura 5 Ejemplo de asignación de población de un edificio a los diferentes rangos exposición. Fuente: Elaboración propia

5 RESULTADOS

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	2	0*	-	-	-	-	-
Le	2	-	-	-	-	-	-
Ln	-	-	-	-	-	-	-
Lden	2	0**	-	-	-	-	-

*Menos de 10 personas

**Menos de 50 personas

Tabla 6. Datos de población (nº de personas en centenas) expuesta en la UME



Figura 6 Niveles sonoros Lden en la UME .

5.1.2 Zonas de afección

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para los mapas de afección.

Lden	Zonas de afección					
	Superficie(m ²)	Superficie(km ²)	Nº persona	Viviendas	Nº centros docentes	Nº centros sanitarios
>55	97.353	0.097353	0	0	2*	0
>65	0	0	0	0	0	0
>75	0	0	0	0	0	0

* Biblioteca general
 Facultad de medicina

Tabla 7. Datos de afección en la UME