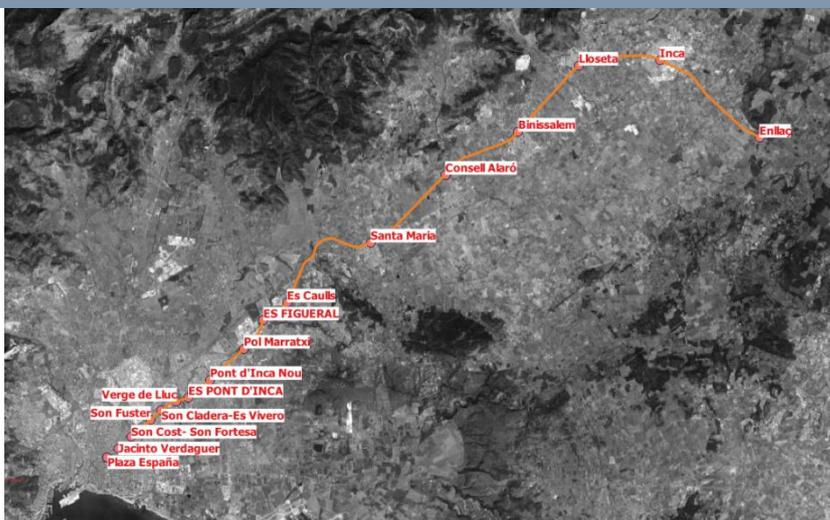


INFORME

Mapa Estratégico de Ruidos (MER) de la línea ferroviaria Palma- Estación intermodal a Enllaç



PROMOTOR
Serveis Ferroviaris de Mallorca

AUTOR
Emilio Pou Feliu

DICIEMBRE 2023

Exp:23064

ÍNDICE

1	OBJETO	1
2	NECESIDAD DE ELABORACIÓN DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO.....	1
3	DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD DE MAPA ESTRATÉGICO	2
4	AUTORIDAD RESPONSABLE.....	3
5	PARQUE DE VEHÍCULOS.....	3
6	SOFTWARE DE MODELIZACIÓN.....	4
	6.1 SOFTWARE	4
	6.2 MÉTODO DE CÁLCULO	4
7	TRÁFICO DE LA LÍNEA ESTACIÓN INTERMODAL-ENLLAÇ	6
8	VELOCIDADES DE RECORRIDOS.....	7
9	MODELIZACIÓN EN EL SOFTWARE CADNA A.....	8
	9.1 MODELADO DEL TERRENO	8
	9.2 EDIFICIOS DEL MODELO.....	10
10	CAMBIOS EN LA POBLACIÓN ACONTECIDOS DESDE EL MER 2013.....	12
11	AFECCIÓN POR IMPACTO ACÚSTICO	12

1 OBJETO

El objeto de esta memoria es recoger los resultados obtenidos en la elaboración del Mapa Estratégico de Ruidos de la línea férrea Palma (Intermodal)- Enllaç gestionada por Serveis Ferroviaris de Mallorca (SFM), dependiente del Govern Balear

2 NECESIDAD DE ELABORACIÓN DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO

La Directiva 2002/49/CE establece la siguiente definición de "Mapa Estratégico de Ruido": "mapa diseñado para poder evaluar globalmente la exposición al ruido en una zona determinada, debido a la existencia de distintas fuentes de ruido, o para poder realizar predicciones globales para dicha zona".

Un mapa estratégico de ruido es, por lo tanto, un instrumento diseñado para evaluar la exposición al ruido, es decir, es diferente a lo que se ha venido denominando como mapa de ruido o mapa de niveles sonoros.

Los mapas estratégicos de ruido constan, al menos, de dos partes diferenciadas:

Mapas de niveles sonoros: son mapas de líneas isófonas realizados a partir del cálculo de niveles sonoros en puntos receptores que abarcan toda la zona de estudio.

Mapas de exposición al ruido en los que figuran los edificios, viviendas y población expuestos a determinados niveles de ruido, y otros datos exigidos por la Directiva 2002/49/CE.

Los mapas estratégicos de ruidos son obligatorios para las grandes líneas ferroviarias, que se definen como aquellas líneas que tienen un tráfico superior a 30.000 trenes al año. En una primera fase de aplicación de la legislación se exigió a líneas con tráfico superior a 60.000 trenes al año, quedando para las siguientes fases el resto de líneas con tráfico en el intervalo de 30.000-60.000 trenes al año.

En marzo de 2022, el Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico publicó las "INSTRUCCIONES PARA LA ENTREGA DE LOS DATOS ASOCIADOS A LOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO Y PLANES DE ACCIÓN CONTRA EL RUIDO DE LA FASE 4". En el documento se especifican todos los detalles en cuanto a formatos, información, documentos y archivos digitales a entregar.

En cuanto a la memoria, establece que debe contener:

1. Breve descripción de la UME: nombre, tramos de la línea que la componen, ubicación, tráfico, longitud.
2. Autoridades responsables.
3. Programas de lucha contra el ruido ejecutados en el pasado y medidas vigentes.
4. Métodos de medición o cálculo empleados para la elaboración de los mapas.
5. Número total de personas expuestas (L_{den}). Se debe indicar "El número total estimado de personas (expresado en centenas) fuera de aglomeraciones cuya vivienda está expuesta a cada uno de los rangos siguientes de valores de L_{den} en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo y en la fachada más expuesta: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, ≥ 75

6. Número total de personas expuestas (L_{noche}). De acuerdo con la Directiva 2002/49/CE Anexo VI, los Estados Miembros deben indicar “El número total estimado de personas (expresado en centenas) fuera de aglomeraciones cuya vivienda está expuesta a cada uno de los rangos siguientes de valores de L_{noche} en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo y en la fachada más expuesta: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, ≥ 70 ”
7. Área total, viviendas y población expuesta (L_{den}). De acuerdo con la Directiva 2002/49/CE Anexo VI, sección 2.7, los Estados Miembros deben indicar “La superficie total (en km^2) expuesta a valores de L_{den} superiores a 55, 65 y 75 dB, respectivamente. Se indicará, además, el número total estimado de viviendas (en centenas) y el número total estimado de personas (en centenas) que viven en cada una de esas zonas. Estos datos de población incluyen las aglomeraciones.

Además, y para tener en cuenta la legislación española:

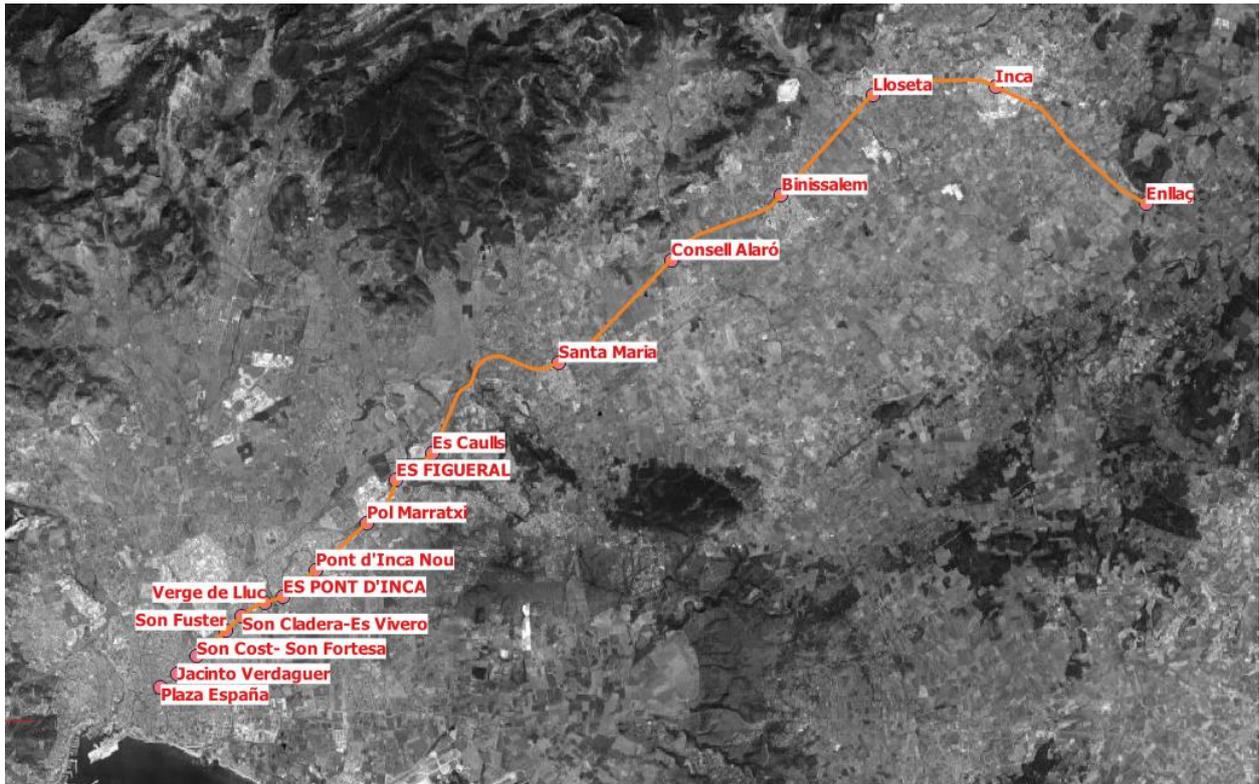
8. Número total de personas expuestas ($L_{\text{día}}$). Se debe indicar “El número total estimado de personas (expresado en centenas) fuera de aglomeraciones cuya vivienda está expuesta a cada uno de los rangos siguientes de valores de $L_{\text{día}}$ en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo y en la fachada más expuesta: 55- 59, 60-64, 65-69, 70-74, ≥ 75 ”.
9. Número total de personas expuestas fuera de aglomeraciones (L_{tarde}). Se debe indicar “El número total estimado de personas (expresado en centenas) fuera de aglomeraciones cuya vivienda está expuesta a cada uno de los rangos siguientes de valores de L_{tarde} en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo y en la fachada más expuesta: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, ≥ 75 .

3 DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD DE MAPA ESTRATÉGICO

El Mapa Estratégico comprende una sola Unidad de Mapa Estratégico (UME), la línea férrea de las estaciones Intermodal a Enllaç dependiente de la Serveis Ferroviaris de Mallorca (SFM) dependiente del Govern de les Illes Balears:

La línea tiene una longitud de 28,5 Km y afecta a los municipios de Palma, Marratxí, Santa María, Consell, Binissalem, Lloseta e Inca, de los cuales. De los 28,5 Km 1,5 Km son soterrados.

Tiene un tráfico entre 30.000 y 60.000 trenes al año



4 AUTORIDAD RESPONSABLE

La línea está gestionada por el Serveis Ferroviaris de Mallorca, dependiente de la Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat.

SFM

Passatge de Cala Figuera nº 6

07009 Son Rullán (Palma de Mallorca)

5 PARQUE DE VEHÍCULOS

En cuanto al parque de vehículos que circulan por la línea, se compone:

Serie 7100

6 Automotores de 2 coches MM

A veces acoplados 2 + 2

Cada coche 4 ejes

Rugosidad de la rueda variable según desgaste. Rueda nueva 6,3

Transmisión motor/eje por reductora directa,

Serie 8100

5 Automotores de 3 coches MNM

8 Automotores de 4 coches MNNM

Rara vez acopladas

Cada coche 4 ejes

Rugosidad de la rueda variable según desgaste. Rueda nueva 6,3

Transmisión motor/eje por reductora directa,

Serie 9100

6 Automotores de 3 coches MNM

Rara vez acopladas

Cada unidad tiene 4 bogies, 1 en cada coche motor y 2 en el remolque central Cada bogie 2 ejes

Rugosidad de la rueda variable según desgaste.

Transmisión motor/eje por reductora directa, Uno de los bogies es remolcado

Serie 1100

5 Automotores de 4 coches MRRM

Rara vez acopladas

Cada coche 4 ejes

Rugosidad de la rueda variable según desgaste. Rueda nueva 6,3

Transmisión motor/eje por reductora directa.

6 SOFTWARE DE MODELIZACIÓN

6.1 SOFTWARE

Para la creación del modelo de cálculo de los mapas de ruido se ha utilizado el software de simulación CadnaA en su versión 2023 MR-2 (64 bits (32 bits), desarrollado por DataKustik GMBH, Greifenberg, Alemania, número de licencia L42225. Este software realiza los cálculos para el pronóstico y la valoración de los niveles acústicos emitidos por diversas fuentes de ruido como carreteras, vías ferroviarias, plantas industriales y aeropuertos.

Los distintos elementos considerados para la elaboración de los distintos modelos utilizados en la obtención de los distintos mapas estratégicos según las distintas fuentes de ruido, así como el mapa global se presentan anexos a este informe.

6.2 MÉTODO DE CÁLCULO

En el momento de realizar el MER de la misma línea en 2013, la normativa europea obligaba a seguir el método SRM II para el caso de líneas ferroviarias.

Desde entonces, ha habido una actualización de normativa, siendo ahora el método vigente CNSOSSOS-EU.

CNOSSOS-EU fue desarrollado por la Comisión Europea para armonizar los métodos de evaluación del ruido en los estados miembros de la Unión Europea. Se implementó en la Directiva Europea de Ruido Ambiental 2002/49/EC. El método SRMII** (Standardized Railway Noise Modelling Method) era el método previamente usado en varios países europeos antes de la adopción del CNOSSOS-EU.

En la metodología y modelado CNOSSOS-EU utiliza un enfoque más unificado para el cálculo del ruido. Incorpora modelos y algoritmos detallados para diferentes fuentes de ruido, incluyendo el tráfico ferroviario, con el objetivo de proporcionar resultados más consistentes y comparables entre los países de la UE. SRMII tenía variaciones en su aplicación dependiendo del país y se centraba más específicamente en el ruido ferroviario. Su metodología podría variar ligeramente en términos de los parámetros y procesos de cálculo utilizados.

En cuanto a los parámetros y factores considerados, CNOSSOS-EU considera una amplia gama de factores como la topografía del terreno, condiciones meteorológicas, tipos de trenes, velocidad, tipos de rieles y ruedas, entre otros. SRMII también consideraba factores similares, pero su nivel de detalle y la forma de integración de estos factores podían variar, lo que a veces resultaba en diferencias en la evaluación del ruido.

CNOSSOS-EU está diseñado no solo para evaluar el ruido, sino también para facilitar la comparación y el análisis de datos a nivel europeo, promoviendo políticas de mitigación del ruido más uniformes. SRMII estaba más enfocado en proporcionar una herramienta para la evaluación local o nacional, sin la necesidad de estandarización a nivel de la UE.

En resumen, la principal diferencia entre CNOSSOS-EU y SRMII radica en el nivel de armonización y estandarización en la evaluación del ruido ferroviario. CNOSSOS-EU ofrece un enfoque más uniforme y detallado, adecuado para aplicaciones a escala de la UE, mientras que SRMII era más variable y adaptado a aplicaciones nacionales o locales.

Para la aplicación de CNOSSOS-EU los diferentes organismos competentes de los países integrantes de la UE han ido elaborando estudios para caracterizar las emisiones acústicas de los modelos de trenes usados en el país y poder asignar los parámetros adecuados del método estandarizado.

En España se publicó, por parte de ADIF, el documento “Guía para la aplicación del método CNOSSOS-EU en la modelización del ruido producido por las circulaciones ferroviarias en las infraestructuras de ADIF y ADIF AV”, en marzo de 2022.

Entre los vehículos caracterizados en ese documento no se incluyen los utilizados por SFM. Para la elaboración de este MER se ha decidido, a falta de datos mejores, seguir el método SRMII, siguiendo la manera de proceder de otros casos similares en el estado español.

7 TRÁFICO DE LA LÍNEA ESTACIÓN INTERMODAL-ENLLAÇ

En los días laborables, días cuando hay mayor tráfico, se contabilizan 72 trenes en cada dirección, repartidos en los siguientes horarios, desde el punto de vista del impacto acústico:

FRANJA HORARIA	Nº de trenes	IMh máx
Ln	12	10 trenes/h
Ld	114	12 trenes/h
Le	18	6 trenes/h

El tráfico ferroviario nocturno inicia su efecto en el tramo estudiado a las 5:50 de la mañana, hasta las 7:00 y el de la tarde, termina sobre las 23:05, por lo que la afección nocturna se limita a una hora diaria.

	Estación Intermodal	Jacinto Verdaguer	Son Costa	Son Fuster	Son Cladera	Verge de Llic	Pont d'Inca	Pont d'Inca Nou	Poliçone de Marratxí	Marratxí	Es Caulis	Santa Maria	Altrú-Concell	Bini Salem	Lloseta	Inca	Enllaç	SINEU		
NOCHE	1	5:50	5:51	5:53	5:54	5:55	5:57	5:58	6:00	6:02	6:04	6:06	6:11	6:14	6:17	6:20	6:25	6:30		
	2	6:10	6:11	6:13	6:14	6:15	6:17	6:18	6:20	6:22	6:24	6:26	6:31	6:34	6:37	6:40	6:45		6:58	
	3	6:20	6:21	6:23	6:24	6:25	6:27	6:28	6:30	6:32	6:34	6:36	6:41	6:44	6:47	6:50	6:54			
	4	6:32											6:43	6:49	6:52	6:55	6:59	7:05		
	5	6:40	6:41	6:43	6:44	6:45	6:47	6:48	6:50	6:52	6:54	6:56	7:01	7:04	7:07	7:10	7:14			
	6	6:50	6:51	6:53	6:54	6:55	6:57	6:58	7:00	7:02	7:04	7:06	7:11	7:14	7:17	7:20	7:25		7:38	
	7	7:00	7:01	7:03	7:04	7:05	7:07	7:08	7:10	7:12	7:14	7:16	7:21	7:24	7:27	7:30	7:34			
	8	7:10	7:11	7:13	7:14	7:15	7:17	7:18	7:20	7:22	7:24	7:26	7:31	7:34	7:37	7:40	7:45	7:50		
	9	7:20	7:21	7:23	7:24	7:25	7:27	7:28	7:30	7:32	7:34	7:36	7:41	7:44	7:47	7:50	7:54			
	10	7:30	7:31	7:33	7:34	7:35	7:37	7:38	7:40	7:42	7:44	7:46	7:51	7:54	7:57	8:00	8:05		8:18	
	11	7:40	7:41	7:43	7:44	7:45	7:47	7:48	7:50	7:52	7:54	7:56	8:01	8:04	8:07	8:10	8:14			
	12	7:50	7:51	7:53	7:54	7:55	7:57	7:58	8:00	8:02	8:04	8:06	8:11	8:14	8:17	8:20	8:25	8:30		
	13	8:00	8:01	8:03	8:04	8:05	8:07	8:08	8:10	8:12	8:14	8:16	8:21	8:24	8:27	8:30	8:34			
	14	8:10	8:11	8:13	8:14	8:15	8:17	8:18	8:20	8:22	8:24	8:26	8:31	8:34	8:37	8:40	8:45		8:58	
	15	8:20	8:21	8:23	8:24	8:25	8:27	8:28	8:30	8:32	8:34	8:36	8:41	8:44	8:47	8:50	8:54			
	16	8:32					8:40	8:43	8:49	8:52	8:55	8:59	9:05	9:10	9:14	9:18	9:22	9:10		
17	8:40	8:41	8:43	8:44	8:45	8:47	8:48	8:50	8:52	8:54	8:56	9:01	9:04	9:07	9:10	9:14				
18	8:50	8:51	8:53	8:54	8:55	8:57	8:58	9:00	9:02	9:04	9:06	9:11	9:14	9:17	9:20	9:25		9:38		
19	9:00	9:01	9:03	9:04	9:05	9:07	9:08	9:10	9:12	9:14	9:16	9:21	9:24	9:27	9:30	9:34				
20	9:10	9:11	9:13	9:14	9:15	9:17	9:18	9:20	9:22	9:24	9:26	9:31	9:34	9:37	9:40	9:45				
21	9:20	9:21	9:23	9:24	9:25	9:27	9:28	9:30	9:32	9:34	9:36	9:41	9:44	9:47	9:50	9:54		10:18		
22	9:50	9:51	9:53	9:54	9:55	9:57	9:58	10:00	10:02	10:04	10:06	10:11	10:14	10:17	10:20	10:25	10:30			
23	10:10	10:11	10:13	10:14	10:15	10:17	10:18	10:20	10:22	10:24	10:26	10:31	10:34	10:37	10:40	10:45		10:58		
24	10:30	10:31	10:33	10:34	10:35	10:37	10:38	10:40	10:42	10:44	10:46	10:51	10:54	10:57	11:00	11:05	11:10			
25	10:50	10:51	10:53	10:54	10:55	10:57	10:58	11:00	11:02	11:04	11:06	11:11	11:14	11:17	11:20	11:24				
26	11:10	11:11	11:13	11:14	11:15	11:17	11:18	11:20	11:22	11:24	11:26	11:31	11:34	11:37	11:40	11:45		11:58		
27	11:30	11:31	11:33	11:34	11:35	11:37	11:38	11:40	11:42	11:44	11:46	11:51	11:54	11:57	12:00	12:05	12:10			
28	11:50	11:51	11:53	11:54	11:55	11:57	11:58	12:00	12:02	12:04	12:06	12:11	12:14	12:17	12:20	12:24		12:58		
29	12:10	12:11	12:13	12:14	12:15	12:17	12:18	12:20	12:22	12:24	12:26	12:31	12:34	12:37	12:40	12:45				
30	12:30	12:31	12:33	12:34	12:35	12:37	12:38	12:40	12:42	12:44	12:46	12:51	12:54	12:57	13:00	13:05	13:10			
31	12:50	12:51	12:53	12:54	12:55	12:57	12:58	13:00	13:02	13:04	13:06	13:11	13:14	13:17	13:20	13:24				
32	13:10	13:11	13:13	13:14	13:15	13:17	13:18	13:20	13:22	13:24	13:26	13:31	13:34	13:37	13:40	13:45		13:57		
33	13:20	13:21	13:23	13:24	13:25	13:27	13:28	13:30	13:32	13:34	13:36	13:41	13:44	13:47	13:50	13:54				
34	13:32					13:40	13:43	13:49	13:52	13:55	13:59	14:05	14:10	14:14	14:18	14:22	14:10			
35	13:40	13:41	13:43	13:44	13:45	13:47	13:48	13:50	13:52	13:54	13:56	14:01	14:04	14:07	14:10	14:14				
36	13:50	13:51	13:53	13:54	13:55	13:57	13:58	14:00	14:02	14:04	14:06	14:11	14:14	14:17	14:20	14:25		14:38		
37	14:00	14:01	14:03	14:04	14:05	14:07	14:08	14:10	14:12	14:14	14:16	14:21	14:24	14:27	14:30	14:34				
38	14:12					14:20	14:23	14:29	14:32	14:35	14:39	14:45	14:50	14:54	14:58	15:02	14:50			
39	14:20	14:21	14:23	14:24	14:25	14:27	14:28	14:30	14:32	14:34	14:36	14:41	14:44	14:47	14:50	14:54				
40	14:30	14:31	14:33	14:34	14:35	14:37	14:38	14:40	14:42	14:44	14:46	14:51	14:54	14:57	15:00	15:05		15:18		
41	14:40	14:41	14:43	14:44	14:45	14:47	14:48	14:50	14:52	14:54	14:56	15:01	15:04	15:07	15:10	15:14				
42	14:50	14:51	14:53	14:54	14:55	14:57	14:58	15:00	15:02	15:04	15:06	15:11	15:14	15:17	15:20	15:25	15:30			
43	15:00	15:01	15:03	15:04	15:05	15:07	15:08	15:10	15:12	15:14	15:16	15:21	15:24	15:27	15:30	15:34				
44	15:10	15:11	15:13	15:14	15:15	15:17	15:18	15:20	15:22	15:24	15:26	15:31	15:34	15:37	15:40	15:45		15:58		
45	15:20	15:21	15:23	15:24	15:25	15:27	15:28	15:30	15:32	15:34	15:36	15:41	15:44	15:47	15:50	15:54				
46	15:30	15:31	15:33	15:34	15:35	15:37	15:38	15:40	15:42	15:44	15:46	15:51	15:54	15:57	16:00	16:05	16:10			
47	15:40	15:41	15:43	15:44	15:45	15:47	15:48	15:50	15:52	15:54	15:56	16:01	16:04	16:07	16:10	16:14				
48	15:50	15:51	15:53	15:54	15:55	15:57	15:58	16:00	16:02	16:04	16:06	16:11	16:14	16:17	16:20	16:25		16:38		
49	16:00	16:01	16:03	16:04	16:05	16:07	16:08	16:10	16:12	16:14	16:16	16:21	16:24	16:27	16:30	16:34				
50	16:12					16:20	16:23	16:29	16:32	16:35	16:39	16:45	16:50	16:54	16:58	17:02	16:50			
51	16:20	16:21	16:23	16:24	16:25	16:27	16:28	16:30	16:32	16:34	16:36	16:41	16:44	16:47	16:50	16:54				
52	16:30	16:31	16:33	16:34	16:35	16:37	16:38	16:40	16:42	16:44	16:46	16:51	16:54	16:57	17:00	17:05		17:18		
53	16:40	16:41	16:43	16:44	16:45	16:47	16:48	16:50	16:52	16:54	16:56	17:01	17:04	17:07	17:10	17:14				
54	16:50	16:51	16:53	16:54	16:55	16:57	16:58	17:00	17:02	17:04	17:06	17:11	17:14	17:17	17:20	17:25	17:00			
55	17:00	17:01	17:03	17:04	17:05	17:07	17:08	17:10	17:12	17:14	17:16	17:21	17:24	17:27	17:30	17:34				
56	17:10	17:11	17:13	17:14	17:15	17:17	17:18	17:20	17:22	17:24	17:26	17:31	17:34	17:37	17:40	17:45		17:58		
57	17:20	17:21	17:23	17:24	17:25	17:27	17:28	17:30	17:32	17:34	17:36	17:41	17:44	17:47	17:50	17:54				
58	17:30	17:31	17:33	17:34	17:35	17:37	17:38	17:40	17:42	17:44	17:46	17:51	17:54	17:57	18:00	18:05	18:10			
59	17:45	17:46	17:48	17:49	17:50	17:52	17:53	17:55	17:57	17:59	18:01	18:06	18:09	18:12	18:15	18:19				
60	18:00	18:01	18:03	18:04	18:05	18:07	18:08	18:10	18:12	18:14	18:16	18:21	18:24	18:27	18:30	18:34				
61	18:15	18:16	18:18	18:19	18:20	18:22	18:23	18:25	18:27	18:29	18:31	18:36	18:39	18:42	18:45	18:50				
62	18:35	18:36	18:38	18:39	18:40	18:42	18:43	18:45	18:47	18:49	18:51	18:56	18:59	19:02	19:05	19:10	19:15	19:03		
63	18:55	18:56	18:58	18:59	19:00	19:02	19:03	19:05	19:07	19:09	19:11	19:16	19:19	19:22	19:25	19:29				
64	19:15	19:16	19:18	19:19	19:20	19:22	19:23	19:25	19:27	19:29	19:31	19:36	19:39	19:42	19:45	19:50		20:03		
65	19:35	19:36	19:38	19:39	19:40	19:42	19:43	19:45	19:47	19:49	19:51	19:56	19:59	20:02	20:05	20:10	20:15			
66	19:55	19:56	19:58	19:59	20:00	20:02	20:03	20:05	20:07	20:09	20:11	20:16	20:19	20:22	20:25	20:29				
67	20:																			

Como particularidad de la línea cabe destacar el gran número de estaciones con cortos recorridos entre ellas, con tiempos de recorrido inferiores a 1 minuto, especialmente durante el recorrido dentro de los municipios de Palma y Marratxi.

8 VELOCIDADES DE RECORRIDOS

Midiendo la longitud de tramos y considerando los tiempos de recorrido, con los datos obtenidos en las tablas de horarios se pueden obtener velocidades medias. Para esta primera aproximación, se ha despreciado el tiempo de parada en cada estación.

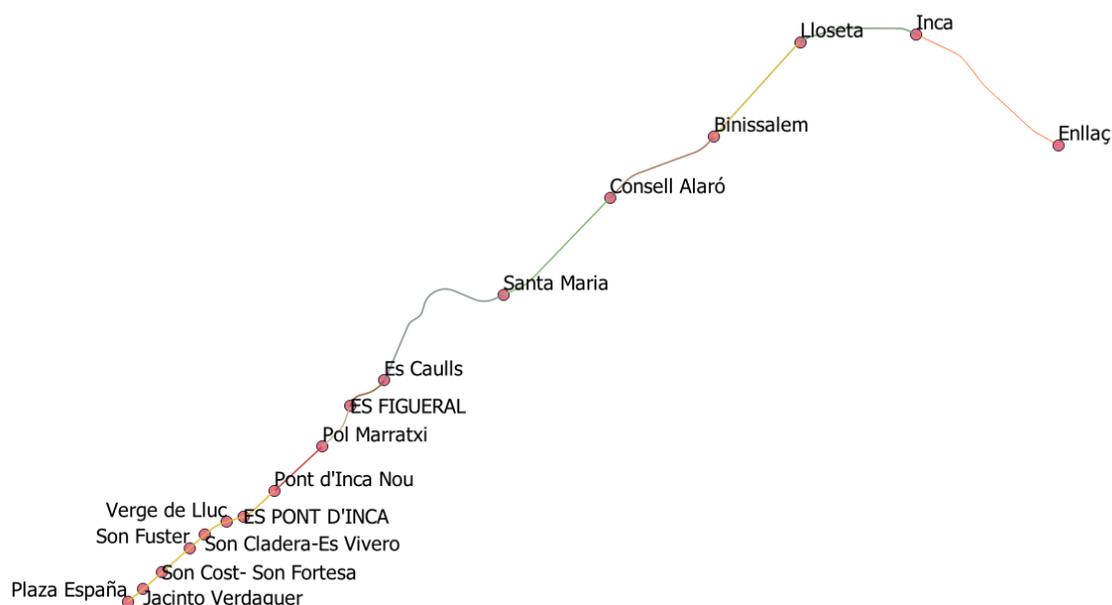


Imagen 1. Planta de los tramos de vía considerados, con el cálculo de las velocidades medias en función de los tiempos entre paradas de estaciones

	Longitud del tramo (m)	Tiempo (min)	Velocidad media (Km/h)
PLAZA ESPAÑA- ES PONT D'INCA	5.087,00	10	31
ES PONT D'INCA-PI MARRATXÍ	1.801,00	2	54
PI MARRATXÍ-ES FIGUERAL	1.373,00	2	41
ES FIGUERAL-ES CAULLS	1.223,00	2	37
ES CAÜLLS-SANTA MARÍA	4.860,00	5	58
SANTA MARÍA-CONSELL	3.985,00	4	60
CONSELL-BINISALEM	3.386,00	3	68
BINISALEM-LLOSETA	3.513,00	3	70
LLOSETA-INCA	3.264,00	5	39
INCA-ENLLAÇ	5.016,00	8	38

Imagen 2. Tabla de longitudes de tramos entre estaciones y tiempos entre ellas según tabla de horarios publicada. Para el cálculo de la velocidad media se está despreciando el tiempo de parada

Cada tramo entre estaciones se ha dividido en el modelo CADNA A considerando la reducción de velocidad al entrar y salir de cada estación y el aumento en los tramos intermedios.

9 MODELIZACIÓN EN EL SOFTWARE CADNA A

9.1 MODELADO DEL TERRENO

Siguiendo las recomendaciones de la GUÍA BÁSICA DE RECOMENDACIONES PARA LA APLICACIÓN DEL MÉTODO CNOSSOS-EU, se ha modelizado el terreno con curvas de nivel cada 2 m, en un buffer de 500 metros a cada lado de la vía ferroviaria.

El terreno se ha modelizado a partir del MDT02 obtenido del centro de descargas del Instituto Geográfico Nacional



Imagen 3. Área del buffer en el centro de descargas para determinar los archivos necesarios.



Imagen 4. Nombre de los cuatro archivos necesarios para cubrir todo el área del buffer.

Del MDT se obtuvieron las curvas de nivel cada 2 metros con ayuda del software Global Mapper:

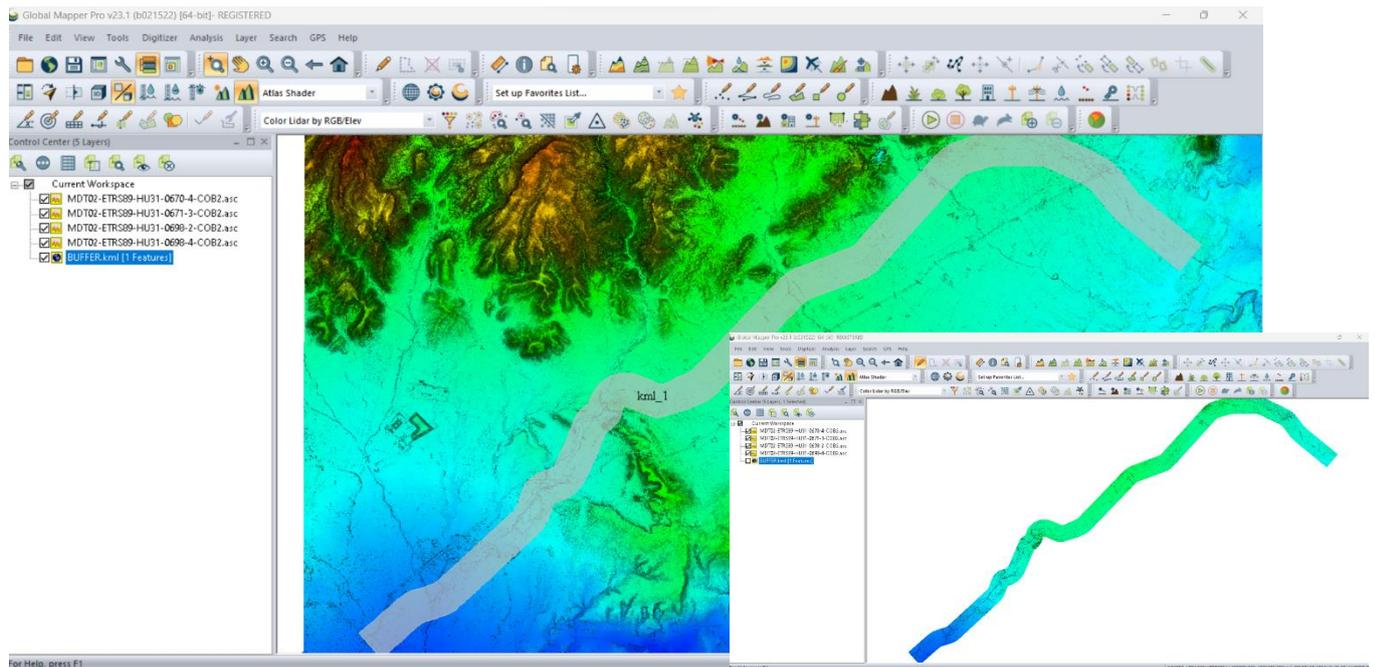


Imagen 5. Extracción del buffer de trabajo del MDT con Global Mapper



Imagen 6. Resultado del procesado con Global Mapper

Se exportaron los archivos en formato dwg, shp y dxf. El modelo CADNA se construyó a partir del archivo shp que se importó en el software como curvas de nivel, con el valor de altura asignado a partir del shape.

Las curvas requirieron después alguna corrección, siendo necesario recorrer toda la traza de la línea ferroviaria para resolver puntos singulares como paso sobre torrentes, paso bajo carreteras, etc... donde el modelo MDT podría estar dando algún error.

9.2 EDIFICIOS DEL MODELO

Dentro del mismo buffer de 500 metros, se descargaron los datos LIDAR 2ª cobertura (2015-2021) en formato .LAZ, del instituto Geográfico Nacional. Los datos obtenidos se procesaron con el software TERRASOLID y Microstation, obteniéndose las edificaciones en 3D con las clasificaciones Lidar Building y Roofs tras eliminar del modelo la vegetación.

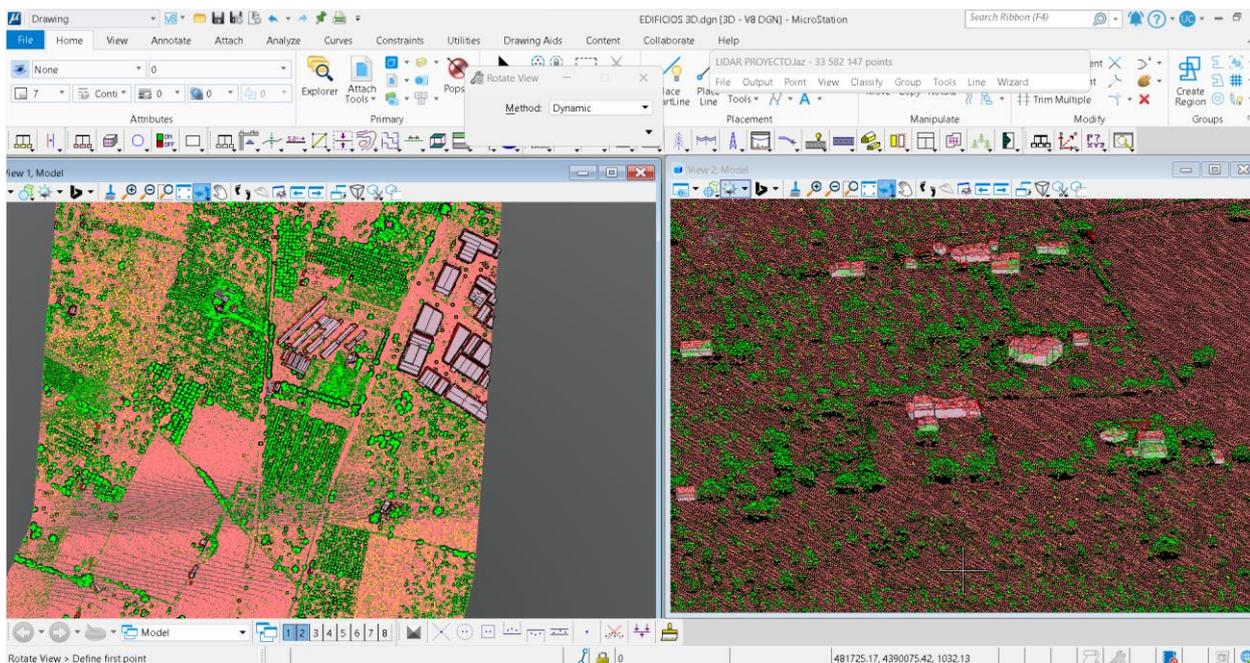


Imagen 7. Modelo LIDAR antes de eliminar la vegetación.

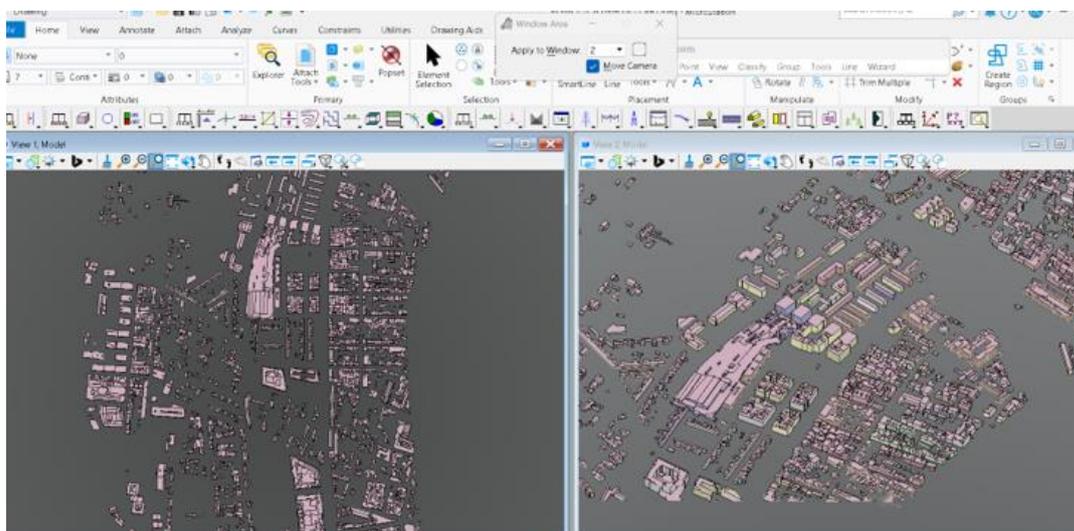


Imagen pueblo8. Modelado resultante de los edificios del barrio de Son Rullan

Este modelo de edificaciones se exportó a los formatos skp, dwg, dxf y shp. El archivo que sirvió para generar la capa de edificios 3D en Cadna A fue el skp. La ventaja de este procedimiento es la información detallada de todos los edificios, con los diferentes cuerpos de edificación, patios interiores, etc..., aunque provoca un volumen de información muy importante y un tiempo de proceso de la propagación del impacto acústico muy elevado.

Se introdujeron las vías del tren, una por sentido, con el reparto de trenes entre ambas y dividido cada tramo entre estaciones en subtramos con diferentes velocidades para tener en cuenta la entrada y salida de la estación y las condiciones de la vía.

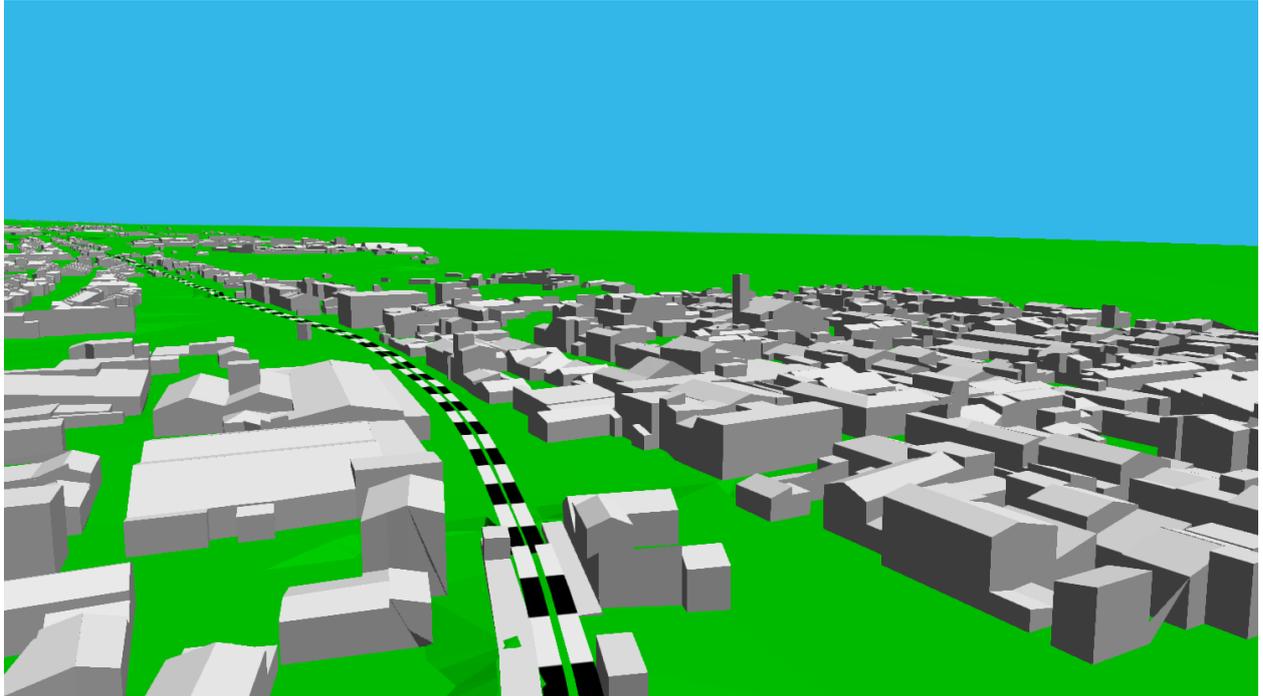


Imagen 9. Es Pont d'Inca



Imagen 10. Inca

Tras un trabajo de detección de incongruencias en vías respecto al terreno, modelado de edificios, etc... se corrió el modelo asignado un tipo de tren normalizado CO3, espaciado de receptores de 10 x 10 m, altura del receptor de 4 m, absorción del aire según la ISO 9613-1,

corrección meteorológica Cmet según ISO 9613-2. El modelo requirió un tiempo de procesado elevado, del orden de 40h en cada ciclo de cálculo.

10 CAMBIOS EN LA POBLACIÓN ACONTECIDOS DESDE EL MER 2013

Desde la elaboración del primer MER de la línea, la población de los municipios por los que circula ha sufrido un incremento importante.

POBLACIÓN	Habitantes 2013	Habitantes 2022	Incremento	%
Palma	398.162	415.940	17.778	4,5
Marratxí	35.258	38.902	3.644	10,3
Santa María	6.500	7.483	983	15,1
Consell	3.834	4.230	396	10,3
Alaró	5.217	5.811	594	11,4
Binissalem	7.792	9.027	1.253	15,8
Lloseta	5.680	6.312	632	11,1
Inca	31.032	34.093	3.061	9,9

Tabla 1. Variación de población en los municipios por donde transcurre la línea férrea. Fuente: INE

A pesar de este notable crecimiento de población, no se detectan nuevas superficies residenciales en el entorno de la línea férrea, por lo que, a priori, no se esperarían cambios notables en los resultados.

11 AFECCIÓN POR IMPACTO ACÚSTICO

Siguiendo el documento “Instrucciones para la entrega de los datos asociados a los mapas estratégicos de ruido y planes de acción contra el ruido y planes de acción contra el ruido de la cuarta fase”, de marzo de 2022, revisión del 07/02/2023 (revisión séptima), se adjuntan los siguientes valores, obtenidos del resultado del modelado. Para ello se exportaron las isófonas de cada periodo a QGIS, así como todas las edificaciones, tanto en rústico como en aglomeraciones a partir de descargas masivas de la página del catastro. Hecho esto, se fue recorriendo la traza identificando los edificios afectados por cada isófona, comprobando su uso y en caso de ser viviendas, su número.

Para asignar el número de habitantes se contabilizaron 2,5 habitantes por viviendas, según datos publicados por el INE para toda España.



Imagen 11. QGIS: Edificios del núcleo de Inca y isófona Lden 55dB



Imagen 12. QGIS; tramo Inca-Enllaç.

Número total de personas expuestas fuera de las aglomeraciones para los indicadores L_{den} , L_d y L_e . Se debe indicar el número total estimado de personas (expresado en centenas) cuya vivienda está expuesta a cada uno de los rangos siguientes de valores de L_{den} , L_d y L_e en dB,

a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: 55-59dB, 60-64, 65-69, 70-74, ≥ 75 .

INDICADOR	55-59 dB	60-64dB	65-69dB	70-74 dB	≥ 75
L_{den} (Nº Centenas personas)	0,63	0	0	0	0
L_d (Nº Centenas personas)	0,50	0	0	0	0
L_e (Nº Centenas personas)	0,50	0	0	0	0

Número total de personas expuestas fuera de las aglomeraciones para el indicador L_n. Se debe indicar -el número total estimado de personas (expresado en centenas) cuya vivienda está expuesta a cada uno de los rangos siguientes del valor L_n, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: 50-54 dB, 55-59dB, 60-64dB, 65-69dB, ≥ 70 dB

INDICADOR	50-54 dB	55-59 dB	60-64 dB	65-69 dB	≥ 70 dB
L_n (centenas)	0,28	0	0	0	0

Tabla 2. Indicadores para L_n fuera de aglomeraciones

Área total, viviendas y población expuesta (L_{den}). De acuerdo con la Directiva 2002/49/CE Anexo VI, sección 2.7, los Estados Miembros deben indicar “la superficie total (en km²) expuesta a valores de L_{den} superiores a 55, 65 y 75 dB, respectivamente. Se indicará, además, el número total estimado de viviendas (en centenas) y el número total estimado de personas (en centenas) que viven en cada una de esas zonas, incluyendo las aglomeraciones.

INDICADOR L _{den}	>55 dB	>65 dB	>75 dB
Superficie (km²)	1,03	0,005	0
Nº viviendas (centenas)	4,6	0	0
Nº personas (centenas)	11,4	0	0

Tabla 3. Indicadores para L_{den}

Palma de Mallorca, diciembre de 2023

Emilio Pou Feliu

Ingeniero Civil

Ldo. en Ciencias Ambientales