



MINISTERIO
DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO
DE INFRAESTRUCTURAS
Y PLANIFICACIÓN

SECRETARÍA GENERAL
DE INFRAESTRUCTURAS

DIRECCIÓN GENERAL
DE FERROCARRILES



adif

ADMINISTRADOR DE
INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS

CLAVE: 15301.15212/07

MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO DE LOS GRANDES EJES FERROVIARIOS. FASE I

LOTE Nº 2: ÁREAS DE PAÍS VASCO Y ASTURIAS

U.M.E.: VILLABONA DE ASTURIAS - LUGONES

EJE 6: Venta de Baños-León-Monforte-Orense-Vigo

Línea 93: Villabona-Nubledo-San Juan de Nieva

Tramo: Lugones-Lugo de Llanera, Lugo de Llanera-Villabona de Asturias

MEMORIA RESUMEN

DIRECCIÓN DEL ESTUDIO:

ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS

DIRECCIÓN GENERAL DE SEGURIDAD, ORGANIZACIÓN Y RECURSOS HUMANOS

DIRECCIÓN DE CALIDAD Y MEDIO AMBIENTE

AUTOR DEL ESTUDIO:

Alberto Bañuelos Irusta

Susana Malón Giménez

CONSULTORA:

AAC Centro de Acústica Aplicada S.L.

AGOSTO 2007
EDICIÓN REVISADA ENERO 2008

MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO DE LOS GRANDES EJES FERROVIARIOS. FASE I

LOTE Nº 2: ÁREAS DE PAÍS VASCO Y ASTURIAS

U.M.E.: VILLABONA DE ASTURIAS-LUGONES

DOCUMENTO RESUMEN

AGOSTO 2007

EDICIÓN REVISADA ENERO 2008

INDICE	Página
1. Objeto y contenido del estudio	3
2. Antecedentes	4
3. Descripción general del estudio	5
3.1. Descripción de la zona de estudio.	5
3.2. Descripción de la línea objeto de estudio.	9
4. Normativa.	14
5. Mapas estratégicos de ruido. Metodología	17
5.1. Elaboración de los mapas estratégicos básicos.	20
5.2. Elaboración de los mapas estratégicos de detalle.	22
6. Principales resultados obtenidos	24
7. Equipo de trabajo	28
8. Planos	29

1. Objeto y contenido del estudio.

El objetivo del estudio es elaborar los mapas estratégicos de ruido para los grandes ejes ferroviarios pertenecientes al Principado de Asturias, constituidos por tramos de líneas de ferrocarril con un tráfico superior a 60.000 circulaciones al año, tal y como establece la Ley de Ruido 37/2003 y el R.D. 1513/2005 que la desarrolla parcialmente en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental. En concreto, el tramo objeto de este estudio pertenece al eje 6 Venta de Baños – León – Monforte – Orense - Vigo, línea 93: Villabona - Nubledo - San Juan de Nieva dentro del Principado de Asturias entre las poblaciones de Lugones y Villabona.

El estudio incluye la realización de los mapas estratégicos de ruido a escala 1:5.000 calculados a una altura de 4m sobre el terreno (utilizando la cartografía oficial del Principado de Asturias) para todos los grandes ejes ferroviarios objeto de estudio, ya que debido al fuerte carácter urbano de prácticamente todo el tramo se ha considerado más conveniente utilizar para el cálculo esta escala de trabajo para conseguir una mayor precisión en los resultados que la escala 1:25.000 (escala de referencia para los mapas estratégicos de ruido de los grandes ejes ferroviarios en España).

Los Mapas Estratégicos de Ruido elaborados, calculados a una altura de 4 metros sobre el terreno, se han obtenido en dos fases diferenciadas:

- **Fase A: Mapas Estratégicos Básicos**, a escala 1:25.000, de toda la zona de estudio.
- **Fase B: Mapas Estratégicos de Detalle**, a escala 1:5.000, de zonas concretas seleccionadas en función de la población que puede verse afectada por el ruido del ferrocarril.

2. Antecedentes.

En el área de estudio no existen referencias significativas relativas al establecimiento o puesta en marcha de medidas contra el ruido, tanto en la propia infraestructura de la línea ferroviaria y en los trenes que circulan por ella como en el planeamiento y usos del suelo en áreas de influencia de la misma. En concreto:

- Respecto a la *infraestructura*, todas las operaciones realizadas en la misma están relacionadas con el mantenimiento necesario para asegurar unos niveles de seguridad y calidad de la red óptimos. En el tramo de estudio no se han colocado barreras acústicas como medida de protección del entorno del ruido originados por el ferrocarril. Sin embargo cabe destacar que en Lugones en un desarrollo residencial reciente próximo a la vía se ha colocado una pantalla para proteger a las nuevas viviendas.
- Las medidas contra el ruido puestas en marcha en los *trenes* no son ejecutadas por ADIF, sino por RENFE - Operadora, y fundamentalmente se concentran en la instalación de frenos de zapatas sintéticas en los trenes de mercancías y la adquisición del tren CIVIA, considerado menos ruidoso que el resto de trenes de cercanías.

Sobre el *planeamiento y usos del suelo*, se ha de comentar que la Ley 39 /2003, de 17 de noviembre, del Sector Ferroviario (publicada en el B.O.E. núm. 276 el 18 de noviembre de 2003) establece condiciones especiales para actuaciones que puedan llevarse a cabo en las áreas limítrofes a los ejes ferroviarios en función de la distancia a la que se encuentren de él, denominándolas: Zonas de Dominio Público (8 m), Zonas de Protección (70 m) y Línea Límite de Edificación (50 m, que según la Orden FOM/1323/2005, de 6 de julio, se reduce a 20 m en zonas urbanas).

Bajo este marco normativo, a la hora de realizar algún desarrollo urbanístico en una zona de dominio público ferroviario se ha de pedir autorización a la Dirección Ejecutiva de Mantenimiento de Infraestructura de ADIF.

Esta autorización estará condicionada al cumplimiento de un conjunto de prescripciones técnicas entre las que se incluye la realización de un estudio acústico y, en los casos en los que los resultados del estudio acústico así lo determinen, la ejecución de medidas de protección acústica.

- En relación a medidas sobre *edificios y gestión del tráfico*, no se han ejecutado medidas de control del ruido en el tramo objeto de estudio.

3. Descripción general del estudio.

3.1. Descripción de la zona de estudio.

La UME bajo estudio forma parte del eje 6 Venta de Baños – León – Monforte – Orense - Vigo, línea 93: Villabona - Nubledo - San Juan de Nieva dentro del Principado de Asturias, donde el tramo susceptible de realización de mapas estratégicos de ruido está ubicado entre las localidades de Lugones (perteneciente al Concejo de Siero) y Villabona (Concejo de Llanera).

Estos tramos se incluyen dentro de la Red Nacional de Ferrocarriles gestionada por el ADIF. En este marco, cada tramo anteriormente citado forma parte de ejes y/o líneas más extensas en las que se divide la Red Nacional de Ferrocarriles según la Tramificación Operativa de la Red (T.O.R.) definida por la Dirección Ejecutiva de Mantenimiento de Infraestructura del ADIF.

A su vez, estos tramos también agrupan otros más pequeños, es decir de inferior longitud, definidos según el número de Circulaciones por Tramos (CIRTRA) establecida por la Dirección Ejecutiva de Circulación del ADIF. En las tablas que a continuación ofrecemos, queda establecida la correspondencia entre los códigos ecogidos según la T.O.R. y CIRTRA, y los tramos estudiados en esta U.M.E:

UME	Clave UME (1)	Eje (2)	Línea (2)
Villabona de Asturias-Lugones	15301.15212/07	EJE 6: Venta de Baños – León – Monforte – Orense - Vigo	Línea 93: Villabona – Nubledo – San Juan de Nieva

Tramos	Código del eje y la línea a la que pertenece (2)	Código tramos (3)	Longitud (Km)	Punto Kilométrico P.K. _{inicial} - P.K. _{Final}
Lugones – Lugo de Llanera	6093 TC	1525	7,2	144,8 - 151,9
Lugo de Llanera – Villabona de Asturias		1531		

1. CLAVE U.M.E.: Se compone por tres grupos de números: 15301.15212/07

15301 = Código de la estación inicio de la U.M.E.: Estación de Villabona de Asturias

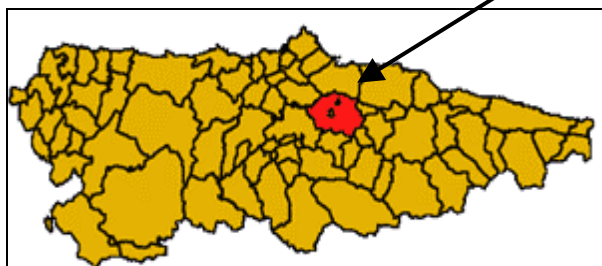
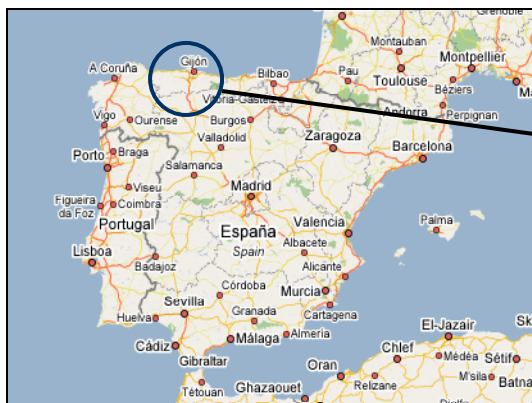
15212 = Código de la estación final de la U.M.E.: Lugones

07 = Código del año en que se ha elaborado el mapa estratégico de ruido: 2007

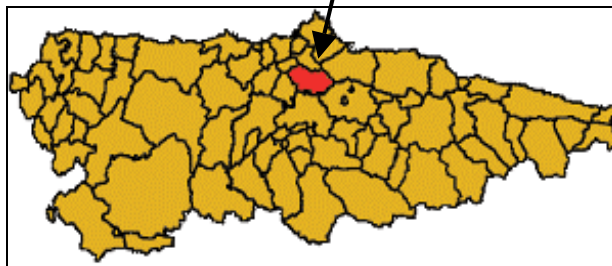
2. Nombre y numeración de los ejes y líneas según la Tramificación Operativa de la Red (T.O.R.) correspondiente al año 2005 elaborada por la Dirección Ejecutiva de Mantenimiento de Infraestructura.

3. Código de los tramos que componen cada unidad de mapa estratégico siguiendo la nomenclatura del CIRTRA (Circulaciones por Tramos) correspondiente al año 2004, elaborado por la Dirección Ejecutiva de Circulación.

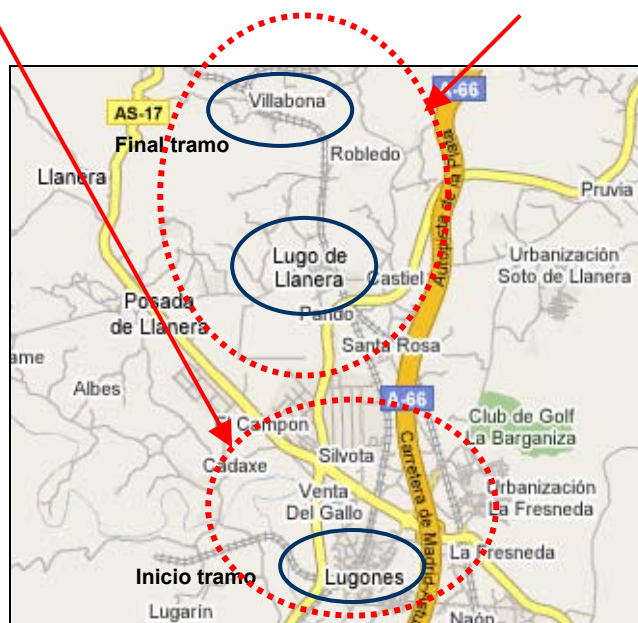
En las imágenes siguientes, se muestra la localización de la zona de estudio y del eje ferroviario bajo estudio en el Principado de Asturias que discurre por los concejos de Siero y Llanera:



Concejo de Siero



Concejo de Llanera



Localización zona de estudio: área de Asturias

El eje ferroviario bajo estudio en la UME Lugones-Villabona atraviesa tres localidades: Lugones en el Concejo de Siero (inicio tramo), y Lugo de Llanera y Villabona en el Concejo de Llanera, (final del tramo éste último), encontrándose muy próxima a zonas urbanas y por tanto, siendo su área de afección predominantemente residencial.

En general, dichos concejos localizados en el ámbito de estudio basan su economía fundamentalmente en la ganadería, agricultura y actividad industrial. Es así que la mayor parte del área objeto de estudio afectada por la línea de ferrocarril, aparte de las zonas urbanas de las localidades que atraviesa, se caracteriza por ser suelo de uso industrial (instalaciones industriales).

El Concejo de Siero con capital en Pola de Siero, se encuentra situado en el centro de Asturias y está limitado por los concejos de Gijón, al norte, Langreo y San Martín del Rey Aurelio, al sur, Llanera y Oviedo, al oeste, y Sariego, Nava y Bimenes, al este.

Las 28 parroquias que forman el municipio de Siero, suman un total de casi 50.000 habitantes, siendo La Pola, El Berrón y *Lugones* sus tres principales núcleos de población. Lugones es el que está afectado por la línea de ferrocarril bajo estudio, se caracteriza por tener estructura residencial, que el ferrocarril separa en dos zonas diferenciadas. El centro urbano, a la derecha del eje en dirección Gijón, se caracteriza por el predominio de edificaciones de varias alturas (alta densidad), mientras que en el lado izquierdo fuera del casco urbano, también se ubican zonas residenciales de baja densidad de población con viviendas multi y unifamiliares.

El Concejo de Llanera, con capital en Posada, limita al norte con Gijón y Corvera; al sur con Oviedo; al este con Gijón y Siero; y al oeste con Illas y Las Regueras. Los núcleos urbanos más importantes, además de la capital, son Santa Eulalia (Soto de Llanera), San Cucao, Cayés, Arlós, Santa Cruz, Pruvia, *Lugo* y *Villabona*. Estos dos últimos son lo que están afectados por el eje de ferrocarril bajo estudio, quedando circunvaladas por el mismo. Lugo de Llanera queda en la parte izquierda del eje dirección Gijón, mientras que Villabona queda en la parte derecha.

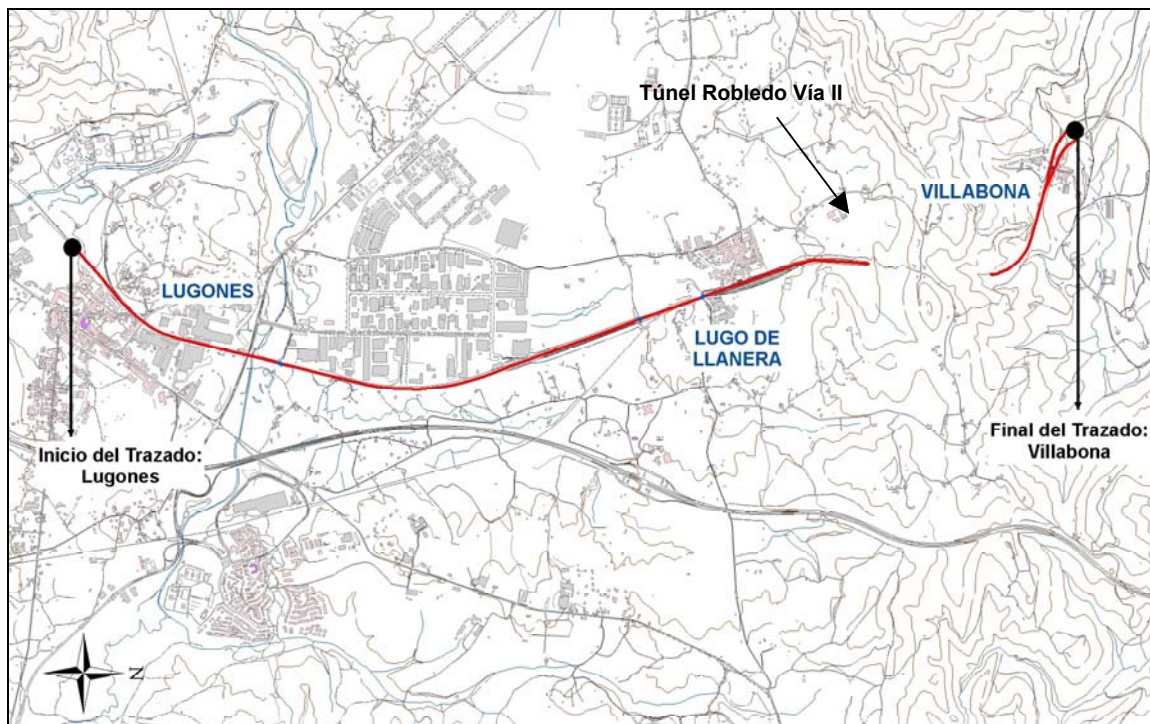
En ambos destaca el carácter residencial de las viviendas con predominio de edificaciones de varias alturas (alta densidad), aunque en el caso de Villabona en menor escala ya que se trata de un núcleo menor y más aislado en el que se combinan edificios plurifamiliares y unifamiliares.

En general, el entorno próximo a la línea de ferrocarril se caracteriza por una importante zona de carácter industrial, con polígonos industriales especialmente en el extrarradio de las localidades de Lugones y Lugo de Llanera; por las travesías de las localidades de Lugones, Lugo de Llanera y Villabona, de carácter residencial y también por espacios abiertos, sin edificios o con edificios aislados.

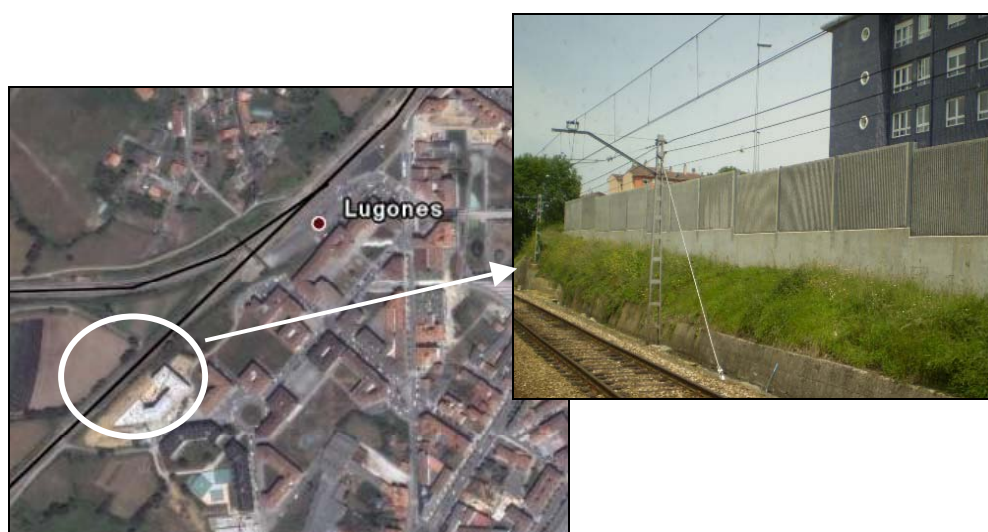
Los edificios de especial sensibilidad que se localizan en el área de estudio son fundamentalmente centros educativos de enseñanzas primaria y secundaria, y los centros de salud. Sin embargo, éstos se encuentran fuera de la zona de afección del ferrocarril.

3.2. Descripción de la línea objeto de estudio.

El estudio corresponde a una línea de ancho convencional de doble vía, siendo los trenes que circulan por ella: Talgo, Alaria, Estrella, Regionales, Cercanías S-440 y Mercancías. La longitud de la línea ferroviaria del estudio desde el punto inicial en Lugones hasta el punto final en Villabona es de 7,2 Km. y discurre fundamentalmente en superficie excepto en un tramo de aproximadamente 900 metros entre Lugo de Llanera y Villabona de Asturias, donde se encuentra el túnel de Robledo Vía II, como se muestra en la imagen siguiente:



Sólo existe una pantalla acústica ubicada al inicio del tramo en Lugones, no existiendo ningún otro tipo de solución de apantallamiento frente al ruido en el resto del tramo.



Localización pantalla acústica en Lugones

Respecto a los *datos de entrada* necesarios para los cálculos, relativos a los datos de tráfico, debe tenerse en cuenta que los mapas estratégicos de ruido hacen referencia a una situación promedio anual en unas condiciones de propagación de ruido definidas y por tanto es necesario definir un escenario de cálculo medio anual.

En esta definición se incluye tanto el número de circulaciones medias anuales, como las velocidades asignadas a cada tramo, expresadas ambas según la tipología de los trenes que circulan por la línea objeto de estudio. Los datos necesarios para cada caso son los siguientes:

- ❑ **Caracterización de los tipos de trenes** que circulan: tipo de tren, composición, velocidad máxima del tipo de tren y la asignación de cada uno de los trenes con su composición a la Categoría del método SRM II (método de cálculo de referencia en España según el *R.D.1513/2005*). Esta asignación se ha basado en el estudio experimental realizado por el CEDEX. A continuación se muestran los tipos de tren que circulan por la UME objeto de estudio y la categoría del método SRM II asignada cada uno de ellos, utilizada para el cálculo de los mapas estratégicos:

Tipos de trenes que circulan			
Tipo de trenes	Nº Vagones	V. máx. * (Km/h)	Categoría acústica SRM II
Cercanías (Serie S-440)	3	140	8
Regionales	2	140	8
Grandes Líneas (Altaria)	11	200	9B
Grandes Líneas (Talgo)	9	160	8
Grandes Líneas (Talgo-Lagos de Covadonga)	8	140	8
Grandes Líneas (Estrella Pío Baroja)	5	160	8
Grandes Líneas (Estrella Pío Baroja)	4	160	8
Grandes Líneas (Estrella Costa Verde)	2	140	8
Mercancías	14	100	V < ó = 70 Km/h
			V > 70 Km/h
			4 5

Se refiere a velocidad máxima de ese tipo de tren

- ❑ **Caracterización del tráfico ferroviario:** se definen las circulaciones medias semanales en cada uno de los periodos del día por cada tipo de tren, tomando los datos de las tablas con la programación de las circulaciones diarias facilitadas por el ADIF. También se contempla el número de paradas realizadas en las estaciones de paso.

Intensidad horaria de circulación por periodo del día (promedio semanal).

Se diferencian los siguientes tramos en función de la tipología de trenes que circulan por esta línea:

- Lugones-Villabona (tramo completo), por donde circulan Regionales y Grandes Líneas.
- Lugones-Lugo de Llanera y Lugo de Llanera-Villabona, por donde los Mercancías y Cercanías tienen circulaciones diferenciadas a partir o hasta el “passby” de Oviedo, por el que se dirige todo el tráfico de Mercancías para evitar el paso por la ciudad:



Corte tramificación para Cercanías y Mercancías

TRAMO LUGO LLANERA-VILLABONA			
Intensidad horaria de circulación por periodo del día (promedio semanal)			
Tipo de trenes	Día (7-19h)	Tarde (19-23h)	Noche (23-7h)
Cercanías	549	182	57
Mercancías	148	46	7
TRAMO LUGONES-VILLABONA			
Intensidad horaria de circulación por periodo del día (promedio semanal)			
Tipo de trenes	Día (7-19h)	Tarde (19-23h)	Noche (23-7h)
Regionales	19	6	0
Grandes Líneas (Altaria)	7	7	
Grandes Líneas (Talgo)	13		
Grandes Líneas (Talgo-Lagos de Covadonga)	7	6	
Grandes Líneas (Estrella Pío Baroja)	5		
Grandes Líneas (Estrella Pío Baroja)		6	
Grandes Líneas (Estrella Costa Verde)	6	6	
TRAMO LUGONES-LUGO LLANERA			
Intensidad horaria de circulación por periodo del día (promedio semanal)			
Tipo de trenes	Día (7-19h)	Tarde (19-23h)	Noche (23-7h)
Cercanías	601	199	63
Mercancías	46	0	0

Número de paradas realizadas en las estaciones de paso (promedio semanal).

En el recorrido del ferrocarril a lo largo de esta UME existen 3 estaciones de paso: Lugones, Lugo de Llanera y Villabona, en las cuales efectúan paradas los trenes de Mercancías, Cercanías y Regionales. No existen estaciones término dentro de esta UME.

A continuación se muestran, en promedio semanal, el número de paradas en los tres periodos del día definidos para los mapas estratégicos de ruido, que realizan en cada una de las estaciones de paso los distintos tipos de trenes que circulan por la línea bajo estudio:

Número de paradas realizadas en las estaciones de paso (promedio semanal)									
TRAMOS		LUGO LLANERA-VILLABONA			LUGONES-VILLABONA			LUGONES-LUGO LLANERA	
Tipo de tren	Estaciones de paso	Villabona	Lugo Llanera	Lugones				Villabona	Lugo Llanera
Cercanías	Día (7-19h)	504	504						552
	Tarde (19-23h)	172	172						188
	Noche (23-7h)	57	57						63
Tipo de tren	Estaciones de paso				Villabona	Lugo Llanera	Lugones		
Regionales	Día (7-19h)				12	12	12		
	Tarde (19-23h)				6	6	6		
	Noche (23-7h)				0	0	0		
Tipo de tren	Estaciones de paso	Villabona	Lugo Llanera	Lugones	Villabona	Lugo Llanera	Lugones	Villabona	Lugo Llanera
Mercancías	Día (7-19h)	0			12	12	12		46
	Tarde (19-23h)	4			6	6	6		0
	Noche (23-7h)	0			0	0	0		0

Las celdas en blanco, indican que no realizan parada.

Ninguno de los trenes de Grandes Líneas efectúa parada en las estaciones de Lugones, Lugo- Llanera y Villabona.

- ❑ **Velocidad de Circulación por tipo de tren y tramo:** la tramificación de esta UME por velocidad según el tipo de tren se ha realizado a partir de la información de los Cuadros de Velocidad Máxima por tipo de tren. Además, se considera el efecto de la presencia de la estación que se representará mediante la reducción de la velocidad de los trenes que se detienen a 10 Km/h. Esta tramificación en el entorno de la estación, se ha realizado en base a la Norma Técnica de Circulación y se utilizará para todos los trenes.

Por otro lado y en relación a la *tipología de estructura de la vía*, en términos generales y al no haber apreciado diferencias significativas en las correspondientes visitas de campo realizadas a tal efecto, se considerará que el conjunto de tramos objeto de estudio están compuestos por **vía soldada, con traviesas de hormigón monobloque sobre balasto** que es el tipo definido en el método SRM II como *bb1: Concrete single block sleepers in ballastbed*.

Finalmente, respecto a los datos de entrada necesarios para la **caracterización del área de estudio**, se han definido todos los elementos necesarios para la modelización y la evaluación acústica, garantizando que en todo el tramo el área de estudio considerada es suficiente para que los resultados en la misma sean representativos.

4. Normativa.

Desde un punto de vista legislativo, a nivel estatal, la normativa vigente es la *Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido*, el *RD1513/2005, de 16 de diciembre* y el *RD1367/2007, de 19 de octubre*, que la desarrollan y que son los encargados de trasponer 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.

La normativa existente a *nivel autonómico* en el Principado de Asturias, es el *Decreto 99/1985 de Normas sobre condiciones técnicas de los proyectos de aislamiento acústico y de vibraciones*, que afecta a actividades clasificadas como molestas e insalubres, y no aplica a infraestructuras del transporte.

Por otro lado, la *Ley 37/2003*, establece que son las Comunidades Autónomas las que poseen las competencias para fijar los tipos de áreas de sensibilidad acústica, que deben cumplir los criterios mínimos reglamentados por la ley estatal, y también las que, junto con los ayuntamientos podrán establecer valores límite más rigurosos que los fijados por el Estado (aún no establecidos), a través de la aprobación de ordenanzas de ruido y adaptación de las existentes y del planeamiento urbanístico a las disposiciones de la reglamentación del Estado.

Se establecen por la *Ley 37/2003*, al menos, las siguientes clases de áreas acústicas en función del uso predominante del suelo:

Tipos	Usos
A	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial
B	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial
C	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y espectáculos
D	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto al anterior
E	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera de especial protección contra la contaminación acústica.
F	Afectados a sistemas generales de Infraestructuras de transporte u otros equipamientos
G	Espacios naturales que requieran una especial protección contra la contaminación acústica.

Tipos de áreas acústicas establecidas por la Ley 37/2003 del Ruido

En relación con los mapas de ruido las administraciones competentes deben aprobar, previo trámite de información pública, los mapas de ruido correspondientes a cada uno de los grandes ejes viarios y ferroviarios, de los grandes aeropuertos y de las aglomeraciones con más de 100.000 habitantes.

Sin embargo, la *Ley 37/2003*, también establece que se deben aprobar mapas de ruido para “las áreas acústicas en las que se compruebe el incumplimiento de los correspondientes objetivos de calidad acústica.”

En relación con las atribuciones competenciales, la Ley establece para las infraestructuras de competencia estatal las que corresponden a la Administración General del Estado, y que en los restantes casos las competencias se establecerán por lo que disponga la legislación autonómica y, “en su defecto, la competencia corresponderá a la comunidad autónoma si el ámbito territorial del mapa de ruido de que se trate excede de un término municipal y al ayuntamiento correspondiente en caso contrario.”

El REAL DECRETO 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental, completa la trasposición de la directiva europea y fundamentalmente establece las especificaciones para la elaboración de los mapas estratégicos de ruido para determinar la exposición de la población al ruido ambiental.

También regula la adopción de planes de acción para prevenir y reducir el ruido ambiental y, en particular, cuando los niveles de exposición puedan tener efectos nocivos en la salud humana, así como poner a disposición de la población la información sobre ruido ambiental y sus efectos y aquella de que dispongan las autoridades competentes en relación con el cartografiado acústico y planes de acción derivados, en cumplimiento del mismo.

El REAL DECRETO 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas, tiene como principal finalidad completar el desarrollo de la citada Ley.

Así, se definen índices de ruido y de vibraciones, sus aplicaciones, efectos y molestias sobre la población y su repercusión en el medio ambiente; se delimitan los distintos tipos de áreas y servidumbres acústicas.

También se establecen los objetivos de calidad acústica para cada área, incluyéndose el espacio interior de determinadas edificaciones; se regulan los emisores acústicos fijándose valores límite de emisión o de inmisión así como los procedimientos y los métodos de evaluación de ruidos y vibraciones.

El marco legislativo se completa con la ordenanza municipal del Concejo de Siero, única ordenanza vigente en el área de estudio, que fundamentalmente se orienta al ruido de actividades y que aunque establece límites de ruido en el ambiente exterior y en el interior de viviendas, excluye los procedentes del ruido de tráfico.

5. Mapas estratégicos de ruido. Metodología

La metodología utilizada en este estudio se basa en el empleo de métodos de cálculo que definen por un lado la *emisión* sonora del ferrocarril, a partir de las características del tráfico y datos básicos de la línea descritas anteriormente, y por otro la *propagación*.

El método de cálculo aplicado para los mapas estratégicos de ruido de ferrocarril ha sido 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»), adecuando a las categorías de los trenes de dicho método los tipos de trenes que circulan por las líneas objetos de estudio, con la división de periodos del día: Día: de 7 a 19 horas; Tarde: de 19 a 23 horas; Noche: de 23 a 7 horas.

Se ha utilizado el modelo informático SoundPLAN® para su aplicación y elaboración de los mapas de niveles sonoros y de exposición al ruido para los índices L_{den} (día-tarde-noche), L_n (nocturno), L_d (día) y L_e (tarde).

Caracterización de la emisión sonora

La emisión sonora de los ferrocarriles se caracteriza por aplicación del método de referencia, *Reken-en Meetvoorschrift Railverkeerslawaa'i'96*, a partir del nivel de emisión como nivel de potencia por metro de línea ferroviaria, $L_{wA,1m}$, teniendo en cuenta los parámetros que definen el tráfico y las características de la vía: *Tipo de trenes, composición de unidades, y su categoría acústica asociada, intensidad horaria de circulación para cada periodo del día, velocidades, carriles, traviesas, balasto/hormigón, etc.*

No se utiliza el *parámetro de frenado* en la realización de los mapas estratégicos de ruido en circulación, ya que según recomienda el estudio experimental realizado por el CEDEX, no es relevante el efecto de frenado especialmente por realizarse a velocidades tan bajas.

En la definición de la emisión se ha considerado un foco lineal para cada tipo de tren existente en esta UME, puesto que cada tipo de tren tiene unas características y tramificación diferente descrita en los datos de entrada. Así, los ejes de emisión definidos en este estudio son 4 líneas de emisión (Cercanías, Regionales, Largo Recorrido y Mercancías).

La fuente de ruido se prolonga desde los puntos de inicio y final del tramo de estudio, para garantizar que los resultados en los extremos de la zona de cálculo no se vean afectados por la no consideración de la fuente en su conjunto.

Propagación: niveles de inmisión

Una vez caracterizado el foco de ruido a partir de su nivel de emisión, es necesario evaluar como se propaga el ruido desde el mismo hasta los receptores, teniendo en cuenta su ubicación y las condiciones del entorno. En este sentido, es un requisito disponer de una modelización tridimensional del área de interés que nos permita describir tanto la ubicación de focos y receptores, como todos los elementos que inciden en la propagación del sonido: terreno, obstáculos, etc.

La modelización tridimensional se efectúa en el modelo de cálculo acústico SoundPLAN®, que permite la consideración de todos los factores que afectan a la propagación del sonido en exteriores a partir de los datos de entrada y la caracterización acústica del área de estudio, de acuerdo con lo fijado en el método aplicado.

Los efectos que se consideran en la propagación del sonido, por el método aplicados son: distancia entre receptor y ferrocarril, absorción atmosférica, efecto del tipo de terreno y de la topografía, efecto de posibles obstáculos: difracción/ reflexión, condiciones meteorológicas, otros.

Es decir, a partir de los datos de emisión, situación del trazado eje del ferrocarril, características del entorno que puedan afectar a la propagación, el modelo aplica el Método *Reken-en Meetvoorschrift Railverkeerslawai'96* para calcular los niveles de ruido originados por el ferrocarril en los alrededores de la vía y en las fachadas de los edificios, en ambos casos a 4 m. de altura sobre el terreno, cubriendo la zona afectada por encima de los valores umbrales para la representación de los mapas de ruido: 50 dB(A) para el índice L_n y 55 dB(A) para el resto.

5.1. Elaboración de los mapas estratégicos básicos.

Las características del entorno en el que se encuadra la UME, motivaría la necesidad de prácticamente efectuar una evaluación completa de mapas detallados, ya que son pocos y cortos los tramos que se pueden eliminar de los estudios de detalle a escala 1:5.000 sin dejar fuera poblaciones significativas.

Por ello, se efectuó la propuesta de elaborar la totalidad del estudio a escala 1:5.000, eliminado de esta forma la necesidad de realizar un mapa sobre cartografía 1:25.000 que no va a aportar información relevante, al cubrir la misma zona pero con menor precisión. No obstante, para mantener el formato de representación de los resultados, la representación en los mapas básicos se realiza a escala 1:25.000, adaptando la información cartográfica.

Los mapas estratégicos de ruido básicos están compuestos por tres tipos de mapas: niveles sonoros, exposición y afección:

Mapas de niveles sonoros: son mapas que representan para la U.M.E. los niveles de inmisión que los focos de ruido ambiental, en este caso el ferrocarril, generan en el entorno a una altura de 4 metros sobre el terreno. Representan el ambiente sonoro generado por los focos en el área y permite analizar las zonas más y menos expuestas al ruido.

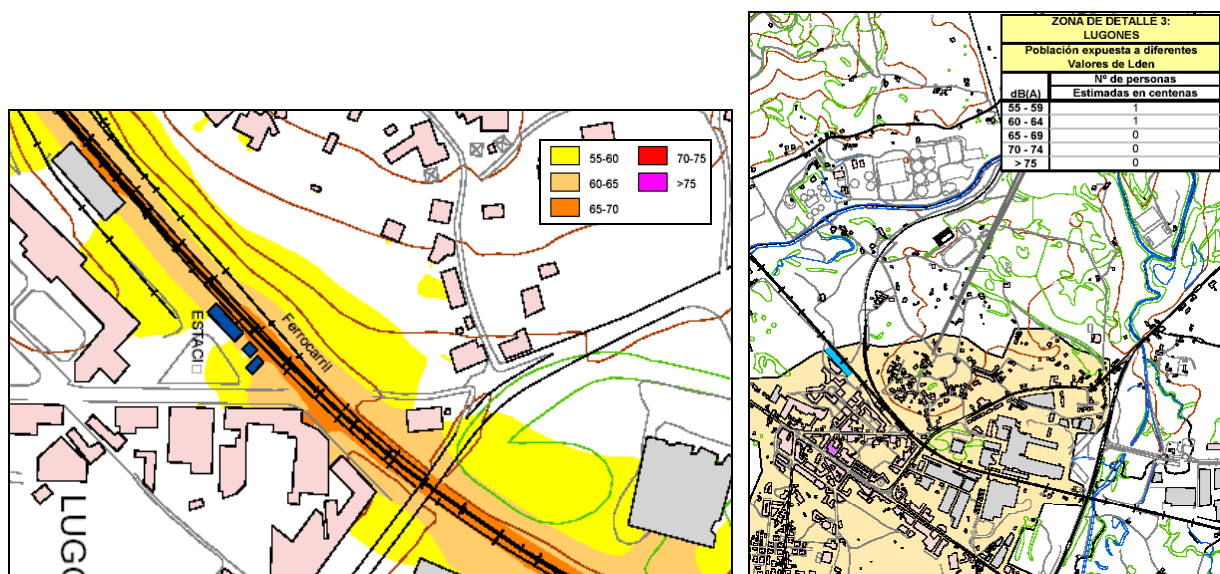
Las representaciones se realizan para los siguientes intervalos en función del índice de ruido, incluyendo las isófonas que separan los rangos:

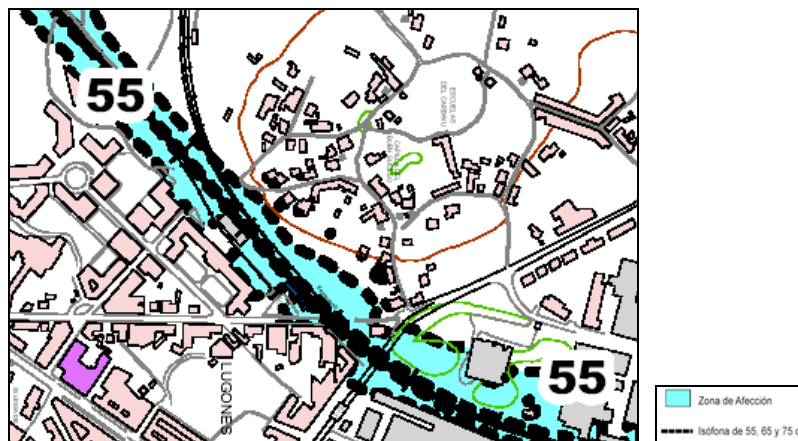
- 55-59, 60-64, 65-69, 70-74 y >75 dB(A) para los índices L_{den} , L_d y L_e
- 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70 dB(A) para el índice L_n

Mapas de exposición: son mapas que representan para la U.M.E. la población expuesta en rangos de 5 dB(A) para cada uno de los índices de ruido evaluados, en cada zona urbana incluida dentro de los mapas de ruido y calculados también a 4 metros sobre el terreno. En la representación gráfica de los mapas de exposición básicos, se diferencia cada zona de estudio detalle, y se le asigna una tabla con los resultados obtenidos, así como el cuadro total con la clasificación de la exposición total en la U.M.E. Las tablas representan el número de personas (en centenas) en los mismos rangos, que para los mapas de niveles sonoros.

Mapas de afección: se obtienen a partir de la información generada en los dos mapas anteriores, ya que son una representación gráfica de la superficie (Km²), habitantes (centenares) y viviendas (centenares) sometidas por encima de un nivel de referencia en los niveles definidos sólo para el índice de ruido L_{den} , así como la representación de las isófonas de 55, 65 y 75 dB (A). La evaluación de las tres variables: superficie, población y viviendas, se realiza para la totalidad de la UME en los niveles siguientes: $L_{den} > 55$ dB(A), $L_{den} > 65$ dB(A), $L_{den} > 75$ dB(A).

En las imágenes siguientes se muestran ejemplos de los mapas calculados:





Mapa de Afección, L_{den} , calculados a 4m sobre el terreno

5.2. Elaboración de los mapas estratégicos de detalle.

La selección de los tramos de la UME en los que representar los resultados a escala 1:5.000, para obtener los mapas de detalle, se ha realizado teniendo en cuenta las zonas urbanas en las que pueda verse afectada una población superior a 300 personas. Con este criterio se incluyen los cascos urbanos de las tres localidades que atraviesa esta UME: Villabona de Asturias, Lugo de Llanera y Lugones, descartando la inclusión de la población diseminada.

Se toma como referencia la cartografía del Principado de Asturias, a escala 1:5.000, por lo que se dispone de una descripción del área con mayor detalle en la representación en planta y se dispone de una representación topográfica del terreno con isolíneas de nivel cada 5 m. que ofrece una mejor representación de los obstáculos que puedan afectar a la propagación, que la que se hubiera obtenido a escala 1:25.000.

Esta cartografía se ha adecuado y completado la información para efectuar el modelo tridimensional que permite la aplicación del método de cálculo y la obtención de los mapas de ruido. En este proceso ha sido necesario complementar el trabajo de campo, con información adicional de otras fuentes de información.

Los resultados se obtienen en puntos de evaluación con dos criterios diferentes, en función del objetivo de tipo de mapa que en cada caso se pretende:

- a) Mapas de niveles sonoros: cálculos sobre una *malla triangular* de dimensiones variables, con una distancia base entre puntos de 10 metros, que se acorta al aumentar el número de puntos de cálculo en zonas urbanas y en el entorno de focos, receptores y obstáculos, pero que se amplía con un factor de 3 de ampliación máxima de la malla en zonas más alejadas del eje del ferrocarril y de obstáculos a la propagación.
- b) Mapas de exposición al ruido (mapas de fachadas): cálculos sobre receptores situados en la fachada de los edificios, evaluando sólo el sonido incidente, también a 4 m. de altura sobre el terreno, con un punto de cálculo cada 10 m. de fachada, incluyendo al menos un punto de cálculo para las fachadas de dimensión superior a 1 m.



- c) Población expuesta al ruido en intervalos de 5 dB(A) y exposición de los edificios sensibles en intervalos de 5 dB(A).

Cada punto de cálculo se caracteriza por el nivel de ruido obtenido para cada índice de ruido y se le asigna la parte proporcional de la población del edificio que le corresponde en función de la longitud de perímetro que representa cada punto de cálculo. Así, se distribuye la población del edificio entre los diferentes puntos de cálculo y se le asigna el nivel de exposición, definido como el promedio de los niveles de ruido de cada receptor asignado a la fachada.

Los niveles en fachada se obtienen para todos los edificios de cada área de estudio de detalle de uso residencial o sensible al ruido (educativos, sanitarios, etc) a 4 m. de altura. Los niveles se obtienen para el sonido incidente, es decir sin considerar la última reflexión en la fachada en la que se encuentre el punto de evaluación, pero manteniendo el resto de reflexiones.

6. Principales resultados obtenidos.

Los resultados de la exposición al ruido de la población se resumen en la tabla siguiente para la UME definida, en la que se incluyen también los índices L_d y L_e , requeridos adicionalmente en los mapas estratégicos de ruido en España:

Nº Personas (centenas)				
UME: Villabona de Asturias-Lugones (Asturias)				
dB(A)	L_{den}	L_n	L_d	L_e
50-54	-	0	-	-
55 - 59	2	0	2	2
60 - 64	2	0	1	2
65 - 69	0	0	0	0
>70	-	0	-	-
70-74	0	-	0	0
>75	0	-	0	0

Resumen de la población expuesta por UME para los índices L_{den} , L_n , L_d y L_e

Para el análisis de resultados se consideran los objetivos de calidad acústica aplicables a áreas urbanizadas ya existentes, expuestos en la tabla A del Anexo II del RD1367/2007 que termina de desarrollar la Ley de Ruido 37/2003, niveles superiores a 65 dB(A) para los índices L_d y L_e y superiores a 55 dB(A) para L_n .

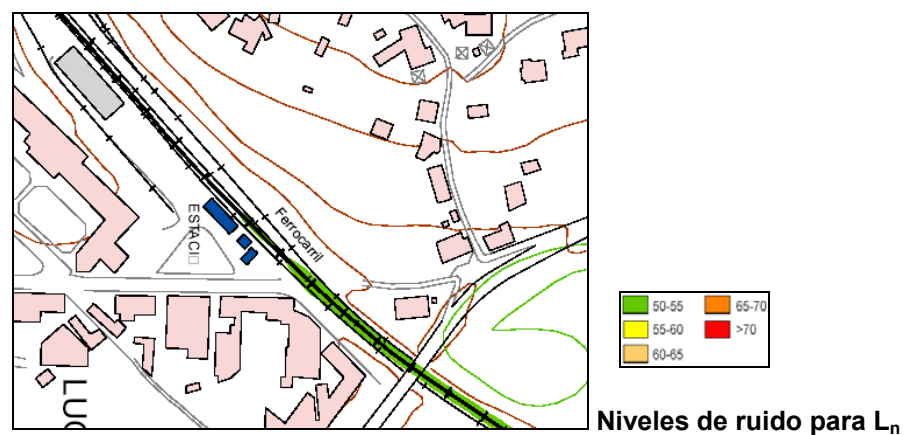
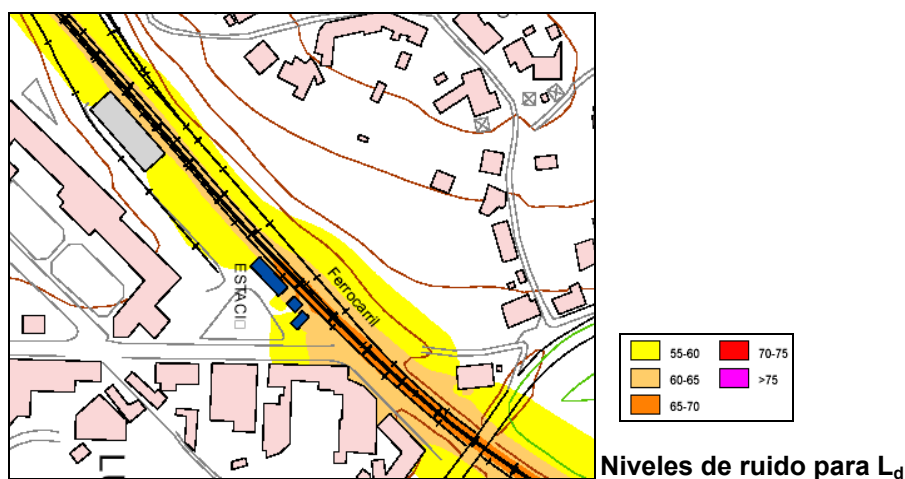
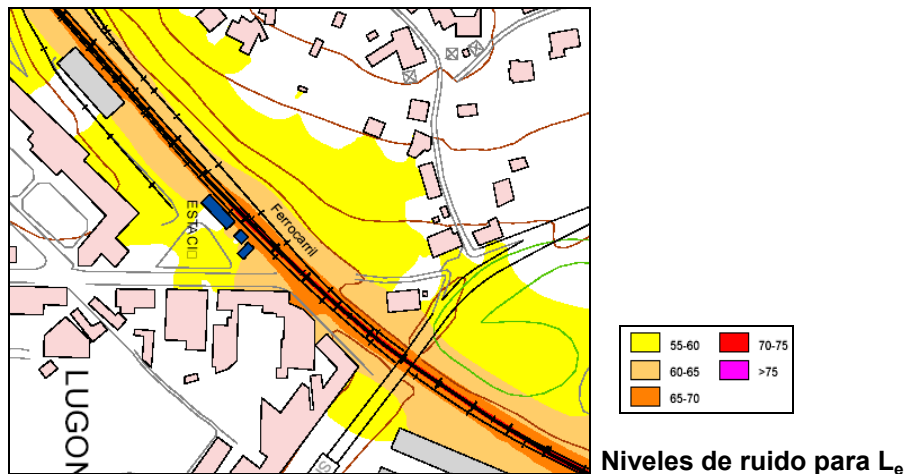
En este sentido, no existe afección por ruido en ninguno de los periodos considerados puesto que la población expuesta es inferior a la centena, por lo que no se refleja en las tablas de población expuesta que acompañan a los mapas estratégicos de ruido.

Para resumir la afección al entorno, se agrupan en el cuadro siguiente los resultados para el índice L_{den} , excepto para el número de viviendas expuestas, ya que es una información equivalente a la que aporta la población afectada:

Área de estudio: UME: Villabona-Lugones (Asturias)					
Superficie (Km ²)	> 55 dB(A)	1,0	Edificios sanitarios (unidades)	> 55 dB(A)	0
	> 65 dB(A)	0,2		> 65 dB(A)	0
	> 75 dB(A)	0,0		> 75 dB(A)	0
Población (Centenas)	> 55 dB(A)	4	Edificios educativos (unidades)	> 55 dB(A)	0
	> 65 dB(A)	0		> 65 dB(A)	0
	> 75 dB(A)	0		> 75 dB(A)	0

También se ha analizado el periodo del día más desfavorable de esta línea de ferrocarril en base a la *superficie afectada* por los índices de ruido calculados y para cada periodo del día.

Según los objetivos de calidad del RD1367/2007, criterio de niveles superiores a 65 dB(A) para los índices L_d y L_e y superiores a 55 dB(A) para L_n , la mayor afección se genera en los periodos *vespertino* y *diurno*, mientras que el periodo *nocturno* es el que menor afección presenta. En las imágenes siguientes se aprecia claramente esta afección por superficie comentada anteriormente:



Respecto al análisis de población afectada en cada estudio de detalle, se incluyen a continuación los resultados para cada estudio de detalle y para los índices calculados:

Nº Personas estimada en centenas												
dB(A)	Población expuesta a diferentes niveles de											
	L _{den}			L _n			L _d			L _e		
Estudio detalle:	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
50-54	-	-	-	0	0	0	-	-	-	-	-	-
55 - 59	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1
60 - 64	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
65 - 69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>70	-	-	-	0	0	0	-	-	-	-	-	-
70-74	0	0	0	-	-	-	0	0	0	0	0	0
>75	0	0	0	-	-	-	0	0	0	0	0	0

Denominación estudios de detalle: 1: Villabona 2: Lugo de Llanera 3: Lugones

Tras el análisis de cada uno de los mapas detallados se comprueba que no existe población afectada ni para niveles de L_d , $L_e > 65$ dB(A) ni para $L_n > 55$ dB(A), objetivos de calidad acústica aplicables a áreas urbanizadas ya existentes según el RD1367/2007.

La mayoría de las zonas con mayor afección para los distintos periodos y en cada municipio estudiado, se corresponden con algunas de las fachadas más expuestas de la primera línea de viviendas situadas próximas al ferrocarril.

7. Equipo de trabajo

Han participado en la elaboración del presente estudio, el siguiente equipo de trabajo:

Por parte de *ADIF* está formado por:

Director del estudio:

Rosa María Matas López

Control de calidad, supervisión técnica y apoyo a la Dirección:

M^a del Carmen Ortiz Vargas – Machuca

Pedro Pérez del Campo

Equipo técnico de *AAC Centro de Acústica Aplicada S.L.*:

Autores del estudio:

Alberto Bañuelos Irusta – Jefe de Proyecto

Susana Malón Giménez – Resp. de ejecución

Asistentes técnicos:

José María Pérez Lacorzana

M^a Ángeles Antón García

Modelización:

Rubén Mateos Martínez de C.

Unai Andueza Baroja

Sistema de Información Geográfica:

Beatriz Lagarto Calvo

8. Planos.

A continuación se indican los mapas estratégicos que se han elaborado para la UME: Villabona de Asturias - Lugones.

Mapas Estratégicos de Ruido Básicos (escala 1:25.000)

Nº Plano	Designación	Nº Hojas
A.3.0	Plano Guía	1
A.3.1	Mapa de niveles sonoros L_d	1
A.3.2	Mapa de niveles sonoros L_e	1
A.3.3	Mapa de niveles sonoros L_n	1
A.3.4	Mapa de niveles sonoros L_{den}	1
A.3.5	Mapa de exposición L_d	1
A.3.6	Mapa de exposición L_e	1
A.3.7	Mapa de exposición L_n	1
A.3.8	Mapa de exposición L_{den}	1
A.3.Af	Mapa de zona de afección	1

Mapas Estratégicos de Ruido de Detalle (escala 1:5.000)

Estudio de detalle 1: Villabona de Asturias		
Nº Plano	Designación	Nº Hojas
B.3.1.1	Mapa de niveles sonoros L_d	1
B.3.1.2	Mapa de niveles sonoros L_e	1
B.3.1.3	Mapa de niveles sonoros L_n	1
B.3.1.4	Mapa de niveles sonoros L_{den}	1
B.3.1.5	Mapa de exposición L_d	1
B.3.1.6	Mapa de exposición L_e	1
B.3.1.7	Mapa de exposición L_n	1
B.3.1.8	Mapa de exposición L_{den}	1

Estudio de detalle 2: Lugo de Llanera		
Nº Plano	Designación	Nº Hojas
B.3.2.1	Mapa de niveles sonoros L_d	1
B.3.2.2	Mapa de niveles sonoros L_e	1
B.3.2.3	Mapa de niveles sonoros L_n	1
B.3.2.4	Mapa de niveles sonoros L_{den}	1
B.3.2.5	Mapa de exposición L_d	1
B.3.2.6	Mapa de exposición L_e	1
B.3.2.7	Mapa de exposición L_n	1
B.3.2.8	Mapa de exposición L_{den}	1

Estudio de detalle 3: Lugones		
Nº Plano	Designación	Nº Hojas
B.3.3.1	Mapa de niveles sonoros L_d	1
B.3.3.2	Mapa de niveles sonoros L_e	1
B.3.3.3	Mapa de niveles sonoros L_n	1
B.3.3.4	Mapa de niveles sonoros L_{den}	1
B.3.3.5	Mapa de exposición L_d	1
B.3.3.6	Mapa de exposición L_e	1
B.3.3.7	Mapa de exposición L_n	1
B.3.3.8	Mapa de exposición L_{den}	1