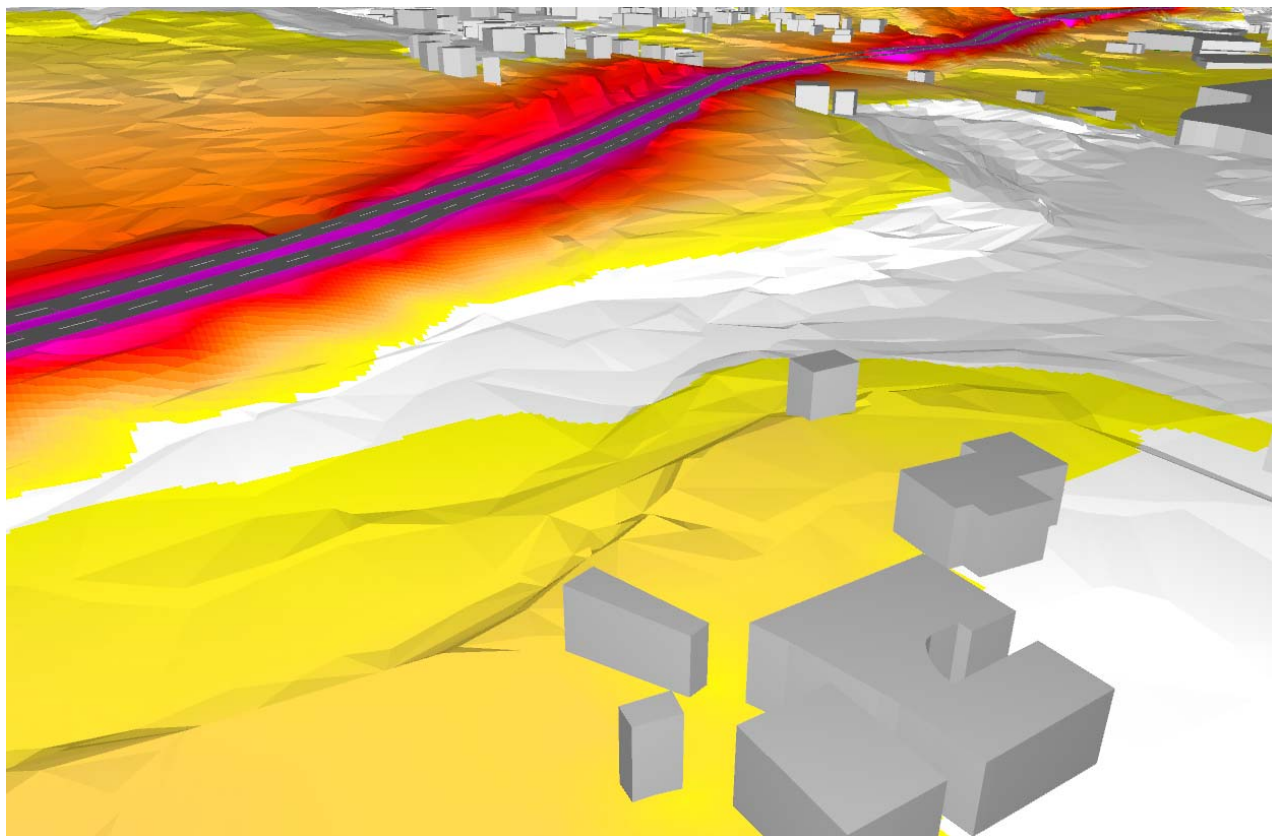




XUNTA DE GALICIA

CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



CLAVE

PO/13/043.09.1

TIPO DE ESTUDIO

MAPA EXTRATÉXICO DE RUÍDO

DOCUMENTOS

DOCUMENTO RESUME

ESTRADA

AG-41
CURRO (PO-531) - SANXENXO (VG-4.1)

PUNTOS QUILOMÉTRICOS

0+400 – 19+180

DATA

XULLO 2014

CONSULTOR



I MEMORIA

I MEMORIA

1.-	INTRODUCCIÓN	4
2.-	OBJETO DEL ESTUDIO.....	4
3.-	AUTORIDAD RESPONSABLE	5
4.-	PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES.....	6
5.-	ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME.....	6
6.-	METODOLOGÍA	10
6.1.-	MODELO DE SIMULACIÓN.....	11
6.2.-	CREACIÓN DEL MODELO 3D.....	12
6.2.1.-	INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA	12
6.2.2.-	INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO.....	13
6.2.3.-	INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS	15
6.2.4.-	MODELADO DE TÚNELES	18
6.2.5.-	MODELADO DE VIADUCTOS.....	18
6.2.6.-	MODELADO DE PASOS SUPERIORES.....	18
6.2.7.-	INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS	18
6.2.8.-	INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO	19
6.3.-	CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D	20
7.-	PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN	21
8.-	RESULTADOS.....	22
8.1.-	MAPAS DE NIVELES SONOROS.....	22
8.2.-	POBLACIÓN EXPUESTA.....	23
8.2.1.-	METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA	23
8.2.2.-	TABLAS DE RESULTADOS	26

8.3.-	MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN.....	28
9.-	CONCLUSIÓN	29

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	ÁMBITO DE ESTUDIO.....	6
FIGURA 2.	INICIO DE LA AG-42. PASO SUPERIOR	7
FIGURA 3.	VIADUCTO SOBRE ENLACE SAN MARTIÑO DE MEIS-VG-4.2	7
FIGURA 4.	SALIDA MEAÑO DENA.....	8
FIGURA 5.	VIADUCTO REGO DE FOFÁN. PANTALLAS ACÚSTICAS	8
FIGURA 6.	PLANO DE UBICACIÓN DE LA UME OBJETO DE ESTUDIO	10
FIGURA 7.	DETALLE DE LA VISTA DINÁMICA DEL MODELO TRIDIMENSIONAL GENERADO	10
FIGURA 8.	DETALLE DE LOS PUNTOS LIDAR FACILITADOS.....	12
FIGURA 9.	DETALLE DEL MDT GENERADO	12
FIGURA 10.	CURVADO FINALMENTE OBTENIDO A PARTIR DE LOS PUNTOS LIDAR	12
FIGURA 11.	CALZADA CON TRES CARRILES.....	13
FIGURA 12.	VISTA 3D DE LA MODELIZACIÓN EFECTUADA	19
FIGURA 13.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LD, LE Y LDEN.....	23
FIGURA 14.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LN....	23

LISTA DE TABLAS

TABLA 1.	TRAMOS DE LA VÍA OBJETO DE ESTUDIO	5
TABLA 2.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA UME ESTUDIADA	9
TABLA 3.	DATOS DE TRÁFICO.....	14
TABLA 4.	DATOS DE POBLACIÓN EN LOS MUNICIPIOS AFECTADOS	17
TABLA 5.	PANTALLAS Y BARRERAS INCLUIDAS EN EL MODELO	19
TABLA 6.	OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA	21

TABLA 7. VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (CENTENAS) PARA LD, LE Y LDEN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO..... 26

TABLA 8. VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (CENTENAS) PARA LN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO 26

TABLA 9. NÚMERO DE VIVIENDAS EXPUESTAS (EN CENTENAS) A DISTINTOS RANGOS DE NIVEL SONORO PARA LOS PERIODOS LD, LE, LN Y LDEN..... 27

TABLA 10. NÚMERO DE EDIFICIOS SENSIBLES (EN UNIDADES) Y CAMAS/ALUMNOS (EN CENTENAS) EXPUESTAS A DISTINTOS RANGOS PARA EL PERIODO LDEN..... 27

TABLA 11. DATOS RELATIVOS A ZONAS DE AFECCIÓN PARA EL PERIODO LDEN 28

II PLANOS

0.- PLANO DE SITUACIÓN

1.- MAPAS NIVELES SONOROS

1.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS DÍA (1:25.000)

1.2.- MAPAS DE NIVELES SONOROS TARDE (1:25.000)

1.3.- MAPAS DE NIVELES SONOROS NOCHE (1:25.000)

1.4.- MAPAS DE NIVELES SONOROS Lden (1:25.000)

2.- MAPAS DE AFECCIÓN

2.1.- MAPA DE ZONA DE AFECCIÓN (1:25.000)

1.- INTRODUCCIÓN

La aprobación de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental establece la necesidad de elaborar, en una primera fase, los Mapas Estratégicos de Ruido (MER) de grandes ejes viarios cuyo tráfico supere los seis millones de vehículos al año, para en una segunda fase realizar los mapas correspondientes a los grandes ejes viarios con tráfico superior a tres millones de vehículos al año.

La Directiva 2002/49/CE define el Mapa Estratégico de Ruido como "un 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."

Para la aplicación de la citada directiva en el territorio español se elaboró la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, que no se limita a transponer el contenido de la directiva, sino que trata de regular, a través de una adecuada distribución de competencias administrativas y del establecimiento de los mecanismos oportunos, la mejora de la calidad acústica en nuestro entorno.

Con el objeto de desarrollar esta ley se formuló el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, en cuanto a la evaluación y gestión del ruido ambiental, con la finalidad de prevenir, reducir o evitar los efectos nocivos, incluyendo las molestias derivadas de la exposición al ruido ambiental. A tal efecto se desarrollan los conceptos de ruido ambiental y sus efectos y molestias sobre la población, junto con una serie de medidas que permiten la consecución de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido, los planes de acción y la información a la población.

A fin de dar cumplimiento a la legislación vigente, la Consellería de Medio Ambiente Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestruturas, promueve la segunda fase de elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido de las vías pertenecientes a la Red Autonómica de Carreteras de Galicia.

2.- OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto del presente documento resumen es el de plasmar, de forma sintética y fácilmente comprensible, los resultados arrojados por los Mapas Estratégicos de Ruido

de los siguientes tramos de la AG-41, perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia:

DENOMINACIÓN	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONGITUD (km)
Curro (PO-531) - Sanxenxo (VG-4.1)	Curro (AP-9) - Enl. Curro (PO-531)	0,400	1,900	1,50
	Enl. Curro (PO-531) - Enl. Mosteiro(PO-300)	1,900	3,500	1,60
	Enl. Mosteiro(PO-300) - Enl. Meis(EP-9402)	3,500	7,320	3,82
	Enl. Meis(EP-9402) - Enl. Ribadumia (VG-4.2)	7,320	9,290	1,97
	Enl. Ribadumia (VG-4.2) - Enl. Meaño(PO-303)	9,290	14,660	5,37
	Enl. Meaño(PO-303) - Enl. Nantes(Pol. Ind)	14,660	17,160	2,50
	Enl. Nantes(Pol. Ind) - Enl. Sanxenxo (VG-4.1)	17,160	19,180	2,02

Tabla 1. Tramos de la vía objeto de estudio

Según se recoge en el Artículo 15 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, los mapas de ruido tendrán, entre otros, los siguientes objetivos:

- Permitir la evaluación global de la exposición a la contaminación acústica de una determinada zona.
- Permitir la realización de predicciones globales para dicha zona.
- Posibilitar la adopción fundada de planes de acción en materia de contaminación acústica y, en general, de las medidas correctoras adecuadas.

Asimismo, la elaboración de los MER constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias a realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones.

3.- AUTORIDAD RESPONSABLE

La autoridad responsable de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruidos es la Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestruturas, a través de la Axencia Galega de Infraestruturas, contando con la asistencia de la empresa ICEACSA Consultores S.L.U.

4.- PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES

De acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, y en la Ley del Ruido y sus posteriores Reglamentos, tuvieron que realizarse, en una primera fase los Mapas Estratégicos de Ruido de las carreteras de más de 6 millones de vehículos al año; y en una segunda fase los de las carreteras de más de 3 millones de vehículos al año.

Por lo tanto, en la actualidad no se encuentra vigente ningún Programa de Acción contra el ruido derivado de la primera fase en la Unidad de Mapa Estratégico Curro (PO-531) – Sanxenxo (VG-4.1) entre los PP.KK. 0+400 al 19+180.

Así, en cumplimiento de la legislación, se elabora en la segunda fase esta UME. El estudio constituye la primera aproximación a la problemática del ruido generado por la infraestructura viaria.

5.- ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME

La vía AG-4.1 es una autovía que recorre en centro de la Comarca del Salnés, desde Barro hasta Sanxenxo, pasando entre medias por Meis, Ribadumia y Meaño.

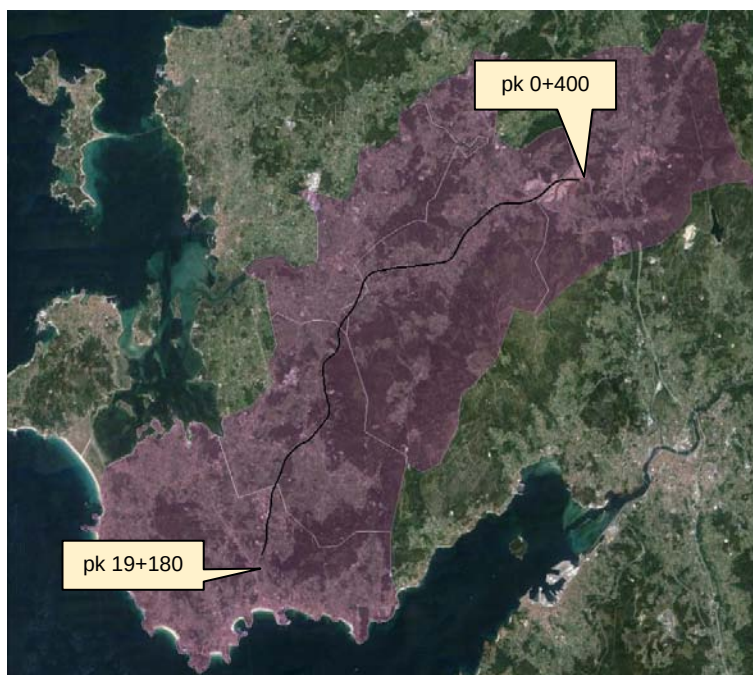


Figura 1. Ámbito de estudio

Con el enlace de Curro de reciente construcción, comienza en la AP-9 y pasa inmediatamente por el polígono industrial de Barro - Meis al que da acceso.



Figura 2. Inicio de la AG-42. Paso superior

Cuenta con salidas a la VG-4.2, y PO-303, además de O Mosteiro (Meis), San Martiño de Meis, Ribadumia (hacia Cambados, Ribadumia y Barrantes), Xil (Meaño-Dena), el Parque Empresarial de Nantes y Sanxenxo.



Figura 3. Viaducto sobre enlace San Martiño de Meis-VG-4.2

Tras esta salida de Sanxenxo, uno de los núcleos más importantes del Salnés por su afluencia turística durante los meses estivales, la autovía se convierte en el corredor gallego VG-4.1 que llega a la playa de la Lanzada.



Figura 4. Salida Meaño Dena

Esta autovía recorre una extensa zona de carácter rural con varias localidades dispersas a lo largo de todo su trazado, contabilizándose diversas protecciones frente al ruido generado en la carretera. Los edificios más cercanos de la carretera son en su mayor parte de carácter unifamiliar.



Figura 5. Viaducto Rego de Fofán. Pantallas acústicas

La identificación de las Unidad de Mapa Estratégico (UME) se realizó conforme a los siguientes criterios generales:

- Una UME solamente puede incluir tramos pertenecientes a una misma vía.
- Todos los tramos que conforman la UME deben tener una IMD igual o superior a 3.000.000 veh/año, como establece la Directiva 2002/49/CE del Parlamento

Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental.

Teniendo en cuenta dichos criterios, los tramos recogidos en la tabla siguiente comprenden una única Unidad de Mapa Estratégico (UME), contemplándose como fuente de ruido independiente, analizándose su efecto por separado y obteniéndose un Mapa Estratégico de Ruido en el que únicamente se considera la propagación del ruido causado por el tronco de la infraestructura. Dichos mapas se corresponden al alcance de la segunda fase de la Directiva 2002/49/CE y su correspondiente transposición a la legislación estatal.

UME	VÍA	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONG (km)	IMD (VEH/DÍA)	% PESADOS	MUNICIPOS AFECTADOS
01	AG-41	Curro (AP-9) - Enl. Curro (PO-531)	0,400	1,900	1,50	14.457,00	6,7	Barro, Meis
		Enl. Curro (PO-531) - Enl. Mosteiro(PO- 300)	1,900	3,500	1,60	14.457,00	6,7	Meis
		Enl. Mosteiro(PO- 300) - Enl. Meis(EP- 9402)	3,500	7,320	3,82	14.734,00	6,5	Meis
		Enl. Meis(EP-9402) - Enl. Ribadumia (VG-4.2)	7,320	9,290	1,97	14.507,00	6,2	Meis, Ribadumia
		Enl. Ribadumia (VG- 4.2) - Enl. Meaño(PO-303)	9,290	14,660	5,37	11.844,00	4,9	Meis, Ribadumia, Meaño,
		Enl. Meaño(PO-303) - Enl. Nantes(Pol. Ind)	14,660	17,160	2,50	11.736,00	4,5	Meaño, Sanxenxo
		Enl. Nantes(Pol. Ind) - Enl. Sanxenxo (VG-4.1)	17,160	19,180	2,02	11.916,00	4,5	Sanxenxo

Tabla 2. Características generales de la UME estudiada

En la siguiente figura se recoge la ubicación de los tramos estudiados.

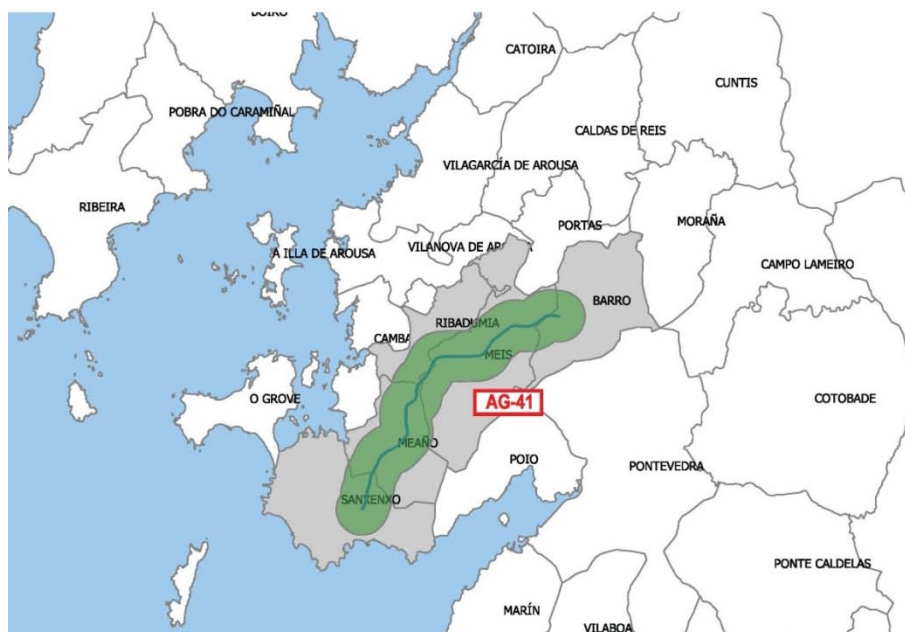


Figura 6. Plano de ubicación de la UME objeto de estudio

6.- METODOLOGÍA

Para la realización de la simulación acústica fue necesaria la implementación de un modelo tridimensional del área de estudio, incluyendo carreteras, edificaciones y elementos singulares, tal y como se aprecia en la imagen adjunta.



Figura 7. Detalle de la vista dinámica del modelo tridimensional generado

El software predictivo para la realización del modelo tridimensional del área de estudio, y para el posterior desarrollo de los cálculos matemáticos de propagación de ruido en ambiente exterior y ejecución de los Mapas Estratégicos de Ruido, fue CadnaA Versión 4.4 (DataKustik GmbH). Con este software, y con un modelado del entorno

preciso, se pueden determinar los niveles de ruido causados por el tráfico rodado. Tanto el procesado previo de la información de base como el análisis de los datos obtenidos se realizó mediante GIS.

6.1.- MODELO DE SIMULACIÓN

Siguiendo las disposiciones del Real Decreto 1513/2005, los índices de ruido del tráfico rodado fueron determinados por medio del método nacional de cálculo francés «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTULCPC-CSTB)», mencionado en el «Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal officiel du 10 mai 1995, article 6» y en la norma francesa «XPS 31-133». Este modelo es el propuesto de manera provisional por la Unión Europea para la realización de mapas de ruido en aquellos países que carezcan del suyo propio, según se describe en la recomendación 2003/613/EC de la Comisión Europea.

La elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido engloba la generación del modelo digital, la definición de los parámetros de entrada, el cálculo de los mapas y la evaluación de los resultados obtenidos.

El modelo 3D estará constituido por la topografía y las edificaciones del ámbito de estudio, el tramo/s de carretera que conforman la UME, y los elementos singulares concretos de cada caso (viaductos, pasos superiores, muros, pantallas acústicas,...).

- Carreteras: datos de tráfico (IMD y porcentaje de pesados), características del firme, tipo de flujo y límites de velocidad.
- Edificios: tipo de uso, altura, número de plantas, número de habitantes (en caso de ser residencial) y coeficiente de absorción alfa.
- Viaductos: longitud de apantallamiento.
- Muros y pantallas: pérdidas por reflexión.
- Terreno: coeficientes de absorción.
- Túneles: radiación procedente de las entradas y salidas.

Definido el modelo e introducidos los parámetros y configuración, se lleva a cabo la simulación acústica, obteniéndose de este modo los Mapas Estratégicos de Ruido.

6.2.- CREACIÓN DEL MODELO 3D

En el presente apartado se describen los procesos necesarios para la definición del escenario de modelización en el software de cálculo a partir de la información base.

La definición de cada uno de los atributos que caracterizan los elementos del modelo se realizó en GIS previa incorporación al software de cálculo. El objeto de este tratamiento previo es el de sistematizar el proceso de creación del modelo, evitando errores u omisiones en la definición del escenario.

6.2.1.- INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA

Para llevar a cabo el modelado digital del terreno (MDT) se empleó como fuente de información el vuelo LIDAR suministrado por la Axencia Galega de Infraestruturas, del que se extrajo la nube de puntos que conforman el terreno. Posteriormente, mediante un proceso de triangulación se obtuvieron las curvas de nivel cada metro.



Figura 8. Detalle de los puntos LIDAR facilitados



Figura 9. Detalle del MDT generado

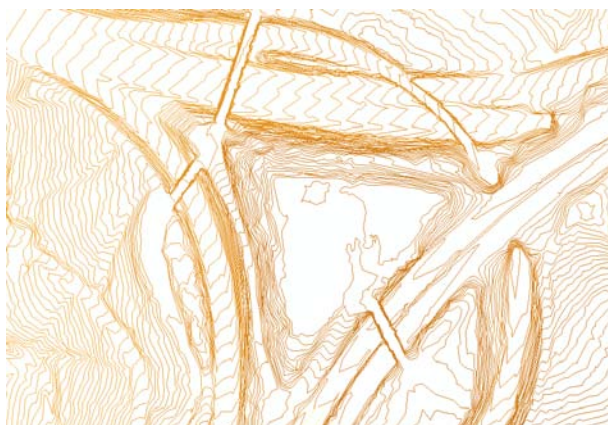


Figura 10. Curvado finalmente obtenido a partir de los puntos LIDAR

6.2.2.- INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO

Mediante el empleo de herramientas GIS, el eje de la carretera se definió a partir del conjunto de datos geométricos facilitados por la Axencia Galega de Infraestruturas, disponiendo de puntos cada 10 m, con la siguiente información:

- Coordenadas X, Y, Z.
- Número de carriles.
- Anchos de plataforma, calzada y arcenes.
- Peraltes y pendientes.

Las características geométricas que definen el eje cada 10 m se extendieron para cada punto 5 m antes y 5 m después. Una vez definido el eje se procedió a la corrección y depuración de la información, comparando los ejes con la ortofoto actualizada y con los datos tomados en las preceptivas visitas a campo realizadas. Establecida la geometría definitiva de la vía, se definieron en GIS los atributos que caracterizan la emisión acústica, con anterioridad a su importación desde CadnaA. A continuación se describe cada uno de los atributos considerados, los datos de partida disponibles, así como el tratamiento realizado previa incorporación al modelo:

- Geometría: la AG-41, en su mayor parte cuenta con dos carriles por sentido, con un ancho medio de carril de 3,5 m, existiendo tramos con carriles de incorporación o salida en los que coexisten tres carriles. Entre los pk 8+070 al 8+960 y 9+390 al 1+650 aproximadamente, la calzada se ensancha permitiendo la circulación en tres carriles por sentido.



Figura 11. Tres carriles

Los arcenes varían entre los 0 y 5,9 m de anchura para el derecho con un promedio de 2,2 m, y entre los 0 y 2,7 m para el izquierdo con un promedio de 1,7 m de ancho.

- Datos de tráfico: los datos de tráfico utilizados para el cálculo de los niveles sonoros fueron los de las Memorias de Aforos del año 2012, proporcionadas por la Axencia Galega de Infraestruturas. Tomando como base la distribución horaria en un día medio, se calculó la IMD por hora para cada uno de los periodos considerados (día, tarde y noche). Para el primer tramo, consideró la misma distribución porcentual que para el siguiente tramo Enlace de Curro (PO-531) - Enlace de Mosteiro (PO-300), obteniendo así la distribución horaria. Respecto a la distribución de pesados, se aplicó para todos los tramos y todos los periodos considerados el valor diario del tramo, recogido en la Memoria de Aforos, a excepción del primer tramo, en el que se consideró la del segundo de los tramos que conforman la UME.

UME	VÍA	TRAMO	IMD				% PESADOS
			(VEH/DÍA)	DÍA (VEH/H)	TARDE (VEH/H)	NOCHE (VEH/H)	
01	AG-41	Curro (AP-9) - Enl. Curro (PO-531)	14.457	843,2	838,5	123,1	6,7
		Enl. Curro (PO-531) - Enl. Mosteiro(PO-300)	14.457	843,2	838,5	123,1	6,7
		Enl. Mosteiro(PO-300) - Enl. Meis(EP-9402)	14.734	857,6	853,5	128,6	6,5
		Enl. Meis(EP-9402) - Enl. Ribadumia (VG-4.2)	14.507	843,3	839,8	128,6	6,2
		Enl. Ribadumia (VG-4.2) - Enl. Meaño(PO-303)	11.844	682,3	711,0	101,5	4,9
		Enl. Meaño(PO-303) - Enl. Nantes(Pol. Ind)	11.736	674,7	710,5	99,8	4,5
		Enl. Nantes(Pol. Ind) - Enl. Sanxenxo (VG-4.1)	11.916	686,0	718,3	101,4	4,5

Tabla 3. Datos de tráfico

- Límite de velocidad: partiendo de la velocidad límite permitida por la normativa para la vía objeto de estudio (120 km/h), se revisaron las posibles restricciones de velocidad a partir de los datos de señalización vertical aportados por la Axencia Galega de Infraestruturas y la revisión de campo. En aquellos lugares en los que se detectó señalización insuficiente o contradictoria (ausencia de

señales de fin de limitación de velocidad, tramos interurbanos sin especificación de la velocidad máxima permitida,...) se optó por definir tramos lo más homogéneos posibles, tomando siempre el valor de velocidad más desfavorable (la mayor de los posibles).

Para cada una de los subtramos se establecieron límites de velocidad diferenciados en función del tipo de vehículo (ligero o pesado), ya que según el límite establecido dicha velocidad puede no ser coincidente.

Para todos los tramos estudiados se adoptó una velocidad máxima de 120 km/h para los vehículos ligeros y de 90 km/h para pesados.

- Superficie de la carretera: el tipo de firme tiene influencia directa sobre la emisión de la vía. La UME objeto de estudio presenta una capa de asfalto bituminoso en toda su longitud.
- Tipo de flujo: de forma general se consideró el flujo continuo fluido.

Una vez definida la geometría y los parámetros característicos de cada subtramo de 10 m que compone la UME, se procedió a su importación en CadnaA como carretera en formato shape. Por último, para conseguir que la carretera se acople por completo al terreno, se realizó el ajuste del MDT al objeto bajo la plataforma de la vía.

6.2.3.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS

Tomando como base la capa shape de la Dirección General del Catastro, se realizó una revisión general del ámbito de trabajo, completándose aquellas zonas que presentaban carencia de edificaciones recientes. Esta revisión se hizo a partir de las fotografías aéreas del PNOA y mediante visitas a campo. Así, se elaboró una cobertura de polígonos revisada a través de:

- La digitalización de los edificios inexistentes en el Catastro.
- La eliminación de los elementos que ya no existen o que no se corresponden con edificios (invernaderos, piscinas,...).

6.2.3.1.- ALTURA

La altura de las edificaciones se definió a partir del número de plantas contempladas en los datos del Catastro, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La altura mínima de un edificio es de 4 m.

- En los edificios residenciales, sanitarios y educativos se consideró una altura de 4 m para las plantas bajas, y de 3 m para el resto.
- Aquellas edificaciones que comparten código catastral y están claramente unidas se agruparon como un único edificio, asignándole el número de plantas correspondiente al edificio más alto con código compartido.

Para aquellos edificios que no se encuentran contenidos en la base de datos de Catastro y que fueron digitalizados posteriormente, el número de plantas fue estimado a partir de la revisión de la fotografía aérea y de las visitas, corrigiendo y depurando errores de la información catastral de base (alturas inexistentes o excesivas).

6.2.3.2.- USO

Partiendo de los metadatos descargados de la Sede Electrónica del Catastro, los usos de los edificios se completaron a través de las siguientes fuentes de información:

- Fotografías aéreas del PNOA.
- Información de las visitas a campo realizadas.

Los usos identificados fueron:

- Residencial.
- Sanitario y docente.
- Industrial, terciario y otros.

A todos los edificios de la zona de estudio se asignó uno de los anteriores usos con el fin de identificar los edificios residenciales para el cálculo de la población, así como para determinar las áreas acústicas en la elaboración de los mapas de zonas de conflicto. Además, se identificaron los edificios de tipo docente y sanitario por ser receptores sensibles, a través de la información disponible en las siguientes fuentes:

- Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria de la Xunta de Galicia.
- Consellería de Sanidade de la Xunta de Galicia.

6.2.3.3.- POBLACIÓN ASIGNADA

Uno de los objetivos de los MER es la obtención del número de personas expuestas a los diferentes niveles de ruido, para lo que se realizó un tratamiento consistente en el reparto de la población entre los edificios residenciales existentes.

La información de partida se obtuvo del padrón municipal de habitantes del año 2013 del Instituto Galego de Estatística (IGE). Tomando como base la población de cada municipio, y una vez identificados los edificios residenciales de cada uno, se hizo un reparto proporcional de la población en función de la superficie residencial total construida. El número de habitantes en cada se calculó como el producto del coeficiente de habitabilidad anteriormente definido por la superficie de cada edificio residencial, resultando:

MUNICIPIO	POBLACIÓN	SUP. TOTAL RESIDENCIAL (m ²)	COEF. HABITABILIDAD (HAB/m ²)
Barro	3.712	224.516	0,0165
Meis	5.007	285.197	0,0176
Ribadumia	5.168	301.653	0,0171
Meaño	5.421	648.123	0,0084
Sanxenxo	17.582	2.312.343	0,0076

Tabla 4. Datos de población en los municipios afectados

En el caso de los edificios sensibles se cuantificó el número de alumnos en los edificios de uso docente, y de camas en los de uso sanitario.

6.2.3.4.- EFECTO REFLECTANTE

Para tener en cuenta el efecto reflectante de las edificaciones se asignó un Coeficiente de Absorción Alfa de 0,4 en todos los casos.

6.2.3.5.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS EN CADNAA

Una vez depurada y corregida la capa de edificaciones, con todos los atributos definidos se importaron desde CadnaA como edificio en formato shape.

En última instancia se hizo una revisión general del modelo, subsanándose aquellos desajustes existentes entre la topografía y la base de los edificios ("enterramientos"), así como los solapes entre la plataforma de la vía y las edificaciones incorporadas.

6.2.4.- MODELADO DE TÚNELES

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad túneles en la presente UME.

6.2.5.- MODELADO DE VIADUCTOS

Aquellos tramos de la carretera que presentan viaductos, puentes, pontones o pasos inferiores de grandes dimensiones se modelizaron evitando la emisión acústica bajo el plano de la plataforma de la vía, configurándolos como auto-apantallados con una anchura adicional de 1,5 m a izquierda y derecha. Con carácter previo a este auto-apantallado se definió la geometría del viaducto, comprobándose el apoyo de los estribos y corrigiéndose cuando fuese necesario, el curvado LIDAR bajo los mismos.

6.2.6.- MODELADO DE PASOS SUPERIORES

En el modelo se definieron únicamente aquellos pasos superiores que presentan un ancho superior a 25 m, incorporándose como reflectores 3D. De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pasos superiores con anchura superior a 25 m en la presente UME.

6.2.7.- INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS

Junto con las edificaciones, los muros y pantallas constituyen obstáculos a la propagación del ruido, por lo que fueron incluidos en el modelo tridimensional, las barreras identificadas en la siguiente tabla:

ELEMENTO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONGITUD (m)	ALTURA (m)	TIPO REFLEXIÓN
Pantalla acústica M.I	1+875	2+100	225	2	Pantalla Absorbente
Pantalla acústica M.D	3+070	3+210	140	2	Pantalla Absorbente
Pantalla acústica M.I	8+795	8+900	105	2	Pantalla Absorbente
Pantalla acústica M.D	11+240	11+260	20	2	Pantalla Absorbente
Pantalla acústica M.D	11+640	11+705	65	2	Pantalla Absorbente
Pantalla acústica M.D	12+190	12+320	130	2	Pantalla

ELEMENTO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONGITUD (m)	ALTURA (m)	TIPO REFLEXIÓN
					Absorbente
Pantalla acústica M.I	18+180	18+300	120	2	Pantalla Absorbente

Tabla 5. Pantallas y barreras incluidas en el modelo

Los muros de contención no se consideraron en la modelización, ya que su presencia no supone un apantallamiento mayor al producido por las tierras que contiene. La incorporación de los obstáculos al modelo se realizó importándose como pantallas en formato shape.

6.2.8.- INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO

Las características del suelo son un factor determinante en la propagación del ruido, por lo que en la modelización efectuada se definieron diferentes áreas de absorción.

De forma genérica se considera el terreno base como absorbente ($G=1$, sin embargo se definieron ciertas áreas de carácter urbano e industrial como reflectantes ($G=0$), realizándose la zonificación del territorio en base a los usos del suelo definidos por el Instituto de Estudios do Territorio. De esta forma, las áreas consideradas como reflectantes son las correspondientes a núcleos de población, tejido urbano continuo y zonas industriales, comerciales y de servicios.

La incorporación de estas zonas al modelo se realizó importándose como áreas de absorción del suelo en formato shape.

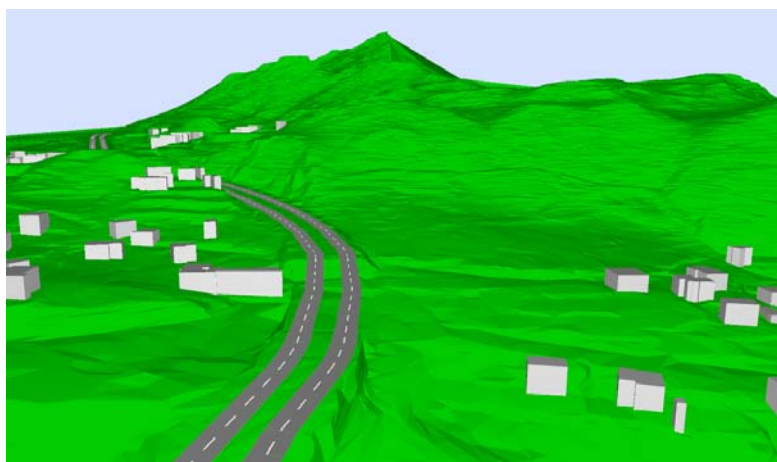


Figura 12. Vista 3D de la modelización efectuada

6.3.- CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D

Para la elaboración de los MER de cada UME, con anterioridad a la introducción de los diferentes elementos que componen el modelo, es preciso definir una configuración de cálculo en el software de acuerdo a la Directiva 2002/49/CE donde se identifiquen los parámetros necesarios para la correcta definición del escenario previsto.

- La norma empleada para el cálculo es la NMPB-Routes-96.
- El espaciado de los receptores en la malla de cálculo es de 10 x 10 m a una altura de 4 m sobre el suelo.
- El orden máximo de reflexiones consideradas es de 1.
- Se estableció un radio máximo de búsqueda de 2.000 m.
- El porcentaje de condiciones favorables día/noche se corresponde con un 50% en periodo diurno, un 75% en periodo vespertino y un 100% en periodo nocturno.
- Siguiendo las recomendaciones de la European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN), las condiciones atmosféricas consideradas son una temperatura de 15°C y una humedad del 70%.
- El cálculo de la atenuación sufrida por las ondas sonoras en el medio ambiente exterior se obtiene de acuerdo a los procedimientos de la ISO 9613.
- Los valores de inmisión considerados son $L_{\text{día}}$, L_{tarde} , L_{noche} y L_{den} , todos ellos en dBA, a una altura de evaluación de 4 m.
- La designación de horas para los periodos considerados es de 07:00 a 19:00 día, de 19:00 a 23:00 tarde y de 23:00 a 07:00 noche.
- Se aplicó una penalización de 0 dB para el periodo diurno, de 5 dB para el vespertino y de 10 dB para el nocturno.
- Para la evaluación de los niveles de ruido en fachada de edificios se consideró una altura de las plantas bajas de 4 m y de 3 m para el resto. Asimismo, se tuvo en cuenta únicamente el sonido incidente, es decir, no se consideró el sonido reflejado en la fachada donde se realiza la evaluación, aunque sí las reflexiones en el resto de edificios y obstáculos presentes en el área de estudio.

7.- PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN

Para determinar los indicadores y los niveles límites de referencia que permitan evaluar la afección al ruido, se recurrió a la legislación vigente en materia de objetivos de calidad acústica que viene fijada en 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, concretamente lo recogido en el Capítulo III "Zonificación acústica. Objetivos de calidad acústica" y en el Capítulo IV "Emisores acústicos. Valores límite de emisión e inmisión".

El artículo 14 del citado Real Decreto dice textualmente:

1. En las áreas urbanizadas existentes se establece como objetivo de calidad acústica para ruido el que resulte de la aplicación de los siguientes criterios:

a) Si en el área acústica se supera el correspondiente valor de alguno de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla A, del anexo II, su objetivo de calidad acústica será alcanzar dicho valor.

ANEXO II

Objetivos de calidad acústica

Tabla A. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes.

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L_d	L_n	L_n
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.

Tabla 6. Objetivos de calidad acústica

En relación al tipo de área f se aplicará el Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica 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.

Como se puede observar en la tabla anterior, los objetivos se establecen para los índices de ruido, L_d , L_t y L_n , cuya definición según 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, es:

L_d es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año.

L_e es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año.

L_n es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año.

En vista de lo expuesto, la evaluación de la exposición al ruido de la población pasará por determinar cada uno de los indicadores L_d , L_e y L_n , y compararlos con los niveles límite establecidos en los objetivos de calidad acústica para cada tipo de área.

8.- RESULTADOS

Conforme a la normativa vigente, la elaboración de un mapa estratégico conlleva la obtención de una información gráfica y otra alfanumérica, representada mediante mapas y tablas de afección.

La escala básica de representación de los Mapas Estratégicos de Ruido contenidos en el presente documento es 1/25.000, siendo la base cartográfica la 1/5.000 de la Xunta de Galicia. El sistema de proyección es ETRS-89, zona 29 N.

En la elaboración de los MER de cada UME, el área de estudio vino delimitada por la longitud del tramo/s de carretera que define la propia UME y por una banda, con un ancho de 1.500 m a cada lado del eje de la calzada.

8.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS

Son mapas de líneas isófonas elaborados a partir de los niveles de ruido calculados en puntos receptores a lo largo de toda la zona de estudio.

Se elaboraron los planos de niveles sonoros representando los indicadores establecidos por la legislación básica estatal y las recomendaciones del Ministerio de Fomento, siendo los mapas generados los siguientes:

- Mapa de niveles sonoros de L_d en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_e en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_n en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70.
- Mapa de niveles sonoros de L_{den} en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.

L_{den} , L_d , L_e

Rango	Descripción	R	G	B
> 75	Rosa fuerte	255	0	255
70-75	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
< 55	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	55-60
	60-65
	65-70
	>75

Figura 13. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del L_d , L_e y L_{den}

L_n

Rango	Descripción	R	G	B
>70	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
50-55	Verde	100	200	0
< 50	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	50-55
	55-60
	60-65
	65-70
	>70

Figura 14. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del L_n

8.2.- POBLACIÓN EXPUESTA

8.2.1.- METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA

La determinación de la situación acústica a partir de los mapas de niveles sonoros requiere el análisis de la afección del ruido sobre la población. En esta línea, la normativa establece que debe estimarse el número de personas expuestas a ciertos rangos de niveles de presión sonora, sin entrar en detalles técnicos de cómo proceder.

Existen diferentes métodos para determinar los niveles de exposición en fachada para cada uno de los edificios, conforme a la normativa y a las guías de trabajo internacionales en materia de contaminación acústica.

La Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, con el fin de determinar la exposición al ruido ambiental de los Estados Miembros, establece en su Anexo VI que deberá comunicarse a la comisión europea, para el caso de las aglomeraciones sobre las que se realice el Mapa Estratégico de Ruidos (MER), la siguiente información:

- Número estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas 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 en la fachada más expuesta: (55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75), distinguiendo entre el tráfico rodado, el tráfico ferroviario, el tráfico aéreo y las fuentes industriales.
- El número total estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de L_n en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70), distinguiendo entre el tráfico rodado, ferroviario, aéreo y las fuentes industriales.

Este planteamiento, denominado END (European Noise Directive), es el que debe utilizarse para entregar los resultados a la comisión europea, siendo también habitual para la entrega al resto de administraciones. Sin embargo, este procedimiento, es el que proporciona peores resultados con respecto a la exposición real de la población, arrojando valores de población afectada a distintos rangos de niveles sonoros muy superiores a la realidad, por lo resulta necesario plantear otros métodos que, de forma adicional, arrojen resultados que no sobreestimen la población expuesta.

A continuación se presentan los siguientes procedimientos de estimación de la población afectada por ruido ambiental:

- Método END
- Método VBEB Alemán

8.2.1.1.- MÉTODO END

El método END (European Noise Directive) se presenta en la Directiva Europea 2002/49/CE como un método para satisfacer la obligación de proporcionar a la comisión europea los datos del número estimado de personas cuyas viviendas están expuestas a diferentes rangos de L_{den} y L_n , a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta, aquella que soporta mayor nivel de presión sonora.

Esta estimación, requiere del cálculo de receptores específicos en cada una de las fachadas de los edificios, a una altura relativa de 4 metros respecto al suelo y tomando las consideraciones necesarias para excluir las reflexiones acústicas de la propia fachada como ruido incidente en el propio receptor.

Este planteamiento, supone que todos los habitantes de cada edificio están sometidos al mayor nivel de presión sonora registrado en la fachada más expuesta, lo que no se acerca a la situación real, en la que la población se distribuye a lo largo del edificio, en relación a la posición de las viviendas. Este procedimiento podría dar resultados próximos a la realidad en viviendas unifamiliares, pero en el caso de edificios de varias plantas se obtendría un resultado de población expuestas sobreestimado.

8.2.1.2.- MÉTODO VBEB

El método alemán VBEB (Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm) permite obtener los valores reales de afección a los que se encuentra expuesta la población. Su procedimiento contempla la distribución de receptores de niveles de presión sonora a lo largo de las fachadas, estableciendo estos a diferentes niveles de altura en función del número de plantas.

Cada uno de estos receptores determinará el nivel de presión sonora al que se encuentra expuesta cada vivienda, considerando el parámetro de altura, a diferencia del método END expuesto anteriormente, en el que la evaluación de la exposición se realizaba a 4 m del suelo.

Esta metodología permite afinar los resultados al distribuir la población de cada edificio a lo largo del perímetro en planta y de las alturas. Como se puede intuir, los niveles de presión sonora evaluados a diferentes alturas proporcionarán resultados distintos, en función de la mayor o menor distancia a la fuente y las posibles reflexiones de los

edificios del entorno, encontrándose, de esta forma, los habitantes de viviendas a diferentes alturas, en una misma planta, expuestas a distintos grados de afección.

8.2.2.- TABLAS DE RESULTADOS

8.2.2.1.- POBLACIÓN AFECTADA

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)						
RANGO (dBA)	Ld		Le		Lden	
	END	VBEB	END	VBEB	END	VBEB
55 – 59	7	5	8	6	11	9
60 – 64	2	1	2	2	4	3
65 – 69	0	0	0	0	1	0
70 – 74	0	0	0	0	0	0
≥ 75	0	0	0	0	0	0

Tabla 7. Valores de población afectada (centenas) para Ld, Le y Lden en función del método considerado

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)		
RANGO (dBA)	Ln	
	END	VBEB
50 – 54	4	3
55 – 59	1	1
60 – 64	0	0
65 – 69	0	0
≥ 70	0	0

Tabla 8. Valores de población afectada (centenas) para Ln en función del método considerado

A la vista de los resultados contenidos en las tablas adjuntas, se puede observar como el método END obtiene valores ligeramente superiores para todos los periodos en niveles bajos de ruido, si bien la población expuesta a valores de ruido por encima de 70 dB no llega en ningún caso a la centena. Estos resultados son debidos, principalmente, a la distancia a la que se encuentra la vía de los núcleos urbanos, siendo la población afectada de forma mayoritaria la residente en viviendas unifamiliares enclavadas en zonas rurales dispersas.

8.2.2.2.- VIVIENDAS AFECTADAS

Nº VIVIENDAS AFECTADAS (EN CENTENAS)					
RANGO (dBA)	Ld	Le	Lden	RANGO (dBA)	Ln
55 – 59	3	3	4	50 – 54	1
60 – 64	1	1	1	55 – 59	0
65 – 69	0	0	0	60 – 64	0
70 – 74	0	0	0	65 – 69	0
≥ 75	0	0	0	≥ 70	0

Tabla 9. Número de viviendas expuestas (en centenas) a distintos rangos de nivel sonoro para los periodos Ld, Le, Ln y Lden

Al igual que ocurre con la exposición de la población, el número de viviendas afectadas por el ruido de la carretera es relativamente bajo, no llegándose a alcanzar la centena de edificios afectados por niveles superiores a 65 dB en ningún periodo.

8.2.2.3.- EDIFICIOS SENSIBLES

AFECCIÓN A EDIFICIOS SENSIBLES				
SANITARIOS			DOCENTES	
RANGO (dBA)	Lden		Lden	
	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº CAMAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº ALUMNOS (CENTENAS)
55 – 59	0	0	0	0
60 – 64	0	0	0	0
65 – 69	0	0	0	0
70 – 74	0	0	0	0
≥ 75	0	0	0	0

Tabla 10. Número de edificios sensibles (en unidades) y camas/alumnos (en centenas) expuestas a distintos rangos para el periodo Lden.

A raíz de la modelización efectuada se puede concluir que ningún edificio sensible se ve afectado por el ruido generado por la carretera objeto de estudio, debido a la atenuación ocasionada por la distancia entre el foco emisor y los receptores (edificios sanitarios y docentes).

8.3.- MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN

Se obtuvo a partir del mapa de niveles sonoros del indicador Lden.

Incluye los datos de superficies totales (en km²), expuestas a valores de Lden superiores a 55, 65, y 75 dB, respectivamente. En ellos se indica además el número total estimado de viviendas (en centenares), y el número total estimado de personas (en centenares) que viven en cada una de esas zonas.

Las isófonas correspondientes a 55, 65 y 75 dB figuran en el mapa y se incluye información sobre la ubicación de las ciudades, pueblos y aglomeraciones situadas dentro de esas curvas.

EXPOSICIONES A DIFERENTES VALORES Lden					
RANGO (dBA)	SUPERFICIE	POBLACIÓN		EDIFICIOS SENSIBLES	
	(km ²)	Nº VIVIENDAS (CENTENAS)	Nº PERSONAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS SANITARIOS (UD)	Nº EDIFICIOS DOCENTES (UD)
≥ 55	7,59	6	15	0	0
≥ 65	1,52	0	1	0	0
≥ 75	0,58	0	0	0	0

Tabla 11. Datos relativos a zonas de afección para el periodo Lden

Observando los resultados de los mapas de afección se concluye que las superficies afectadas por rangos superiores a 65 dB son de reducidas dimensiones, lo que supone que el número de habitantes expuestos apenas llegue a la centena. Asimismo, ningún edificio sensible se ve afectado por niveles de ruido superiores a 55 dB.

Para obtener una mayor precisión en los resultados presentados, los valores referentes a población de la anterior tabla se obtuvieron considerando el número de viviendas y personas afectadas en unidades, por lo que algunos valores difieren del resultado obtenido realizando el sumatorio de personas y viviendas expuestas del epígrafe 8.2.2.1., ya que en estas tablas se presentan en centenas.

9.- CONCLUSIÓN

Con la realización del presente estudio elaboraron los Mapas Estratégicos de Ruido de los tramos Curro (AP-9) - Enlace de Curro (PO-531), Enlace de Curro (PO-531) - Enlace de Mosteiro (PO-300), Enlace de Mosteiro (PO-300) - Enlace de Meis (EP-9402), Enlace de Meis (EP-9402) - Enlace de Ribadumia (VG-4.2), Enlace de Ribadumia (VG-4.2) - Enlace de Meaño (PO-303), Enlace de Meaño (PO-303) - Enlace de Nantes (Polígono Industrial) y Enlace de Nantes (Polígono Industrial) - Enlace de Sanxenxo (VG-4.1) de la vía AG-41 (perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia), de acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE de 25 de junio de 2002 sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental y en la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, considerando alcanzados los objetivos planteados inicialmente así como los establecidos en la legislación vigente.

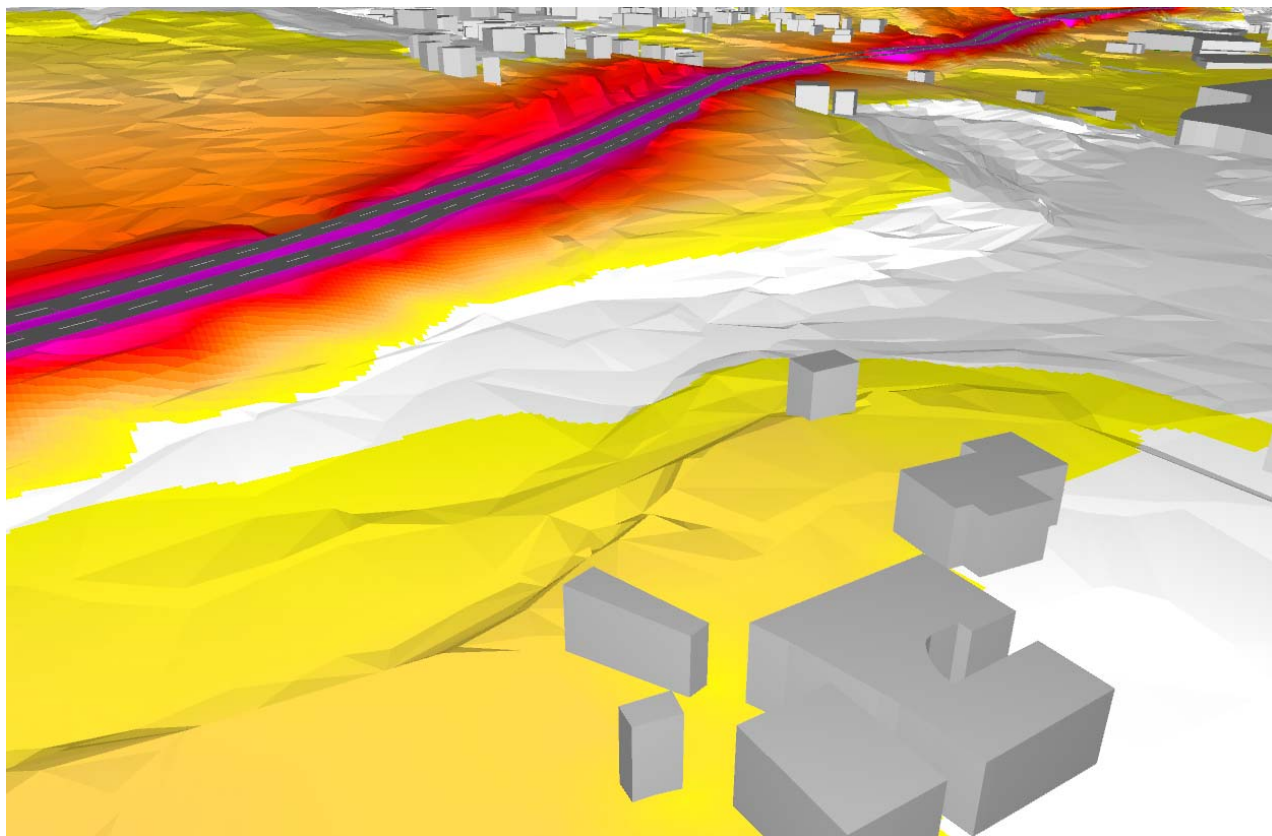
La elaboración de este estudio constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias que se deban realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones.

II PLANOS



XUNTA DE GALICIA

CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



CLAVE

PO/13/044.09.1

TIPO DE ESTUDIO

MAPA EXTRATÉXICO DE RUÍDO

DOCUMENTOS

DOCUMENTO RESUME

ESTRADA

AG-57
BAIONA (PO-552) - ENLACE 2º CINTURÓN VIGO
(VG-20)

PUNTOS QUILOMÉTRICOS

10+240 – 22+000

DATA

XULLO 2014

CONSULTOR



I MEMORIA

I MEMORIA

1.-	INTRODUCCIÓN	4
2.-	OBJETO DEL ESTUDIO.....	4
3.-	AUTORIDAD RESPONSABLE	5
4.-	PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES.....	5
5.-	ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME	6
6.-	METODOLOGÍA	10
6.1.-	MODELO DE SIMULACIÓN.....	11
6.2.-	CREACIÓN DEL MODELO 3D.....	12
6.2.1.-	INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA	12
6.2.2.-	INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO	13
6.2.3.-	INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS	15
6.2.4.-	MODELADO DE TÚNELES	17
6.2.5.-	MODELADO DE VIADUCTOS.....	20
6.2.6.-	MODELADO DE PASOS SUPERIORES.....	20
6.2.7.-	INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS	20
6.2.8.-	INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO	20
6.3.-	CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D ...	21
7.-	PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN	22
8.-	RESULTADOS.....	24
8.1.-	MAPAS DE NIVELES SONOROS.....	24
8.2.-	POBLACIÓN EXPUESTA.....	25
8.2.1.-	METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA	25
8.2.2.-	TABLAS DE RESULTADOS	28

8.3.-	MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN.....	29
9.-	CONCLUSIÓN	30

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	ÁMBITO DE ESTUDIO	6
FIGURA 2.	AG-57 VIACUCTO DE VILLAZA. GONDOMAR	7
FIGURA 3.	AG-57. PASO POR NANDÍN.....	7
FIGURA 4.	AG-57. PASO POR FIGUEIRÓ	8
FIGURA 5.	AG-57. PASO POR A FRAGA.....	8
FIGURA 6.	PLANO DE UBICACIÓN DE LA UME OBJETO DE ESTUDIO	10
FIGURA 7.	DETALLE DE LA VISTA DINÁMICA DEL MODELO TRIDIMENSIONAL GENERADO	10
FIGURA 8.	DETALLE DE LOS PUNTOS LIDAR FACILITADOS.....	12
FIGURA 9.	DETALLE DEL MDT GENERADO	12
FIGURA 10.	CURVADO FINALMENTE OBTENIDO A PARTIR DE LOS PUNTOS LIDAR	12
FIGURA 11.	DIAGRAMA QUE RELACIONA LA LONGITUD DE ABSORCIÓN CON EL NIVEL DE CORRECCIÓN EN DB	19
FIGURA 12.	VISTA 3D DE LA MODELIZACIÓN EFECTUADA	21
FIGURA 13.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LD, LE Y LDEN.....	25
FIGURA 14.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LN....	25

LISTA DE TABLAS

TABLA 1.	TRAMOS DE LA VÍA OBJETO DE ESTUDIO	5
TABLA 2.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA UME ESTUDIADA	9
TABLA 3.	DATOS DE TRÁFICO.....	14
TABLA 4.	DATOS DE POBLACIÓN EN LOS MUNICIPIOS AFECTADOS	16
TABLA 5.	VALORES DE EMISIÓN DE LA CARRETERA (DBA).....	17

TABLA 6. VALORES DE POTENCIA SUPERFICIAL DE LAS BOCAS DEL TÚNEL	19
TABLA 7. OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA.....	23
TABLA 8. VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA LOS PERIODOS LD, LE Y LDEN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO	28
TABLA 9. VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA EL PERIODO LN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO	28
TABLA 10. NÚMERO DE VIVIENDAS EXPUESTAS (EN CENTENAS) A DISTINTOS RANGOS DE NIVEL SONORO PARA LOS PERIODOS LD, LE, LN Y LDEN.....	29
TABLA 11. NÚMERO DE EDIFICIOS SENSIBLES (EN UNIDADES) Y CAMAS/ALUMNOS (EN CENTENAS) EXPUESTAS A DISTINTOS RANGOS PARA EL PERIODO LDEN.....	29
TABLA 12. DATOS RELATIVOS A ZONAS DE AFECCIÓN PARA EL PERIODO LDEN	30

II PLANOS

0.- PLANO DE SITUACIÓN

1.- MAPAS NIVELES SONOROS

1.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS DÍA (1:25.000)

1.2.- MAPAS DE NIVELES SONOROS TARDE (1:25.000)

1.3.- MAPAS DE NIVELES SONOROS NOCHE (1:25.000)

1.4.- MAPAS DE NIVELES SONOROS Lden (1:25.000)

2.- MAPAS DE AFECCIÓN

2.1.- MAPA DE ZONA DE AFECCIÓN (1:25.000)

1.- INTRODUCCIÓN

La aprobación de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental establece la necesidad de elaborar, en una primera fase, los Mapas Estratégicos de Ruido (MER) de grandes ejes viarios cuyo tráfico supere los seis millones de vehículos al año, para en una segunda fase realizar los mapas correspondientes a los grandes ejes viarios con tráfico superior a tres millones de vehículos al año.

La Directiva 2002/49/CE define el Mapa Estratégico de Ruido como "un 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."

Para la aplicación de la citada directiva en el territorio español se elaboró la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, que no se limita a transponer el contenido de la directiva, sino que trata de regular, a través de una adecuada distribución de competencias administrativas y del establecimiento de los mecanismos oportunos, la mejora de la calidad acústica en nuestro entorno.

Con el objeto de desarrollar esta ley se formuló el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, en cuanto a la evaluación y gestión del ruido ambiental, con la finalidad de prever, reducir o evitar los efectos nocivos, incluyendo las molestias derivadas de la exposición al ruido ambiental. A tal efecto se desarrollan los conceptos de ruido ambiental y sus efectos y molestias sobre la población, junto con una serie de medidas que permiten la consecución de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido, los planes de acción y la información a la población.

A fin de dar cumplimiento a la legislación vigente, la Consellería de Medio Ambiente Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, promueve la segunda fase de elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido de las vías pertenecientes a la Red Autonómica de Carreteras de Galicia.

2.- OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto del presente documento resumen es el de plasmar, de forma sintética y fácilmente comprensible, los resultados arrojados por los Mapas Estratégicos de Ruido

de los siguientes tramos de la vía AG-57, perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia:

DENOMINACIÓN	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONGITUD (km)
Baiona (PO-552) - Enlace 2º Cinturón Vigo (VG-20)	Enl. de Nigrán - Enl. de VINCIOS	10+240	17+580	7,34
	Enl. de VINCIOS - Puxeiros (VG-20)	17+580	22+000	4,42

Tabla 1. Tramos de la vía objeto de estudio

Según se recoge en el Artículo 15 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, los mapas de ruido tendrán, entre otros, los siguientes objetivos:

- Permitir la evaluación global de la exposición a la contaminación acústica de una determinada zona.
- Permitir la realización de predicciones globales para dicha zona.
- Posibilitar la adopción fundada de planes de acción en materia de contaminación acústica y, en general, de las medidas correctoras adecuadas.

Asimismo, la elaboración de los MER constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias a realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones

3.- AUTORIDAD RESPONSABLE

La autoridad responsable de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruidos fue la Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, contando con la asistencia de la empresa ICEACSA Consultores S.L.U.

4.- PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES

De acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, y en la Ley del Ruido y sus posteriores Reglamentos, tuvieron que realizarse, en una primera fase los Mapas Estratégicos de Ruido de las carreteras de

más de 6 millones de vehículos al año; y en una segunda fase los de las carreteras de más de 3 millones de vehículos al año.

Por lo tanto, en la actualidad no se encuentra vigente ningún Programa de Acción contra el ruido derivado de la primera fase en la Unidad de Mapa Estratégico Baiona (PO-552) - Enlace 2º Cinturón Vigo (VG-20) entre los PP.KK. 10+240 al 22+000.

Así, en cumplimiento de la legislación, se elabora en la segunda fase esta UME. El estudio constituye la primera aproximación a la problemática del ruido generado por la infraestructura viaria.

5.- ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME

Los tramos objeto de estudio pertenecen a la vía AG-57, que une las localidades de Puxeiros y Baiona, ubicándose en entorno del área metropolitana de Vigo, a lo largo de la comarca del Val Miñor.

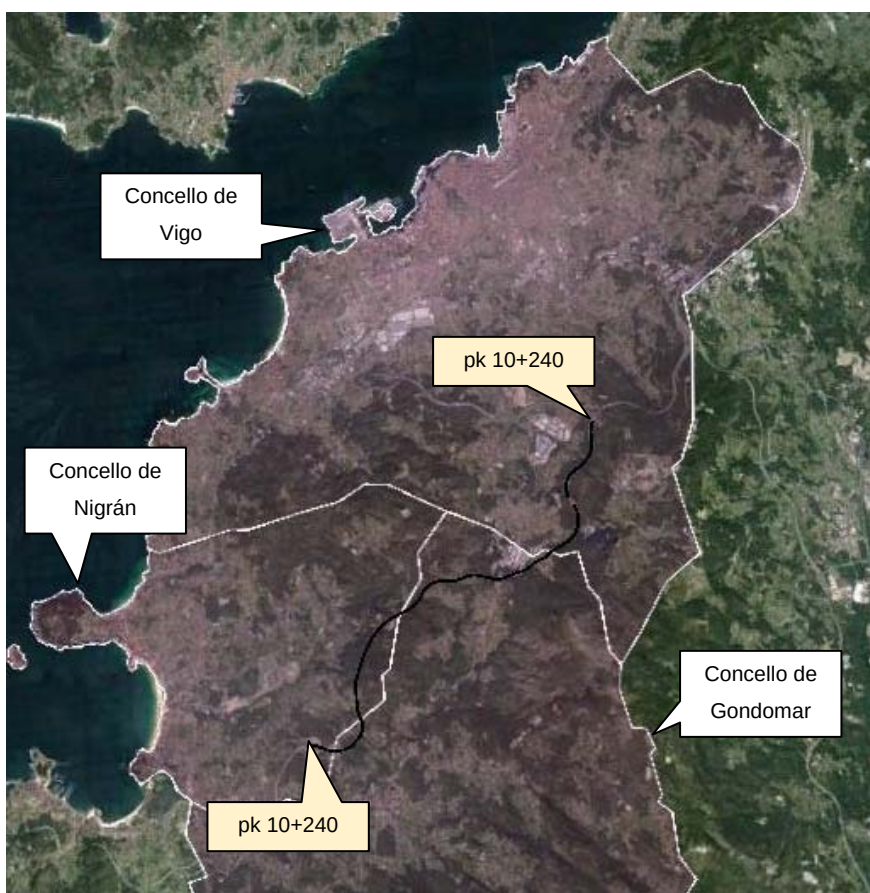


Figura 1. Ámbito de estudio

El trazado de la vía AG-57, de 25 km de longitud, tiene su origen en Baredo (Baiona), en la carretera PO-552 (Finisterre-Tui), finalizando en las proximidades de Rebullón, iniciándose en este punto el intercambiador que sirve de conexión con la (AP-9).

El tramo de estudio comienza en el pk 10+240, en el Concello de Nigrán. En su primera parte, atraviesa una zona de bosque de repoblación hasta el pk 11+300 aproximadamente, momento en el que comienza el viaducto de Villaza, dejando parte del núcleo de Gondamar bajo el mismo. Se trata en general de viviendas de tipo unifamiliar, con una densidad relativamente alta en relación con otras zonas, debido fundamentalmente a su proximidad a la costa.



Figura 2. AG-57 Viaducto de Villaza. Gondomar

Pasado el viaducto, el trazado discurre en desmonte hasta aproximadamente el pk 12+170 en el que el núcleo de Nandín queda por debajo de la rasante de la carretera.



Figura 3. AG-57. Paso por Nandín.

Desde aquí pasa por una zona de repoblación hasta el pk 15+100 aproximadamente que pasas por las proximidades del núcleo de Figueiró, en el que se entremezclan edificaciones unifamiliares con tierras de cultivo, pero con una densidad mucho menor que la zona de Gondomar.



Figura 4. AG-57. Paso por Figueiró

Desde aquí, el trazado vuelve a entrar en una zona de desmonte, con repoblaciones forestales a ambos lados hasta aproximadamente el pk 16+500, que pasa por el viaducto del río Zamáns antes del enlace de Vincios en el pk 17+000, con acceso al polígono de A Pasaxe.

Desde esta zona discurre en terraplén, hasta la zona del núcleo de A Fraga, donde discurre parcialmente en viaducto, y donde se localizan viviendas de tipo unifamiliar alternadas con prados de cultivos.



Figura 5. AG-57. Paso por A Fraga

A la salida del túnel del pk 19+690, y hasta el viaducto del pk 20+120 el trazado pasa por boque de repoblación, hasta llegar al pk final de 22+000.

La identificación de las Unidad de Mapa Estratégico (UME) se realizó conforme a los siguientes criterios generales:

- Una UME solamente puede incluir tramos pertenecientes a una misma vía.
- Todos los tramos que conforman la UME deben tener una IMD igual o superior a 3.000.000 veh/año, tal y como establece la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental.

La identificación de las Unidad de Mapa Estratégico (UME) se realizó conforme a los siguientes criterios generales:

- Una UME solamente puede incluir tramos pertenecientes a una misma vía.
- Todos los tramos que conforman la UME deben tener una IMD igual o superior a 3.000.000 veh/año, como establece la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental.

Teniendo en cuenta dichos criterios, los tramos recogidos en la tabla siguiente comprenden una única Unidad de Mapa Estratégico (UME), contemplándose como fuente de ruido independiente, analizándose su efecto por separado y obteniéndose un Mapa Estratégico de Ruido en el que únicamente se considera la propagación del ruido causado por el tronco de la infraestructura. Dichos mapas se corresponden al alcance de la segunda fase de la Directiva 2002/49/CE y su correspondiente transposición a la legislación estatal:

UME	VÍA	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONG (km)	IMD (VEH/DÍA)	% PESADOS	MUNICIPOS AFECTADOS
01	AG-57	Enl. de Nigrán - Enl. de Vincios	10+240	17+580	7,34	9.828,00	2,7	Nigrán Gondomar Vigo
		Enl. de Vincios - Puxeiros (VG-20)	17+580	22+000	4,42	9.935,00	4,4	Vigo

Tabla 2. Características generales de la UME estudiada

En la figura siguiente se muestra la ubicación del tramo estudiado:

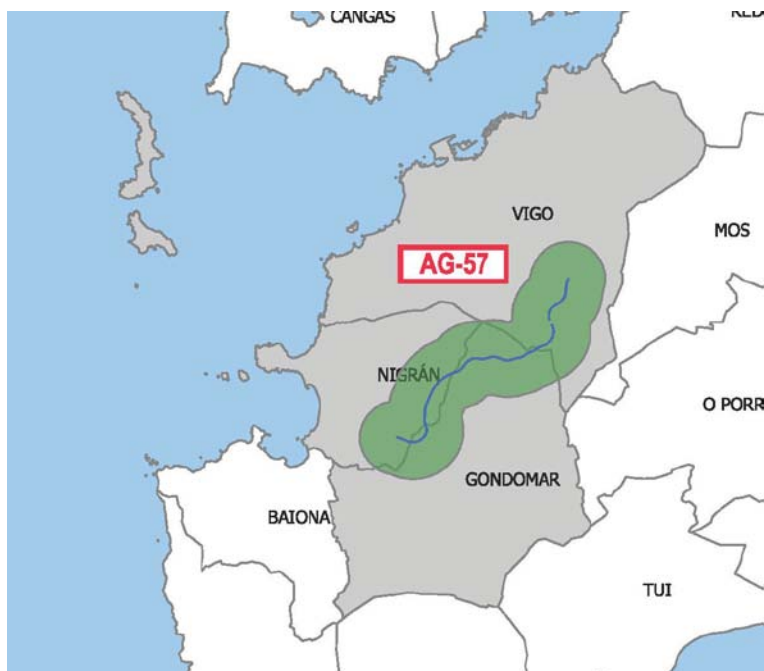


Figura 6. Plano de ubicación de la UME objeto de estudio

6.- METODOLOGÍA

Para la realización de la simulación acústica fue necesaria la implementación de un modelo tridimensional del área de estudio, incluyendo carreteras, edificaciones y elementos singulares, tal y como se aprecia en la imagen adjunta.



Figura 7. Detalle de la vista dinámica del modelo tridimensional generado

El software predictivo para la realización del modelo tridimensional del área de estudio, y para el posterior desarrollo de los cálculos matemáticos de propagación de ruido en

ambiente exterior y ejecución de los Mapas Estratégicos de Ruido, fue CadnaA Versión 4.4 (DataKustik GmbH). Con este software, y con un modelado del entorno preciso, se pueden determinar los niveles de ruido causados por el tráfico rodado. Tanto el procesado previo de la información de base como el análisis de los datos obtenidos se realizó mediante GIS.

6.1.- MODELO DE SIMULACIÓN

Siguiendo las disposiciones del Real Decreto 1513/2005, los índices de ruido del tráfico rodado fueron determinados por medio del método nacional de cálculo francés «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTULCPC-CSTB)», mencionado en el «Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal officiel du 10 mai 1995, article 6» y en la norma francesa «XPS 31-133». Este modelo es el propuesto de manera provisional por la Unión Europea para la realización de mapas de ruido en aquellos países que carezcan del suyo propio, según se describe en la recomendación 2003/613/EC de la Comisión Europea.

La elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido engloba la generación del modelo digital, la definición de los parámetros de entrada, el cálculo de los mapas y la evaluación de los resultados obtenidos.

El modelo 3D estará constituido por la topografía y las edificaciones del ámbito de estudio, el tramo/s de carretera que conforman la UME, y los elementos singulares concretos de cada caso (viaductos, pasos superiores, muros, pantallas acústicas,...).

- Carreteras: datos de tráfico (IMD y porcentaje de pesados), características del firme, tipo de flujo y límites de velocidad.
- Edificios: tipo de uso, altura, número de plantas, número de habitantes (en caso de ser residencial) y coeficiente de absorción alfa.
- Viaductos: longitud de apantallamiento.
- Muros y pantallas: pérdidas por reflexión.
- Terreno: coeficientes de absorción.
- Túneles: radiación procedente de las entradas y salidas.

Definido el modelo e introducidos los parámetros y configuración, se lleva a cabo la simulación acústica, obteniéndose de este modo los Mapas Estratégicos de Ruido.

6.2.- CREACIÓN DEL MODELO 3D

En el presente apartado se describen los procesos necesarios para la definición del escenario de modelización en el software de cálculo a partir de la información base.

La definición de cada uno de los atributos que caracterizan los elementos del modelo se realizó en GIS previa incorporación al software de cálculo. El objeto de este tratamiento previo es el de sistematizar el proceso de creación del modelo, evitando errores u omisiones en la definición del escenario.

6.2.1.- INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA

Para llevar a cabo el modelado digital del terreno (MDT) se empleó como fuente de información el vuelo LIDAR suministrado por la Axencia Galega de Infraestruturas, del que se extrajo la nube de puntos que conforman el terreno. Posteriormente, mediante un proceso de triangulación se obtuvieron las curvas de nivel cada metro.



Figura 8. Detalle de los puntos LIDAR facilitados



Figura 9. Detalle del MDT generado

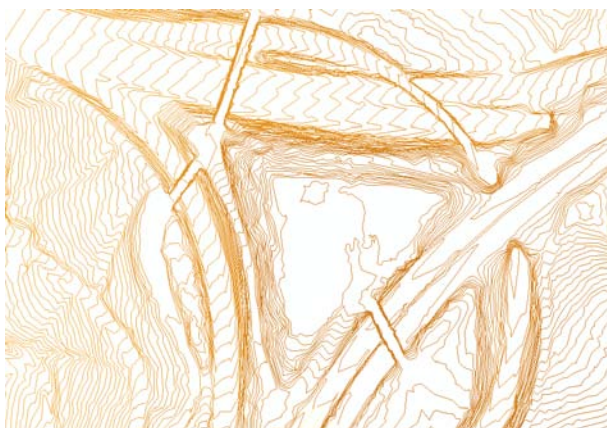


Figura 10. Curvado finalmente obtenido a partir de los puntos LIDAR

6.2.2.- INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO

Mediante el empleo de herramientas GIS, el eje de la carretera se definió a partir del conjunto de datos geométricos facilitados por la Axencia Galega de Infraestruturas, disponiendo de puntos cada 10 m, con la siguiente información:

- Coordenadas X, Y, Z.
- Número de carriles.
- Anchos de plataforma, calzada y arcenes.
- Peraltes y pendientes.

Las características geométricas que definen el eje cada 10 m se extendieron para cada punto 5 m antes y 5 m después. Una vez definido el eje se procedió a la corrección y depuración de la información, comparando los ejes con la ortofoto actualizada y con los datos tomados en las preceptivas visitas a campo realizadas. Establecida la geometría definitiva de la vía, se definieron en GIS los atributos que caracterizan la emisión acústica, con anterioridad a su importación desde CadnaA. A continuación se describe cada uno de los atributos considerados, los datos de partida disponibles, así como el tratamiento realizado previa incorporación al modelo:

- Geometría: la AG-57, cuenta en todo el tramo de estudio con dos calzadas diferenciadas con dos carriles, excepto en los enlaces en los que cuenta con 3. El ancho medio del carril es de 3,5 m. El arcén derecho cuenta con un ancho medio de 2,3 m variable entre los 0 y 3,5 m, mientras que el arcén izquierdo cuenta con un ancho medio de 1,6 m variable entre los 0 y 2,7 m.

- Datos de tráfico: los datos de tráfico utilizados para el cálculo de los niveles sonoros fueron los correspondientes a las Memorias de Aforos del año 2012, proporcionadas por la Axencia Galega de Infraestruturas.

Tomando como base la distribución horaria en un día medio, se llevó a cabo el cálculo de la IMD por hora para cada uno de los periodos considerados (día, tarde y noche). Puesto que para el tramo Enl. de Nigrán - Enl. de Vincios no se disponía de distribución horaria, al valor de la IMD diaria del año 2012 se le aplicó la distribución porcentual del otro tramo que conforma la UME, obteniéndose de esta forma la IMD por hora.

Respecto a la distribución de pesados, se aplicó para todos los periodos considerados el valor diario de cada tramo recogido en la Memoria de Aforos.

UME	VÍA	TRAMO	IMD				% PESADOS
			(VEH/DÍA)	DÍA (VEH/H)	TARDE (VEH/H)	NOCHE (VEH/H)	
01	AG-57	Enl. de Nigrán - Enl. de Vincios	9.828	592,0	509,0	86,1	2,7
		Enl. de Vincios - Puxeiros (VG-20)	9.935	598,4	514,5	87,0	4,4

Tabla 3. Datos de tráfico

- Límite de velocidad: partiendo de la velocidad límite permitida por la normativa para la vía objeto de estudio (120 km/h), se determinaron los tramos con restricciones de velocidad a partir de los datos de señalización vertical aportados por la Axencia Galega de Infraestruturas, realizándose una revisión de los mismos en las visitas a campo realizadas. En aquellos lugares en los que se detectó señalización insuficiente o contradictoria (ausencia de señales de fin de limitación de velocidad,...) se optó por definir tramos los más homogéneos posibles, tomando siempre el valor de velocidad más desfavorable (la mayor de los posibles).

Para cada uno de los subtramos se establecieron límites de velocidad diferenciados en función del tipo de vehículo que circule (ligero o pesado), ya que según el límite establecido dicha velocidad puede no ser coincidente.

- Superficie de la carretera: el tipo de firme tiene influencia directa sobre la emisión de la vía. La UME objeto de estudio presenta una capa de asfalto bituminoso en toda su longitud.
- Tipo de flujo: de forma general se consideró que el flujo es continuo fluido.

Una vez definida la geometría y los parámetros característicos de cada subtramo de 10 m que compone la UME, se procedió a su importación en CadnaA como carretera en formato shape. Por último, para conseguir que la carretera se acople por completo al terreno, se realizó el ajuste del MDT al objeto bajo la plataforma de la vía.

6.2.3.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS

Tomando como base la capa shape de la Dirección General del Catastro, se realizó una revisión general del ámbito de trabajo, completándose aquellas zonas que presentaban carencia de edificaciones recientes. Esta revisión se hizo a partir de las fotografías aéreas del PNOA y mediante visitas a campo. Así, se elaboró una cobertura de polígonos revisada a través de:

- La digitalización de los edificios inexistentes en el Catastro.
- La eliminación de los elementos que ya no existen o que no se corresponden con edificios (invernaderos, piscinas,...).

6.2.3.1.- ALTURA

La altura de las edificaciones se definió a partir del número de plantas contempladas en los datos del Catastro, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La altura mínima de un edificio es de 4 m.
- En los edificios residenciales, sanitarios y educativos se consideró una altura de 4 m para las plantas bajas, y de 3 m para el resto.
- Aquellas edificaciones que comparten código catastral y están claramente unidas se agruparon como un único edificio, asignándole el número de plantas correspondiente al edificio más alto con código compartido.

Para aquellos edificios que no se encuentran contenidos en la base de datos de Catastro y que fueron digitalizados posteriormente, el número de plantas fue estimado a partir de la revisión de la fotografía aérea y de las visitas, corrigiendo y depurando errores de la información catastral de base (alturas inexistentes o excesivas).

6.2.3.2.- USO

Partiendo de los metadatos descargados de la Sede Electrónica del Catastro, los usos de los edificios se completaron a través de las siguientes fuentes de información:

- Fotografías aéreas del PNOA.
- Información de las visitas a campo realizadas.

Los usos identificados fueron:

- Residencial.
- Sanitario y docente.
- Industrial, terciario y otros.

A todos los edificios de la zona de estudio se asignó uno de los anteriores usos con el fin de identificar los edificios residenciales para el cálculo de la población, así como para determinar las áreas acústicas en la elaboración de los mapas de zonas de conflicto. Además, se identificaron los edificios de tipo docente y sanitario por ser receptores sensibles, a través de la información disponible en las siguientes fuentes:

- Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria de la Xunta de Galicia.
- Consellería de Sanidade de la Xunta de Galicia.

6.2.3.3.- POBLACIÓN ASIGNADA

Uno de los objetivos de los MER es la obtención del número de personas expuestas a los diferentes niveles de ruido, para lo que se realizó un tratamiento consistente en el reparto de la población entre los edificios residenciales existentes.

La información de partida se obtuvo del padrón municipal de habitantes del año 2013 del Instituto Galego de Estatística (IGE). Tomando como base la población de cada municipio, y una vez identificados los edificios residenciales de cada uno, se hizo un reparto proporcional de la población en función de la superficie residencial total construida. El número de habitantes en cada se calculó como el producto del coeficiente de habitabilidad anteriormente definido por la superficie de cada edificio residencial, resultando:

MUNICIPIO	POBLACIÓN	SUP. TOTAL RESIDENCIAL (m ²)	COEF. HABITABILIDAD (HAB/m ²)
Nigrán	17.738	1.478.865	0,0120
Gondomar	14.005	910.457	0,0154
Vigo	296.479	16.002.242	0,0185

Tabla 4. Datos de población en los municipios afectados

En el caso de los edificios sensibles se cuantificó el número de alumnos en los edificios de uso docente, y de camas en los de uso sanitario.

6.2.3.4.- EFECTO REFLECTANTE

Para tener en cuenta el efecto reflectante de las edificaciones se asignó un Coeficiente de Absorción Alfa de 0,4 en todos los casos.

6.2.3.5.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS EN CADNAA

Una vez depurada y corregida la capa de edificaciones, con todos los atributos definidos se importaron desde CadnaA como edificio en formato shape.

En última instancia se hizo una revisión general del modelo, subsanándose aquellos desajustes existentes entre la topografía y la base de los edificios ("enterramientos"), así como los solapes entre la plataforma de la vía y las edificaciones incorporadas.

6.2.4.- MODELADO DE TÚNELES

En la visita a campo realizada se identificó un túnel en el tramo Enl. de Vincios - Puxeiros (VG-20) entre los PP.KK. 19+740 y 19+950.

Puesto que la norma NMPB'96 francesa no tienen en cuenta la radiación procedente de las entradas y salidas de los túneles, para llevar a cabo la simulación del efecto del túnel en la emisión sonora de la vía, se modelizó un foco de ruido que simula la emisión de las bocas del túnel, siguiendo el procedimiento especificado en el manual del software empleado (CadnaA).

6.2.4.1.- DETERMINACIÓN DE LA EMISIÓN DE LA CARRETERA Lm,E (dBA)

Este procedimiento necesita el dato Lm,E de emisión según la norma RLS-90. Dado que la emisión según la norma NMPB (Law') no es numéricamente igual a Lm,E, es necesario primero pasar los valores a Lm,E. Esto se hace con la expresión estimativa siguiente:

$$L_{m,E} = L_{aw'} - 19,2 \text{ dB}$$

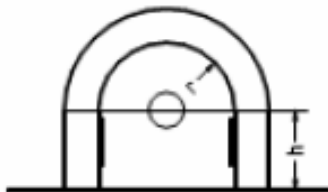
Law' (dBA)			Lm,E (dBA)		
DÍA	TARDE	NOCHE	DÍA	TARDE	NOCHE
84,2	83,5	75,8	65	64,3	56,6

Tabla 5. Valores de emisión de la carretera (dBA)

6.2.4.2.- CÁLCULO DE LA LONGITUD DE LA LÍNEA DE CIRCUNFERENCIA

La longitud U de la línea de circunferencia en metros, correspondiente a la sección de la entrada del túnel, para el caso de una sección curva como la que nos ocupa, se calculó conforme a la siguiente expresión:

$$U=b+2h+\pi r$$



De acuerdo con la sección de las bocas del túnel del presente tramo, el valor obtenido para U es el que sigue:

$$U=10,5+2\cdot 1+\pi 7=34,5 \text{ m}$$

Puesto que no existen paneles absorbentes recubriendo las paredes interiores del túnel, no fue necesario determinar la parte proporcional del panelado absorbente que influye en la línea de la circunferencia de la sección del túnel.

6.2.4.3.- DETERMINACIÓN DE LA ABSORCIÓN MEDIA

Puesto que en el túnel no existe panelado absorbente, se asumió un valor de $k=0,1$.

A partir del coeficiente medio de absorción y de la longitud de la circunferencia U, se calculó la longitud absorbente conforme a la siguiente expresión:

$$a=\alpha \cdot U$$

En consecuencia, el valor de a es:

$$a=0,1\cdot 34,5=3,45$$

6.2.4.4.- CÁLCULO DE LA POTENCIA SUPERFICIAL

Una vez conocido el valor de a se obtuvo la penalización dL, que posteriormente se sumó a Lm,E para obtener la emisión de la boca del túnel.

A la vista del diagrama adjunto se obtuvo un valor de $dL=19,8$.

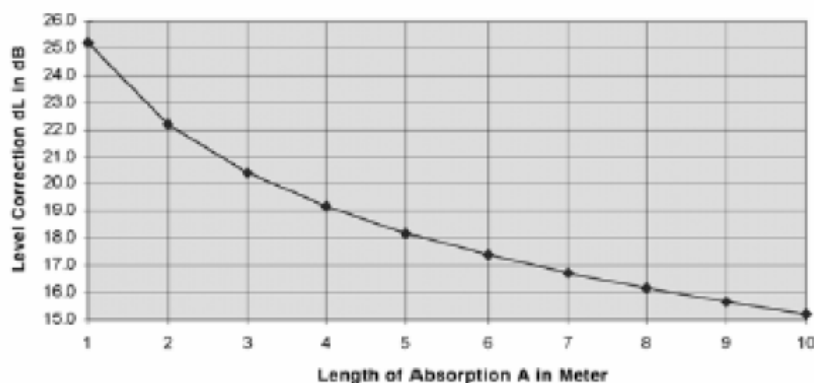


Figura 11. Diagrama que relaciona la longitud de absorción con el nivel de corrección en dB

El valor de la potencia superficial de la sección del túnel (L_w''), mostrado en la siguiente tabla, se calculó de acuerdo con la formulación adjunta:

$$L_w'' = L_{m,E'} + dL \text{ (dB)}$$

L_w'' (dB)		
DÍA	TARDE	NOCHE
84,8	84,1	76,4

Tabla 6. Valores de potencia superficial de las bocas del túnel

6.2.4.5.- MODELIZACIÓN DE LOS TÚNELES EN CADNAA

Los valores de potencia superficial deben tener en cuenta únicamente la radiación de la superficie de la entrada del túnel en la dirección de salida, pero no hacia el interior del túnel. Para conseguir este efecto se modelizó una pantalla acústica absorbente entre la fuente superficial y la propia entrada.

Por tanto, para tener en cuenta el efecto del túnel en la modelización efectuada, en cada boca se introdujo una pantalla totalmente absorbente (coeficiente de absorción=1) y una fuente superficial con las características definidas en los puntos anteriores del presente epígrafe.

Resaltar que el tramo interior del túnel no fue modelizado ya que se encuentra totalmente soterrado.

6.2.5.- MODELADO DE VIADUCTOS

Aquellos tramos de la carretera que presentan viaductos, puentes, pontones o pasos inferiores de grandes dimensiones fueron modelizados evitando la emisión acústica bajo el plano de la plataforma de la vía. Para ello, siguiendo las recomendaciones del software predictivo, estos tramos se configuraron como auto-apantallados con una anchura adicional de 1,5 m a izquierda y derecha.

Previamente al auto-apantallado del tramo de vía definió la geometría del viaducto, corroborándose el correcto apoyo de los estribos y corrigiéndose cuando fuese necesario, el curvado LIDAR bajo los estribos.

La identificación de los diferentes elementos (viaductos, puentes, pontones y pasos inferiores) se realizó en base a la revisión de la ortofoto, completándose con los datos tomados en las visitas a campo realizadas.

6.2.6.- MODELADO DE PASOS SUPERIORES

En el modelo se definieron únicamente aquellos pasos superiores que presentan un ancho superior a 25 m, incorporándose como reflectores 3D.

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pasos superiores con anchura superior a 25 m en la presente UME.

6.2.7.- INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pantallas acústicas en la presente UME.

6.2.8.- INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO

Las características del suelo son un factor determinante en la propagación del ruido, por lo que en la modelización efectuada se definieron diferentes áreas de absorción.

De forma genérica se considera el terreno base como absorbente ($G=1$, sin embargo se definieron ciertas áreas de carácter urbano e industrial como reflectantes ($G=0$), realizándose la zonificación del territorio en base a los usos del suelo definidos por el Instituto de Estudios do Territorio. De esta forma, las áreas consideradas como

reflectantes son las correspondientes a núcleos de población, tejido urbano continuo y zonas industriales, comerciales y de servicios.

La incorporación de estas zonas al modelo se realizó importándose como áreas de absorción del suelo en formato shape.

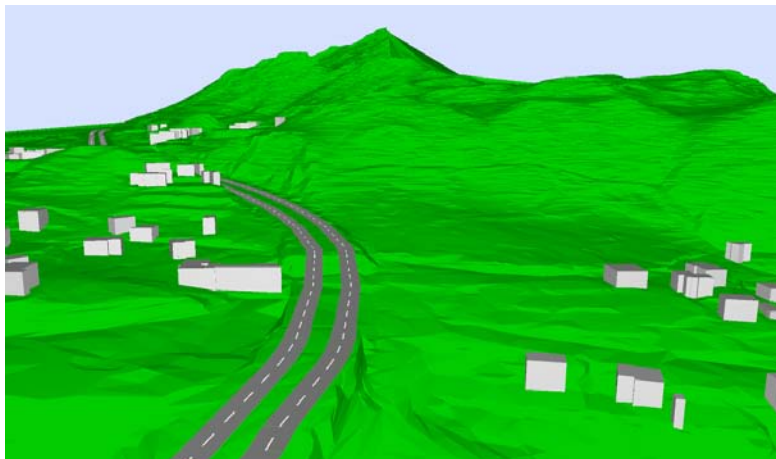


Figura 12. Vista 3D de la modelización efectuada

6.3.- CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D

Para la elaboración de los MER de cada UME, con anterioridad a la introducción de los diferentes elementos que componen el modelo, es preciso definir una configuración de cálculo en el software de acuerdo a la Directiva 2002/49/CE donde se identifiquen los parámetros necesarios para la correcta definición del escenario previsto.

- La norma empleada para el cálculo es la NMPB-Routes-96.
- El espaciado de los receptores en la malla de cálculo es de 10 x 10 m a una altura de 4 m sobre el suelo.
- El orden máximo de reflexiones consideradas es de 1.
- Se estableció un radio máximo de búsqueda de 2.000 m.
- El porcentaje de condiciones favorables día/noche se corresponde con un 50% en periodo diurno, un 75% en periodo vespertino y un 100% en periodo nocturno.
- Siguiendo las recomendaciones de la European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN), las condiciones atmosféricas consideradas son una temperatura de 15°C y una humedad del 70%.

- El cálculo de la atenuación sufrida por las ondas sonoras en el medio ambiente exterior se obtiene de acuerdo a los procedimientos de la ISO 9613.
- Los valores de inmisión considerados son L_{dia} , L_{tarde} , L_{noche} y L_{den} , todos ellos en dBA, a una altura de evaluación de 4 m.
- La designación de horas para los periodos considerados es de 07:00 a 19:00 día, de 19:00 a 23:00 tarde y de 23:00 a 07:00 noche.
- Se aplicó una penalización de 0 dB para el periodo diurno, de 5 dB para el vespertino y de 10 dB para el nocturno.
- Para la evaluación de los niveles de ruido en fachada de edificios se consideró una altura de las plantas bajas de 4 m y de 3 m para el resto. Asimismo, se tuvo en cuenta únicamente el sonido incidente, es decir, no se consideró el sonido reflejado en la fachada donde se realiza la evaluación, aunque sí las reflexiones en el resto de edificios y obstáculos presentes en el área de estudio.

7.- PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN

Para determinar los indicadores y los niveles límites de referencia que permitan evaluar la afección al ruido, se recurrió a la legislación vigente en materia de objetivos de calidad acústica que viene fijada en 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, concretamente lo recogido en el Capítulo III "Zonificación acústica. Objetivos de calidad acústica" y en el Capítulo IV "Emisores acústicos. Valores límite de emisión e inmisión".

El artículo 14 del citado Real Decreto dice textualmente:

1. En las áreas urbanizadas existentes se establece como objetivo de calidad acústica para ruido el que resulte de la aplicación de los siguientes criterios:

a) Si en el área acústica se supera el correspondiente valor de alguno de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla A, del anexo II, su objetivo de calidad acústica será alcanzar dicho valor.

ANEXO II

Objetivos de calidad acústica

Tabla A. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes.

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L_d	L_e	L_n
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.

Tabla 7. Objetivos de calidad acústica

En relación al tipo de área f se aplicará el Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica 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.

Como se puede observar en la tabla anterior, los objetivos se establecen para los índices de ruido, L_d , L_e y L_n , cuya definición según 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, es:

L_d es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año.

L_e es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año.

L_n es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año.

En vista de lo expuesto, la evaluación de la exposición al ruido de la población pasará por determinar cada uno de los indicadores L_d , L_e y L_n , y compararlos con los niveles límite establecidos en los objetivos de calidad acústica para cada tipo de área.

8.- RESULTADOS

Conforme a la normativa vigente, la elaboración de un mapa estratégico conlleva la obtención de una información gráfica y otra alfanumérica, representada mediante mapas y tablas de afección.

La escala básica de representación de los Mapas Estratégicos de Ruido contenidos en el presente documento es 1/25.000, siendo la base cartográfica la 1/5.000 de la Xunta de Galicia. El sistema de proyección es ETRS-89, zona 29 N.

En la elaboración de los MER de cada UME, el área de estudio vino delimitada por la longitud del tramo/s de carretera que define la propia UME y por una banda, con un ancho de 1.500 m a cada lado del eje de la calzada.

8.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS

Son mapas de líneas isófonas elaborados a partir de los niveles de ruido calculados en puntos receptores a lo largo de toda la zona de estudio.

Se elaboraron los planos de niveles sonoros representando los indicadores establecidos por la legislación básica estatal y las recomendaciones del Ministerio de Fomento, siendo los mapas generados los siguientes:

- Mapa de niveles sonoros de L_d en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_e en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_n en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70.

- Mapa de niveles sonoros de Lden en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.

Lden, Ld, Le

Rango	Descripción	R	G	B
> 75	Rosa fuerte	255	0	255
70-75	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
< 55	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	55-60
	60-65
	65-70
	70-75
	>75

Figura 13. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del Ld, Le y Lden

Ln

Rango	Descripción	R	G	B
>70	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
50-55	Verde	100	200	0
< 50	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	50-55
	55-60
	60-65
	65-70
	>70

Figura 14. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del Ln

8.2.- POBLACIÓN EXPUESTA

8.2.1.- METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA

La determinación de la situación acústica a partir de los mapas de niveles sonoros requiere el análisis de la afección del ruido sobre la población. En esta línea, la normativa establece que debe estimarse el número de personas expuestas a ciertos rangos de niveles de presión sonora, sin entrar en detalles técnicos de cómo proceder.

Existen diferentes métodos para determinar los niveles de exposición en fachada para cada uno de los edificios, conforme a la normativa y a las guías de trabajo internacionales en materia de contaminación acústica.

La Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, con el fin de determinar la exposición al ruido ambiental de los Estados Miembros, establece en su Anexo VI que deberá comunicarse a la comisión europea, para el caso de las aglomeraciones sobre las que se realice el Mapa Estratégico de Ruidos (MER), la siguiente información:

- Número estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de Lden en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (55-59, 60-

64, 65-69, 70-74, >75), distinguendo entre el tráfico rodado, el tráfico ferroviario, el tráfico aéreo y las fuentes industriales.

- El número total estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de L_n en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70), distinguendo entre el tráfico rodado, ferroviario, aéreo y las fuentes industriales.

Este planteamiento, denominado END (European Noise Directive), es el que debe utilizarse para entregar los resultados a la comisión europea, siendo también habitual para la entrega al resto de administraciones. Sin embargo, este procedimiento, es el que proporciona peores resultados con respecto a la exposición real de la población, arrojando valores de población afectada a distintos rangos de niveles sonoros muy superiores a la realidad, por lo resulta necesario plantear otros métodos que, de forma adicional, arrojen resultados que no sobreestimen la población expuesta.

A continuación se presentan los siguientes procedimientos de estimación de la población afectada por ruido ambiental:

- Método END
- Método VBEB Alemán

8.2.1.1.- MÉTODO END

El método END (European Noise Directive) se presenta en la Directiva Europea 2002/49/CE como un método para satisfacer la obligación de proporcionar a la comisión europea los datos del número estimado de personas cuyas viviendas están expuestas a diferentes rangos de L_{den} y L_n , a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta, aquella que soporta mayor nivel de presión sonora.

Esta estimación, requiere del cálculo de receptores específicos en cada una de las fachadas de los edificios, a una altura relativa de 4 metros respecto al suelo y tomando las consideraciones necesarias para excluir las reflexiones acústicas de la propia fachada como ruido incidente en el propio receptor.

Este planteamiento, supone que todos los habitantes de cada edificio están sometidos al mayor nivel de presión sonora registrado en la fachada más expuesta, lo que no se acerca a la situación real, en la que la población se distribuye a lo largo del edificio, en

relación a la posición de las viviendas. Este procedimiento podría dar resultados próximos a la realidad en viviendas unifamiliares, pero en el caso de edificios de varias plantas se obtendría un resultado de población expuestas sobreestimado.

8.2.1.2.- MÉTODO VBEB

El método alemán VBEB (Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm) permite obtener los valores reales de afección a los que se encuentra expuesta la población. Su procedimiento contempla la distribución de receptores de niveles de presión sonora a lo largo de las fachadas, estableciendo estos a diferentes niveles de altura en función del número de plantas.

Cada uno de estos receptores determinará el nivel de presión sonora al que se encuentra expuesta cada vivienda, considerando el parámetro de altura, a diferencia del método END expuesto anteriormente, en el que la evaluación de la exposición se realizaba a 4 m del suelo.

Esta metodología permite afinar los resultados al distribuir la población de cada edificio a lo largo del perímetro en planta y de las alturas. Como se puede intuir, los niveles de presión sonora evaluados a diferentes alturas proporcionarán resultados distintos, en función de la mayor o menor distancia a la fuente y las posibles reflexiones de los edificios del entorno, encontrándose, de esta forma, los habitantes de viviendas a diferentes alturas, en una misma planta, expuestas a distintos grados de afección.

8.2.2.- TABLAS DE RESULTADOS

8.2.2.1.- POBLACIÓN AFECTADA

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)						
RANGO (dBA)	Ld		Le		Lden	
	END	VBEB	END	VBEB	END	VBEB
55 – 59	3	2	3	2	4	3
60 – 64	1	0	1	0	2	1
65 – 69	0	0	0	0	0	0
70 – 74	0	0	0	0	0	0
≥ 75	0	0	0	0	0	0

Tabla 8. Valores de población afectada (en centenas) para los periodos Ld, Le y Lden en función del método considerado

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)		
RANGO (dBA)	Ln	
	END	VBEB
50 – 54	2	1
55 – 59	0	0
60 – 64	0	0
65 – 69	0	0
≥ 70	0	0

Tabla 9. Valores de población afectada (en centenas) para el periodo Ln en función del método considerado

A la vista de los resultados contenidos en las tablas adjuntas, se puede observar como el método END obtiene valores ligeramente superiores para todos los periodos en niveles bajos de ruido, si bien la población expuesta a valores de ruido por encima de 65 dB no llega en ningún caso a la centena. Estos resultados son debidos, principalmente, a la distancia a la que se encuentra la vía de los núcleos urbanos, siendo la población afectada de forma mayoritaria la residente en viviendas unifamiliares enclavadas en zonas rurales dispersas.

8.2.2.2.- VIVIENDAS AFECTADAS

Nº VIVIENDAS AFECTADAS (EN CENTENAS)					
RANGO (dBA)	Ld	Le	Lden	RANGO (dBA)	Ln
55 – 59	2	2	2	50 – 54	1
60 – 64	0	0	1	55 – 59	0
65 – 69	0	0	0	60 – 64	0
70 – 74	0	0	0	65 – 69	0
≥ 75	0	0	0	≥ 70	0

Tabla 10. Número de viviendas expuestas (en centenas) a distintos rangos de nivel sonoro para los periodos Ld, Le, Ln y Lden

Al igual que ocurre con la exposición de la población, el número de viviendas afectadas por el ruido de la carretera es relativamente bajo, no llegándose a alcanzar la centena de edificios afectados por niveles superiores a 65 dB en ningún periodo.

8.2.2.3.- EDIFICIOS SENSIBLES

AFECCIÓN A EDIFICIOS SENSIBLES				
SANITARIOS			DOCENTES	
RANGO (dBA)	Lden		Lden	
	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº CAMAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº ALUMNOS (CENTENAS)
55 – 59	0	0	0	0
60 – 64	0	0	0	0
65 – 69	0	0	0	0
70 – 74	0	0	0	0
≥ 75	0	0	0	0

Tabla 11. Número de edificios sensibles (en unidades) y camas/alumnos (en centenas) expuestas a distintos rangos para el periodo Lden.

A raíz de la modelización efectuada se puede concluir que ningún edificio sensible se ve afectado por el ruido generado por la carretera objeto de estudio, debido a la atenuación ocasionada por la distancia entre el foco emisor y los receptores (edificios sanitarios y docentes).

8.3.- MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN

Se obtuvo a partir del mapa de niveles sonoros del indicador Lden.

Incluye los datos de superficies totales (en km²), expuestas a valores de Lden superiores a 55, 65, y 75 dB, respectivamente. En ellos se indica además el número total estimado de viviendas (en centenares), y el número total estimado de personas (en centenares) que viven en cada una de esas zonas.

Las isófonas correspondientes a 55, 65 y 75 dB figuran en el mapa y se incluye información sobre la ubicación de las ciudades, pueblos y aglomeraciones situadas dentro de esas curvas.

EXPOSICIONES A DIFERENTES VALORES Lden					
RANGO (dBA)	SUPERFICIE	POBLACIÓN		EDIFICIOS SENSIBLES	
	(km ²)	Nº VIVIENDAS (CENTENAS)	Nº PERSONAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS SANITARIOS (UD)	Nº EDIFICIOS DOCENTES (UD)
≥ 55	2,57	3	6	0	0
≥ 65	0,62	0	0	0	0
≥ 75	0,25	0	0	0	0

Tabla 12. Datos relativos a zonas de afección para el periodo Lden

Observando los resultados de los mapas de afección se puede concluir que las superficies afectadas por rangos superiores a 65 dB son de reducidas dimensiones, lo que conlleva que el número de habitantes y viviendas expuestas sean inferiores a la centena. Asimismo, ningún edificio sensible se ve afectado por niveles de ruido superiores a 55 dB.

9.- CONCLUSIÓN

Con la realización del presente estudio se elaboraron los Mapas Estratégicos de Ruido de los tramos Enl. de Nigrán - Enl. de Vincios y Enl. de Vincios - Puxeiros (VG-20) de la vía AG-57 (perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia), de acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE de 25 de junio de 2002 sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental y en la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, considerando alcanzados los objetivos planteados inicialmente así como los establecidos en la legislación vigente.

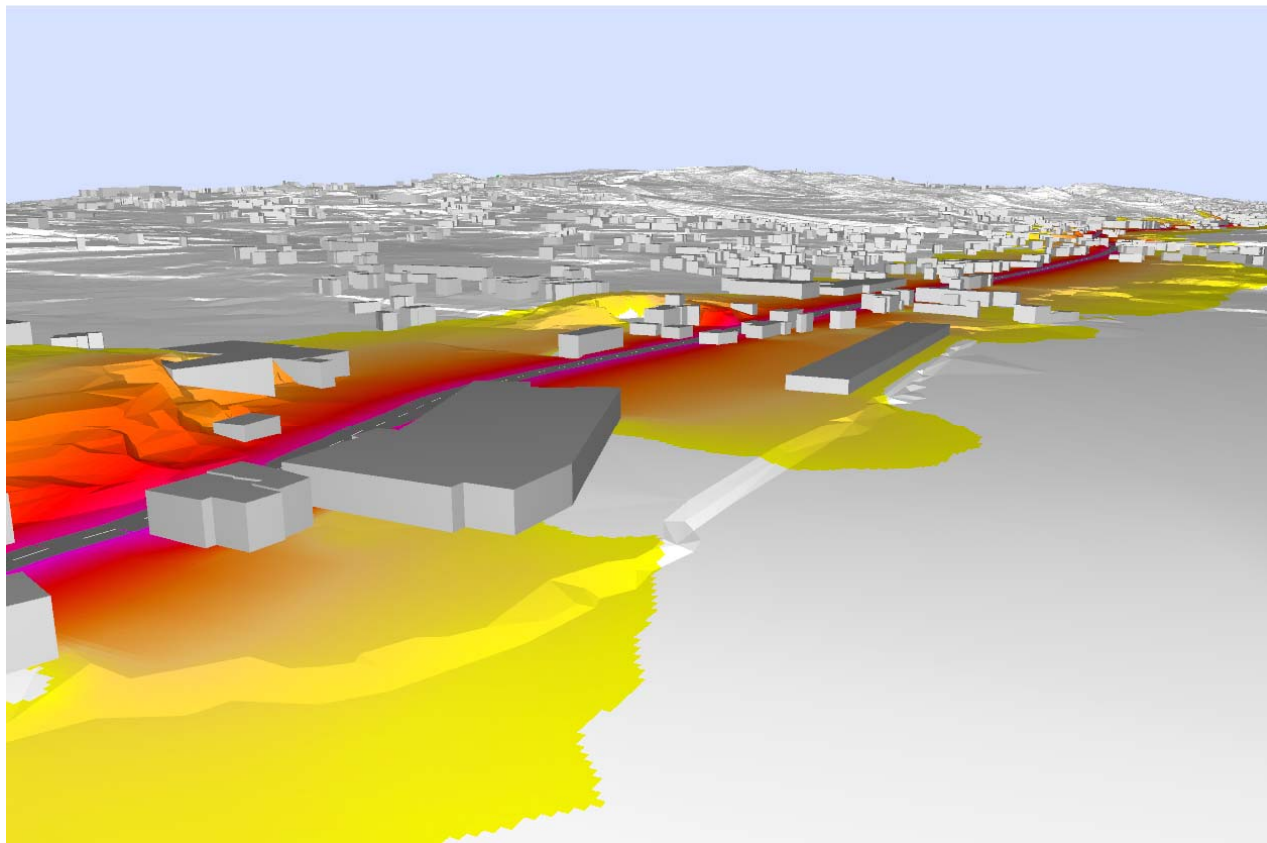
La elaboración de este estudio constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias que se deban realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones.

II PLANOS



XUNTA DE GALICIA

CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



CLAVE

PO/13/044.09.2

TIPO DE ESTUDIO

MAPA EXTRATÉXICO DE RUÍDO

DOCUMENTOS

DOCUMENTO RESUME

ESTRADA

CG-4.1
RANDE (AP-9) - ALTO DA PORTELA (PO-551)

PUNTOS QUILOMÉTRICOS

0+000 – 15+000

DATA

XULLO 2014

CONSULTOR



I MEMORIA

I MEMORIA

1.-	INTRODUCCIÓN	4
2.-	OBJETO DEL ESTUDIO.....	4
3.-	AUTORIDAD RESPONSABLE	5
4.-	PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES.....	6
5.-	ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME	6
6.-	METODOLOGÍA	10
6.1.-	MODELO DE SIMULACIÓN.....	11
6.2.-	CREACIÓN DEL MODELO 3D.....	12
6.2.1.-	INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA	12
6.2.2.-	INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO	13
6.2.3.-	INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS	15
6.2.4.-	MODELADO DE TÚNELES	17
6.2.5.-	MODELADO DE VIADUCTOS.....	20
6.2.6.-	MODELADO DE PASOS SUPERIORES.....	20
6.2.7.-	INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS	21
6.2.8.-	INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO	21
6.3.-	CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D ...	21
7.-	PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN	22
8.-	RESULTADOS.....	24
8.1.-	MAPAS DE NIVELES SONOROS.....	24
8.2.-	POBLACIÓN EXPUESTA.....	25
8.2.1.-	METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA	25
8.2.2.-	TABLAS DE RESULTADOS	27

8.3.-	MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN.....	29
9.-	CONCLUSIÓN	30

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	ÁMBITO DE ESTUDIO	6
FIGURA 2.	CG-4.1. TÚNEL 0+660	7
FIGURA 3.	CG-4.1. VIADUCTO DE MOURA. VERDEAL	7
FIGURA 4.	CG-4.1. VIADUCTO DE MO. REIBÓN	8
FIGURA 5.	PLANO DE UBICACIÓN DE LA UME OBJETO DE ESTUDIO	10
FIGURA 6.	DETALLE DE LA VISTA DINÁMICA DEL MODELO TRIDIMENSIONAL GENERADO	10
FIGURA 7.	DETALLE DE LOS PUNTOS LIDAR FACILITADOS.....	12
FIGURA 8.	DETALLE DEL MDT GENERADO	12
FIGURA 9.	CURVADO FINALMENTE OBTENIDO A PARTIR DE LOS PUNTOS LIDAR	12
FIGURA 10.	DIAGRAMA QUE RELACIONA LA LONGITUD DE ABSORCIÓN CON EL NIVEL DE CORRECCIÓN EN DB	19
FIGURA 11.	VISTA 3D DE LA MODELIZACIÓN EFECTUADA	21
FIGURA 12.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LD, LE Y LDEN.....	25
FIGURA 13.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LN....	25

LISTA DE TABLAS

TABLA 1.	TRAMOS DE LA VÍA OBJETO DE ESTUDIO	5
TABLA 2.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA UME ESTUDIADA	9
TABLA 3.	DATOS DE TRÁFICO.....	14
TABLA 4.	DATOS DE POBLACIÓN EN LOS MUNICIPIOS AFECTADOS	16
TABLA 5.	VALORES DE EMISIÓN DE LA CARRETERA (DBA).....	18
TABLA 6.	VALORES DE POTENCIA SUPERFICIAL DE LAS BOCAS DEL TÚNEL	19

TABLA 7. OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA	23
TABLA 8. VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA LOS PERIODOS LD, LE Y LDEN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO	28
TABLA 9. VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA EL PERIODO LN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO	28
TABLA 10. NÚMERO DE VIVIENDAS EXPUESTAS (EN CENTENAS) A DISTINTOS RANGOS DE NIVEL SONORO PARA LOS PERIODOS LD, LE, LN Y LDEN.....	29
TABLA 11. NÚMERO DE EDIFICIOS SENSIBLES (EN UNIDADES) Y CAMAS/ALUMNOS (EN CENTENAS) EXPUESTAS A DISTINTOS RANGOS PARA EL PERIODO LDEN.....	29
TABLA 12. DATOS RELATIVOS A ZONAS DE AFECCIÓN PARA EL PERIODO LDEN.....	30

II PLANOS

0.- PLANO DE SITUACIÓN

1.- MAPAS NIVELES SONOROS

- 1.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS DÍA (1:25.000)
- 1.2.- MAPAS DE NIVELES SONOROS TARDE (1:25.000)
- 1.3.- MAPAS DE NIVELES SONOROS NOCHE (1:25.000)
- 1.4.- MAPAS DE NIVELES SONOROS Lden (1:25.000)

2.- MAPAS DE AFECCIÓN

- 2.1.- MAPA DE ZONA DE AFECCIÓN (1:25.000)

1.- INTRODUCCIÓN

La aprobación de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental establece la necesidad de elaborar, en una primera fase, los Mapas Estratégicos de Ruido (MER) de grandes ejes viarios cuyo tráfico supere los seis millones de vehículos al año, para en una segunda fase realizar los mapas correspondientes a los grandes ejes viarios con tráfico superior a tres millones de vehículos al año.

La Directiva 2002/49/CE define el Mapa Estratégico de Ruido como "un 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."

Para la aplicación de la citada directiva en el territorio español se elaboró la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, que no se limita a transponer el contenido de la directiva, sino que trata de regular, a través de una adecuada distribución de competencias administrativas y del establecimiento de los mecanismos oportunos, la mejora de la calidad acústica en nuestro entorno.

Con el objeto de desarrollar esta ley se formuló el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, en cuanto a la evaluación y gestión del ruido ambiental, con la finalidad de prever, reducir o evitar los efectos nocivos, incluyendo las molestias derivadas de la exposición al ruido ambiental. A tal efecto se desarrollan los conceptos de ruido ambiental y sus efectos y molestias sobre la población, junto con una serie de medidas que permiten la consecución de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido, los planes de acción y la información a la población.

A fin de dar cumplimiento a la legislación vigente, la Consellería de Medio Ambiente Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestruturas, promueve la segunda fase de elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido de las vías pertenecientes a la Red Autonómica de Carreteras de Galicia.

2.- OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto del presente documento resumen es el de plasmar, de forma sintética y fácilmente comprensible, los resultados arrojados por los Mapas Estratégicos de Ruido

de los siguientes tramos de la vía CG-4.1, perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia:

DENOMINACIÓN	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONGITUD (km)
Rande (AP-9) - Alto da Portela (PO-551)	Rande (PO-551) - Enl. Domaio (Estda. Dep)	0+000	3+160	3,16
	Enl. Domaio (Estda. Dep) - Enl. A Fraga (Estda. Dep)	3+160	7+220	4,06
	Enl. A Fraga (Estda. Dep) - Enl. Moaña (PO-313)	7+220	9+550	2,33
	Enl. Moaña (PO-313) - Enl. VG-4.5	9+550	11+940	2,39
	Enl. VG-4.5 - VG-4.6	11+940	15+000	3,06

Tabla 1. Tramos de la vía objeto de estudio

Según se recoge en el Artículo 15 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, los mapas de ruido tendrán, entre otros, los siguientes objetivos:

- Permitir la evaluación global de la exposición a la contaminación acústica de una determinada zona.
- Permitir la realización de predicciones globales para dicha zona.
- Posibilitar la adopción fundada de planes de acción en materia de contaminación acústica y, en general, de las medidas correctoras adecuadas.

Asimismo, la elaboración de los MER constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias a realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones

3.- AUTORIDAD RESPONSABLE

La autoridad responsable de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruidos fue la Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, contando con la asistencia de la empresa ICEACSA Consultores S.L.U

4.- PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES

De acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, y en la Ley del Ruido y sus posteriores Reglamentos, tuvieron que realizarse, en una primera fase los Mapas Estratégicos de Ruido de las carreteras de más de 6 millones de vehículos al año; y en una segunda fase los de las carreteras de más de 3 millones de vehículos al año.

Por lo tanto, en la actualidad no se encuentra vigente ningún Programa de Acción contra el ruido derivado de la primera fase en la Unidad de Mapa Estratégico Rande (AP-9) - Alto da Portela (PO-551) entre los PP.KK. 0+000 al 15+000.

Así, en cumplimiento de la legislación, se elabora en la segunda fase esta UME. El estudio constituye la primera aproximación a la problemática del ruido generado por la infraestructura viaria.

5.- ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME

Los tramos objeto de estudio pertenecen a la vía CG-4.1, el denominado Corredor del Morrazo, sito en la provincia de Pontevedra.

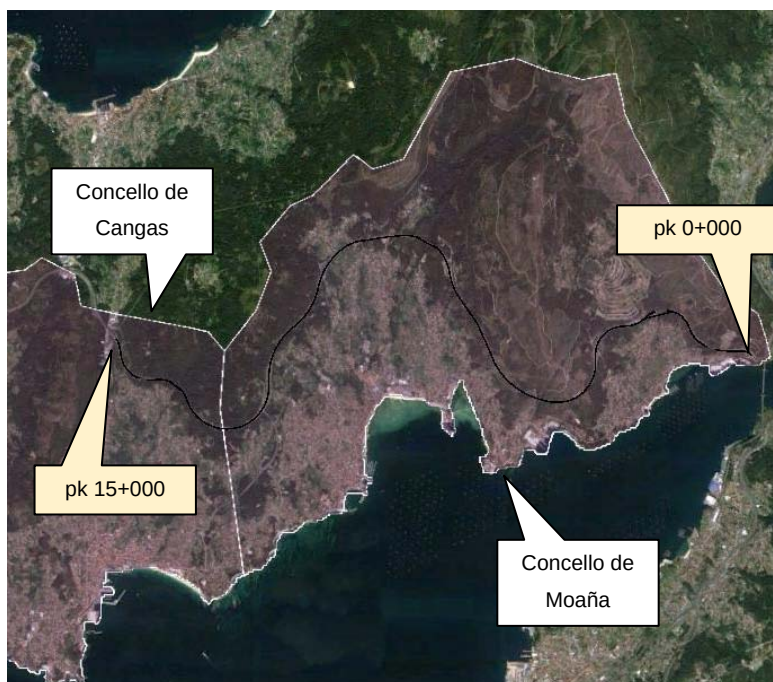


Figura 1. Ámbito de estudio

Este corredor, recorre la península del mismo nombre en la orilla norte de la ría de Vigo. Comienza en el enlace de Rande de la Autopista del Atlántico AP-9 y da servicio a los municipios de Moaña y Cangas

Parte de la glorieta de salida de la AP-9, que enlace con la CG-4.1 y PO-551 de acceso a Moaña y Cangas. Desde esta glorieta, gira hacia el N para discurrir paralela a la costa ganando poco a poco altura, hasta el pk 0+660, donde comienza el primero de los túneles.



Figura 2. CG-4.1. Túnel 0+660

A la salida del túnel, continúa su avance por una zona de repoblaciones forestales, hasta el pk 1+720 donde atraviesa con el viaducto de Moura la zona del núcleo de Verdeal, caracterizado por viviendas de tipo unifamiliar con bastante densidad, que incrementa a medida que disminuye la distancia a la costa.



Figura 3. CG-4.1. Viaducto de Moura. Verdeal

Una vez finalizado y hasta la salida de Domaio, atraviesa una zona de repoblaciones forestales, tomando cada vez más altura, hasta aproximadamente el pk 4+000, a partir de donde comienza nuevamente el descenso, pasando por pequeñas masas de caducifolias persistentes entre el bosque de repoblación, hasta el pk 6+200, donde comienza el viaducto de Mo, sobre el inicio del núcleo de Reibón, de similares características a Verdeal, con edificaciones de tipo unifamiliar, entremezcladas con prados y cultivos con una densidad en aumento a medida que incrementa disminuye la distancia a la costa.



Figura 4. CG-4.1. Viaducto de Mo. Reibón

Una vez pasado este viaducto, se encuentra la salida de Neira - Marín, continuando por zona de repoblación hasta el viaducto de Fraga en el pk 7+510 sobre el ramal hacia Reibón.

Desde aquí, continúa hasta Broullón, dejándolo a la derecha y Reibón y el inicio hacia la izquierda, donde el paisaje se torna en extensiones de prados y cultivos con núcleos de cierta densidad que incrementa a medida que disminuye la distancia a la costa, donde se localiza el centro de Moaña.

En el pk 11+850 se sitúa el viaducto sobre el enlace a Moaña-Marín, y desde aquí continúa en desmonte con bosque de repoblación hasta el pk 12+000 donde se sitúa la salida hacia Cangas, en donde a ambos lados de la carretera se sitúa una masa de monte bajo, a partir de la cual se localizan núcleos como Xalde o Sabaceda, intercalados en zonas de prados y cultivos, en lo que nuevamente incrementa la densidad, cuanto más cerca de la costa se encuentran.

A partir de este punto, vuelve otra vez el trazado en desmonte y repoblación forestal hasta el pk 13+535, donde el viaducto de Bouzos sobrepasaba un pequeño valle de prados y cultivos con viviendas de tipo unifamiliar del núcleo de O Carballal. Finalmente en el pk 14+150 se sitúa el último de los túneles, predominando el bosque de repoblación a ambos lados de la vía.

La identificación de la Unidad de Mapa Estratégico (UME) se realizó conforme a los siguientes criterios generales:

- Una UME solamente puede incluir tramos pertenecientes a una misma vía.
- Todos los tramos que conforman la UME deben tener una IMD igual o superior a 3.000.000 veh/año, como establece la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental.

Teniendo en cuenta dichos criterios, los tramos recogidos en la tabla siguiente comprenden una única Unidad de Mapa Estratégico (UME), contemplándose como fuente de ruido independiente, analizándose su efecto por separado y obteniéndose un Mapa Estratégico de Ruido en el que únicamente se considera la propagación del ruido causado por el tronco de la infraestructura. Dichos mapas se corresponden al alcance de la segunda fase de la Directiva 2002/49/CE y su correspondiente transposición a la legislación estatal.

UME	VÍA	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONG (km)	IMD (VEH/DÍA)	% PESADOS	MUNICIPOS AFECTADOS
01	CG-4.1	Rande (PO-551) - Enl. Domaio (Estda. Dep)	0+000	3+160	3,16	14.208,00	3,6	Moaña
		Enl. Domaio (Estda. Dep) - Enl. A Fraga (Estda. Dep)	3+160	7+220	4,06	14.136,90	3,6	Moaña
		Enl. A Fraga (Estda. Dep) - Enl. Moaña (PO-313)	7+220	9+550	2,33	15.301,46	3,6	Moaña
		Enl. Moaña (PO-313) - Enl. VG-4.5	9+550	11+940	2,39	11.755,15	3,6	Moaña
		Enl. VG-4.5 - VG-4.6	11+940	15+000	3,06	9.320,46	3,6	Moaña Cangas

Tabla 2. Características generales de la UME estudiada

En la siguiente figura puede observarse la ubicación del tramo en estudio

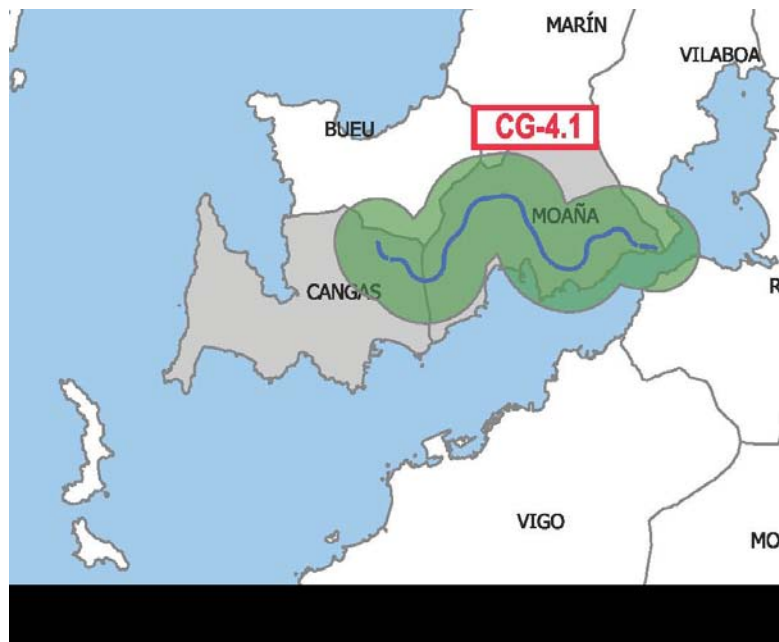


Figura 5. Plano de ubicación de la UME objeto de estudio

6.- METODOLOGÍA

Para la realización de la simulación acústica fue necesaria la implementación de un modelo tridimensional del área de estudio, incluyendo carreteras, edificaciones y elementos singulares, tal y como se aprecia en la imagen adjunta.

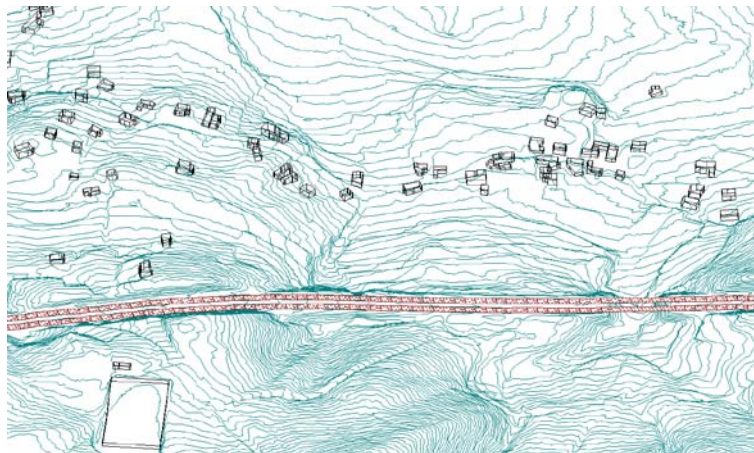


Figura 6. Detalle de la vista dinámica del modelo tridimensional generado

El software predictivo para la realización del modelo tridimensional del área de estudio, y para el posterior desarrollo de los cálculos matemáticos de propagación de ruido en

ambiente exterior y ejecución de los Mapas Estratégicos de Ruido, fue CadnaA Versión 4.4 (DataKustik GmbH). Con este software, y con un modelado del entorno preciso, se pueden determinar los niveles de ruido causados por el tráfico rodado. Tanto el procesado previo de la información de base como el análisis de los datos obtenidos se realizó mediante GIS.

6.1.- MODELO DE SIMULACIÓN

Siguiendo las disposiciones del Real Decreto 1513/2005, los índices de ruido del tráfico rodado fueron determinados por medio del método nacional de cálculo francés «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTULCPC-CSTB)», mencionado en el «Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal officiel du 10 mai 1995, article 6» y en la norma francesa «XPS 31-133». Este modelo es el propuesto de manera provisional por la Unión Europea para la realización de mapas de ruido en aquellos países que carezcan del suyo propio, según se describe en la recomendación 2003/613/EC de la Comisión Europea.

La elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido engloba la generación del modelo digital, la definición de los parámetros de entrada, el cálculo de los mapas y la evaluación de los resultados obtenidos.

El modelo 3D estará constituido por la topografía y las edificaciones del ámbito de estudio, el tramo/s de carretera que conforman la UME, y los elementos singulares concretos de cada caso (viaductos, pasos superiores, muros, pantallas acústicas,...).

- Carreteras: datos de tráfico (IMD y porcentaje de pesados), características del firme, tipo de flujo y límites de velocidad.
- Edificios: tipo de uso, altura, número de plantas, número de habitantes (en caso de ser residencial) y coeficiente de absorción alfa.
- Viaductos: longitud de apantallamiento.
- Muros y pantallas: pérdidas por reflexión.
- Terreno: coeficientes de absorción.
- Túneles: radiación procedente de las entradas y salidas.

Definido el modelo e introducidos los parámetros y configuración, se lleva a cabo la simulación acústica, obteniéndose de este modo los Mapas Estratégicos de Ruido.

6.2.- CREACIÓN DEL MODELO 3D

En el presente apartado se describen los procesos necesarios para la definición del escenario de modelización en el software de cálculo a partir de la información base.

La definición de cada uno de los atributos que caracterizan los elementos del modelo se realizó en GIS previa incorporación al software de cálculo. El objeto de este tratamiento previo es el de sistematizar el proceso de creación del modelo, evitando errores u omisiones en la definición del escenario.

6.2.1.- INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA

Para llevar a cabo el modelado digital del terreno (MDT) se empleó como fuente de información el vuelo LIDAR suministrado por la Axencia Galega de Infraestruturas, del que se extrajo la nube de puntos que conforman el terreno. Posteriormente, mediante un proceso de triangulación se obtuvieron las curvas de nivel cada metro.



Figura 7. Detalle de los puntos LIDAR facilitados



Figura 8. Detalle del MDT generado

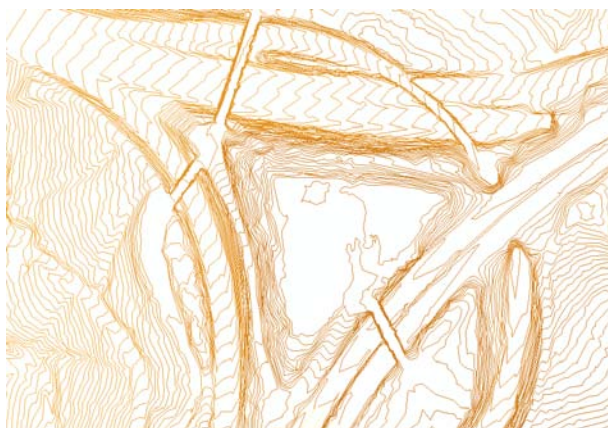


Figura 9. Curvado finalmente obtenido a partir de los puntos LIDAR

6.2.2.- INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO

Mediante el empleo de herramientas GIS, el eje de la carretera se definió a partir del conjunto de datos geométricos facilitados por la Axencia Galega de Infraestruturas, disponiendo de puntos cada 10 m, con la siguiente información:

- Coordenadas X, Y, Z.
- Número de carriles.
- Anchos de plataforma, calzada y arcenes.
- Peraltes y pendientes.

Las características geométricas que definen el eje cada 10 m se extendieron para cada punto 5 m antes y 5 m después. Una vez definido el eje se procedió a la corrección y depuración de la información, comparando los ejes con la ortofoto actualizada y con los datos tomados en las preceptivas visitas a campo realizadas. Establecida la geometría definitiva de la vía, se definieron en GIS los atributos que caracterizan la emisión acústica, con anterioridad a su importación desde CadnaA. A continuación se describe cada uno de los atributos considerados, los datos de partida disponibles, así como el tratamiento realizado previa incorporación al modelo:

- Geometría: la CG-4.1, cuenta en todo el tramo de estudio con una única calzada con dos carriles, excepto en las salidas e incorporaciones que cuenta con tres. El ancho medio del carril es de 3,5 m. El arcén derecho cuenta con un ancho medio de 2,2 m variable entre los 0 y 3 m, mientras que el arcén izquierdo cuenta con un ancho medio de 2,0 m variable entre los 0 y 2,4 m.
- Datos de tráfico: los datos de tráfico utilizados para el cálculo de los niveles sonoros fueron los correspondientes a las Memorias de Aforos del año 2012, proporcionadas por la Axencia Galega de Infraestruturas.

Tomando como base la distribución horaria en un día medio, se llevó a cabo el cálculo de la IMD por hora para cada uno de los periodos considerados (día, tarde y noche). Puesto que para el único tramo del que se dispone de distribución horaria es el de Rande (PO-551) - Enl. Domaio (Estda. Dep), al resto de tramos que componen la UME se les aplicó la distribución porcentual de éste, obteniéndose de esta forma la IMD por hora.

Respecto a la distribución de pesados, se aplicó para todos los tramos y todos los periodos considerados el valor diario del tramo Rande (PO-551) - Enl. Domaio (Estda. Dep), recogido en la Memoria de Aforos.

UME	VÍA	TRAMO	IMD				% PESADOS
			(VEH/DÍA)	DÍA (VEH/H)	TARDE (VEH/H)	NOCHE (VEH/H)	
01	CG-4.1	Rande (PO-551) - Enl. Domaio (Estda. Dep)	14.208	825,1	737,8	169,5	3,6
		Enl. Domaio (Estda. Dep) - Enl. A Fraga (Estda. Dep)	14.137	821,0	734,1	168,7	3,6
		Enl. A Fraga (Estda. Dep) - Enl. Moaña (PO-313)	15.301	888,6	794,5	182,5	3,6
		Enl. Moaña (PO-313) - Enl. VG-4.5	11.755	682,6	610,4	140,2	3,6
		Enl. VG-4.5 - VG-4.6	9.320	541,3	484,0	111,2	3,6

Tabla 3. Datos de tráfico

- Límite de velocidad: partiendo de la velocidad límite permitida por la normativa para la vía objeto de estudio (100 km/h), se determinaron los tramos con restricciones de velocidad a partir de los datos de señalización vertical aportados por la Axencia Galega de Infraestruturas, realizándose una revisión de los mismos en las visitas a campo realizadas. En aquellos lugares en los que se detectó señalización insuficiente o contradictoria (ausencia de señales de fin de limitación de velocidad, tramos interurbanos sin especificación de la velocidad máxima permitida,...) se optó por definir tramos los más homogéneos posibles, tomando siempre el valor de velocidad más desfavorable (la mayor de los posibles).
Cabe resaltar que para cada una de los subtramos se establecieron límites de velocidad diferenciados en función del tipo de vehículo que circule (ligero o pesado), ya que según el límite establecido dicha velocidad puede no ser coincidente.
- Superficie de la carretera: el tipo de firme tiene influencia directa sobre la emisión de la vía. La UME objeto de estudio presenta una capa de asfalto bituminoso en toda su longitud.
- Tipo de flujo: de forma general se consideró que el flujo es continuo fluido.

Una vez definida la geometría y los parámetros característicos de cada subtramo de 10 m que compone la UME, se procedió a su importación en CadnaA como carretera en formato shape. Por último, para conseguir que la carretera se acople por completo al terreno, se realizó el ajuste del MDT al objeto bajo la plataforma de la vía.

6.2.3.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS

Tomando como base la capa shape de la Dirección General del Catastro, se realizó una revisión general del ámbito de trabajo, completándose aquellas zonas que presentaban carencia de edificaciones recientes. Esta revisión se hizo a partir de las fotografías aéreas del PNOA y mediante visitas a campo. Así, se elaboró una cobertura de polígonos revisada a través de:

- La digitalización de los edificios inexistentes en el Catastro.
- La eliminación de los elementos que ya no existen o que no se corresponden con edificios (invernaderos, piscinas,...).

6.2.3.1.- ALTURA

La altura de las edificaciones se definió a partir del número de plantas contempladas en los datos del Catastro, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La altura mínima de un edificio es de 4 m.
- En los edificios residenciales, sanitarios y educativos se consideró una altura de 4 m para las plantas bajas, y de 3 m para el resto.
- Aquellas edificaciones que comparten código catastral y están claramente unidas se agruparon como un único edificio, asignándole el número de plantas correspondiente al edificio más alto con código compartido.

Para aquellos edificios que no se encuentran contenidos en la base de datos de Catastro y que fueron digitalizados posteriormente, el número de plantas fue estimado a partir de la revisión de la fotografía aérea y de las visitas, corrigiendo y depurando errores de la información catastral de base (alturas inexistentes o excesivas).

6.2.3.2.- USO

Partiendo de los metadatos descargados de la Sede Electrónica del Catastro, los usos de los edificios se completaron a través de las siguientes fuentes de información:

- Fotografías aéreas del PNOA.
- Información de las visitas a campo realizadas.

Los usos identificados fueron:

- Residencial.
- Sanitario y docente.
- Industrial, terciario y otros.

A todos los edificios de la zona de estudio se asignó uno de los anteriores usos con el fin de identificar los edificios residenciales para el cálculo de la población, así como para determinar las áreas acústicas en la elaboración de los mapas de zonas de conflicto. Además, se identificaron los edificios de tipo docente y sanitario por ser receptores sensibles, a través de la información disponible en las siguientes fuentes:

- Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria de la Xunta de Galicia.
- Consellería de Sanidade de la Xunta de Galicia.

6.2.3.3.- POBLACIÓN ASIGNADA

Uno de los objetivos de los MER es la obtención del número de personas expuestas a los diferentes niveles de ruido, para lo que se realizó un tratamiento consistente en el reparto de la población entre los edificios residenciales existentes.

La información de partida se obtuvo del padrón municipal de habitantes del año 2013 del Instituto Galego de Estatística (IGE). Tomando como base la población de cada municipio, y una vez identificados los edificios residenciales de cada uno, se hizo un reparto proporcional de la población en función de la superficie residencial total construida. El número de habitantes en cada se calculó como el producto del coeficiente de habitabilidad anteriormente definido por la superficie de cada edificio residencial, resultando:

MUNICIPIO	POBLACIÓN	SUP. TOTAL RESIDENCIAL (m ²)	COEF. HABITABILIDAD (HAB/m ²)
Moaña	19.309	1.041.666	0,0185
Cangas	26.173	1.743.637	0,0150

Tabla 4. Datos de población en los municipios afectados

En el caso de los edificios sensibles se cuantificó el número de alumnos en los edificios de uso docente, y de camas en los de uso sanitario.

En el caso de los edificios sensibles se cuantificó el número de alumnos en los edificios de uso docente, y de camas en los de uso sanitario.

6.2.3.4.- EFECTO REFLECTANTE

Para tener en cuenta el efecto reflectante de las edificaciones se asignó un Coeficiente de Absorción Alfa de 0,4 en todos los casos.

6.2.3.5.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS EN CADNAA

Una vez depurada y corregida la capa de edificaciones, con todos los atributos definidos se importaron desde CadnaA como edificio en formato shape.

En última instancia se hizo una revisión general del modelo, subsanándose aquellos desajustes existentes entre la topografía y la base de los edificios ("enterramientos"), así como los solapes entre la plataforma de la vía y las edificaciones incorporadas.

6.2.4.- MODELADO DE TÚNELES

En la visita a campo realizada se identificaron dos túneles: uno en el tramo Rande (PO-551) - Enl. Domaio (Estda. Dep) entre los PP.KK. 0+660 y 0+750, y otro en el tramo Enl. VG-4.5 - VG-4.6 entre los PP.KK. 14+150 y 14+260. Puesto que la norma NMPB'96 francesa no tienen en cuenta la radiación procedente de las entradas y salidas de los túneles, para llevar a cabo la simulación del efecto del túnel en la emisión sonora de la vía, se modelizó un foco de ruido que simula la emisión de las bocas del túnel, siguiendo el procedimiento especificado en el manual del software empleado (CadnaA).

6.2.4.1.- DETERMINACIÓN DE LA EMISIÓN DE LA CARRETERA L_{m,E} (dBA)

Este procedimiento necesita el dato L_{m,E} de emisión según la norma RLS-90. Dado que la emisión según la norma NMPB (Law') no es numéricamente igual a L_{m,E}, es necesario primero pasar los valores a L_{m,E}. Esto se hace con la expresión estimativa siguiente:

$$L_{m,E} = Law' - 19,2 \text{ dB}$$

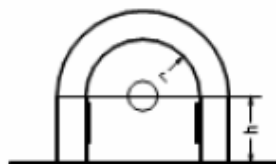
TÚNEL	Law´ (dBA)			Lm,E (dBA)		
	DÍA	TARDE	NOCHE	DÍA	TARDE	NOCHE
0+660-0+750	86,9	86,4	80,0	67,7	67,2	60,8
14+150-14+260	83,4	82,9	76,5	64,2	63,7	57,3

Tabla 5. Valores de emisión de la carretera (dBA)

6.2.4.2.- CÁLCULO DE LA LONGITUD DE LA LÍNEA DE CIRCUNFERENCIA

La longitud U de la línea de circunferencia en metros, correspondiente a la sección de la entrada del túnel, para el caso de una sección curva como la que nos ocupa, se calculó conforme a la siguiente expresión:

$$U=b+2h+\pi r$$



De acuerdo con la sección de las bocas de los túneles de la presente vía, el valor obtenido para U es el que sigue:

$$\text{Túnel 0+660-0+750: } U=7,5+2\cdot 0,5+\pi 7,5=32,1 \text{ m}$$

$$\text{Túnel 14+150-14+260: } U=7,5+2\cdot 0,5+\pi 6,5=28,9 \text{ m}$$

Puesto que no existen paneles absorbentes recubriendo las paredes interiores de los túneles, no fue necesario determinar la parte proporcional del panelado absorbente que influye en la línea de la circunferencia de la sección de los túneles.

6.2.4.3.- DETERMINACIÓN DE LA ABSORCIÓN MEDIA

Puesto que en los túneles no existe panelado absorbente, se asumió un valor de $k=0,1$.

A partir del coeficiente medio de absorción y de la longitud de la circunferencia U, se calculó la longitud absorbente conforme a la siguiente expresión:

$$a=\alpha \cdot U$$

En consecuencia, el valor de a es:

Túnel 0+660-0+750: $a=0,1 \cdot 32,1=3,21$

Túnel 14+150-14+260: $a=0,1 \cdot 28,9=2,89$

6.2.4.4.- CÁLCULO DE LA POTENCIA SUPERFICIAL

Una vez conocido el valor de a se obtuvo la penalización dL , que posteriormente se sumó a $L_{m,E}$ para obtener la emisión de la boca de los túneles.

A la vista del diagrama adjunto se obtuvo un valor de $dL=20,1$ para el túnel 0+660-0+750, y de 20,5 para el túnel 14+150-14+260.

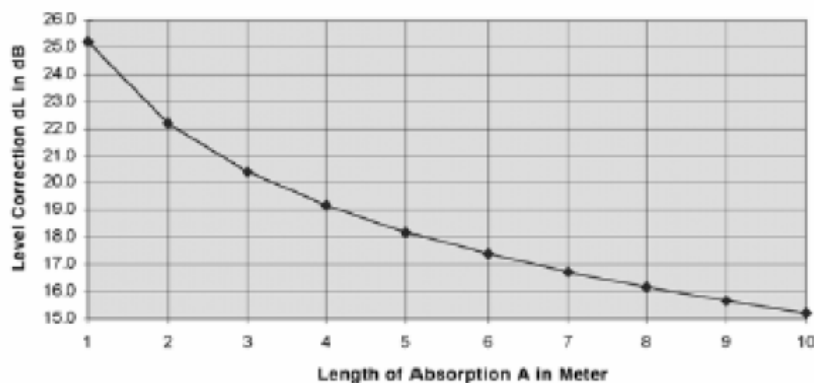


Figura 10. Diagrama que relaciona la longitud de absorción con el nivel de corrección en dB

El valor de la potencia superficial de la sección de los túneles (L_w''), mostrado en la siguiente tabla, se calculó de acuerdo con la formulación adjunta:

$$L_w'' = L_{m,E'} + dL \text{ (dB)}$$

TÚNEL	L _{w''} (dB)		
	DÍA	TARDE	NOCHE
0+660-0+750	87,8	87,3	80,9
14+150-14+260	84,7	84,2	77,8

Tabla 6. Valores de potencia superficial de las bocas del túnel

6.2.4.5.- MODELIZACIÓN DE LOS TÚNELES EN CADNAA

Los valores de potencia superficial deben tener en cuenta únicamente la radiación de la superficie de la entrada del túnel en la dirección de salida, pero no hacia el interior

del túnel. Para conseguir este efecto se modelizó una pantalla acústica absorbente entre la fuente superficial y la propia entrada.

Por tanto, para tener en cuenta el efecto del túnel en la modelización efectuada, en cada boca se introdujo una pantalla totalmente absorbente (coeficiente de absorción=1) y una fuente superficial con las características definidas en los puntos anteriores del presente epígrafe.

El tramo interior de los túneles no se modelizó ya que se encuentran totalmente soterrados.

6.2.5.- MODELADO DE VIADUCTOS

Aquellos tramos de la carretera que presentan viaductos, puentes, pontones o pasos inferiores de grandes dimensiones fueron modelizados evitando la emisión acústica bajo el plano de la plataforma de la vía. Para ello, siguiendo las recomendaciones del software predictivo, estos tramos se configuraron como auto-apantallados con una anchura adicional de 1,5 m a izquierda y derecha.

Previamente al auto-apantallado del tramo de vía definió la geometría del viaducto, corroborándose el correcto apoyo de los estribos y corrigiéndose cuando fuese necesario, el curvado LIDAR bajo los estribos.

La identificación de los diferentes elementos (viaductos, puentes, pontones y pasos inferiores) se realizó en base a la revisión de la ortofoto, completándose con los datos tomados en las visitas a campo realizadas.

6.2.6.- MODELADO DE PASOS SUPERIORES

En el modelo se definieron únicamente aquellos pasos superiores que presentan un ancho superior a 25 m, incorporándose como reflectores 3D.

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pasos superiores con anchura superior a 25 m en la presente UME.

6.2.7.- INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pantallas acústicas en la presente UME.

6.2.8.- INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO

Las características del suelo son un factor determinante en la propagación del ruido, por lo que en la modelización efectuada se definieron diferentes áreas de absorción.

De forma genérica se considera el terreno base como absorbente ($G=1$, sin embargo se definieron ciertas áreas de carácter urbano e industrial como reflectantes ($G=0$), realizándose la zonificación del territorio en base a los usos del suelo definidos por el Instituto de Estudios do Territorio. De esta forma, las áreas consideradas como reflectantes son las correspondientes a núcleos de población, tejido urbano continuo y zonas industriales, comerciales y de servicios.

La incorporación de estas zonas al modelo se realizó importándose como áreas de absorción del suelo en formato shape.

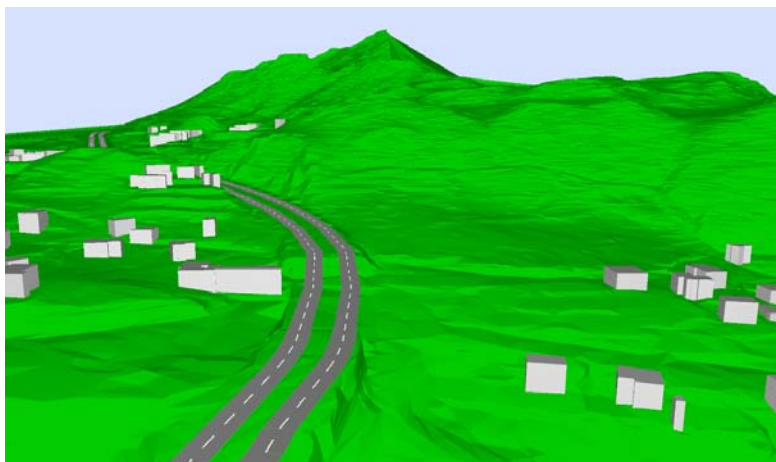


Figura 11. Vista 3D de la modelización efectuada

6.3.- CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D

Para la elaboración de los MER de cada UME, con anterioridad a la introducción de los diferentes elementos que componen el modelo, es preciso definir una configuración de cálculo en el software de acuerdo a la Directiva 2002/49/CE donde se identifiquen los parámetros necesarios para la correcta definición del escenario previsto.

- La norma empleada para el cálculo es la NMPB-Routes-96.
- El espaciado de los receptores en la malla de cálculo es de 10 x 10 m a una altura de 4 m sobre el suelo.
- El orden máximo de reflexiones consideradas es de 1.
- Se estableció un radio máximo de búsqueda de 2.000 m.
- El porcentaje de condiciones favorables día/noche se corresponde con un 50% en periodo diurno, un 75% en periodo vespertino y un 100% en periodo nocturno.
- Siguiendo las recomendaciones de la European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN), las condiciones atmosféricas consideradas son una temperatura de 15°C y una humedad del 70%.
- El cálculo de la atenuación sufrida por las ondas sonoras en el medio ambiente exterior se obtiene de acuerdo a los procedimientos de la ISO 9613.
- Los valores de inmisión considerados son L_{dia} , L_{tarde} , L_{noche} y L_{den} , todos ellos en dBA, a una altura de evaluación de 4 m.
- La designación de horas para los periodos considerados es de 07:00 a 19:00 día, de 19:00 a 23:00 tarde y de 23:00 a 07:00 noche.
- Se aplicó una penalización de 0 dB para el periodo diurno, de 5 dB para el vespertino y de 10 dB para el nocturno.
- Para la evaluación de los niveles de ruido en fachada de edificios se consideró una altura de las plantas bajas de 4 m y de 3 m para el resto. Asimismo, se tuvo en cuenta únicamente el sonido incidente, es decir, no se consideró el sonido reflejado en la fachada donde se realiza la evaluación, aunque sí las reflexiones en el resto de edificios y obstáculos presentes en el área de estudio.

7.- PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN

Para determinar los indicadores y los niveles límites de referencia que permitan evaluar la afección al ruido, se recurrió a la legislación vigente en materia de objetivos de calidad acústica que viene fijada en 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, concretamente lo

recogido en el Capítulo III "Zonificación acústica. Objetivos de calidad acústica" y en el Capítulo IV "Emisores acústicos. Valores límite de emisión e inmisión".

El artículo 14 del citado Real Decreto dice textualmente:

1. En las áreas urbanizadas existentes se establece como objetivo de calidad acústica para ruido el que resulte de la aplicación de los siguientes criterios:

a) Si en el área acústica se supera el correspondiente valor de alguno de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla A, del anexo II, su objetivo de calidad acústica será alcanzar dicho valor.

ANEXO II

Objetivos de calidad acústica

Tabla A. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes.

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L_d	L_e	L_n
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.

Tabla 7. Objetivos de calidad acústica

En relación al tipo de área f se aplicará el Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica 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.

Como se puede observar en la tabla anterior, los objetivos se establecen para los índices de ruido, L_d , L_e y L_n , cuya definición según 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, es:

Ld es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año.

Le es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año.

Ln es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año.

En vista de lo expuesto, la evaluación de la exposición al ruido de la población pasará por determinar cada uno de los indicadores Ld, Le y Ln, y compararlos con los niveles límite establecidos en los objetivos de calidad acústica para cada tipo de área.

8.- RESULTADOS

Conforme a la normativa vigente, la elaboración de un mapa estratégico conlleva la obtención de una información gráfica y otra alfanumérica, representada mediante mapas y tablas de afección.

La escala básica de representación de los Mapas Estratégicos de Ruido contenidos en el presente documento es 1/25.000, siendo la base cartográfica la 1/5.000 de la Xunta de Galicia. El sistema de proyección es ETRS-89, zona 29 N.

En la elaboración de los MER de cada UME, el área de estudio vino delimitada por la longitud del tramo/s de carretera que define la propia UME y por una banda, con un ancho de 1.500 m a cada lado del eje de la calzada.

8.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS

Son mapas de líneas isófonas elaborados a partir de los niveles de ruido calculados en puntos receptores a lo largo de toda la zona de estudio.

Se elaboraron los planos de niveles sonoros representando los indicadores establecidos por la legislación básica estatal y las recomendaciones del Ministerio de Fomento, siendo los mapas generados los siguientes:

- Mapa de niveles sonoros de Ld en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.

- Mapa de niveles sonoros de L_e en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_n en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70.
- Mapa de niveles sonoros de L_{den} en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.

Lden, Ld, Le

Rango	Descripción	R	G	B
> 75	Rosa fuerte	255	0	255
70-75	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
< 55	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	55-60
	60-65
	65-70
	70-75
	>75

Figura 12. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del Ld, Le y Lden

L_n

Rango	Descripción	R	G	B
>70	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
50-55	Verde	100	200	0
< 50	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	50-55
	55-60
	60-65
	65-70
	>70

Figura 13. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del L_n

8.2.- POBLACIÓN EXPUESTA

8.2.1.- METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA

La determinación de la situación acústica a partir de los mapas de niveles sonoros requiere el análisis de la afección del ruido sobre la población. En esta línea, la normativa establece que debe estimarse el número de personas expuestas a ciertos rangos de niveles de presión sonora, sin entrar en detalles técnicos de cómo proceder.

Existen diferentes métodos para determinar los niveles de exposición en fachada para cada uno de los edificios, conforme a la normativa y a las guías de trabajo internacionales en materia de contaminación acústica.

La Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, con el fin de determinar la exposición al ruido ambiental de los Estados Miembros, establece en su Anexo VI que

deberá comunicarse a la comisión europea, para el caso de las aglomeraciones sobre las que se realice el Mapa Estratégico de Ruidos (MER), la siguiente información:

- Número estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas 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 en la fachada más expuesta: (55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75), distinguiendo entre el tráfico rodado, el tráfico ferroviario, el tráfico aéreo y las fuentes industriales.
- El número total estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de L_n en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70), distinguiendo entre el tráfico rodado, ferroviario, aéreo y las fuentes industriales.

Este planteamiento, denominado END (European Noise Directive), es el que debe utilizarse para entregar los resultados a la comisión europea, siendo también habitual para la entrega al resto de administraciones. Sin embargo, este procedimiento, es el que proporciona peores resultados con respecto a la exposición real de la población, arrojando valores de población afectada a distintos rangos de niveles sonoros muy superiores a la realidad, por lo resulta necesario plantear otros métodos que, de forma adicional, arrojen resultados que no sobreestimen la población expuesta.

A continuación se presentan los siguientes procedimientos de estimación de la población afectada por ruido ambiental:

- Método END
- Método VBEB Alemán

8.2.1.1.- MÉTODO END

El método END (European Noise Directive) se presenta en la Directiva Europea 2002/49/CE como un método para satisfacer la obligación de proporcionar a la comisión europea los datos del número estimado de personas cuyas viviendas están expuestas a diferentes rangos de L_{den} y L_n , a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta, aquella que soporta mayor nivel de presión sonora.

Esta estimación, requiere del cálculo de receptores específicos en cada una de las fachadas de los edificios, a una altura relativa de 4 metros respecto al suelo y tomando

las consideraciones necesarias para excluir las reflexiones acústicas de la propia fachada como ruido incidente en el propio receptor.

Este planteamiento, supone que todos los habitantes de cada edificio están sometidos al mayor nivel de presión sonora registrado en la fachada más expuesta, lo que no se acerca a la situación real, en la que la población se distribuye a lo largo del edificio, en relación a la posición de las viviendas. Este procedimiento podría dar resultados próximos a la realidad en viviendas unifamiliares, pero en el caso de edificios de varias plantas se obtendría un resultado de población expuestas sobreestimado.

8.2.1.2.- MÉTODO VBEB

El método alemán VBEB (Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm) permite obtener los valores reales de afección a los que se encuentra expuesta la población. Su procedimiento contempla la distribución de receptores de niveles de presión sonora a lo largo de las fachadas, estableciendo estos a diferentes niveles de altura en función del número de plantas.

Cada uno de estos receptores determinará el nivel de presión sonora al que se encuentra expuesta cada vivienda, considerando el parámetro de altura, a diferencia del método END expuesto anteriormente, en el que la evaluación de la exposición se realizaba a 4 m del suelo.

Esta metodología permite afinar los resultados al distribuir la población de cada edificio a lo largo del perímetro en planta y de las alturas. Como se puede intuir, los niveles de presión sonora evaluados a diferentes alturas proporcionarán resultados distintos, en función de la mayor o menor distancia a la fuente y las posibles reflexiones de los edificios del entorno, encontrándose, de esta forma, los habitantes de viviendas a diferentes alturas, en una misma planta, expuestas a distintos grados de afección

8.2.2.- TABLAS DE RESULTADOS

8.2.2.1.- POBLACIÓN AFECTADA

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)						
RANGO (dBA)	Ld		Le		Lden	
	END	VBEB	END	VBEB	END	VBEB
55 – 59	1	0	1	0	2	1
60 – 64	0	0	0	0	0	0

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)						
RANGO (dBA)	Ld		Le		Lden	
	END	VBEB	END	VBEB	END	VBEB
65 – 69	0	0	0	0	0	0
70 – 74	0	0	0	0	0	0
≥ 75	0	0	0	0	0	0

Tabla 8. Valores de población afectada (en centenas) para los periodos Ld, Le y Lden en función del método considerado

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)		
RANGO (dBA)	Ln	
	END	VBEB
50 – 54	0	0
55 – 59	0	0
60 – 64	0	0
65 – 69	0	0
≥ 70	0	0

Tabla 9. Valores de población afectada (en centenas) para el periodo Ln en función del método considerado

A la vista de los resultados contenidos en las tablas adjuntas, se puede observar como el método END obtiene valores ligeramente superiores para todos los periodos en niveles bajos de ruido, excepto para el valor de Ln, si bien la población expuesta a valores de ruido por encima de 60 dB no llega en ningún caso a la centena. Estos resultados son debidos, principalmente, a la distancia a la que se encuentra la vía de los núcleos urbanos, siendo la población afectada de forma mayoritaria la residente en viviendas unifamiliares enclavadas en zonas rurales dispersas.

8.2.2.2.- VIVIENDAS AFECTADAS

Nº VIVIENDAS AFECTADAS (EN CENTENAS)					
RANGO (dBA)	Ld	Le	Lden	RANGO (dBA)	Ln
55 – 59	0	0	1	50 – 54	0
60 – 64	0	0	0	55 – 59	0
65 – 69	0	0	0	60 – 64	0
70 – 74	0	0	0	65 – 69	0

Nº VIVIENDAS AFECTADAS (EN CENTENAS)					
RANGO (dBA)	Ld	Le	Lden	RANGO (dBA)	Ln
≥ 75	0	0	0	≥ 70	0

Tabla 10. Número de viviendas expuestas (en centenas) a distintos rangos de nivel sonoro para los periodos Ld, Le, Ln y Lden

Al igual que ocurre con la exposición de la población, el número de viviendas afectadas por el ruido de la carretera es relativamente bajo, no llegándose a alcanzar la centena de edificios afectados por niveles superiores a 60 dB en ningún periodo.

8.2.2.3.- EDIFICIOS SENSIBLES

AFECCIÓN A EDIFICIOS SENSIBLES				
SANITARIOS			DOCENTES	
RANGO (dBA)	Lden		Lden	
	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº CAMAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº ALUMNOS (CENTENAS)
55 – 59	0	0	0	0
60 – 64	0	0	0	0
65 – 69	0	0	0	0
70 – 74	0	0	0	0
≥ 75	0	0	0	0

Tabla 11. Número de edificios sensibles (en unidades) y camas/alumnos (en centenas) expuestas a distintos rangos para el periodo Lden.

A raíz de la modelización efectuada se puede concluir que ningún edificio sensible se ve afectado por el ruido generado por la carretera objeto de estudio, debido a la atenuación ocasionada por la distancia entre el foco emisor y los receptores (edificios sanitarios y docentes).

8.3.- MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN

Se obtuvo a partir del mapa de niveles sonoros del indicador Lden.

Incluye los datos de superficies totales (en km²), expuestas a valores de Lden superiores a 55, 65, y 75 dB, respectivamente. En ellos se indica 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.

Las isófonas correspondientes a 55, 65 y 75 dB figuran en el mapa y se incluye información sobre la ubicación de las ciudades, pueblos y aglomeraciones situadas dentro de esas curvas.

EXPOSICIONES A DIFERENTES VALORES Lden					
RANGO (dBA)	SUPERFICIE	POBLACIÓN		EDIFICIOS SENSIBLES	
	(km ²)	Nº VIVIENDAS (CENTENAS)	Nº PERSONAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS SANITARIOS (UD)	Nº EDIFICIOS DOCENTES (UD)
≥ 55	3,07	1	2	0	0
≥ 65	0,70	0	0	0	0
≥ 75	0,24	0	0	0	0

Tabla 12. Datos relativos a zonas de afección para el periodo Lden

Observando los resultados de los mapas de afección se puede concluir que las superficies afectadas por rangos superiores a 65 dB son de reducidas dimensiones, lo que conlleva que el número de habitantes y viviendas expuestas sean inferiores a la centena. Asimismo, ningún edificio sensible se ve afectado por niveles de ruido superiores a 55 dB.

9.- CONCLUSIÓN

Con la realización del presente estudio se elaboraron los Mapas Estratégicos de Ruido de los tramos Rande (PO-551) - Enl. Domaio (Estda. Dep), Enl. Domaio (Estda. Dep) - Enl. A Fraga (Estda. Dep), Enl. A Fraga (Estda. Dep) - Enl. Moaña (PO-313), Enl. Moaña (PO-313) - Enl. VG-4.5 y Enl. VG-4.5 - VG-4.6, de la vía CG-4.1 (perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia), de acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE de 25 de junio de 2002 sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental y en la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, considerando alcanzados los objetivos planteados inicialmente así como los establecidos en la legislación vigente.

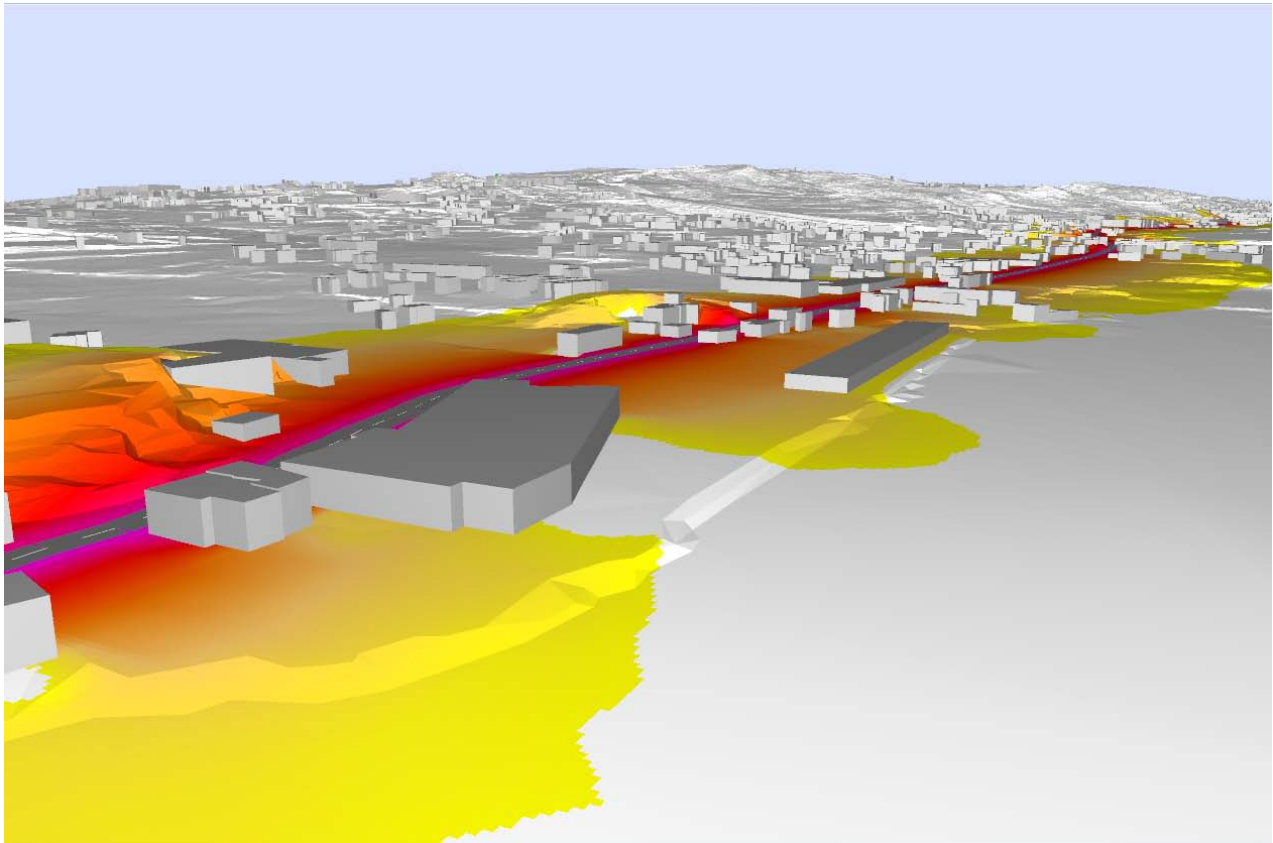
La elaboración de este estudio constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias que se deban realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones.

II PLANOS



XUNTA DE GALICIA

CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



CLAVE

PO/13/044.09.10

TIPO DE ESTUDIO

MAPA EXTRATÉXICO DE RUÍDO

DOCUMENTOS

DOCUMENTO RESUME

ESTRADA

PO-542
PONTE BORA (N-541) - O PINO (N-550)

PUNTOS QUILOMÉTRICOS

3+210 – 7+090

DATA

XULLO 2014

CONSULTOR



I MEMORIA

I MEMORIA

1.-	INTRODUCCIÓN	4
2.-	OBJETO DEL ESTUDIO	4
3.-	AUTORIDAD RESPONSABLE.....	5
4.-	PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES	5
5.-	ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME	6
6.-	METODOLOGÍA	9
6.1.-	MODELO DE SIMULACIÓN.....	10
6.2.-	CREACIÓN DEL MODELO 3D	11
6.2.1.-	INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA.....	11
6.2.2.-	INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO.....	12
6.2.3.-	INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS	14
6.2.4.-	MODELADO DE TÚNELES.....	17
6.2.5.-	MODELADO DE VIADUCTOS	17
6.2.6.-	MODELADO DE PASOS SUPERIORES.....	17
6.2.7.-	INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS.....	17
6.2.8.-	INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO	17
6.3.-	CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D	18
7.-	PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN	19
8.-	RESULTADOS.....	21
8.1.-	MAPAS DE NIVELES SONOROS.....	21
8.2.-	POBLACIÓN EXPUESTA	22
8.2.1.-	METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA.....	22
8.2.2.-	TABLAS DE RESULTADOS.....	25

8.3.-	MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN.....	27
9.-	CONCLUSIÓN	27

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	ÁMBITO DE ESTUDIO.....	6
FIGURA 2.	PO-542 A SU PASO POR A ERMIDA.....	7
FIGURA 3.	PO-542 A SU PASO POR PAZOS	7
FIGURA 4.	PLANO DE UBICACIÓN DE LA UME OBJETO DE ESTUDIO	9
FIGURA 5.	DETALLE DE LA VISTA DINÁMICA DEL MODELO TRIDIMENSIONAL GENERADO	9
FIGURA 6.	DETALLE DE LOS PUNTOS LIDAR FACILITADOS.....	11
FIGURA 7.	DETALLE DEL MDT GENERADO	11
FIGURA 8.	CURVADO FINALMENTE OBTENIDO A PARTIR DE LOS PUNTOS LIDAR	12
FIGURA 9.	VISTA 3D DE LA MODELIZACIÓN EFECTUADA	18
FIGURA 10.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LD, LE Y LDEN.....	22
FIGURA 11.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LN....	22

LISTA DE TABLAS

TABLA 1.	TRAMOS DE LA VÍA OBJETO DE ESTUDIO	5
TABLA 2.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA UME ESTUDIADA	8
TABLA 3.	DATOS DE TRÁFICO.....	13
TABLA 4.	DATOS DE POBLACIÓN EN LOS MUNICIPIOS AFECTADOS	16
TABLA 5.	OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA	20
TABLA 6.	VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA LOS PERIODOS LD, LE Y LDEN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO	25
TABLA 7.	VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA EL PERIODO LN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO	25

TABLA 8. NÚMERO DE VIVIENDAS EXPUESTAS (EN CENTENAS) A DISTINTOS RANGOS DE NIVEL SONORO PARA LOS PERIODOS LD, LE, LN Y LDEN..... 26

TABLA 9. NÚMERO DE EDIFICIOS SENSIBLES (EN UNIDADES) Y CAMAS/ALUMNOS (EN CENTENAS) EXPUESTAS A DISTINTOS RANGOS PARA EL PERIODO LDEN..... 26

TABLA 10. DATOS RELATIVOS A ZONAS DE AFECCIÓN PARA EL PERIODO LDEN..... 27

II PLANOS

0.- PLANO DE SITUACIÓN

1.- MAPAS NIVELES SONOROS

1.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS DÍA (1:25.000)

1.2.- MAPAS DE NIVELES SONOROS TARDE (1:25.000)

1.3.- MAPAS DE NIVELES SONOROS NOCHE (1:25.000)

1.4.- MAPAS DE NIVELES SONOROS Lden (1:25.000)

2.- MAPAS DE AFECCIÓN

2.1.- MAPA DE ZONA DE AFECCIÓN (1:25.000)

1.- INTRODUCCIÓN

La aprobación de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental establece la necesidad de elaborar, en una primera fase, los Mapas Estratégicos de Ruido (MER) de grandes ejes viarios cuyo tráfico supere los seis millones de vehículos al año, para en una segunda fase realizar los mapas correspondientes a los grandes ejes viarios con tráfico superior a tres millones de vehículos al año.

La Directiva 2002/49/CE define el Mapa Estratégico de Ruido como "un 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."

Para la aplicación de la citada directiva en el territorio español se elaboró la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, que no se limita a transponer el contenido de la directiva, sino que trata de regular, a través de una adecuada distribución de competencias administrativas y del establecimiento de los mecanismos oportunos, la mejora de la calidad acústica en nuestro entorno.

Con el objeto de desarrollar esta ley se formuló el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, en cuanto a la evaluación y gestión del ruido ambiental, con la finalidad de prever, reducir o evitar los efectos nocivos, incluyendo las molestias derivadas de la exposición al ruido ambiental. A tal efecto se desarrollan los conceptos de ruido ambiental y sus efectos y molestias sobre la población, junto con una serie de medidas que permiten la consecución de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido, los planes de acción y la información a la población.

A fin de dar cumplimiento a la legislación vigente, la Consellería de Medio Ambiente Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestruturas, promueve la segunda fase de elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido de las vías pertenecientes a la Red Autonómica de Carreteras de Galicia.

2.- OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto del presente documento resumen es el de plasmar, de forma sintética y fácilmente comprensible, los resultados arrojados por los Mapas Estratégicos de Ruido

de los siguientes tramos de la carretera PO-542, perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia:

DENOMINACIÓN	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONGITUD (km)
Ponte Bora (N-541) – O Pino (N-550)	Marcón – O Pino	3+210	7+090	3,88

Tabla 1. Tramos de la vía objeto de estudio

Según se recoge en el Artículo 15 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, los mapas de ruido tendrán, entre otros, los siguientes objetivos:

- Permitir la evaluación global de la exposición a la contaminación acústica de una determinada zona.
- Permitir la realización de predicciones globales para dicha zona.
- Posibilitar la adopción fundada de planes de acción en materia de contaminación acústica y, en general, de las medidas correctoras adecuadas.

Asimismo, la elaboración de los MER constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias a realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones

3.- AUTORIDAD RESPONSABLE

La autoridad responsable de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruidos fue la Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, contando con la asistencia de la empresa ICEACSA Consultores S.L.U.

4.- PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES

De acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, y en la Ley del Ruido y sus posteriores Reglamentos, tuvieron que realizarse, en una primera fase los Mapas Estratégicos de Ruido de las carreteras de más de 6 millones de vehículos al año; y en una segunda fase los de las carreteras de más de 3 millones de vehículos al año.

Por lo tanto, en la actualidad no se encuentra vigente ningún Programa de Acción contra el ruido derivado de la primera fase en la Unidad de Mapa Estratégico Ponte Bora (N-541) – O Pino (N-550) entre los PP.KK. 3+210 al 7+090.

Así, en cumplimiento de la legislación, se elabora en la segunda fase esta UME. El estudio constituye la primera aproximación a la problemática del ruido generado por la infraestructura viaria.

5.- ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME

El tramo objeto de estudio pertenecen a la vía PO-542, que une la localidad de A Ermida en el pk 3+210 con la zona S de la ciudad de Pontevedra en el pk 7+090, El trazado de la PO-542, de 7,090 km de longitud, tiene su origen Ponte Bora, en el cruce con la N-541, finalizando en las proximidades de Pontevedra, en el cruce entre la N-550 y N-553.

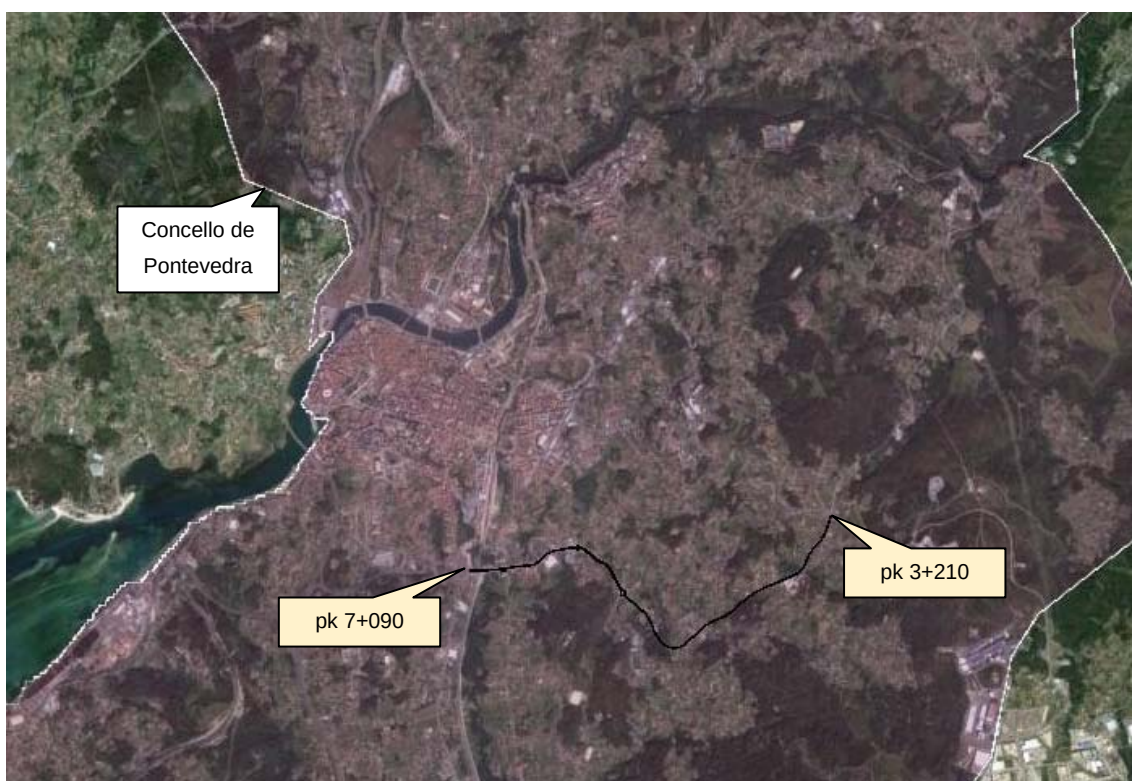


Figura 1. Ámbito de estudio

En A Ermida, donde parte el tramo de estudio, el trazado atraviesa una zona con predominancia de prados y tierras de cultivo, entre las que se sitúan viviendas de tipo unifamiliar aisladas y dispersas, así como pequeñas masas boscosas de caducifolias junto con alguna nave de tipo comercial o almacén.



Figura 2. PO-542 a su paso por A Ermida

Estas características de la carretera se mantienen hasta la glorieta del pk 5+540 con una sucesión de núcleos como Ría de Arriba, Pazos o Marcón entre campos de cultivo y prados entre los que se intercalan con en general baja densidad, edificaciones de tipo unifamiliar.



Figura 3. PO-542 a su paso por Pazos

Desde esta glorieta, hasta la situada en el pk 6+770, pasando por la intermedia del pk 6+150, la carretera se desdobra en dos calzadas.

A partir de la segunda glorieta, empiezan a aparecer numerosas naves industriales a ambos lados de la carretera, que se mezclan con edificaciones de carácter rural entre prados y campos de cultivo, en Vilafranca, Albeiro y O Marco, continuando hasta el final del tramo, pasando por encima de la vía del tren y de la N-550, donde finaliza.

La identificación de las Unidad de Mapa Estratégico (UME) se realizó conforme a los siguientes criterios generales:

- Una UME solamente puede incluir tramos pertenecientes a una misma vía.
- Todos los tramos que conforman la UME deben tener una IMD igual o superior a 3.000.000 veh/año, como establece la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental.

Teniendo en cuenta dichos criterios, los tramos recogidos en la tabla siguiente comprenden una única Unidad de Mapa Estratégico (UME), contemplándose como fuente de ruido independiente, analizándose su efecto por separado y obteniéndose un Mapa Estratégico de Ruido en el que únicamente se considera la propagación del ruido causado por el tronco de la infraestructura. Dichos mapas se corresponden al alcance de la segunda fase de la Directiva 2002/49/CE y su correspondiente transposición a la legislación estatal:

UME	VÍA	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONG (km)	IMD (VEH/DÍA)	% PESADOS	MUNICIPOS AFECTADOS
01	PO-542	Marcón – O Pino (N-550)	3+210	7+090	3,88	9.571,51	11,33	Pontevedra

Tabla 2. Características generales de la UME estudiada

En la figura 1 se recoge la situación del tramo de carretera objeto de estudio.

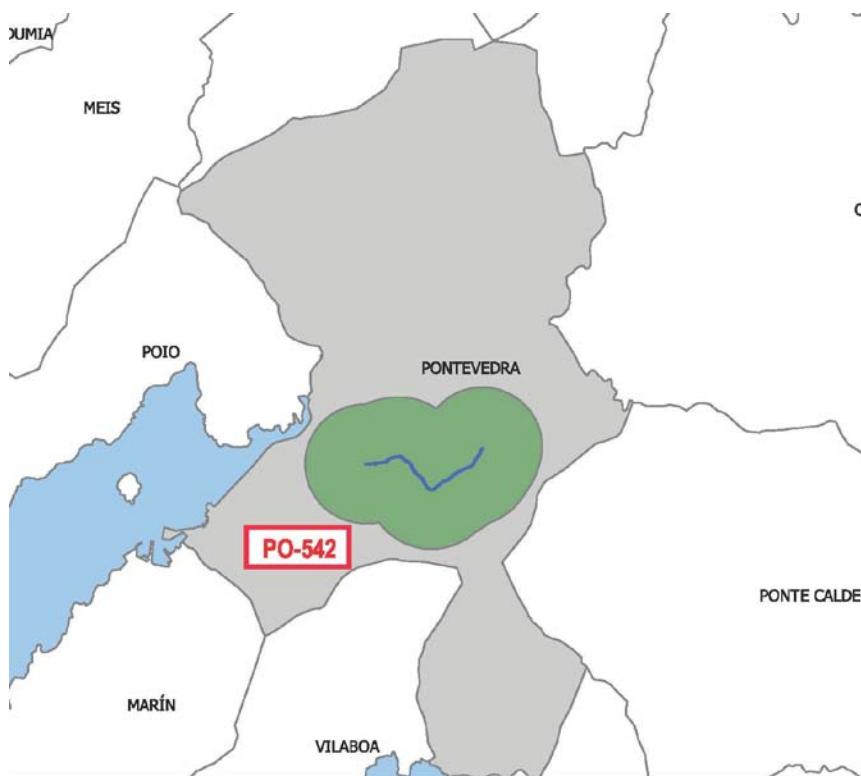


Figura 4. Plano de ubicación de la UME objeto de estudio

6.- METODOLOGÍA

Para la realización de la simulación acústica fue necesaria la implementación de un modelo tridimensional del área de estudio, incluyendo carreteras, edificaciones y elementos singulares, tal y como se aprecia en la imagen adjunta.



Figura 5. Detalle de la vista dinámica del modelo tridimensional generado

El software predictivo para la realización del modelo tridimensional del área de estudio, y para el posterior desarrollo de los cálculos matemáticos de propagación de ruido en ambiente exterior y ejecución de los Mapas Estratégicos de Ruido, fue CadnaA Versión 4.4 (DataKustik GmbH). Con este software, y con un modelado del entorno preciso, se pueden determinar los niveles de ruido causados por el tráfico rodado. Tanto el procesado previo de la información de base como el análisis de los datos obtenidos se realizó mediante GIS.

6.1.- MODELO DE SIMULACIÓN

Siguiendo las disposiciones del Real Decreto 1513/2005, los índices de ruido del tráfico rodado fueron determinados por medio del método nacional de cálculo francés «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTULCPC-CSTB)», mencionado en el «Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal officiel du 10 mai 1995, article 6» y en la norma francesa «XPS 31-133». Este modelo es el propuesto de manera provisional por la Unión Europea para la realización de mapas de ruido en aquellos países que carezcan del suyo propio, según se describe en la recomendación 2003/613/EC de la Comisión Europea.

La elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido engloba la generación del modelo digital, la definición de los parámetros de entrada, el cálculo de los mapas y la evaluación de los resultados obtenidos.

El modelo 3D estará constituido por la topografía y las edificaciones del ámbito de estudio, el tramo/s de carretera que conforman la UME, y los elementos singulares concretos de cada caso (viaductos, pasos superiores, muros, pantallas acústicas,...).

- Carreteras: datos de tráfico (IMD y porcentaje de pesados), características del firme, tipo de flujo y límites de velocidad.
- Edificios: tipo de uso, altura, número de plantas, número de habitantes (en caso de ser residencial) y coeficiente de absorción alfa.
- Viaductos: longitud de apantallamiento.
- Muros y pantallas: pérdidas por reflexión.
- Terreno: coeficientes de absorción.
- Túneles: radiación procedente de las entradas y salidas.

Definido el modelo e introducidos los parámetros y configuración, se lleva a cabo la simulación acústica, obteniéndose de este modo los Mapas Estratégicos de Ruido.

6.2.- CREACIÓN DEL MODELO 3D

En el presente apartado se describen los procesos necesarios para la definición del escenario de modelización en el software de cálculo a partir de la información base.

La definición de cada uno de los atributos que caracterizan los elementos del modelo se realizó en GIS previa incorporación al software de cálculo. El objeto de este tratamiento previo es el de sistematizar el proceso de creación del modelo, evitando errores u omisiones en la definición del escenario.

6.2.1.- INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA

Para llevar a cabo el modelado digital del terreno (MDT) se empleó como fuente de información el vuelo LIDAR suministrado por la Axencia Galega de Infraestruturas, del que se extrajo la nube de puntos que conforman el terreno. Posteriormente, mediante un proceso de triangulación se obtuvieron las curvas de nivel cada metro.



Figura 6. Detalle de los puntos LIDAR facilitados



Figura 7. Detalle del MDT generado

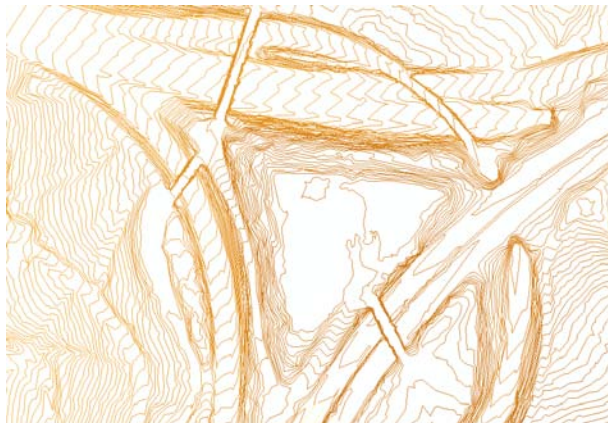


Figura 8. Curvado finalmente obtenido a partir de los puntos LIDAR

6.2.2.- INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO

Mediante el empleo de herramientas GIS, el eje de la carretera se definió a partir del conjunto de datos geométricos facilitados por la Axencia Galega de Infraestruturas, disponiendo de puntos cada 10 m, con la siguiente información:

- Coordenadas X, Y, Z.
- Número de carriles.
- Anchos de plataforma, calzada y arcenes.
- Peraltes y pendientes.

Las características geométricas que definen el eje cada 10 m se extendieron para cada punto 5 m antes y 5 m después. Una vez definido el eje se procedió a la corrección y depuración de la información, comparando los ejes con la ortofoto actualizada y con los datos tomados en las preceptivas visitas a campo realizadas. Establecida la geometría definitiva de la vía, se definieron en GIS los atributos que caracterizan la emisión acústica, con anterioridad a su importación desde CadnaA. A continuación se describe cada uno de los atributos considerados, los datos de partida disponibles, así como el tratamiento realizado previa incorporación al modelo:

- Geometría: la PO-542, cuenta en todo el tramo de estudio con una única calzada con dos carriles hasta poco antes de la primera glorieta en el pk 5+540, donde empieza un tramo de tres. Desde la primera glorieta, hasta la situada en el pk 6+770, la calzada se desdobra en dos, con tramos de dos y tres carriles. El ancho medio del carril es de 3,5 m. El arcén derecho cuenta

con un ancho medio de 1,4 m de entre 0 y 3,5 m, mientras que el arcén izquierdo cuenta con un ancho medio de 1,2 m variable entre los 0 y 2,5 m.

- Datos de tráfico: los datos de tráfico utilizados para el cálculo de los niveles sonoros fueron los correspondientes a las Memorias de Aforos del año 2012, proporcionadas por la Axencia Galega de Infraestruturas.

Tomando como base la distribución horaria en un día medio, se llevó a cabo el cálculo de la IMD por hora para cada uno de los periodos considerados (día, tarde y noche). Puesto que para el tramo objeto de estudio no se disponía de distribución horaria, al valor de la IMD diaria del año 2012 se le aplicó la distribución porcentual del tramo Ponte Bora-Marcón (0+000 a 3+210) de la misma carretera, según criterios de la Axencia Galega de Infraestruturas.

Asimismo, para la distribución de pesados se aplicó para todos los periodos considerados el valor diario del tramo Ponte Bora-Marcón (0+000 a 3+210).

Para el caso específico de las glorietas el tráfico fue cuantificado como la suma de las IMD de las entradas dividida por el número de salidas.

UME	VÍA	TRAMO	IMD				% PESADOS
			(VEH/DÍA)	DÍA (VEH/H)	TARDE (VEH/H)	NOCHE (VEH/H)	
01	PO-542	Marcón – O Pino (N-550)	9.571,51	584,96	477,43	80,29	11,33

Tabla 3. Datos de tráfico

- Límite de velocidad: la vía objeto de estudio es una carretera que discurre por varios núcleos de población a ambos lados de la carretera por lo que se estableció una velocidad de 50 km/h para todo el recorrido, correspondiente a la limitación de velocidad establecida para travesía. Los tramos de velocidad se determinaron a partir de los datos de señalización vertical aportados por la Axencia Galega de Infraestruturas, realizándose una revisión de los mismos en las visitas a campo realizadas. En aquellos lugares en los que se detectó señalización insuficiente o contradictoria (ausencia de señales de fin de limitación de velocidad, tramos interurbanos sin especificación de la velocidad máxima permitida,...) se optó por definir tramos los más homogéneos posibles, tomando siempre el valor de velocidad más desfavorable (la mayor de los posibles).

Cabe resaltar que para cada una de los subtramos se establecieron límites de velocidad diferenciados en función del tipo de vehículo que circule (ligero o pesado), ya que según el límite establecido dicha velocidad puede no ser coincidente.

Para el caso específico de las glorietas se definió una velocidad de 40 km/h, tanto para vehículos ligeros como pesados.

- Superficie de la carretera: el tipo de firme tiene influencia directa sobre la emisión de la vía. La UME objeto de estudio presenta una capa de asfalto bituminoso en toda su longitud.
- Tipo de flujo: de forma general se consideró que el flujo es continuo fluido, salvo en las glorietas donde se definió como continuo en pulso.

Una vez definida la geometría y los parámetros característicos de cada subtramo de 10 m que compone la UME, se procedió a su importación en CadnaA como carretera en formato shape. Por último, para conseguir que la carretera se acople por completo al terreno, se realizó el ajuste del MDT al objeto bajo la plataforma de la vía.

6.2.3.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS

Tomando como base la capa shape de la Dirección General del Catastro, se realizó una revisión general del ámbito de trabajo, completándose aquellas zonas que presentaban carencia de edificaciones recientes. Esta revisión se hizo a partir de las fotografías aéreas del PNOA y mediante visitas a campo. Así, se elaboró una cobertura de polígonos revisada a través de:

- La digitalización de los edificios inexistentes en el Catastro.
- La eliminación de los elementos que ya no existen o que no se corresponden con edificios (invernaderos, piscinas,...).

6.2.3.1.- ALTURA

La altura de las edificaciones se definió a partir del número de plantas contempladas en los datos del Catastro, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La altura mínima de un edificio es de 4 m.

- En los edificios residenciales, sanitarios y educativos se consideró una altura de 4 m para las plantas bajas, y de 3 m para el resto.
- Aquellas edificaciones que comparten código catastral y están claramente unidas se agruparon como un único edificio, asignándole el número de plantas correspondiente al edificio más alto con código compartido.

Para aquellos edificios que no se encuentran contenidos en la base de datos de Catastro y que fueron digitalizados posteriormente, el número de plantas fue estimado a partir de la revisión de la fotografía aérea y de las visitas, corrigiendo y depurando errores de la información catastral de base (alturas inexistentes o excesivas).

6.2.3.2.- USO

Partiendo de los metadatos descargados de la Sede Electrónica del Catastro, los usos de los edificios se completaron a través de las siguientes fuentes de información:

- Fotografías aéreas del PNOA.
- Información de las visitas a campo realizadas.

Los usos identificados fueron:

- Residencial.
- Sanitario y docente.
- Industrial, terciario y otros.

A todos los edificios de la zona de estudio se asignó uno de los anteriores usos con el fin de identificar los edificios residenciales para el cálculo de la población, así como para determinar las áreas acústicas en la elaboración de los mapas de zonas de conflicto. Además, se identificaron los edificios de tipo docente y sanitario por ser receptores sensibles, a través de la información disponible en las siguientes fuentes:

- Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria de la Xunta de Galicia.
- Consellería de Sanidade de la Xunta de Galicia.

6.2.3.3.- POBLACIÓN ASIGNADA

Uno de los objetivos de los MER es la obtención del número de personas expuestas a los diferentes niveles de ruido, para lo que se realizó un tratamiento consistente en el reparto de la población entre los edificios residenciales existentes.

La información de partida se obtuvo del padrón municipal de habitantes del año 2013 del Instituto Galego de Estatística (IGE). Tomando como base la población de cada municipio, y una vez identificados los edificios residenciales de cada uno, se hizo un reparto proporcional de la población en función de la superficie residencial total construida. El número de habitantes en cada se calculó como el producto del coeficiente de habitabilidad anteriormente definido por la superficie de cada edificio residencial, resultando:

MUNICIPIO	POBLACIÓN	SUP. TOTAL RESIDENCIAL (m ²)	COEF. HABITABILIDAD (HAB/m ²)
Pontevedra	82.934	4.943.687	0,0168

Tabla 4. Datos de población en los municipios afectados

En el caso de los edificios sensibles se cuantificó el número de alumnos en los edificios de uso docente, y de camas en los de uso sanitario.

6.2.3.4.- EFECTO REFLECTANTE

Para tener en cuenta el efecto reflectante de las edificaciones se asignó un Coeficiente de Absorción Alfa de 0,4 en todos los casos.

6.2.3.5.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS EN CADNAA

Una vez depurada y corregida la capa de edificaciones, con todos los atributos definidos se importaron desde CadnaA como edificio en formato shape.

En última instancia se hizo una revisión general del modelo, subsanándose aquellos desajustes existentes entre la topografía y la base de los edificios ("enterramientos"), así como los solapes entre la plataforma de la vía y las edificaciones incorporadas.

6.2.4.- MODELADO DE TÚNELES

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad túneles en la presente UME.

6.2.5.- MODELADO DE VIADUCTOS

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad viaductos en la presente UME.

6.2.6.- MODELADO DE PASOS SUPERIORES

En el modelo se definieron únicamente aquellos pasos superiores que presentan un ancho superior a 25 m, incorporándose como reflectores 3D.

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pasos superiores con anchura superior a 25 m en la presente UME.

6.2.7.- INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pantallas acústicas en la presente UME.

Los muros de contención no han sido incluidos en la modelización efectuada, ya se estima que su presencia no supone un apantallamiento mayor al producido por las tierras que contiene.

6.2.8.- INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO

Las características del suelo son un factor determinante en la propagación del ruido, por lo que en la modelización efectuada se definieron diferentes áreas de absorción.

De forma genérica se considera el terreno base como absorbente ($G=1$, sin embargo se definieron ciertas áreas de carácter urbano e industrial como reflectantes ($G=0$), realizándose la zonificación del territorio en base a los usos del suelo definidos por el Instituto de Estudos do Territorio. De esta forma, las áreas consideradas como reflectantes son las correspondientes a núcleos de población, tejido urbano continuo y zonas industriales, comerciales y de servicios.

La incorporación de estas zonas al modelo se realizó importándose como áreas de absorción del suelo en formato shape.

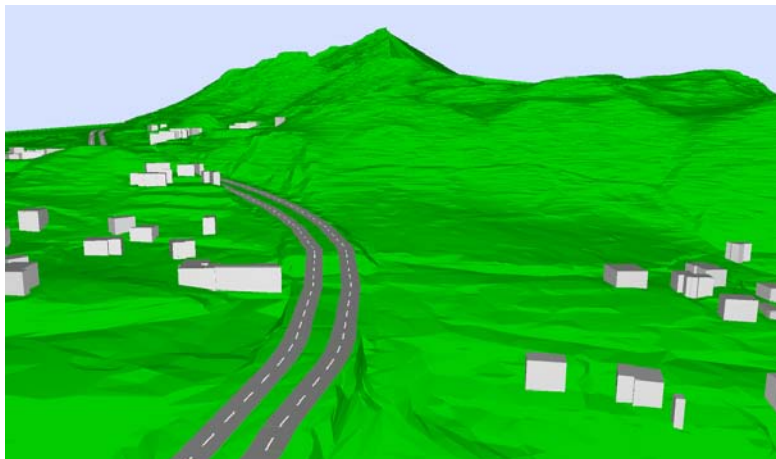


Figura 9. Vista 3D de la modelización efectuada

6.3.- CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D

Para la elaboración de los MER de cada UME, con anterioridad a la introducción de los diferentes elementos que componen el modelo, es preciso definir una configuración de cálculo en el software de acuerdo a la Directiva 2002/49/CE donde se identifiquen los parámetros necesarios para la correcta definición del escenario previsto.

- La norma empleada para el cálculo es la NMPB-Routes-96.
- El espaciado de los receptores en la malla de cálculo es de 10 x 10 m a una altura de 4 m sobre el suelo.
- El orden máximo de reflexiones consideradas es de 1.
- Se estableció un radio máximo de búsqueda de 2.000 m.
- El porcentaje de condiciones favorables día/noche se corresponde con un 50% en periodo diurno, un 75% en periodo vespertino y un 100% en periodo nocturno.
- Siguiendo las recomendaciones de la European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN), las condiciones atmosféricas consideradas son una temperatura de 15°C y una humedad del 70%.
- El cálculo de la atenuación sufrida por las ondas sonoras en el medio ambiente exterior se obtiene de acuerdo a los procedimientos de la ISO 9613.

- Los valores de inmisión considerados son L_{dia} , L_{tarde} , L_{noche} y L_{den} , todos ellos en dBA, a una altura de evaluación de 4 m.
- La designación de horas para los periodos considerados es de 07:00 a 19:00 día, de 19:00 a 23:00 tarde y de 23:00 a 07:00 noche.
- Se aplicó una penalización de 0 dB para el periodo diurno, de 5 dB para el vespertino y de 10 dB para el nocturno.
- Para la evaluación de los niveles de ruido en fachada de edificios se consideró una altura de las plantas bajas de 4 m y de 3 m para el resto. Asimismo, se tuvo en cuenta únicamente el sonido incidente, es decir, no se consideró el sonido reflejado en la fachada donde se realiza la evaluación, aunque sí las reflexiones en el resto de edificios y obstáculos presentes en el área de estudio.

7.- PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN

Para determinar los indicadores y los niveles límites de referencia que permitan evaluar la afección al ruido, se recurrió a la legislación vigente en materia de objetivos de calidad acústica que viene fijada en 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, concretamente lo recogido en el Capítulo III "Zonificación acústica. Objetivos de calidad acústica" y en el Capítulo IV "Emisores acústicos. Valores límite de emisión e inmisión".

El artículo 14 del citado Real Decreto dice textualmente:

1. En las áreas urbanizadas existentes se establece como objetivo de calidad acústica para ruido el que resulte de la aplicación de los siguientes criterios:

a) Si en el área acústica se supera el correspondiente valor de alguno de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla A, del anexo II, su objetivo de calidad acústica será alcanzar dicho valor.

ANEXO II

Objetivos de calidad acústica

Tabla A. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes.

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L_d	L_e	L_n
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.

Tabla 5. Objetivos de calidad acústica

En relación al tipo de área f se aplicará el Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica 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.

Como se puede observar en la tabla anterior, los objetivos se establecen para los índices de ruido, L_d , L_e y L_n , cuya definición según 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, es:

L_d es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año.

L_e es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año.

L_n es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año.

En vista de lo expuesto, la evaluación de la exposición al ruido de la población pasará por determinar cada uno de los indicadores L_d , L_e y L_n , y compararlos con los niveles límite establecidos en los objetivos de calidad acústica para cada tipo de área.

8.- RESULTADOS

Conforme a la normativa vigente, la elaboración de un mapa estratégico conlleva la obtención de una información gráfica y otra alfanumérica, representada mediante mapas y tablas de afección.

La escala básica de representación de los Mapas Estratégicos de Ruido contenidos en el presente documento es 1/25.000, siendo la base cartográfica la 1/5.000 de la Xunta de Galicia. El sistema de proyección es ETRS-89, zona 29 N.

En la elaboración de los MER de cada UME, el área de estudio vino delimitada por la longitud del tramo/s de carretera que define la propia UME y por una banda, con un ancho de 1.500 m a cada lado del eje de la calzada.

8.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS

Son mapas de líneas isófonas elaborados a partir de los niveles de ruido calculados en puntos receptores a lo largo de toda la zona de estudio.

Se elaboraron los planos de niveles sonoros representando los indicadores establecidos por la legislación básica estatal y las recomendaciones del Ministerio de Fomento, siendo los mapas generados los siguientes:

- Mapa de niveles sonoros de L_d en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_e en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_n en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70.

- Mapa de niveles sonoros de Lden en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.

Lden, Ld, Le

Rango	Descripción	R	G	B
> 75	Rosa fuerte	255	0	255
70-75	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
< 55	blanco			

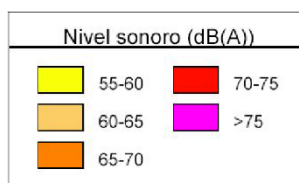


Figura 10. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del Ld, Le y Lden

Ln

Rango	Descripción	R	G	B
>70	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
50-55	Verde	100	200	0
< 50	blanco			



Figura 11. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del Ln

8.2.- POBLACIÓN EXPUESTA

8.2.1.- METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA

La determinación de la situación acústica a partir de los mapas de niveles sonoros requiere el análisis de la afección del ruido sobre la población. En esta línea, la normativa establece que debe estimarse el número de personas expuestas a ciertos rangos de niveles de presión sonora, sin entrar en detalles técnicos de cómo proceder.

Existen diferentes métodos para determinar los niveles de exposición en fachada para cada uno de los edificios, conforme a la normativa y a las guías de trabajo internacionales en materia de contaminación acústica.

La Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, con el fin de determinar la exposición al ruido ambiental de los Estados Miembros, establece en su Anexo VI que deberá comunicarse a la comisión europea, para el caso de las aglomeraciones sobre las que se realice el Mapa Estratégico de Ruidos (MER), la siguiente información:

- Número estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de Lden en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (55-59, 60-

64, 65-69, 70-74, >75), distinguendo entre el tráfico rodado, el tráfico ferroviario, el tráfico aéreo y las fuentes industriales.

- El número total estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de L_n en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70), distinguendo entre el tráfico rodado, ferroviario, aéreo y las fuentes industriales.

Este planteamiento, denominado END (European Noise Directive), es el que debe utilizarse para entregar los resultados a la comisión europea, siendo también habitual para la entrega al resto de administraciones. Sin embargo, este procedimiento, es el que proporciona peores resultados con respecto a la exposición real de la población, arrojando valores de población afectada a distintos rangos de niveles sonoros muy superiores a la realidad, por lo resulta necesario plantear otros métodos que, de forma adicional, arrojen resultados que no sobreestimen la población expuesta.

A continuación se presentan los siguientes procedimientos de estimación de la población afectada por ruido ambiental:

- Método END
- Método VBEB Alemán

8.2.1.1.- MÉTODO END

El método END (European Noise Directive) se presenta en la Directiva Europea 2002/49/CE como un método para satisfacer la obligación de proporcionar a la comisión europea los datos del número estimado de personas cuyas viviendas están expuestas a diferentes rangos de L_{den} y L_n , a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta, aquella que soporta mayor nivel de presión sonora.

Esta estimación, requiere del cálculo de receptores específicos en cada una de las fachadas de los edificios, a una altura relativa de 4 metros respecto al suelo y tomando las consideraciones necesarias para excluir las reflexiones acústicas de la propia fachada como ruido incidente en el propio receptor.

Este planteamiento, supone que todos los habitantes de cada edificio están sometidos al mayor nivel de presión sonora registrado en la fachada más expuesta, lo que no se acerca a la situación real, en la que la población se distribuye a lo largo del edificio, en

relación a la posición de las viviendas. Este procedimiento podría dar resultados próximos a la realidad en viviendas unifamiliares, pero en el caso de edificios de varias plantas se obtendría un resultado de población expuestas sobreestimado.

8.2.1.2.- MÉTODO VBEB

El método alemán VBEB (Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm) permite obtener los valores reales de afección a los que se encuentra expuesta la población. Su procedimiento contempla la distribución de receptores de niveles de presión sonora a lo largo de las fachadas, estableciendo estos a diferentes niveles de altura en función del número de plantas.

Cada uno de estos receptores determinará el nivel de presión sonora al que se encuentra expuesta cada vivienda, considerando el parámetro de altura, a diferencia del método END expuesto anteriormente, en el que la evaluación de la exposición se realizaba a 4 m del suelo.

Esta metodología permite afinar los resultados al distribuir la población de cada edificio a lo largo del perímetro en planta y de las alturas. Como se puede intuir, los niveles de presión sonora evaluados a diferentes alturas proporcionarán resultados distintos, en función de la mayor o menor distancia a la fuente y las posibles reflexiones de los edificios del entorno, encontrándose, de esta forma, los habitantes de viviendas a diferentes alturas, en una misma planta, expuestas a distintos grados de afección.

8.2.2.- TABLAS DE RESULTADOS

8.2.2.1.- POBLACIÓN AFECTADA

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)						
RANGO (dBA)	Ld		Le		Lden	
	END	VBEB	END	VBEB	END	VBEB
55 – 59	2	1	2	1	2	2
60 – 64	1	1	1	1	1	1
65 – 69	1	1	1	0	1	1
70 – 74	1	0	0	0	1	0
≥ 75	0	0	0	0	0	0

Tabla 6. Valores de población afectada (en centenar) para los periodos Ld, Le y Lden en función del método considerado

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)		
RANGO (dBA)	Ln	
	END	VBEB
50 – 54	1	1
55 – 59	1	1
60 – 64	1	0
65 – 69	0	0
≥ 70	0	0

Tabla 7. Valores de población afectada (en centenar) para el periodo Ln en función del método considerado

A la vista de los resultados contenidos en las tablas adjuntas, se puede observar como los valores de población expuesta obtenidos por ambos métodos son muy similares, siendo ligeramente superior la afección por el método END para los periodos Ld y Lden en el rango comprendido entre 70 y 74 dB. Los reducidos valores de afección obtenidos son debidos a las características de la vía objeto de estudio, encuadrada en un entorno con una densidad poblacional media y sin presencia de núcleos urbanos importantes en las inmediaciones de la carretera.

8.2.2.2.- VIVIENDAS AFECTADAS

Nº VIVIENDAS AFECTADAS (EN CENTENAS)					
RANGO (dBA)	Ld	Le	Lden	RANGO (dBA)	Ln
55 – 59	1	1	1	50 – 54	1
60 – 64	1	1	1	55 – 59	1
65 – 69	1	0	1	60 – 64	0
70 – 74	0	0	0	65 – 69	0
≥ 75	0	0	0	≥ 70	0

Tabla 8. Número de viviendas expuestas (en centenas) a distintos rangos de nivel sonoro para los periodos Ld, Le, Ln y Lden

Al igual que ocurre con la exposición de la población, el número de viviendas afectadas por el ruido de la carretera es relativamente bajo, no llegándose a alcanzar la centena de edificios afectados por niveles superiores a 70 dB en ningún periodo.

8.2.2.3.- EDIFICIOS SENSIBLES

AFECCIÓN A EDIFICIOS SENSIBLES				
SANITARIOS			DOCENTES	
RANGO (dBA)	Lden		Lden	
	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº CAMAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº ALUMNOS (CENTENAS)
55 – 59	0	0	0	0
60 – 64	0	0	0	0
65 – 69	0	0	0	0
70 – 74	0	0	0	0
≥ 75	0	0	0	0

Tabla 9. Número de edificios sensibles (en unidades) y camas/alumnos (en centenas) expuestas a distintos rangos para el periodo Lden.

A raíz de la modelización efectuada se puede concluir que ningún edificio sensible se ve afectado por el ruido generado por la carretera objeto de estudio, debido a la atenuación ocasionada por la distancia entre el foco emisor y los receptores (edificios sanitarios y docentes).

8.3.- MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN

Se obtuvo a partir del mapa de niveles sonoros del indicador Lden.

Incluye los datos de superficies totales (en km²), expuestas a valores de Lden superiores a 55, 65, y 75 dB, respectivamente. En ellos se indica además el número total estimado de viviendas (en centenares), y el número total estimado de personas (en centenares) que viven en cada una de esas zonas.

Las isófonas correspondientes a 55, 65 y 75 dB figuran en el mapa y se incluye información sobre la ubicación de las ciudades, pueblos y aglomeraciones situadas dentro de esas curvas.

EXPOSICIONES A DIFERENTES VALORES Lden					
RANGO (dBA)	SUPERFICIE	POBLACIÓN		EDIFICIOS SENSIBLES	
	(km ²)	Nº VIVIENDAS (CENTENAS)	Nº PERSONAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS SANITARIOS (UD)	Nº EDIFICIOS DOCENTES (UD)
≥ 55	0,61	2	3	0	0
≥ 65	0,20	1	2	0	0
≥ 75	0,00	0	0	0	0

Tabla 10. Datos relativos a zonas de afección para el periodo Lden

Observando los resultados de los mapas de afección se puede concluir que las superficies afectadas por rangos superiores a 55 y 65 dB son de reducidas dimensiones a pesar de la longitud de la vía (3,88 km), lo que conlleva que el número de habitantes y viviendas expuestas sean de escasa cuantía. Asimismo, cabe resaltar que ningún edificio sensible se ve afectado por niveles de ruido superiores a 55 dB.

9.- CONCLUSIÓN

Con la realización del presente estudio se elaboraron los Mapas Estratégicos de Ruido del tramo Marcón – O Pino de la vía PO-542 (perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia), de acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE de 25 de junio de 2002 sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental y en la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, considerando alcanzados los objetivos planteados inicialmente así como los establecidos en la legislación vigente.

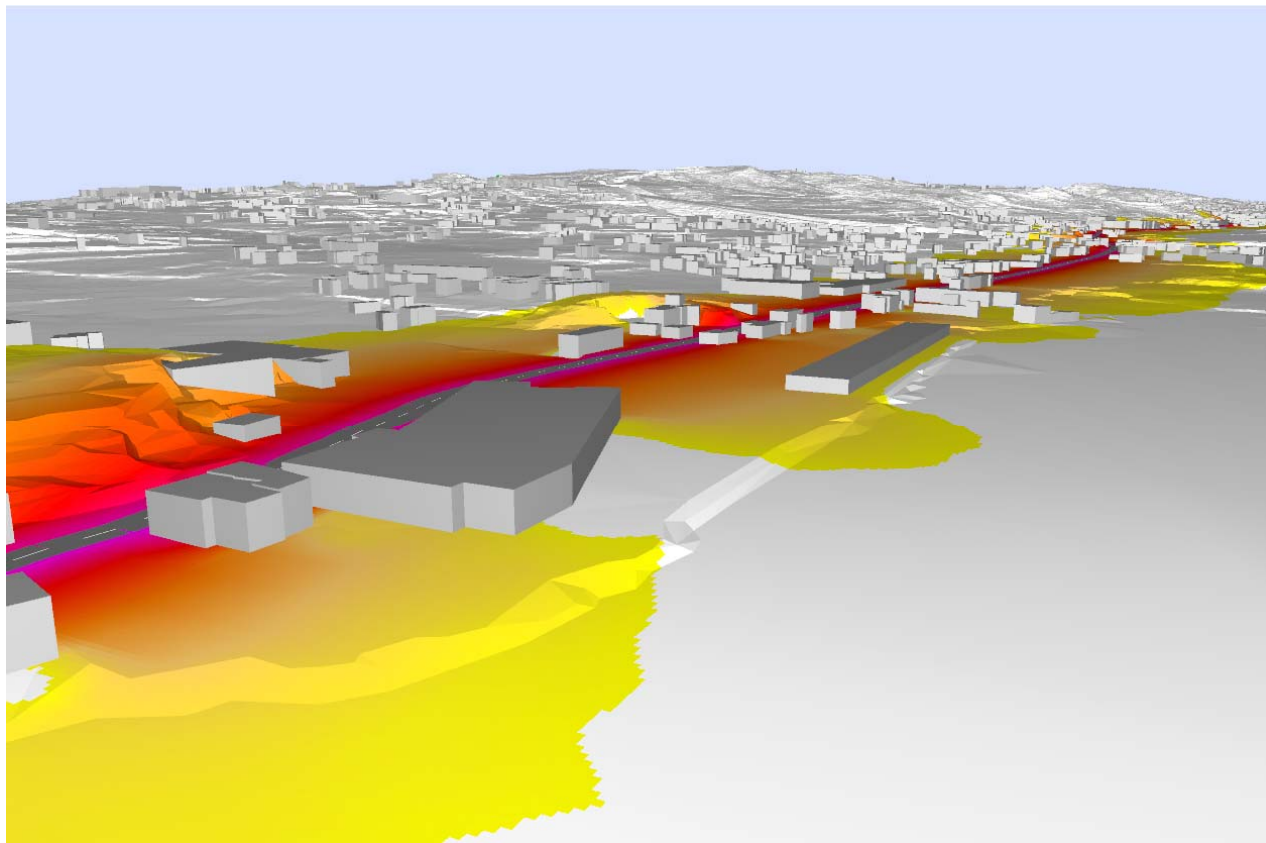
La elaboración de este estudio constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias que se deban realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones.

II PLANOS



XUNTA DE GALICIA

CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



CLAVE

PO/13/044.09.3

TIPO DE ESTUDIO

MAPA EXTRATÉXICO DE RUÍDO

DOCUMENTOS

DOCUMENTO RESUME

ESTRADA

PO-225
ALBA (N-550) - SAN CAETANO (PO-531)

PUNTOS QUILOMÉTRICOS

0+000 – 1+080

DATA

XULLO 2014

CONSULTOR



I MEMORIA

I MEMORIA

1.-	INTRODUCCIÓN	4
2.-	OBJETO DEL ESTUDIO.....	4
3.-	AUTORIDAD RESPONSABLE	5
4.-	PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES.....	5
5.-	ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME	6
6.-	METODOLOGÍA	9
6.1.-	MODELO DE SIMULACIÓN.....	9
6.2.-	CREACIÓN DEL MODELO 3D.....	10
6.2.1.-	INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA	10
6.2.2.-	INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO	11
6.2.3.-	INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS	13
6.2.4.-	MODELADO DE TÚNELES	16
6.2.5.-	MODELADO DE VIADUCTOS.....	16
6.2.6.-	MODELADO DE PASOS SUPERIORES.....	16
6.2.7.-	INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS	16
6.2.8.-	INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO	16
6.3.-	CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D	17
7.-	PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN	18
8.-	RESULTADOS.....	20
8.1.-	MAPAS DE NIVELES SONOROS.....	20
8.2.-	POBLACIÓN EXPUESTA.....	21
8.2.1.-	METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA	21
8.2.2.-	TABLAS DE RESULTADOS	24

8.3.-	MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN.....	26
9.-	CONCLUSIÓN	27

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	ÁMBITO DE ESTUDIO	6
FIGURA 2.	PO-225 INICIO CARRETERA	7
FIGURA 3.	PO-225. ZONA SETGA	7
FIGURA 4.	PLANO DE UBICACIÓN DE LA UME OBJETO DE ESTUDIO	8
FIGURA 5.	DETALLE DE LA VISTA DINÁMICA DEL MODELO TRIDIMENSIONAL GENERADO	9
FIGURA 6.	DETALLE DE LOS PUNTOS LIDAR FACILITADOS.....	11
FIGURA 7.	DETALLE DEL MDT GENERADO	11
FIGURA 8.	CURVADO FINALMENTE OBTENIDO A PARTIR DE LOS PUNTOS LIDAR	11
FIGURA 9.	VISTA 3D DE LA MODELIZACIÓN EFECTUADA	17
FIGURA 10.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LD, LE Y LDEN	21
FIGURA 11.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LN....	21

LISTA DE TABLAS

TABLA 1.	TRAMOS DE LA VÍA OBJETO DE ESTUDIO	5
TABLA 2.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA UME ESTUDIADA	8
TABLA 3.	DATOS DE TRÁFICO.....	12
TABLA 4.	DATOS DE POBLACIÓN EN LOS MUNICIPIOS AFECTADOS	15
TABLA 5.	OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA	19
TABLA 6.	VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA LOS PERIODOS LD, LE Y LDEN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO	24
TABLA 7.	VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA EL PERIODO LN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO	24

TABLA 8. NÚMERO DE VIVIENDAS EXPUESTAS (EN CENTENAS) A DISTINTOS RANGOS DE NIVEL SONORO PARA LOS PERIODOS LD, LE, LN Y LDEN.....25

TABLA 9. NÚMERO DE EDIFICIOS SENSIBLES (EN UNIDADES) Y CAMAS/ALUMNOS (EN CENTENAS) EXPUESTAS A DISTINTOS RANGOS PARA EL PERIODO LDEN.....25

TABLA 10. DATOS RELATIVOS A ZONAS DE AFECCIÓN PARA EL PERIODO LDEN.....26

II PLANOS

0.- PLANO DE SITUACIÓN

1.- MAPAS NIVELES SONOROS

1.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS DÍA (1:25.000)

1.2.- MAPAS DE NIVELES SONOROS TARDE (1:25.000)

1.3.- MAPAS DE NIVELES SONOROS NOCHE (1:25.000)

1.4.- MAPAS DE NIVELES SONOROS Lden (1:25.000)

2.- MAPAS DE AFECCIÓN

2.1.- MAPA DE ZONA DE AFECCIÓN (1:25.000)

1.- INTRODUCCIÓN

La aprobación de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental establece la necesidad de elaborar, en una primera fase, los Mapas Estratégicos de Ruido (MER) de grandes ejes viarios cuyo tráfico supere los seis millones de vehículos al año, para en una segunda fase realizar los mapas correspondientes a los grandes ejes viarios con tráfico superior a tres millones de vehículos al año.

La Directiva 2002/49/CE define el Mapa Estratégico de Ruido como "un 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."

Para la aplicación de la citada directiva en el territorio español se elaboró la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, que no se limita a transponer el contenido de la directiva, sino que trata de regular, a través de una adecuada distribución de competencias administrativas y del establecimiento de los mecanismos oportunos, la mejora de la calidad acústica en nuestro entorno.

Con el objeto de desarrollar esta ley se formuló el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, en cuanto a la evaluación y gestión del ruido ambiental, con la finalidad de prever, reducir o evitar los efectos nocivos, incluyendo las molestias derivadas de la exposición al ruido ambiental. A tal efecto se desarrollan los conceptos de ruido ambiental y sus efectos y molestias sobre la población, junto con una serie de medidas que permiten la consecución de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido, los planes de acción y la información a la población.

A fin de dar cumplimiento a la legislación vigente, la Consellería de Medio Ambiente Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestruturas, promueve la segunda fase de elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido de las vías pertenecientes a la Red Autonómica de Carreteras de Galicia.

2.- OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto del presente documento resumen es el de plasmar, de forma sintética y fácilmente comprensible, los resultados arrojados por los Mapas Estratégicos de Ruido

de los siguientes tramos de la vía PO-225, perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia:

DENOMINACIÓN	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONGITUD (km)
Alba (N-550) - San Caetano (PO-531)	Alba (N-550) - San Caetano (PO-531)	0+000	1+080	1,08

Tabla 1. Tramos de la vía objeto de estudio

Según se recoge en el Artículo 15 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, los mapas de ruido tendrán, entre otros, los siguientes objetivos:

- Permitir la evaluación global de la exposición a la contaminación acústica de una determinada zona.
- Permitir la realización de predicciones globales para dicha zona.
- Posibilitar la adopción fundada de planes de acción en materia de contaminación acústica y, en general, de las medidas correctoras adecuadas.

Asimismo, la elaboración de los MER constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias a realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones

3.- AUTORIDAD RESPONSABLE

La autoridad responsable de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruidos fue la Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, contando con la asistencia de la empresa ICEACSA Consultores S.L.U.

4.- PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES

De acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, y en la Ley del Ruido y sus posteriores Reglamentos, tuvieron que realizarse, en una primera fase los Mapas Estratégicos de Ruido de las carreteras de más de 6 millones de vehículos al año; y en una segunda fase los de las carreteras de más de 3 millones de vehículos al año.

Por lo tanto, en la actualidad no se encuentra vigente ningún Programa de Acción contra el ruido derivado de la primera fase en la Unidad de Mapa Estratégico Alba (N-550) - San Caetano (PO-531) entre los PP.KK. 0+000 al 1+080. Así, en cumplimiento de la legislación, se elabora en la segunda fase esta UME. El estudio constituye la primera aproximación a la problemática del ruido generado por la infraestructura viaria.

5.- ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME

El tramo objeto de estudio pertenece a la vía PO-225, carretera que enlaza en Pontevedra la PO-531 con la N-550, siendo la longitud total de la vía de 1,08 km.



Figura 1. Ámbito de estudio

Parte de la zona de A Balea, en la intersección con la N-550, donde las viviendas de tipo unifamiliar se entremezclan con prados y campos de cultivos.



Figura 2. PO-225 inicio carretera

Desde aquí hasta el final, el paisaje prácticamente no sufre cambios, intercalándose viviendas de tipo unifamiliar con parados y campos de cultivos. En el pk 0+350, pasa bajo la vía del tren y desde aquí, hasta la zona donde se encuentran las instalaciones de SETGA, aumenta ligeramente la densidad de edificaciones en el entorno próximo a la carretera.



Figura 3. PO-225. Zona SETGA

La identificación de las Unidad de Mapa Estratégico (UME) se realizó conforme a los siguientes criterios generales:

- Una UME solamente puede incluir tramos pertenecientes a una misma vía.

- Todos los tramos que conforman la UME deben tener una IMD igual o superior a 3.000.000 veh/año, como establece la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental.

Teniendo en cuenta dichos criterios, los tramos recogidos en la tabla siguiente comprenden una única Unidad de Mapa Estratégico (UME), contemplándose como fuente de ruido independiente, analizándose su efecto por separado y obteniéndose un Mapa Estratégico de Ruido en el que únicamente se considera la propagación del ruido causado por el tronco de la infraestructura. Dichos mapas se corresponden al alcance de la segunda fase de la Directiva 2002/49/CE y su correspondiente transposición a la legislación estatal:

UME	VÍA	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONG (km)	IMD (VEH/DÍA)	% PESADOS	MUNICIPOS AFECTADOS
01	PO-225	Alba (N-550) - San Caetano (PO-531)	0+000	1+080	1,08	10.335,00	4,4	Pontevedra

Tabla 2. Características generales de la UME estudiada

En la figura siguiente se muestra la ubicación del tramo estudiado.



Figura 4. Plano de ubicación de la UME objeto de estudio

6.- METODOLOGÍA

Para la realización de la simulación acústica fue necesaria la implementación de un modelo tridimensional del área de estudio, incluyendo carreteras, edificaciones y elementos singulares, tal y como se aprecia en la imagen adjunta.

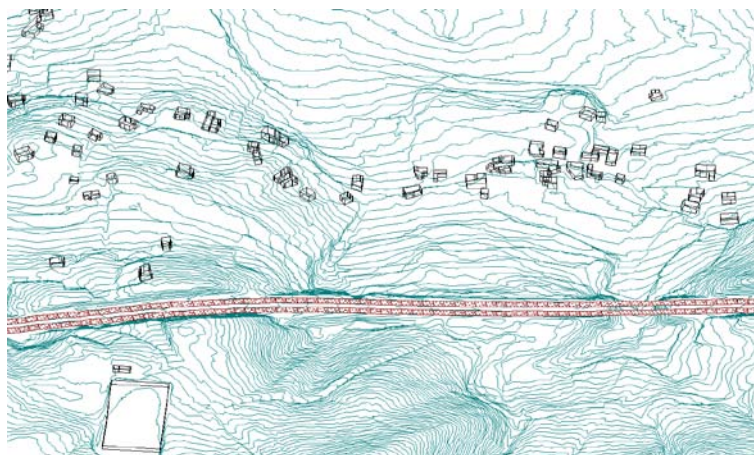


Figura 5. Detalle de la vista dinámica del modelo tridimensional generado

El software predictivo para la realización del modelo tridimensional del área de estudio, y para el posterior desarrollo de los cálculos matemáticos de propagación de ruido en ambiente exterior y ejecución de los Mapas Estratégicos de Ruido, fue CadnaA Versión 4.4 (DataKustik GmbH). Con este software, y con un modelado del entorno preciso, se pueden determinar los niveles de ruido causados por el tráfico rodado. Tanto el procesado previo de la información de base como el análisis de los datos obtenidos se realizó mediante GIS.

6.1.- MODELO DE SIMULACIÓN

Siguiendo las disposiciones del Real Decreto 1513/2005, los índices de ruido del tráfico rodado fueron determinados por medio del método nacional de cálculo francés «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTULCPC-CSTB)», mencionado en el «Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal officiel du 10 mai 1995, article 6» y en la norma francesa «XPS 31-133». Este modelo es el propuesto de manera provisional por la Unión Europea para la realización de mapas de ruido en aquellos países que carezcan del suyo propio, según se describe en la recomendación 2003/613/EC de la Comisión Europea.

La elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido engloba la generación del modelo digital, la definición de los parámetros de entrada, el cálculo de los mapas y la evaluación de los resultados obtenidos.

El modelo 3D estará constituido por la topografía y las edificaciones del ámbito de estudio, el tramo/s de carretera que conforman la UME, y los elementos singulares concretos de cada caso (viaductos, pasos superiores, muros, pantallas acústicas,...).

- Carreteras: datos de tráfico (IMD y porcentaje de pesados), características del firme, tipo de flujo y límites de velocidad.
- Edificios: tipo de uso, altura, número de plantas, número de habitantes (en caso de ser residencial) y coeficiente de absorción alfa.
- Viaductos: longitud de apantallamiento.
- Muros y pantallas: pérdidas por reflexión.
- Terreno: coeficientes de absorción.
- Túneles: radiación procedente de las entradas y salidas.

Definido el modelo e introducidos los parámetros y configuración, se lleva a cabo la simulación acústica, obteniéndose de este modo los Mapas Estratégicos de Ruido.

6.2.- CREACIÓN DEL MODELO 3D

En el presente apartado se describen los procesos necesarios para la definición del escenario de modelización en el software de cálculo a partir de la información base.

La definición de cada uno de los atributos que caracterizan los elementos del modelo se realizó en GIS previa incorporación al software de cálculo. El objeto de este tratamiento previo es el de sistematizar el proceso de creación del modelo, evitando errores u omisiones en la definición del escenario.

6.2.1.- INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA

Para llevar a cabo el modelado digital del terreno (MDT) se empleó como fuente de información el vuelo LIDAR suministrado por la Axencia Galega de Infraestruturas, del que se extrajo la nube de puntos que conforman el terreno. Posteriormente, mediante un proceso de triangulación se obtuvieron las curvas de nivel cada metro.



Figura 6. Detalle de los puntos LIDAR facilitados



Figura 7. Detalle del MDT generado

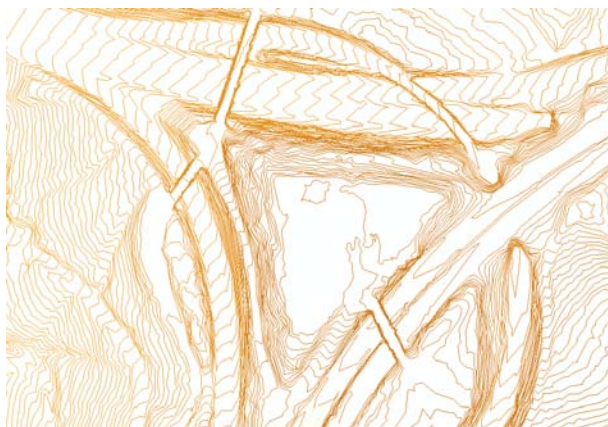


Figura 8. Curvado finalmente obtenido a partir de los puntos LIDAR

6.2.2.- INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO

Mediante el empleo de herramientas GIS, el eje de la carretera se definió a partir del conjunto de datos geométricos facilitados por la Axencia Galega de Infraestruturas, disponiendo de puntos cada 10 m, con la siguiente información:

- Coordenadas X, Y, Z.
- Número de carriles.
- Anchos de plataforma, calzada y arcenes.
- Peraltes y pendientes.

Las características geométricas que definen el eje cada 10 m se extendieron para cada punto 5 m antes y 5 m después. Una vez definido el eje se procedió a la corrección y depuración de la información, comparando los ejes con la ortofoto actualizada y con los datos tomados en las preceptivas visitas a campo realizadas. Establecida la geometría definitiva de la vía, se definieron en GIS los atributos que

caracterizan la emisión acústica, con anterioridad a su importación desde CadnaA. A continuación se describe cada uno de los atributos considerados, los datos de partida disponibles, así como el tratamiento realizado previa incorporación al modelo:

- **Geometría:** la PO-225, cuenta en todo el tramo de estudio con una única calzada con dos carriles, excepto en el inicio y final que cuenta con 4. El ancho medio del carril es de 3,3 m. Los arcenes en ambas márgenes son menores de 1 m y prácticamente de 0 m en todo el tramo.
- **Datos de tráfico:** los datos de tráfico utilizados para el cálculo de los niveles sonoros fueron los correspondientes a las Memorias de Aforos del año 2012, proporcionadas por la Axencia Galega de Infraestruturas.

Tomando como base la distribución horaria en un día medio, se llevó a cabo el cálculo de la IMD por hora para cada uno de los periodos considerados (día, tarde y noche). Puesto que para el tramo objeto de estudio no se disponía de distribución horaria, al valor de la IMD diaria del año 2012 se le aplicó la distribución porcentual del tramo Glor. Monasterio de Poio (VG-4.8) - San Xoán de Poio (PO-308), perteneciente a la carretera PO-535, según criterios de la Axencia Galega de Infraestruturas.

Asimismo, para la distribución de pesados se aplicó para todos los periodos considerados el valor diario del tramo Glor. Monasterio de Poio (VG-4.8) - San Xoán de Poio (PO-308), perteneciente a la carretera PO-535.

UME	VÍA	TRAMO	IMD				% PESADOS
			(VEH/DÍA)	DÍA (VEH/H)	TARDE (VEH/H)	NOCHE (VEH/H)	
01	PO-225	Alba (N-550) - San Caetano (PO-531)	10.355	621,0	574,8	75,5	4,4

Tabla 3. Datos de tráfico

- **Límite de velocidad:** partiendo de la velocidad límite permitida por la normativa para la vía objeto de estudio (80 km/h), se determinaron los tramos con restricciones de velocidad a partir de los datos de señalización vertical aportados por la Axencia Galega de Infraestruturas, realizándose una revisión de los mismos en las visitas a campo realizadas. En aquellos lugares en los

que se detectó señalización insuficiente o contradictoria (ausencia de señales de fin de limitación de velocidad, tramos interurbanos sin especificación de la velocidad máxima permitida,...) se optó por definir tramos los más homogéneos posibles, tomando siempre el valor de velocidad más desfavorable (la mayor de los posibles).

Cabe resaltar que para cada una de los subtramos se establecieron límites de velocidad diferenciados en función del tipo de vehículo que circule (ligero o pesado), ya que según el límite establecido dicha velocidad puede no ser coincidente.

- Superficie de la carretera: el tipo de firme tiene influencia directa sobre la emisión de la vía. La UME objeto de estudio presenta una capa de asfalto bituminoso en toda su longitud.
- Tipo de flujo: de forma general se consideró que el flujo es continuo fluido.

Una vez definida la geometría y los parámetros característicos de cada subtramo de 10 m que compone la UME, se procedió a su importación en CadnaA como carretera en formato shape. Por último, para conseguir que la carretera se acople por completo al terreno, se realizó el ajuste del MDT al objeto bajo la plataforma de la vía.

6.2.3.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS

Tomando como base la capa shape de la Dirección General del Catastro, se realizó una revisión general del ámbito de trabajo, completándose aquellas zonas que presentaban carencia de edificaciones recientes. Esta revisión se hizo a partir de las fotografías aéreas del PNOA y mediante visitas a campo. Así, se elaboró una cobertura de polígonos revisada a través de:

- La digitalización de los edificios inexistentes en el Catastro.
- La eliminación de los elementos que ya no existen o que no se corresponden con edificios (invernaderos, piscinas,...).

6.2.3.1.- ALTURA

La altura de las edificaciones se definió a partir del número de plantas contempladas en los datos del Catastro, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La altura mínima de un edificio es de 4 m.
- En los edificios residenciales, sanitarios y educativos se consideró una altura de 4 m para las plantas bajas, y de 3 m para el resto.
- Aquellas edificaciones que comparten código catastral y están claramente unidas se agruparon como un único edificio, asignándole el número de plantas correspondiente al edificio más alto con código compartido.

Para aquellos edificios que no se encuentran contenidos en la base de datos de Catastro y que fueron digitalizados posteriormente, el número de plantas fue estimado a partir de la revisión de la fotografía aérea y de las visitas, corrigiendo y depurando errores de la información catastral de base (alturas inexistentes o excesivas).

6.2.3.2.- USO

Partiendo de los metadatos descargados de la Sede Electrónica del Catastro, los usos de los edificios se completaron a través de las siguientes fuentes de información:

- Fotografías aéreas del PNOA.
- Información de las visitas a campo realizadas.

Los usos identificados fueron:

- Residencial.
- Sanitario y docente.
- Industrial, terciario y otros.

A todos los edificios de la zona de estudio se asignó uno de los anteriores usos con el fin de identificar los edificios residenciales para el cálculo de la población, así como para determinar las áreas acústicas en la elaboración de los mapas de zonas de conflicto. Además, se identificaron los edificios de tipo docente y sanitario por ser receptores sensibles, a través de la información disponible en las siguientes fuentes:

- Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria de la Xunta de Galicia.
- Consellería de Sanidade de la Xunta de Galicia.

6.2.3.3.- POBLACIÓN ASIGNADA

Uno de los objetivos de los MER es la obtención del número de personas expuestas a los diferentes niveles de ruido, para lo que se realizó un tratamiento consistente en el reparto de la población entre los edificios residenciales existentes.

La información de partida se obtuvo del padrón municipal de habitantes del año 2013 del Instituto Galego de Estatística (IGE). Tomando como base la población de cada municipio, y una vez identificados los edificios residenciales de cada uno, se hizo un reparto proporcional de la población en función de la superficie residencial total construida. El número de habitantes en cada se calculó como el producto del coeficiente de habitabilidad anteriormente definido por la superficie de cada edificio residencial, resultando:

MUNICIPIO	POBLACIÓN	SUP. TOTAL RESIDENCIAL (m ²)	COEF. HABITABILIDAD (HAB/m ²)
Pontevedra	82.934	4.943.687	0,0168

Tabla 4. Datos de población en los municipios afectados

En el caso de los edificios sensibles se cuantificó el número de alumnos en los edificios de uso docente, y de camas en los de uso sanitario.

6.2.3.4.- EFECTO REFLECTANTE

Para tener en cuenta el efecto reflectante de las edificaciones se asignó un Coeficiente de Absorción Alfa de 0,4 en todos los casos.

6.2.3.5.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS EN CADNAA

Una vez depurada y corregida la capa de edificaciones, con todos los atributos definidos se importaron desde CadnaA como edificio en formato shape.

En última instancia se hizo una revisión general del modelo, subsanándose aquellos desajustes existentes entre la topografía y la base de los edificios ("enterramientos"), así como los solapes entre la plataforma de la vía y las edificaciones incorporadas.

6.2.4.- MODELADO DE TÚNELES

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad túneles en la presente UME.

6.2.5.- MODELADO DE VIADUCTOS

Aquellos tramos de la carretera que presentan viaductos, puentes, pontones o pasos inferiores de grandes dimensiones fueron modelizados evitando la emisión acústica bajo el plano de la plataforma de la vía. Para ello, siguiendo las recomendaciones del software predictivo, estos tramos se configuraron como auto-apantallados con una anchura adicional de 1,5 m a izquierda y derecha.

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad viaductos en toda la UME.

6.2.6.- MODELADO DE PASOS SUPERIORES

En el modelo se definieron únicamente aquellos pasos superiores que presentan un ancho superior a 25 m, incorporándose como reflectores 3D.

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pasos superiores con anchura superior a 25 m en la presente UME.

6.2.7.- INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pantallas acústicas en la presente UME.

6.2.8.- INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO

Las características del suelo son un factor determinante en la propagación del ruido, por lo que en la modelización efectuada se definieron diferentes áreas de absorción.

De forma genérica se considera el terreno base como absorbente ($G=1$, sin embargo se definieron ciertas áreas de carácter urbano e industrial como reflectantes ($G=0$), realizándose la zonificación del territorio en base a los usos del suelo definidos por el Instituto de Estudios do Territorio. De esta forma, las áreas consideradas como

reflectantes son las correspondientes a núcleos de población, tejido urbano continuo y zonas industriales, comerciales y de servicios.

La incorporación de estas zonas al modelo se realizó importándose como áreas de absorción del suelo en formato shape.

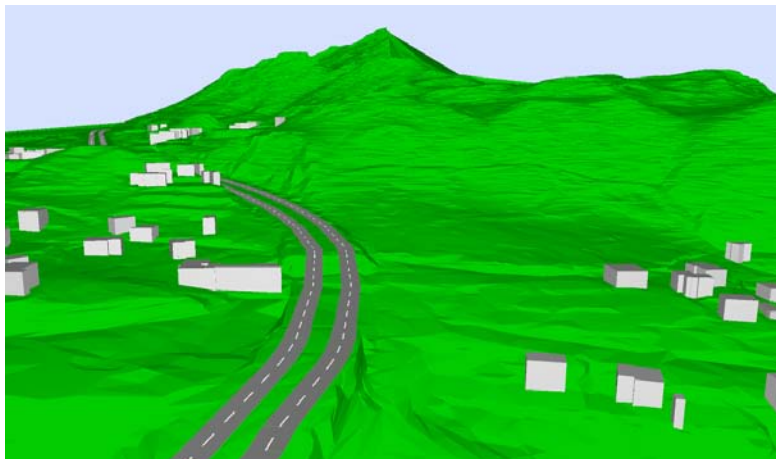


Figura 9. Vista 3D de la modelización efectuada

6.3.- CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D

Para la elaboración de los MER de cada UME, con anterioridad a la introducción de los diferentes elementos que componen el modelo, es preciso definir una configuración de cálculo en el software de acuerdo a la Directiva 2002/49/CE donde se identifiquen los parámetros necesarios para la correcta definición del escenario previsto.

- La norma empleada para el cálculo es la NMPB-Routes-96.
- El espaciado de los receptores en la malla de cálculo es de 10 x 10 m a una altura de 4 m sobre el suelo.
- El orden máximo de reflexiones consideradas es de 1.
- Se estableció un radio máximo de búsqueda de 2.000 m.
- El porcentaje de condiciones favorables día/noche se corresponde con un 50% en periodo diurno, un 75% en periodo vespertino y un 100% en periodo nocturno.
- Siguiendo las recomendaciones de la European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN), las condiciones atmosféricas consideradas son una temperatura de 15°C y una humedad del 70%.

- El cálculo de la atenuación sufrida por las ondas sonoras en el medio ambiente exterior se obtiene de acuerdo a los procedimientos de la ISO 9613.
- Los valores de inmisión considerados son L_{dia} , L_{tarde} , L_{noche} y L_{den} , todos ellos en dBA, a una altura de evaluación de 4 m.
- La designación de horas para los periodos considerados es de 07:00 a 19:00 día, de 19:00 a 23:00 tarde y de 23:00 a 07:00 noche.
- Se aplicó una penalización de 0 dB para el periodo diurno, de 5 dB para el vespertino y de 10 dB para el nocturno.
- Para la evaluación de los niveles de ruido en fachada de edificios se consideró una altura de las plantas bajas de 4 m y de 3 m para el resto. Asimismo, se tuvo en cuenta únicamente el sonido incidente, es decir, no se consideró el sonido reflejado en la fachada donde se realiza la evaluación, aunque sí las reflexiones en el resto de edificios y obstáculos presentes en el área de estudio.

7.- PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN

Para determinar los indicadores y los niveles límites de referencia que permitan evaluar la afección al ruido, se recurrió a la legislación vigente en materia de objetivos de calidad acústica que viene fijada en 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, concretamente lo recogido en el Capítulo III "Zonificación acústica. Objetivos de calidad acústica" y en el Capítulo IV "Emisores acústicos. Valores límite de emisión e inmisión".

El artículo 14 del citado Real Decreto dice textualmente:

1. En las áreas urbanizadas existentes se establece como objetivo de calidad acústica para ruido el que resulte de la aplicación de los siguientes criterios:

a) Si en el área acústica se supera el correspondiente valor de alguno de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla A, del anexo II, su objetivo de calidad acústica será alcanzar dicho valor.

ANEXO II

Objetivos de calidad acústica

Tabla A. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes.

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L_d	L_e	L_n
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.

Tabla 5. Objetivos de calidad acústica

En relación al tipo de área f se aplicará el Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica 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.

Como se puede observar en la tabla anterior, los objetivos se establecen para los índices de ruido, L_d , L_e y L_n , cuya definición según 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, es:

L_d es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año.

L_e es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año.

L_n es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año.

En vista de lo expuesto, la evaluación de la exposición al ruido de la población pasará por determinar cada uno de los indicadores L_d , L_e y L_n , y compararlos con los niveles límite establecidos en los objetivos de calidad acústica para cada tipo de área.

8.- RESULTADOS

Conforme a la normativa vigente, la elaboración de un mapa estratégico conlleva la obtención de una información gráfica y otra alfanumérica, representada mediante mapas y tablas de afección.

La escala básica de representación de los Mapas Estratégicos de Ruido contenidos en el presente documento es 1/25.000, siendo la base cartográfica la 1/5.000 de la Xunta de Galicia. El sistema de proyección es ETRS-89, zona 29 N.

En la elaboración de los MER de cada UME, el área de estudio vino delimitada por la longitud del tramo/s de carretera que define la propia UME y por una banda, con un ancho de 1.500 m a cada lado del eje de la calzada.

8.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS

Son mapas de líneas isófonas elaborados a partir de los niveles de ruido calculados en puntos receptores a lo largo de toda la zona de estudio.

Se elaboraron los planos de niveles sonoros representando los indicadores establecidos por la legislación básica estatal y las recomendaciones del Ministerio de Fomento, siendo los mapas generados los siguientes:

- Mapa de niveles sonoros de L_d en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_e en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_n en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70.

- Mapa de niveles sonoros de Lden en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.

Lden, Ld, Le

Rango	Descripción	R	G	B
> 75	Rosa fuerte	255	0	255
70-75	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
< 55	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	55-60
	60-65
	65-70
	70-75
	>75

Figura 10. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del Ld, Le y Lden

Ln

Rango	Descripción	R	G	B
>70	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
50-55	Verde	100	200	0
< 50	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	50-55
	55-60
	60-65
	65-70
	>70

Figura 11. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del Ln

8.2.- POBLACIÓN EXPUESTA

8.2.1.- METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA

La determinación de la situación acústica a partir de los mapas de niveles sonoros requiere el análisis de la afección del ruido sobre la población. En esta línea, la normativa establece que debe estimarse el número de personas expuestas a ciertos rangos de niveles de presión sonora, sin entrar en detalles técnicos de cómo proceder.

Existen diferentes métodos para determinar los niveles de exposición en fachada para cada uno de los edificios, conforme a la normativa y a las guías de trabajo internacionales en materia de contaminación acústica.

La Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, con el fin de determinar la exposición al ruido ambiental de los Estados Miembros, establece en su Anexo VI que deberá comunicarse a la comisión europea, para el caso de las aglomeraciones sobre las que se realice el Mapa Estratégico de Ruidos (MER), la siguiente información:

- Número estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de Lden en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (55-59, 60-

64, 65-69, 70-74, >75), distinguendo entre el tráfico rodado, el tráfico ferroviario, el tráfico aéreo y las fuentes industriales.

- El número total estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de L_n en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70), distinguendo entre el tráfico rodado, ferroviario, aéreo y las fuentes industriales.

Este planteamiento, denominado END (European Noise Directive), es el que debe utilizarse para entregar los resultados a la comisión europea, siendo también habitual para la entrega al resto de administraciones. Sin embargo, este procedimiento, es el que proporciona peores resultados con respecto a la exposición real de la población, arrojando valores de población afectada a distintos rangos de niveles sonoros muy superiores a la realidad, por lo resulta necesario plantear otros métodos que, de forma adicional, arrojen resultados que no sobreestimen la población expuesta.

A continuación se presentan los siguientes procedimientos de estimación de la población afectada por ruido ambiental:

- Método END
- Método VBEB Alemán

8.2.1.1.- MÉTODO END

El método END (European Noise Directive) se presenta en la Directiva Europea 2002/49/CE como un método para satisfacer la obligación de proporcionar a la comisión europea los datos del número estimado de personas cuyas viviendas están expuestas a diferentes rangos de L_{den} y L_n , a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta, aquella que soporta mayor nivel de presión sonora.

Esta estimación, requiere del cálculo de receptores específicos en cada una de las fachadas de los edificios, a una altura relativa de 4 metros respecto al suelo y tomando las consideraciones necesarias para excluir las reflexiones acústicas de la propia fachada como ruido incidente en el propio receptor.

Este planteamiento, supone que todos los habitantes de cada edificio están sometidos al mayor nivel de presión sonora registrado en la fachada más expuesta, lo que no se acerca a la situación real, en la que la población se distribuye a lo largo del edificio, en

relación a la posición de las viviendas. Este procedimiento podría dar resultados próximos a la realidad en viviendas unifamiliares, pero en el caso de edificios de varias plantas se obtendría un resultado de población expuestas sobreestimado.

8.2.1.2.- MÉTODO VBEB

El método alemán VBEB (Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm) permite obtener los valores reales de afección a los que se encuentra expuesta la población. Su procedimiento contempla la distribución de receptores de niveles de presión sonora a lo largo de las fachadas, estableciendo estos a diferentes niveles de altura en función del número de plantas.

Cada uno de estos receptores determinará el nivel de presión sonora al que se encuentra expuesta cada vivienda, considerando el parámetro de altura, a diferencia del método END expuesto anteriormente, en el que la evaluación de la exposición se realizaba a 4 m del suelo.

Esta metodología permite afinar los resultados al distribuir la población de cada edificio a lo largo del perímetro en planta y de las alturas. Como se puede intuir, los niveles de presión sonora evaluados a diferentes alturas proporcionarán resultados distintos, en función de la mayor o menor distancia a la fuente y las posibles reflexiones de los edificios del entorno, encontrándose, de esta forma, los habitantes de viviendas a diferentes alturas, en una misma planta, expuestas a distintos grados de afección.

8.2.2.- TABLAS DE RESULTADOS

8.2.2.1.- POBLACIÓN AFECTADA

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)						
RANGO (dBA)	Ld		Le		Lden	
	END	VBEB	END	VBEB	END	VBEB
55 – 59	1	0	1	0	1	0
60 – 64	0	0	0	0	0	0
65 – 69	0	0	0	0	0	0
70 – 74	0	0	0	0	0	0
≥ 75	0	0	0	0	0	0

Tabla 6. Valores de población afectada (en centenas) para los periodos Ld, Le y Lden en función del método considerado

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)		
RANGO (dBA)	Ln	
	END	VBEB
50 – 54	0	0
55 – 59	0	0
60 – 64	0	0
65 – 69	0	0
≥ 70	0	0

Tabla 7. Valores de población afectada (en centenas) para el periodo Ln en función del método considerado

A la vista de los resultados contenidos en las tablas adjuntas, se puede observar como el método END obtiene valores ligeramente superiores para todos los periodos, excepto el Ln, en niveles bajos de ruido, si bien la población expuesta a valores de ruido por encima de 60 dB no llega en ningún caso a la centena, independientemente del método considerado.

Estos resultados son debidos a que se trata de una vía sin asentamientos poblacionales de importancia en las cercanías de la traza, siendo la población afectada de forma mayoritaria la residente en viviendas unifamiliares enclavadas en zonas rurales dispersas.

8.2.2.2.- VIVIENDAS AFECTADAS

Nº VIVIENDAS AFECTADAS (EN CENTENAS)					
RANGO (dBA)	Ld	Le	Lden	RANGO (dBA)	Ln
55 – 59	0	0	0	50 – 54	0
60 – 64	0	0	0	55 – 59	0
65 – 69	0	0	0	60 – 64	0
70 – 74	0	0	0	65 – 69	0
≥ 75	0	0	0	≥ 70	0

Tabla 8. Número de viviendas expuestas (en centenas) a distintos rangos de nivel sonoro para los periodos Ld, Le, Ln y Lden

Al igual que ocurre con la exposición de la población, el número de viviendas afectadas por el ruido de la carretera es prácticamente inexistente, no llegándose a alcanzar la centena de edificios afectados por niveles superiores a 55 dB en ningún periodo.

8.2.2.3.- EDIFICIOS SENSIBLES

AFECCIÓN A EDIFICIOS SENSIBLES				
SANITARIOS			DOCENTES	
RANGO (dBA)	Lden		Lden	
	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº CAMAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº ALUMNOS (CENTENAS)
55 – 59	0	0	0	0
60 – 64	0	0	0	0
65 – 69	0	0	0	0
70 – 74	0	0	0	0
≥ 75	0	0	0	0

Tabla 9. Número de edificios sensibles (en unidades) y camas/alumnos (en centenas) expuestas a distintos rangos para el periodo Lden.

A raíz de la modelización efectuada se puede concluir que ningún edificio sensible se ve afectado por el ruido generado por la carretera objeto de estudio, debido a la atenuación ocasionada por la distancia entre el foco emisor y los receptores (edificios sanitarios y docentes).

8.3.- MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN

Se obtuvo a partir del mapa de niveles sonoros del indicador Lden.

Incluye los datos de superficies totales (en km²), expuestas a valores de Lden superiores a 55, 65, y 75 dB, respectivamente. En ellos se indica además el número total estimado de viviendas (en centenares), y el número total estimado de personas (en centenares) que viven en cada una de esas zonas.

Las isófonas correspondientes a 55, 65 y 75 dB figuran en el mapa y se incluye información sobre la ubicación de las ciudades, pueblos y aglomeraciones situadas dentro de esas curvas.

EXPOSICIONES A DIFERENTES VALORES Lden					
RANGO (dBA)	SUPERFICIE	POBLACIÓN		EDIFICIOS SENSIBLES	
	(km ²)	Nº VIVIENDAS (CENTENAS)	Nº PERSONAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS SANITARIOS (UD)	Nº EDIFICIOS DOCENTES (UD)
≥ 55	0,11	1	1	0	0
≥ 65	0,04	0	1	0	0
≥ 75	0,00	0	0	0	0

Tabla 10. Datos relativos a zonas de afección para el periodo Lden

Observando los resultados de los mapas de afección se puede concluir que las superficies afectadas, incluso a rangos inferiores a 65 dB, ocupan áreas de reducidas dimensiones, lo que ocasiona que el número de viviendas y personas afectadas sea tan exiguo.

A modo aclaratorio cabe resaltar, que para obtener una mayor precisión en los resultados presentados, los valores referentes a población de la presente tabla se obtuvieron considerando el número de viviendas y personas afectadas en unidades, por lo que algunos valores difieren del resultado obtenido realizando el sumatorio de personas y viviendas expuestas del epígrafe 8.2.2.1., ya que en estas tablas se presentan en centenares.

9.- CONCLUSIÓN

Con la realización del presente estudio se elaboraron los Mapas Estratégicos de Ruido del tramo Alba (N-550) - San Caetano (PO-531) de la vía PO-225 (perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia), de acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE de 25 de junio de 2002 sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental y en la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, considerando alcanzados los objetivos planteados inicialmente así como los establecidos en la legislación vigente.

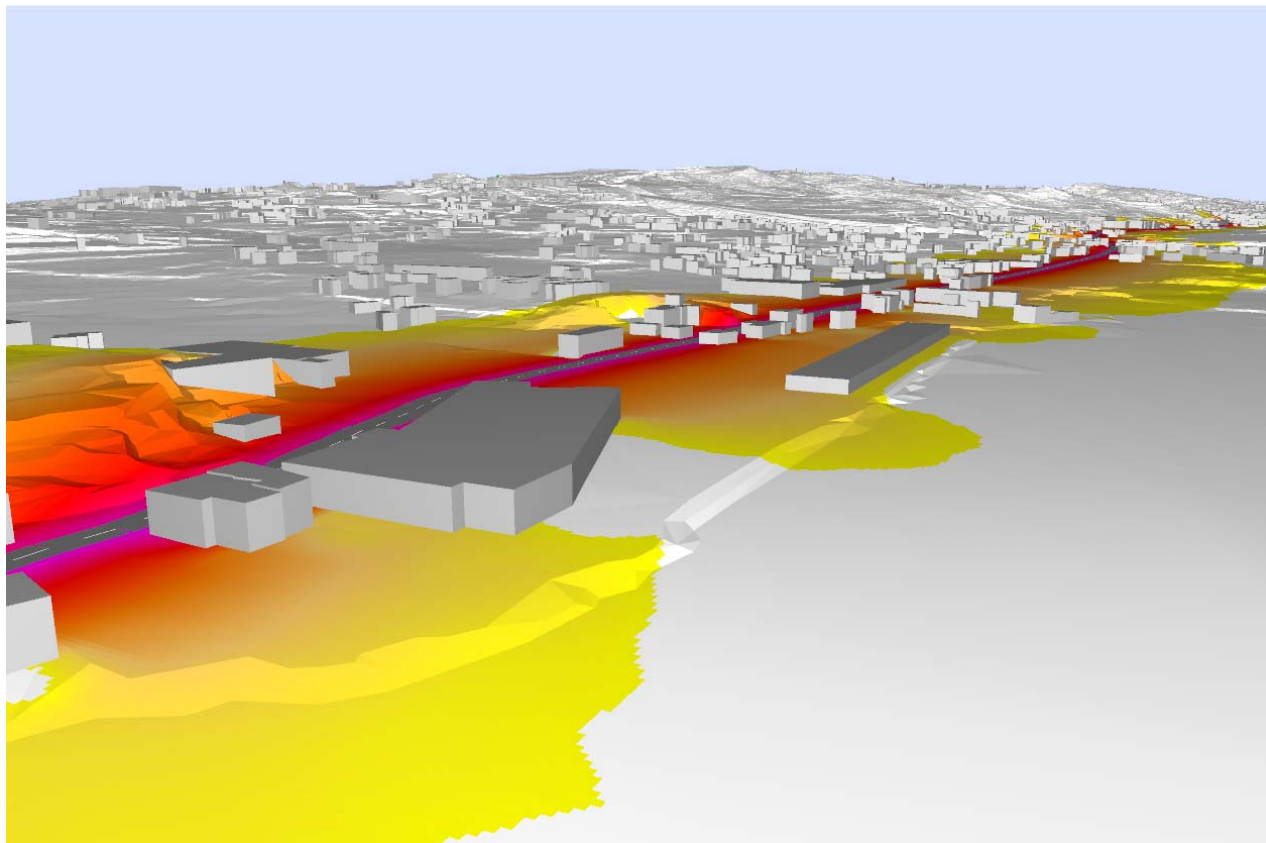
La elaboración de este estudio constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias que se deban realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones.

II PLANOS



XUNTA DE GALICIA

CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



CLAVE

PO/13/043.09.5

TIPO DE ESTUDIO

MAPA EXTRATÉXICO DE RUÍDO

DOCUMENTOS

DOCUMENTO RESUME

ESTRADA

PO-300
MOSTEIRO - CAMBADOS (VG-4.3)

PUNTOS QUILOMÉTRICOS

10+040 – 11+710

DATA

XULLO 2014

CONSULTOR



I MEMORIA

I MEMORIA

1.-	INTRODUCCIÓN	4
2.-	OBJETO DEL ESTUDIO.....	5
3.-	AUTORIDAD RESPONSABLE	5
4.-	PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES.....	5
5.-	ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME	6
6.-	METODOLOGÍA	9
6.1.-	MODELO DE SIMULACIÓN.....	10
6.2.-	CREACIÓN DEL MODELO 3D.....	11
6.2.1.-	INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA	11
6.2.2.-	INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO.....	12
6.2.3.-	INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS	14
6.2.4.-	MODELADO DE TÚNELES	17
6.2.5.-	MODELADO DE VIADUCTOS.....	17
6.2.6.-	MODELADO DE PASOS SUPERIORES.....	17
6.2.7.-	INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS	17
6.2.8.-	INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO	18
6.3.-	CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D	18
7.-	PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN	19
8.-	RESULTADOS.....	21
8.1.-	MAPAS DE NIVELES SONOROS.....	21
8.2.-	POBLACIÓN EXPUESTA.....	22
8.2.1.-	METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA	22
8.2.2.-	TABLAS DE RESULTADOS	25

8.3.-	MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN.....	27
9.-	CONCLUSIÓN	27

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	PLANO DE UBICACIÓN DE LA UME OBJETO DE ESTUDIO	6
FIGURA 2.	INICIO DEL TRAMO.....	7
FIGURA 3.	PASO POR SAMEIRO	7
FIGURA 4.	PASO POR O SINEIRO	7
FIGURA 5.	INICIO DEL TRAMO.....	8
FIGURA 6.	PLANO DE UBICACIÓN DE LA UME OBJETO DE ESTUDIO	9
FIGURA 7.	DETALLE DE LA VISTA DINÁMICA DEL MODELO TRIDIMENSIONAL GENERADO	10
FIGURA 8.	DETALLE DE LOS PUNTOS LIDAR FACILITADOS.....	12
FIGURA 9.	DETALLE DEL MDT GENERADO	12
FIGURA 10.	CURVADO FINALMENTE OBTENIDO A PARTIR DE LOS PUNTOS LIDAR	12
FIGURA 11.	CALZADA CON DOS CARRILES	13
FIGURA 12.	VISTA 3D DE LA MODELIZACIÓN EFECTUADA	18
FIGURA 13.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LD, LE Y LDEN.....	22
FIGURA 14.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LN....	22

LISTA DE TABLAS

TABLA 1.	TRAMOS DE LA VÍA OBJETO DE ESTUDIO	5
TABLA 2.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA UME ESTUDIADA	9
TABLA 3.	DATOS DE TRÁFICO.....	14
TABLA 4.	DATOS DE POBLACIÓN EN LOS MUNICIPIOS AFECTADOS	16
TABLA 5.	PANTALLAS Y BARRERAS INCLUIDAS EN EL MODELO	17
TABLA 6.	OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA	20

TABLA 7. VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (CENTENAS) PARA LD, LE Y LDEN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO..... 25

TABLA 8. VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (CENTENAS) PARA LN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO 25

TABLA 9. NÚMERO DE VIVIENDAS EXPUESTAS (EN CENTENAS) A DISTINTOS RANGOS DE NIVEL SONORO PARA LOS PERIODOS LD, LE, LN Y LDEN..... 26

TABLA 10. NÚMERO DE EDIFICIOS SENSIBLES (EN UNIDADES) Y CAMAS/ALUMNOS (EN CENTENAS) EXPUESTAS A DISTINTOS RANGOS PARA EL PERIODO LDEN..... 26

TABLA 11. DATOS RELATIVOS A ZONAS DE AFECCIÓN PARA EL PERIODO LDEN 27

II PLANOS

0.- PLANO DE SITUACIÓN

1.- MAPAS NIVELES SONOROS

1.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS DÍA (1:25.000)

1.2.- MAPAS DE NIVELES SONOROS TARDE (1:25.000)

1.3.- MAPAS DE NIVELES SONOROS NOCHE (1:25.000)

1.4.- MAPAS DE NIVELES SONOROS Lden (1:25.000)

2.- MAPAS DE AFECCIÓN

2.1.- MAPA DE ZONA DE AFECCIÓN (1:25.000)

1.- INTRODUCCIÓN

La aprobación de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental establece la necesidad de elaborar, en una primera fase, los Mapas Estratégicos de Ruido (MER) de grandes ejes viarios cuyo tráfico supere los seis millones de vehículos al año, para en una segunda fase realizar los mapas correspondientes a los grandes ejes viarios con tráfico superior a tres millones de vehículos al año.

La Directiva 2002/49/CE define el Mapa Estratégico de Ruido como "un 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."

Para la aplicación de la citada directiva en el territorio español se elaboró la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, que no se limita a transponer el contenido de la directiva, sino que trata de regular, a través de una adecuada distribución de competencias administrativas y del establecimiento de los mecanismos oportunos, la mejora de la calidad acústica en nuestro entorno.

Con el objeto de desarrollar esta ley se formuló el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, en cuanto a la evaluación y gestión del ruido ambiental, con la finalidad de prever, reducir o evitar los efectos nocivos, incluyendo las molestias derivadas de la exposición al ruido ambiental. A tal efecto se desarrollan los conceptos de ruido ambiental y sus efectos y molestias sobre la población, junto con una serie de medidas que permiten la consecución de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido, los planes de acción y la información a la población.

A fin de dar cumplimiento a la legislación vigente, la Consellería de Medio Ambiente Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestruturas, promueve la segunda fase de elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido de las vías pertenecientes a la Red Autonómica de Carreteras de Galicia.

2.- OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto del presente documento resumen es el de plasmar, de forma sintética y fácilmente comprensible, los resultados arrojados por los Mapas Estratégicos de Ruido del siguiente tramo de la PO-300, perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia:

DENOMINACIÓN	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONGITUD (km)
Mosteiro - Cambados (VG-4.3)	Pol. Ind. (EP-9501) - Cambados (VG-4.3)	10,040	11,710	1,67

Tabla 1. Tramos de la vía objeto de estudio

Según se recoge en el Artículo 15 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, los mapas de ruido tendrán, entre otros, los siguientes objetivos:

- Permitir la evaluación global de la exposición a la contaminación acústica de una determinada zona.
- Permitir la realización de predicciones globales para dicha zona.
- Posibilitar la adopción fundada de planes de acción en materia de contaminación acústica y, en general, de las medidas correctoras adecuadas.

Asimismo, la elaboración de los MER constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias a realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones.

3.- AUTORIDAD RESPONSABLE

La autoridad responsable de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruidos es la Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, contando con la asistencia de la empresa ICEACSA Consultores S.L.U.

4.- PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES

De acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, y en la Ley del Ruido y sus posteriores Reglamentos, tuvieron que

realizarse, en una primera fase los Mapas Estratégicos de Ruido de las carreteras de más de 6 millones de vehículos al año; y en una segunda fase los de las carreteras de más de 3 millones de vehículos al año.

Por lo tanto, en la actualidad no se encuentra vigente ningún Programa de Acción contra el ruido derivado de la primera fase en la Unidad de Mapa Estratégico Mosteiro - Cambados (VG-4.3) entre los PP.KK. 10+040 al 11+710.

Así, en cumplimiento de la legislación, se elabora en la segunda fase esta UME. El estudio constituye la primera aproximación a la problemática del ruido generado por la infraestructura viaria.

5.- ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME

El tramo de estudio de la PO-300 comienza en la glorieta del Polígono industrial de O Salnés en el pk 10+040, y continúa su trazado hacia el SO, hasta entroncar con la glorieta de la VG-4.2, en el pk 11+710.

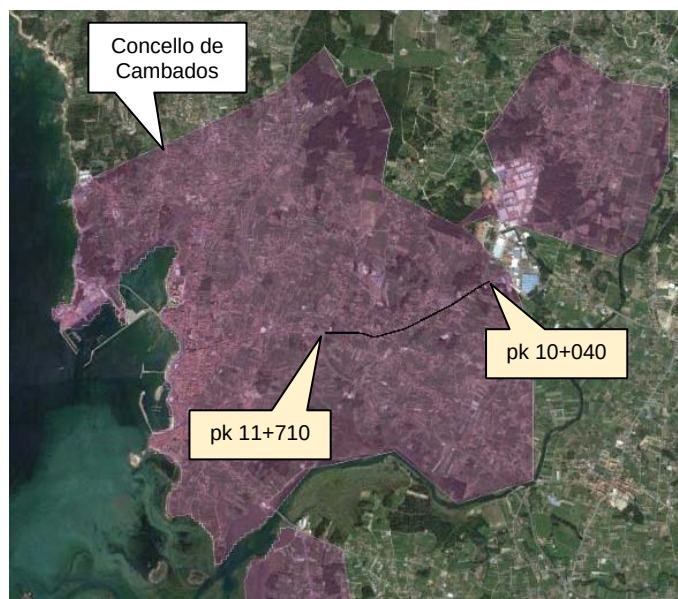


Figura 1. Plano de ubicación de la UME objeto de estudio

En todo su recorrido atraviesa varios núcleos rurales, como Sameiro, O Vilariño, Cacabelos ó O Sineiro, y en la glorieta final, en los que se intercalan viviendas de tipo unifamiliar a ambos lados de la carretera, con tierras de labor y alguna nave de pequeño tamaño además de diversos invernaderos, que se localizan principalmente al inicio del tramo de estudio.



Figura 2. Inicio del tramo



Figura 3. Paso por Sameiro



Figura 4. Paso por O Sineiro



Figura 5. Inicio del tramo

No se detectaron protecciones contra el ruido en todo el tramo de análisis, si bien se observaron cerramientos que pueden considerarse como apantalladores.

La identificación de las Unidad de Mapa Estratégico (UME) se realizó conforme a los siguientes criterios generales:

- Una UME solamente puede incluir tramos pertenecientes a una misma vía.
- Todos los tramos que conforman la UME deben tener una IMD igual o superior a 3.000.000 veh/año, como establece la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental.

Teniendo en cuenta dichos criterios, los tramos recogidos en la tabla siguiente comprenden una única Unidad de Mapa Estratégico (UME), contemplándose como fuente de ruido independiente, analizándose su efecto por separado y obteniéndose un Mapa Estratégico de Ruido en el que únicamente se considera la propagación del ruido causado por el tronco de la infraestructura. Dichos mapas se corresponden al alcance de la segunda fase de la Directiva 2002/49/CE y su correspondiente transposición a la legislación estatal.

UME	VÍA	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONG (km)	IMD (VEH/DÍA)	% PESADOS	MUNICIPOS AFECTADOS
01	PO-300	Pol. Ind. (EP-9501) - Cambados (VG-4.3)	10,040	11,710	1,67	10.358	7,1	Cambados

Tabla 2. Características generales de la UME estudiada

En la figura de la página siguiente se recoge la ubicación del tramo de estudio.



Figura 6. Plano de ubicación de la UME objeto de estudio

6.- METODOLOGÍA

Para la realización de la simulación acústica fue necesaria la implementación de un modelo tridimensional del área de estudio, incluyendo carreteras, edificaciones y elementos singulares, tal y como se aprecia en la imagen adjunta.



Figura 7. Detalle de la vista dinámica del modelo tridimensional generado

El software predictivo para la realización del modelo tridimensional del área de estudio, y para el posterior desarrollo de los cálculos matemáticos de propagación de ruido en ambiente exterior y ejecución de los Mapas Estratégicos de Ruido, fue CadnaA Versión 4.4 (DataKustik GmbH). Con este software, y con un modelado del entorno preciso, se pueden determinar los niveles de ruido causados por el tráfico rodado. Tanto el procesado previo de la información de base como el análisis de los datos obtenidos se realizó mediante GIS.

6.1.- MODELO DE SIMULACIÓN

Siguiendo las disposiciones del Real Decreto 1513/2005, los índices de ruido del tráfico rodado fueron determinados por medio del método nacional de cálculo francés «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTULCPC-CSTB)», mencionado en el «Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal officiel du 10 mai 1995, article 6» y en la norma francesa «XPS 31-133». Este modelo es el propuesto de manera provisional por la Unión Europea para la realización de mapas de ruido en aquellos países que carezcan del suyo propio, según se describe en la recomendación 2003/613/EC de la Comisión Europea.

La elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido engloba la generación del modelo digital, la definición de los parámetros de entrada, el cálculo de los mapas y la evaluación de los resultados obtenidos.

El modelo 3D estará constituido por la topografía y las edificaciones del ámbito de estudio, el tramo/s de carretera que conforman la UME, y los elementos singulares concretos de cada caso (viaductos, pasos superiores, muros, pantallas acústicas,...).

- Carreteras: datos de tráfico (IMD y porcentaje de pesados), características del firme, tipo de flujo y límites de velocidad.
- Edificios: tipo de uso, altura, número de plantas, número de habitantes (en caso de ser residencial) y coeficiente de absorción alfa.
- Viaductos: longitud de apantallamiento.
- Muros y pantallas: pérdidas por reflexión.
- Terreno: coeficientes de absorción.
- Túneles: radiación procedente de las entradas y salidas.

Definido el modelo e introducidos los parámetros y configuración, se lleva a cabo la simulación acústica, obteniéndose de este modo los Mapas Estratégicos de Ruido.

6.2.- CREACIÓN DEL MODELO 3D

En el presente apartado se describen los procesos necesarios para la definición del escenario de modelización en el software de cálculo a partir de la información base.

La definición de cada uno de los atributos que caracterizan los elementos del modelo se realizó en GIS previa incorporación al software de cálculo. El objeto de este tratamiento previo es el de sistematizar el proceso de creación del modelo, evitando errores u omisiones en la definición del escenario.

6.2.1.- INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA

Para llevar a cabo el modelado digital del terreno (MDT) se empleó como fuente de información el vuelo LIDAR suministrado por la Axencia Galega de Infraestruturas, del que se extrajo la nube de puntos que conforman el terreno. Posteriormente, mediante un proceso de triangulación se obtuvieron las curvas de nivel cada metro.



Figura 8. Detalle de los puntos LIDAR facilitados



Figura 9. Detalle del MDT generado

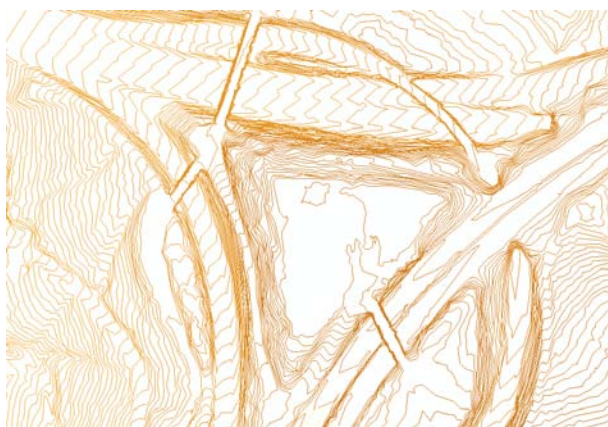


Figura 10. Curvado finalmente obtenido a partir de los puntos LIDAR

6.2.2.- INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO

Mediante el empleo de herramientas GIS, el eje de la carretera se definió a partir del conjunto de datos geométricos facilitados por la Axencia Galega de Infraestruturas, disponiendo de puntos cada 10 m, con la siguiente información:

- Coordenadas X, Y, Z.
- Número de carriles.
- Anchos de plataforma, calzada y arcenes.
- Peraltes y pendientes.

Las características geométricas que definen el eje cada 10 m se extendieron para cada punto 5 m antes y 5 m después. Una vez definido el eje se procedió a la corrección y depuración de la información, comparando los ejes con la ortofoto actualizada y con los datos tomados en las preceptivas visitas a campo realizadas.

Establecida la geometría definitiva de la vía, se definieron en GIS los atributos que caracterizan la emisión acústica, con anterioridad a su importación desde CadnaA. A continuación se describe cada uno de los atributos considerados, los datos de partida disponibles, así como el tratamiento realizado previa incorporación al modelo:

- Geometría: la PO-300, cuenta con un carril por sentido, con un ancho medio de carril de 3,3 m para cada uno de los sentidos, con arcenes con un ancho variable entre los 0 y los 5,2 m y un promedio de 1 m para el derecho y un ancho variable entre los 0 y 2,3 m para el izquierdo, con un promedio de 1 m de ancho. A su paso por los núcleos de población cuenta con aceras a ambos lados de la calzada.



Figura 11. Dos carriles

Datos de tráfico: los datos de tráfico utilizados para el cálculo de los niveles sonoros fueron los de las Memorias de Aforos del año 2012, proporcionadas por la Axencia Galega de Infraestruturas. Tomando como base la distribución horaria en un día medio, se calculó la IMD por hora para cada uno de los periodos considerados (día, tarde y noche). Puesto que para el tramo Pol. Ind. (EP-9501) - Cambados (VG-4.3) no se disponía de distribución horaria, al valor de la IMD diaria del año 2012 se le aplicó la distribución porcentual del tramo Glor. Barrantes - Cambados (PO-300) de la VG-4.2 entre los pk 1+090 a 4+440, obteniéndose de esta forma la IMD por hora.

Respecto a la distribución de pesados, aplicó para el tramo de estudio y todos los periodos considerados el valor diario del tramo Glor. Barrantes - Cambados (PO-300), recogido en la Memoria de Aforos.

UME	VÍA	TRAMO	IMD				% PESADOS
			(VEH/DÍA)	DÍA (VEH/H)	TARDE (VEH/H)	NOCHE (VEH/H)	
01	PO-300	Pol. Ind. (EP-9501) - Cambados (VG-4.3)	10.358	612,9	530,9	110,0	7,1

Tabla 3. Datos de tráfico

- Límite de velocidad: la vía objeto de estudio es una carretera que discurre por varios núcleos de población a ambos lados de la carretera por lo que se estableció una velocidad de 50 km/h para todo el recorrido, correspondiente a la limitación de velocidad establecida para travesía. Los tramos de velocidad se determinaron a partir de los datos de señalización vertical aportados por la Axencia Galega de Infraestruturas, realizándose una revisión de los mismos. En aquellos lugares en los que se detectó señalización insuficiente o contradictoria (ausencia de señales de fin de limitación de velocidad, tramos interurbanos sin especificación de la velocidad máxima permitida,...) se optó por definir tramos los más homogéneos posibles, tomando siempre el valor de velocidad más desfavorable (la mayor de los posibles).
- Superficie de la carretera: el tipo de firme tiene influencia directa sobre la emisión de la vía. La UME objeto de estudio presenta una capa de asfalto bituminoso en toda su longitud.
- Tipo de flujo: de forma general se consideró que el flujo es continuo fluido.

Una vez definida la geometría y los parámetros característicos de cada subtramo de 10 m que compone la UME, se procedió a su importación en CadnaA como carretera en formato shape. Por último, para conseguir que la carretera se acople por completo al terreno, se realizó el ajuste del MDT al objeto bajo la plataforma de la vía.

6.2.3.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS

Tomando como base la capa shape de la Dirección General del Catastro, se realizó una revisión general del ámbito de trabajo, completándose aquellas zonas que presentaban carencia de edificaciones recientes. Esta revisión se hizo a partir de las fotografías aéreas del PNOA y mediante visitas a campo. Así, se elaboró una cobertura de polígonos revisada a través de:

- La digitalización de los edificios inexistentes en el Catastro.

- La eliminación de los elementos que ya no existen o que no se corresponden con edificios (invernaderos, piscinas,...).

6.2.3.1.- ALTURA

La altura de las edificaciones se definió a partir del número de plantas contempladas en los datos del Catastro, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La altura mínima de un edificio es de 4 m.
- En los edificios residenciales, sanitarios y educativos se consideró una altura de 4 m para las plantas bajas, y de 3 m para el resto.
- Aquellas edificaciones que comparten código catastral y están claramente unidas se agruparon como un único edificio, asignándole el número de plantas correspondiente al edificio más alto con código compartido.

Para aquellos edificios que no se encuentran contenidos en la base de datos de Catastro y que fueron digitalizados posteriormente, el número de plantas fue estimado a partir de la revisión de la fotografía aérea y de las visitas, corrigiendo y depurando errores de la información catastral de base (alturas inexistentes o excesivas).

6.2.3.2.- USO

Partiendo de los metadatos descargados de la Sede Electrónica del Catastro, los usos de los edificios se completaron a través de las siguientes fuentes de información:

- Fotografías aéreas del PNOA.
- Información de las visitas a campo realizadas.

Los usos identificados fueron:

- Residencial.
- Sanitario y docente.
- Industrial, terciario y otros.

A todos los edificios de la zona de estudio se asignó uno de los anteriores usos con el fin de identificar los edificios residenciales para el cálculo de la población, así como para determinar las áreas acústicas en la elaboración de los mapas de zonas de conflicto. Además, se identificaron los edificios de tipo docente y sanitario por ser receptores sensibles, a través de la información disponible en las siguientes fuentes:

- Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria de la Xunta de Galicia.
- Consellería de Sanidade de la Xunta de Galicia.

6.2.3.3.- POBLACIÓN ASIGNADA

Uno de los objetivos de los MER es la obtención del número de personas expuestas a los diferentes niveles de ruido, para lo que se realizó un tratamiento consistente en el reparto de la población entre los edificios residenciales existentes.

La información de partida se obtuvo del padrón municipal de habitantes del año 2013 del Instituto Galego de Estatística (IGE). Tomando como base la población de cada municipio, y una vez identificados los edificios residenciales de cada uno, se hizo un reparto proporcional de la población en función de la superficie residencial total construida. El número de habitantes en cada se calculó como el producto del coeficiente de habitabilidad anteriormente definido por la superficie de cada edificio residencial, resultando:

MUNICIPIO	POBLACIÓN	SUP. TOTAL RESIDENCIAL (m ²)	COEF. HABITABILIDAD (HAB/m ²)
Cambados	13.544	920.770	0,0147

Tabla 4. Datos de población en los municipios afectados

En el caso de los edificios sensibles se cuantificó el número de alumnos en los edificios de uso docente, y de camas en los de uso sanitario.

6.2.3.4.- EFECTO REFLECTANTE

Para tener en cuenta el efecto reflectante de las edificaciones se asignó un Coeficiente de Absorción Alfa de 0,4 en todos los casos.

6.2.3.5.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS EN CADNAA

Una vez depurada y corregida la capa de edificaciones, con todos los atributos definidos se importaron desde CadnaA como edificio en formato shape.

En última instancia se hizo una revisión general del modelo, subsanándose aquellos desajustes existentes entre la topografía y la base de los edificios ("enterramientos"), así como los solapes entre la plataforma de la vía y las edificaciones incorporadas.

6.2.4.- MODELADO DE TÚNELES

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad túneles en la presente UME.

6.2.5.- MODELADO DE VIADUCTOS

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad viaductos en la presente UME.

6.2.6.- MODELADO DE PASOS SUPERIORES

En el modelo se definieron únicamente aquellos pasos superiores que presentan un ancho superior a 25 m, incorporándose como reflectores 3D.

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pasos superiores con anchura superior a 25 m en la presente UME.

6.2.7.- INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS

Junto con las edificaciones, los muros y pantallas constituyen obstáculos a la propagación del ruido, por lo que fueron incluidos en el modelo tridimensional, las barreras identificadas en la siguiente tabla:

ELEMENTO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONGITUD (m)	ALTURA (m)	TIPO REFLEXIÓN
Cerramiento parcela	10+940	10+975	35	2,8	Fachada de construcción
Cerramiento parcela	11+255	11+280	45	2,8	Fachada de construcción

Tabla 5. Pantallas y barreras incluidas en el modelo

Los muros de contención no se consideraron en la modelización, ya que su presencia no supone un apantallamiento mayor al producido por las tierras que contiene. La incorporación de los obstáculos al modelo se realizó importándose como pantallas en formato shape.

6.2.8.- INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO

Las características del suelo son un factor determinante en la propagación del ruido, por lo que en la modelización efectuada se definieron diferentes áreas de absorción.

De forma genérica se considera el terreno base como absorbente ($G=1$, sin embargo se definieron ciertas áreas de carácter urbano e industrial como reflectantes ($G=0$), realizándose la zonificación del territorio en base a los usos del suelo definidos por el Instituto de Estudios do Territorio. De esta forma, las áreas consideradas como reflectantes son las correspondientes a núcleos de población, tejido urbano continuo y zonas industriales, comerciales y de servicios.

La incorporación de estas zonas al modelo se realizó importándose como áreas de absorción del suelo en formato shape.

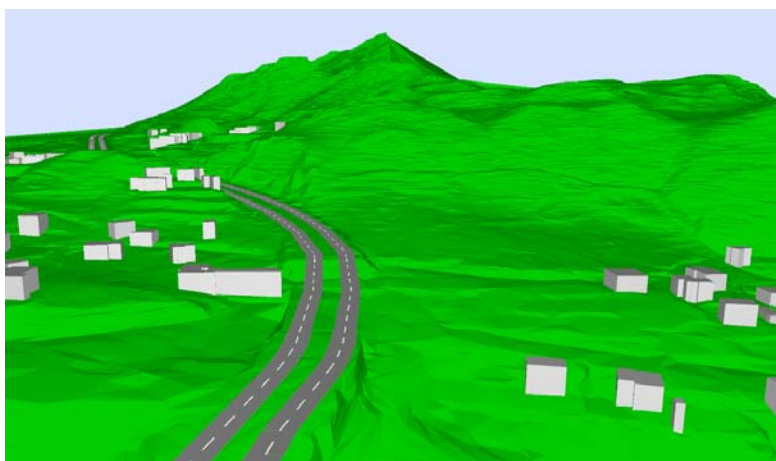


Figura 12. Vista 3D de la modelización efectuada

6.3.- CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D

Para la elaboración de los MER de cada UME, con anterioridad a la introducción de los diferentes elementos que componen el modelo, es preciso definir una configuración de cálculo en el software de acuerdo a la Directiva 2002/49/CE donde se identifiquen los parámetros necesarios para la correcta definición del escenario previsto.

- La norma empleada para el cálculo es la NMPB-Routes-96.
- El espaciado de los receptores en la malla de cálculo es de 10 x 10 m a una altura de 4 m sobre el suelo.
- El orden máximo de reflexiones consideradas es de 1.
- Se estableció un radio máximo de búsqueda de 2.000 m.

- El porcentaje de condiciones favorables día/noche se corresponde con un 50% en periodo diurno, un 75% en periodo vespertino y un 100% en periodo nocturno.
- Siguiendo las recomendaciones de la European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN), las condiciones atmosféricas consideradas son una temperatura de 15°C y una humedad del 70%.
- El cálculo de la atenuación sufrida por las ondas sonoras en el medio ambiente exterior se obtiene de acuerdo a los procedimientos de la ISO 9613.
- Los valores de inmisión considerados son L_{dia} , L_{tarde} , L_{noche} y L_{den} , todos ellos en dBA, a una altura de evaluación de 4 m.
- La designación de horas para los periodos considerados es de 07:00 a 19:00 día, de 19:00 a 23:00 tarde y de 23:00 a 07:00 noche.
- Se aplicó una penalización de 0 dB para el periodo diurno, de 5 dB para el vespertino y de 10 dB para el nocturno.
- Para la evaluación de los niveles de ruido en fachada de edificios se consideró una altura de las plantas bajas de 4 m y de 3 m para el resto. Asimismo, se tuvo en cuenta únicamente el sonido incidente, es decir, no se consideró el sonido reflejado en la fachada donde se realiza la evaluación, aunque sí las reflexiones en el resto de edificios y obstáculos presentes en el área de estudio.

7.- PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN

Para determinar los indicadores y los niveles límites de referencia que permitan evaluar la afección al ruido, se recurrió a la legislación vigente en materia de objetivos de calidad acústica que viene fijada en 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, concretamente lo recogido en el Capítulo III "Zonificación acústica. Objetivos de calidad acústica" y en el Capítulo IV "Emisores acústicos. Valores límite de emisión e inmisión".

El artículo 14 del citado Real Decreto dice textualmente:

1. En las áreas urbanizadas existentes se establece como objetivo de calidad acústica para ruido el que resulte de la aplicación de los siguientes criterios:

a) Si en el área acústica se supera el correspondiente valor de alguno de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla A, del anexo II, su objetivo de calidad acústica será alcanzar dicho valor.

ANEXO II

Objetivos de calidad acústica

Tabla A. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes.

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L_d	L_e	L_n
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.

Tabla 6. Objetivos de calidad acústica

En relación al tipo de área f se aplicará el Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica 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.

Como se puede observar en la tabla anterior, los objetivos se establecen para los índices de ruido, L_d , L_e y L_n , cuya definición según 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, es:

L_d es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año.

L_e es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año.

Ln es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año.

En vista de lo expuesto, la evaluación de la exposición al ruido de la población pasará por determinar cada uno de los indicadores Ld, Le y Ln, y compararlos con los niveles límite establecidos en los objetivos de calidad acústica para cada tipo de área.

8.- RESULTADOS

Conforme a la normativa vigente, la elaboración de un mapa estratégico conlleva la obtención de una información gráfica y otra alfanumérica, representada mediante mapas y tablas de afección.

La escala básica de representación de los Mapas Estratégicos de Ruido contenidos en el presente documento es 1/25.000, siendo la base cartográfica la 1/5.000 de la Xunta de Galicia. El sistema de proyección es ETRS-89, zona 29 N.

En la elaboración de los MER de cada UME, el área de estudio vino delimitada por la longitud del tramo/s de carretera que define la propia UME y por una banda, con un ancho de 1.500 m a cada lado del eje de la calzada.

8.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS

Son mapas de líneas isófonas elaborados a partir de los niveles de ruido calculados en puntos receptores a lo largo de toda la zona de estudio.

Se elaboraron los planos de niveles sonoros representando los indicadores establecidos por la legislación básica estatal y las recomendaciones del Ministerio de Fomento, siendo los mapas generados los siguientes:

- Mapa de niveles sonoros de Ld en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de Le en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.

- Mapa de niveles sonoros de L_n en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70.
- Mapa de niveles sonoros de L_{den} en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.

L_{den} , L_d , L_e

Rango	Descripción	R	G	B
> 75	Rosa fuerte	255	0	255
70-75	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
≤ 55	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	55-60
	60-65
	65-70
	>75

Figura 13. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del L_d , L_e y L_{den}

L_n

Rango	Descripción	R	G	B
>70	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
50-55	Verde	100	200	0
≤ 50	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	50-55
	55-60
	60-65
	>70

Figura 14. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del L_n

8.2.- POBLACIÓN EXPUESTA

8.2.1.- METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA

La determinación de la situación acústica a partir de los mapas de niveles sonoros requiere el análisis de la afección del ruido sobre la población. En esta línea, la normativa establece que debe estimarse el número de personas expuestas a ciertos rangos de niveles de presión sonora, sin entrar en detalles técnicos de cómo proceder.

Existen diferentes métodos para determinar los niveles de exposición en fachada para cada uno de los edificios, conforme a la normativa y a las guías de trabajo internacionales en materia de contaminación acústica.

La Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, con el fin de determinar la exposición al ruido ambiental de los Estados Miembros, establece en su Anexo VI que deberá comunicarse a la comisión europea, para el caso de las aglomeraciones sobre las que se realice el Mapa Estratégico de Ruidos (MER), la siguiente información:

- Número estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de Lden en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75), distinguiendo entre el tráfico rodado, el tráfico ferroviario, el tráfico aéreo y las fuentes industriales.
- El número total estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de Ln en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70), distinguiendo entre el tráfico rodado, ferroviario, aéreo y las fuentes industriales.

Este planteamiento, denominado END (European Noise Directive), es el que debe utilizarse para entregar los resultados a la comisión europea, siendo también habitual para la entrega al resto de administraciones. Sin embargo, este procedimiento, es el que proporciona peores resultados con respecto a la exposición real de la población, arrojando valores de población afectada a distintos rangos de niveles sonoros muy superiores a la realidad, por lo resulta necesario plantear otros métodos que, de forma adicional, arrojen resultados que no sobreestimen la población expuesta.

A continuación se presentan los siguientes procedimientos de estimación de la población afectada por ruido ambiental:

- Método END
- Método VBEB Alemán

8.2.1.1.- MÉTODO END

El método END (European Noise Directive) se presenta en la Directiva Europea 2002/49/CE como un método para satisfacer la obligación de proporcionar a la comisión europea los datos del número estimado de personas cuyas viviendas están expuestas a diferentes rangos de Lden y Ln, a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta, aquella que soporta mayor nivel de presión sonora.

Esta estimación, requiere del cálculo de receptores específicos en cada una de las fachadas de los edificios, a una altura relativa de 4 metros respecto al suelo y tomando las consideraciones necesarias para excluir las reflexiones acústicas de la propia fachada como ruido incidente en el propio receptor.

Este planteamiento, supone que todos los habitantes de cada edificio están sometidos al mayor nivel de presión sonora registrado en la fachada más expuesta, lo que no se acerca a la situación real, en la que la población se distribuye a lo largo del edificio, en relación a la posición de las viviendas. Este procedimiento podría dar resultados próximos a la realidad en viviendas unifamiliares, pero en el caso de edificios de varias plantas se obtendría un resultado de población expuestas sobreestimado.

8.2.1.2.- MÉTODO VBEB

El método alemán VBEB (Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm) permite obtener los valores reales de afección a los que se encuentra expuesta la población. Su procedimiento contempla la distribución de receptores de niveles de presión sonora a lo largo de las fachadas, estableciendo estos a diferentes niveles de altura en función del número de plantas.

Cada uno de estos receptores determinará el nivel de presión sonora al que se encuentra expuesta cada vivienda, considerando el parámetro de altura, a diferencia del método END expuesto anteriormente, en el que la evaluación de la exposición se realizaba a 4 m del suelo.

Esta metodología permite afinar los resultados al distribuir la población de cada edificio a lo largo del perímetro en planta y de las alturas. Como se puede intuir, los niveles de presión sonora evaluados a diferentes alturas proporcionarán resultados distintos, en función de la mayor o menor distancia a la fuente y las posibles reflexiones de los edificios del entorno, encontrándose, de esta forma, los habitantes de viviendas a diferentes alturas, en una misma planta, expuestas a distintos grados de afección.

8.2.2.- TABLAS DE RESULTADOS

8.2.2.1.- POBLACIÓN AFECTADA

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)						
RANGO (dBA)	Ld		Le		Lden	
	END	VBEB	END	VBEB	END	VBEB
55 – 59	1	1	1	1	1	1
60 – 64	0	0	0	0	0	0
65 – 69	1	0	1	0	0	0
70 – 74	0	0	0	0	1	0
≥ 75	0	0	0	0	0	0

Tabla 7. Valores de población afectada (centenas) para Ld, Le y Lden en función del método considerado

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)		
RANGO (dBA)	Ln	
	END	VBEB
50 – 54	0	1
55 – 59	0	0
60 – 64	1	0
65 – 69	0	0
≥ 70	0	0

Tabla 8. Valores de población afectada (centenas) para Ln en función del método considerado

A la vista de los resultados contenidos en las tablas adjuntas, se puede observar como los dos métodos considerados para la obtención de la población expuesta arrojan valores similares para los rangos considerados, siendo en todo caso la afección de escasa relevancia. Estos resultados son debidos, principalmente, a la distancia a la que se encuentra la vía de los núcleos urbanos, y a la escasa longitud el tramo analizado (1,67 km).

8.2.2.2.- VIVIENDAS AFECTADAS

Nº VIVIENDAS AFECTADAS (EN CENTENAS)					
RANGO (dBA)	Ld	Le	Lden	RANGO (dBA)	Ln
55 – 59	0	0	0	50 – 54	0
60 – 64	0	0	0	55 – 59	0
65 – 69	0	0	0	60 – 64	0
70 – 74	0	0	0	65 – 69	0
≥ 75	0	0	0	≥ 70	0

Tabla 9. Número de viviendas expuestas (en centenas) a distintos rangos de nivel sonoro para los periodos Ld, Le, Ln y Lden

Observando la tabla anterior, se puede concluir que la afección de la carretera sobre el entorno circundante es mínima, ya que en ningún periodo considerado alcanzó la centena de viviendas afectadas.

8.2.2.3.- EDIFICIOS SENSIBLES

AFECCIÓN A EDIFICIOS SENSIBLES				
SANITARIOS			DOCENTES	
RANGO (dBA)	Lden		Lden	
	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº CAMAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº ALUMNOS (CENTENAS)
55 – 59	0	0	0	0
60 – 64	0	0	0	0
65 – 69	0	0	0	0
70 – 74	0	0	0	0
≥ 75	0	0	0	0

Tabla 10. Número de edificios sensibles (en unidades) y camas/alumnos (en centenas) expuestas a distintos rangos para el periodo Lden.

A raíz de la modelización efectuada se puede concluir que ningún edificio sensible se ve afectado por el ruido generado por la carretera objeto de estudio, debido a la atenuación ocasionada por la distancia entre el foco emisor y los receptores (edificios sanitarios y docentes).

8.3.- MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN

Se obtuvo a partir del mapa de niveles sonoros del indicador Lden.

Incluye los datos de superficies totales (en km²), expuestas a valores de Lden superiores a 55, 65, y 75 dB, respectivamente. En ellos se indica además el número total estimado de viviendas (en centenares), y el número total estimado de personas (en centenares) que viven en cada una de esas zonas.

Las isófonas correspondientes a 55, 65 y 75 dB figuran en el mapa y se incluye información sobre la ubicación de las ciudades, pueblos y aglomeraciones situadas dentro de esas curvas.

EXPOSICIONES A DIFERENTES VALORES Lden					
RANGO (dBA)	SUPERFICIE	POBLACIÓN		EDIFICIOS SENSIBLES	
	(km ²)	Nº VIVIENDAS (CENTENAS)	Nº PERSONAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS SANITARIOS (UD)	Nº EDIFICIOS DOCENTES (UD)
≥ 55	0,21	1	1	0	0
≥ 65	0,08	1	2	0	0
≥ 75	0,00	0	0	0	0

Tabla 11. Datos relativos a zonas de afección para el periodo Lden

Observando los resultados de los mapas de afección se puede concluir que las superficies afectadas por rangos superiores a 55 dB son de reducidas dimensiones, lo que conlleva que el número de habitantes y viviendas expuestas sean mínimos. Asimismo, cabe resaltar que ningún edificio sensible se ve afectado por niveles de ruido superiores a 55 dB.

Para obtener una mayor precisión en los resultados presentados, los valores referentes a población de la presente tabla obtuvieron considerando el número de viviendas y personas afectadas en unidades, por lo que algunos valores difieren del resultado obtenido realizando el sumatorio de personas y viviendas expuestas del epígrafe 8.2.2.1., ya que en estas tablas se presentan en centenares.

9.- CONCLUSIÓN

Con la realización del presente estudio se han elaborado los Mapas Estratégicos de Ruido del tramo Pol. Ind. (EP-9501)-Cambados (VG-4.3) de la vía PO-300 (perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia), de

acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE de 25 de junio de 2002 sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental y en la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, considerando alcanzados los objetivos planteados inicialmente así como los establecidos en la legislación vigente.

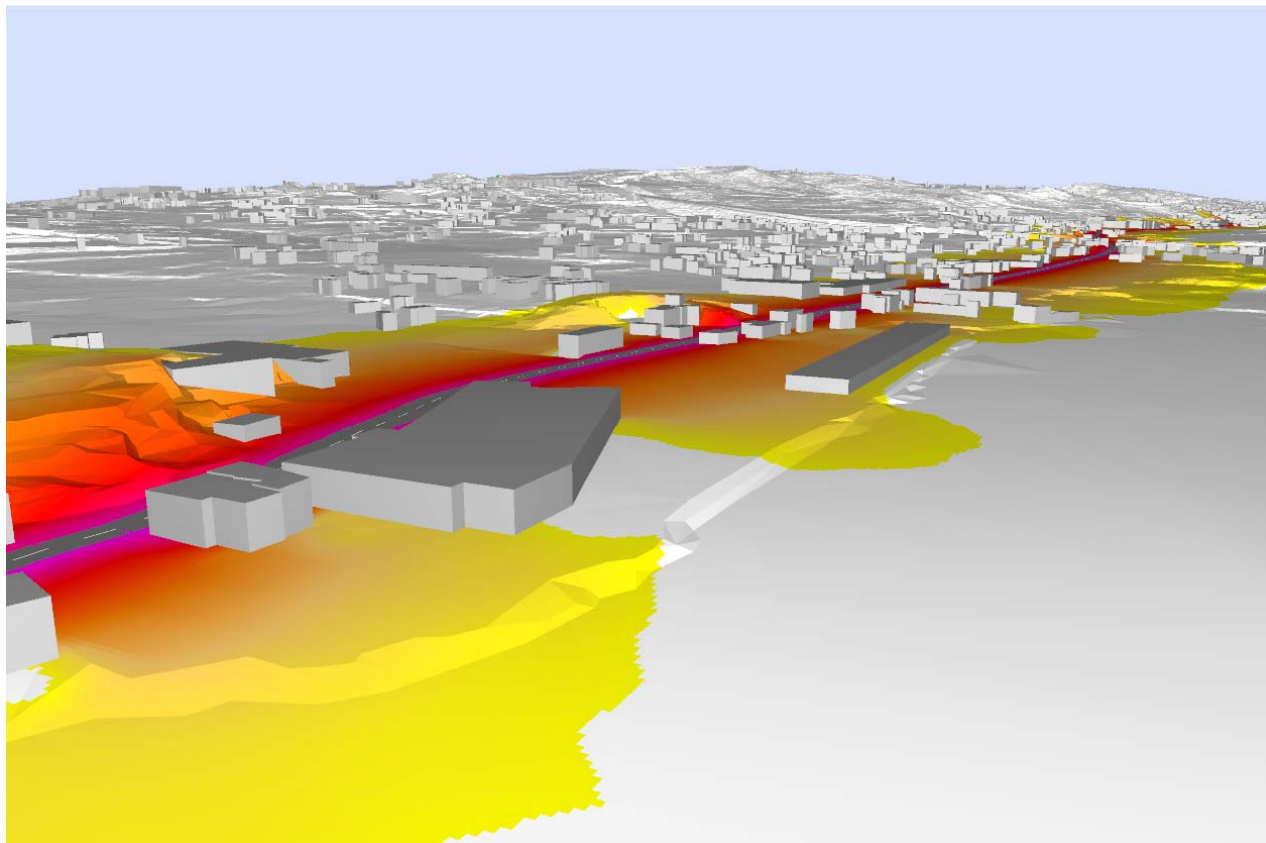
La elaboración de este estudio constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias que se deban realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones.

II PLANOS



XUNTA DE GALICIA

CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



CLAVE

PO/13/043.09.6

TIPO DE ESTUDIO

MAPA EXTRATÉXICO DE RUÍDO

DOCUMENTOS

DOCUMENTO RESUME

ESTRADA

PO-307
DEIRO (PO-549) - ILLA DE AROUSA (PO-299)

PUNTOS QUILOMÉTRICOS

0+000 – 1+390

DATA

XULLO 2014

CONSULTOR



I MEMORIA

I MEMORIA

1.-	INTRODUCCIÓN	4
2.-	OBJETO DEL ESTUDIO.....	5
3.-	AUTORIDAD RESPONSABLE	5
4.-	PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES.....	6
5.-	ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME.....	6
6.-	METODOLOGÍA	10
6.1.-	MODELO DE SIMULACIÓN.....	10
6.2.-	CREACIÓN DEL MODELO 3D.....	11
6.2.1.-	INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA	11
6.2.2.-	INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO.....	12
6.2.3.-	INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS	14
6.2.4.-	MODELADO DE TÚNELES	17
6.2.5.-	MODELADO DE VIADUCTOS.....	17
6.2.6.-	MODELADO DE PASOS SUPERIORES.....	17
6.2.7.-	INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS	17
6.2.8.-	INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO	17
6.3.-	CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D	18
7.-	PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN	19
8.-	RESULTADOS.....	21
8.1.-	MAPAS DE NIVELES SONOROS.....	21
8.2.-	POBLACIÓN EXPUESTA.....	22
8.2.1.-	METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA	22
8.2.2.-	TABLAS DE RESULTADOS	24

8.3.-	MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN.....	26
9.-	CONCLUSIÓN	27

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	PLANO DE UBICACIÓN DE LA UME OBJETO DE ESTUDIO	6
FIGURA 2.	PO-307 ZONA INICIAL DEL TRAMO DE ESTUDIO. VIVIENDAS AISLADAS	7
FIGURA 3.	PO-307 ZONA A PANTRIGUEIRA.....	7
FIGURA 4.	PO-307 ZONA FINAL	8
FIGURA 5.	PLANO DE UBICACIÓN DE LA UME OBJETO DE ESTUDIO	9
FIGURA 6.	DETALLE DE LA VISTA DINÁMICA DEL MODELO TRIDIMENSIONAL GENERADO	10
FIGURA 7.	DETALLE DE LOS PUNTOS LIDAR FACILITADOS.....	12
FIGURA 8.	DETALLE DEL MDT GENERADO	12
FIGURA 9.	CURVADO FINALMENTE OBTENIDO A PARTIR DE LOS PUNTOS LIDAR	12
FIGURA 10.	DOS CARRILES.....	13
FIGURA 11.	VISTA 3D DE LA MODELIZACIÓN EFECTUADA	18
FIGURA 12.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LD, LE Y LDEN.....	22
FIGURA 13.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LN....	22

LISTA DE TABLAS

TABLA 1.	TRAMOS DE LA VÍA OBJETO DE ESTUDIO	5
TABLA 2.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA UME ESTUDIADA	9
TABLA 3.	DATOS DE TRÁFICO.....	14
TABLA 4.	DATOS DE POBLACIÓN EN LOS MUNICIPIOS AFECTADOS	16
TABLA 5.	OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA.....	20
TABLA 6.	VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (CENTENAS) PARA LD, LE Y LDEN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO.....	24

TABLA 7. VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (CENTENAS) PARA LN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO 25

TABLA 8. NÚMERO DE VIVIENDAS EXPUESTAS (CENTENAS) A DISTINTOS RANGOS DE NIVEL SONORO PARA LOS PERIODOS LD, LE, LN Y LDEN..... 25

TABLA 9. NÚMERO DE EDIFICIOS SENSIBLES (EN UNIDADES) Y CAMAS/ALUMNOS (EN CENTENAS) EXPUESTAS A DISTINTOS RANGOS PARA EL PERIODO LDEN..... 26

TABLA 10. DATOS RELATIVOS A ZONAS DE AFECCIÓN PARA EL PERIODO LDEN 27

II PLANOS

0.- PLANO DE SITUACIÓN

1.- MAPAS NIVELES SONOROS

1.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS DÍA (1:25.000)

1.2.- MAPAS DE NIVELES SONOROS TARDE (1:25.000)

1.3.- MAPAS DE NIVELES SONOROS NOCHE (1:25.000)

1.4.- MAPAS DE NIVELES SONOROS Lden (1:25.000)

2.- MAPAS DE AFECCIÓN

2.1.- MAPA DE ZONA DE AFECCIÓN (1:25.000)

1.- INTRODUCCIÓN

La aprobación de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental establece la necesidad de elaborar, en una primera fase, los Mapas Estratégicos de Ruido (MER) de grandes ejes viarios cuyo tráfico supere los seis millones de vehículos al año, para en una segunda fase realizar los mapas correspondientes a los grandes ejes viarios con tráfico superior a tres millones de vehículos al año.

La Directiva 2002/49/CE define el Mapa Estratégico de Ruido como "un 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."

Para la aplicación de la citada directiva en el territorio español se elaboró la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, que no se limita a transponer el contenido de la directiva, sino que trata de regular, a través de una adecuada distribución de competencias administrativas y del establecimiento de los mecanismos oportunos, la mejora de la calidad acústica en nuestro entorno.

Con el objeto de desarrollar esta ley se formuló el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, en cuanto a la evaluación y gestión del ruido ambiental, con la finalidad de prevenir, reducir o evitar los efectos nocivos, incluyendo las molestias derivadas de la exposición al ruido ambiental. A tal efecto se desarrollan los conceptos de ruido ambiental y sus efectos y molestias sobre la población, junto con una serie de medidas que permiten la consecución de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido, los planes de acción y la información a la población.

A fin de dar cumplimiento a la legislación vigente, la Consellería de Medio Ambiente Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, promueve la segunda fase de elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido de las vías pertenecientes a la Red Autonómica de Carreteras de Galicia.

2.- OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto del presente documento resumen es el de plasmar, de forma sintética y fácilmente comprensible, los resultados arrojados por los Mapas Estratégicos de Ruido del siguiente tramo de la PO-307, perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia:

DENOMINACIÓN	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONGITUD (km)
Deiro (PO-549) - Illa de Arousa (PO-299)	Deiro (PO-549) - PO-306	0,000	1,390	1,39

Tabla 1. Tramos de la vía objeto de estudio

Según se recoge en el Artículo 15 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, los mapas de ruido tendrán, entre otros, los siguientes objetivos:

- Permitir la evaluación global de la exposición a la contaminación acústica de una determinada zona.
- Permitir la realización de predicciones globales para dicha zona.
- Posibilitar la adopción fundada de planes de acción en materia de contaminación acústica y, en general, de las medidas correctoras adecuadas.

Asimismo, la elaboración de los MER constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias a realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones.

3.- AUTORIDAD RESPONSABLE

La autoridad responsable de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruidos es la Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, contando con la asistencia de la empresa ICEACSA Consultores S.L.U.

4.- PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES

De acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, y en la Ley del Ruido y sus posteriores Reglamentos, tuvieron que realizarse, en una primera fase los Mapas Estratégicos de Ruido de las carreteras de más de 6 millones de vehículos al año; y en una segunda fase los de las carreteras de más de 3 millones de vehículos al año.

Por lo tanto, en la actualidad no se encuentra vigente ningún Programa de Acción contra el ruido derivado de la primera fase en la Unidad de Mapa Estratégico Deiro (PO-549) - PO-306 entre los PP.KK. 0+000 al 1+390.

Así, en cumplimiento de la legislación, se elabora en la segunda fase esta UME. El estudio constituye la primera aproximación a la problemática del ruido generado por la infraestructura viaria.

5.- ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME

La vía PO-307 parte de la glorieta de conexión entre la PO-549 y la PO-530, y continuando hacia la Illa de Arousa, si bien el tramo de análisis finaliza en el pk 1+390, en la glorieta que interseca con la PO-306, antes del puente que cruza hacia la Illa.

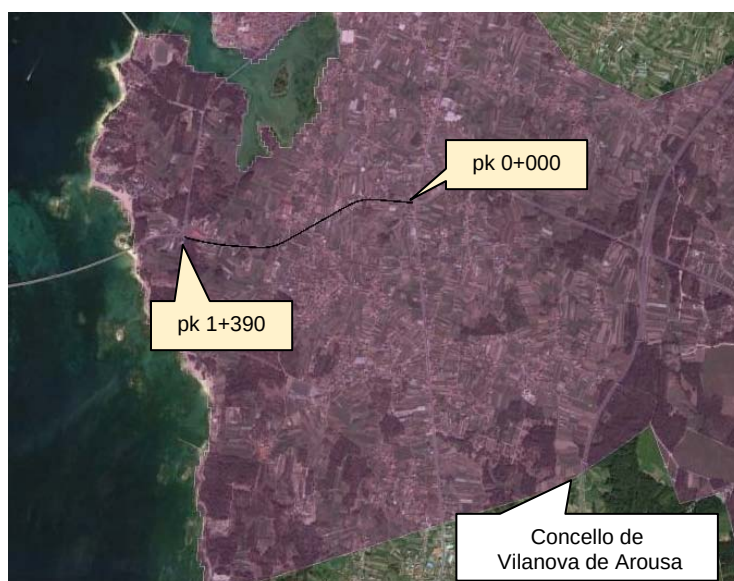


Figura 1. Plano de ubicación de la UME objeto de estudio

En el inicio del tramo de estudio la carretera se caracteriza por grandes extensiones dedicadas al cultivo, en el que puede observarse alguna nave de pequeño tamaño o almacén.



Figura 2. PO-307 zona inicial del tramo de estudio. Viviendas aisladas

Atraviesa en este recorrido el núcleo de A Pantrigueira, en el que aunque siguen viéndose viviendas de tipo unifamiliar a ambos lados de la carretera, la densidad de edificaciones es superior que en su tramo inicial, aunque en ningún caso se observan aceras.



Figura 3. PO-307 zona a Pantrigueira

Finalmente, la densidad de población descende otra vez a escasas edificaciones aisladas, llegando a la glorieta final del tramo en estudio, en las inmediaciones de una superficie comercial:



Figura 4. PO-307 zona final

No se han detectado protecciones contra el ruido en todo el tramo de análisis.

La identificación de las Unidad de Mapa Estratégico (UME) se realizó conforme a los siguientes criterios generales:

- Una UME solamente puede incluir tramos pertenecientes a una misma vía.
- Todos los tramos que conforman la UME deben tener una IMD igual o superior a 3.000.000 veh/año, como establece la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental.

Teniendo en cuenta dichos criterios, los tramos recogidos en la tabla siguiente comprenden una única Unidad de Mapa Estratégico (UME), contemplándose como fuente de ruido independiente, analizándose su efecto por separado y obteniéndose un Mapa Estratégico de Ruido en el que únicamente se considera la propagación del ruido causado por el tronco de la infraestructura. Dichos mapas se corresponden al alcance de la segunda fase de la Directiva 2002/49/CE y su correspondiente transposición a la legislación estatal.

UME	VÍA	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONG (km)	IMD (VEH/DÍA)	% PESADOS	MUNICIPOS AFECTADOS
01	PO-307	Deiro (PO-549) - PO-306	0,000	1,390	1,39	10.568	4,6	Vilanova

Tabla 2. Características generales de la UME estudiada

En la figura siguiente se recoge la ubicación del tramo objeto del presente análisis.



Figura 5. Plano de ubicación de la UME objeto de estudio

6.- METODOLOGÍA

Para la realización de la simulación acústica fue necesaria la implementación de un modelo tridimensional del área de estudio, incluyendo carreteras, edificaciones y elementos singulares, tal y como se aprecia en la imagen adjunta.

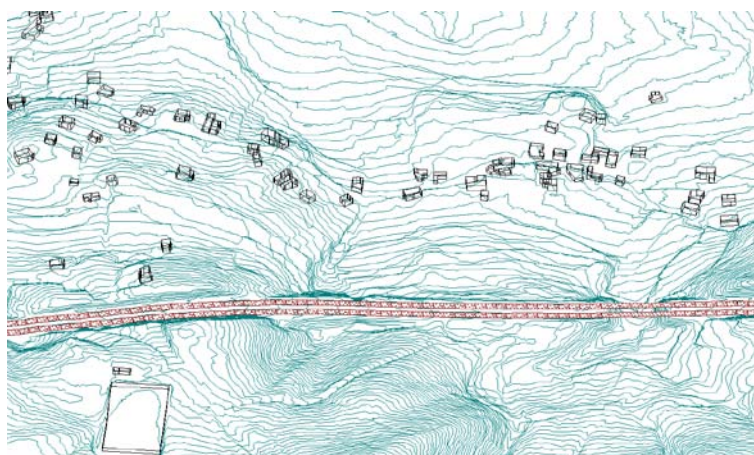


Figura 6. Detalle de la vista dinámica del modelo tridimensional generado

El software predictivo para la realización del modelo tridimensional del área de estudio, y para el posterior desarrollo de los cálculos matemáticos de propagación de ruido en ambiente exterior y ejecución de los Mapas Estratégicos de Ruido, fue CadnaA Versión 4.4 (DataKustik GmbH). Con este software, y con un modelado del entorno preciso, se pueden determinar los niveles de ruido causados por el tráfico rodado. Tanto el procesado previo de la información de base como el análisis de los datos obtenidos se realizó mediante GIS.

6.1.- MODELO DE SIMULACIÓN

Siguiendo las disposiciones del Real Decreto 1513/2005, los índices de ruido del tráfico rodado fueron determinados por medio del método nacional de cálculo francés «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTULCPC-CSTB)», mencionado en el «Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal officiel du 10 mai 1995, article 6» y en la norma francesa «XPS 31-133». Este modelo es el propuesto de manera provisional por la Unión Europea para la realización de mapas de ruido en aquellos países que carezcan del suyo propio, según se describe en la recomendación 2003/613/EC de la Comisión Europea.

La elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido engloba la generación del modelo digital, la definición de los parámetros de entrada, el cálculo de los mapas y la evaluación de los resultados obtenidos.

El modelo 3D estará constituido por la topografía y las edificaciones del ámbito de estudio, el tramo/s de carretera que conforman la UME, y los elementos singulares concretos de cada caso (viaductos, pasos superiores, muros, pantallas acústicas,...).

- Carreteras: datos de tráfico (IMD y porcentaje de pesados), características del firme, tipo de flujo y límites de velocidad.
- Edificios: tipo de uso, altura, número de plantas, número de habitantes (en caso de ser residencial) y coeficiente de absorción alfa.
- Viaductos: longitud de apantallamiento.
- Muros y pantallas: pérdidas por reflexión.
- Terreno: coeficientes de absorción.
- Túneles: radiación procedente de las entradas y salidas.

Definido el modelo e introducidos los parámetros y configuración, se lleva a cabo la simulación acústica, obteniéndose de este modo los Mapas Estratégicos de Ruido.

6.2.- CREACIÓN DEL MODELO 3D

En el presente apartado se describen los procesos necesarios para la definición del escenario de modelización en el software de cálculo a partir de la información base.

La definición de cada uno de los atributos que caracterizan los elementos del modelo se realizó en GIS previa incorporación al software de cálculo. El objeto de este tratamiento previo es el de sistematizar el proceso de creación del modelo, evitando errores u omisiones en la definición del escenario.

6.2.1.- INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA

Para llevar a cabo el modelado digital del terreno (MDT) se empleó como fuente de información el vuelo LIDAR suministrado por la Axencia Galega de Infraestruturas, del que se extrajo la nube de puntos que conforman el terreno. Posteriormente, mediante un proceso de triangulación se obtuvieron las curvas de nivel cada metro.



Figura 7. Detalle de los puntos LIDAR facilitados



Figura 8. Detalle del MDT generado

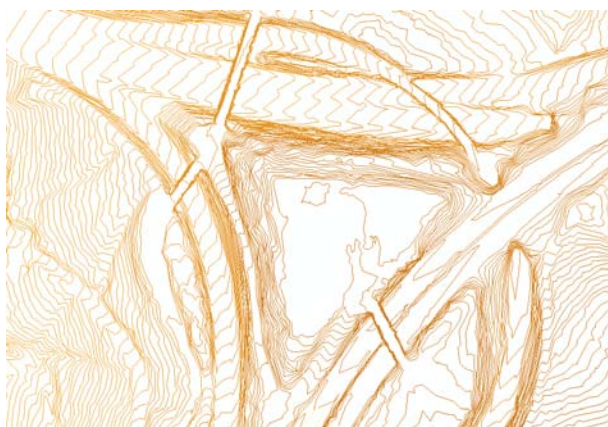


Figura 9. Curvado finalmente obtenido a partir de los puntos LIDAR

6.2.2.- INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO

Mediante el empleo de herramientas GIS, el eje de la carretera se definió a partir del conjunto de datos geométricos facilitados por la Axencia Galega de Infraestruturas, disponiendo de puntos cada 10 m, con la siguiente información:

- Coordenadas X, Y, Z.
- Número de carriles.
- Anchos de plataforma, calzada y arcenes.
- Peraltes y pendientes.

Las características geométricas que definen el eje cada 10 m se extendieron para cada punto 5 m antes y 5 m después. Una vez definido el eje se procedió a la corrección y depuración de la información, comparando los ejes con la ortofoto actualizada y con los datos tomados en las preceptivas visitas a campo realizadas.

Establecida la geometría definitiva de la vía, se definieron en GIS los atributos que caracterizan la emisión acústica, con anterioridad a su importación desde CadnaA. A continuación se describe cada uno de los atributos considerados, los datos de partida disponibles, así como el tratamiento realizado previa incorporación al modelo:

- Geometría: la PO-307, cuenta con un carril por sentido, con un ancho medio de carril de 3,4 m, con un arcén derecho de ancho variable entre los 0 y los 1,6 m y 1,5 m como promedio, y un arcén izquierdo con un ancho variable entre los 0 y 1,5 m con un ancho variable entre los 0 y 1,5 m.



Figura 10. Dos carriles.

- Datos de tráfico: los datos de tráfico utilizados para el cálculo de los niveles sonoros han sido los correspondientes a las Memorias de Aforos del año 2012, proporcionadas por la Axencia Galega de Infraestruturas.

Tomando como base la distribución horaria en un día medio, se calculó la IMD por hora para cada uno de los periodos considerados (día, tarde y noche). Puesto que para el tramo Deiro (PO-549)-PO-306, no se disponía de distribución horaria, al valor de la IMD diaria del año 2012 se le aplicó la distribución porcentual del tramo siguiente PO-306-Illa de Arousa de la misma carretera, aunque fuera del alcance de este estudio, obteniéndose de esta forma la IMD por hora.

Respecto a la distribución de pesados, se aplicó para todos los tramos y todos los periodos considerados el valor diario del tramo PO-306-Illa de Arousa, recogido en la Memoria de Aforos, según indicaciones de la AXI.

UME	VÍA	TRAMO	IMD				% PESADOS
			(VEH/DÍA)	DÍA (VEH/H)	TARDE (VEH/H)	NOCHE (VEH/H)	
01	PO-307	Deiro (PO-549) - PO-306	10.568	635,0	559,1	89,0	4,6

Tabla 3. Datos de tráfico

- Límite de velocidad: partiendo de la velocidad límite permitida por la normativa para la vía objeto de estudio (80 km/h), se determinaron los tramos con restricciones de velocidad a partir de los datos de señalización vertical aportados por la Axencia Galega de Infraestruturas, realizándose una revisión de los mismos en las visitas a campo realizadas. En aquellos lugares en los que se detectó una señalización insuficiente o contradictoria (ausencia de señales de fin de limitación de velocidad, tramos interurbanos sin especificación de la velocidad máxima permitida,...) se optó por definir tramos los más homogéneos posibles, tomando siempre el valor de velocidad más desfavorable (la mayor de los posibles).

Para cada una de los subtramos se establecieron límites de velocidad diferenciados en función del tipo de vehículo que circule (ligero o pesado), ya que según el límite establecido dicha velocidad puede no ser coincidente.

Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones, y tras un estudio de la señalización vertical se realizó la modelización del tramo objeto de estudio con una velocidad tanto para ligeros como pesados de 60 km/h.

- Superficie de la carretera: el tipo de firme tiene influencia directa sobre la emisión de la vía. La UME objeto de estudio presenta una capa de asfalto bituminoso en toda su longitud.
- Tipo de flujo: de forma general se consideró que el flujo es continuo fluido.

Una vez definida la geometría y los parámetros característicos de cada subtramo de 10 m que compone la UME, se procedió a su importación en CadnaA como carretera en formato shape. Por último, para conseguir que la carretera se acople por completo al terreno, se realizó el ajuste del MDT al objeto bajo la plataforma de la vía.

6.2.3.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS

Tomando como base la capa shape de la Dirección General del Catastro, se realizó una revisión general del ámbito de trabajo, completándose aquellas zonas que

presentaban carencia de edificaciones recientes. Esta revisión se hizo a partir de las fotografías aéreas del PNOA y mediante visitas a campo. Así, se elaboró una cobertura de polígonos revisada a través de:

- La digitalización de los edificios inexistentes en el Catastro.
- La eliminación de los elementos que ya no existen o que no se corresponden con edificios (invernaderos, piscinas,...).

6.2.3.1.- ALTURA

La altura de las edificaciones se definió a partir del número de plantas contempladas en los datos del Catastro, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La altura mínima de un edificio es de 4 m.
- En los edificios residenciales, sanitarios y educativos se consideró una altura de 4 m para las plantas bajas, y de 3 m para el resto.
- Aquellas edificaciones que comparten código catastral y están claramente unidas se agruparon como un único edificio, asignándole el número de plantas correspondiente al edificio más alto con código compartido.

Para aquellos edificios que no se encuentran contenidos en la base de datos de Catastro y que fueron digitalizados posteriormente, el número de plantas fue estimado a partir de la revisión de la fotografía aérea y de las visitas, corrigiendo y depurando errores de la información catastral de base (alturas inexistentes o excesivas).

6.2.3.2.- USO

Partiendo de los metadatos descargados de la Sede Electrónica del Catastro, los usos de los edificios se completaron a través de las siguientes fuentes de información:

- Fotografías aéreas del PNOA.
- Información de las visitas a campo realizadas.

Los usos identificados fueron:

- Residencial.
- Sanitario y docente.
- Industrial, terciario y otros.

A todos los edificios de la zona de estudio se asignó uno de los anteriores usos con el fin de identificar los edificios residenciales para el cálculo de la población, así como para determinar las áreas acústicas en la elaboración de los mapas de zonas de conflicto. Además, se identificaron los edificios de tipo docente y sanitario por ser receptores sensibles, a través de la información disponible en las siguientes fuentes:

- Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria de la Xunta de Galicia.
- Consellería de Sanidade de la Xunta de Galicia.

6.2.3.3.- POBLACIÓN ASIGNADA

Uno de los objetivos de los MER es la obtención del número de personas expuestas a los diferentes niveles de ruido, para lo que se realizó un tratamiento consistente en el reparto de la población entre los edificios residenciales existentes.

La información de partida se obtuvo del padrón municipal de habitantes del año 2013 del Instituto Galego de Estatística (IGE). Tomando como base la población de cada municipio, y una vez identificados los edificios residenciales de cada uno, se hizo un reparto proporcional de la población en función de la superficie residencial total construida. El número de habitantes en cada se calculó como el producto del coeficiente de habitabilidad anteriormente definido por la superficie de cada edificio residencial, resultando:

MUNICIPIO	POBLACIÓN	SUP. TOTAL RESIDENCIAL (m ²)	COEF. HABITABILIDAD (HAB/m ²)
Vilanova de Arousa	10.502	696.352	0,0151

Tabla 4. Datos de población en los municipios afectados

En el caso de los edificios sensibles se cuantificó el número de alumnos en los edificios de uso docente, y de camas en los de uso sanitario.

6.2.3.4.- EFECTO REFLECTANTE

Para tener en cuenta el efecto reflectante de las edificaciones se asignó un Coeficiente de Absorción Alfa de 0,4 en todos los casos.

6.2.3.5.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS EN CADNAA

Una vez depurada y corregida la capa de edificaciones, con todos los atributos definidos se importaron desde CadnaA como edificio en formato shape.

En última instancia se hizo una revisión general del modelo, subsanándose aquellos desajustes existentes entre la topografía y la base de los edificios ("enterramientos"), así como los solapes entre la plataforma de la vía y las edificaciones incorporadas.

6.2.4.- MODELADO DE TÚNELES

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad túneles en la presente UME.

6.2.5.- MODELADO DE VIADUCTOS

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad viaductos en la presente UME.

6.2.6.- MODELADO DE PASOS SUPERIORES

En el modelo se han definido únicamente aquellos pasos superiores que presentan un ancho superior a 25 m, incorporándose como reflectores 3D.

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pasos superiores con anchura superior a 25 m en la presente UME.

6.2.7.- INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pantallas acústicas en la presente UME.

6.2.8.- INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO

Las características del suelo son un factor determinante en la propagación del ruido, por lo que en la modelización efectuada se definieron diferentes áreas de absorción.

De forma genérica se considera el terreno base como absorbente ($G=1$, sin embargo se definieron ciertas áreas de carácter urbano e industrial como reflectantes ($G=0$), realizándose la zonificación del territorio en base a los usos del suelo definidos por el Instituto de Estudos do Territorio. De esta forma, las áreas consideradas como reflectantes son las correspondientes a núcleos de población, tejido urbano continuo y zonas industriales, comerciales y de servicios.

La incorporación de estas zonas al modelo se realizó importándose como áreas de absorción del suelo en formato shape.

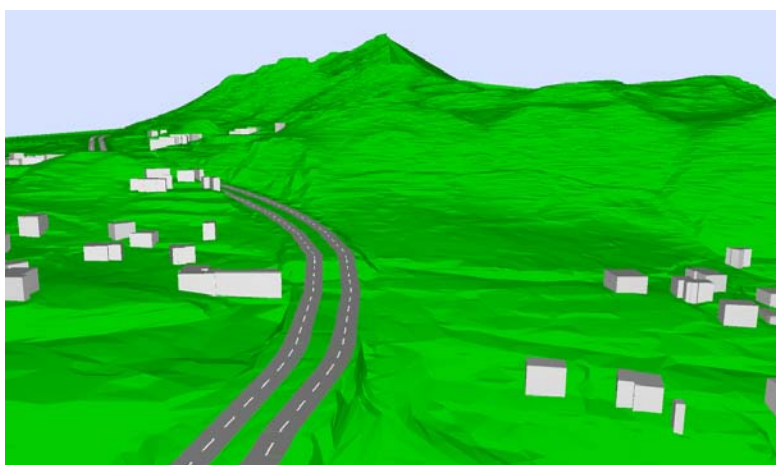


Figura 11. Vista 3D de la modelización efectuada

6.3.- CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D

Para la elaboración de los MER de cada UME, con anterioridad a la introducción de los diferentes elementos que componen el modelo, es preciso definir una configuración de cálculo en el software de acuerdo a la Directiva 2002/49/CE donde se identifiquen los parámetros necesarios para la correcta definición del escenario previsto.

- La norma empleada para el cálculo es la NMPB-Routes-96.
- El espaciado de los receptores en la malla de cálculo es de 10 x 10 m a una altura de 4 m sobre el suelo.
- El orden máximo de reflexiones consideradas es de 1.
- Se estableció un radio máximo de búsqueda de 2.000 m.
- El porcentaje de condiciones favorables día/noche se corresponde con un 50% en periodo diurno, un 75% en periodo vespertino y un 100% en periodo nocturno.

- Siguiendo las recomendaciones de la European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN), las condiciones atmosféricas consideradas son una temperatura de 15°C y una humedad del 70%.
- El cálculo de la atenuación sufrida por las ondas sonoras en el medio ambiente exterior se obtiene de acuerdo a los procedimientos de la ISO 9613.
- Los valores de inmisión considerados son L_{dia}, L_{tarde}, L_{noche} y L_{den}, todos ellos en dBA, a una altura de evaluación de 4 m.
- La designación de horas para los periodos considerados es de 07:00 a 19:00 día, de 19:00 a 23:00 tarde y de 23:00 a 07:00 noche.
- Se aplicó una penalización de 0 dB para el periodo diurno, de 5 dB para el vespertino y de 10 dB para el nocturno.
- Para la evaluación de los niveles de ruido en fachada de edificios se consideró una altura de las plantas bajas de 4 m y de 3 m para el resto. Asimismo, se tuvo en cuenta únicamente el sonido incidente, es decir, no se consideró el sonido reflejado en la fachada donde se realiza la evaluación, aunque sí las reflexiones en el resto de edificios y obstáculos presentes en el área de estudio.

7.- PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN

Para determinar los indicadores y los niveles límites de referencia que permitan evaluar la afección al ruido, se recurrió a la legislación vigente en materia de objetivos de calidad acústica que viene fijada en 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, concretamente lo recogido en el Capítulo III "Zonificación acústica. Objetivos de calidad acústica" y en el Capítulo IV "Emisores acústicos. Valores límite de emisión e inmisión".

El artículo 14 del citado Real Decreto dice textualmente:

1. En las áreas urbanizadas existentes se establece como objetivo de calidad acústica para ruido el que resulte de la aplicación de los siguientes criterios:

a) Si en el área acústica se supera el correspondiente valor de alguno de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla A, del anexo II, su objetivo de calidad acústica será alcanzar dicho valor.

ANEXO II

Objetivos de calidad acústica

Tabla A. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes.

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L_d	L_n	L_n
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.

Tabla 5. Objetivos de calidad acústica

En relación al tipo de área f se aplicará el Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica 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.

Como se puede observar en la tabla anterior, los objetivos se establecen para los índices de ruido, L_d , L_t y L_n , cuya definición según 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, es:

L_d es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año.

L_n es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año.

L_n es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año.

En vista de lo expuesto, la evaluación de la exposición al ruido de la población pasará por determinar cada uno de los indicadores L_d , L_e y L_n , y compararlos con los niveles límite establecidos en los objetivos de calidad acústica para cada tipo de área.

8.- RESULTADOS

Conforme a la normativa vigente, la elaboración de un mapa estratégico conlleva la obtención de una información gráfica y otra alfanumérica, representada mediante mapas y tablas de afección.

La escala básica de representación de los Mapas Estratégicos de Ruido contenidos en el presente documento es 1/25.000, siendo la base cartográfica la 1/5.000 de la Xunta de Galicia. El sistema de proyección es ETRS-89, zona 29 N.

En la elaboración de los MER de cada UME, el área de estudio vino delimitada por la longitud del tramo/s de carretera que define la propia UME y por una banda, con un ancho de 1.500 m a cada lado del eje de la calzada.

8.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS

Son mapas de líneas isófonas elaborados a partir de los niveles de ruido calculados en puntos receptores a lo largo de toda la zona de estudio.

Se elaboraron los planos de niveles sonoros representando los indicadores establecidos por la legislación básica estatal y las recomendaciones del Ministerio de Fomento, siendo los mapas generados los siguientes:

- Mapa de niveles sonoros de L_d en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_e en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_n en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70.

- Mapa de niveles sonoros de Lden en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.

Lden, Ld, Le

Rango	Descripción	R	G	B
> 75	Rosa fuerte	255	0	255
70-75	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
< 55	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	55-60
	60-65
	65-70
	70-75
	>75

Figura 12. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del Ld, Le y Lden

Ln

Rango	Descripción	R	G	B
>70	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
50-55	Verde	100	200	0
< 50	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	50-55
	55-60
	60-65
	65-70
	>70

Figura 13. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del Ln

8.2.- POBLACIÓN EXPUESTA

8.2.1.- METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA

La determinación de la situación acústica a partir de los mapas de niveles sonoros requiere el análisis de la afección del ruido sobre la población. En esta línea, la normativa establece que debe estimarse el número de personas expuestas a ciertos rangos de niveles de presión sonora, sin entrar en detalles técnicos de cómo proceder.

Existen diferentes métodos para determinar los niveles de exposición en fachada para cada uno de los edificios, conforme a la normativa y a las guías de trabajo internacionales en materia de contaminación acústica.

La Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, con el fin de determinar la exposición al ruido ambiental de los Estados Miembros, establece en su Anexo VI que deberá comunicarse a la comisión europea, para el caso de las aglomeraciones sobre las que se realice el Mapa Estratégico de Ruidos (MER), la siguiente información:

- Número estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de Lden en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (55-59, 60-

64, 65-69, 70-74, >75), distinguendo entre el tráfico rodado, el tráfico ferroviario, el tráfico aéreo y las fuentes industriales.

- El número total estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de L_n en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70), distinguendo entre el tráfico rodado, ferroviario, aéreo y las fuentes industriales.

Este planteamiento, denominado END (European Noise Directive), es el que debe utilizarse para entregar los resultados a la comisión europea, siendo también habitual para la entrega al resto de administraciones. Sin embargo, este procedimiento, es el que proporciona peores resultados con respecto a la exposición real de la población, arrojando valores de población afectada a distintos rangos de niveles sonoros muy superiores a la realidad, por lo resulta necesario plantear otros métodos que, de forma adicional, arrojen resultados que no sobreestimen la población expuesta.

A continuación se presentan los siguientes procedimientos de estimación de la población afectada por ruido ambiental:

- Método END
- Método VBEB Alemán

8.2.1.1.- MÉTODO END

El método END (European Noise Directive) se presenta en la Directiva Europea 2002/49/CE como un método para satisfacer la obligación de proporcionar a la comisión europea los datos del número estimado de personas cuyas viviendas están expuestas a diferentes rangos de L_{den} y L_n , a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta, aquella que soporta mayor nivel de presión sonora.

Esta estimación, requiere del cálculo de receptores específicos en cada una de las fachadas de los edificios, a una altura relativa de 4 metros respecto al suelo y tomando las consideraciones necesarias para excluir las reflexiones acústicas de la propia fachada como ruido incidente en el propio receptor.

Este planteamiento, supone que todos los habitantes de cada edificio están sometidos al mayor nivel de presión sonora registrado en la fachada más expuesta, lo que no se acerca a la situación real, en la que la población se distribuye a lo largo del edificio, en

relación a la posición de las viviendas. Este procedimiento podría dar resultados próximos a la realidad en viviendas unifamiliares, pero en el caso de edificios de varias plantas se obtendría un resultado de población expuestas sobreestimado.

8.2.1.2.- MÉTODO VBEB

El método alemán VBEB (Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm) permite obtener los valores reales de afección a los que se encuentra expuesta la población. Su procedimiento contempla la distribución de receptores de niveles de presión sonora a lo largo de las fachadas, estableciendo estos a diferentes niveles de altura en función del número de plantas.

Cada uno de estos receptores determinará el nivel de presión sonora al que se encuentra expuesta cada vivienda, considerando el parámetro de altura, a diferencia del método END expuesto anteriormente, en el que la evaluación de la exposición se realizaba a 4 m del suelo.

Esta metodología permite afinar los resultados al distribuir la población de cada edificio a lo largo del perímetro en planta y de las alturas. Como se puede intuir, los niveles de presión sonora evaluados a diferentes alturas proporcionarán resultados distintos, en función de la mayor o menor distancia a la fuente y las posibles reflexiones de los edificios del entorno, encontrándose, de esta forma, los habitantes de viviendas a diferentes alturas, en una misma planta, expuestas a distintos grados de afección.

8.2.2.- TABLAS DE RESULTADOS

8.2.2.1.- POBLACIÓN AFECTADA

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)						
RANGO (dBA)	Ld		Le		Lden	
	END	VBEB	END	VBEB	END	VBEB
55 – 59	1	0	0	0	1	1
60 – 64	0	0	1	0	0	0
65 – 69	0	0	0	0	1	0
70 – 74	0	0	0	0	0	0
≥ 75	0	0	0	0	0	0

Tabla 6. Valores de población afectada (centenas) para Ld, Le y Lden en función del método considerado

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)		
RANGO (dBA)	Ln	
	END	VBEB
50 – 54	0	0
55 – 59	1	0
60 – 64	0	0
65 – 69	0	0
≥ 70	0	0

Tabla 7. Valores de población afectada (centenas) para Ln en función del método considerado

A la vista de los resultados contenidos en las tablas adjuntas, se puede observar como el método END obtiene valores ligeramente superiores en niveles bajos de ruido, si bien la población expuesta a valores de ruido por encima de 70 dB no llega en ningún caso a la centena. Estos resultados se deben principalmente a la reducida longitud de la UME objeto de estudio (1,39 km) unido a la escasa densidad poblacional en las inmediaciones de la vía.

8.2.2.2.- VIVIENDAS AFECTADAS

Nº VIVIENDAS AFECTADAS (EN CENTENAS)					
RANGO (dBA)	Ld	Le	Lden	RANGO (dBA)	Ln
55 – 59	0	0	0	50 – 54	0
60 – 64	0	0	0	55 – 59	0
65 – 69	0	0	0	60 – 64	0
70 – 74	0	0	0	65 – 69	0
≥ 75	0	0	0	≥ 70	0

Tabla 8. Número de viviendas expuestas (centenas) a distintos rangos de nivel sonoro para los periodos Ld, Le, Ln y Lden

A la vista de los resultados de viviendas expuestas, se puede concluir que la afección de la carretera sobre el entorno circundante es mínima, ya que en ningún periodo considerado se ha alcanzado la centena de viviendas afectadas.

8.2.2.3.- EDIFICIOS SENSIBLES

AFECCIÓN A EDIFICIOS SENSIBLES				
SANITARIOS			DOCENTES	
RANGO (dBA)	Lden		Lden	
	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº CAMAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº ALUMNOS (CENTENAS)
55 – 59	0	0	0	0
60 – 64	0	0	0	0
65 – 69	0	0	0	0
70 – 74	0	0	0	0
≥ 75	0	0	0	0

Tabla 9. Número de edificios sensibles (en unidades) y camas/alumnos (en centenas) expuestas a distintos rangos para el periodo Lden.

A raíz de la modelización efectuada se puede concluir que ningún edificio sensible se ve afectado por el ruido generado por la carretera objeto de estudio, debido a la atenuación ocasionada por la distancia entre el foco emisor y los receptores (edificios sanitarios y docentes).

8.3.- MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN

Se ha obtenido a partir del mapa de niveles sonoros del indicador Lden.

Incluye los datos de superficies totales (en km²), expuestas a valores de Lden superiores a 55, 65, y 75 dB, respectivamente. En ellos se indica 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.

Las isófonas correspondientes a 55, 65 y 75 dB figuran en el mapa y se incluye información sobre la ubicación de las ciudades, pueblos y aglomeraciones situadas dentro de esas curvas.

EXPOSICIONES A DIFERENTES VALORES Lden					
RANGO (dBA)	SUPERFICIE	POBLACIÓN		EDIFICIOS SENSIBLES	
	(km ²)	Nº VIVIENDAS (CENTENAS)	Nº PERSONAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS SANITARIOS (UD)	Nº EDIFICIOS DOCENTES (UD)
≥ 55	0,21	1	1	0	0
≥ 65	0,08	0	1	0	0
≥ 75	0,00	0	0	0	0

Tabla 10. Datos relativos a zonas de afección para el periodo Lden

Observando los resultados de los mapas de afección se puede concluir que las superficies afectadas por rangos superiores a 55 dB son de reducidas dimensiones, lo que conlleva que el número de habitantes y viviendas expuestas sean mínimos. Asimismo, cabe resaltar que ningún edificio sensible se ve afectado por niveles de ruido superiores a 55 dB.

Para obtener una mayor precisión en los resultados presentados, los valores referentes a población de la anterior tabla se obtuvieron considerando el número de viviendas y personas afectadas en unidades, por lo que algunos valores difieren del resultado obtenido realizando el sumatorio de personas y viviendas expuestas del epígrafe 8.2.2.1., ya que en estas tablas se presentan en centenas.

9.- CONCLUSIÓN

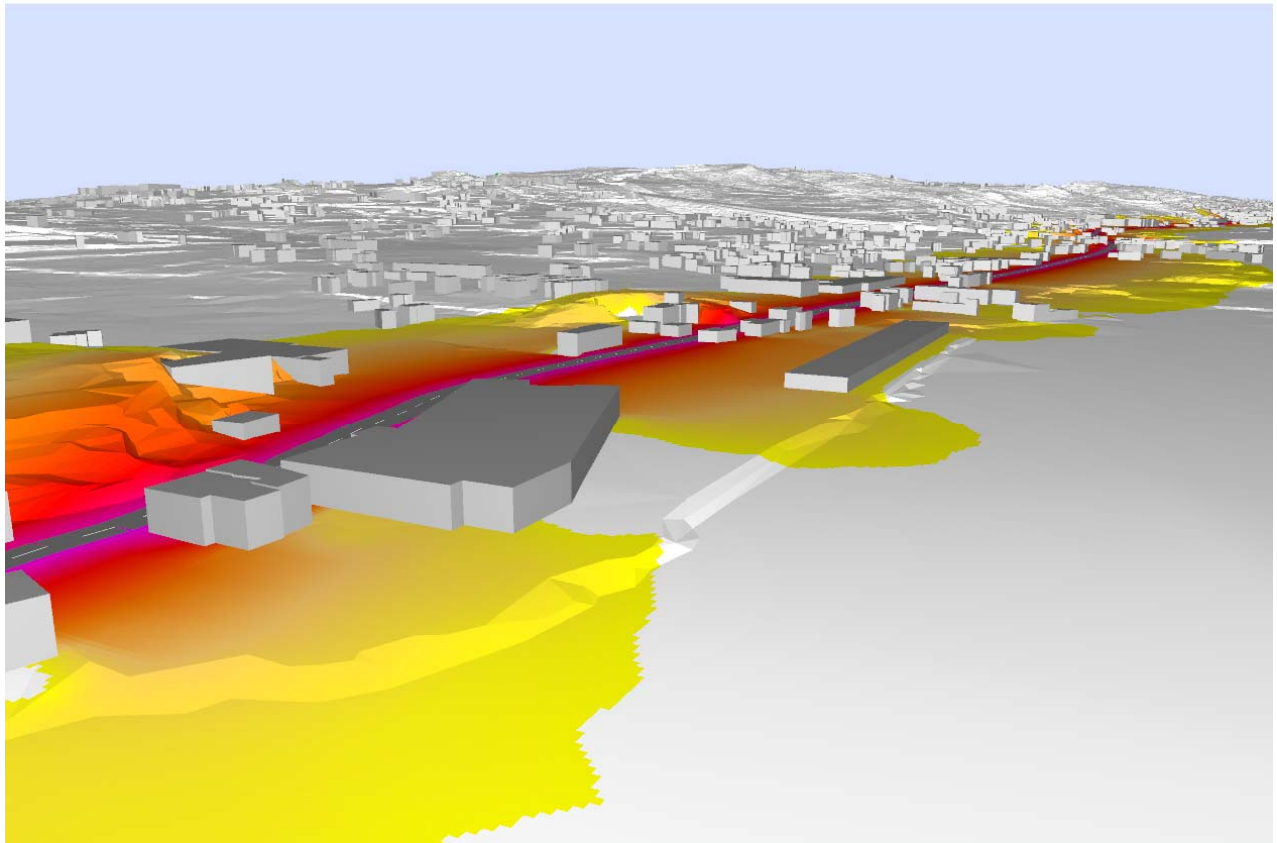
Con la realización del presente estudio se han elaborado los Mapas Estratégicos de Ruido de los tramos Deiro (PO-549) - PO-306 de la vía PO-307 (perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia), de acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE de 25 de junio de 2002 sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental y en la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, considerando alcanzados los objetivos planteados inicialmente así como los establecidos en la legislación vigente.

La elaboración de este estudio constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias que se deban realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones.

II PLANOS



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



CLAVE

PO/13/043.09.7

TIPO DE ESTUDIO

MAPA EXTRATÉXICO DE RUÍDO

DOCUMENTOS

DOCUMENTO RESUME

ESTRADA

PO-308
PONTEVEDRA (PO-531) - A LANZADA (PO-550)

PUNTOS QUILOMÉTRICOS

0+840 – 17+350

DATA

XULLO 2014

CONSULTOR



I MEMORIA

I MEMORIA

1.-	INTRODUCCIÓN	4
2.-	OBJETO DEL ESTUDIO.....	4
3.-	AUTORIDAD RESPONSABLE	5
4.-	PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES.....	5
5.-	ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME	6
6.-	METODOLOGÍA	10
6.1.-	MODELO DE SIMULACIÓN.....	11
6.2.-	CREACIÓN DEL MODELO 3D.....	12
6.2.1.-	INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA	12
6.2.2.-	INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO.....	13
6.2.3.-	INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS	16
6.2.4.-	MODELADO DE TÚNELES	18
6.2.5.-	MODELADO DE VIADUCTOS.....	18
6.2.6.-	MODELADO DE PASOS SUPERIORES.....	18
6.2.7.-	INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS	18
6.2.8.-	INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO	19
6.3.-	CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D	20
7.-	PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN	21
8.-	RESULTADOS.....	23
8.1.-	MAPAS DE NIVELES SONOROS.....	23
8.2.-	POBLACIÓN EXPUESTA.....	24
8.2.1.-	METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA	24
8.2.2.-	TABLAS DE RESULTADOS	27

8.3.-	MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN.....	29
9.-	CONCLUSIÓN	30

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	ÁMBITO DE ESTUDIO.....	6
FIGURA 2.	INICIO DEL TRAMO DE ESTUDIOS. EDIFICACIONES DE VARIAS PLANTAS	7
FIGURA 3.	PO-308 A SU PASO POR ENCOIRADOS	7
FIGURA 4.	PO-308 A SU PASO POR O COVELO	8
FIGURA 5.	PO-308 A SU PASO POR SANXENXO	8
FIGURA 6.	PLANO DE UBICACIÓN DE LA UME OBJETO DE ESTUDIO	10
FIGURA 7.	DETALLE DE LA VISTA DINÁMICA DEL MODELO TRIDIMENSIONAL GENERADO	10
FIGURA 8.	DETALLE DE LOS PUNTOS LIDAR FACILITADOS.....	12
FIGURA 9.	DETALLE DEL MDT GENERADO	12
FIGURA 10.	CURVADO FINALMENTE OBTENIDO A PARTIR DE LOS PUNTOS LIDAR	12
FIGURA 11.	DOS CARRILES. ZONA SANXENXO	14
FIGURA 12.	VISTA 3D DE LA MODELIZACIÓN EFECTUADA	20
FIGURA 13.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LD, LE Y LDEN.....	24
FIGURA 14.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LN....	24

LISTA DE TABLAS

TABLA 1.	TRAMOS DE LA VÍA OBJETO DE ESTUDIO	5
TABLA 2.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA UME ESTUDIADA	9
TABLA 3.	DATOS DE TRÁFICO.....	15
TABLA 4.	DATOS DE POBLACIÓN EN LOS MUNICIPIOS AFECTADOS	17
TABLA 5.	PANTALLAS Y BARRERAS INCLUIDAS EN EL MODELO	19
TABLA 6.	OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA	22

TABLA 7. VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (CENTENAS) PARA LD, LE Y LDEN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO..... 27

TABLA 8. VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (CENTENAS) PARA LN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO 27

TABLA 9. NÚMERO DE VIVIENDAS EXPUESTAS (EN CENTENAS) A DISTINTOS RANGOS DE NIVEL SONORO PARA LOS PERIODOS LD, LE, LN Y LDEN..... 28

TABLA 10. NÚMERO DE EDIFICIOS SENSIBLES (EN UNIDADES) Y CAMAS/ALUMNOS (EN CENTENAS) EXPUESTAS A DISTINTOS RANGOS PARA EL PERIODO LDEN..... 29

TABLA 11. DATOS RELATIVOS A ZONAS DE AFECCIÓN PARA EL PERIODO LDEN 30

II PLANOS

0.- PLANO DE SITUACIÓN

1.- MAPAS NIVELES SONOROS

1.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS DÍA (1:25.000)

1.2.- MAPAS DE NIVELES SONOROS TARDE (1:25.000)

1.3.- MAPAS DE NIVELES SONOROS NOCHE (1:25.000)

1.4.- MAPAS DE NIVELES SONOROS Lden (1:25.000)

2.- MAPAS DE AFECCIÓN

2.1.- MAPA DE ZONA DE AFECCIÓN (1:25.000)

1.- INTRODUCCIÓN

La aprobación de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental establece la necesidad de elaborar, en una primera fase, los Mapas Estratégicos de Ruido (MER) de grandes ejes viarios cuyo tráfico supere los seis millones de vehículos al año, para en una segunda fase realizar los mapas correspondientes a los grandes ejes viarios con tráfico superior a tres millones de vehículos al año.

La Directiva 2002/49/CE define el Mapa Estratégico de Ruido como "un 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."

Para la aplicación de la citada directiva en el territorio español se elaboró la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, que no se limita a transponer el contenido de la directiva, sino que trata de regular, a través de una adecuada distribución de competencias administrativas y del establecimiento de los mecanismos oportunos, la mejora de la calidad acústica en nuestro entorno.

Con el objeto de desarrollar esta ley se formuló el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, en cuanto a la evaluación y gestión del ruido ambiental, con la finalidad de prevenir, reducir o evitar los efectos nocivos, incluyendo las molestias derivadas de la exposición al ruido ambiental. A tal efecto se desarrollan los conceptos de ruido ambiental y sus efectos y molestias sobre la población, junto con una serie de medidas que permiten la consecución de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido, los planes de acción y la información a la población.

A fin de dar cumplimiento a la legislación vigente, la Consellería de Medio Ambiente Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, promueve la segunda fase de elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido de las vías pertenecientes a la Red Autonómica de Carreteras de Galicia.

2.- OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto del presente documento resumen es el de plasmar, de forma sintética y fácilmente comprensible, los resultados arrojados por los Mapas Estratégicos de Ruido

de los siguientes tramos de la PO-308, perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia:

DENOMINACIÓN	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONGITUD (km)
Pontevedra (PO-531) - A Lanzada (PO-550)	Poio (PO-309) - Poio (PO-535)	0,840	3,470	2,63
	Samieira (PO-303) - Sanxenxo (PO-504)	8,820	17,350	8,53

Tabla 1. Tramos de la vía objeto de estudio

Según se recoge en el Artículo 15 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, los mapas de ruido tendrán, entre otros, los siguientes objetivos:

- Permitir la evaluación global de la exposición a la contaminación acústica de una determinada zona.
- Permitir la realización de predicciones globales para dicha zona.
- Posibilitar la adopción fundada de planes de acción en materia de contaminación acústica y, en general, de las medidas correctoras adecuadas.

Asimismo, la elaboración de los MER constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias a realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones.

3.- AUTORIDAD RESPONSABLE

La autoridad responsable de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruidos es la Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestruturas, a través de la Axencia Galega de Infraestruturas, contando con la asistencia de la empresa ICEACSA Consultores S.L.U.

4.- PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES

De acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, y en la Ley del Ruido y sus posteriores Reglamentos, tuvieron que realizarse, en una primera fase los Mapas Estratégicos de Ruido de las carreteras de

más de 6 millones de vehículos al año; y en una segunda fase los de las carreteras de más de 3 millones de vehículos al año.

Por lo tanto, en la actualidad no se encuentra vigente ningún Programa de Acción contra el ruido derivado de la primera fase en la Unidad de Mapa Estratégico Pontevedra (PO-531) - A Lanzada (PO-550) entre los PP.KK. 0+840 al 17+350.

Así, en cumplimiento de la legislación, se elabora en la segunda fase esta UME. El estudio constituye la primera aproximación a la problemática del ruido generado por la infraestructura viaria.

5.- ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME

La PO-308 va desde Ponte da Barca, en Poio, hasta la Lanzada, recorriendo la costa norte de la ría de Pontevedra, pasando por Combarro, Raxó, Areas, Sanxenxo, Portonovo y Noalla. Toda esta zona ha sufrido un fuerte desarrollo a lo largo de los últimos años, por lo que atraviesa multitud de núcleos poblacionales, concentrándose principalmente en la zona de Poio, Raxó, y sobre todo Sanxenxo.

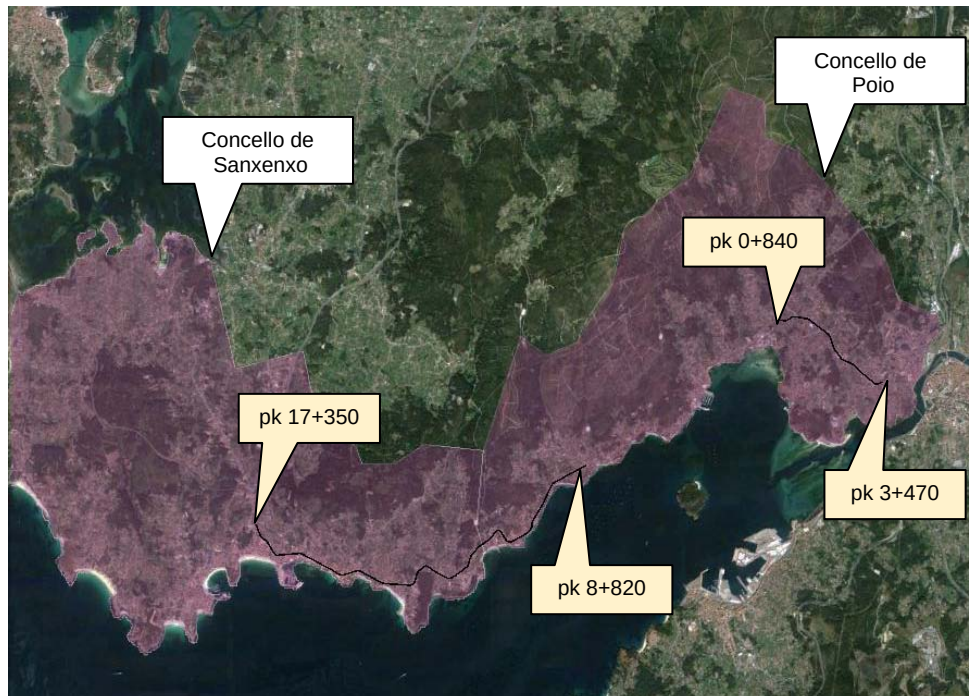


Figura 1. Ámbito de estudio

El tramo de estudio discurre por el Concello de Poio, a las afueras de lo que constituye el núcleo urbano, desde la Avenida do Peirao Besora en el pk 0+840 hasta el entronque con la VG-4.8 en el pk 3+470. En su comienzo, el tramo cuenta con aceras a ambos lados de la calzada y edificaciones de tres plantas aproximadamente



Figura 2. inicio del tramo de estudios. Edificaciones de varias plantas

A la altura del núcleo de Encoirados, el tramo se vuelve más rural, con una dispersión mayor de edificaciones que pasan a ser de carácter unifamiliar, manteniéndose las aceras a ambos lados de la calzada.



Figura 3. PO-308 a su paso por Encoirados

Continúa el tramo de estudio entre el Concello de Poio y Sanxenxo desde el pk 8+820 en O Covelo, donde continúan las edificaciones de tipo unifamiliar que, aunque

empieza con una densidad relativamente baja, va incrementando a su paso por la costa a su paso por Raxó, A Granxa, A Costa, A Carabuxeira, hasta llegar al núcleo de Sanxenxo.



Figura 4. PO-308 a su paso por O Covelo

En Sanxenxo termina el tramo en estudio, en el entronque con la PO-504 en el pk 17+350, donde el paisaje se torna completamente en urbano, incrementando su densidad de población de forma sustancial, predominando las edificaciones de alrededor de 4 ó 5 plantas a ambos lados de la Rúa O Progreso:



Figura 5. PO-308 a su paso por Sanxenxo

Existen además edificios dedicados a actividades comerciales.

No se han detectado protecciones contra el ruido en todo el tramo de análisis, si bien se han detectado cerramientos de viviendas de tipo unifamiliar que se han considerado como apantalladoras.

La identificación de las Unidad de Mapa Estratégico (UME) se realizó conforme a los siguientes criterios generales:

- Una UME solamente puede incluir tramos pertenecientes a una misma vía.
- Todos los tramos que conforman la UME deben tener una IMD igual o superior a 3.000.000 veh/año, como establece la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental.

Teniendo en cuenta dichos criterios, los tramos recogidos en la tabla siguiente comprenden una única Unidad de Mapa Estratégico (UME), contemplándose como fuente de ruido independiente, analizándose su efecto por separado y obteniéndose un Mapa Estratégico de Ruido en el que únicamente se considera la propagación del ruido causado por el tronco de la infraestructura. Dichos mapas se corresponden al alcance de la segunda fase de la Directiva 2002/49/CE y su correspondiente transposición a la legislación estatal.

UME	VÍA	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONG (km)	IMD (VEH/DÍA)	% PESADOS	MUNICIPOS AFECTADOS
01	PO-308	Poio (PO-309) - Poio (PO-535)	0,840	3,470	2,63	17.452	3,0	Poio
		Samieira (PO-303) - Sanxenxo (PO-504)	8,820	17,350	8,53	10.652	3,5	Poio, Sanxenxo

Tabla 2. Características generales de la UME estudiada

En la figura siguiente se recoge la ubicación de los tramos objeto de estudio.

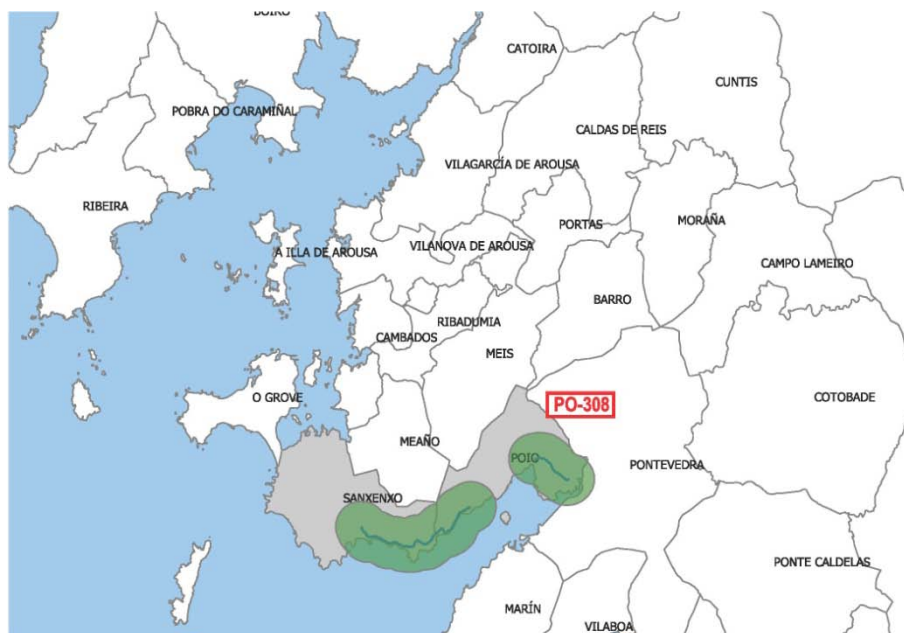


Figura 6. Plano de ubicación de la UME objeto de estudio

6.- METODOLOGÍA

Para la realización de la simulación acústica fue necesaria la implementación de un modelo tridimensional del área de estudio, incluyendo carreteras, edificaciones y elementos singulares, tal y como se aprecia en la imagen adjunta.

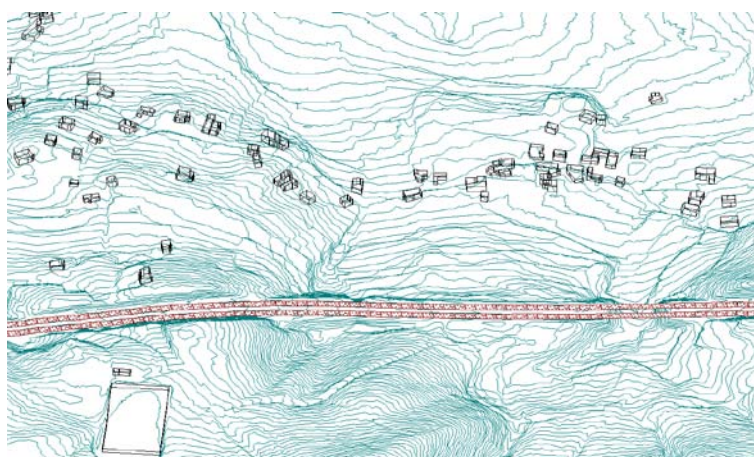


Figura 7. Detalle de la vista dinámica del modelo tridimensional generado

El software predictivo para la realización del modelo tridimensional del área de estudio, y para el posterior desarrollo de los cálculos matemáticos de propagación de ruido en ambiente exterior y ejecución de los Mapas Estratégicos de Ruido, fue CadnaA

Versión 4.4 (DataKustik GmbH). Con este software, y con un modelado del entorno preciso, se pueden determinar los niveles de ruido causados por el tráfico rodado. Tanto el procesado previo de la información de base como el análisis de los datos obtenidos se realizó mediante GIS.

6.1.- MODELO DE SIMULACIÓN

Siguiendo las disposiciones del Real Decreto 1513/2005, los índices de ruido del tráfico rodado fueron determinados por medio del método nacional de cálculo francés «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTULCPC-CSTB)», mencionado en el «Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal officiel du 10 mai 1995, article 6» y en la norma francesa «XPS 31-133». Este modelo es el propuesto de manera provisional por la Unión Europea para la realización de mapas de ruido en aquellos países que carezcan del suyo propio, según se describe en la recomendación 2003/613/EC de la Comisión Europea.

La elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido engloba la generación del modelo digital, la definición de los parámetros de entrada, el cálculo de los mapas y la evaluación de los resultados obtenidos.

El modelo 3D estará constituido por la topografía y las edificaciones del ámbito de estudio, el tramo/s de carretera que conforman la UME, y los elementos singulares concretos de cada caso (viaductos, pasos superiores, muros, pantallas acústicas,...).

- Carreteras: datos de tráfico (IMD y porcentaje de pesados), características del firme, tipo de flujo y límites de velocidad.
- Edificios: tipo de uso, altura, número de plantas, número de habitantes (en caso de ser residencial) y coeficiente de absorción alfa.
- Viaductos: longitud de apantallamiento.
- Muros y pantallas: pérdidas por reflexión.
- Terreno: coeficientes de absorción.
- Túneles: radiación procedente de las entradas y salidas.

Definido el modelo e introducidos los parámetros y configuración, se lleva a cabo la simulación acústica, obteniéndose de este modo los Mapas Estratégicos de Ruido.

6.2.- CREACIÓN DEL MODELO 3D

En el presente apartado se describen los procesos necesarios para la definición del escenario de modelización en el software de cálculo a partir de la información base.

La definición de cada uno de los atributos que caracterizan los elementos del modelo se realizó en GIS previa incorporación al software de cálculo. El objeto de este tratamiento previo es el de sistematizar el proceso de creación del modelo, evitando errores u omisiones en la definición del escenario.

6.2.1.- INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA

Para llevar a cabo el modelado digital del terreno (MDT) se empleó como fuente de información el vuelo LIDAR suministrado por la Axencia Galega de Infraestruturas, del que se extrajo la nube de puntos que conforman el terreno. Posteriormente, mediante un proceso de triangulación se obtuvieron las curvas de nivel cada metro.



Figura 8. Detalle de los puntos LIDAR facilitados



Figura 9. Detalle del MDT generado

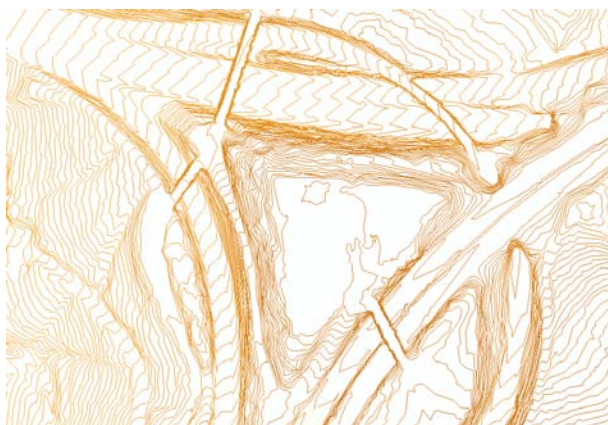


Figura 10. Curvado finalmente obtenido a partir de los puntos LIDAR

6.2.2.- INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO

Mediante el empleo de herramientas GIS, el eje de la carretera se definió a partir del conjunto de datos geométricos facilitados por la Axencia Galega de Infraestruturas, disponiendo de puntos cada 10 m, con la siguiente información:

- Coordenadas X, Y, Z.
- Número de carriles.
- Anchos de plataforma, calzada y arcenes.
- Peraltes y pendientes.

Las características geométricas que definen el eje cada 10 m se extendieron para cada punto 5 m antes y 5 m después. Una vez definido el eje se procedió a la corrección y depuración de la información, comparando los ejes con la ortofoto actualizada y con los datos tomados en las preceptivas visitas a campo realizadas. Establecida la geometría definitiva de la vía, se definieron en GIS los atributos que caracterizan la emisión acústica, con anterioridad a su importación desde CadnaA. A continuación se describe cada uno de los atributos considerados, los datos de partida disponibles, así como el tratamiento realizado previa incorporación al modelo:

- Geometría: la PO-308, cuenta con un carril por sentido, con un ancho medio de carril de 3,74 m en su primer tramo, con un arcén derecho con un ancho promedio de 1,2 m oscilante entre los 0 y los 5,5 m y un arcén izquierdo con una ancho promedio de 1,3 m variable entre los 0 y los 2,5 m. Para el segundo tramo el ancho promedio es de 3,4 m con un arcén derecho de 1,7 m como promedio, oscilante entre los 0 y 5,5 m, mientras que el arcén izquierdo tiene un promedio de 1,4 m de anchura, variable entre los 0 y 5,5 m.

Cuenta con aceras en sus tramos más urbanos, en la zona del núcleo urbano de Sanxenxo.



Figura 11. Dos carriles. Zona Sanxenxo

- Datos de tráfico: los datos de tráfico utilizados para el cálculo de los niveles sonoros fueron los correspondientes a las Memorias de Aforos del año 2012, proporcionadas por la Axencia Galega de Infraestruturas.

Tomando como base la distribución horaria en un día medio, se realizó el cálculo de la IMD por hora para cada uno de los periodos considerados (día, tarde y noche). Puesto que para el tramo Samieira (PO-303) - Sanxenxo (PO-504) no se disponía de distribución horaria, al valor de la IMD diaria del año 2012 se le aplicó la distribución porcentual del tramo Poio (PO-535) - Samieira (PO-303), entre los pk 3,470 y 8,840, en la misma carretera pero fuera del alcance de este análisis, obteniéndose de esta forma la IMD por hora.

Respecto a la distribución de pesados, se consideró para el primero de los tramos y todos los periodos considerados el valor diario recogido en la Memoria de Aforos. Para el segundo de los tramos se aplicó para todos los periodos considerados el valor diario recogido en la Memoria de Aforos para el tramo Samieira (PO-303) - Sanxenxo

UME	VÍA	TRAMO	IMD				% PESADOS
			(VEH/DÍA)	DÍA (VEH/H)	TARDE (VEH/H)	NOCHE (VEH/H)	
01	PO-308	Poio (PO-309) - Poio (PO-535)	17.452	1.009,4	944,5	195,1	3,0
		Samieira (PO-303) - Sanxenxo (PO-504)	10.652	616,3	588,6	112,8	3,5

Tabla 3. Datos de tráfico

- Límite de velocidad: partiendo de la velocidad límite permitida por la normativa para la vía objeto de estudio (80 km/h), se determinaron los tramos con restricciones de velocidad a partir de los datos de señalización vertical aportados por la Axencia Galega de Infraestruturas, realizándose una revisión de los mismos en las visitas a campo realizadas. En aquellos lugares en los que se detectó señalización insuficiente o contradictoria (ausencia de señales de fin de limitación de velocidad, tramos interurbanos sin especificación de la velocidad máxima permitida,...) se optó por definir tramos lo más homogéneos posibles, tomando siempre el valor de velocidad más desfavorable (la mayor de los posibles).

Para cada una de los subtramos se establecieron límites de velocidad diferenciados en función del tipo de vehículo que circule (ligero o pesado), ya que según el límite establecido dicha velocidad puede no ser coincidente.

Así, como resultado de este análisis y considerando el grueso de las poblaciones que atraviesa, se modelizó la práctica totalidad de esta UME con una velocidad para ligeros y pesados de 50 km/h, si bien, atendiendo a la señalización vertical se ha definido un tramo de 80 km/h, al comienzo del tramo Samieira - Sanxenxo

- Superficie de la carretera: el tipo de firme tiene influencia directa sobre la emisión de la vía. La UME objeto de estudio presenta una capa de asfalto bituminoso en toda su longitud.
- Tipo de flujo: de forma general se ha considerado que el flujo es continuo fluido.

Una vez definida la geometría y los parámetros característicos de cada subtramo de 10 m que compone la UME, se procedió a su importación en CadnaA como carretera

en formato shape. Por último, para conseguir que la carretera se acople por completo al terreno, se realizó el ajuste del MDT al objeto bajo la plataforma de la vía.

6.2.3.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS

Tomando como base la capa shape de la Dirección General del Catastro, se realizó una revisión general del ámbito de trabajo, completándose aquellas zonas que presentaban carencia de edificaciones recientes. Esta revisión se hizo a partir de las fotografías aéreas del PNOA y mediante visitas a campo. Así, se elaboró una cobertura de polígonos revisada a través de:

- La digitalización de los edificios inexistentes en el Catastro.
- La eliminación de los elementos que ya no existen o que no se corresponden con edificios (invernaderos, piscinas,...).

6.2.3.1.- ALTURA

La altura de las edificaciones se definió a partir del número de plantas contempladas en los datos del Catastro, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La altura mínima de un edificio es de 4 m.
- En los edificios residenciales, sanitarios y educativos se consideró una altura de 4 m para las plantas bajas, y de 3 m para el resto.
- Aquellas edificaciones que comparten código catastral y están claramente unidas se agruparon como un único edificio, asignándole el número de plantas correspondiente al edificio más alto con código compartido.

Para aquellos edificios que no se encuentran contenidos en la base de datos de Catastro y que fueron digitalizados posteriormente, el número de plantas fue estimado a partir de la revisión de la fotografía aérea y de las visitas, corrigiendo y depurando errores de la información catastral de base (alturas inexistentes o excesivas).

6.2.3.2.- USO

Partiendo de los metadatos descargados de la Sede Electrónica del Catastro, los usos de los edificios se completaron a través de las siguientes fuentes de información:

- Fotografías aéreas del PNOA.
- Información de las visitas a campo realizadas.

Los usos identificados fueron:

- Residencial.
- Sanitario y docente.
- Industrial, terciario y otros.

A todos los edificios de la zona de estudio se asignó uno de los anteriores usos con el fin de identificar los edificios residenciales para el cálculo de la población, así como para determinar las áreas acústicas en la elaboración de los mapas de zonas de conflicto. Además, se identificaron los edificios de tipo docente y sanitario por ser receptores sensibles, a través de la información disponible en las siguientes fuentes:

- Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria de la Xunta de Galicia.
- Consellería de Sanidade de la Xunta de Galicia.

6.2.3.3.- POBLACIÓN ASIGNADA

Uno de los objetivos de los MER es la obtención del número de personas expuestas a los diferentes niveles de ruido, para lo que se realizó un tratamiento consistente en el reparto de la población entre los edificios residenciales existentes.

La información de partida se obtuvo del padrón municipal de habitantes del año 2013 del Instituto Galego de Estatística (IGE). Tomando como base la población de cada municipio, y una vez identificados los edificios residenciales de cada uno, se hizo un reparto proporcional de la población en función de la superficie residencial total construida. El número de habitantes en cada se calculó como el producto del coeficiente de habitabilidad anteriormente definido por la superficie de cada edificio residencial, resultando:

MUNICIPIO	POBLACIÓN	SUP. TOTAL RESIDENCIAL (m ²)	COEF. HABITABILIDAD (HAB/m ²)
Poio	16.767	1.192.572	0,0141
Sanxenxo	17.582	2.312.343	0,0076

Tabla 4. Datos de población en los municipios afectados

En el caso de los edificios sensibles se cuantificó el número de alumnos en los edificios de uso docente, y de camas en los de uso sanitario.

6.2.3.4.- EFECTO REFLECTANTE

Para tener en cuenta el efecto reflectante de las edificaciones se asignó un Coeficiente de Absorción Alfa de 0,4 en todos los casos.

6.2.3.5.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS EN CADNAA

Una vez depurada y corregida la capa de edificaciones, con todos los atributos definidos se importaron desde CadnaA como edificio en formato shape.

En última instancia se hizo una revisión general del modelo, subsanándose aquellos desajustes existentes entre la topografía y la base de los edificios ("enterramientos"), así como los solapes entre la plataforma de la vía y las edificaciones incorporadas.

6.2.4.- MODELADO DE TÚNELES

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad túneles en la presente UME.

6.2.5.- MODELADO DE VIADUCTOS

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad viaductos en la presente UME.

6.2.6.- MODELADO DE PASOS SUPERIORES

En el modelo se han definido únicamente aquellos pasos superiores que presentan un ancho superior a 25 m, incorporándose como reflectores 3D.

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pasos superiores con anchura superior a 25 m en la presente UME.

6.2.7.- INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS

Junto con las edificaciones, los muros y pantallas constituyen obstáculos a la propagación del ruido, por lo que fueron incluidos en el modelo tridimensional.

El trabajo de campo realizado permitió cartografiar la presencia de estas barreras, siendo los elementos identificados y sus características principales las recogidas en la tabla adjunta.

ELEMENTO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONGITUD (m)	ALTURA (m)	TIPO REFLEXIÓN
Cerramiento parcela	8+960	9+030	70	2,5	Fachada de construcción
Cerramiento parcela	14+060	14+090	30	2,5	Fachada de construcción

Tabla 5. Pantallas y barreras incluidas en el modelo

Los muros de contención identificados no fueron incluidos en la modelización efectuada, ya que se estima que su presencia no supone un apantallamiento mayor al producido por las tierras que contiene.

La incorporación de los obstáculos al modelo se realizó importándose como pantallas en formato shape.

6.2.8.- INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO

Las características del suelo son un factor determinante en la propagación del ruido, por lo que en la modelización efectuada se definieron diferentes áreas de absorción.

De forma genérica se considera el terreno base como absorbente ($G=1$, sin embargo se definieron ciertas áreas de carácter urbano e industrial como reflectantes ($G=0$), realizándose la zonificación del territorio en base a los usos del suelo definidos por el Instituto de Estudios do Territorio. De esta forma, las áreas consideradas como reflectantes son las correspondientes a núcleos de población, tejido urbano continuo y zonas industriales, comerciales y de servicios.

La incorporación de estas zonas al modelo se realizó importándose como áreas de absorción del suelo en formato shape.

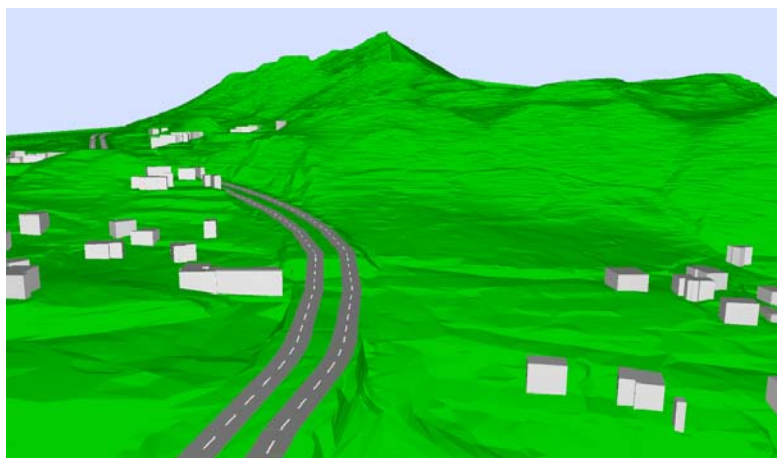


Figura 12. Vista 3D de la modelización efectuada

6.3.- CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D

Para la elaboración de los MER de cada UME, con anterioridad a la introducción de los diferentes elementos que componen el modelo, es preciso definir una configuración de cálculo en el software de acuerdo a la Directiva 2002/49/CE donde se identifiquen los parámetros necesarios para la correcta definición del escenario previsto.

- La norma empleada para el cálculo es la NMPB-Routes-96.
- El espaciado de los receptores en la malla de cálculo es de 10 x 10 m a una altura de 4 m sobre el suelo.
- El orden máximo de reflexiones consideradas es de 1.
- Se estableció un radio máximo de búsqueda de 2.000 m.
- El porcentaje de condiciones favorables día/noche se corresponde con un 50% en periodo diurno, un 75% en periodo vespertino y un 100% en periodo nocturno.
- Siguiendo las recomendaciones de la European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN), las condiciones atmosféricas consideradas son una temperatura de 15°C y una humedad del 70%.
- El cálculo de la atenuación sufrida por las ondas sonoras en el medio ambiente exterior se obtiene de acuerdo a los procedimientos de la ISO 9613.
- Los valores de inmisión considerados son $L_{\text{día}}$, L_{tarde} , L_{noche} y L_{den} , todos ellos en dBA, a una altura de evaluación de 4 m.
- La designación de horas para los periodos considerados es de 07:00 a 19:00 día, de 19:00 a 23:00 tarde y de 23:00 a 07:00 noche.

- Se aplicó una penalización de 0 dB para el periodo diurno, de 5 dB para el vespertino y de 10 dB para el nocturno.
- Para la evaluación de los niveles de ruido en fachada de edificios se consideró una altura de las plantas bajas de 4 m y de 3 m para el resto. Asimismo, se tuvo en cuenta únicamente el sonido incidente, es decir, no se consideró el sonido reflejado en la fachada donde se realiza la evaluación, aunque sí las reflexiones en el resto de edificios y obstáculos presentes en el área de estudio.

7.- PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN

Para determinar los indicadores y los niveles límites de referencia que permitan evaluar la afección al ruido, se recurrió a la legislación vigente en materia de objetivos de calidad acústica que viene fijada en 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, concretamente lo recogido en el Capítulo III "Zonificación acústica. Objetivos de calidad acústica" y en el Capítulo IV "Emisores acústicos. Valores límite de emisión e inmisión".

El artículo 14 del citado Real Decreto dice textualmente:

1. En las áreas urbanizadas existentes se establece como objetivo de calidad acústica para ruido el que resulte de la aplicación de los siguientes criterios:

a) Si en el área acústica se supera el correspondiente valor de alguno de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla A, del anexo II, su objetivo de calidad acústica será alcanzar dicho valor.

ANEXO II

Objetivos de calidad acústica

Tabla A. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes.

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L_d	L_n	L_n
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.

Tabla 6. Objetivos de calidad acústica

En relación al tipo de área f se aplicará el Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica 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.

Como se puede observar en la tabla anterior, los objetivos se establecen para los índices de ruido, L_d , L_t y L_n , cuya definición según 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, es:

L_d es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año.

L_n es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año.

L_n es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año.

En vista de lo expuesto, la evaluación de la exposición al ruido de la población pasará por determinar cada uno de los indicadores L_d , L_e y L_n , y compararlos con los niveles límite establecidos en los objetivos de calidad acústica para cada tipo de área.

8.- RESULTADOS

Conforme a la normativa vigente, la elaboración de un mapa estratégico conlleva la obtención de una información gráfica y otra alfanumérica, representada mediante mapas y tablas de afección.

La escala básica de representación de los Mapas Estratégicos de Ruido contenidos en el presente documento es 1/25.000, siendo la base cartográfica la 1/5.000 de la Xunta de Galicia. El sistema de proyección es ETRS-89, zona 29 N.

En la elaboración de los MER de cada UME, el área de estudio vino delimitada por la longitud del tramo/s de carretera que define la propia UME y por una banda, con un ancho de 1.500 m a cada lado del eje de la calzada.

8.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS

Son mapas de líneas isófonas elaborados a partir de los niveles de ruido calculados en puntos receptores a lo largo de toda la zona de estudio.

Se elaboraron los planos de niveles sonoros representando los indicadores establecidos por la legislación básica estatal y las recomendaciones del Ministerio de Fomento, siendo los mapas generados los siguientes:

- Mapa de niveles sonoros de L_d en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_e en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_n en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70.

- Mapa de niveles sonoros de Lden en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.

Lden, Ld, Le

Rango	Descripción	R	G	B
> 75	Rosa fuerte	255	0	255
70-75	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
< 55	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	55-60
	60-65
	65-70
	70-75
	>75

Figura 13. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del Ld, Le y Lden

Ln

Rango	Descripción	R	G	B
>70	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
50-55	Verde	100	200	0
< 50	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	50-55
	55-60
	60-65
	65-70
	>70

Figura 14. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del Ln

8.2.- POBLACIÓN EXPUESTA

8.2.1.- METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA

La determinación de la situación acústica a partir de los mapas de niveles sonoros requiere el análisis de la afección del ruido sobre la población. En esta línea, la normativa establece que debe estimarse el número de personas expuestas a ciertos rangos de niveles de presión sonora, sin entrar en detalles técnicos de cómo proceder.

Existen diferentes métodos para determinar los niveles de exposición en fachada para cada uno de los edificios, conforme a la normativa y a las guías de trabajo internacionales en materia de contaminación acústica.

La Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, con el fin de determinar la exposición al ruido ambiental de los Estados Miembros, establece en su Anexo VI que deberá comunicarse a la comisión europea, para el caso de las aglomeraciones sobre las que se realice el Mapa Estratégico de Ruidos (MER), la siguiente información:

- Número estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de Lden en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (55-59, 60-

64, 65-69, 70-74, >75), distinguendo entre el tráfico rodado, el tráfico ferroviario, el tráfico aéreo y las fuentes industriales.

- El número total estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de L_n en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70), distinguendo entre el tráfico rodado, ferroviario, aéreo y las fuentes industriales.

Este planteamiento, denominado END (European Noise Directive), es el que debe utilizarse para entregar los resultados a la comisión europea, siendo también habitual para la entrega al resto de administraciones. Sin embargo, este procedimiento, es el que proporciona peores resultados con respecto a la exposición real de la población, arrojando valores de población afectada a distintos rangos de niveles sonoros muy superiores a la realidad, por lo resulta necesario plantear otros métodos que, de forma adicional, arrojen resultados que no sobreestimen la población expuesta.

A continuación se presentan los siguientes procedimientos de estimación de la población afectada por ruido ambiental:

- Método END
- Método VBEB Alemán

8.2.1.1.- MÉTODO END

El método END (European Noise Directive) se presenta en la Directiva Europea 2002/49/CE como un método para satisfacer la obligación de proporcionar a la comisión europea los datos del número estimado de personas cuyas viviendas están expuestas a diferentes rangos de L_{den} y L_n , a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta, aquella que soporta mayor nivel de presión sonora.

Esta estimación, requiere del cálculo de receptores específicos en cada una de las fachadas de los edificios, a una altura relativa de 4 metros respecto al suelo y tomando las consideraciones necesarias para excluir las reflexiones acústicas de la propia fachada como ruido incidente en el propio receptor.

Este planteamiento, supone que todos los habitantes de cada edificio están sometidos al mayor nivel de presión sonora registrado en la fachada más expuesta, lo que no se acerca a la situación real, en la que la población se distribuye a lo largo del edificio, en

relación a la posición de las viviendas. Este procedimiento podría dar resultados próximos a la realidad en viviendas unifamiliares, pero en el caso de edificios de varias plantas se obtendría un resultado de población expuestas sobreestimado.

8.2.1.2.- MÉTODO VBEB

El método alemán VBEB (Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm) permite obtener los valores reales de afección a los que se encuentra expuesta la población. Su procedimiento contempla la distribución de receptores de niveles de presión sonora a lo largo de las fachadas, estableciendo estos a diferentes niveles de altura en función del número de plantas.

Cada uno de estos receptores determinará el nivel de presión sonora al que se encuentra expuesta cada vivienda, considerando el parámetro de altura, a diferencia del método END expuesto anteriormente, en el que la evaluación de la exposición se realizaba a 4 m del suelo.

Esta metodología permite afinar los resultados al distribuir la población de cada edificio a lo largo del perímetro en planta y de las alturas. Como se puede intuir, los niveles de presión sonora evaluados a diferentes alturas proporcionarán resultados distintos, en función de la mayor o menor distancia a la fuente y las posibles reflexiones de los edificios del entorno, encontrándose, de esta forma, los habitantes de viviendas a diferentes alturas, en una misma planta, expuestas a distintos grados de afección.

8.2.2.- TABLAS DE RESULTADOS

8.2.2.1.- POBLACIÓN AFECTADA

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)						
RANGO (dBA)	Ld		Le		Lden	
	END	VBEB	END	VBEB	END	VBEB
55 – 59	14	11	15	11	12	13
60 – 64	8	8	8	8	14	9
65 – 69	22	8	24	8	11	8
70 – 74	6	1	5	1	20	3
≥ 75	0	0	0	0	0	0

Tabla 7. Valores de población afectada (centenas) para Ld, Le y Lden en función del método considerado

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)		
RANGO (dBA)	Ln	
	END	VBEB
50 – 54	14	10
55 – 59	9	8
60 – 64	22	5
65 – 69	0	0
≥ 70	0	0

Tabla 8. Valores de población afectada (centenas) para Ln en función del método considerado

A la vista de los resultados contenidos en las tablas adjuntas, se puede observar como para valores bajos de ruido los métodos END y VBEB arrojan datos de población expuesta similares. Sin embargo, con rangos de emisión sonora por encima de 65 dB para los periodos Ld, Le y Lden, y de 60 dB para el Ln se observan diferencias en los datos relativos a población expuesta según el método empleado. Estas diferencias radican en las consideraciones de cada método para determinar la población expuesta. Como ya se enunció con anterioridad en el presente documento resumen, el método END asume que todos los habitantes de cada edificio están sometidos al mayor nivel de presión sonora registrado a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta. En consecuencia, dado que el tramo objeto de estudio discurre por tramos de travesías densamente pobladas, con presencia de edificios residenciales de varias alturas adyacentes a la vía, parece que estos resultados no se

aproximan a la realidad, al suponer que todos los habitantes de estos edificios se encuentran afectados por el valor de la fachada más expuesta.

En contraposición, el método VBEB, al distribuir la población de cada edificio a lo largo del perímetro en planta y de las alturas permite obtener un resultado más ajustado a la realidad, ya que no toma el conjunto del edificio como afectado por la isófona más desfavorable, sino que estima la afección de la población según el valor obtenido en cada receptor de fachada calculado.

8.2.2.2.- VIVIENDAS AFECTADAS

Nº VIVIENDAS AFECTADAS (EN CENTENAS)					
RANGO (dBA)	Ld	Le	Lden	RANGO (dBA)	Ln
55 – 59	4	4	4	50 – 54	3
60 – 64	2	2	3	55 – 59	2
65 – 69	4	4	3	60 – 64	4
70 – 74	1	1	3	65 – 69	0
≥ 75	0	0	0	≥ 70	0

Tabla 9. Número de viviendas expuestas (en centenar) a distintos rangos de nivel sonoro para los periodos Ld, Le, Ln y Lden

Al igual que ocurre con la exposición de la población, el número de viviendas afectadas por isófonas entre 60 y 64 dB es menor que las edificaciones expuestas a rangos de 65 a 69 dB para los periodos Ld, Le y Lden. Lo mismo ocurre para el periodo Ln a partir de 60 dB. Este fenómeno es debido a la proximidad de las viviendas a la traza de la vía, ya que la carretera discurre a través de núcleos densamente poblados.

Los resultados arrojados por las tablas de población y viviendas expuestas son debidos a las características propias de la vía, encuadrada en una zona altamente poblada, con bloques residenciales próximos a la traza y viviendas unifamiliares dispersas a medida que nos alejamos de la carretera. Así, las viviendas más expuestas serán las más próximas a la vía, que al tratarse de bloques residenciales contendrán más población afectada que las edificaciones residenciales periféricas, afectadas por rangos menores debido a la distancia del foco emisor y al apantallamiento producido por los edificios más cercanos a la carretera.

8.2.2.3.- EDIFICIOS SENSIBLES

AFECCIÓN A EDIFICIOS SENSIBLES				
SANITARIOS			DOCENTES	
RANGO (dBA)	Lden		Lden	
	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº CAMAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº ALUMNOS (CENTENAS)
55 – 59	1	0	0	0
60 – 64	0	0	0	0
65 – 69	0	0	0	0
70 – 74	0	0	0	0
≥ 75	0	0	0	0

Tabla 10. Número de edificios sensibles (en unidades) y camas/alumnos (en centenares) expuestas a distintos rangos para el periodo Lden.

A raíz de la modelización efectuada se puede concluir que el único edificio sensible afectado por la emisión sonora de la UME objeto de estudio es el Centro de Saúde Raxo, el cual carece de camas de hospitalización.

8.3.- MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN

Se ha obtenido a partir del mapa de niveles sonoros del indicador Lden.

Incluye los datos de superficies totales (en km²), expuestas a valores de Lden superiores a 55, 65, y 75 dB, respectivamente. En ellos se indica además el número total estimado de viviendas (en centenares), y el número total estimado de personas (en centenares) que viven en cada una de esas zonas.

Las isófonas correspondientes a 55, 65 y 75 dB figuran en el mapa y se incluye información sobre la ubicación de las ciudades, pueblos y aglomeraciones situadas dentro de esas curvas.

EXPOSICIONES A DIFERENTES VALORES Lden					
RANGO (dBA)	SUPERFICIE	POBLACIÓN		EDIFICIOS SENSIBLES	
	(km ²)	Nº VIVIENDAS (CENTENAS)	Nº PERSONAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS SANITARIOS (UD)	Nº EDIFICIOS DOCENTES (UD)
≥ 55	1,14	7	27	1	0
≥ 65	0,47	6	31	0	0
≥ 75	0,02	0	0	0	0

Tabla 11. Datos relativos a zonas de afección para el periodo Lden

Observando los resultados de los mapas de afección, se puede concluir que a pesar de que las superficies afectadas por rangos superiores a 55 dB son de reducidas dimensiones, se obtienen valores moderados de población expuesta, fruto de las características de la vía, al discurrir por tramos con alta densidad poblacional y edificios residenciales próximos a la vía.

9.- CONCLUSIÓN

Con la realización del presente estudio se han elaborado los Mapas Estratégicos de Ruido de los tramos Poio (PO-309) - Poio (PO-535) y Samieira (PO-303) - Sanxenxo (PO-504) de la vía PO-308 (pertenece a la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia), de acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE de 25 de junio de 2002 sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental y en la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, considerando alcanzados los objetivos planteados inicialmente así como los establecidos en la legislación vigente.

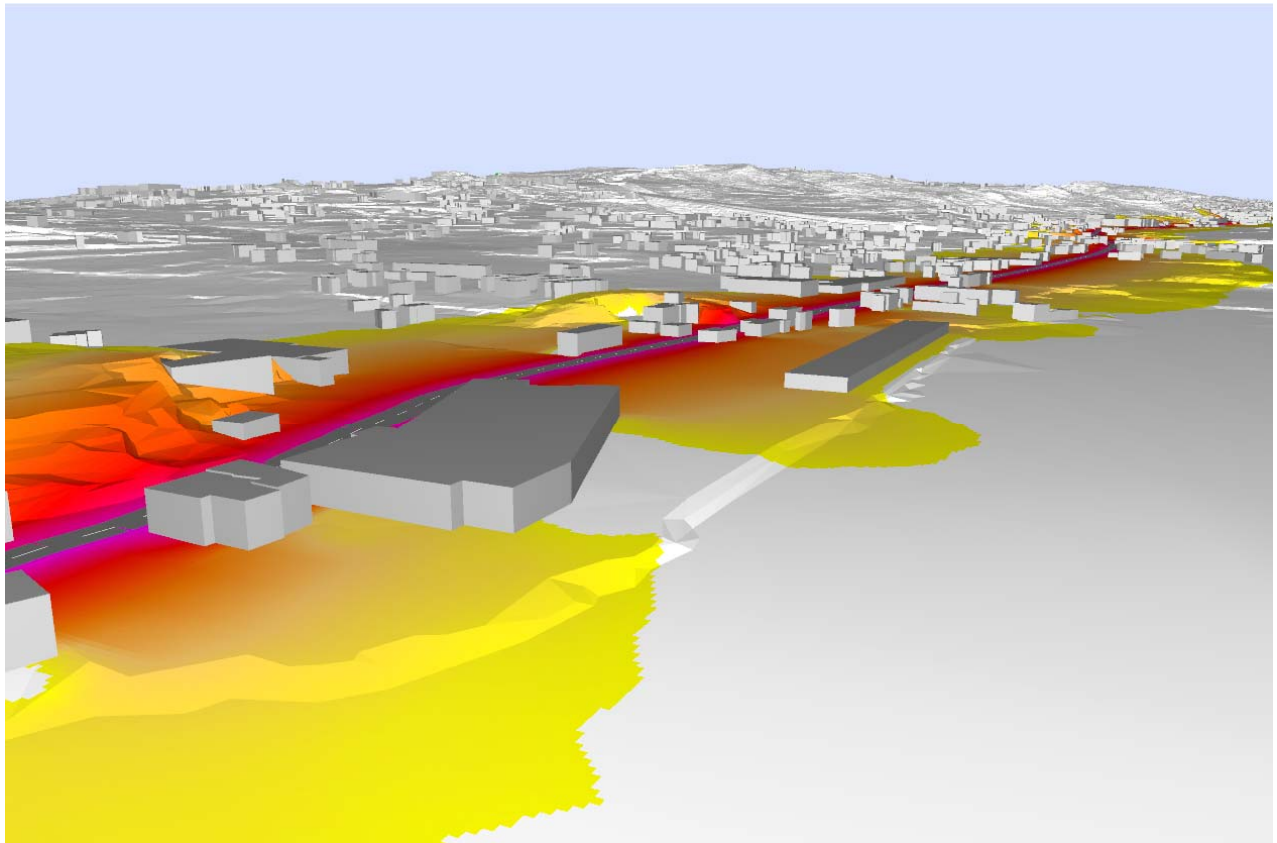
La elaboración de este estudio constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias que se deban realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones.

II PLANOS



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS

axencia galega
de infraestruturas **axi**



CLAVE

PO/13/043.09.8

TIPO DE ESTUDIO

MAPA EXTRATÉXICO DE RUÍDO

DOCUMENTOS

DOCUMENTO RESUME

ESTRADA

PO-316
A LANZADA (PO-550) - O GROVE

PUNTOS QUILOMÉTRICOS

0+000 – 5+870

DATA

XULLO 2014

CONSULTOR



I MEMORIA

I MEMORIA

1.-	INTRODUCCIÓN	4
2.-	OBJETO DEL ESTUDIO.....	5
3.-	AUTORIDAD RESPONSABLE	5
4.-	PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES.....	6
5.-	ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME	6
6.-	METODOLOGÍA	10
6.1.-	MODELO DE SIMULACIÓN.....	11
6.2.-	CREACIÓN DEL MODELO 3D.....	12
6.2.1.-	INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA	12
6.2.2.-	INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO.....	13
6.2.3.-	INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS	15
6.2.4.-	MODELADO DE TÚNELES	18
6.2.5.-	MODELADO DE VIADUCTOS.....	18
6.2.6.-	MODELADO DE PASOS SUPERIORES.....	18
6.2.7.-	INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS	18
6.2.8.-	INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO	18
6.3.-	CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D	19
7.-	PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN	20
8.-	RESULTADOS.....	22
8.1.-	MAPAS DE NIVELES SONOROS.....	22
8.2.-	POBLACIÓN EXPUESTA.....	23
8.2.1.-	METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA	23
8.2.2.-	TABLAS DE RESULTADOS	25

8.3.-	MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN.....	28
9.-	CONCLUSIÓN	29

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	ÁMBITO DE ESTUDIO.....	6
FIGURA 2.	PO-316. INICIO PK0+000	7
FIGURA 3.	PO-316. GLORIETA ENTRONQUE PO-317. FIN A LANZADA	7
FIGURA 4.	PO-316. ARDIA	8
FIGURA 5.	PO-316. PRINCIPIO DEL GROVE	8
FIGURA 6.	PO-316. TRAMO FINAL DE ESTUDIO	9
FIGURA 7.	PLANO DE UBICACIÓN DE LA UME OBJETO DE ESTUDIO	10
FIGURA 8.	DETALLE DE LA VISTA DINÁMICA DEL MODELO TRIDIMENSIONAL GENERADO	11
FIGURA 9.	DETALLE DE LOS PUNTOS LIDAR FACILITADOS.....	13
FIGURA 10.	DETALLE DEL MDT GENERADO	13
FIGURA 11.	CURVADO FINALMENTE OBTENIDO A PARTIR DE LOS PUNTOS LIDAR	13
FIGURA 12.	VISTA 3D DE LA MODELIZACIÓN EFECTUADA	19
FIGURA 13.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LD, LE Y LDEN.....	23
FIGURA 14.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LN....	23

LISTA DE TABLAS

TABLA 1.	TRAMOS DE LA VÍA OBJETO DE ESTUDIO	5
TABLA 2.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA UME ESTUDIADA	10
TABLA 3.	DATOS DE TRÁFICO.....	14
TABLA 4.	DATOS DE POBLACIÓN EN LOS MUNICIPIOS AFECTADOS	17
TABLA 5.	OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA	21

TABLA 6. VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (CENTENAS) PARA LD, LE Y LDEN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO.....25

TABLA 7. VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (CENTENAS) PARA LN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO 26

TABLA 8. NÚMERO DE VIVIENDAS EXPUESTAS (CENTENAS) A DISTINTOS RANGOS DE NIVEL SONORO PARA LOS PERIODOS LD, LE, LN Y LDEN.....27

TABLA 9. NÚMERO DE EDIFICIOS SENSIBLES (UNIDADES) Y CAMAS/ALUMNOS (EN CENTENAS) EXPUESTAS A DISTINTOS RANGOS PARA EL PERIODO LDEN. 27

TABLA 10. DATOS RELATIVOS A ZONAS DE AFECCIÓN PARA EL PERIODO LDEN 28

II PLANOS

0.- PLANO DE SITUACIÓN

1.- MAPAS NIVELES SONOROS

1.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS DÍA (1:25.000)

1.2.- MAPAS DE NIVELES SONOROS TARDE (1:25.000)

1.3.- MAPAS DE NIVELES SONOROS NOCHE (1:25.000)

1.4.- MAPAS DE NIVELES SONOROS Lden (1:25.000)

2.- MAPAS DE AFECCIÓN

2.1.- MAPA DE ZONA DE AFECCIÓN (1:25.000)

1.- INTRODUCCIÓN

La aprobación de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental establece la necesidad de elaborar, en una primera fase, los Mapas Estratégicos de Ruido (MER) de grandes ejes viarios cuyo tráfico supere los seis millones de vehículos al año, para en una segunda fase realizar los mapas correspondientes a los grandes ejes viarios con tráfico superior a tres millones de vehículos al año.

La Directiva 2002/49/CE define el Mapa Estratégico de Ruido como "un 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."

Para la aplicación de la citada directiva en el territorio español se elaboró la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, que no se limita a transponer el contenido de la directiva, sino que trata de regular, a través de una adecuada distribución de competencias administrativas y del establecimiento de los mecanismos oportunos, la mejora de la calidad acústica en nuestro entorno.

Con el objeto de desarrollar esta ley se formuló el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, en cuanto a la evaluación y gestión del ruido ambiental, con la finalidad de prevenir, reducir o evitar los efectos nocivos, incluyendo las molestias derivadas de la exposición al ruido ambiental. A tal efecto se desarrollan los conceptos de ruido ambiental y sus efectos y molestias sobre la población, junto con una serie de medidas que permiten la consecución de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido, los planes de acción y la información a la población.

A fin de dar cumplimiento a la legislación vigente, la Consellería de Medio Ambiente Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, promueve la segunda fase de elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido de las vías pertenecientes a la Red Autonómica de Carreteras de Galicia.

2.- OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto del presente documento resumen es el de plasmar, de forma sintética y fácilmente comprensible, los resultados arrojados por los Mapas Estratégicos de Ruido del siguiente tramo de la vía PO-316, perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia:

DENOMINACIÓN	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONGITUD (km)
A Lanzada (PO-550) - O Grove	A Lanzada (PO-550) - O Grove	0,000	5,870	5,87

Tabla 1. Tramos de la vía objeto de estudio

Según se recoge en el Artículo 15 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, los mapas de ruido tendrán, entre otros, los siguientes objetivos:

- Permitir la evaluación global de la exposición a la contaminación acústica de una determinada zona.
- Permitir la realización de predicciones globales para dicha zona.
- Posibilitar la adopción fundada de planes de acción en materia de contaminación acústica y, en general, de las medidas correctoras adecuadas.

Asimismo, la elaboración de los MER constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias a realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones.

3.- AUTORIDAD RESPONSABLE

La autoridad responsable de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruidos es la Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, contando con la asistencia de la empresa ICEACSA Consultores S.L.U.

4.- PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES

De acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, y en la Ley del Ruido y sus posteriores Reglamentos, tuvieron que realizarse, en una primera fase los Mapas Estratégicos de Ruido de las carreteras de más de 6 millones de vehículos al año; y en una segunda fase los de las carreteras de más de 3 millones de vehículos al año.

Por lo tanto, en la actualidad no se encuentra vigente ningún Programa de Acción contra el ruido derivado de la primera fase en la Unidad de Mapa Estratégico A Lanzada (PO-550) - O Grove entre los PP.KK. 0+000 al 5+870.

Así, en cumplimiento de la legislación, se elabora en la segunda fase esta UME. El estudio constituye la primera aproximación a la problemática del ruido generado por la infraestructura viaria.

5.- ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME

La PO-316 es la principal vía de acceso a O Grove procedente de A Lanzada. Parte de la glorieta final de la PO-550 y discurre paralela al istmo de A Lanzada, bordeando después la península por la parte SE, hasta adentrarse en el núcleo de O Grove.



Figura 1. Ámbito de estudio

En su primera parte de trazado, hasta la glorieta que entronca con la PO-317, no se localizan prácticamente edificaciones.



Figura 2. PO-316. Inicio pk0+000



Figura 3. PO-316. glorieta entronque PO-317. Fin A Lanzada

Desde su inicio hasta esta glorieta, la vía tiene doble calzada para a partir de aquí pasar a una única calzada hasta el final. Hasta este punto, la vía atravesaba el itmo de la Lanzada, incluida dentro de la Red Natura 2000, como Lugar de Interés Comunitario (LIC) y como Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA)

A partir de aquí y hasta su pk 2+1750 aproximadamente, la vía discurre paralela a la costa por un terreno en el que se intercalan zonas forestales con tierras de labor entre

las que se intercalan edificaciones aisladas de tipo unifamiliar, con pequeños hoteles, además de alguna nave comercial o almacén.

Es a partir del pk 2+1750, cuando la densidad de edificaciones comienza a incrementar considerablemente, a su paso por el núcleo de Ardia, donde en general se observan viviendas de tipo unifamiliar distribuidas a ambos lados de la carretera, con sendas aceras.



Figura 4. PO-316. Ardia

Desde el núcleo de Ardia continúa el trazado de esta forma hasta la glorieta de desvío hacia la Illa da Toxa. Desde aquí, las viviendas de tipo unifamiliar van dando paso poco a poco a viviendas de tamaño mayor, en general de dos o tres plantas.



Figura 5. PO-316. Principio del Grove

Desde aquí, el entorno de la carretera se vuelve cada vez más urbano a medida que se adentra en el centro de O Grove, para terminar en un entramado con una densidad de población mucho mayor, con edificaciones de varias plantas a ambos lados entre los que perdura cierto números de viviendas unifamiliares.



Figura 6. PO-316. Tramo final de estudio

No se han detectado protecciones contra el ruido en todo el tramo de análisis.

La identificación de las Unidad de Mapa Estratégico (UME) se realizó conforme a los siguientes criterios generales:

- Una UME solamente puede incluir tramos pertenecientes a una misma vía.
- Todos los tramos que conforman la UME deben tener una IMD igual o superior a 3.000.000 veh/año, como establece la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental.

Teniendo en cuenta dichos criterios, los tramos recogidos en la tabla siguiente comprenden una única Unidad de Mapa Estratégico (UME), contemplándose como fuente de ruido independiente, analizándose su efecto por separado y obteniéndose un Mapa Estratégico de Ruido en el que únicamente se considera la propagación del ruido causado por el tronco de la infraestructura. Dichos mapas se corresponden al alcance de la segunda fase de la Directiva 2002/49/CE y su correspondiente transposición a la legislación estatal.

UME	VÍA	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONG (km)	IMD (VEH/DÍA)	% PESADOS	MUNICIPOS AFECTADOS
01	PO-316	A Lanzada (PO-550) - O Grove	0+000	5+870	5.87	11.443	5,3	O Grove

Tabla 2. Características generales de la UME estudiada

En la figura siguiente se recoge la ubicación de los tramos objeto de estudio.

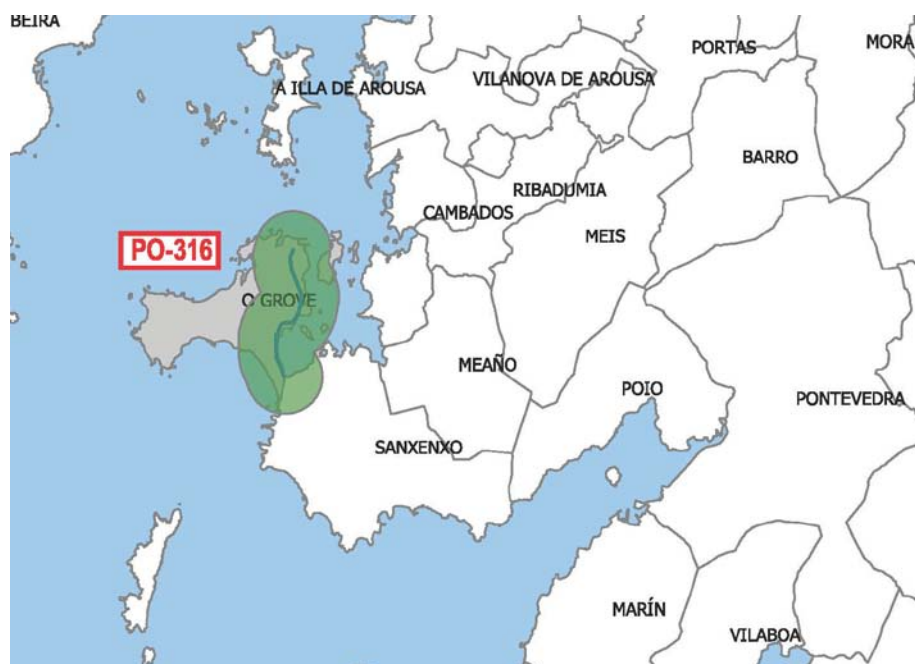


Figura 7. Plano de ubicación de la UME objeto de estudio

6.- METODOLOGÍA

Para la realización de la simulación acústica fue necesaria la implementación de un modelo tridimensional del área de estudio, incluyendo carreteras, edificaciones y elementos singulares, tal y como se aprecia en la imagen adjunta.



Figura 8. Detalle de la vista dinámica del modelo tridimensional generado

El software predictivo para la realización del modelo tridimensional del área de estudio, y para el posterior desarrollo de los cálculos matemáticos de propagación de ruido en ambiente exterior y ejecución de los Mapas Estratégicos de Ruido, fue CadnaA Versión 4.4 (DataKustik GmbH). Con este software, y con un modelado del entorno preciso, se pueden determinar los niveles de ruido causados por el tráfico rodado. Tanto el procesado previo de la información de base como el análisis de los datos obtenidos se realizó mediante GIS.

6.1.- MODELO DE SIMULACIÓN

Siguiendo las disposiciones del Real Decreto 1513/2005, los índices de ruido del tráfico rodado fueron determinados por medio del método nacional de cálculo francés «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTULCPC-CSTB)», mencionado en el «Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal officiel du 10 mai 1995, article 6» y en la norma francesa «XPS 31-133». Este modelo es el propuesto de manera provisional por la Unión Europea para la realización de mapas de ruido en aquellos países que carezcan del suyo propio, según se describe en la recomendación 2003/613/EC de la Comisión Europea.

La elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido engloba la generación del modelo digital, la definición de los parámetros de entrada, el cálculo de los mapas y la evaluación de los resultados obtenidos.

El modelo 3D estará constituido por la topografía y las edificaciones del ámbito de estudio, el tramo/s de carretera que conforman la UME, y los elementos singulares concretos de cada caso (viaductos, pasos superiores, muros, pantallas acústicas,...).

- Carreteras: datos de tráfico (IMD y porcentaje de pesados), características del firme, tipo de flujo y límites de velocidad.
- Edificios: tipo de uso, altura, número de plantas, número de habitantes (en caso de ser residencial) y coeficiente de absorción alfa.
- Viaductos: longitud de apantallamiento.
- Muros y pantallas: pérdidas por reflexión.
- Terreno: coeficientes de absorción.
- Túneles: radiación procedente de las entradas y salidas.

Definido el modelo e introducidos los parámetros y configuración, se lleva a cabo la simulación acústica, obteniéndose de este modo los Mapas Estratégicos de Ruido.

6.2.- CREACIÓN DEL MODELO 3D

En el presente apartado se describen los procesos necesarios para la definición del escenario de modelización en el software de cálculo a partir de la información base.

La definición de cada uno de los atributos que caracterizan los elementos del modelo se realizó en GIS previa incorporación al software de cálculo. El objeto de este tratamiento previo es el de sistematizar el proceso de creación del modelo, evitando errores u omisiones en la definición del escenario.

6.2.1.- INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA

Para llevar a cabo el modelado digital del terreno (MDT) se empleó como fuente de información el vuelo LIDAR suministrado por la Axencia Galega de Infraestruturas, del que se extrajo la nube de puntos que conforman el terreno. Posteriormente, mediante un proceso de triangulación se obtuvieron las curvas de nivel cada metro.



Figura 9. Detalle de los puntos LIDAR facilitados



Figura 10. Detalle del MDT generado

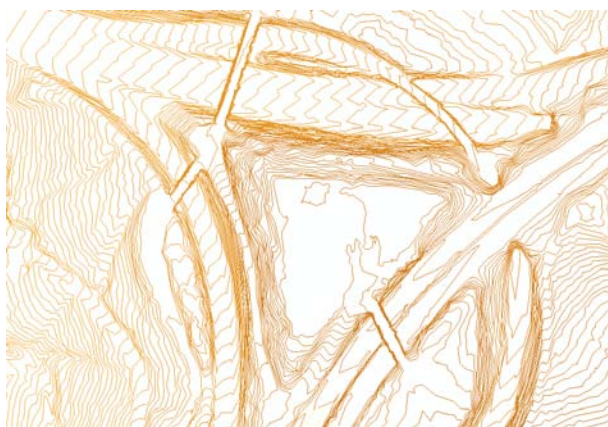


Figura 11. Curvado finalmente obtenido a partir de los puntos LIDAR

6.2.2.- INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO

Mediante el empleo de herramientas GIS, el eje de la carretera se definió a partir del conjunto de datos geométricos facilitados por la Axencia Galega de Infraestruturas, disponiendo de puntos cada 10 m, con la siguiente información:

- Coordenadas X, Y, Z.
- Número de carriles.
- Anchos de plataforma, calzada y arcenes.
- Peraltes y pendientes.

Las características geométricas que definen el eje cada 10 m se extendieron para cada punto 5 m antes y 5 m después. Una vez definido el eje se procedió a la corrección y depuración de la información, comparando los ejes con la ortofoto actualizada y con los datos tomados en las preceptivas visitas a campo realizadas. Establecida la geometría definitiva de la vía, se definieron en GIS los atributos que

caracterizan la emisión acústica, con anterioridad a su importación desde CadnaA. A continuación se describe cada uno de los atributos considerados, los datos de partida disponibles, así como el tratamiento realizado previa incorporación al modelo:

- Geometría: la PO-316, desde el pk 0+000 hasta el pk 1+890 cuenta con doble calzada con dos carriles cada un ancho medio de 3,6 m. El ancho medio del arcén derecho de 2,6 m aunque oscila entre los 0 y los 2,9 m y el ancho medio del arcén izquierdo es de 1 m, aunque oscila entre los 0 y 1,6 m.

A partir del pk 1+890 la carretera se convierte en una única calzada con un único carril por sentido hasta el final, en el que el ancho medio está en 3,4, con un arcén derecho de 1,3 m y un rango entre 0 y 3,2 m, mientras que el arcén izquierdo por promedio cuenta con 1 m variable entre los 0 y 3 m. .

- Datos de tráfico: los datos de tráfico utilizados para el cálculo de los niveles sonoros son los correspondientes a las Memorias de Aforos del año 2012, proporcionadas por la Axencia Galega de Infraestruturas.

Tomando como base la distribución horaria en un día medio, se realizó el cálculo de la IMD por hora para cada uno de los periodos considerados (día, tarde y noche). Al valor de la IMD diaria del año 2012 se le aplicó la distribución porcentual recogida en la Memoria de Aforos, obteniéndose de esta forma la IMD por hora.

Respecto a la distribución de pesados, se aplicó para todo el tramo y todos los periodos considerados el valor diario recogido en la Memoria de Aforos.

Para el caso específico de las gloriets el tráfico fue cuantificado como la suma de las IMD de las entradas dividida por el número de salidas.

UME	VÍA	TRAMO	IMD				% PESADOS
			(VEH/DÍA)	DÍA (VEH/H)	TARDE (VEH/H)	NOCHE (VEH/H)	
01	PO-316	A Lanzada (PO-550) - O Grove	11.443	672,0	629,8	107,5	5,3

Tabla 3. Datos de tráfico

- Límite de velocidad: partiendo de la velocidad límite permitida por la normativa para la vía objeto de estudio (100 km/h), se determinaron los tramos con restricciones de velocidad a partir de los datos de señalización vertical aportados por la Axencia Galega de Infraestruturas, realizándose una revisión

de los mismos en las visitas a campo realizadas. En aquellos lugares en los que se detectó señalización insuficiente o contradictoria (ausencia de señales de fin de limitación de velocidad, tramos interurbanos sin especificación de la velocidad máxima permitida,...) se optó por definir tramos los más homogéneos posibles, tomando siempre el valor de velocidad más desfavorable (la mayor de los posibles).

Para cada una de los subtramos se establecieron límites de velocidad diferenciados en función del tipo de vehículo que circule (ligero o pesado), ya que según el límite establecido dicha velocidad puede no ser coincidente.

Para el caso específico de las glorietas se definió una velocidad de 40 km/h, tanto para vehículos ligeros como pesados.

Así, para la primera parte del trazado, con doble calzada, se definió una velocidad de ligeros de 100 km/h y 80 km/h para pesados. A partir de aquí, y atendiendo a las limitaciones de velocidad, se definieron dos tramos de velocidad 60 km/h y 70 km/h para finalizar en su parte más poblada en 50 km/h.

- Superficie de la carretera: el tipo de firme tiene influencia directa sobre la emisión de la vía. La UME objeto de estudio presenta una capa de asfalto bituminoso en toda su longitud.
- Tipo de flujo: de forma general se consideró que el flujo es continuo fluido, salvo en las glorietas donde se definió como continuo en pulso.

Una vez definida la geometría y los parámetros característicos de cada subtramo de 10 m que compone la UME, se procedió a su importación en CadnaA como carretera en formato shape. Por último, para conseguir que la carretera se acople por completo al terreno, se realizó el ajuste del MDT al objeto bajo la plataforma de la vía.

6.2.3.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS

Tomando como base la capa shape de la Dirección General del Catastro, se realizó una revisión general del ámbito de trabajo, completándose aquellas zonas que presentaban carencia de edificaciones recientes. Esta revisión se hizo a partir de las fotografías aéreas del PNOA y mediante visitas a campo. Así, se elaboró una cobertura de polígonos revisada a través de:

- La digitalización de los edificios inexistentes en el Catastro.

- La eliminación de los elementos que ya no existen o que no se corresponden con edificios (invernaderos, piscinas,...).

6.2.3.1.- ALTURA

La altura de las edificaciones se definió a partir del número de plantas contempladas en los datos del Catastro, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La altura mínima de un edificio es de 4 m.
- En los edificios residenciales, sanitarios y educativos se consideró una altura de 4 m para las plantas bajas, y de 3 m para el resto.
- Aquellas edificaciones que comparten código catastral y están claramente unidas se agruparon como un único edificio, asignándole el número de plantas correspondiente al edificio más alto con código compartido.

Para aquellos edificios que no se encuentran contenidos en la base de datos de Catastro y que fueron digitalizados posteriormente, el número de plantas fue estimado a partir de la revisión de la fotografía aérea y de las visitas, corrigiendo y depurando errores de la información catastral de base (alturas inexistentes o excesivas).

6.2.3.2.- USO

Partiendo de los metadatos descargados de la Sede Electrónica del Catastro, los usos de los edificios se completaron a través de las siguientes fuentes de información:

- Fotografías aéreas del PNOA.
- Información de las visitas a campo realizadas.

Los usos identificados fueron:

- Residencial.
- Sanitario y docente.
- Industrial, terciario y otros.

A todos los edificios de la zona de estudio se asignó uno de los anteriores usos con el fin de identificar los edificios residenciales para el cálculo de la población, así como para determinar las áreas acústicas en la elaboración de los mapas de zonas de conflicto. Además, se identificaron los edificios de tipo docente y sanitario por ser receptores sensibles, a través de la información disponible en las siguientes fuentes:

- Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria de la Xunta de Galicia.
- Consellería de Sanidade de la Xunta de Galicia.

6.2.3.3.- POBLACIÓN ASIGNADA

Uno de los objetivos de los MER es la obtención del número de personas expuestas a los diferentes niveles de ruido, para lo que se realizó un tratamiento consistente en el reparto de la población entre los edificios residenciales existentes.

La información de partida se obtuvo del padrón municipal de habitantes del año 2013 del Instituto Galego de Estatística (IGE). Tomando como base la población de cada municipio, y una vez identificados los edificios residenciales de cada uno, se hizo un reparto proporcional de la población en función de la superficie residencial total construida. El número de habitantes en cada se calculó como el producto del coeficiente de habitabilidad anteriormente definido por la superficie de cada edificio residencial, resultando:

MUNICIPIO	POBLACIÓN	SUP. TOTAL RESIDENCIAL (m ²)	COEF. HABITABILIDAD (HAB/m ²)
O Grove	11.096	1.121.142	0,0099

Tabla 4. Datos de población en los municipios afectados

En el caso de los edificios sensibles se cuantificó el número de alumnos en los edificios de uso docente, y de camas en los de uso sanitario.

6.2.3.4.- EFECTO REFLECTANTE

Para tener en cuenta el efecto reflectante de las edificaciones se asignó un Coeficiente de Absorción Alfa de 0,4 en todos los casos.

6.2.3.5.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS EN CADNAA

Una vez depurada y corregida la capa de edificaciones, con todos los atributos definidos se importaron desde CadnaA como edificio en formato shape.

En última instancia se hizo una revisión general del modelo, subsanándose aquellos desajustes existentes entre la topografía y la base de los edificios ("enterramientos"), así como los solapes entre la plataforma de la vía y las edificaciones incorporadas.

6.2.4.- MODELADO DE TÚNELES

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad túneles en la presente UME.

6.2.5.- MODELADO DE VIADUCTOS

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad viaductos en la presente UME.

6.2.6.- MODELADO DE PASOS SUPERIORES

En el modelo se definen únicamente aquellos pasos superiores que presentan un ancho superior a 25 m, incorporándose como reflectores 3D.

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pasos superiores con anchura superior a 25 m en la presente UME.

6.2.7.- INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pantallas acústicas en la presente UME.

Los muros de contención identificados no fueron incluidos en la modelización efectuada, ya que se estima que su presencia no supone un apantallamiento mayor al producido por las tierras que contiene.

6.2.8.- INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO

Las características del suelo son un factor determinante en la propagación del ruido, por lo que en la modelización efectuada se definieron diferentes áreas de absorción.

De forma genérica se considera el terreno base como absorbente ($G=1$, sin embargo se definieron ciertas áreas de carácter urbano e industrial como reflectantes ($G=0$), realizándose la zonificación del territorio en base a los usos del suelo definidos por el Instituto de Estudios do Territorio. De esta forma, las áreas consideradas como reflectantes son las correspondientes a núcleos de población, tejido urbano continuo y zonas industriales, comerciales y de servicios.

La incorporación de estas zonas al modelo se realizó importándose como áreas de absorción del suelo en formato shape.

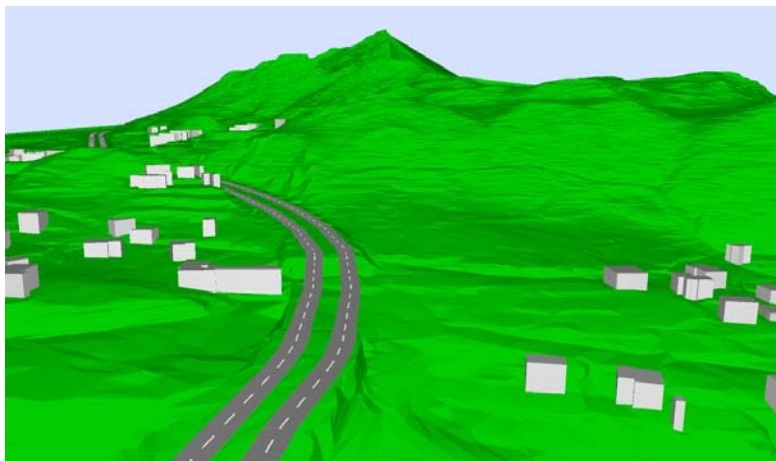


Figura 12. Vista 3D de la modelización efectuada

6.3.- CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D

Para la elaboración de los MER de cada UME, con anterioridad a la introducción de los diferentes elementos que componen el modelo, es preciso definir una configuración de cálculo en el software de acuerdo a la Directiva 2002/49/CE donde se identifiquen los parámetros necesarios para la correcta definición del escenario previsto.

- La norma empleada para el cálculo es la NMPB-Routes-96.
- El espaciado de los receptores en la malla de cálculo es de 10 x 10 m a una altura de 4 m sobre el suelo.
- El orden máximo de reflexiones consideradas es de 1.
- Se estableció un radio máximo de búsqueda de 2.000 m.
- El porcentaje de condiciones favorables día/noche se corresponde con un 50% en periodo diurno, un 75% en periodo vespertino y un 100% en periodo nocturno.
- Siguiendo las recomendaciones de la European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN), las condiciones atmosféricas consideradas son una temperatura de 15°C y una humedad del 70%.
- El cálculo de la atenuación sufrida por las ondas sonoras en el medio ambiente exterior se obtiene de acuerdo a los procedimientos de la ISO 9613.

- Los valores de inmisión considerados son L_{dia}, L_{tarde}, L_{noche} y L_{den}, todos ellos en dBA, a una altura de evaluación de 4 m.
- La designación de horas para los periodos considerados es de 07:00 a 19:00 día, de 19:00 a 23:00 tarde y de 23:00 a 07:00 noche.
- Se aplicó una penalización de 0 dB para el periodo diurno, de 5 dB para el vespertino y de 10 dB para el nocturno.
- Para la evaluación de los niveles de ruido en fachada de edificios se consideró una altura de las plantas bajas de 4 m y de 3 m para el resto. Asimismo, se tuvo en cuenta únicamente el sonido incidente, es decir, no se consideró el sonido reflejado en la fachada donde se realiza la evaluación, aunque sí las reflexiones en el resto de edificios y obstáculos presentes en el área de estudio.

7.- PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN

Para determinar los indicadores y los niveles límites de referencia que permitan evaluar la afección al ruido, se recurrió a la legislación vigente en materia de objetivos de calidad acústica que viene fijada en 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, concretamente lo recogido en el Capítulo III "Zonificación acústica. Objetivos de calidad acústica" y en el Capítulo IV "Emisores acústicos. Valores límite de emisión e inmisión".

El artículo 14 del citado Real Decreto dice textualmente:

1. En las áreas urbanizadas existentes se establece como objetivo de calidad acústica para ruido el que resulte de la aplicación de los siguientes criterios:

a) Si en el área acústica se supera el correspondiente valor de alguno de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla A, del anexo II, su objetivo de calidad acústica será alcanzar dicho valor.

ANEXO II

Objetivos de calidad acústica

Tabla A. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes.

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L_d	L_n	L_n
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.

Tabla 5. Objetivos de calidad acústica

En relación al tipo de área f se aplicará el Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica 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.

Como se puede observar en la tabla anterior, los objetivos se establecen para los índices de ruido, L_d , L_t y L_n , cuya definición según 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, es:

L_d es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año.

L_e es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año.

L_n es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año.

En vista de lo expuesto, la evaluación de la exposición al ruido de la población pasará por determinar cada uno de los indicadores L_d , L_e y L_n , y compararlos con los niveles límite establecidos en los objetivos de calidad acústica para cada tipo de área.

8.- RESULTADOS

Conforme a la normativa vigente, la elaboración de un mapa estratégico conlleva la obtención de una información gráfica y otra alfanumérica, representada mediante mapas y tablas de afección.

La escala básica de representación de los Mapas Estratégicos de Ruido contenidos en el presente documento es 1/25.000, siendo la base cartográfica la 1/5.000 de la Xunta de Galicia. El sistema de proyección es ETRS-89, zona 29 N.

En la elaboración de los MER de cada UME, el área de estudio vino delimitada por la longitud del tramo/s de carretera que define la propia UME y por una banda, con un ancho de 1.500 m a cada lado del eje de la calzada.

8.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS

Son mapas de líneas isófonas elaborados a partir de los niveles de ruido calculados en puntos receptores a lo largo de toda la zona de estudio.

Se elaboraron los planos de niveles sonoros representando los indicadores establecidos por la legislación básica estatal y las recomendaciones del Ministerio de Fomento, siendo los mapas generados los siguientes:

- Mapa de niveles sonoros de L_d en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_e en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_n en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70.

- Mapa de niveles sonoros de Lden en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.

Lden, Ld, Le

Rango	Descripción	R	G	B
> 75	Rosa fuerte	255	0	255
70-75	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
< 55	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	55-60
	60-65
	65-70
	70-75
	>75

Figura 13. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del Ld, Le y Lden

Ln

Rango	Descripción	R	G	B
>70	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
50-55	Verde	100	200	0
< 50	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	50-55
	55-60
	60-65
	65-70
	>70

Figura 14. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del Ln

8.2.- POBLACIÓN EXPUESTA

8.2.1.- METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA

La determinación de la situación acústica a partir de los mapas de niveles sonoros requiere el análisis de la afección del ruido sobre la población. En esta línea, la normativa establece que debe estimarse el número de personas expuestas a ciertos rangos de niveles de presión sonora, sin entrar en detalles técnicos de cómo proceder.

Existen diferentes métodos para determinar los niveles de exposición en fachada para cada uno de los edificios, conforme a la normativa y a las guías de trabajo internacionales en materia de contaminación acústica.

La Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, con el fin de determinar la exposición al ruido ambiental de los Estados Miembros, establece en su Anexo VI que deberá comunicarse a la comisión europea, para el caso de las aglomeraciones sobre las que se realice el Mapa Estratégico de Ruidos (MER), la siguiente información:

- Número estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de Lden en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (55-59, 60-

64, 65-69, 70-74, >75), distinguendo entre el tráfico rodado, el tráfico ferroviario, el tráfico aéreo y las fuentes industriales.

- El número total estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de L_n en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70), distinguendo entre el tráfico rodado, ferroviario, aéreo y las fuentes industriales.

Este planteamiento, denominado END (European Noise Directive), es el que debe utilizarse para entregar los resultados a la comisión europea, siendo también habitual para la entrega al resto de administraciones. Sin embargo, este procedimiento, es el que proporciona peores resultados con respecto a la exposición real de la población, arrojando valores de población afectada a distintos rangos de niveles sonoros muy superiores a la realidad, por lo resulta necesario plantear otros métodos que, de forma adicional, arrojen resultados que no sobreestimen la población expuesta.

A continuación se presentan los siguientes procedimientos de estimación de la población afectada por ruido ambiental:

- Método END
- Método VBEB Alemán

8.2.1.1.- MÉTODO END

El método END (European Noise Directive) se presenta en la Directiva Europea 2002/49/CE como un método para satisfacer la obligación de proporcionar a la comisión europea los datos del número estimado de personas cuyas viviendas están expuestas a diferentes rangos de L_{den} y L_n , a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta, aquella que soporta mayor nivel de presión sonora.

Esta estimación, requiere del cálculo de receptores específicos en cada una de las fachadas de los edificios, a una altura relativa de 4 metros respecto al suelo y tomando las consideraciones necesarias para excluir las reflexiones acústicas de la propia fachada como ruido incidente en el propio receptor.

Este planteamiento, supone que todos los habitantes de cada edificio están sometidos al mayor nivel de presión sonora registrado en la fachada más expuesta, lo que no se acerca a la situación real, en la que la población se distribuye a lo largo del edificio, en

relación a la posición de las viviendas. Este procedimiento podría dar resultados próximos a la realidad en viviendas unifamiliares, pero en el caso de edificios de varias plantas se obtendría un resultado de población expuestas sobreestimado.

8.2.1.2.- MÉTODO VBEB

El método alemán VBEB (Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm) permite obtener los valores reales de afección a los que se encuentra expuesta la población. Su procedimiento contempla la distribución de receptores de niveles de presión sonora a lo largo de las fachadas, estableciendo estos a diferentes niveles de altura en función del número de plantas.

Cada uno de estos receptores determinará el nivel de presión sonora al que se encuentra expuesta cada vivienda, considerando el parámetro de altura, a diferencia del método END expuesto anteriormente, en el que la evaluación de la exposición se realizaba a 4 m del suelo.

Esta metodología permite afinar los resultados al distribuir la población de cada edificio a lo largo del perímetro en planta y de las alturas. Como se puede intuir, los niveles de presión sonora evaluados a diferentes alturas proporcionarán resultados distintos, en función de la mayor o menor distancia a la fuente y las posibles reflexiones de los edificios del entorno, encontrándose, de esta forma, los habitantes de viviendas a diferentes alturas, en una misma planta, expuestas a distintos grados de afección.

8.2.2.- TABLAS DE RESULTADOS

8.2.2.1.- POBLACIÓN AFECTADA

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)						
RANGO (dBA)	Ld		Le		Lden	
	END	VBEB	END	VBEB	END	VBEB
55 – 59	3	2	3	2	4	3
60 – 64	1	1	2	2	2	2
65 – 69	2	1	3	1	1	1
70 – 74	3	0	2	0	4	1
≥ 75	0	0	0	0	0	0

Tabla 6. Valores de población afectada (centenas) para Ld, Le y Lden en función del método considerado

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)		
RANGO (dBA)	Ln	
	END	VBEB
50 – 54	2	2
55 – 59	1	1
60 – 64	5	1
65 – 69	0	0
≥ 70	0	0

Tabla 7. Valores de población afectada (centenas) para Ln en función del método considerado

A la vista de los resultados contenidos en las tablas adjuntas, se puede observar como para valores bajos de ruido los métodos END y VBEB arrojan datos de población expuesta similares. Sin embargo, con rangos de emisión sonora por encima de 70 dB para los periodos Ld, Le y Lden, y de 60 dB para el Ln se observan diferencias en los datos relativos a población expuesta según el método empleado. Estas diferencias radican en las consideraciones de cada método para determinar la población expuesta. Como ya se enunció con anterioridad en el presente documento resumen, el método END asume que todos los habitantes de cada edificio están sometidos al mayor nivel de presión sonora registrado a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta. En consecuencia, dado que el tramo objeto de estudio discurre en su tramo final por el núcleo de O Grove, que cuenta con la presencia de edificios residenciales de varias alturas adyacentes a la vía, parece que estos resultados no se aproximan a la realidad, al suponer que todos los habitantes de estos edificios se encuentran afectados por el valor de la fachada más expuesta.

En contraposición, el método VBEB, al distribuir la población de cada edificio a lo largo del perímetro en planta y de las alturas permite obtener un resultado más ajustado a la realidad, ya que no toma el conjunto del edificio como afectado por la isófona más desfavorable, sino que estima la afección de la población según el valor obtenido en cada receptor de fachada calculado.

8.2.2.2.- VIVIENDAS AFECTADAS

Nº VIVIENDAS AFECTADAS (EN CENTENAS)					
RANGO (dBA)	Ld	Le	Lden	RANGO (dBA)	Ln
55 – 59	1	1	1	50 – 54	1
60 – 64	1	1	1	55 – 59	1
65 – 69	1	1	1	60 – 64	1
70 – 74	1	1	1	65 – 69	0
≥ 75	0	0	0	≥ 70	0

Tabla 8. Número de viviendas expuestas (centenas) a distintos rangos de nivel sonoro para los periodos Ld, Le, Ln y Lden

El número de viviendas expuestas a los diferentes rangos considerados se presenta estable para todos los periodos estudiados (alrededor de la centena de edificios afectados).

Los resultados arrojados por las tablas de población y viviendas expuestas son debidos a las características propias de la vía, al finalizar en una zona altamente poblada, con bloques residenciales próximos a la traza. Así, en esta zona, las viviendas más expuestas serán las más próximas a la vía, que al tratarse de bloques residenciales contendrán más población afectada que las edificaciones residenciales periféricas, afectadas por rangos menores debido a la distancia del foco emisor y al apantallamiento producido por los edificios más cercanos a la carretera.

8.2.2.3.- EDIFICIOS SENSIBLES

AFECCIÓN A EDIFICIOS SENSIBLES				
SANITARIOS			DOCENTES	
RANGO (dBA)	Lden		Lden	
	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº CAMAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº ALUMNOS (CENTENAS)
55 – 59	0	0	0	0
60 – 64	0	0	0	0
65 – 69	0	0	0	0
70 – 74	0	0	0	0
≥ 75	0	0	0	0

Tabla 9. Número de edificios sensibles (unidades) y camas/alumnos (en centenas) expuestas a distintos rangos para el periodo Lden.

A raíz de la modelización efectuada se puede concluir que ningún edificio sensible se ve afectado por el ruido generado por la carretera objeto de estudio, debido a la atenuación ocasionada por la distancia entre el foco emisor y los receptores (edificios sanitarios y docentes).

8.3.- MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN

Se ha obtenido a partir del mapa de niveles sonoros del indicador Lden.

Incluye los datos de superficies totales (en km²), expuestas a valores de Lden superiores a 55, 65, y 75 dB, respectivamente. En ellos se indica además el número total estimado de viviendas (en centenares), y el número total estimado de personas (en centenares) que viven en cada una de esas zonas.

Las isófonas correspondientes a 55, 65 y 75 dB figuran en el mapa y se incluye información sobre la ubicación de las ciudades, pueblos y aglomeraciones situadas dentro de esas curvas.

EXPOSICIONES A DIFERENTES VALORES Lden					
RANGO (dBA)	SUPERFICIE	POBLACIÓN		EDIFICIOS SENSIBLES	
	(km ²)	Nº VIVIENDAS (CENTENAS)	Nº PERSONAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS SANITARIOS (UD)	Nº EDIFICIOS DOCENTES (UD)
≥ 55	1,26	2	6	0	0
≥ 65	0,35	2	6	0	0
≥ 75	0,04	0	0	0	0

Tabla 10. Datos relativos a zonas de afección para el periodo Lden

De la observación de los mapas de afección se deduce que la mayor superficie expuesta se encuentra en el inicio del tramo objeto de estudio, ya que en esta zona tanto la topografía como la ausencia de edificaciones circundantes a la vía propician la expansión de la emisión sonora. Sin embargo, el tramo final de la UME, al discurrir por un entorno densamente poblado, sufre el apantallamiento de las edificaciones, por lo que la superficie afectada es mucho menor.

Para obtener una mayor precisión en los resultados presentados, los valores referentes a población de la presente tabla se obtuvieron considerando el número de viviendas y personas afectadas en unidades, por lo que algunos valores difieren del

resultado obtenido realizando el sumatorio de personas y viviendas expuestas del epígrafe 8.2.2.1., ya que en estas tablas se presentan en centenas.

9.- CONCLUSIÓN

Con la realización del presente estudio se han elaborado los Mapas Estratégicos de Ruido del tramo A Lanzada (PO-550) - O Grove de la vía PO-316 (perteneciente a la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia), de acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE de 25 de junio de 2002 sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental y en la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, considerando alcanzados los objetivos planteados inicialmente así como los establecidos en la legislación vigente.

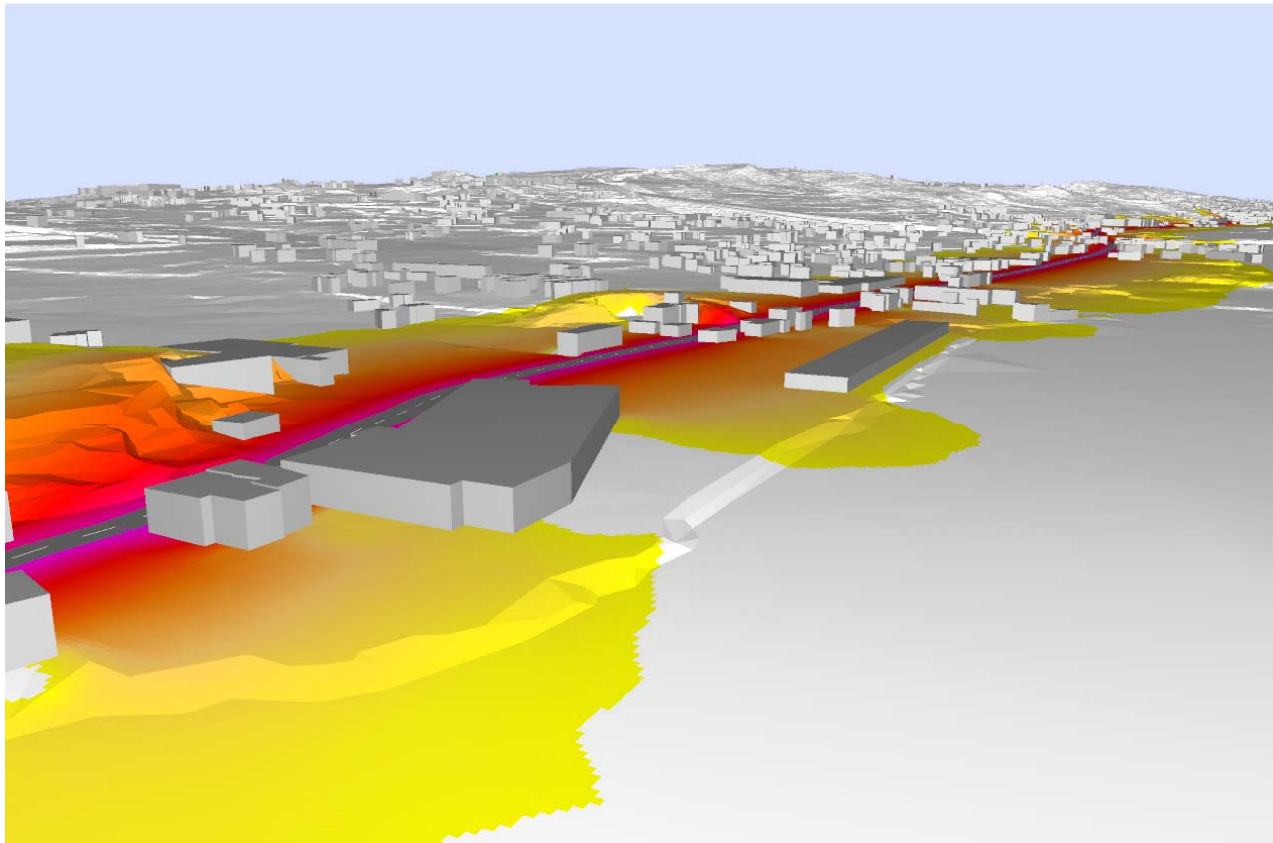
La elaboración de este estudio constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias que se deban realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones.

II PLANOS



XUNTA DE GALICIA

CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



CLAVE

PO/13/044.09.4

TIPO DE ESTUDIO

MAPA EXTRATÉXICO DE RUÍDO

DOCUMENTOS

DOCUMENTO RESUME

ESTRADA

PO-323
CHAPELA (N-552) - VIGO

PUNTOS QUILOMÉTRICOS

0+000 – 4+280

DATA

XULLO 2014

CONSULTOR



I MEMORIA

I MEMORIA

1.-	INTRODUCCIÓN	4
2.-	OBJETO DEL ESTUDIO.....	4
3.-	AUTORIDAD RESPONSABLE	5
4.-	PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES.....	5
5.-	ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME	6
6.-	METODOLOGÍA	10
6.1.-	MODELO DE SIMULACIÓN.....	11
6.2.-	CREACIÓN DEL MODELO 3D.....	12
6.2.1.-	INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA	12
6.2.2.-	INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO	13
6.2.3.-	INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS	15
6.2.4.-	MODELADO DE TÚNELES	17
6.2.5.-	MODELADO DE VIADUCTOS.....	17
6.2.6.-	MODELADO DE PASOS SUPERIORES.....	18
6.2.7.-	INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS	18
6.2.8.-	INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO	18
6.3.-	CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D	19
7.-	PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN	20
8.-	RESULTADOS.....	22
8.1.-	MAPAS DE NIVELES SONOROS.....	22
8.2.-	POBLACIÓN EXPUESTA.....	23
8.2.1.-	METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA	23
8.2.2.-	TABLAS DE RESULTADOS	25

8.3.-	MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN.....	28
9.-	CONCLUSIÓN	29

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	ÁMBITO DE ESTUDIO	6
FIGURA 2.	PO-323. INICIO ZONA CHAPELA.....	7
FIGURA 3.	PO-323. FIN DEL CONCELLO DE REDONDELA.....	7
FIGURA 4.	PO-323. PRINCIPIO DEL CONCELLO DE VIGO	8
FIGURA 5.	PO-323. FIN DEL TRAMO	8
FIGURA 6.	PO-323. VIADUCTO.....	9
FIGURA 7.	PLANO DE UBICACIÓN DE LA UME OBJETO DE ESTUDIO	10
FIGURA 8.	DETALLE DE LA VISTA DINÁMICA DEL MODELO TRIDIMENSIONAL GENERADO	10
FIGURA 9.	DETALLE DE LOS PUNTOS LIDAR FACILITADOS.....	12
FIGURA 10.	DETALLE DEL MDT GENERADO	12
FIGURA 11.	CURVADO FINALMENTE OBTENIDO A PARTIR DE LOS PUNTOS LIDAR	13
FIGURA 12.	VISTA 3D DE LA MODELIZACIÓN EFECTUADA	19
FIGURA 13.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LD, LE Y LDEN.....	23
FIGURA 14.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LN....	23

LISTA DE TABLAS

TABLA 1.	TRAMOS DE LA VÍA OBJETO DE ESTUDIO	5
TABLA 2.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA UME ESTUDIADA	9
TABLA 3.	DATOS DE TRÁFICO.....	14
TABLA 4.	DATOS DE POBLACIÓN EN LOS MUNICIPIOS AFECTADOS	17
TABLA 5.	OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA	21

TABLA 6. VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA LOS PERIODOS LD, LE Y LDEN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO 25

TABLA 7. VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA EL PERIODO LN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO 26

TABLA 8. NÚMERO DE VIVIENDAS EXPUESTAS (EN CENTENAS) A DISTINTOS RANGOS DE NIVEL SONORO PARA LOS PERIODOS LD, LE, LN Y LDEN.....27

TABLA 9. NÚMERO DE EDIFICIOS SENSIBLES (EN UNIDADES) Y CAMAS/ALUMNOS (EN CENTENAS) EXPUESTAS A DISTINTOS RANGOS PARA EL PERIODO LDEN.....28

TABLA 10. DATOS RELATIVOS A ZONAS DE AFECCIÓN PARA EL PERIODO LDEN 29

II PLANOS

0.- PLANO DE SITUACIÓN

1.- MAPAS NIVELES SONOROS

1.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS DÍA (1:25.000)

1.2.- MAPAS DE NIVELES SONOROS TARDE (1:25.000)

1.3.- MAPAS DE NIVELES SONOROS NOCHE (1:25.000)

1.4.- MAPAS DE NIVELES SONOROS Lden (1:25.000)

2.- MAPAS DE AFECCIÓN

2.1.- MAPA DE ZONA DE AFECCIÓN (1:25.000)

1.- INTRODUCCIÓN

La aprobación de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental establece la necesidad de elaborar, en una primera fase, los Mapas Estratégicos de Ruido (MER) de grandes ejes viarios cuyo tráfico supere los seis millones de vehículos al año, para en una segunda fase realizar los mapas correspondientes a los grandes ejes viarios con tráfico superior a tres millones de vehículos al año.

La Directiva 2002/49/CE define el Mapa Estratégico de Ruido como "un 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."

Para la aplicación de la citada directiva en el territorio español se elaboró la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, que no se limita a transponer el contenido de la directiva, sino que trata de regular, a través de una adecuada distribución de competencias administrativas y del establecimiento de los mecanismos oportunos, la mejora de la calidad acústica en nuestro entorno.

Con el objeto de desarrollar esta ley se formuló el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, en cuanto a la evaluación y gestión del ruido ambiental, con la finalidad de prever, reducir o evitar los efectos nocivos, incluyendo las molestias derivadas de la exposición al ruido ambiental. A tal efecto se desarrollan los conceptos de ruido ambiental y sus efectos y molestias sobre la población, junto con una serie de medidas que permiten la consecución de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido, los planes de acción y la información a la población.

A fin de dar cumplimiento a la legislación vigente, la Consellería de Medio Ambiente Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestruturas, promueve la segunda fase de elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido de las vías pertenecientes a la Red Autonómica de Carreteras de Galicia.

2.- OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto del presente documento resumen es el de plasmar, de forma sintética y fácilmente comprensible, los resultados arrojados por los Mapas Estratégicos de Ruido

de los siguientes tramos de la vía PO-323, perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia:

DENOMINACIÓN	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONGITUD (km)
Chapela (N-552) - Vigo	Chapela - Vigo	0+000	4+280	4,28

Tabla 1. Tramos de la vía objeto de estudio

Según se recoge en el Artículo 15 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, los mapas de ruido tendrán, entre otros, los siguientes objetivos:

- Permitir la evaluación global de la exposición a la contaminación acústica de una determinada zona.
- Permitir la realización de predicciones globales para dicha zona.
- Posibilitar la adopción fundada de planes de acción en materia de contaminación acústica y, en general, de las medidas correctoras adecuadas.

Asimismo, la elaboración de los MER constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias a realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones

3.- AUTORIDAD RESPONSABLE

La autoridad responsable de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruidos fue la Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, contando con la asistencia de la empresa ICEACSA Consultores S.L.U.

4.- PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES

De acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, y en la Ley del Ruido y sus posteriores Reglamentos, tuvieron que realizarse, en una primera fase los Mapas Estratégicos de Ruido de las carreteras de más de 6 millones de vehículos al año; y en una segunda fase los de las carreteras de más de 3 millones de vehículos al año. Por lo tanto, en la actualidad no se encuentra vigente ningún Programa de Acción contra el ruido derivado de la primera fase en la

Unidad de Mapa Estratégico Chapela (N-552) – Vigo entre los PP.KK. 0+000 al 4+280. Así, en cumplimiento de la legislación, se elabora en la segunda fase esta UME. El estudio constituye la primera aproximación a la problemática del ruido generado por la infraestructura viaria.

5.- ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME

El tramo objeto de estudio pertenece a la vía PO-323, antigua carretera de Castilla. Iniciándose en el Alto de la Encarnación, en el cruce con la N-552, discurre hasta la zona denominada Cuatro Puentes en el límite municipal con Vigo, presentando una longitud total de 4,28 km.



Figura 1. Ámbito de estudio

Parte del núcleo de Chapela, en el Concello de Redondela, en una zona con una densidad de edificaciones elevadas, con viviendas de dos plantas aglutinadas a ambos lados de la carretera, aunque con algunas parcelas libres. Todo este tramo dispone de aceras a ambos lados.



Figura 2. PO-323. Inicio zona Chapela

Continúa con las mismas característica en su avance hacia Vigo, aumentando la densidad de edificaciones y creciendo los edificios en altura, llegando a ser de casi 5 plantas antes de entrar en el Concello de Vigo, aunque persisten las viviendas de dos plantas.



Figura 3. PO-323. Fin del Concello de Redondela

Desde este punto, vuelve a disminuir la densidad de edificaciones, que pasan a ser nuevamente de tipo unifamiliar con terreno adyacente, y con zonas ajardinadas



Figura 4. PO-323. principio del Concello de Vigo

Continúa con estas características hasta casi la parte final, en la que dada la proximidad de Vigo, el entorno se convierte en completamente urbano con bloques de edificios de entre 4 y plantas.



Figura 5. PO-323. fin del tramo

Se localizan varios viaducto a lo largo de todo el tramo de estudio, y fundamentalmente en la zona de Chapela.



Figura 6. PO-323. Viaducto

La identificación de las Unidad de Mapa Estratégico (UME) se realizó conforme a los siguientes criterios generales:

- Una UME solamente puede incluir tramos pertenecientes a una misma vía.
- Todos los tramos que conforman la UME deben tener una IMD igual o superior a 3.000.000 veh/año, como establece la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental.

Teniendo en cuenta dichos criterios, los tramos recogidos en la tabla siguiente comprenden una única Unidad de Mapa Estratégico (UME), contemplándose como fuente de ruido independiente, analizándose su efecto por separado y obteniéndose un Mapa Estratégico de Ruido en el que únicamente se considera la propagación del ruido causado por el tronco de la infraestructura. Dichos mapas se corresponden al alcance de la segunda fase de la Directiva 2002/49/CE y su correspondiente transposición a la legislación estatal:

UME	VÍA	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONG (km)	IMD (VEH/DÍA)	% PESADOS	MUNICIPOS AFECTADOS
01	PO-323	Chapela - Vigo	0+000	4+280	4,28	9.155,10	3,5	Redondela Vigo

Tabla 2. Características generales de la UME estudiada

En la figura siguiente se muestra la ubicación del tramo estudiado.



Figura 7. Plano de ubicación de la UME objeto de estudio

6.- METODOLOGÍA

Para la realización de la simulación acústica fue necesaria la implementación de un modelo tridimensional del área de estudio, incluyendo carreteras, edificaciones y elementos singulares, tal y como se aprecia en la imagen adjunta.

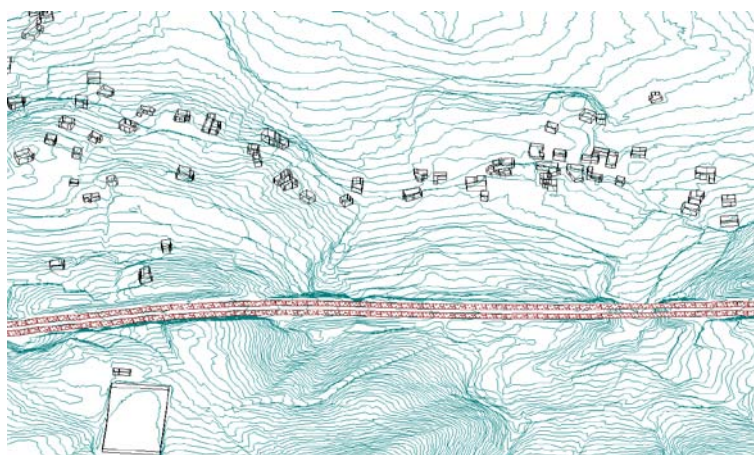


Figura 8. Detalle de la vista dinámica del modelo tridimensional generado

El software predictivo para la realización del modelo tridimensional del área de estudio, y para el posterior desarrollo de los cálculos matemáticos de propagación de ruido en ambiente exterior y ejecución de los Mapas Estratégicos de Ruido, fue CadnaA Versión 4.4 (DataKustik GmbH). Con este software, y con un modelado del entorno preciso, se pueden determinar los niveles de ruido causados por el tráfico rodado. Tanto el procesado previo de la información de base como el análisis de los datos obtenidos se realizó mediante GIS.

6.1.- MODELO DE SIMULACIÓN

Siguiendo las disposiciones del Real Decreto 1513/2005, los índices de ruido del tráfico rodado fueron determinados por medio del método nacional de cálculo francés «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTULCPC-CSTB)», mencionado en el «Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal officiel du 10 mai 1995, article 6» y en la norma francesa «XPS 31-133». Este modelo es el propuesto de manera provisional por la Unión Europea para la realización de mapas de ruido en aquellos países que carezcan del suyo propio, según se describe en la recomendación 2003/613/EC de la Comisión Europea.

La elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido engloba la generación del modelo digital, la definición de los parámetros de entrada, el cálculo de los mapas y la evaluación de los resultados obtenidos.

El modelo 3D estará constituido por la topografía y las edificaciones del ámbito de estudio, el tramo/s de carretera que conforman la UME, y los elementos singulares concretos de cada caso (viaductos, pasos superiores, muros, pantallas acústicas,...).

- Carreteras: datos de tráfico (IMD y porcentaje de pesados), características del firme, tipo de flujo y límites de velocidad.
- Edificios: tipo de uso, altura, número de plantas, número de habitantes (en caso de ser residencial) y coeficiente de absorción alfa.
- Viaductos: longitud de apantallamiento.
- Muros y pantallas: pérdidas por reflexión.
- Terreno: coeficientes de absorción.
- Túneles: radiación procedente de las entradas y salidas.

Definido el modelo e introducidos los parámetros y configuración, se lleva a cabo la simulación acústica, obteniéndose de este modo los Mapas Estratégicos de Ruido.

6.2.- CREACIÓN DEL MODELO 3D

En el presente apartado se describen los procesos necesarios para la definición del escenario de modelización en el software de cálculo a partir de la información base.

La definición de cada uno de los atributos que caracterizan los elementos del modelo se realizó en GIS previa incorporación al software de cálculo. El objeto de este tratamiento previo es el de sistematizar el proceso de creación del modelo, evitando errores u omisiones en la definición del escenario.

6.2.1.- INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA

Para llevar a cabo el modelado digital del terreno (MDT) se empleó como fuente de información el vuelo LIDAR suministrado por la Axencia Galega de Infraestruturas, del que se extrajo la nube de puntos que conforman el terreno. Posteriormente, mediante un proceso de triangulación se obtuvieron las curvas de nivel cada metro.



Figura 9. Detalle de los puntos LIDAR facilitados



Figura 10. Detalle del MDT generado

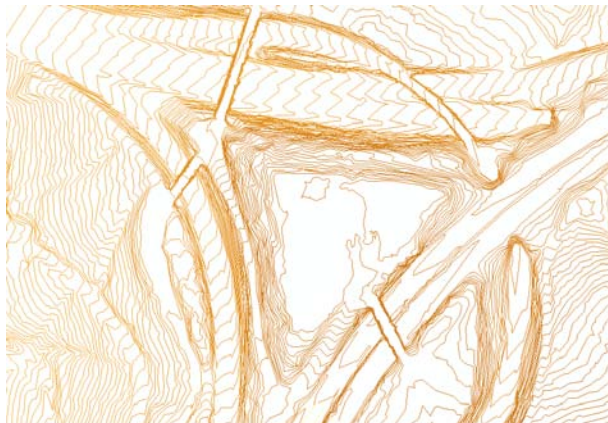


Figura 11. Curvado finalmente obtenido a partir de los puntos LIDAR

6.2.2.- INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO

Mediante el empleo de herramientas GIS, el eje de la carretera se definió a partir del conjunto de datos geométricos facilitados por la Axencia Galega de Infraestruturas, disponiendo de puntos cada 10 m, con la siguiente información:

- Coordenadas X, Y, Z.
- Número de carriles.
- Anchos de plataforma, calzada y arcenes.
- Peraltes y pendientes.

Las características geométricas que definen el eje cada 10 m se extendieron para cada punto 5 m antes y 5 m después. Una vez definido el eje se procedió a la corrección y depuración de la información, comparando los ejes con la ortofoto actualizada y con los datos tomados en las preceptivas visitas a campo realizadas. Establecida la geometría definitiva de la vía, se definieron en GIS los atributos que caracterizan la emisión acústica, con anterioridad a su importación desde CadnaA. A continuación se describe cada uno de los atributos considerados, los datos de partida disponibles, así como el tratamiento realizado previa incorporación al modelo:

- Geometría: la PO-323, cuenta en todo el tramo de estudio con una única calzada con dos carriles, excepto en las incorporaciones y salidas que cuenta con 3. El ancho medio del carril es de 3,4 m. El arcén derecho cuenta con un ancho medio de 1,4 m variable entre los 0 y 3,4 m, mientras que el arcén izquierdo cuenta con un ancho medio de 1,5 m variable entre los 0 y 2,1 m.

- Datos de tráfico: los datos de tráfico utilizados para el cálculo de los niveles sonoros fueron los correspondientes a las Memorias de Aforos del año 2012, proporcionadas por la Axencia Galega de Infraestruturas.

Tomando como base la distribución horaria en un día medio, se llevó a cabo el cálculo de la IMD por hora para cada uno de los periodos considerados (día, tarde y noche). Puesto que para el tramo objeto de estudio no se disponía de distribución horaria, al valor de la IMD diaria del año 2012 se le aplicó la distribución porcentual del tramo Meira (Estda. Dep) – Rande, perteneciente a la carretera PO-551, según criterios de la Axencia Galega de Infraestruturas.

Asimismo, para la distribución de pesados se aplicó para todos los periodos considerados el valor diario del tramo Meira (Estda. Dep) – Rande, perteneciente a la carretera PO-551.

UME	VÍA	TRAMO	IMD				% PESADOS
			(VEH/DÍA)	DÍA (VEH/H)	TARDE (VEH/H)	NOCHE (VEH/H)	
01	PO-323	Chapela - Vigo	9.155	513,8	503,3	122,0	3,5

Tabla 3. Datos de tráfico

- Límite de velocidad: partiendo de la velocidad límite permitida por la normativa para la vía objeto de estudio (80 km/h), se determinaron los tramos con restricciones de velocidad a partir de los datos de señalización vertical aportados por la Axencia Galega de Infraestruturas, realizándose una revisión de los mismos en las visitas a campo realizadas. En aquellos lugares en los que se detectó señalización insuficiente o contradictoria (ausencia de señales de fin de limitación de velocidad, tramos interurbanos sin especificación de la velocidad máxima permitida,...) se optó por definir tramos los más homogéneos posibles, tomando siempre el valor de velocidad más desfavorable (la mayor de los posibles).

Cabe resaltar que para cada una de los subtramos se establecieron límites de velocidad diferenciados en función del tipo de vehículo que circule (ligero o pesado), ya que según el límite establecido dicha velocidad puede no ser coincidente.

- Superficie de la carretera: el tipo de firme tiene influencia directa sobre la emisión de la vía. La UME objeto de estudio presenta una capa de asfalto bituminoso en toda su longitud.
- Tipo de flujo: de forma general se consideró que el flujo es continuo fluido.

Una vez definida la geometría y los parámetros característicos de cada subtramo de 10 m que compone la UME, se procedió a su importación en CadnaA como carretera en formato shape. Por último, para conseguir que la carretera se acople por completo al terreno, se realizó el ajuste del MDT al objeto bajo la plataforma de la vía.

6.2.3.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS

Tomando como base la capa shape de la Dirección General del Catastro, se realizó una revisión general del ámbito de trabajo, completándose aquellas zonas que presentaban carencia de edificaciones recientes. Esta revisión se hizo a partir de las fotografías aéreas del PNOA y mediante visitas a campo. Así, se elaboró una cobertura de polígonos revisada a través de:

- La digitalización de los edificios inexistentes en el Catastro.
- La eliminación de los elementos que ya no existen o que no se corresponden con edificios (invernaderos, piscinas,...).

6.2.3.1.- ALTURA

La altura de las edificaciones se definió a partir del número de plantas contempladas en los datos del Catastro, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La altura mínima de un edificio es de 4 m.
- En los edificios residenciales, sanitarios y educativos se consideró una altura de 4 m para las plantas bajas, y de 3 m para el resto.
- Aquellas edificaciones que comparten código catastral y están claramente unidas se agruparon como un único edificio, asignándole el número de plantas correspondiente al edificio más alto con código compartido.

Para aquellos edificios que no se encuentran contenidos en la base de datos de Catastro y que fueron digitalizados posteriormente, el número de plantas fue estimado

a partir de la revisión de la fotografía aérea y de las visitas, corrigiendo y depurando errores de la información catastral de base (alturas inexistentes o excesivas).

6.2.3.2.- USO

Partiendo de los metadatos descargados de la Sede Electrónica del Catastro, los usos de los edificios se completaron a través de las siguientes fuentes de información:

- Fotografías aéreas del PNOA.
- Información de las visitas a campo realizadas.

Los usos identificados fueron:

- Residencial.
- Sanitario y docente.
- Industrial, terciario y otros.

A todos los edificios de la zona de estudio se asignó uno de los anteriores usos con el fin de identificar los edificios residenciales para el cálculo de la población, así como para determinar las áreas acústicas en la elaboración de los mapas de zonas de conflicto. Además, se identificaron los edificios de tipo docente y sanitario por ser receptores sensibles, a través de la información disponible en las siguientes fuentes:

- Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria de la Xunta de Galicia.
- Consellería de Sanidade de la Xunta de Galicia.

6.2.3.3.- POBLACIÓN ASIGNADA

Uno de los objetivos de los MER es la obtención del número de personas expuestas a los diferentes niveles de ruido, para lo que se realizó un tratamiento consistente en el reparto de la población entre los edificios residenciales existentes.

La información de partida se obtuvo del padrón municipal de habitantes del año 2013 del Instituto Galego de Estatística (IGE). Tomando como base la población de cada municipio, y una vez identificados los edificios residenciales de cada uno, se hizo un reparto proporcional de la población en función de la superficie residencial total construida. El número de habitantes en cada se calculó como el producto del

coeficiente de habitabilidad anteriormente definido por la superficie de cada edificio residencial, resultando:

MUNICIPIO	POBLACIÓN	SUP. TOTAL RESIDENCIAL (m ²)	COEF. HABITABILIDAD (HAB/m ²)
Redondela	29.918	1.568.750	0,0191
Vigo	296.479	16.002.242	0,0185

Tabla 4. Datos de población en los municipios afectados

En el caso de los edificios sensibles se cuantificó el número de alumnos en los edificios de uso docente, y de camas en los de uso sanitario.

6.2.3.4.- EFECTO REFLECTANTE

Para tener en cuenta el efecto reflectante de las edificaciones se asignó un Coeficiente de Absorción Alfa de 0,4 en todos los casos.

6.2.3.5.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS EN CADNAA

Una vez depurada y corregida la capa de edificaciones, con todos los atributos definidos se importaron desde CadnaA como edificio en formato shape.

En última instancia se hizo una revisión general del modelo, subsanándose aquellos desajustes existentes entre la topografía y la base de los edificios ("enterramientos"), así como los solapes entre la plataforma de la vía y las edificaciones incorporadas.

6.2.4.- MODELADO DE TÚNELES

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad túneles en la presente UME.

6.2.5.- MODELADO DE VIADUCTOS

Aquellos tramos de la carretera que presentan viaductos, puentes, pontones o pasos inferiores de grandes dimensiones fueron modelizados evitando la emisión acústica bajo el plano de la plataforma de la vía. Para ello, siguiendo las recomendaciones del software predictivo, estos tramos se configuraron como auto-apantallados con una anchura adicional de 1,5 m a izquierda y derecha.

Previamente al auto-apantallado del tramo de vía definió la geometría del viaducto, corroborándose el correcto apoyo de los estribos y corrigiéndose cuando fuese necesario, el curvado LIDAR bajo los estribos.

La identificación de los diferentes elementos (viaductos, puentes, pontones y pasos inferiores) se realizó en base a la revisión de la ortofoto, completándose con los datos tomados en las visitas a campo realizadas.

6.2.6.- MODELADO DE PASOS SUPERIORES

En el modelo se definieron únicamente aquellos pasos superiores que presentan un ancho superior a 25 m, incorporándose como reflectores 3D.

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pasos superiores con anchura superior a 25 m en la presente UME.

6.2.7.- INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pantallas acústicas en la presente UME.

6.2.8.- INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO

Las características del suelo son un factor determinante en la propagación del ruido, por lo que en la modelización efectuada se definieron diferentes áreas de absorción.

De forma genérica se considera el terreno base como absorbente ($G=1$, sin embargo se definieron ciertas áreas de carácter urbano e industrial como reflectantes ($G=0$), realizándose la zonificación del territorio en base a los usos del suelo definidos por el Instituto de Estudios do Territorio. De esta forma, las áreas consideradas como reflectantes son las correspondientes a núcleos de población, tejido urbano continuo y zonas industriales, comerciales y de servicios.

La incorporación de estas zonas al modelo se realizó importándose como áreas de absorción del suelo en formato shape.

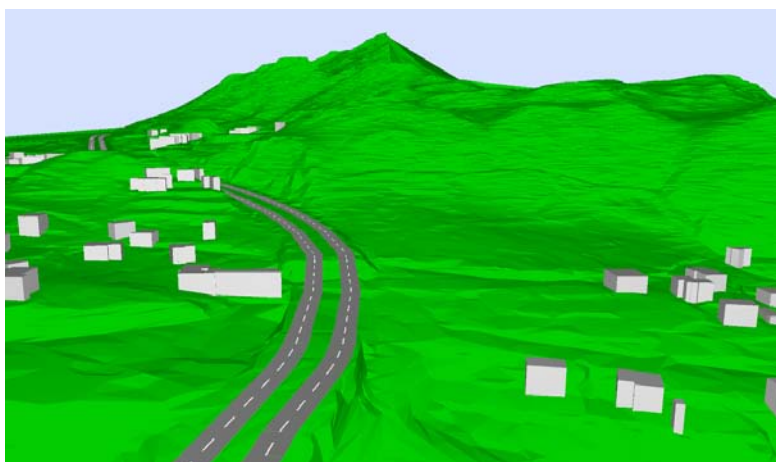


Figura 12. Vista 3D de la modelización efectuada

6.3.- CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D

Para la elaboración de los MER de cada UME, con anterioridad a la introducción de los diferentes elementos que componen el modelo, es preciso definir una configuración de cálculo en el software de acuerdo a la Directiva 2002/49/CE donde se identifiquen los parámetros necesarios para la correcta definición del escenario previsto.

- La norma empleada para el cálculo es la NMPB-Routes-96.
- El espaciado de los receptores en la malla de cálculo es de 10 x 10 m a una altura de 4 m sobre el suelo.
- El orden máximo de reflexiones consideradas es de 1.
- Se estableció un radio máximo de búsqueda de 2.000 m.
- El porcentaje de condiciones favorables día/noche se corresponde con un 50% en periodo diurno, un 75% en periodo vespertino y un 100% en periodo nocturno.
- Siguiendo las recomendaciones de la European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN), las condiciones atmosféricas consideradas son una temperatura de 15°C y una humedad del 70%.
- El cálculo de la atenuación sufrida por las ondas sonoras en el medio ambiente exterior se obtiene de acuerdo a los procedimientos de la ISO 9613.
- Los valores de inmisión considerados son L_{dia} , L_{tarde} , L_{noche} y L_{den} , todos ellos en dBA, a una altura de evaluación de 4 m.
- La designación de horas para los periodos considerados es de 07:00 a 19:00 día, de 19:00 a 23:00 tarde y de 23:00 a 07:00 noche.

- Se aplicó una penalización de 0 dB para el periodo diurno, de 5 dB para el vespertino y de 10 dB para el nocturno.
- Para la evaluación de los niveles de ruido en fachada de edificios se consideró una altura de las plantas bajas de 4 m y de 3 m para el resto. Asimismo, se tuvo en cuenta únicamente el sonido incidente, es decir, no se consideró el sonido reflejado en la fachada donde se realiza la evaluación, aunque sí las reflexiones en el resto de edificios y obstáculos presentes en el área de estudio.

7.- PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN

Para determinar los indicadores y los niveles límites de referencia que permitan evaluar la afección al ruido, se recurrió a la legislación vigente en materia de objetivos de calidad acústica que viene fijada en 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, concretamente lo recogido en el Capítulo III "Zonificación acústica. Objetivos de calidad acústica" y en el Capítulo IV "Emisores acústicos. Valores límite de emisión e inmisión".

El artículo 14 del citado Real Decreto dice textualmente:

1. En las áreas urbanizadas existentes se establece como objetivo de calidad acústica para ruido el que resulte de la aplicación de los siguientes criterios:

a) Si en el área acústica se supera el correspondiente valor de alguno de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla A, del anexo II, su objetivo de calidad acústica será alcanzar dicho valor.

ANEXO II

Objetivos de calidad acústica

Tabla A. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes.

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L_d	L_e	L_n
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.

Tabla 5. Objetivos de calidad acústica

En relación al tipo de área f se aplicará el Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica 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.

Como se puede observar en la tabla anterior, los objetivos se establecen para los índices de ruido, L_d , L_e y L_n , cuya definición según 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, es:

L_d es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año.

L_e es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año.

L_n es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año.

En vista de lo expuesto, la evaluación de la exposición al ruido de la población pasará por determinar cada uno de los indicadores L_d , L_e y L_n , y compararlos con los niveles límite establecidos en los objetivos de calidad acústica para cada tipo de área.

8.- RESULTADOS

Conforme a la normativa vigente, la elaboración de un mapa estratégico conlleva la obtención de una información gráfica y otra alfanumérica, representada mediante mapas y tablas de afección.

La escala básica de representación de los Mapas Estratégicos de Ruido contenidos en el presente documento es 1/25.000, siendo la base cartográfica la 1/5.000 de la Xunta de Galicia. El sistema de proyección es ETRS-89, zona 29 N.

En la elaboración de los MER de cada UME, el área de estudio vino delimitada por la longitud del tramo/s de carretera que define la propia UME y por una banda, con un ancho de 1.500 m a cada lado del eje de la calzada.

8.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS

Son mapas de líneas isófonas elaborados a partir de los niveles de ruido calculados en puntos receptores a lo largo de toda la zona de estudio.

Se elaboraron los planos de niveles sonoros representando los indicadores establecidos por la legislación básica estatal y las recomendaciones del Ministerio de Fomento, siendo los mapas generados los siguientes:

- Mapa de niveles sonoros de L_d en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_e en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_n en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70.

- Mapa de niveles sonoros de Lden en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.

Lden, Ld, Le

Rango	Descripción	R	G	B
> 75	Rosa fuerte	255	0	255
70-75	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
< 55	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	55-60
	60-65
	65-70
	70-75
	>75

Figura 13. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del Ld, Le y Lden

Ln

Rango	Descripción	R	G	B
>70	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
50-55	Verde	100	200	0
< 50	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	50-55
	55-60
	60-65
	65-70
	>70

Figura 14. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del Ln

8.2.- POBLACIÓN EXPUESTA

8.2.1.- METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA

La determinación de la situación acústica a partir de los mapas de niveles sonoros requiere el análisis de la afección del ruido sobre la población. En esta línea, la normativa establece que debe estimarse el número de personas expuestas a ciertos rangos de niveles de presión sonora, sin entrar en detalles técnicos de cómo proceder.

Existen diferentes métodos para determinar los niveles de exposición en fachada para cada uno de los edificios, conforme a la normativa y a las guías de trabajo internacionales en materia de contaminación acústica.

La Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, con el fin de determinar la exposición al ruido ambiental de los Estados Miembros, establece en su Anexo VI que deberá comunicarse a la comisión europea, para el caso de las aglomeraciones sobre las que se realice el Mapa Estratégico de Ruidos (MER), la siguiente información:

- Número estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de Lden en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (55-59, 60-

64, 65-69, 70-74, >75), distinguendo entre el tráfico rodado, el tráfico ferroviario, el tráfico aéreo y las fuentes industriales.

- El número total estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de L_n en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70), distinguendo entre el tráfico rodado, ferroviario, aéreo y las fuentes industriales.

Este planteamiento, denominado END (European Noise Directive), es el que debe utilizarse para entregar los resultados a la comisión europea, siendo también habitual para la entrega al resto de administraciones. Sin embargo, este procedimiento, es el que proporciona peores resultados con respecto a la exposición real de la población, arrojando valores de población afectada a distintos rangos de niveles sonoros muy superiores a la realidad, por lo resulta necesario plantear otros métodos que, de forma adicional, arrojen resultados que no sobreestimen la población expuesta.

A continuación se presentan los siguientes procedimientos de estimación de la población afectada por ruido ambiental:

- Método END
- Método VBEB Alemán

8.2.1.1.- MÉTODO END

El método END (European Noise Directive) se presenta en la Directiva Europea 2002/49/CE como un método para satisfacer la obligación de proporcionar a la comisión europea los datos del número estimado de personas cuyas viviendas están expuestas a diferentes rangos de L_{den} y L_n , a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta, aquella que soporta mayor nivel de presión sonora.

Esta estimación, requiere del cálculo de receptores específicos en cada una de las fachadas de los edificios, a una altura relativa de 4 metros respecto al suelo y tomando las consideraciones necesarias para excluir las reflexiones acústicas de la propia fachada como ruido incidente en el propio receptor.

Este planteamiento, supone que todos los habitantes de cada edificio están sometidos al mayor nivel de presión sonora registrado en la fachada más expuesta, lo que no se acerca a la situación real, en la que la población se distribuye a lo largo del edificio, en

relación a la posición de las viviendas. Este procedimiento podría dar resultados próximos a la realidad en viviendas unifamiliares, pero en el caso de edificios de varias plantas se obtendría un resultado de población expuestas sobreestimado.

8.2.1.2.- MÉTODO VBEB

El método alemán VBEB (Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm) permite obtener los valores reales de afección a los que se encuentra expuesta la población. Su procedimiento contempla la distribución de receptores de niveles de presión sonora a lo largo de las fachadas, estableciendo estos a diferentes niveles de altura en función del número de plantas.

Cada uno de estos receptores determinará el nivel de presión sonora al que se encuentra expuesta cada vivienda, considerando el parámetro de altura, a diferencia del método END expuesto anteriormente, en el que la evaluación de la exposición se realizaba a 4 m del suelo.

Esta metodología permite afinar los resultados al distribuir la población de cada edificio a lo largo del perímetro en planta y de las alturas. Como se puede intuir, los niveles de presión sonora evaluados a diferentes alturas proporcionarán resultados distintos, en función de la mayor o menor distancia a la fuente y las posibles reflexiones de los edificios del entorno, encontrándose, de esta forma, los habitantes de viviendas a diferentes alturas, en una misma planta, expuestas a distintos grados de afección.

8.2.2.- TABLAS DE RESULTADOS

8.2.2.1.- POBLACIÓN AFECTADA

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)						
RANGO (dBA)	Ld		Le		Lden	
	END	VBEB	END	VBEB	END	VBEB
55 – 59	7	7	7	7	12	9
60 – 64	5	6	5	6	7	6
65 – 69	24	6	24	6	4	6
70 – 74	0	0	0	0	21	3
≥ 75	0	0	0	0	0	0

Tabla 6. Valores de población afectada (en centenar) para los periodos Ld, Le y Lden en función del método considerado

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)		
RANGO (dBA)	Ln	
	END	VBEB
50 – 54	8	7
55 – 59	3	5
60 – 64	24	5
65 – 69	0	0
≥ 70	0	0

Tabla 7. Valores de población afectada (en centenar) para el periodo Ln en función del método considerado

A la vista de los resultados contenidos en las tablas adjuntas, se puede observar como para valores bajos de ruido los métodos END y VBEB arrojan datos de población expuesta similares. Sin embargo, con rangos de emisión sonora por encima de 65 dB para los periodos Ld y Le, de 70 dB para el Lden y de 60 dB para el Ln se observan diferencias en los datos relativos a población expuesta según el método empleado. Estas diferencias radican en las consideraciones de cada método para determinar la población expuesta. Como ya se enunció con anterioridad en el presente documento resumen, el método END asume que todos los habitantes de cada edificio están sometidos al mayor nivel de presión sonora registrado a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta. En consecuencia, dado que el tramo objeto de estudio discurre por una zona de travesía con gran presencia de edificios residenciales de varias alturas adyacentes a la vía, parece que estos resultados no se aproximan a la realidad, al suponer que todos los habitantes de estos edificios se encuentran afectados por el valor de la fachada más expuesta.

En contraposición, el método VBEB, al distribuir la población de cada edificio a lo largo del perímetro en planta y de las alturas permite obtener un resultado más ajustado a la realidad, ya que no toma el conjunto del edificio como afectado por la isófona más desfavorable, sino que estima la afección de la población según el valor obtenido en cada receptor de fachada calculado.

8.2.2.2.- VIVIENDAS AFECTADAS

Nº VIVIENDAS AFECTADAS (EN CENTENAS)					
RANGO (dBA)	Ld	Le	Lden	RANGO (dBA)	Ln
55 – 59	2	2	2	50 – 54	1
60 – 64	1	1	1	55 – 59	1
65 – 69	4	4	1	60 – 64	4
70 – 74	0	0	3	65 – 69	0
≥ 75	0	0	0	≥ 70	0

Tabla 8. Número de viviendas expuestas (en centenas) a distintos rangos de nivel sonoro para los periodos Ld, Le, Ln y Lden

Al igual que ocurre con la exposición de la población, el número de viviendas afectadas por isófonas inferiores a 65 dB es menor que las edificaciones expuestas a rangos de 65 a 74 dB. Este fenómeno es debido a la proximidad de las viviendas a la traza de la vía, ya que la carretera discurre por una travesía próxima al núcleo de Vigo.

Los resultados arrojados por las tablas de población y viviendas expuestas son debidos a las características propias de la vía, encuadrada en una travesía altamente poblada, con bloques residenciales próximos a la traza y viviendas unifamiliares dispersas a medida que nos alejamos de la carretera. Así, las viviendas más expuestas serán las más próximas a la vía, que al tratarse de bloques residenciales contendrán más población afectada que las edificaciones residenciales periféricas, afectadas por rangos menores debido a la distancia del foco emisor y al apantallamiento producido por los edificios más cercanos a la carretera.

8.2.2.3.- EDIFICIOS SENSIBLES

AFECCIÓN A EDIFICIOS SENSIBLES				
SANITARIOS			DOCENTES	
RANGO (dBA)	Lden		Lden	
	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº CAMAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº ALUMNOS (CENTENAS)
55 – 59	0	0	0	0
60 – 64	0	0	0	0
65 – 69	1	0	1	11
70 – 74	0	0	0	0
≥ 75	0	0	0	0

Tabla 9. Número de edificios sensibles (en unidades) y camas/alumnos (en centenares) expuestas a distintos rangos para el periodo Lden.

A raíz de la modelización efectuada se puede concluir que únicamente dos edificios sensibles se ven afectados por el ruido generado por la carretera objeto de estudio. Se trata de una clínica médica, que carece de camas para hospitalización, y el IES de Teis (Vigo), que según fuentes del propio centro cuenta con un total de 1.050 alumnos.

8.3.- MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN

Se obtuvo a partir del mapa de niveles sonoros del indicador Lden.

Incluye los datos de superficies totales (en km²), expuestas a valores de Lden superiores a 55, 65, y 75 dB, respectivamente. En ellos se indica además el número total estimado de viviendas (en centenares), y el número total estimado de personas (en centenares) que viven en cada una de esas zonas.

Las isófonas correspondientes a 55, 65 y 75 dB figuran en el mapa y se incluye información sobre la ubicación de las ciudades, pueblos y aglomeraciones situadas dentro de esas curvas.

EXPOSICIONES A DIFERENTES VALORES Lden					
RANGO (dBA)	SUPERFICIE	POBLACIÓN		EDIFICIOS SENSIBLES	
	(km ²)	Nº VIVIENDAS (CENTENAS)	Nº PERSONAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS SANITARIOS (UD)	Nº EDIFICIOS DOCENTES (UD)
≥ 55	0,26	4	18	0	0
≥ 65	0,14	4	26	1	1
≥ 75	0,00	0	0	0	0

Tabla 10. Datos relativos a zonas de afección para el periodo Lden

Observando los resultados de los mapas de afección, se puede concluir que a pesar de que las superficies afectadas por rangos superiores a 55 dB son de reducidas dimensiones, se obtienen valores moderados de población y viviendas expuestas, fruto de las características de la vía, al discurrir por un tramo de travesía densamente poblado en las inmediaciones del núcleo urbano de Vigo.

9.- CONCLUSIÓN

Con la realización del presente estudio se elaboraron los Mapas Estratégicos de Ruido del tramo Chapela – Vigo de la vía PO-323 (perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia), de acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE de 25 de junio de 2002 sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental y en la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, considerando alcanzados los objetivos planteados inicialmente así como los establecidos en la legislación vigente.

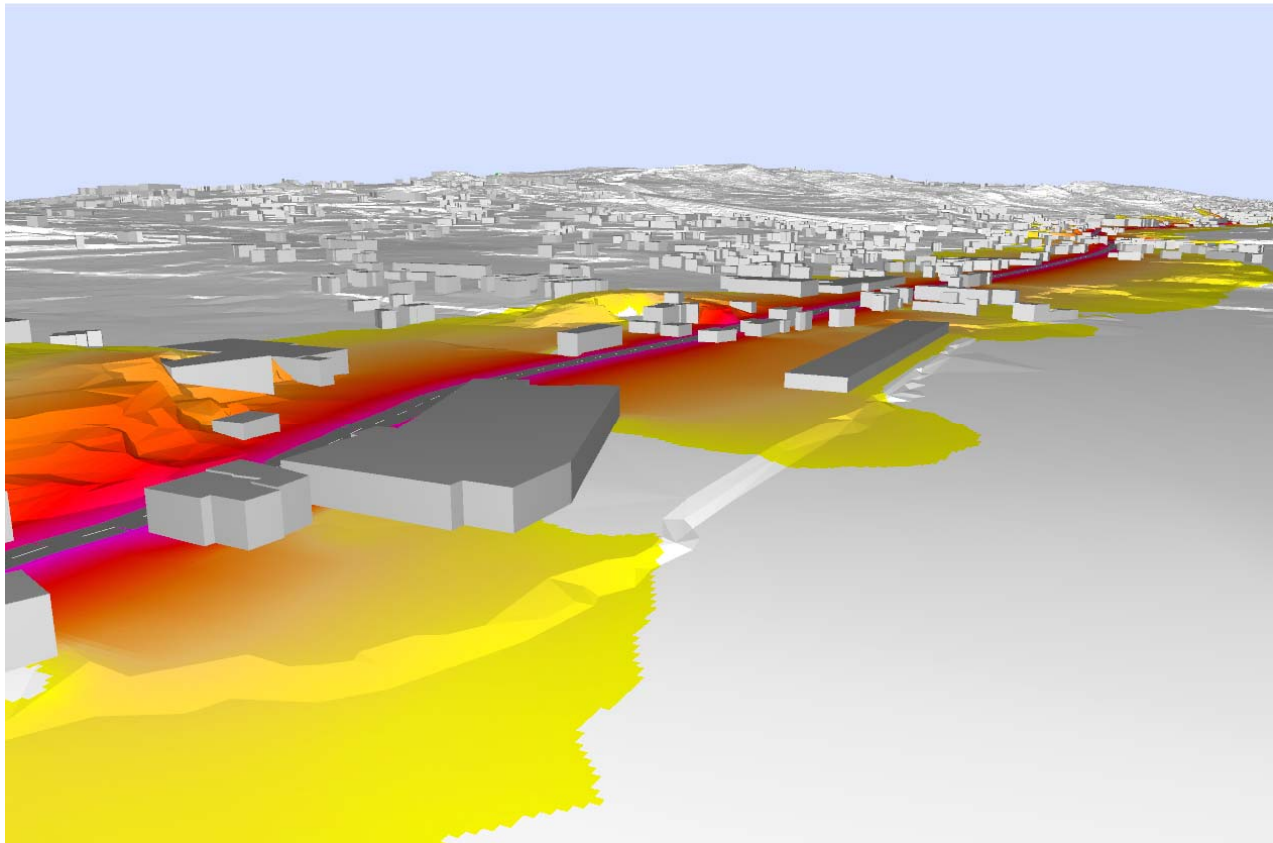
La elaboración de este estudio constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias que se deban realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones.

II PLANOS



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS

axencia galega
de infraestruturas **axi**



CLAVE

PO/13/044.09.5

TIPO DE ESTUDIO

MAPA EXTRATÉXICO DE RUÍDO

DOCUMENTOS

DOCUMENTO RESUME

ESTRADA

PO-324
PONTE LAGARES - CANIDO

PUNTOS QUILOMÉTRICOS

0+000 – 2+380

DATA

XULLO 2014

CONSULTOR



I MEMORIA

I MEMORIA

1.-	INTRODUCCIÓN	4
2.-	OBJETO DEL ESTUDIO	4
3.-	AUTORIDAD RESPONSABLE.....	5
4.-	PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES	5
5.-	ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME	6
6.-	METODOLOGÍA	9
6.1.-	MODELO DE SIMULACIÓN.....	10
6.2.-	CREACIÓN DEL MODELO 3D	11
6.2.1.-	INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA.....	11
6.2.2.-	INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO.....	12
6.2.3.-	INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS	14
6.2.4.-	MODELADO DE TÚNELES.....	17
6.2.5.-	MODELADO DE VIADUCTOS	17
6.2.6.-	MODELADO DE PASOS SUPERIORES.....	17
6.2.7.-	INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS.....	17
6.2.8.-	INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO	17
6.3.-	CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D	18
7.-	PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN	19
8.-	RESULTADOS.....	21
8.1.-	MAPAS DE NIVELES SONOROS.....	21
8.2.-	POBLACIÓN EXPUESTA	22
8.2.1.-	METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA.....	22
8.2.2.-	TABLAS DE RESULTADOS.....	25

8.3.-	MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN.....	27
9.-	CONCLUSIÓN	28

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	ÁMBITO DE ESTUDIO.....	6
FIGURA 2.	PO-324. ZONA INICIAL.....	7
FIGURA 3.	PO-324. ZONA INTERMEDIA 1+450	7
FIGURA 4.	PO-324 COMIENZO DE OIA.....	8
FIGURA 5.	PLANO DE UBICACIÓN DE LA UME OBJETO DE ESTUDIO	9
FIGURA 6.	DETALLE DE LA VISTA DINÁMICA DEL MODELO TRIDIMENSIONAL GENERADO	9
FIGURA 7.	DETALLE DE LOS PUNTOS LIDAR FACILITADOS.....	11
FIGURA 8.	DETALLE DEL MDT GENERADO	11
FIGURA 9.	CURVADO FINALMENTE OBTENIDO A PARTIR DE LOS PUNTOS LIDAR	12
FIGURA 10.	VISTA 3D DE LA MODELIZACIÓN EFECTUADA	18
FIGURA 11.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LD, LE Y LDEN.....	22
FIGURA 12.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LN....	22

LISTA DE TABLAS

TABLA 1.	TRAMOS DE LA VÍA OBJETO DE ESTUDIO	5
TABLA 2.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA UME ESTUDIADA	9
TABLA 3.	DATOS DE TRÁFICO.....	13
TABLA 4.	DATOS DE POBLACIÓN EN LOS MUNICIPIOS AFECTADOS	16
TABLA 5.	OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA.....	20
TABLA 6.	VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA LOS PERIODOS LD, LE Y LDEN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO.....	25
TABLA 7.	VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA EL PERIODO LN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO	25

TABLA 8. NÚMERO DE VIVIENDAS EXPUESTAS (EN CENTENAS) A DISTINTOS RANGOS DE NIVEL SONORO PARA LOS PERIODOS LD, LE, LN Y LDEN..... 26

TABLA 9. NÚMERO DE EDIFICIOS SENSIBLES (EN UNIDADES) Y CAMAS/ALUMNOS (EN CENTENAS) EXPUESTAS A DISTINTOS RANGOS PARA EL PERIODO LDEN..... 26

TABLA 10. DATOS RELATIVOS A ZONAS DE AFECCIÓN PARA EL PERIODO LDEN..... 27

II PLANOS

0.- PLANO DE SITUACIÓN

1.- MAPAS NIVELES SONOROS

1.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS DÍA (1:25.000)

1.2.- MAPAS DE NIVELES SONOROS TARDE (1:25.000)

1.3.- MAPAS DE NIVELES SONOROS NOCHE (1:25.000)

1.4.- MAPAS DE NIVELES SONOROS Lden (1:25.000)

2.- MAPAS DE AFECCIÓN

2.1.- MAPA DE ZONA DE AFECCIÓN (1:25.000)

1.- INTRODUCCIÓN

La aprobación de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental establece la necesidad de elaborar, en una primera fase, los Mapas Estratégicos de Ruido (MER) de grandes ejes viarios cuyo tráfico supere los seis millones de vehículos al año, para en una segunda fase realizar los mapas correspondientes a los grandes ejes viarios con tráfico superior a tres millones de vehículos al año.

La Directiva 2002/49/CE define el Mapa Estratégico de Ruido como "un 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."

Para la aplicación de la citada directiva en el territorio español se elaboró la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, que no se limita a transponer el contenido de la directiva, sino que trata de regular, a través de una adecuada distribución de competencias administrativas y del establecimiento de los mecanismos oportunos, la mejora de la calidad acústica en nuestro entorno.

Con el objeto de desarrollar esta ley se formuló el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, en cuanto a la evaluación y gestión del ruido ambiental, con la finalidad de prever, reducir o evitar los efectos nocivos, incluyendo las molestias derivadas de la exposición al ruido ambiental. A tal efecto se desarrollan los conceptos de ruido ambiental y sus efectos y molestias sobre la población, junto con una serie de medidas que permiten la consecución de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido, los planes de acción y la información a la población.

A fin de dar cumplimiento a la legislación vigente, la Consellería de Medio Ambiente Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, promueve la segunda fase de elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido de las vías pertenecientes a la Red Autonómica de Carreteras de Galicia.

2.- OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto del presente documento resumen es el de plasmar, de forma sintética y fácilmente comprensible, los resultados arrojados por los Mapas Estratégicos de Ruido

del siguiente tramo de la vía PO-324, perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia:

DENOMINACIÓN	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONGITUD (km)
Ponte Lagares - Canido	Ponte Lagares – pk 2,38	0+000	2+380	2,38

Tabla 1. Tramos de la vía objeto de estudio

Según se recoge en el Artículo 15 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, los mapas de ruido tendrán, entre otros, los siguientes objetivos:

- Permitir la evaluación global de la exposición a la contaminación acústica de una determinada zona.
- Permitir la realización de predicciones globales para dicha zona.
- Posibilitar la adopción fundada de planes de acción en materia de contaminación acústica y, en general, de las medidas correctoras adecuadas.

Asimismo, la elaboración de los MER constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias a realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones

3.- AUTORIDAD RESPONSABLE

La autoridad responsable de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruidos fue la Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, contando con la asistencia de la empresa ICEACSA Consultores S.L.U.

4.- PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES

De acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, y en la Ley del Ruido y sus posteriores Reglamentos, tuvieron que realizarse, en una primera fase los Mapas Estratégicos de Ruido de las carreteras de más de 6 millones de vehículos al año; y en una segunda fase los de las carreteras de más de 3 millones de vehículos al año.

Por lo tanto, en la actualidad no se encuentra vigente ningún Programa de Acción contra el ruido derivado de la primera fase en la Unidad de Mapa Estratégico Ponte Lagares - Canido entre los PP.KK. 0+0000 al 2+380.

Así, en cumplimiento de la legislación, se elabora en la segunda fase esta UME. El estudio constituye la primera aproximación a la problemática del ruido generado por la infraestructura viaria.

5.- ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME

El tramo de análisis de la PO-324 se sitúa al SO de la ciudad de Vigo, conectando la playa de Samil, en Ponte Lagares, recorriendo la playa de O Bao, hasta el inicio de la playa de Canido.



Figura 1. Ámbito de estudio

Todo el trazado recorre una zona que debido a su cercanía a Vigo, sufrió un gran desarrollo derivado del atractivo de las playas de Samil, Bao y Canido, por lo que son numerosas las edificaciones, en general de carácter unifamiliar a ambos lados de la carretera.

Hasta el pk 1+300 aproximadamente se sitúan edificaciones de tipo unifamiliar con más o menos terreno adyacente, que en general son viviendas de segunda residencia, a excepción de un hotel y algún bloque de apartamentos hacia el principio. Todo el tramo, por su carácter urbano, dispone de aceras a ambos lados de la calzada.



Figura 2. PO-324. Zona inicial

Desde el pk 1+300 hasta 1+800, baja la densidad de edificaciones, pasando una zona deportiva de escasas edificaciones.



Figura 3. PO-324. Zona intermedia 1+450

Desde el pk 1+800 hasta el final coincidiendo con el núcleo de Oia, vuelve a incrementar la densidad de edificaciones, que en general son de 1 ó 2 plantas, a veces alineadas con la carrera y otras veces con cierto terreno adicional.



Figura 4. PO-324 comienzo de Oia

Todo el tramo de estudio cuenta con aceras a ambos lados de la calzada.

No existe ningún tipo de protección en el frente urbano contra el ruido generado por la carretera.

La identificación de las Unidad de Mapa Estratégico (UME) se realizó conforme a los siguientes criterios generales:

- Una UME solamente puede incluir tramos pertenecientes a una misma vía.
- Todos los tramos que conforman la UME deben tener una IMD igual o superior a 3.000.000 veh/año, como establece la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental.

Teniendo en cuenta dichos criterios, los tramos recogidos en la tabla siguiente comprenden una única Unidad de Mapa Estratégico (UME), contemplándose como fuente de ruido independiente, analizándose su efecto por separado y obteniéndose un Mapa Estratégico de Ruido en el que únicamente se considera la propagación del ruido causado por el tronco de la infraestructura. Dichos mapas se corresponden al alcance de la segunda fase de la Directiva 2002/49/CE y su correspondiente transposición a la legislación estatal:

UME	VÍA	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONG (km)	IMD (VEH/DÍA)	% PESADOS	MUNICIPOS AFECTADOS
01	PO-324	Ponte Lagares- pk 2,38	0,000	2,380	2,38	13.100,37	3,6	Vigo

Tabla 2. Características generales de la UME estudiada

En la siguiente figura se observa la ubicación de la UME objeto de estudio



Figura 5. Plano de ubicación de la UME objeto de estudio

6.- METODOLOGÍA

Para la realización de la simulación acústica fue necesaria la implementación de un modelo tridimensional del área de estudio, incluyendo carreteras, edificaciones y elementos singulares, tal y como se aprecia en la imagen adjunta.

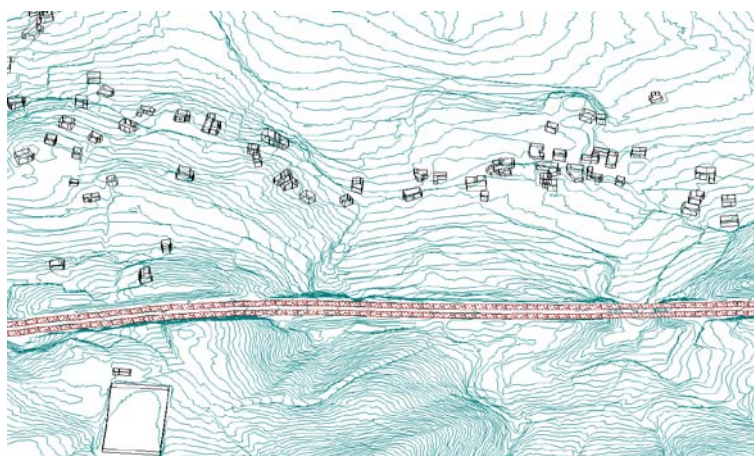


Figura 6. Detalle de la vista dinámica del modelo tridimensional generado

El software predictivo para la realización del modelo tridimensional del área de estudio, y para el posterior desarrollo de los cálculos matemáticos de propagación de ruido en ambiente exterior y ejecución de los Mapas Estratégicos de Ruido, fue CadnaA Versión 4.4 (DataKustik GmbH). Con este software, y con un modelado del entorno preciso, se pueden determinar los niveles de ruido causados por el tráfico rodado. Tanto el procesado previo de la información de base como el análisis de los datos obtenidos se realizó mediante GIS.

6.1.- MODELO DE SIMULACIÓN

Siguiendo las disposiciones del Real Decreto 1513/2005, los índices de ruido del tráfico rodado fueron determinados por medio del método nacional de cálculo francés «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTULCPC-CSTB)», mencionado en el «Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal officiel du 10 mai 1995, article 6» y en la norma francesa «XPS 31-133». Este modelo es el propuesto de manera provisional por la Unión Europea para la realización de mapas de ruido en aquellos países que carezcan del suyo propio, según se describe en la recomendación 2003/613/EC de la Comisión Europea.

La elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido engloba la generación del modelo digital, la definición de los parámetros de entrada, el cálculo de los mapas y la evaluación de los resultados obtenidos.

El modelo 3D estará constituido por la topografía y las edificaciones del ámbito de estudio, el tramo/s de carretera que conforman la UME, y los elementos singulares concretos de cada caso (viaductos, pasos superiores, muros, pantallas acústicas,...).

- Carreteras: datos de tráfico (IMD y porcentaje de pesados), características del firme, tipo de flujo y límites de velocidad.
- Edificios: tipo de uso, altura, número de plantas, número de habitantes (en caso de ser residencial) y coeficiente de absorción alfa.
- Viaductos: longitud de apantallamiento.
- Muros y pantallas: pérdidas por reflexión.
- Terreno: coeficientes de absorción.
- Túneles: radiación procedente de las entradas y salidas.

Definido el modelo e introducidos los parámetros y configuración, se lleva a cabo la simulación acústica, obteniéndose de este modo los Mapas Estratégicos de Ruido.

6.2.- CREACIÓN DEL MODELO 3D

En el presente apartado se describen los procesos necesarios para la definición del escenario de modelización en el software de cálculo a partir de la información base.

La definición de cada uno de los atributos que caracterizan los elementos del modelo se realizó en GIS previa incorporación al software de cálculo. El objeto de este tratamiento previo es el de sistematizar el proceso de creación del modelo, evitando errores u omisiones en la definición del escenario.

6.2.1.- INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA

Para llevar a cabo el modelado digital del terreno (MDT) se empleó como fuente de información el vuelo LIDAR suministrado por la Axencia Galega de Infraestruturas, del que se extrajo la nube de puntos que conforman el terreno. Posteriormente, mediante un proceso de triangulación se obtuvieron las curvas de nivel cada metro.



Figura 7. Detalle de los puntos LIDAR facilitados



Figura 8. Detalle del MDT generado

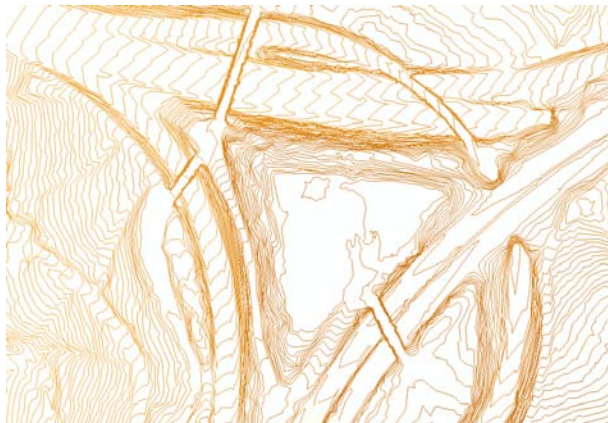


Figura 9. Curvado finalmente obtenido a partir de los puntos LIDAR

6.2.2.- INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO

Mediante el empleo de herramientas GIS, el eje de la carretera se definió a partir del conjunto de datos geométricos facilitados por la Axencia Galega de Infraestruturas, disponiendo de puntos cada 10 m, con la siguiente información:

- Coordenadas X, Y, Z.
- Número de carriles.
- Anchos de plataforma, calzada y arcenes.
- Peraltes y pendientes.

Las características geométricas que definen el eje cada 10 m se extendieron para cada punto 5 m antes y 5 m después. Una vez definido el eje se procedió a la corrección y depuración de la información, comparando los ejes con la ortofoto actualizada y con los datos tomados en las preceptivas visitas a campo realizadas. Establecida la geometría definitiva de la vía, se definieron en GIS los atributos que caracterizan la emisión acústica, con anterioridad a su importación desde CadnaA. A continuación se describe cada uno de los atributos considerados, los datos de partida disponibles, así como el tratamiento realizado previa incorporación al modelo:

- Geometría: la PO-324, cuenta en todo el tramo de estudio con una única calzada con dos carriles, con un ancho medio de 3,5 m. El arcén derecho cuenta con un ancho medio de 1,4 m variable entre los 0 y 6,2 m, mientras que el arcén izquierdo cuenta con un ancho medio menor de 1 variable entre los 0 y 3 m.

- Datos de tráfico: los datos de tráfico utilizados para el cálculo de los niveles sonoros fueron los correspondientes a las Memorias de Aforos del año 2012, proporcionadas por la Axencia Galega de Infraestruturas.

Tomando como base la distribución horaria en un día medio, se llevó a cabo el cálculo de la IMD por hora para cada uno de los periodos considerados (día, tarde y noche).

Puesto que para el tramo objeto de estudio, no se disponía de distribución horaria, se estimó a partir de la PO-340, Gondomar (PO-331) – Enlace A Ramallosa (AG-57) entre los pk 16+800 a 19+560, aplicando la distribución porcentual del mismo y obteniéndose la IMD por hora horaria.

De igual forma, para la distribución de pesados, se tomó para todos los tramos y todos los periodos considerados el valor diario de la PO-340, Gondomar (PO-331) – Enlace A Ramallosa (AG-57) entre los pk 16+800 a 19+560.

Para el caso específico de las glorietas el tráfico fue cuantificado como la suma de las IMD de las entradas dividida por el número de salidas.

UME	VÍA	TRAMO	IMD				% PESADOS
			(VEH/DÍA)	DÍA (VEH/H)	TARDE (VEH/H)	NOCHE (VEH/H)	
01	PO-324	Ponte Lagares – pk 2,38	13.100	734,8	794,1	138,3	3,6

Tabla 3. Datos de tráfico

- Límite de velocidad: partiendo de la velocidad límite permitida por la normativa para la vía objeto de estudio (80 km/h), se determinaron los tramos con restricciones de velocidad a partir de los datos de señalización vertical aportados por la Axencia Galega de Infraestruturas, realizándose una revisión de los mismos en las visitas a campo realizadas. Como resultado, se estableció una velocidad límite para todo el tramo objeto de análisis de 50 km/h, correspondiente a tramo en travesía que discurre atravesando varios núcleos de población a ambos lados de la vía.

En aquellos lugares en los que se detectó señalización insuficiente o contradictoria (ausencia de señales de fin de limitación de velocidad, tramos interurbanos sin especificación de la velocidad máxima permitida,...) se optó por definir tramos los más homogéneos posibles, tomando siempre el valor de velocidad más desfavorable (la mayor de los posibles).

Cabe resaltar que para cada una de los subtramos se establecieron límites de velocidad diferenciados en función del tipo de vehículo que circule (ligero o pesado), ya que según el límite establecido dicha velocidad puede no ser coincidente.

Para el caso específico de las glorietas se definió una velocidad de 40 km/h, tanto para vehículos ligeros como pesados.

- Superficie de la carretera: el tipo de firme tiene influencia directa sobre la emisión de la vía. La UME objeto de estudio presenta una capa de asfalto bituminoso en toda su longitud.
- Tipo de flujo: de forma general se consideró que el flujo es continuo fluido, salvo en las glorietas donde se definió como continuo en pulso.

Una vez definida la geometría y los parámetros característicos de cada subtramo de 10 m que compone la UME, se procedió a su importación en CadnaA como carretera en formato shape. Por último, para conseguir que la carretera se acople por completo al terreno, se realizó el ajuste del MDT al objeto bajo la plataforma de la vía.

6.2.3.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS

Tomando como base la capa shape de la Dirección General del Catastro, se realizó una revisión general del ámbito de trabajo, completándose aquellas zonas que presentaban carencia de edificaciones recientes. Esta revisión se hizo a partir de las fotografías aéreas del PNOA y mediante visitas a campo. Así, se elaboró una cobertura de polígonos revisada a través de:

- La digitalización de los edificios inexistentes en el Catastro.
- La eliminación de los elementos que ya no existen o que no se corresponden con edificios (invernaderos, piscinas,...).

6.2.3.1.- ALTURA

La altura de las edificaciones se definió a partir del número de plantas contempladas en los datos del Catastro, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La altura mínima de un edificio es de 4 m.

- En los edificios residenciales, sanitarios y educativos se consideró una altura de 4 m para las plantas bajas, y de 3 m para el resto.
- Aquellas edificaciones que comparten código catastral y están claramente unidas se agruparon como un único edificio, asignándole el número de plantas correspondiente al edificio más alto con código compartido.

Para aquellos edificios que no se encuentran contenidos en la base de datos de Catastro y que fueron digitalizados posteriormente, el número de plantas fue estimado a partir de la revisión de la fotografía aérea y de las visitas, corrigiendo y depurando errores de la información catastral de base (alturas inexistentes o excesivas).

6.2.3.2.- USO

Partiendo de los metadatos descargados de la Sede Electrónica del Catastro, los usos de los edificios se completaron a través de las siguientes fuentes de información:

- Fotografías aéreas del PNOA.
- Información de las visitas a campo realizadas.

Los usos identificados fueron:

- Residencial.
- Sanitario y docente.
- Industrial, terciario y otros.

A todos los edificios de la zona de estudio se asignó uno de los anteriores usos con el fin de identificar los edificios residenciales para el cálculo de la población, así como para determinar las áreas acústicas en la elaboración de los mapas de zonas de conflicto. Además, se identificaron los edificios de tipo docente y sanitario por ser receptores sensibles, a través de la información disponible en las siguientes fuentes:

- Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria de la Xunta de Galicia.
- Consellería de Sanidade de la Xunta de Galicia.

6.2.3.3.- POBLACIÓN ASIGNADA

Uno de los objetivos de los MER es la obtención del número de personas expuestas a los diferentes niveles de ruido, para lo que se realizó un tratamiento consistente en el reparto de la población entre los edificios residenciales existentes.

La información de partida se obtuvo del padrón municipal de habitantes del año 2013 del Instituto Galego de Estatística (IGE). Tomando como base la población de cada municipio, y una vez identificados los edificios residenciales de cada uno, se hizo un reparto proporcional de la población en función de la superficie residencial total construida. El número de habitantes en cada se calculó como el producto del coeficiente de habitabilidad anteriormente definido por la superficie de cada edificio residencial, resultando:

MUNICIPIO	POBLACIÓN	SUP. TOTAL RESIDENCIAL (m ²)	COEF. HABITABILIDAD (HAB/m ²)
Vigo	296.479	16.002.242	0,0185

Tabla 4. Datos de población en los municipios afectados

En el caso de los edificios sensibles se cuantificó el número de alumnos en los edificios de uso docente, y de camas en los de uso sanitario.

6.2.3.4.- EFECTO REFLECTANTE

Para tener en cuenta el efecto reflectante de las edificaciones se asignó un Coeficiente de Absorción Alfa de 0,4 en todos los casos.

6.2.3.5.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS EN CADNAA

Una vez depurada y corregida la capa de edificaciones, con todos los atributos definidos se importaron desde CadnaA como edificio en formato shape.

En última instancia se hizo una revisión general del modelo, subsanándose aquellos desajustes existentes entre la topografía y la base de los edificios ("enterramientos"), así como los solapes entre la plataforma de la vía y las edificaciones incorporadas.

6.2.4.- MODELADO DE TÚNELES

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad túneles en la presente UME.

6.2.5.- MODELADO DE VIADUCTOS

Aquellos tramos de la carretera que presentan viaductos, puentes, pontones o pasos inferiores de grandes dimensiones fueron modelizados evitando la emisión acústica bajo el plano de la plataforma de la vía. Para ello, siguiendo las recomendaciones del software predictivo, estos tramos se configuraron como auto-apantallados con una anchura adicional de 1,5 m a izquierda y derecha.

Previamente al auto-apantallado del tramo de vía definió la geometría del viaducto, corroborándose el correcto apoyo de los estribos y corrigiéndose cuando fuese necesario, el curvado LIDAR bajo los estribos.

La identificación de los diferentes elementos (viaductos, puentes, pontones y pasos inferiores) se realizó en base a la revisión de la ortofoto, completándose con los datos tomados en las visitas a campo realizadas.

6.2.6.- MODELADO DE PASOS SUPERIORES

En el modelo se definieron únicamente aquellos pasos superiores que presentan un ancho superior a 25 m, incorporándose como reflectores 3D.

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pasos superiores con anchura superior a 25 m en la presente UME.

6.2.7.- INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pantallas acústicas en la presente UME.

6.2.8.- INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO

Las características del suelo son un factor determinante en la propagación del ruido, por lo que en la modelización efectuada se definieron diferentes áreas de absorción.

De forma genérica se considera el terreno base como absorbente ($G=1$, sin embargo se definieron ciertas áreas de carácter urbano e industrial como reflectantes ($G=0$), realizándose la zonificación del territorio en base a los usos del suelo definidos por el Instituto de Estudos do Territorio. De esta forma, las áreas consideradas como reflectantes son las correspondientes a núcleos de población, tejido urbano continuo y zonas industriales, comerciales y de servicios.

La incorporación de estas zonas al modelo se realizó importándose como áreas de absorción del suelo en formato shape.

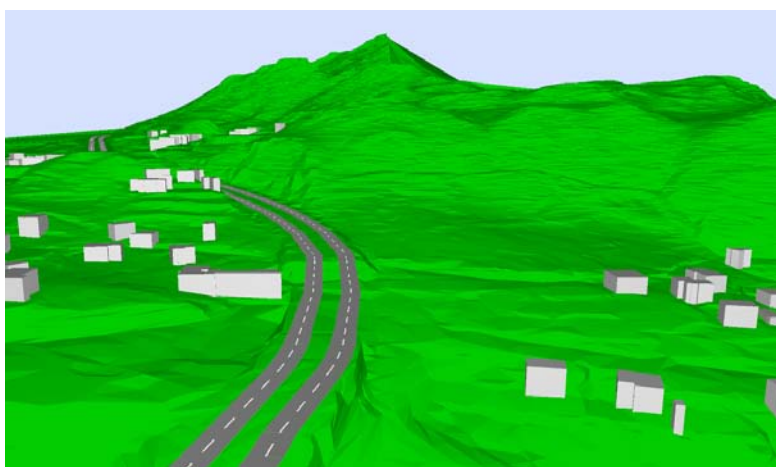


Figura 10. Vista 3D de la modelización efectuada

6.3.- CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D

Para la elaboración de los MER de cada UME, con anterioridad a la introducción de los diferentes elementos que componen el modelo, es preciso definir una configuración de cálculo en el software de acuerdo a la Directiva 2002/49/CE donde se identifiquen los parámetros necesarios para la correcta definición del escenario previsto.

- La norma empleada para el cálculo es la NMPB-Routes-96.
- El espaciado de los receptores en la malla de cálculo es de 10 x 10 m a una altura de 4 m sobre el suelo.
- El orden máximo de reflexiones consideradas es de 1.
- Se estableció un radio máximo de búsqueda de 2.000 m.
- El porcentaje de condiciones favorables día/noche se corresponde con un 50% en periodo diurno, un 75% en periodo vespertino y un 100% en periodo nocturno.

- Siguiendo las recomendaciones de la European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN), las condiciones atmosféricas consideradas son una temperatura de 15°C y una humedad del 70%.
- El cálculo de la atenuación sufrida por las ondas sonoras en el medio ambiente exterior se obtiene de acuerdo a los procedimientos de la ISO 9613.
- Los valores de inmisión considerados son L_{dia} , L_{tarde} , L_{noche} y L_{den} , todos ellos en dBA, a una altura de evaluación de 4 m.
- La designación de horas para los periodos considerados es de 07:00 a 19:00 día, de 19:00 a 23:00 tarde y de 23:00 a 07:00 noche.
- Se aplicó una penalización de 0 dB para el periodo diurno, de 5 dB para el vespertino y de 10 dB para el nocturno.
- Para la evaluación de los niveles de ruido en fachada de edificios se consideró una altura de las plantas bajas de 4 m y de 3 m para el resto. Asimismo, se tuvo en cuenta únicamente el sonido incidente, es decir, no se consideró el sonido reflejado en la fachada donde se realiza la evaluación, aunque sí las reflexiones en el resto de edificios y obstáculos presentes en el área de estudio.

7.- PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN

Para determinar los indicadores y los niveles límites de referencia que permitan evaluar la afección al ruido, se recurrió a la legislación vigente en materia de objetivos de calidad acústica que viene fijada en 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, concretamente lo recogido en el Capítulo III "Zonificación acústica. Objetivos de calidad acústica" y en el Capítulo IV "Emisores acústicos. Valores límite de emisión e inmisión".

El artículo 14 del citado Real Decreto dice textualmente:

1. En las áreas urbanizadas existentes se establece como objetivo de calidad acústica para ruido el que resulte de la aplicación de los siguientes criterios:

a) Si en el área acústica se supera el correspondiente valor de alguno de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla A, del anexo II, su objetivo de calidad acústica será alcanzar dicho valor.

ANEXO II

Objetivos de calidad acústica

Tabla A. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes.

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L_d	L_e	L_n
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.

Tabla 5. Objetivos de calidad acústica

En relación al tipo de área f se aplicará el Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica 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.

Como se puede observar en la tabla anterior, los objetivos se establecen para los índices de ruido, L_d , L_e y L_n , cuya definición según 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, es:

L_d es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año.

L_e es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año.

L_n es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año.

En vista de lo expuesto, la evaluación de la exposición al ruido de la población pasará por determinar cada uno de los indicadores L_d , L_e y L_n , y compararlos con los niveles límite establecidos en los objetivos de calidad acústica para cada tipo de área.

8.- RESULTADOS

Conforme a la normativa vigente, la elaboración de un mapa estratégico conlleva la obtención de una información gráfica y otra alfanumérica, representada mediante mapas y tablas de afección.

La escala básica de representación de los Mapas Estratégicos de Ruido contenidos en el presente documento es 1/25.000, siendo la base cartográfica la 1/5.000 de la Xunta de Galicia. El sistema de proyección es ETRS-89, zona 29 N.

En la elaboración de los MER de cada UME, el área de estudio vino delimitada por la longitud del tramo/s de carretera que define la propia UME y por una banda, con un ancho de 1.500 m a cada lado del eje de la calzada.

8.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS

Son mapas de líneas isófonas elaborados a partir de los niveles de ruido calculados en puntos receptores a lo largo de toda la zona de estudio.

Se elaboraron los planos de niveles sonoros representando los indicadores establecidos por la legislación básica estatal y las recomendaciones del Ministerio de Fomento, siendo los mapas generados los siguientes:

- Mapa de niveles sonoros de L_d en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_e en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_n en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70.

- Mapa de niveles sonoros de Lden en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.

Lden, Ld, Le

Rango	Descripción	R	G	B
> 75	Rosa fuerte	255	0	255
70-75	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
< 55	blanco			

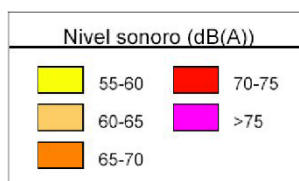


Figura 11. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del Ld, Le y Lden

Ln

Rango	Descripción	R	G	B
>70	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
50-55	Verde	100	200	0
< 50	blanco			



Figura 12. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del Ln

8.2.- POBLACIÓN EXPUESTA

8.2.1.- METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA

La determinación de la situación acústica a partir de los mapas de niveles sonoros requiere el análisis de la afección del ruido sobre la población. En esta línea, la normativa establece que debe estimarse el número de personas expuestas a ciertos rangos de niveles de presión sonora, sin entrar en detalles técnicos de cómo proceder.

Existen diferentes métodos para determinar los niveles de exposición en fachada para cada uno de los edificios, conforme a la normativa y a las guías de trabajo internacionales en materia de contaminación acústica.

La Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, con el fin de determinar la exposición al ruido ambiental de los Estados Miembros, establece en su Anexo VI que deberá comunicarse a la comisión europea, para el caso de las aglomeraciones sobre las que se realice el Mapa Estratégico de Ruidos (MER), la siguiente información:

- Número estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de Lden en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (55-59, 60-

64, 65-69, 70-74, >75), distinguindo entre el tráfico rodado, el tráfico ferroviario, el tráfico aéreo y las fuentes industriales.

- El número total estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de L_n en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70), distinguindo entre el tráfico rodado, ferroviario, aéreo y las fuentes industriales.

Este planteamiento, denominado END (European Noise Directive), es el que debe utilizarse para entregar los resultados a la comisión europea, siendo también habitual para la entrega al resto de administraciones. Sin embargo, este procedimiento, es el que proporciona peores resultados con respecto a la exposición real de la población, arrojando valores de población afectada a distintos rangos de niveles sonoros muy superiores a la realidad, por lo resulta necesario plantear otros métodos que, de forma adicional, arrojen resultados que no sobreestimen la población expuesta.

A continuación se presentan los siguientes procedimientos de estimación de la población afectada por ruido ambiental:

- Método END
- Método VBEB Alemán

8.2.1.1.- MÉTODO END

El método END (European Noise Directive) se presenta en la Directiva Europea 2002/49/CE como un método para satisfacer la obligación de proporcionar a la comisión europea los datos del número estimado de personas cuyas viviendas están expuestas a diferentes rangos de L_{den} y L_n , a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta, aquella que soporta mayor nivel de presión sonora.

Esta estimación, requiere del cálculo de receptores específicos en cada una de las fachadas de los edificios, a una altura relativa de 4 metros respecto al suelo y tomando las consideraciones necesarias para excluir las reflexiones acústicas de la propia fachada como ruido incidente en el propio receptor.

Este planteamiento, supone que todos los habitantes de cada edificio están sometidos al mayor nivel de presión sonora registrado en la fachada más expuesta, lo que no se

acerca a la situación real, en la que la población se distribuye a lo largo del edificio, en relación a la posición de las viviendas. Este procedimiento podría dar resultados próximos a la realidad en viviendas unifamiliares, pero en el caso de edificios de varias plantas se obtendría un resultado de población expuestas sobreestimado.

8.2.1.2.- MÉTODO VBEB

El método alemán VBEB (Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm) permite obtener los valores reales de afección a los que se encuentra expuesta la población. Su procedimiento contempla la distribución de receptores de niveles de presión sonora a lo largo de las fachadas, estableciendo estos a diferentes niveles de altura en función del número de plantas.

Cada uno de estos receptores determinará el nivel de presión sonora al que se encuentra expuesta cada vivienda, considerando el parámetro de altura, a diferencia del método END expuesto anteriormente, en el que la evaluación de la exposición se realizaba a 4 m del suelo.

Esta metodología permite afinar los resultados al distribuir la población de cada edificio a lo largo del perímetro en planta y de las alturas. Como se puede intuir, los niveles de presión sonora evaluados a diferentes alturas proporcionarán resultados distintos, en función de la mayor o menor distancia a la fuente y las posibles reflexiones de los edificios del entorno, encontrándose, de esta forma, los habitantes de viviendas a diferentes alturas, en una misma planta, expuestas a distintos grados de afección.

8.2.2.- TABLAS DE RESULTADOS

8.2.2.1.- POBLACIÓN AFECTADA

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)						
RANGO (dBA)	Ld		Le		Lden	
	END	VBEB	END	VBEB	END	VBEB
55 – 59	3	3	3	3	4	4
60 – 64	2	2	2	2	2	2
65 – 69	4	2	4	2	3	2
70 – 74	2	0	2	0	3	1
≥ 75	0	0	0	0	0	0

Tabla 6. Valores de población afectada (en centenar) para los periodos Ld, Le y Lden en función del método considerado

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)		
RANGO (dBA)	Ln	
	END	VBEB
50 – 54	2	2
55 – 59	3	2
60 – 64	3	1
65 – 69	0	0
≥ 70	0	0

Tabla 7. Valores de población afectada (en centenar) para el periodo Ln en función del método considerado

A la vista de los resultados contenidos en las tablas adjuntas, se puede observar como el método END obtiene valores ligeramente superiores para todos los periodos en niveles de ruido entre 65 y 75 dB, si bien las diferencias entre los métodos de cálculo no son notorias.

8.2.2.2.- VIVIENDAS AFECTADAS

Nº VIVIENDAS AFECTADAS (EN CENTENAS)					
RANGO (dBA)	Ld	Le	Lden	RANGO (dBA)	Ln
55 – 59	1	1	1	50 – 54	1
60 – 64	0	0	0	55 – 59	0
65 – 69	1	1	1	60 – 64	1
70 – 74	0	0	1	65 – 69	0
≥ 75	0	0	0	≥ 70	0

Tabla 8. Número de viviendas expuestas (en centenas) a distintos rangos de nivel sonoro para los periodos Ld, Le, Ln y Lden

Al igual que ocurre con la exposición de la población, el número de viviendas afectadas por el ruido de la carretera es relativamente bajo, no llegándose a alcanzar la centena de edificios afectados por niveles superiores a 70 dB en ningún periodo, excepto en el Lden.

El ámbito de estudio se caracteriza por una densidad poblacional media-baja, con abundante presencia de viviendas unifamiliares, en su mayor parte alejadas del foco emisor, lo que permite explicar el bajo número de viviendas y habitantes expuestos. No obstante, existe un reducido número de bloques residenciales próximos a la vía, que se ven afectados por rangos entre 65 y 74 dB.

8.2.2.3.- EDIFICIOS SENSIBLES

AFECCIÓN A EDIFICIOS SENSIBLES				
SANITARIOS			DOCENTES	
RANGO (dBA)	Lden		Lden	
	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº CAMAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº ALUMNOS (CENTENAS)
55 – 59	0	0	0	0
60 – 64	0	0	0	0
65 – 69	0	0	1	0
70 – 74	0	0	0	0
≥ 75	0	0	0	0

Tabla 9. Número de edificios sensibles (en unidades) y camas/alumnos (en centenas) expuestas a distintos rangos para el periodo Lden.

A raíz de la modelización efectuada se puede concluir que únicamente un edificio sensible se ve afectado por el ruido generado por la carretera objeto de estudio, correspondiéndose con un centro pedagógico que no llega a acoger la centena de alumnos.

8.3.- MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN

Se obtuvo a partir del mapa de niveles sonoros del indicador Lden.

Incluye los datos de superficies totales (en km²), expuestas a valores de Lden superiores a 55, 65, y 75 dB, respectivamente. En ellos se indica además el número total estimado de viviendas (en centenares), y el número total estimado de personas (en centenares) que viven en cada una de esas zonas.

Las isófonas correspondientes a 55, 65 y 75 dB figuran en el mapa y se incluye información sobre la ubicación de las ciudades, pueblos y aglomeraciones situadas dentro de esas curvas.

EXPOSICIONES A DIFERENTES VALORES Lden					
RANGO (dBA)	SUPERFICIE	POBLACIÓN		EDIFICIOS SENSIBLES	
	(km ²)	Nº VIVIENDAS (CENTENAS)	Nº PERSONAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS SANITARIOS (UD)	Nº EDIFICIOS DOCENTES (UD)
≥ 55	0,35	1	6	0	0
≥ 65	0,11	1	6	0	1
≥ 75	0,00	0	0	0	0

Tabla 10. Datos relativos a zonas de afección para el periodo Lden

Observando los resultados de los mapas de afección se puede concluir que las superficies afectadas son de reducidas dimensiones, lo que conlleva que el número de personas y viviendas expuestas sea reducido. Asimismo, el único edificio sensible afectado es un centro pedagógico que se encuentra en las proximidades de la vía objeto de estudio.

A modo aclaratorio cabe resaltar, que para obtener una mayor precisión en los resultados presentados, los valores referentes a población de la presente tabla se obtuvieron considerando el número de viviendas y personas afectadas en unidades, por lo que algunos valores difieren del resultado obtenido realizando el sumatorio de

personas y viviendas expuestas del epígrafe 8.2.2.1., ya que en estas tablas se presentan en centenas.

9.- CONCLUSIÓN

Con la realización del presente estudio se elaboraron los Mapas Estratégicos de Ruido del tramo Ponte Lagares – pk 2,38 de la vía PO-324 (perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia), de acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE de 25 de junio de 2002 sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental y en la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, considerando alcanzados los objetivos planteados inicialmente así como los establecidos en la legislación vigente.

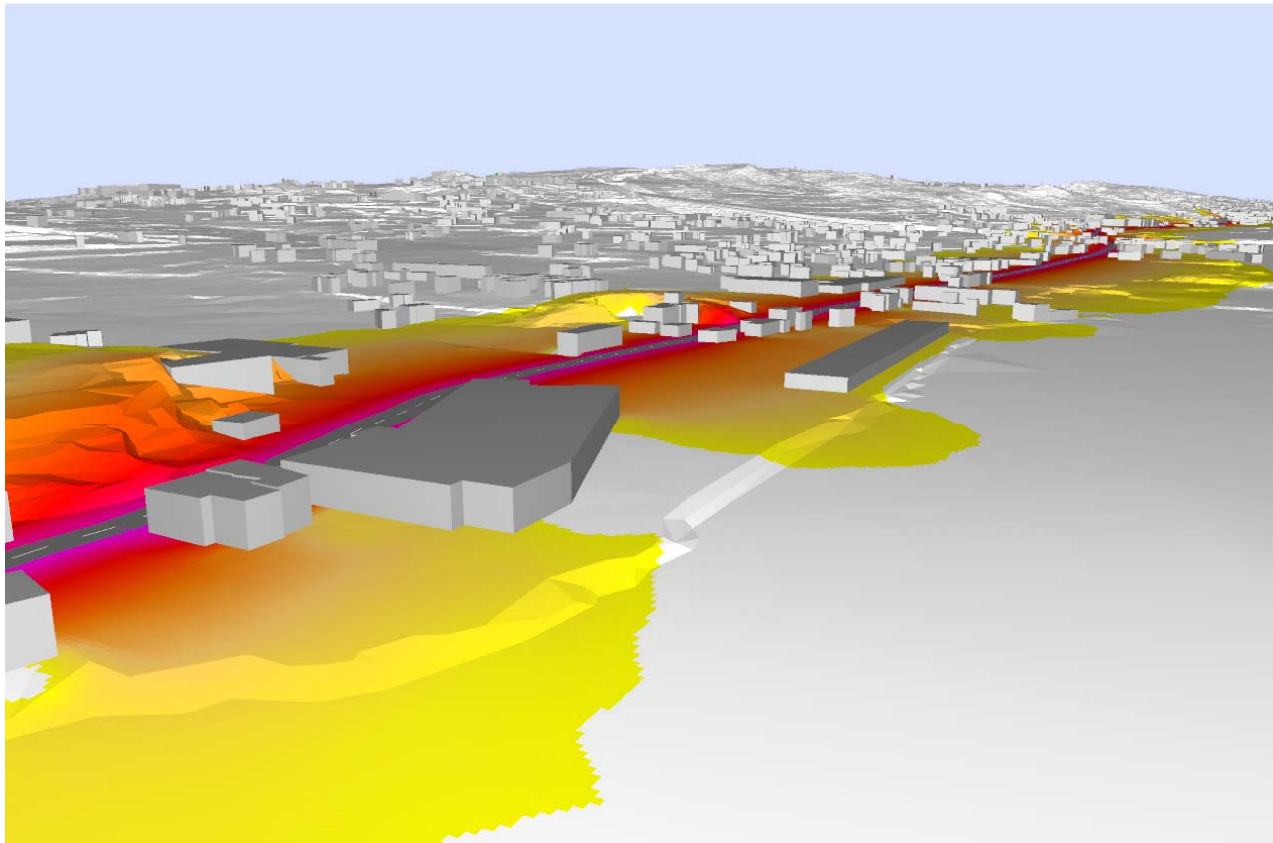
La elaboración de este estudio constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias que se deban realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones.

II PLANOS



XUNTA DE GALICIA

CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



CLAVE

PO/13/044.09.6

TIPO DE ESTUDIO

MAPA EXTRATÉXICO DE RUÍDO

DOCUMENTOS

DOCUMENTO RESUME

ESTRADA

PO-330
VIGO (CEMENTERIO DE PEREIRÓ) - VINCOS
(PO-331)

PUNTOS QUILOMÉTRICOS

0+000 – 6+740

DATA

XULLO 2014

CONSULTOR



I MEMORIA

I MEMORIA

1.-	INTRODUCCIÓN	4
2.-	OBJETO DEL ESTUDIO	4
3.-	AUTORIDAD RESPONSABLE.....	5
4.-	PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES	5
5.-	ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME	6
6.-	METODOLOGÍA	9
6.1.-	MODELO DE SIMULACIÓN.....	10
6.2.-	CREACIÓN DEL MODELO 3D	11
6.2.1.-	INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA.....	11
6.2.2.-	INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO.....	12
6.2.3.-	INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS	14
6.2.4.-	MODELADO DE TÚNELES.....	17
6.2.5.-	MODELADO DE VIADUCTOS	17
6.2.6.-	MODELADO DE PASOS SUPERIORES.....	17
6.2.7.-	INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS.....	17
6.2.8.-	INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO	17
6.3.-	CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D	18
7.-	PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN	19
8.-	RESULTADOS.....	21
8.1.-	MAPAS DE NIVELES SONOROS.....	21
8.2.-	POBLACIÓN EXPUESTA	22
8.2.1.-	METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA.....	22
8.2.2.-	TABLAS DE RESULTADOS.....	24

8.3.-	MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN.....	27
9.-	CONCLUSIÓN	28

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	ÁMBITO DE ESTUDIO.....	6
FIGURA 2.	PO-330. ZONA INICIAL.....	7
FIGURA 3.	PO-330. ZONA CASTRELOS	7
FIGURA 4.	PO-330. ZONA CASTRELOS	8
FIGURA 5.	PLANO DE UBICACIÓN DE LA UME OBJETO DE ESTUDIO	9
FIGURA 6.	DETALLE DE LA VISTA DINÁMICA DEL MODELO TRIDIMENSIONAL GENERADO	10
FIGURA 7.	DETALLE DE LOS PUNTOS LIDAR FACILITADOS.....	12
FIGURA 8.	DETALLE DEL MDT GENERADO	12
FIGURA 9.	CURVADO FINALMENTE OBTENIDO A PARTIR DE LOS PUNTOS LIDAR	12
FIGURA 10.	VISTA 3D DE LA MODELIZACIÓN EFECTUADA	18
FIGURA 11.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LD, LE Y LDEN.....	22
FIGURA 12.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LN....	22

LISTA DE TABLAS

TABLA 1.	TRAMOS DE LA VÍA OBJETO DE ESTUDIO	5
TABLA 2.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA UME ESTUDIADA	9
TABLA 3.	DATOS DE TRÁFICO.....	13
TABLA 4.	DATOS DE POBLACIÓN EN LOS MUNICIPIOS AFECTADOS	16
TABLA 5.	OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA.....	20
TABLA 6.	VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA LOS PERIODOS LD, LE Y LDEN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO.....	24
TABLA 7.	VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA EL PERIODO LN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO	25

TABLA 8. NÚMERO DE VIVIENDAS EXPUESTAS (EN CENTENAS) A DISTINTOS RANGOS DE NIVEL SONORO PARA LOS PERIODOS LD, LE, LN Y LDEN..... 26

TABLA 9. NÚMERO DE EDIFICIOS SENSIBLES (EN UNIDADES) Y CAMAS/ALUMNOS (EN CENTENAS) EXPUESTAS A DISTINTOS RANGOS PARA EL PERIODO LDEN..... 27

TABLA 10. DATOS RELATIVOS A ZONAS DE AFECCIÓN PARA EL PERIODO LDEN..... 28

II PLANOS

0.- PLANO DE SITUACIÓN

1.- MAPAS NIVELES SONOROS

1.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS DÍA (1:25.000)

1.2.- MAPAS DE NIVELES SONOROS TARDE (1:25.000)

1.3.- MAPAS DE NIVELES SONOROS NOCHE (1:25.000)

1.4.- MAPAS DE NIVELES SONOROS Lden (1:25.000)

2.- MAPAS DE AFECCIÓN

2.1.- MAPA DE ZONA DE AFECCIÓN (1:25.000)

1.- INTRODUCCIÓN

La aprobación de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental establece la necesidad de elaborar, en una primera fase, los Mapas Estratégicos de Ruido (MER) de grandes ejes viarios cuyo tráfico supere los seis millones de vehículos al año, para en una segunda fase realizar los mapas correspondientes a los grandes ejes viarios con tráfico superior a tres millones de vehículos al año.

La Directiva 2002/49/CE define el Mapa Estratégico de Ruido como “un 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.”

Para la aplicación de la citada directiva en el territorio español se elaboró la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, que no se limita a transponer el contenido de la directiva, sino que trata de regular, a través de una adecuada distribución de competencias administrativas y del establecimiento de los mecanismos oportunos, la mejora de la calidad acústica en nuestro entorno.

Con el objeto de desarrollar esta ley se formuló el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, en cuanto a la evaluación y gestión del ruido ambiental, con la finalidad de prever, reducir o evitar los efectos nocivos, incluyendo las molestias derivadas de la exposición al ruido ambiental. A tal efecto se desarrollan los conceptos de ruido ambiental y sus efectos y molestias sobre la población, junto con una serie de medidas que permiten la consecución de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido, los planes de acción y la información a la población.

A fin de dar cumplimiento a la legislación vigente, la Consellería de Medio Ambiente Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestruturas, promueve la segunda fase de elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido de las vías pertenecientes a la Red Autonómica de Carreteras de Galicia.

2.- OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto del presente documento resumen es el de plasmar, de forma sintética y fácilmente comprensible, los resultados arrojados por los Mapas Estratégicos de Ruido

de los siguientes tramos de la vía PO-330, perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia:

DENOMINACIÓN	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONGITUD (km)
Vigo (Cementerio de Pereiró) - Vincios (PO-331)	Vigo - Glor. Vincios	0,000	6,740	6,74

Tabla 1. Tramos de la vía objeto de estudio

Según se recoge en el Artículo 15 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, los mapas de ruido tendrán, entre otros, los siguientes objetivos:

- Permitir la evaluación global de la exposición a la contaminación acústica de una determinada zona.
- Permitir la realización de predicciones globales para dicha zona.
- Posibilitar la adopción fundada de planes de acción en materia de contaminación acústica y, en general, de las medidas correctoras adecuadas.

Asimismo, la elaboración de los MER constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias a realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones

3.- AUTORIDAD RESPONSABLE

La autoridad responsable de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruidos fue la Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, contando con la asistencia de la empresa ICEACSA Consultores S.L.U.

4.- PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES

De acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, y en la Ley del Ruido y sus posteriores Reglamentos, tuvieron que realizarse, en una primera fase los Mapas Estratégicos de Ruido de las carreteras de más de 6 millones de vehículos al año; y en una segunda fase los de las carreteras de más de 3 millones de vehículos al año.

Por lo tanto, en la actualidad no se encuentra vigente ningún Programa de Acción contra el ruido derivado de la primera fase en la Unidad de Mapa Estratégico Vigo (Cementerio de Pereiró) – Vincios (PO-331) entre los PP.KK. 0+000 al 6+740.

Así, en cumplimiento de la legislación, se elabora en la segunda fase esta UME. El estudio constituye la primera aproximación a la problemática del ruido generado por la infraestructura viaria.

5.- ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME

La carretera PO-330 se sitúa al S de la ciudad de Vigo, conectando el cementerio de Vincios, adyacente a la zona industrial la Ciroën en Balaídos, con el polígono industrial de A Pasaxe, finalizando en la glorieta que conecta con la PO-331 en el pk 6+1.060, si bien el tramo en análisis finaliza en la glorieta anterior, en el polígono de A Pasaxe, en el pk 6+740.



Figura 1. Ámbito de estudio

En la zona inicial, en la parte de Vincios, las viviendas antiguas de 1 ó 2 plantas están dando paso poco a poco a bloques de viviendas de 3 ó 4 plantas.



Figura 2. PO-330. zona inicial

A partir de aquí, en toda la zona de Castrelos, las viviendas son en general de 1 ó 2 plantas, a ambos lados de la carretera con cierta dispersión, entre las que se sitúa alguna parcela, transformándose en viviendas aisladas a medida que aumenta la distancia a la carretera.



Figura 3. PO-330. zona Castrelos

Hacia la parte final, el tramo en estudio continúa con estas características, viviendas en general de tipo unifamiliar entre prados o campos de cultivo, que aumenta su densidad una vez pasada la VG-20, convirtiéndose nuevamente en hileras de edificios de 1 ó 2 plantas paralelas a la carretera en la zona de Valadares, volviendo a disminuir hacia el final, llegando al polígono de A Pasaxe donde nuevamente se entorno próximo se convierte en edificaciones unifamiliares aisladas en medio de una parcela.



Figura 4. PO-330. zona Castrelos

Todo el tramo cuenta con aceras a ambos lados

En todo el trazado no existen protecciones del frente urbano al ruido generado en la carretera. La gran parte de los edificios más cercanos de la carretera son de tipo unifamiliar, además de algunas naves de tipo comercial.

No existe ningún tipo de protección en el frente urbano contra el ruido generado por la carretera.

La identificación de las Unidad de Mapa Estratégico (UME) se realizó conforme a los siguientes criterios generales:

- Una UME solamente puede incluir tramos pertenecientes a una misma vía.
- Todos los tramos que conforman la UME deben tener una IMD igual o superior a 3.000.000 veh/año, como establece la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental.

Teniendo en cuenta dichos criterios, los tramos recogidos en la tabla siguiente comprenden una única Unidad de Mapa Estratégico (UME), contemplándose como fuente de ruido independiente, analizándose su efecto por separado y obteniéndose un Mapa Estratégico de Ruido en el que únicamente se considera la propagación del ruido causado por el tronco de la infraestructura. Dichos mapas se corresponden al alcance de la segunda fase de la Directiva 2002/49/CE y su correspondiente transposición a la legislación estatal:

UME	VÍA	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONG (km)	IMD (VEH/DÍA)	% PESADOS	MUNICIPIOS AFECTADOS
01	PO-330	Vigo – Glor. Vincios	0	6,74	6,74	10.424,44	7,7	Vigo

Tabla 2. Características generales de la UME estudiada

En la siguiente figura puede verse la ubicación del tramo objeto de análisis.



Figura 5. Plano de ubicación de la UME objeto de estudio

6.- METODOLOGÍA

Para la realización de la simulación acústica fue necesaria la implementación de un modelo tridimensional del área de estudio, incluyendo carreteras, edificaciones y elementos singulares, tal y como se aprecia en la imagen adjunta.



Figura 6. Detalle de la vista dinámica del modelo tridimensional generado

El software predictivo para la realización del modelo tridimensional del área de estudio, y para el posterior desarrollo de los cálculos matemáticos de propagación de ruido en ambiente exterior y ejecución de los Mapas Estratégicos de Ruido, fue CadnaA Versión 4.4 (DataKustik GmbH). Con este software, y con un modelado del entorno preciso, se pueden determinar los niveles de ruido causados por el tráfico rodado. Tanto el procesado previo de la información de base como el análisis de los datos obtenidos se realizó mediante GIS.

6.1.- MODELO DE SIMULACIÓN

Siguiendo las disposiciones del Real Decreto 1513/2005, los índices de ruido del tráfico rodado fueron determinados por medio del método nacional de cálculo francés «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTULCPC-CSTB)», mencionado en el «Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal officiel du 10 mai 1995, article 6» y en la norma francesa «XPS 31-133». Este modelo es el propuesto de manera provisional por la Unión Europea para la realización de mapas de ruido en aquellos países que carezcan del suyo propio, según se describe en la recomendación 2003/613/EC de la Comisión Europea.

La elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido engloba la generación del modelo digital, la definición de los parámetros de entrada, el cálculo de los mapas y la evaluación de los resultados obtenidos.

El modelo 3D estará constituido por la topografía y las edificaciones del ámbito de estudio, el tramo/s de carretera que conforman la UME, y los elementos singulares concretos de cada caso (viaductos, pasos superiores, muros, pantallas acústicas,...).

- Carreteras: datos de tráfico (IMD y porcentaje de pesados), características del firme, tipo de flujo y límites de velocidad.
- Edificios: tipo de uso, altura, número de plantas, número de habitantes (en caso de ser residencial) y coeficiente de absorción alfa.
- Viaductos: longitud de apantallamiento.
- Muros y pantallas: pérdidas por reflexión.
- Terreno: coeficientes de absorción.
- Túneles: radiación procedente de las entradas y salidas.

Definido el modelo e introducidos los parámetros y configuración, se lleva a cabo la simulación acústica, obteniéndose de este modo los Mapas Estratégicos de Ruido.

6.2.- CREACIÓN DEL MODELO 3D

En el presente apartado se describen los procesos necesarios para la definición del escenario de modelización en el software de cálculo a partir de la información base.

La definición de cada uno de los atributos que caracterizan los elementos del modelo se realizó en GIS previa incorporación al software de cálculo. El objeto de este tratamiento previo es el de sistematizar el proceso de creación del modelo, evitando errores u omisiones en la definición del escenario.

6.2.1.- INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA

Para llevar a cabo el modelado digital del terreno (MDT) se empleó como fuente de información el vuelo LIDAR suministrado por la Axencia Galega de Infraestruturas, del que se extrajo la nube de puntos que conforman el terreno. Posteriormente, mediante un proceso de triangulación se obtuvieron las curvas de nivel cada metro.



Figura 7. Detalle de los puntos LIDAR facilitados



Figura 8. Detalle del MDT generado

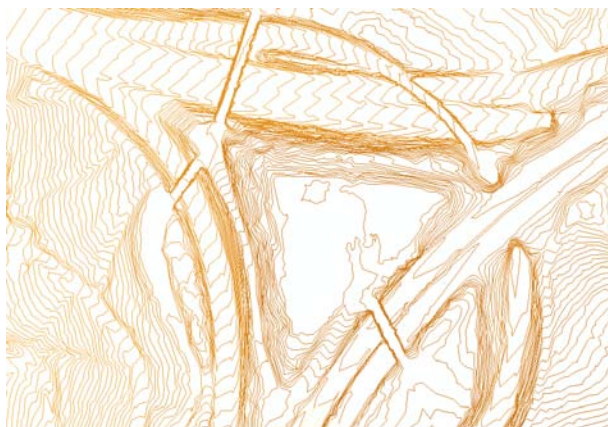


Figura 9. Curvado finalmente obtenido a partir de los puntos LIDAR

6.2.2.- INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO

Mediante el empleo de herramientas GIS, el eje de la carretera se definió a partir del conjunto de datos geométricos facilitados por la Axencia Galega de Infraestruturas, disponiendo de puntos cada 10 m, con la siguiente información:

- Coordenadas X, Y, Z.
- Número de carriles.
- Anchos de plataforma, calzada y arcenes.
- Peraltes y pendientes.

Las características geométricas que definen el eje cada 10 m se extendieron para cada punto 5 m antes y 5 m después. Una vez definido el eje se procedió a la corrección y depuración de la información, comparando los ejes con la ortofoto actualizada y con los datos tomados en las preceptivas visitas a campo realizadas. Establecida la geometría definitiva de la vía, se definieron en GIS los atributos que

caracterizan la emisión acústica, con anterioridad a su importación desde CadnaA. A continuación se describe cada uno de los atributos considerados, los datos de partida disponibles, así como el tratamiento realizado previa incorporación al modelo:

- **Geometría:** la PO-330, cuenta en todo el tramo de estudio con una única calzada con dos carriles, excepto en las incorporaciones y salidas que cuenta con 3. El ancho medio del carril es de 3,6 m. El arcén derecho cuenta con un ancho medio de 1,5 m variable entre los 0 y 6,5 m, mientras que el arcén izquierdo cuenta con un ancho medio de 1,3 m variable entre los 0 y 3,1 m.
- **Datos de tráfico:** los datos de tráfico utilizados para el cálculo de los niveles sonoros fueron los correspondientes a las Memorias de Aforos del año 2012, proporcionadas por la Axencia Galega de Infraestruturas.

Tomando como base la distribución horaria en un día medio, se llevó a cabo el cálculo de la IMD por hora para cada uno de los periodos considerados (día, tarde y noche).

Puesto que para el tramo objeto de estudio, no se disponía de distribución horaria, se estimó a partir de la PO-340, Enlace A-55 – Couso (PO-344) entre los pk 0+440 a 12+340, aplicando asimismo, la distribución porcentual, obteniéndose de esta forma la IMD por hora.

En cuanto a la distribución de pesados, se tomó para todos los tramos y todos los periodos considerados el valor diario de la PO-331 en el tramo Cela (PO-342) – PO-330 entre los pk 5+380. A 12+080.

UME	VÍA	TRAMO	IMD				% PESADOS
			(VEH/DÍA)	DÍA (VEH/H)	TARDE (VEH/H)	NOCHE (VEH/H)	
01	PO-330	Vigo – Glor. Vincios	10.424	580,8	676,9	93,4	7,7

Tabla 3. Datos de tráfico

- **Límite de velocidad:** partiendo de la velocidad límite permitida por la normativa para la vía objeto de estudio (90 km/h), se determinaron los tramos con restricciones de velocidad a partir de los datos de señalización vertical aportados por la Axencia Galega de Infraestruturas, realizándose una revisión de los mismos en las visitas a campo realizadas. Como resultado, se estableció

una velocidad límite para todo el tramo objeto de análisis de 50 km/h, correspondiente a tramo en travesía que discurre atravesando varios núcleos de población a ambos lados de la vía.

En aquellos lugares en los que se detectó señalización insuficiente o contradictoria (ausencia de señales de fin de limitación de velocidad, tramos interurbanos sin especificación de la velocidad máxima permitida,...) se optó por definir tramos los más homogéneos posibles, tomando siempre el valor de velocidad más desfavorable (la mayor de los posibles).

Cabe resaltar que para cada una de los subtramos se establecieron límites de velocidad diferenciados en función del tipo de vehículo que circule (ligero o pesado), ya que según el límite establecido dicha velocidad puede no ser coincidente.

- Superficie de la carretera: el tipo de firme tiene influencia directa sobre la emisión de la vía. La UME objeto de estudio presenta una capa de asfalto bituminoso en toda su longitud.
- Tipo de flujo: de forma general se consideró que el flujo es continuo fluido.

Una vez definida la geometría y los parámetros característicos de cada subtramo de 10 m que compone la UME, se procedió a su importación en CadnaA como carretera en formato shape. Por último, para conseguir que la carretera se acople por completo al terreno, se realizó el ajuste del MDT al objeto bajo la plataforma de la vía.

6.2.3.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS

Tomando como base la capa shape de la Dirección General del Catastro, se realizó una revisión general del ámbito de trabajo, completándose aquellas zonas que presentaban carencia de edificaciones recientes. Esta revisión se hizo a partir de las fotografías aéreas del PNOA y mediante visitas a campo. Así, se elaboró una cobertura de polígonos revisada a través de:

- La digitalización de los edificios inexistentes en el Catastro.
- La eliminación de los elementos que ya no existen o que no se corresponden con edificios (invernaderos, piscinas,...).

6.2.3.1.- ALTURA

La altura de las edificaciones se definió a partir del número de plantas contempladas en los datos del Catastro, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La altura mínima de un edificio es de 4 m.
- En los edificios residenciales, sanitarios y educativos se consideró una altura de 4 m para las plantas bajas, y de 3 m para el resto.
- Aquellas edificaciones que comparten código catastral y están claramente unidas se agruparon como un único edificio, asignándole el número de plantas correspondiente al edificio más alto con código compartido.

Para aquellos edificios que no se encuentran contenidos en la base de datos de Catastro y que fueron digitalizados posteriormente, el número de plantas fue estimado a partir de la revisión de la fotografía aérea y de las visitas, corrigiendo y depurando errores de la información catastral de base (alturas inexistentes o excesivas).

6.2.3.2.- USO

Partiendo de los metadatos descargados de la Sede Electrónica del Catastro, los usos de los edificios se completaron a través de las siguientes fuentes de información:

- Fotografías aéreas del PNOA.
- Información de las visitas a campo realizadas.

Los usos identificados fueron:

- Residencial.
- Sanitario y docente.
- Industrial, terciario y otros.

A todos los edificios de la zona de estudio se asignó uno de los anteriores usos con el fin de identificar los edificios residenciales para el cálculo de la población, así como para determinar las áreas acústicas en la elaboración de los mapas de zonas de conflicto. Además, se identificaron los edificios de tipo docente y sanitario por ser receptores sensibles, a través de la información disponible en las siguientes fuentes:

- Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria de la Xunta de Galicia.
- Consellería de Sanidade de la Xunta de Galicia.

6.2.3.3.- POBLACIÓN ASIGNADA

Uno de los objetivos de los MER es la obtención del número de personas expuestas a los diferentes niveles de ruido, para lo que se realizó un tratamiento consistente en el reparto de la población entre los edificios residenciales existentes.

La información de partida se obtuvo del padrón municipal de habitantes del año 2013 del Instituto Galego de Estatística (IGE). Tomando como base la población de cada municipio, y una vez identificados los edificios residenciales de cada uno, se hizo un reparto proporcional de la población en función de la superficie residencial total construida. El número de habitantes en cada se calculó como el producto del coeficiente de habitabilidad anteriormente definido por la superficie de cada edificio residencial, resultando:

MUNICIPIO	POBLACIÓN	SUP. TOTAL RESIDENCIAL (m ²)	COEF. HABITABILIDAD (HAB/m ²)
Vigo	296.479	16.002.242	0,0185

Tabla 4. Datos de población en los municipios afectados

En el caso de los edificios sensibles se cuantificó el número de alumnos en los edificios de uso docente, y de camas en los de uso sanitario.

6.2.3.4.- EFECTO REFLECTANTE

Para tener en cuenta el efecto reflectante de las edificaciones se asignó un Coeficiente de Absorción Alfa de 0,4 en todos los casos.

6.2.3.5.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS EN CADNAA

Una vez depurada y corregida la capa de edificaciones, con todos los atributos definidos se importaron desde CadnaA como edificio en formato shape.

En última instancia se hizo una revisión general del modelo, subsanándose aquellos desajustes existentes entre la topografía y la base de los edificios ("enterramientos"), así como los solapes entre la plataforma de la vía y las edificaciones incorporadas.

6.2.4.- MODELADO DE TÚNELES

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad túneles en la presente UME.

6.2.5.- MODELADO DE VIADUCTOS

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad viaductos en la presente UME.

6.2.6.- MODELADO DE PASOS SUPERIORES

En el modelo se definieron únicamente aquellos pasos superiores que presentan un ancho superior a 25 m, incorporándose como reflectores 3D.

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pasos superiores con anchura superior a 25 m en la presente UME.

6.2.7.- INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pantallas acústicas en la presente UME.

6.2.8.- INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO

Las características del suelo son un factor determinante en la propagación del ruido, por lo que en la modelización efectuada se definieron diferentes áreas de absorción.

De forma genérica se considera el terreno base como absorbente ($G=1$, sin embargo se definieron ciertas áreas de carácter urbano e industrial como reflectantes ($G=0$), realizándose la zonificación del territorio en base a los usos del suelo definidos por el Instituto de Estudios do Territorio. De esta forma, las áreas consideradas como reflectantes son las correspondientes a núcleos de población, tejido urbano continuo y zonas industriales, comerciales y de servicios.

La incorporación de estas zonas al modelo se realizó importándose como áreas de absorción del suelo en formato shape.

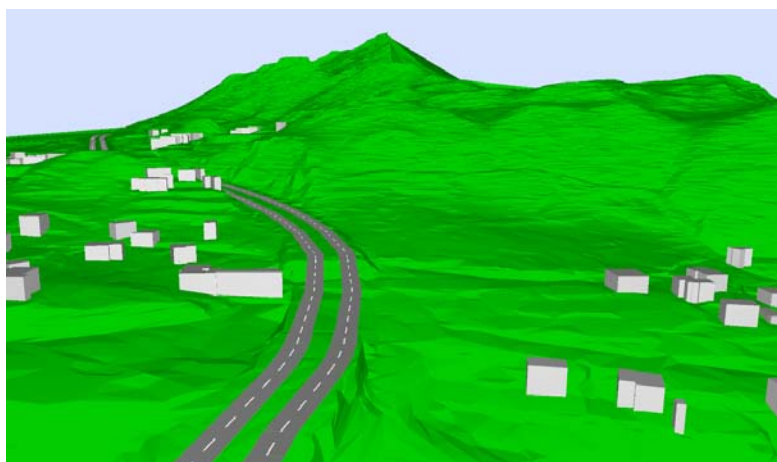


Figura 10. Vista 3D de la modelización efectuada

6.3.- CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D

Para la elaboración de los MER de cada UME, con anterioridad a la introducción de los diferentes elementos que componen el modelo, es preciso definir una configuración de cálculo en el software de acuerdo a la Directiva 2002/49/CE donde se identifiquen los parámetros necesarios para la correcta definición del escenario previsto.

- La norma empleada para el cálculo es la NMPB-Routes-96.
- El espaciado de los receptores en la malla de cálculo es de 10 x 10 m a una altura de 4 m sobre el suelo.
- El orden máximo de reflexiones consideradas es de 1.
- Se estableció un radio máximo de búsqueda de 2.000 m.
- El porcentaje de condiciones favorables día/noche se corresponde con un 50% en periodo diurno, un 75% en periodo vespertino y un 100% en periodo nocturno.
- Siguiendo las recomendaciones de la European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN), las condiciones atmosféricas consideradas son una temperatura de 15°C y una humedad del 70%.
- El cálculo de la atenuación sufrida por las ondas sonoras en el medio ambiente exterior se obtiene de acuerdo a los procedimientos de la ISO 9613.
- Los valores de inmisión considerados son L_{día}, L_{tarde}, L_{noche} y L_{den}, todos ellos en dBA, a una altura de evaluación de 4 m.
- La designación de horas para los periodos considerados es de 07:00 a 19:00 día, de 19:00 a 23:00 tarde y de 23:00 a 07:00 noche.

- Se aplicó una penalización de 0 dB para el periodo diurno, de 5 dB para el vespertino y de 10 dB para el nocturno.
- Para la evaluación de los niveles de ruido en fachada de edificios se consideró una altura de las plantas bajas de 4 m y de 3 m para el resto. Asimismo, se tuvo en cuenta únicamente el sonido incidente, es decir, no se consideró el sonido reflejado en la fachada donde se realiza la evaluación, aunque sí las reflexiones en el resto de edificios y obstáculos presentes en el área de estudio.

7.- PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN

Para determinar los indicadores y los niveles límites de referencia que permitan evaluar la afección al ruido, se recurrió a la legislación vigente en materia de objetivos de calidad acústica que viene fijada en 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, concretamente lo recogido en el Capítulo III "Zonificación acústica. Objetivos de calidad acústica" y en el Capítulo IV "Emisores acústicos. Valores límite de emisión e inmisión".

El artículo 14 del citado Real Decreto dice textualmente:

1. En las áreas urbanizadas existentes se establece como objetivo de calidad acústica para ruido el que resulte de la aplicación de los siguientes criterios:

a) Si en el área acústica se supera el correspondiente valor de alguno de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla A, del anexo II, su objetivo de calidad acústica será alcanzar dicho valor.

ANEXO II

Objetivos de calidad acústica

Tabla A. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes.

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L_d	L_e	L_n
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.

Tabla 5. Objetivos de calidad acústica

En relación al tipo de área f se aplicará el Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica 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.

Como se puede observar en la tabla anterior, los objetivos se establecen para los índices de ruido, L_d , L_e y L_n , cuya definición según 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, es:

L_d es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año.

L_e es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año.

L_n es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año.

En vista de lo expuesto, la evaluación de la exposición al ruido de la población pasará por determinar cada uno de los indicadores L_d , L_e y L_n , y compararlos con los niveles límite establecidos en los objetivos de calidad acústica para cada tipo de área.

8.- RESULTADOS

Conforme a la normativa vigente, la elaboración de un mapa estratégico conlleva la obtención de una información gráfica y otra alfanumérica, representada mediante mapas y tablas de afección.

La escala básica de representación de los Mapas Estratégicos de Ruido contenidos en el presente documento es 1/25.000, siendo la base cartográfica la 1/5.000 de la Xunta de Galicia. El sistema de proyección es ETRS-89, zona 29 N.

En la elaboración de los MER de cada UME, el área de estudio vino delimitada por la longitud del tramo/s de carretera que define la propia UME y por una banda, con un ancho de 1.500 m a cada lado del eje de la calzada.

8.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS

Son mapas de líneas isófonas elaborados a partir de los niveles de ruido calculados en puntos receptores a lo largo de toda la zona de estudio.

Se elaboraron los planos de niveles sonoros representando los indicadores establecidos por la legislación básica estatal y las recomendaciones del Ministerio de Fomento, siendo los mapas generados los siguientes:

- Mapa de niveles sonoros de L_d en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_e en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_n en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70.

- Mapa de niveles sonoros de Lden en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.

Lden, Ld, Le

Rango	Descripción	R	G	B
> 75	Rosa fuerte	255	0	255
70-75	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
< 55	blanco			

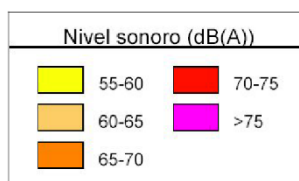


Figura 11. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del Ld, Le y Lden

Ln

Rango	Descripción	R	G	B
>70	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
50-55	Verde	100	200	0
< 50	blanco			



Figura 12. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del Ln

8.2.- POBLACIÓN EXPUESTA

8.2.1.- METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA

La determinación de la situación acústica a partir de los mapas de niveles sonoros requiere el análisis de la afección del ruido sobre la población. En esta línea, la normativa establece que debe estimarse el número de personas expuestas a ciertos rangos de niveles de presión sonora, sin entrar en detalles técnicos de cómo proceder.

Existen diferentes métodos para determinar los niveles de exposición en fachada para cada uno de los edificios, conforme a la normativa y a las guías de trabajo internacionales en materia de contaminación acústica.

La Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, con el fin de determinar la exposición al ruido ambiental de los Estados Miembros, establece en su Anexo VI que deberá comunicarse a la comisión europea, para el caso de las aglomeraciones sobre las que se realice el Mapa Estratégico de Ruidos (MER), la siguiente información:

- Número estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de Lden en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (55-59, 60-

64, 65-69, 70-74, >75), distinguendo entre el tráfico rodado, el tráfico ferroviario, el tráfico aéreo y las fuentes industriales.

- El número total estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de L_n en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70), distinguendo entre el tráfico rodado, ferroviario, aéreo y las fuentes industriales.

Este planteamiento, denominado END (European Noise Directive), es el que debe utilizarse para entregar los resultados a la comisión europea, siendo también habitual para la entrega al resto de administraciones. Sin embargo, este procedimiento, es el que proporciona peores resultados con respecto a la exposición real de la población, arrojando valores de población afectada a distintos rangos de niveles sonoros muy superiores a la realidad, por lo resulta necesario plantear otros métodos que, de forma adicional, arrojen resultados que no sobreestimen la población expuesta.

A continuación se presentan los siguientes procedimientos de estimación de la población afectada por ruido ambiental:

- Método END
- Método VBEB Alemán

8.2.1.1.- MÉTODO END

El método END (European Noise Directive) se presenta en la Directiva Europea 2002/49/CE como un método para satisfacer la obligación de proporcionar a la comisión europea los datos del número estimado de personas cuyas viviendas están expuestas a diferentes rangos de L_{den} y L_n , a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta, aquella que soporta mayor nivel de presión sonora.

Esta estimación, requiere del cálculo de receptores específicos en cada una de las fachadas de los edificios, a una altura relativa de 4 metros respecto al suelo y tomando las consideraciones necesarias para excluir las reflexiones acústicas de la propia fachada como ruido incidente en el propio receptor.

Este planteamiento, supone que todos los habitantes de cada edificio están sometidos al mayor nivel de presión sonora registrado en la fachada más expuesta, lo que no se acerca a la situación real, en la que la población se distribuye a lo largo del edificio, en

relación a la posición de las viviendas. Este procedimiento podría dar resultados próximos a la realidad en viviendas unifamiliares, pero en el caso de edificios de varias plantas se obtendría un resultado de población expuestas sobreestimado.

8.2.1.2.- MÉTODO VBEB

El método alemán VBEB (Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm) permite obtener los valores reales de afección a los que se encuentra expuesta la población. Su procedimiento contempla la distribución de receptores de niveles de presión sonora a lo largo de las fachadas, estableciendo estos a diferentes niveles de altura en función del número de plantas.

Cada uno de estos receptores determinará el nivel de presión sonora al que se encuentra expuesta cada vivienda, considerando el parámetro de altura, a diferencia del método END expuesto anteriormente, en el que la evaluación de la exposición se realizaba a 4 m del suelo.

Esta metodología permite afinar los resultados al distribuir la población de cada edificio a lo largo del perímetro en planta y de las alturas. Como se puede intuir, los niveles de presión sonora evaluados a diferentes alturas proporcionarán resultados distintos, en función de la mayor o menor distancia a la fuente y las posibles reflexiones de los edificios del entorno, encontrándose, de esta forma, los habitantes de viviendas a diferentes alturas, en una misma planta, expuestas a distintos grados de afección.

8.2.2.- TABLAS DE RESULTADOS

8.2.2.1.- POBLACIÓN AFECTADA

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)						
RANGO (dBA)	Ld		Le		Lden	
	END	VBEB	END	VBEB	END	VBEB
55 – 59	7	6	8	7	9	8
60 – 64	3	4	3	4	5	4
65 – 69	6	4	5	4	4	4
70 – 74	9	1	11	1	12	3
≥ 75	0	0	0	0	0	0

Tabla 6. Valores de población afectada (en centenar) para los periodos Ld, Le y Lden en función del método considerado

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)		
RANGO (dBA)	Ln	
	END	VBEB
50 – 54	5	4
55 – 59	4	4
60 – 64	12	3
65 – 69	0	0
≥ 70	0	0

Tabla 7. Valores de población afectada (en centenar) para el periodo Ln en función del método considerado

A la vista de los resultados contenidos en las tablas adjuntas, se puede observar como para valores bajos de ruido los métodos END y VBEB arrojan datos de población expuesta similares. Sin embargo, con rangos de emisión sonora por encima de 70 dB para los periodos Ld, Le y Lden, y de 60 dB para el Ln se observan diferencias en los datos relativos a población expuesta según el método empleado. Estas diferencias radican en las consideraciones de cada método para determinar la población expuesta. Como ya se enunció con anterioridad en el presente documento resumen, el método END asume que todos los habitantes de cada edificio están sometidos al mayor nivel de presión sonora registrado a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta. En consecuencia, dado que el tramo objeto de estudio discurre por una zona de travesía con presencia de edificios residenciales de varias alturas adyacentes a la vía, parece que estos resultados no se aproximan a la realidad, al suponer que todos los habitantes de estos edificios se encuentran afectados por el valor de la fachada más expuesta.

En contraposición, el método VBEB, al distribuir la población de cada edificio a lo largo del perímetro en planta y de las alturas permite obtener un resultado más ajustado a la realidad, ya que no toma el conjunto del edificio como afectado por la isófona más desfavorable, sino que estima la afección de la población según el valor obtenido en cada receptor de fachada calculado.

8.2.2.2.- VIVIENDAS AFECTADAS

Nº VIVIENDAS AFECTADAS (EN CENTENAS)					
RANGO (dBA)	Ld	Le	Lden	RANGO (dBA)	Ln
55 – 59	2	2	3	50 – 54	2
60 – 64	1	1	2	55 – 59	1
65 – 69	2	2	1	60 – 64	3
70 – 74	2	2	3	65 – 69	0
≥ 75	0	0	0	≥ 70	0

Tabla 8. Número de viviendas expuestas (en centenar) a distintos rangos de nivel sonoro para los periodos Ld, Le, Ln y Lden

Al igual que ocurre con la exposición de la población, el número de viviendas afectadas por isófonas inferiores a 65 dB es menor que las edificaciones expuestas a rangos de 65 a 74 dB para los periodos Ld, Le y Lden. Lo mismo ocurre para el periodo Ln a partir de 60 dB. Este fenómeno es debido a la proximidad de las viviendas a la traza de la vía, ya que la carretera discurre por una travesía próxima al núcleo de Vigo.

Los resultados arrojados por las tablas de población y viviendas expuestas son debidos a las características propias de la vía, encuadrada en una travesía altamente poblada, con bloques residenciales próximos a la traza y viviendas unifamiliares dispersas a medida que nos alejamos de la carretera. Así, las viviendas más expuestas serán las más próximas a la vía, que al tratarse de bloques residenciales contendrán más población afectada que las edificaciones residenciales periféricas, afectadas por rangos menores debido a la distancia del foco emisor y al apantallamiento producido por los edificios más cercanos a la carretera.

8.2.2.3.- EDIFICIOS SENSIBLES

AFECCIÓN A EDIFICIOS SENSIBLES				
SANITARIOS			DOCENTES	
RANGO (dBA)	Lden		Lden	
	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº CAMAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº ALUMNOS (CENTENAS)
55 – 59	1	0	0	0
60 – 64	0	0	2	2
65 – 69	0	0	0	0
70 – 74	0	0	2	6
≥ 75	0	0	0	0

Tabla 9. Número de edificios sensibles (en unidades) y camas/alumnos (en centenas) expuestas a distintos rangos para el periodo Lden.

A raíz de la modelización efectuada se puede concluir que los edificios sensibles afectados por el ruido de la UME estudiada son los que siguen:

- Centro de Saude Matamá, que carece de camas para hospitalización.
- EEI Monte do Alba, que según fuentes del propio centro cuenta con un total de 73 alumnos.
- CEP Plurilingüe Igrexa-Valadares, que según fuentes del propio centro cuenta con un total de 174 alumnos.
- CPR Plurilingüe Barreiro, que según fuentes del propio centro cuenta con un total de 498 alumnos.
- EMUSPR de Valadares, que según fuentes del propio centro cuenta con un total de 55 alumnos.

8.3.- MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN

Se obtuvo a partir del mapa de niveles sonoros del indicador Lden.

Incluye los datos de superficies totales (en km²), expuestas a valores de Lden superiores a 55, 65, y 75 dB, respectivamente. En ellos se indica 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.

Las isófonas correspondientes a 55, 65 y 75 dB figuran en el mapa y se incluye información sobre la ubicación de las ciudades, pueblos y aglomeraciones situadas dentro de esas curvas.

EXPOSICIONES A DIFERENTES VALORES Lden					
RANGO (dBA)	SUPERFICIE	POBLACIÓN		EDIFICIOS SENSIBLES	
	(km ²)	Nº VIVIENDAS (CENTENAS)	Nº PERSONAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS SANITARIOS (UD)	Nº EDIFICIOS DOCENTES (UD)
≥ 55	0,85	5	14	1	2
≥ 65	0,30	4	16	0	2
≥ 75	0,00	0	0	0	0

Tabla 10. Datos relativos a zonas de afección para el periodo Lden

Observando los resultados de los mapas de afección, se puede concluir que a pesar de que las superficies afectadas por rangos superiores a 55 dB son de reducidas dimensiones, se obtienen valores moderados de población y viviendas expuestas, fruto de las características de la vía, al discurrir por un tramo de travesía densamente poblado en las inmediaciones del núcleo urbano de Vigo.

9.- CONCLUSIÓN

Con la realización del presente estudio se elaboraron los Mapas Estratégicos de Ruido del tramo Vigo – Glor. Vincios de la vía PO-330 (perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia), de acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE de 25 de junio de 2002 sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental y en la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, considerando alcanzados los objetivos planteados inicialmente así como los establecidos en la legislación vigente.

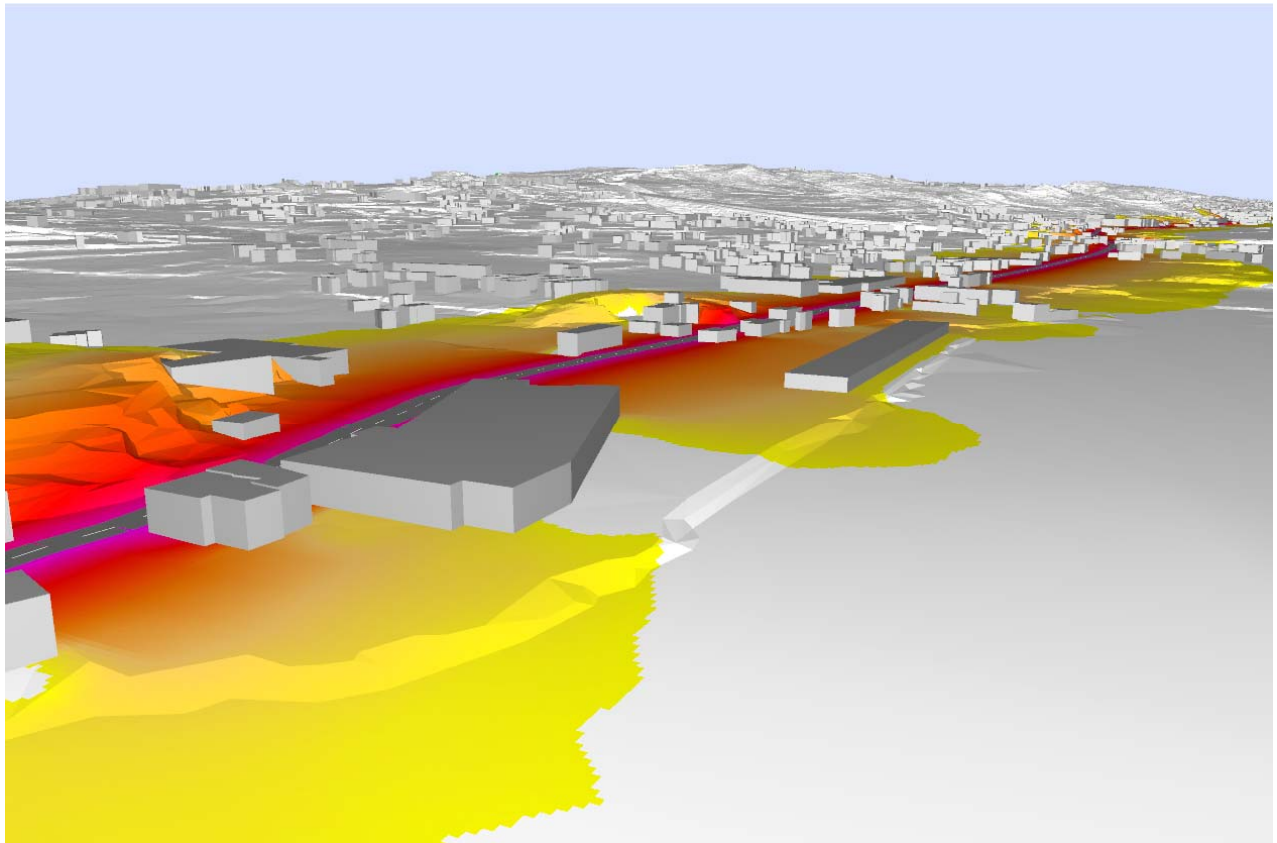
La elaboración de este estudio constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias que se deban realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones.

II PLANOS



XUNTA DE GALICIA

CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



CLAVE

PO/13/044.09.7

TIPO DE ESTUDIO

MAPA EXTRATÉXICO DE RUÍDO

DOCUMENTOS

DOCUMENTO RESUME

ESTRADA

PO-331
TORNEIROS (PO-511) - GONDOMAR (PO-340)

PUNTOS QUILOMÉTRICOS

12+080 – 15+730

DATA

XULLO 2014

CONSULTOR



I MEMORIA

I MEMORIA

1.-	INTRODUCCIÓN	4
2.-	OBJETO DEL ESTUDIO	4
3.-	AUTORIDAD RESPONSABLE.....	5
4.-	PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES	5
5.-	ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME	6
6.-	METODOLOGÍA	9
6.1.-	MODELO DE SIMULACIÓN.....	10
6.2.-	CREACIÓN DEL MODELO 3D	11
6.2.1.-	INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA.....	11
6.2.2.-	INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO.....	12
6.2.3.-	INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS	14
6.2.4.-	MODELADO DE TÚNELES.....	17
6.2.5.-	MODELADO DE VIADUCTOS	17
6.2.6.-	MODELADO DE PASOS SUPERIORES.....	17
6.2.7.-	INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS.....	17
6.2.8.-	INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO	18
6.3.-	CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D	19
7.-	PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN	20
8.-	RESULTADOS.....	21
8.1.-	MAPAS DE NIVELES SONOROS.....	22
8.2.-	POBLACIÓN EXPUESTA	23
8.2.1.-	METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA.....	23
8.2.2.-	TABLAS DE RESULTADOS.....	25

8.3.-	MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN.....	27
9.-	CONCLUSIÓN	28

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	ÁMBITO DE ESTUDIO.....	6
FIGURA 2.	PO-331. VIADUCTO SOBRE LA AG-57	7
FIGURA 3.	PO-331. PASO POR A TORRE	7
FIGURA 4.	PO-331. ZONA FINAL O TUMBIO	8
FIGURA 5.	PLANO DE UBICACIÓN DE LA UME OBJETO DE ESTUDIO	9
FIGURA 6.	DETALLE DE LA VISTA DINÁMICA DEL MODELO TRIDIMENSIONAL GENERADO	10
FIGURA 7.	DETALLE DE LOS PUNTOS LIDAR FACILITADOS.....	12
FIGURA 8.	DETALLE DEL MDT GENERADO	12
FIGURA 9.	CURVADO FINALMENTE OBTENIDO A PARTIR DE LOS PUNTOS LIDAR	12
FIGURA 10.	VISTA 3D DE LA MODELIZACIÓN EFECTUADA	18
FIGURA 11.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LD, LE Y LDEN.....	22
FIGURA 12.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LN....	22

LISTA DE TABLAS

TABLA 1.	TRAMOS DE LA VÍA OBJETO DE ESTUDIO	5
TABLA 2.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA UME ESTUDIADA	9
TABLA 3.	DATOS DE TRÁFICO.....	13
TABLA 4.	DATOS DE POBLACIÓN EN LOS MUNICIPIOS AFECTADOS	16
TABLA 5.	PANTALLAS Y BARRERAS INCLUIDAS EN EL MODELO	18
TABLA 6.	OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA.....	20
TABLA 7.	VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA LOS PERIODOS LD, LE Y LDEN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO	25

TABLA 8. VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA EL PERIODO LN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO 25

TABLA 9. NÚMERO DE VIVIENDAS EXPUESTAS (EN CENTENAS) A DISTINTOS RANGOS DE NIVEL SONORO PARA LOS PERIODOS LD, LE, LN Y LDEN..... 26

TABLA 10. NÚMERO DE EDIFICIOS SENSIBLES (EN UNIDADES) Y CAMAS/ALUMNOS (EN CENTENAS) EXPUESTAS A DISTINTOS RANGOS PARA EL PERIODO LDEN..... 26

TABLA 11. DATOS RELATIVOS A ZONAS DE AFECCIÓN PARA EL PERIODO LDEN..... 27

II PLANOS

0.- PLANO DE SITUACIÓN

1.- MAPAS NIVELES SONOROS

1.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS DÍA (1:25.000)

1.2.- MAPAS DE NIVELES SONOROS TARDE (1:25.000)

1.3.- MAPAS DE NIVELES SONOROS NOCHE (1:25.000)

1.4.- MAPAS DE NIVELES SONOROS Lden (1:25.000)

2.- MAPAS DE AFECCIÓN

2.1.- MAPA DE ZONA DE AFECCIÓN (1:25.000)

1.- INTRODUCCIÓN

La aprobación de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental establece la necesidad de elaborar, en una primera fase, los Mapas Estratégicos de Ruido (MER) de grandes ejes viarios cuyo tráfico supere los seis millones de vehículos al año, para en una segunda fase realizar los mapas correspondientes a los grandes ejes viarios con tráfico superior a tres millones de vehículos al año.

La Directiva 2002/49/CE define el Mapa Estratégico de Ruido como "un 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."

Para la aplicación de la citada directiva en el territorio español se elaboró la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, que no se limita a transponer el contenido de la directiva, sino que trata de regular, a través de una adecuada distribución de competencias administrativas y del establecimiento de los mecanismos oportunos, la mejora de la calidad acústica en nuestro entorno.

Con el objeto de desarrollar esta ley se formuló el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, en cuanto a la evaluación y gestión del ruido ambiental, con la finalidad de prever, reducir o evitar los efectos nocivos, incluyendo las molestias derivadas de la exposición al ruido ambiental. A tal efecto se desarrollan los conceptos de ruido ambiental y sus efectos y molestias sobre la población, junto con una serie de medidas que permiten la consecución de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido, los planes de acción y la información a la población.

A fin de dar cumplimiento a la legislación vigente, la Consellería de Medio Ambiente Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, promueve la segunda fase de elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido de las vías pertenecientes a la Red Autonómica de Carreteras de Galicia.

2.- OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto del presente documento resumen es el de plasmar, de forma sintética y fácilmente comprensible, los resultados arrojados por los Mapas Estratégicos de Ruido

de los siguientes tramos de la carretera PO-331, perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia:

DENOMINACIÓN	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONGITUD (km)
Torneiros (PO-511) - Gondomar (PO-340)	PO-330 - PO-341	12,080	14,490	2,41
	PO-341 - PO-332	14,490	15,730	1,24

Tabla 1. Tramos de la vía objeto de estudio

Según se recoge en el Artículo 15 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, los mapas de ruido tendrán, entre otros, los siguientes objetivos:

- Permitir la evaluación global de la exposición a la contaminación acústica de una determinada zona.
- Permitir la realización de predicciones globales para dicha zona.
- Posibilitar la adopción fundada de planes de acción en materia de contaminación acústica y, en general, de las medidas correctoras adecuadas.

Asimismo, la elaboración de los MER constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias a realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones

3.- AUTORIDAD RESPONSABLE

La autoridad responsable de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruidos fue la Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, contando con la asistencia de la empresa ICEACSA Consultores S.L.U.

4.- PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES

De acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, y en la Ley del Ruido y sus posteriores Reglamentos, tuvieron que realizarse, en una primera fase los Mapas Estratégicos de Ruido de las carreteras de más de 6 millones de vehículos al año; y en una segunda fase los de las carreteras de más de 3 millones de vehículos al año.

Por lo tanto, en la actualidad no se encuentra vigente ningún Programa de Acción contra el ruido derivado de la primera fase en la Unidad de Mapa Estratégico Torneiros (PO-511) - Gondomar (PO-340) entre los PP.KK. 12+080 al 15+730.

Así, en cumplimiento de la legislación, se elabora en la segunda fase esta UME. El estudio constituye la primera aproximación a la problemática del ruido generado por la infraestructura viaria.

5.- ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME

La carretera PO-331, conecta O Porriño con Gondomar. El tramo en análisis parte del polígono industrial de A Pasaxe, en el Concello de Gondomar, y continúa su recorrido hasta la glorieta de conexión con la PO-332, pasando sobre la AG-57.



Figura 1. Ámbito de estudio

Parte del polígono de A Pasaxe, a la salida de la AG-57 en el Concello de Gondomar, e inmediatamente pasa sobre la misma.



Figura 2. PO-331. Viaducto sobre la AG-57

Desde el inicio hasta el pk 12+860, el trazado recorre una zona boscosa de repoblación, pasando en el pk 12+350 sobre el viaducto del río Zamáns.

Desde el pk 12+860 pasa por una zona con edificaciones aisladas y dispersas, que van aumentando paulatinamente hacia el pk 13+460, concentradas en el entorno próximo de la carretera, correspondiente a los núcleos de Piñeiro, A Torre, y O Tumbio, llegando ya en glorieta del pk 14+430. Todo este tramo cuenta con aceras a ambos lados



Figura 3. PO-331. Paso por A Torre

Desde el pk 14+430 en el que se sitúa una de las glorietas, la carretera pasa por una zona de repoblación, con escasas edificaciones en su entorno próximo hasta la parte final en las cercanías de O Tumbio, donde aumenta ligeramente la densidad de edificaciones, que en general son de tipo unifamiliar aislada, en la que ya no hay aceras.



Figura 4. PO-331. Zona final O Tumbio

La gran parte de los edificios más cercanos de la carretera son unifamiliares, no existiendo protecciones frente al ruido más que algún cierre que pueda considerarse como apantallador.

La identificación de las Unidad de Mapa Estratégico (UME) se realizó conforme a los siguientes criterios generales:

- Una UME solamente puede incluir tramos pertenecientes a una misma vía.
- Todos los tramos que conforman la UME deben tener una IMD igual o superior a 3.000.000 veh/año, como establece la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental.

Teniendo en cuenta dichos criterios, los tramos recogidos en la tabla siguiente comprenden una única Unidad de Mapa Estratégico (UME), contemplándose como fuente de ruido independiente, analizándose su efecto por separado y obteniéndose un Mapa Estratégico de Ruido en el que únicamente se considera la propagación del ruido causado por el tronco de la infraestructura. Dichos mapas se corresponden al

alcance de la segunda fase de la Directiva 2002/49/CE y su correspondiente transposición a la legislación estatal:

UME	VÍA	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONG (km)	IMD (VEH/DÍA)	% PESADOS	MUNICIPOS AFECTADOS
01	PO-331	PO-330 - PO-341	12,080	14,490	2,41	11.131	7,7	Gondomar
		PO-341 - PO-332	14,490	15,730	1,24	9.558	7,7	Gondomar

Tabla 2. Características generales de la UME estudiada

En la siguiente figura se muestra la ubicación de los tramos de estudio.



Figura 5. Plano de ubicación de la UME objeto de estudio

6.- METODOLOGÍA

Para la realización de la simulación acústica fue necesaria la implementación de un modelo tridimensional del área de estudio, incluyendo carreteras, edificaciones y elementos singulares, tal y como se aprecia en la imagen adjunta.



Figura 6. Detalle de la vista dinámica del modelo tridimensional generado

El software predictivo para la realización del modelo tridimensional del área de estudio, y para el posterior desarrollo de los cálculos matemáticos de propagación de ruido en ambiente exterior y ejecución de los Mapas Estratégicos de Ruido, fue CadnaA Versión 4.4 (DataKustik GmbH). Con este software, y con un modelado del entorno preciso, se pueden determinar los niveles de ruido causados por el tráfico rodado. Tanto el procesado previo de la información de base como el análisis de los datos obtenidos se realizó mediante GIS.

6.1.- MODELO DE SIMULACIÓN

Siguiendo las disposiciones del Real Decreto 1513/2005, los índices de ruido del tráfico rodado fueron determinados por medio del método nacional de cálculo francés «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTULCPC-CSTB)», mencionado en el «Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal officiel du 10 mai 1995, article 6» y en la norma francesa «XPS 31-133». Este modelo es el propuesto de manera provisional por la Unión Europea para la realización de mapas de ruido en aquellos países que carezcan del suyo propio, según se describe en la recomendación 2003/613/EC de la Comisión Europea.

La elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido engloba la generación del modelo digital, la definición de los parámetros de entrada, el cálculo de los mapas y la evaluación de los resultados obtenidos.

El modelo 3D estará constituido por la topografía y las edificaciones del ámbito de estudio, el tramo/s de carretera que conforman la UME, y los elementos singulares concretos de cada caso (viaductos, pasos superiores, muros, pantallas acústicas,...).

- Carreteras: datos de tráfico (IMD y porcentaje de pesados), características del firme, tipo de flujo y límites de velocidad.
- Edificios: tipo de uso, altura, número de plantas, número de habitantes (en caso de ser residencial) y coeficiente de absorción alfa.
- Viaductos: longitud de apantallamiento.
- Muros y pantallas: pérdidas por reflexión.
- Terreno: coeficientes de absorción.
- Túneles: radiación procedente de las entradas y salidas.

Definido el modelo e introducidos los parámetros y configuración, se lleva a cabo la simulación acústica, obteniéndose de este modo los Mapas Estratégicos de Ruido.

6.2.- CREACIÓN DEL MODELO 3D

En el presente apartado se describen los procesos necesarios para la definición del escenario de modelización en el software de cálculo a partir de la información base.

La definición de cada uno de los atributos que caracterizan los elementos del modelo se realizó en GIS previa incorporación al software de cálculo. El objeto de este tratamiento previo es el de sistematizar el proceso de creación del modelo, evitando errores u omisiones en la definición del escenario.

6.2.1.- INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA

Para llevar a cabo el modelado digital del terreno (MDT) se empleó como fuente de información el vuelo LIDAR suministrado por la Axencia Galega de Infraestruturas, del que se extrajo la nube de puntos que conforman el terreno. Posteriormente, mediante un proceso de triangulación se obtuvieron las curvas de nivel cada metro.



Figura 7. Detalle de los puntos LIDAR facilitados



Figura 8. Detalle del MDT generado

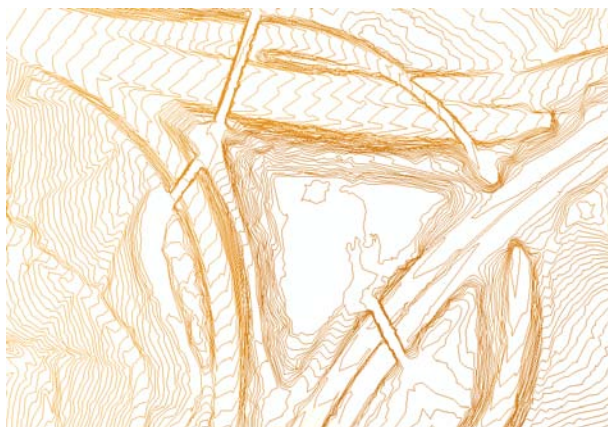


Figura 9. Curvado finalmente obtenido a partir de los puntos LIDAR

6.2.2.- INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO

Mediante el empleo de herramientas GIS, el eje de la carretera se definió a partir del conjunto de datos geométricos facilitados por la Axencia Galega de Infraestruturas, disponiendo de puntos cada 10 m, con la siguiente información:

- Coordenadas X, Y, Z.
- Número de carriles.
- Anchos de plataforma, calzada y arcenes.
- Peraltes y pendientes.

Las características geométricas que definen el eje cada 10 m se extendieron para cada punto 5 m antes y 5 m después. Una vez definido el eje se procedió a la corrección y depuración de la información, comparando los ejes con la ortofoto actualizada y con los datos tomados en las preceptivas visitas a campo realizadas. Establecida la geometría definitiva de la vía, se definieron en GIS los atributos que

caracterizan la emisión acústica, con anterioridad a su importación desde CadnaA. A continuación se describe cada uno de los atributos considerados, los datos de partida disponibles, así como el tratamiento realizado previa incorporación al modelo:

- **Geometría:** la PO-331, cuenta en todo el tramo de estudio con una única calzada con dos carriles, excepto en las incorporaciones y salidas que cuenta con 3. El ancho medio del carril es de 3,5 m. El arcén derecho cuenta con un ancho medio de 1,5 m variable entre los 0 y 3,3 m, mientras que el arcén izquierdo cuenta con un ancho medio de 1,1 m variable entre los 0 y 3 m.

- **Datos de tráfico:** los datos de tráfico utilizados para el cálculo de los niveles sonoros fueron los correspondientes a las Memorias de Aforos del año 2012, proporcionadas por la Axencia Galega de Infraestruturas.

Tomando como base la distribución horaria en un día medio, se llevó a cabo el cálculo de la IMD por hora para cada uno de los periodos considerados (día, tarde y noche). Puesto que para los tramos de estudio no se disponía distribución horaria, se aplicó la misma distribución porcentual que la del tramo de la misma carretera PO-331, Enlace PO-403 – Oleiros (PO-402), obteniéndose de esta forma la IMD por hora

Respecto a la distribución de pesados, se aplicó para todos los tramos y todos los periodos considerados el valor diario del tramo enlace PO-403 – Oleiros (PO-402), recogido en la Memoria de Aforos.

Para el caso específico de las glorietas el tráfico fue cuantificado como la suma de las IMD de las entradas dividida por el número de salidas.

UME	VÍA	TRAMO	IMD				% PESADOS
			(VEH/DÍA)	DÍA (VEH/H)	TARDE (VEH/H)	NOCHE (VEH/H)	
01	PO-331	PO-330 - PO-341	11.131	640,1	585,3	138,6	7,7
		PO-341 - PO-332	9.558	549,7	502,6	119,0	7,7

Tabla 3. Datos de tráfico

- **Límite de velocidad:** la vía objeto de estudio es una carretera que discurre por varios núcleos de población a ambos lados de la carretera por lo que se estableció una velocidad de 50 km/h para todo el recorrido, correspondiente a

la limitación de velocidad establecida para travesía. Los tramos de velocidad se determinaron a partir de los datos de señalización vertical aportados por la Axencia Galega de Infraestruturas, realizándose una revisión de los mismos en las visitas a campo realizadas. En aquellos lugares en los que se detectó señalización insuficiente o contradictoria (ausencia de señales de fin de limitación de velocidad, tramos interurbanos sin especificación de la velocidad máxima permitida,...) se optó por definir tramos los más homogéneos posibles, tomando siempre el valor de velocidad más desfavorable (la mayor de los posibles).

Para cada una de los subtramos se establecieron límites de velocidad diferenciados en función del tipo de vehículo que circule (ligero o pesado), ya que según el límite establecido dicha velocidad puede no ser coincidente.

Para el caso específico de las glorieta se definió una velocidad de 40 km/h, tanto para vehículos ligeros como pesados.

- Superficie de la carretera: el tipo de firme tiene influencia directa sobre la emisión de la vía. La UME objeto de estudio presenta una capa de asfalto bituminoso en toda su longitud.
- Tipo de flujo: de forma general se consideró que el flujo es continuo fluido, salvo en las glorieta donde se definió como continuo en pulso.

Una vez definida la geometría y los parámetros característicos de cada subtramo de 10 m que compone la UME, se procedió a su importación en CadnaA como carretera en formato shape. Por último, para conseguir que la carretera se acople por completo al terreno, se realizó el ajuste del MDT al objeto bajo la plataforma de la vía.

6.2.3.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS

Tomando como base la capa shape de la Dirección General del Catastro, se realizó una revisión general del ámbito de trabajo, completándose aquellas zonas que presentaban carencia de edificaciones recientes. Esta revisión se hizo a partir de las fotografías aéreas del PNOA y mediante visitas a campo. Así, se elaboró una cobertura de polígonos revisada a través de:

- La digitalización de los edificios inexistentes en el Catastro.

- La eliminación de los elementos que ya no existen o que no se corresponden con edificios (invernaderos, piscinas,...).

6.2.3.1.- ALTURA

La altura de las edificaciones se definió a partir del número de plantas contempladas en los datos del Catastro, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La altura mínima de un edificio es de 4 m.
- En los edificios residenciales, sanitarios y educativos se consideró una altura de 4 m para las plantas bajas, y de 3 m para el resto.
- Aquellas edificaciones que comparten código catastral y están claramente unidas se agruparon como un único edificio, asignándole el número de plantas correspondiente al edificio más alto con código compartido.

Para aquellos edificios que no se encuentran contenidos en la base de datos de Catastro y que fueron digitalizados posteriormente, el número de plantas fue estimado a partir de la revisión de la fotografía aérea y de las visitas, corrigiendo y depurando errores de la información catastral de base (alturas inexistentes o excesivas).

6.2.3.2.- USO

Partiendo de los metadatos descargados de la Sede Electrónica del Catastro, los usos de los edificios se completaron a través de las siguientes fuentes de información:

- Fotografías aéreas del PNOA.
- Información de las visitas a campo realizadas.

Los usos identificados fueron:

- Residencial.
- Sanitario y docente.
- Industrial, terciario y otros.

A todos los edificios de la zona de estudio se asignó uno de los anteriores usos con el fin de identificar los edificios residenciales para el cálculo de la población, así como para determinar las áreas acústicas en la elaboración de los mapas de zonas de conflicto. Además, se identificaron los edificios de tipo docente y sanitario por ser receptores sensibles, a través de la información disponible en las siguientes fuentes:

- Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria de la Xunta de Galicia.
- Consellería de Sanidade de la Xunta de Galicia.

6.2.3.3.- POBLACIÓN ASIGNADA

Uno de los objetivos de los MER es la obtención del número de personas expuestas a los diferentes niveles de ruido, para lo que se realizó un tratamiento consistente en el reparto de la población entre los edificios residenciales existentes.

La información de partida se obtuvo del padrón municipal de habitantes del año 2013 del Instituto Galego de Estatística (IGE). Tomando como base la población de cada municipio, y una vez identificados los edificios residenciales de cada uno, se hizo un reparto proporcional de la población en función de la superficie residencial total construida. El número de habitantes en cada se calculó como el producto del coeficiente de habitabilidad anteriormente definido por la superficie de cada edificio residencial, resultando:

MUNICIPIO	POBLACIÓN	SUP. TOTAL RESIDENCIAL (m ²)	COEF. HABITABILIDAD (HAB/m ²)
Gondomar	14.005	910.457	0,0154

Tabla 4. Datos de población en los municipios afectados

En el caso de los edificios sensibles se cuantificó el número de alumnos en los edificios de uso docente, y de camas en los de uso sanitario.

6.2.3.4.- EFECTO REFLECTANTE

Para tener en cuenta el efecto reflectante de las edificaciones se asignó un Coeficiente de Absorción Alfa de 0,4 en todos los casos.

6.2.3.5.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS EN CADNAA

Una vez depurada y corregida la capa de edificaciones, con todos los atributos definidos se importaron desde CadnaA como edificio en formato shape.

En última instancia se hizo una revisión general del modelo, subsanándose aquellos desajustes existentes entre la topografía y la base de los edificios ("enterramientos"), así como los solapes entre la plataforma de la vía y las edificaciones incorporadas.

6.2.4.- MODELADO DE TÚNELES

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad túneles en la presente UME.

6.2.5.- MODELADO DE VIADUCTOS

Aquellos tramos de la carretera que presentan viaductos, puentes, pontones o pasos inferiores de grandes dimensiones fueron modelizados evitando la emisión acústica bajo el plano de la plataforma de la vía. Para ello, siguiendo las recomendaciones del software predictivo, estos tramos se configuraron como auto-apantallados con una anchura adicional de 1,5 m a izquierda y derecha.

Previamente al auto-apantallado del tramo de vía definió la geometría del viaducto, corroborándose el correcto apoyo de los estribos y corrigiéndose cuando fuese necesario, el curvado LIDAR bajo los estribos.

La identificación de los diferentes elementos (viaductos, puentes, pontones y pasos inferiores) se realizó en base a la revisión de la ortofoto, completándose con los datos tomados en las visitas a campo realizadas.

6.2.6.- MODELADO DE PASOS SUPERIORES

En el modelo se definieron únicamente aquellos pasos superiores que presentan un ancho superior a 25 m, incorporándose como reflectores 3D.

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pasos superiores con anchura superior a 25 m en la presente UME.

6.2.7.- INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS

Junto con las edificaciones, los muros y pantallas constituyen obstáculos a la propagación del ruido, por lo que fueron incluidos en el modelo tridimensional.

El trabajo de campo realizado permitió cartografiar la presencia de estas barreras, siendo los elementos identificados y sus características principales las recogidas en la tabla adjunta.

ELEMENTO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONGITUD (m)	ALTURA (m)	TIPO REFLEXIÓN
Cerramiento parcela	13+620	13+650	30	3	Fachada de construción

Tabla 5. Pantallas y barreras incluidas en el modelo

Los muros de contención identificados no fueron incluidos en la modelización efectuada, ya que se estima que su presencia no supone un apantallamiento mayor al producido por las tierras que contiene.

La incorporación de los obstáculos al modelo se realizó importándose como pantallas en formato shape.

6.2.8.- INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO

Las características del suelo son un factor determinante en la propagación del ruido, por lo que en la modelización efectuada se definieron diferentes áreas de absorción.

De forma genérica se considera el terreno base como absorbente ($G=1$, sin embargo se definieron ciertas áreas de carácter urbano e industrial como reflectantes ($G=0$), realizándose la zonificación del territorio en base a los usos del suelo definidos por el Instituto de Estudios do Territorio. De esta forma, las áreas consideradas como reflectantes son las correspondientes a núcleos de población, tejido urbano continuo y zonas industriales, comerciales y de servicios.

La incorporación de estas zonas al modelo se realizó importándose como áreas de absorción del suelo en formato shape.

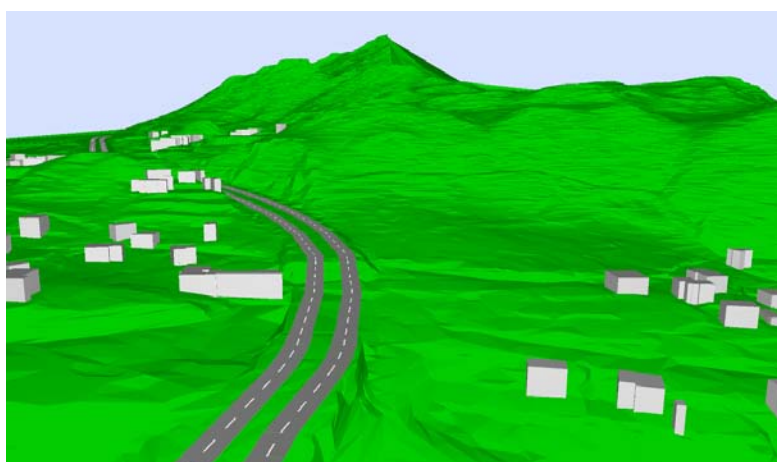


Figura 10. Vista 3D de la modelización efectuada

6.3.- CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D

Para la elaboración de los MER de cada UME, con anterioridad a la introducción de los diferentes elementos que componen el modelo, es preciso definir una configuración de cálculo en el software de acuerdo a la Directiva 2002/49/CE donde se identifiquen los parámetros necesarios para la correcta definición del escenario previsto.

- La norma empleada para el cálculo es la NMPB-Routes-96.
- El espaciado de los receptores en la malla de cálculo es de 10 x 10 m a una altura de 4 m sobre el suelo.
- El orden máximo de reflexiones consideradas es de 1.
- Se estableció un radio máximo de búsqueda de 2.000 m.
- El porcentaje de condiciones favorables día/noche se corresponde con un 50% en periodo diurno, un 75% en periodo vespertino y un 100% en periodo nocturno.
- Siguiendo las recomendaciones de la European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN), las condiciones atmosféricas consideradas son una temperatura de 15°C y una humedad del 70%.
- El cálculo de la atenuación sufrida por las ondas sonoras en el medio ambiente exterior se obtiene de acuerdo a los procedimientos de la ISO 9613.
- Los valores de inmisión considerados son L_{dia}, L_{tarde}, L_{noche} y L_{den}, todos ellos en dBA, a una altura de evaluación de 4 m.
- La designación de horas para los periodos considerados es de 07:00 a 19:00 día, de 19:00 a 23:00 tarde y de 23:00 a 07:00 noche.
- Se aplicó una penalización de 0 dB para el periodo diurno, de 5 dB para el vespertino y de 10 dB para el nocturno.
- Para la evaluación de los niveles de ruido en fachada de edificios se consideró una altura de las plantas bajas de 4 m y de 3 m para el resto. Asimismo, se tuvo en cuenta únicamente el sonido incidente, es decir, no se consideró el sonido reflejado en la fachada donde se realiza la evaluación, aunque sí las reflexiones en el resto de edificios y obstáculos presentes en el área de estudio.

7.- PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN

Para determinar los indicadores y los niveles límites de referencia que permitan evaluar la afección al ruido, se recurrió a la legislación vigente en materia de objetivos de calidad acústica que viene fijada en 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, concretamente lo recogido en el Capítulo III "Zonificación acústica. Objetivos de calidad acústica" y en el Capítulo IV "Emisores acústicos. Valores límite de emisión e inmisión".

El artículo 14 del citado Real Decreto dice textualmente:

1. En las áreas urbanizadas existentes se establece como objetivo de calidad acústica para ruido el que resulte de la aplicación de los siguientes criterios:

a) Si en el área acústica se supera el correspondiente valor de alguno de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla A, del anexo II, su objetivo de calidad acústica será alcanzar dicho valor.

ANEXO II Objetivos de calidad acústica

Tabla A. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes.

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L_d	L_n	L_{dn}
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.

Tabla 6. Objetivos de calidad acústica

En relación al tipo de área f se aplicará el Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica 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.

Como se puede observar en la tabla anterior, los objetivos se establecen para los índices de ruido, L_d , L_t y L_n , cuya definición según 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, es:

L_d es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año.

L_e es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año.

L_n es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año.

En vista de lo expuesto, la evaluación de la exposición al ruido de la población pasará por determinar cada uno de los indicadores L_d , L_e y L_n , y compararlos con los niveles límite establecidos en los objetivos de calidad acústica para cada tipo de área.

8.- RESULTADOS

Conforme a la normativa vigente, la elaboración de un mapa estratégico conlleva la obtención de una información gráfica y otra alfanumérica, representada mediante mapas y tablas de afección.

La escala básica de representación de los Mapas Estratégicos de Ruido contenidos en el presente documento es 1/25.000, siendo la base cartográfica la 1/5.000 de la Xunta de Galicia. El sistema de proyección es ETRS-89, zona 29 N.

En la elaboración de los MER de cada UME, el área de estudio vino delimitada por la longitud del tramo/s de carretera que define la propia UME y por una banda, con un ancho de 1.500 m a cada lado del eje de la calzada.

8.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS

Son mapas de líneas isófonas elaborados a partir de los niveles de ruido calculados en puntos receptores a lo largo de toda la zona de estudio.

Se elaboraron los planos de niveles sonoros representando los indicadores establecidos por la legislación básica estatal y las recomendaciones del Ministerio de Fomento, siendo los mapas generados los siguientes:

- Mapa de niveles sonoros de L_d en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_e en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_n en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70.
- Mapa de niveles sonoros de L_{den} en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.

L_{den} , L_d , L_e

Rango	Descripción	R	G	B
> 75	Rosa fuerte	255	0	255
70-75	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
< 55	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	55-60
	60-65
	65-70
	70-75
	>75

Figura 11. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del L_d , L_e y L_{den}

L_n

Rango	Descripción	R	G	B
>70	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
50-55	Verde	100	200	0
< 50	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	50-55
	55-60
	60-65
	65-70
	>70

Figura 12. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del L_n

8.2.- POBLACIÓN EXPUESTA

8.2.1.- METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA

La determinación de la situación acústica a partir de los mapas de niveles sonoros requiere el análisis de la afección del ruido sobre la población. En esta línea, la normativa establece que debe estimarse el número de personas expuestas a ciertos rangos de niveles de presión sonora, sin entrar en detalles técnicos de cómo proceder.

Existen diferentes métodos para determinar los niveles de exposición en fachada para cada uno de los edificios, conforme a la normativa y a las guías de trabajo internacionales en materia de contaminación acústica.

La Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, con el fin de determinar la exposición al ruido ambiental de los Estados Miembros, establece en su Anexo VI que deberá comunicarse a la comisión europea, para el caso de las aglomeraciones sobre las que se realice el Mapa Estratégico de Ruidos (MER), la siguiente información:

- Número estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas 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 en la fachada más expuesta: (55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75), distinguiendo entre el tráfico rodado, el tráfico ferroviario, el tráfico aéreo y las fuentes industriales.
- El número total estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de L_n en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70), distinguiendo entre el tráfico rodado, ferroviario, aéreo y las fuentes industriales.

Este planteamiento, denominado END (European Noise Directive), es el que debe utilizarse para entregar los resultados a la comisión europea, siendo también habitual para la entrega al resto de administraciones. Sin embargo, este procedimiento, es el que proporciona peores resultados con respecto a la exposición real de la población, arrojando valores de población afectada a distintos rangos de niveles sonoros muy superiores a la realidad, por lo resulta necesario plantear otros métodos que, de forma adicional, arrojen resultados que no sobreestimen la población expuesta.

A continuación se presentan los siguientes procedimientos de estimación de la población afectada por ruido ambiental:

- Método END
- Método VBEB Alemán

8.2.1.1.- MÉTODO END

El método END (European Noise Directive) se presenta en la Directiva Europea 2002/49/CE como un método para satisfacer la obligación de proporcionar a la comisión europea los datos del número estimado de personas cuyas viviendas están expuestas a diferentes rangos de L_{den} y L_n , a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta, aquella que soporta mayor nivel de presión sonora.

Esta estimación, requiere del cálculo de receptores específicos en cada una de las fachadas de los edificios, a una altura relativa de 4 metros respecto al suelo y tomando las consideraciones necesarias para excluir las reflexiones acústicas de la propia fachada como ruido incidente en el propio receptor.

Este planteamiento, supone que todos los habitantes de cada edificio están sometidos al mayor nivel de presión sonora registrado en la fachada más expuesta, lo que no se acerca a la situación real, en la que la población se distribuye a lo largo del edificio, en relación a la posición de las viviendas. Este procedimiento podría dar resultados próximos a la realidad en viviendas unifamiliares, pero en el caso de edificios de varias plantas se obtendría un resultado de población expuestas sobreestimado.

8.2.1.2.- MÉTODO VBEB

El método alemán VBEB (Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm) permite obtener los valores reales de afección a los que se encuentra expuesta la población. Su procedimiento contempla la distribución de receptores de niveles de presión sonora a lo largo de las fachadas, estableciendo estos a diferentes niveles de altura en función del número de plantas.

Cada uno de estos receptores determinará el nivel de presión sonora al que se encuentra expuesta cada vivienda, considerando el parámetro de altura, a diferencia del método END expuesto anteriormente, en el que la evaluación de la exposición se realizaba a 4 m del suelo.

Esta metodología permite afinar los resultados al distribuir la población de cada edificio a lo largo del perímetro en planta y de las alturas. Como se puede intuir, los niveles de presión sonora evaluados a diferentes alturas proporcionarán resultados distintos, en función de la mayor o menor distancia a la fuente y las posibles reflexiones de los edificios del entorno, encontrándose, de esta forma, los habitantes de viviendas a diferentes alturas, en una misma planta, expuestas a distintos grados de afección.

8.2.2.- TABLAS DE RESULTADOS

8.2.2.1.- POBLACIÓN AFECTADA

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)						
RANGO (dBA)	Ld		Le		Lden	
	END	VBEB	END	VBEB	END	VBEB
55 – 59	1	1	1	1	2	2
60 – 64	2	1	2	1	1	1
65 – 69	2	1	2	1	1	1
70 – 74	1	0	0	0	1	0
≥ 75	0	0	0	0	0	0

Tabla 7. Valores de población afectada (en centenas) para los periodos Ld, Le y Lden en función del método considerado

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)		
RANGO (dBA)	Ln	
	END	VBEB
50 – 54	2	1
55 – 59	2	1
60 – 64	2	0
65 – 69	0	0
≥ 70	0	0

Tabla 8. Valores de población afectada (en centenas) para el periodo Ln en función del método considerado

A la vista de los resultados contenidos en las tablas adjuntas, se puede observar como el método END obtiene valores ligeramente superiores para todos los periodos en niveles moderados de ruido, si bien la población expuesta a valores de ruido por encima de 70 dB apenas llega a la centena para los periodos Ld y Lden. Estos resultados son debidos, principalmente, a la distancia a la que se encuentra la vía de

los núcleos urbanos, siendo la población afectada de forma mayoritaria la residente en viviendas unifamiliares enclavadas en zonas rurales dispersas.

8.2.2.2.- VIVIENDAS AFECTADAS

Nº VIVIENDAS AFECTADAS (EN CENTENAS)					
RANGO (dBA)	Ld	Le	Lden	RANGO (dBA)	Ln
55 – 59	1	1	1	50 – 54	1
60 – 64	1	1	1	55 – 59	1
65 – 69	1	1	1	60 – 64	1
70 – 74	0	0	1	65 – 69	0
≥ 75	0	0	0	≥ 70	0

Tabla 9. Número de viviendas expuestas (en centenas) a distintos rangos de nivel sonoro para los periodos Ld, Le, Ln y Lden

Al igual que ocurre con la exposición de la población, el número de viviendas afectadas por el ruido de la carretera es relativamente bajo, no llegándose a alcanzar la centena de edificios afectados por niveles superiores a 70 dB, excepto para el Lden.

8.2.2.3.- EDIFICIOS SENSIBLES

AFECCIÓN A EDIFICIOS SENSIBLES				
SANITARIOS			DOCENTES	
RANGO (dBA)	Lden		Lden	
	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº CAMAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº ALUMNOS (CENTENAS)
55 – 59	0	0	0	0
60 – 64	0	0	0	0
65 – 69	0	0	0	0
70 – 74	0	0	0	0
≥ 75	0	0	0	0

Tabla 10. Número de edificios sensibles (en unidades) y camas/alumnos (en centenas) expuestas a distintos rangos para el periodo Lden.

A raíz de la modelización efectuada se puede concluir que ningún edificio sensible se ve afectado por el ruido generado por la carretera objeto de estudio, debido a la atenuación ocasionada por la distancia entre el foco emisor y los receptores (edificios sanitarios y docentes).

8.3.- MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN

Se obtuvo a partir del mapa de niveles sonoros del indicador Lden.

Incluye los datos de superficies totales (en km²), expuestas a valores de Lden superiores a 55, 65, y 75 dB, respectivamente. En ellos se indica además el número total estimado de viviendas (en centenares), y el número total estimado de personas (en centenares) que viven en cada una de esas zonas.

Las isófonas correspondientes a 55, 65 y 75 dB figuran en el mapa y se incluye información sobre la ubicación de las ciudades, pueblos y aglomeraciones situadas dentro de esas curvas.

EXPOSICIONES A DIFERENTES VALORES Lden					
RANGO (dBA)	SUPERFICIE	POBLACIÓN		EDIFICIOS SENSIBLES	
	(km ²)	Nº VIVIENDAS (CENTENAS)	Nº PERSONAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS SANITARIOS (UD)	Nº EDIFICIOS DOCENTES (UD)
≥ 55	0,43	2	3	0	0
≥ 65	0,17	1	3	0	0
≥ 75	0,00	0	0	0	0

Tabla 11. Datos relativos a zonas de afección para el periodo Lden

Observando los resultados de los mapas de afección se puede concluir que las superficies afectadas por rangos superiores a 65 dB son de reducidas dimensiones, lo que conlleva que el número de habitantes y viviendas expuestas sean inferiores a la centena. Asimismo, ningún edificio sensible se ve afectado por niveles de ruido superiores a 55 dB.

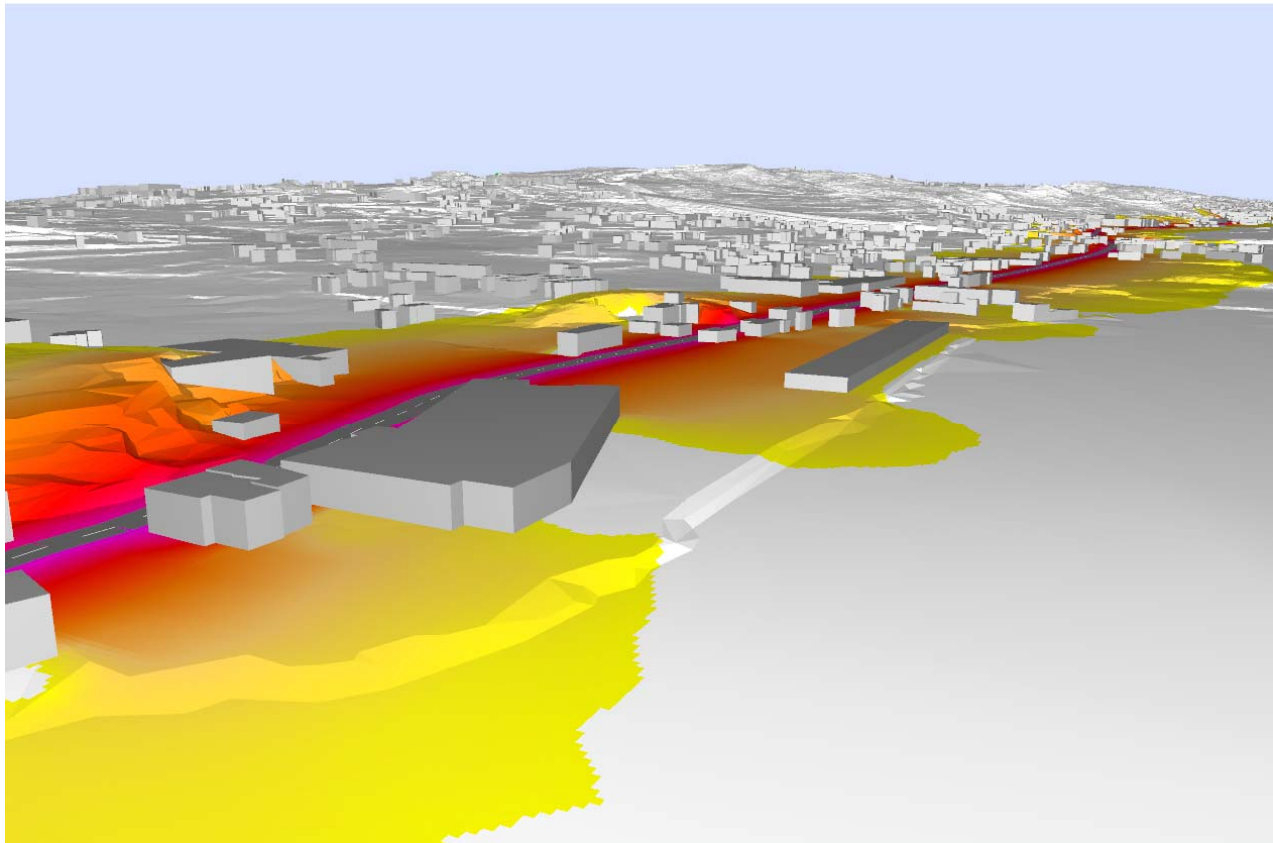
A modo aclaratorio cabe resaltar, que para obtener una mayor precisión en los resultados presentados, los valores referentes a población de la presente tabla se obtuvieron considerando el número de viviendas y personas afectadas en unidades, por lo que algunos valores difieren del resultado obtenido realizando el sumatorio de personas y viviendas expuestas del epígrafe 8.2.2.1., ya que en estas tablas se presentan en centenares.

9.- CONCLUSIÓN

Con la realización del presente estudio se elaboraron los Mapas Estratégicos de Ruido de los tramos PO-330 - PO-341 y PO-341 - PO-332 de la vía PO-331 (perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia), de acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE de 25 de junio de 2002 sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental y en la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, considerando alcanzados los objetivos planteados inicialmente así como los establecidos en la legislación vigente.

La elaboración de este estudio constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias que se deban realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones.

II PLANOS



CLAVE

PO/13/042.09.1

TIPO DE ESTUDIO

MAPA EXTRATÉXICO DE RUÍDO

DOCUMENTOS

DOCUMENTO RESUME

ESTRADA

PO-340
TUI (N-550) - A RAMALLOSA (PO-552)

PUNTOS QUILOMÉTRICOS

16+800 – 21+510

DATA

XULLO 2014

CONSULTOR



I MEMORIA

I MEMORIA

1.-	INTRODUCCIÓN	4
2.-	OBJETO DEL ESTUDIO	4
3.-	AUTORIDAD RESPONSABLE.....	5
4.-	PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES	5
5.-	ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME	6
6.-	METODOLOGÍA	9
6.1.-	MODELO DE SIMULACIÓN.....	10
6.2.-	CREACIÓN DEL MODELO 3D	11
6.2.1.-	INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA.....	11
6.2.2.-	INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO.....	12
6.2.3.-	INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS	14
6.2.4.-	MODELADO DE TÚNELES.....	17
6.2.5.-	MODELADO DE VIADUCTOS	17
6.2.6.-	MODELADO DE PASOS SUPERIORES.....	17
6.2.7.-	INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS.....	18
6.2.8.-	INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO	18
6.3.-	CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D	18
7.-	PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN	19
8.-	RESULTADOS.....	21
8.1.-	MAPAS DE NIVELES SONOROS.....	21
8.2.-	POBLACIÓN EXPUESTA	22
8.2.1.-	METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA.....	22
8.2.2.-	TABLAS DE RESULTADOS.....	25

8.3.-	MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN.....	27
9.-	CONCLUSIÓN	28

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	ÁMBITO DE ESTUDIO.....	6
FIGURA 2.	PO-340. GONDOMAR.....	7
FIGURA 3.	PO-340. PASO BAJO LA AG-57	7
FIGURA 4.	PO-340. TRAMO FINAL PARALELO A LA DESEMBOCADURA DEL RÍO MIÑOR	8
FIGURA 5.	PLANO DE UBICACIÓN DE LA UME OBJETO DE ESTUDIO	9
FIGURA 6.	DETALLE DE LA VISTA DINÁMICA DEL MODELO TRIDIMENSIONAL GENERADO	10
FIGURA 7.	DETALLE DE LOS PUNTOS LIDAR FACILITADOS.....	12
FIGURA 8.	DETALLE DEL MDT GENERADO	12
FIGURA 9.	CURVADO FINALMENTE OBTENIDO A PARTIR DE LOS PUNTOS LIDAR	12
FIGURA 10.	VISTA 3D DE LA MODELIZACIÓN EFECTUADA	18
FIGURA 11.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LD, LE Y LDEN.....	22
FIGURA 12.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LN....	22

LISTA DE TABLAS

TABLA 1.	TRAMOS DE LA VÍA OBJETO DE ESTUDIO	5
TABLA 2.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA UME ESTUDIADA	9
TABLA 3.	DATOS DE TRÁFICO.....	13
TABLA 4.	DATOS DE POBLACIÓN EN LOS MUNICIPIOS AFECTADOS	16
TABLA 5.	OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA.....	20
TABLA 6.	VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA LOS PERIODOS LD, LE Y LDEN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO.....	25
TABLA 7.	VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA EL PERIODO LN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO	25

TABLA 8. NÚMERO DE VIVIENDAS EXPUESTAS (EN CENTENAS) A DISTINTOS RANGOS DE NIVEL SONORO PARA LOS PERIODOS LD, LE, LN Y LDEN..... 26

TABLA 9. NÚMERO DE EDIFICIOS SENSIBLES (UNIDADES) Y CAMAS/ALUMNOS (EN CENTENAS) EXPUESTAS A DISTINTOS RANGOS PARA EL PERIODO LDEN. 26

TABLA 10. DATOS RELATIVOS A ZONAS DE AFECCIÓN PARA EL PERIODO LDEN..... 27

II PLANOS

0.- PLANO DE SITUACIÓN

1.- MAPAS NIVELES SONOROS

1.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS DÍA (1:25.000)

1.2.- MAPAS DE NIVELES SONOROS TARDE (1:25.000)

1.3.- MAPAS DE NIVELES SONOROS NOCHE (1:25.000)

1.4.- MAPAS DE NIVELES SONOROS Lden (1:25.000)

2.- MAPAS DE AFECCIÓN

2.1.- MAPA DE ZONA DE AFECCIÓN (1:25.000)

1.- INTRODUCCIÓN

La aprobación de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental establece la necesidad de elaborar, en una primera fase, los Mapas Estratégicos de Ruido (MER) de grandes ejes viarios cuyo tráfico supere los seis millones de vehículos al año, para en una segunda fase realizar los mapas correspondientes a los grandes ejes viarios con tráfico superior a tres millones de vehículos al año.

La Directiva 2002/49/CE define el Mapa Estratégico de Ruido como "un 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."

Para la aplicación de la citada directiva en el territorio español se elaboró la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, que no se limita a transponer el contenido de la directiva, sino que trata de regular, a través de una adecuada distribución de competencias administrativas y del establecimiento de los mecanismos oportunos, la mejora de la calidad acústica en nuestro entorno.

Con el objeto de desarrollar esta ley se formuló el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, en cuanto a la evaluación y gestión del ruido ambiental, con la finalidad de prever, reducir o evitar los efectos nocivos, incluyendo las molestias derivadas de la exposición al ruido ambiental. A tal efecto se desarrollan los conceptos de ruido ambiental y sus efectos y molestias sobre la población, junto con una serie de medidas que permiten la consecución de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido, los planes de acción y la información a la población.

A fin de dar cumplimiento a la legislación vigente, la Consellería de Medio Ambiente Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, promueve la segunda fase de elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido de las vías pertenecientes a la Red Autonómica de Carreteras de Galicia.

2.- OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto del presente documento resumen es el de plasmar, de forma sintética y fácilmente comprensible, los resultados arrojados por los Mapas Estratégicos de Ruido

de los siguientes tramos de la PO-340, perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia:

DENOMINACIÓN	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONGITUD (km)
Tui (N-550) - A Ramallosa (PO-552)	Gondomar (PO-331) - Enl. A Ramallosa(AG-57)	16,800	19,560	2,76
	Enl. A Ramallosa(AG-57) - A Ramallosa (PO-552)	19,560	21,510	1,95

Tabla 1. Tramos de la vía objeto de estudio

Según se recoge en el Artículo 15 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, los mapas de ruido tendrán, entre otros, los siguientes objetivos:

- Permitir la evaluación global de la exposición a la contaminación acústica de una determinada zona.
- Permitir la realización de predicciones globales para dicha zona.
- Posibilitar la adopción fundada de planes de acción en materia de contaminación acústica y, en general, de las medidas correctoras adecuadas.

Asimismo, la elaboración de los MER constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias a realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones

3.- AUTORIDAD RESPONSABLE

La autoridad responsable de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruidos fue la Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, contando con la asistencia de la empresa ICEACSA Consultores S.L.U.

4.- PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES

De acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, y en la Ley del Ruido y sus posteriores Reglamentos, tuvieron que realizarse, en una primera fase los Mapas Estratégicos de Ruido de las carreteras de

más de 6 millones de vehículos al año; y en una segunda fase los de las carreteras de más de 3 millones de vehículos al año.

Por lo tanto, en la actualidad no se encuentra vigente ningún Programa de Acción contra el ruido derivado de la primera fase en la Unidad de Mapa Estratégico Tui (N-550) - A Ramallosa (PO-552) entre los PP.KK. 16+800 al 19+560.

Así, en cumplimiento de la legislación, se elabora en la segunda fase esta UME. El estudio constituye la primera aproximación a la problemática del ruido generado por la infraestructura viaria.

5.- ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME

El tramo de estudio conecta Gondomar con A Ramallosa.



Figura 1. Ámbito de estudio

El tramo de estudio de la PO-340, parte de la localidad de Gondomar, en la glorieta de intersección con la PO-331. Atraviesa el núcleo urbano, constituido por en esta zona por urbanizaciones, para girar hacia el NO y recorrer un tramo de bloques de edificios de alrededor de 4 plantas de altura.



Figura 2. PO-340. Gondomar

A partir de aquí, el tramo continúa por una zona de viviendas unifamiliares en una densidad elevada teniendo en cuenta el importante desarrollo urbanístico de esta zona en los últimos años, situadas entre prados y campos de cultivos, entre los que se localiza además alguna nave como una serrería o cerrajería.

Cruza bajo la AG-57 para continuar paralela a la desembocadura del río Miñor hasta A Ramallosa.



Figura 3. PO-340. Paso bajo la AG-57

Desde la AG-57, continúa hacia A Ramallosa, atravesando una zona de prados entre los que se localizan viviendas de tipo unifamiliar con una densidad creciente conforme se acerca la costa, casi de forma exclusiva en el margen derecho, debido a la escasez

de terreno antes del río Miñor en el margen izquierdo. Se localizan asimismo varias naves de tipo comercial.



Figura 4. PO-340. Tramo final paralelo a la desembocadura del Río Miñor

Finalmente, llegando a A Ramallosa, el entorno se transforma en urbano con bloques de edificios a ambos lados de la calzada y conforma aumenta la distancia a la misma.

La identificación de las Unidad de Mapa Estratégico (UME) se realizó conforme a los siguientes criterios generales:

- Una UME solamente puede incluir tramos pertenecientes a una misma vía.
- Todos los tramos que conforman la UME deben tener una IMD igual o superior a 3.000.000 veh/año, como establece la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental.

Teniendo en cuenta dichos criterios, los tramos recogidos en la tabla siguiente comprenden una única Unidad de Mapa Estratégico (UME), contemplándose como fuente de ruido independiente, analizándose su efecto por separado y obteniéndose un Mapa Estratégico de Ruido en el que únicamente se considera la propagación del ruido causado por el tronco de la infraestructura. Dichos mapas se corresponden al alcance de la segunda fase de la Directiva 2002/49/CE y su correspondiente transposición a la legislación estatal:

UME	VÍA	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONG (km)	IMD (VEH/DÍA)	% PESADOS	MUNICIPOS AFECTADOS
01	PO-340	Gondomar (PO-331) - Enl. A Ramalloso(AG-57)	16,800	19,560	2,76	12.467	3,6	Gondomar, Nigrán
		Enl. A Ramalloso(AG-57) - A Ramalloso (PO-552)	19,560	21,510	1,95	14913	3,6	Nigrán

Tabla 2. Características generales de la UME estudiada

En la siguiente figura se observa la ubicación de la UME objeto de estudio.

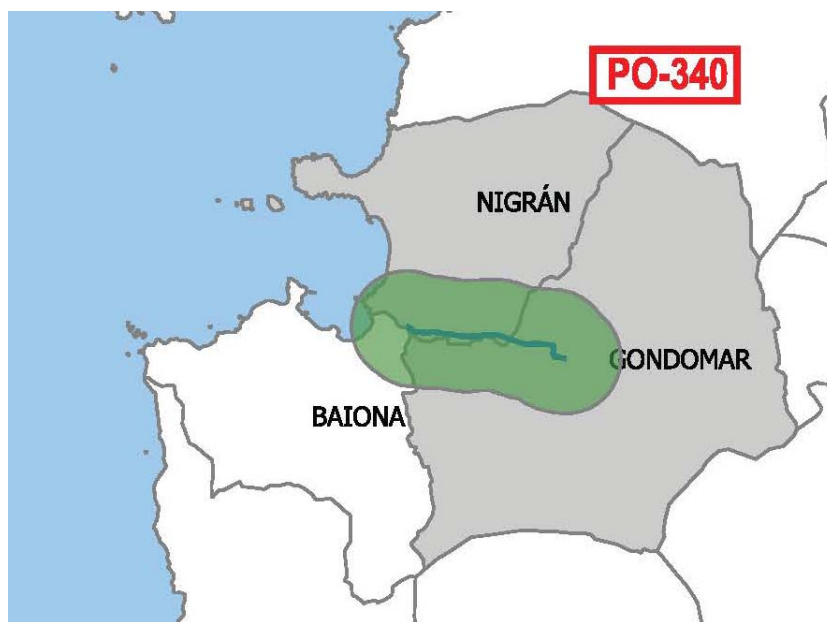


Figura 5. Plano de ubicación de la UME objeto de estudio

6.- METODOLOGÍA

Para la realización de la simulación acústica fue necesaria la implementación de un modelo tridimensional del área de estudio, incluyendo carreteras, edificaciones y elementos singulares, tal y como se aprecia en la imagen adjunta.



Figura 6. Detalle de la vista dinámica del modelo tridimensional generado

El software predictivo para la realización del modelo tridimensional del área de estudio, y para el posterior desarrollo de los cálculos matemáticos de propagación de ruido en ambiente exterior y ejecución de los Mapas Estratégicos de Ruido, fue CadnaA Versión 4.4 (DataKustik GmbH). Con este software, y con un modelado del entorno preciso, se pueden determinar los niveles de ruido causados por el tráfico rodado. Tanto el procesado previo de la información de base como el análisis de los datos obtenidos se realizó mediante GIS.

6.1.- MODELO DE SIMULACIÓN

Siguiendo las disposiciones del Real Decreto 1513/2005, los índices de ruido del tráfico rodado fueron determinados por medio del método nacional de cálculo francés «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTULCPC-CSTB)», mencionado en el «Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal officiel du 10 mai 1995, article 6» y en la norma francesa «XPS 31-133». Este modelo es el propuesto de manera provisional por la Unión Europea para la realización de mapas de ruido en aquellos países que carezcan del suyo propio, según se describe en la recomendación 2003/613/EC de la Comisión Europea.

La elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido engloba la generación del modelo digital, la definición de los parámetros de entrada, el cálculo de los mapas y la evaluación de los resultados obtenidos.

El modelo 3D estará constituido por la topografía y las edificaciones del ámbito de estudio, el tramo/s de carretera que conforman la UME, y los elementos singulares concretos de cada caso (viaductos, pasos superiores, muros, pantallas acústicas,...).

- Carreteras: datos de tráfico (IMD y porcentaje de pesados), características del firme, tipo de flujo y límites de velocidad.
- Edificios: tipo de uso, altura, número de plantas, número de habitantes (en caso de ser residencial) y coeficiente de absorción alfa.
- Viaductos: longitud de apantallamiento.
- Muros y pantallas: pérdidas por reflexión.
- Terreno: coeficientes de absorción.
- Túneles: radiación procedente de las entradas y salidas.

Definido el modelo e introducidos los parámetros y configuración, se lleva a cabo la simulación acústica, obteniéndose de este modo los Mapas Estratégicos de Ruido.

6.2.- CREACIÓN DEL MODELO 3D

En el presente apartado se describen los procesos necesarios para la definición del escenario de modelización en el software de cálculo a partir de la información base.

La definición de cada uno de los atributos que caracterizan los elementos del modelo se realizó en GIS previa incorporación al software de cálculo. El objeto de este tratamiento previo es el de sistematizar el proceso de creación del modelo, evitando errores u omisiones en la definición del escenario.

6.2.1.- INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA

Para llevar a cabo el modelado digital del terreno (MDT) se empleó como fuente de información el vuelo LIDAR suministrado por la Axencia Galega de Infraestruturas, del que se extrajo la nube de puntos que conforman el terreno. Posteriormente, mediante un proceso de triangulación se obtuvieron las curvas de nivel cada metro.



Figura 7. Detalle de los puntos LIDAR facilitados



Figura 8. Detalle del MDT generado

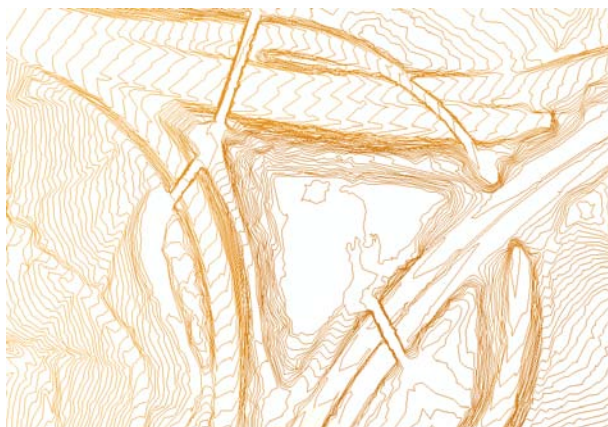


Figura 9. Curvado finalmente obtenido a partir de los puntos LIDAR

6.2.2.- INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO

Mediante el empleo de herramientas GIS, el eje de la carretera se definió a partir del conjunto de datos geométricos facilitados por la Axencia Galega de Infraestruturas, disponiendo de puntos cada 10 m, con la siguiente información:

- Coordenadas X, Y, Z.
- Número de carriles.
- Anchos de plataforma, calzada y arcenes.
- Peraltes y pendientes.

Las características geométricas que definen el eje cada 10 m se extendieron para cada punto 5 m antes y 5 m después. Una vez definido el eje se procedió a la corrección y depuración de la información, comparando los ejes con la ortofoto actualizada y con los datos tomados en las preceptivas visitas a campo realizadas. Establecida la geometría definitiva de la vía, se definieron en GIS los atributos que

caracterizan la emisión acústica, con anterioridad a su importación desde CadnaA. A continuación se describe cada uno de los atributos considerados, los datos de partida disponibles, así como el tratamiento realizado previa incorporación al modelo:

- Geometría: la PO-340, cuenta en todo el tramo de estudio con una única calzada con dos carriles, excepto en las incorporaciones y salidas que cuenta con 3. El ancho medio del carril es de 3,6 m. El arcén derecho cuenta con un ancho medio de 1,3 m variable entre los 0 y 4,5 m, mientras que el arcén izquierdo cuenta con un ancho medio de 1,4 m variable entre los 0 y 3,7 m.:
- Datos de tráfico: los datos de tráfico utilizados para el cálculo de los niveles sonoros fueron sido los correspondientes a las Memorias de Aforos del año 2012, proporcionadas por la Axencia Galega de Infraestruturas.

Tomando como base la distribución horaria en un día medio, se llevó a cabo el cálculo de la IMD por hora para cada uno de los periodos considerados (día, tarde y noche). Puesto que para el tramo Enl. A Ramallosa(AG-57) - A Ramallosa (PO-552) no se disponía de distribución horaria, al valor de la IMD diaria del año 2012 se le aplicó la distribución porcentual del otro tramo que conforma la UME, obteniéndose de esta forma la IMD por hora.

Respecto a la distribución de pesados, se aplicó para todos los tramos y todos los periodos considerados el valor diario del tramo Gondomar (PO-331) - Enl. A Ramallosa(AG-57), recogido en la Memoria de Aforos.

Para el caso específico de las gloriets el tráfico fue cuantificado como la suma de las IMD de las entradas dividida por el número de salidas.

UME	VÍA	TRAMO	IMD				% PESADOS
			(VEH/DÍA)	DÍA (VEH/H)	TARDE (VEH/H)	NOCHE (VEH/H)	
01	PO-340	Gondomar (PO-331) - Enl. A Ramallosa(AG-57)	12.467	699,3	755,8	131,6	3,6
		Enl. A Ramallosa(AG-57) - A Ramallosa (PO-552)	14913	836,4	904,0	157,5	3,6

Tabla 3. Datos de tráfico

- Límite de velocidad: partiendo de la velocidad límite permitida por la normativa para la vía objeto de estudio (80 km/h), se determinaron los tramos con restricciones de velocidad a partir de los datos de señalización vertical aportados por la Axencia Galega de Infraestruturas, realizándose una revisión de los mismos en las visitas a campo realizadas. En aquellos lugares en los que se detectó señalización insuficiente o contradictoria (ausencia de señales de fin de limitación de velocidad, tramos interurbanos sin especificación de la velocidad máxima permitida,...) se optó por definir tramos los más homogéneos posibles, tomando siempre el valor de velocidad más desfavorable (la mayor de los posibles).

Para cada una de los subtramos se establecieron límites de velocidad diferenciados en función del tipo de vehículo que circule (ligero o pesado), ya que según el límite establecido dicha velocidad puede no ser coincidente.

Para el caso específico de las glorietas se definió una velocidad de 40 km/h, tanto para vehículos ligeros como pesados.

Así, para todo este tramo de estudio, se definió una velocidad de 50 km/h, correspondiente a la velocidad establecida para tramos de travesía, con limitaciones de 40 km/h en el núcleo de Gondomar y la glorieta bajo la AG-57.

- Superficie de la carretera: el tipo de firme tiene influencia directa sobre la emisión de la vía. La UME objeto de estudio presenta una capa de asfalto bituminoso en toda su longitud.
- Tipo de flujo: de forma general se consideró que el flujo es continuo fluido, salvo en las glorietas donde se definió como continuo en pulso.

Una vez definida la geometría y los parámetros característicos de cada subtramo de 10 m que compone la UME, se procedió a su importación en CadnaA como carretera en formato shape. Por último, para conseguir que la carretera se acople por completo al terreno, se realizó el ajuste del MDT al objeto bajo la plataforma de la vía.

6.2.3.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS

Tomando como base la capa shape de la Dirección General del Catastro, se realizó una revisión general del ámbito de trabajo, completándose aquellas zonas que presentaban carencia de edificaciones recientes. Esta revisión se hizo a partir de las

fotografías aéreas del PNOA y mediante visitas a campo. Así, se elaboró una cobertura de polígonos revisada a través de:

- La digitalización de los edificios inexistentes en el Catastro.
- La eliminación de los elementos que ya no existen o que no se corresponden con edificios (invernaderos, piscinas,...).

6.2.3.1.- ALTURA

La altura de las edificaciones se definió a partir del número de plantas contempladas en los datos del Catastro, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La altura mínima de un edificio es de 4 m.
- En los edificios residenciales, sanitarios y educativos se consideró una altura de 4 m para las plantas bajas, y de 3 m para el resto.
- Aquellas edificaciones que comparten código catastral y están claramente unidas se agruparon como un único edificio, asignándole el número de plantas correspondiente al edificio más alto con código compartido.

Para aquellos edificios que no se encuentran contenidos en la base de datos de Catastro y que fueron digitalizados posteriormente, el número de plantas fue estimado a partir de la revisión de la fotografía aérea y de las visitas, corrigiendo y depurando errores de la información catastral de base (alturas inexistentes o excesivas).

6.2.3.2.- USO

Partiendo de los metadatos descargados de la Sede Electrónica del Catastro, los usos de los edificios se completaron a través de las siguientes fuentes de información:

- Fotografías aéreas del PNOA.
- Información de las visitas a campo realizadas.

Los usos identificados fueron:

- Residencial.
- Sanitario y docente.
- Industrial, terciario y otros.

A todos los edificios de la zona de estudio se asignó uno de los anteriores usos con el fin de identificar los edificios residenciales para el cálculo de la población, así como

para determinar las áreas acústicas en la elaboración de los mapas de zonas de conflicto. Además, se identificaron los edificios de tipo docente y sanitario por ser receptores sensibles, a través de la información disponible en las siguientes fuentes:

- Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria de la Xunta de Galicia.
- Consellería de Sanidade de la Xunta de Galicia.

6.2.3.3.- POBLACIÓN ASIGNADA

Uno de los objetivos de los MER es la obtención del número de personas expuestas a los diferentes niveles de ruido, para lo que se realizó un tratamiento consistente en el reparto de la población entre los edificios residenciales existentes.

La información de partida se obtuvo del padrón municipal de habitantes del año 2013 del Instituto Galego de Estatística (IGE). Tomando como base la población de cada municipio, y una vez identificados los edificios residenciales de cada uno, se hizo un reparto proporcional de la población en función de la superficie residencial total construida. El número de habitantes en cada se calculó como el producto del coeficiente de habitabilidad anteriormente definido por la superficie de cada edificio residencial, resultando:

MUNICIPIO	POBLACIÓN	SUP. TOTAL RESIDENCIAL (m ²)	COEF. HABITABILIDAD (HAB/m ²)
Gondomar	14.005	910.457	0,0154
Nigrán	17.738	1.478.865	0,0120

Tabla 4. Datos de población en los municipios afectados

En el caso de los edificios sensibles se cuantificó el número de alumnos en los edificios de uso docente, y de camas en los de uso sanitario.

6.2.3.4.- EFECTO REFLECTANTE

Para tener en cuenta el efecto reflectante de las edificaciones se asignó un Coeficiente de Absorción Alfa de 0,4 en todos los casos.

6.2.3.5.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS EN CADNAA

Una vez depurada y corregida la capa de edificaciones, con todos los atributos definidos se importaron desde CadnaA como edificio en formato shape.

En última instancia se hizo una revisión general del modelo, subsanándose aquellos desajustes existentes entre la topografía y la base de los edificios ("enterramientos"), así como los solapes entre la plataforma de la vía y las edificaciones incorporadas.

6.2.4.- MODELADO DE TÚNELES

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad túneles en la presente UME.

6.2.5.- MODELADO DE VIADUCTOS

Aquellos tramos de la carretera que presentan viaductos, puentes, pontones o pasos inferiores de grandes dimensiones fueron modelizados evitando la emisión acústica bajo el plano de la plataforma de la vía. Para ello, siguiendo las recomendaciones del software predictivo, estos tramos se configuraron como auto-apantallados con una anchura adicional de 1,5 m a izquierda y derecha.

Previamente al auto-apantallado del tramo de vía definió la geometría del viaducto, corroborándose el correcto apoyo de los estribos y corrigiéndose cuando fuese necesario, el curvado LIDAR bajo los estribos.

La identificación de los diferentes elementos (viaductos, puentes, pontones y pasos inferiores) se realizó en base a la revisión de la ortofoto, completándose con los datos tomados en las visitas a campo realizadas.

6.2.6.- MODELADO DE PASOS SUPERIORES

En el modelo se definieron únicamente aquellos pasos superiores que presentan un ancho superior a 25 m, incorporándose como reflectores 3D, como es el caso de la G-57.

La geometría del paso se corresponde con el tramo de la AG-57 que discurre sobre la UME objeto de estudio, siendo el único atributo considerado las pérdidas por reflexión.

6.2.7.- INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pantallas acústicas en la presente UME.

6.2.8.- INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO

Las características del suelo son un factor determinante en la propagación del ruido, por lo que en la modelización efectuada se definieron diferentes áreas de absorción.

De forma genérica se considera el terreno base como absorbente ($G=1$, sin embargo se definieron ciertas áreas de carácter urbano e industrial como reflectantes ($G=0$), realizándose la zonificación del territorio en base a los usos del suelo definidos por el Instituto de Estudios do Territorio. De esta forma, las áreas consideradas como reflectantes son las correspondientes a núcleos de población, tejido urbano continuo y zonas industriales, comerciales y de servicios.

La incorporación de estas zonas al modelo se realizó importándose como áreas de absorción del suelo en formato shape.

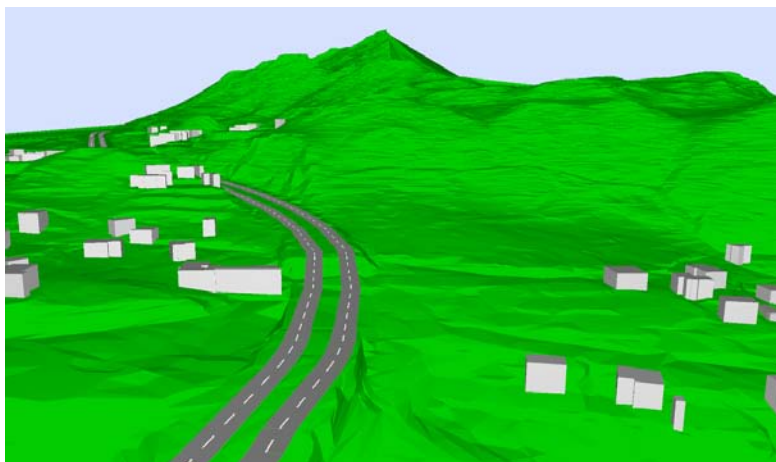


Figura 10. Vista 3D de la modelización efectuada

6.3.- CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D

Para la elaboración de los MER de cada UME, con anterioridad a la introducción de los diferentes elementos que componen el modelo, es preciso definir una configuración de cálculo en el software de acuerdo a la Directiva 2002/49/CE donde se identifiquen los parámetros necesarios para la correcta definición del escenario previsto.

- La norma empleada para el cálculo es la NMPB-Routes-96.
- El espaciado de los receptores en la malla de cálculo es de 10 x 10 m a una altura de 4 m sobre el suelo.
- El orden máximo de reflexiones consideradas es de 1.
- Se estableció un radio máximo de búsqueda de 2.000 m.
- El porcentaje de condiciones favorables día/noche se corresponde con un 50% en periodo diurno, un 75% en periodo vespertino y un 100% en periodo nocturno.
- Siguiendo las recomendaciones de la European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN), las condiciones atmosféricas consideradas son una temperatura de 15°C y una humedad del 70%.
- El cálculo de la atenuación sufrida por las ondas sonoras en el medio ambiente exterior se obtiene de acuerdo a los procedimientos de la ISO 9613.
- Los valores de inmisión considerados son L_{dia} , L_{tarde} , L_{noche} y L_{den} , todos ellos en dBA, a una altura de evaluación de 4 m.
- La designación de horas para los periodos considerados es de 07:00 a 19:00 día, de 19:00 a 23:00 tarde y de 23:00 a 07:00 noche.
- Se aplicó una penalización de 0 dB para el periodo diurno, de 5 dB para el vespertino y de 10 dB para el nocturno.
- Para la evaluación de los niveles de ruido en fachada de edificios se consideró una altura de las plantas bajas de 4 m y de 3 m para el resto. Asimismo, se tuvo en cuenta únicamente el sonido incidente, es decir, no se consideró el sonido reflejado en la fachada donde se realiza la evaluación, aunque sí las reflexiones en el resto de edificios y obstáculos presentes en el área de estudio.

7.- PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN

Para determinar los indicadores y los niveles límites de referencia que permitan evaluar la afección al ruido, se recurrió a la legislación vigente en materia de objetivos de calidad acústica que viene fijada en 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, concretamente lo

recogido en el Capítulo III "Zonificación acústica. Objetivos de calidad acústica" y en el Capítulo IV "Emisores acústicos. Valores límite de emisión e inmisión".

El artículo 14 del citado Real Decreto dice textualmente:

1. En las áreas urbanizadas existentes se establece como objetivo de calidad acústica para ruido el que resulte de la aplicación de los siguientes criterios:

a) Si en el área acústica se supera el correspondiente valor de alguno de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla A, del anexo II, su objetivo de calidad acústica será alcanzar dicho valor.

ANEXO II

Objetivos de calidad acústica

Tabla A. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes.

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L_d	L_e	L_n
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.

Tabla 5. Objetivos de calidad acústica

En relación al tipo de área f se aplicará el Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica 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.

Como se puede observar en la tabla anterior, los objetivos se establecen para los índices de ruido, L_d , L_e y L_n , cuya definición según 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, es:

L_d es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año.

L_e es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año.

L_n es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año.

En vista de lo expuesto, la evaluación de la exposición al ruido de la población pasará por determinar cada uno de los indicadores L_d, L_e y L_n, y compararlos con los niveles límite establecidos en los objetivos de calidad acústica para cada tipo de área.

8.- RESULTADOS

Conforme a la normativa vigente, la elaboración de un mapa estratégico conlleva la obtención de una información gráfica y otra alfanumérica, representada mediante mapas y tablas de afección.

La escala básica de representación de los Mapas Estratégicos de Ruido contenidos en el presente documento es 1/25.000, siendo la base cartográfica la 1/5.000 de la Xunta de Galicia. El sistema de proyección es ETRS-89, zona 29 N.

En la elaboración de los MER de cada UME, el área de estudio vino delimitada por la longitud del tramo/s de carretera que define la propia UME y por una banda, con un ancho de 1.500 m a cada lado del eje de la calzada.

8.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS

Son mapas de líneas isófonas elaborados a partir de los niveles de ruido calculados en puntos receptores a lo largo de toda la zona de estudio.

Se elaboraron los planos de niveles sonoros representando los indicadores establecidos por la legislación básica estatal y las recomendaciones del Ministerio de Fomento, siendo los mapas generados los siguientes:

- Mapa de niveles sonoros de L_d en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.

- Mapa de niveles sonoros de L_e en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_n en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70.
- Mapa de niveles sonoros de L_{den} en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.

Lden, Ld, Le

Rango	Descripción	R	G	B
> 75	Rosa fuerte	255	0	255
70-75	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
≤ 55	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	55-60
	60-65
	65-70
	70-75
	>75

Figura 11. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del Ld, Le y Lden

L_n

Rango	Descripción	R	G	B
>70	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
50-55	Verde	100	200	0
≤ 50	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	50-55
	55-60
	60-65
	65-70
	>70

Figura 12. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del L_n

8.2.- POBLACIÓN EXPUESTA

8.2.1.- METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA

La determinación de la situación acústica a partir de los mapas de niveles sonoros requiere el análisis de la afección del ruido sobre la población. En esta línea, la normativa establece que debe estimarse el número de personas expuestas a ciertos rangos de niveles de presión sonora, sin entrar en detalles técnicos de cómo proceder.

Existen diferentes métodos para determinar los niveles de exposición en fachada para cada uno de los edificios, conforme a la normativa y a las guías de trabajo internacionales en materia de contaminación acústica.

La Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, con el fin de determinar la exposición al ruido ambiental de los Estados Miembros, establece en su Anexo VI que

deberá comunicarse a la comisión europea, para el caso de las aglomeraciones sobre las que se realice el Mapa Estratégico de Ruidos (MER), la siguiente información:

- Número estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas 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 en la fachada más expuesta: (55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75), distinguiendo entre el tráfico rodado, el tráfico ferroviario, el tráfico aéreo y las fuentes industriales.
- El número total estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de L_n en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70), distinguiendo entre el tráfico rodado, ferroviario, aéreo y las fuentes industriales.

Este planteamiento, denominado END (European Noise Directive), es el que debe utilizarse para entregar los resultados a la comisión europea, siendo también habitual para la entrega al resto de administraciones. Sin embargo, este procedimiento, es el que proporciona peores resultados con respecto a la exposición real de la población, arrojando valores de población afectada a distintos rangos de niveles sonoros muy superiores a la realidad, por lo resulta necesario plantear otros métodos que, de forma adicional, arrojen resultados que no sobreestimen la población expuesta.

A continuación se presentan los siguientes procedimientos de estimación de la población afectada por ruido ambiental:

- Método END
- Método VBEB Alemán

8.2.1.1.- MÉTODO END

El método END (European Noise Directive) se presenta en la Directiva Europea 2002/49/CE como un método para satisfacer la obligación de proporcionar a la comisión europea los datos del número estimado de personas cuyas viviendas están expuestas a diferentes rangos de L_{den} y L_n , a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta, aquella que soporta mayor nivel de presión sonora.

Esta estimación, requiere del cálculo de receptores específicos en cada una de las fachadas de los edificios, a una altura relativa de 4 metros respecto al suelo y tomando

las consideraciones necesarias para excluir las reflexiones acústicas de la propia fachada como ruido incidente en el propio receptor.

Este planteamiento, supone que todos los habitantes de cada edificio están sometidos al mayor nivel de presión sonora registrado en la fachada más expuesta, lo que no se acerca a la situación real, en la que la población se distribuye a lo largo del edificio, en relación a la posición de las viviendas. Este procedimiento podría dar resultados próximos a la realidad en viviendas unifamiliares, pero en el caso de edificios de varias plantas se obtendría un resultado de población expuestas sobreestimado.

8.2.1.2.- MÉTODO VBEB

El método alemán VBEB (Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm) permite obtener los valores reales de afección a los que se encuentra expuesta la población. Su procedimiento contempla la distribución de receptores de niveles de presión sonora a lo largo de las fachadas, estableciendo estos a diferentes niveles de altura en función del número de plantas.

Cada uno de estos receptores determinará el nivel de presión sonora al que se encuentra expuesta cada vivienda, considerando el parámetro de altura, a diferencia del método END expuesto anteriormente, en el que la evaluación de la exposición se realizaba a 4 m del suelo.

Esta metodología permite afinar los resultados al distribuir la población de cada edificio a lo largo del perímetro en planta y de las alturas. Como se puede intuir, los niveles de presión sonora evaluados a diferentes alturas proporcionarán resultados distintos, en función de la mayor o menor distancia a la fuente y las posibles reflexiones de los edificios del entorno, encontrándose, de esta forma, los habitantes de viviendas a diferentes alturas, en una misma planta, expuestas a distintos grados de afección.

8.2.2.- TABLAS DE RESULTADOS

8.2.2.1.- POBLACIÓN AFECTADA

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)						
RANGO (dBA)	Ld		Le		Lden	
	END	VBEB	END	VBEB	END	VBEB
55 – 59	4	3	4	3	5	4
60 – 64	3	2	3	2	3	3
65 – 69	4	2	4	2	3	2
70 – 74	3	0	3	0	5	1
≥ 75	0	0	0	0	0	0

Tabla 6. Valores de población afectada (en centenas) para los periodos Ld, Le y Lden en función del método considerado

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)		
RANGO (dBA)	Ln	
	END	VBEB
50 – 54	3	3
55 – 59	3	2
60 – 64	6	1
65 – 69	0	0
≥ 70	0	0

Tabla 7. Valores de población afectada (en centenas) para el periodo Ln en función del método considerado

A la vista de los resultados contenidos en las tablas adjuntas, se puede observar como para valores bajos de ruido los métodos END y VBEB arrojan datos de población expuesta similares. Sin embargo, con rangos de emisión sonora por encima de 65 dB para los periodos Ld, Le y Lden, y de 60 dB para el Ln se observan diferencias en los datos relativos a población expuesta según el método empleado, aunque el cómputo total en ambos casos es relativamente bajo. Estas diferencias radican en las consideraciones de cada método para determinar la población expuesta. Como se comentó en epígrafes anteriores, el método END asume que todos los habitantes de cada edificio están sometidos al mayor nivel de presión sonora registrado a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta. En consecuencia, dado que parte de los tramos objeto de estudio discurren por travesías con presencia de edificios residenciales de varias alturas adyacentes a la vía, parece que estos

resultados no se aproximan a la realidad, al suponer que todos los habitantes de estos edificios se encuentran afectados por el valor de la fachada más expuesta.

En contraposición, el método VBEB, al distribuir la población de cada edificio a lo largo del perímetro en planta y de las alturas permite obtener un resultado más ajustado a la realidad, ya que no toma el conjunto del edificio como afectado por la isófona más desfavorable, sino que estima la afección de la población según el valor obtenido en cada receptor de fachada calculado.

8.2.2.2.- VIVIENDAS AFECTADAS

Nº VIVIENDAS AFECTADAS (EN CENTENAS)					
RANGO (dBA)	Ld	Le	Lden	RANGO (dBA)	Ln
55 – 59	1	1	1	50 – 54	1
60 – 64	1	1	1	55 – 59	1
65 – 69	1	1	1	60 – 64	1
70 – 74	0	0	1	65 – 69	0
≥ 75	0	0	0	≥ 70	0

Tabla 8. Número de viviendas expuestas (en centenas) a distintos rangos de nivel sonoro para los periodos Ld, Le, Ln y Lden

Al igual que ocurre con la exposición de la población, el número de viviendas afectadas por el ruido de la carretera es relativamente bajo.

8.2.2.3.- EDIFICIOS SENSIBLES

AFECCIÓN A EDIFICIOS SENSIBLES				
RANGO (dBA)	SANITARIOS		DOCENTES	
	Lden		Lden	
	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº CAMAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº ALUMNOS (CENTENAS)
55 – 59	0	0	1	5
60 – 64	0	0	0	0
65 – 69	0	0	0	0
70 – 74	0	0	1	6
≥ 75	0	0	0	0

Tabla 9. Número de edificios sensibles (unidades) y camas/alumnos (en centenas) expuestas a distintos rangos para el periodo Lden.

A raíz de la modelización efectuada se puede concluir que los edificios sensibles afectados por el ruido de la UME estudiada son los que siguen:

- CEIP Chano Piñeiro, en el que en función del número de aulas se estimó el número de alumnos en 450.
- IES Escolas Proval, que según fuentes del propio centro cuenta con 595 alumnos.

8.3.- MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN

Se obtuvo a partir del mapa de niveles sonoros del indicador Lden.

Incluye los datos de superficies totales (en km²), expuestas a valores de Lden superiores a 55, 65, y 75 dB, respectivamente. En ellos se indica además el número total estimado de viviendas (en centenares), y el número total estimado de personas (en centenares) que viven en cada una de esas zonas.

Las isófonas correspondientes a 55, 65 y 75 dB figuran en el mapa y se incluye información sobre la ubicación de las ciudades, pueblos y aglomeraciones situadas dentro de esas curvas.

EXPOSICIONES A DIFERENTES VALORES Lden					
RANGO (dBA)	SUPERFICIE	POBLACIÓN		EDIFICIOS SENSIBLES	
	(km ²)	Nº VIVIENDAS (CENTENAS)	Nº PERSONAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS SANITARIOS (UD)	Nº EDIFICIOS DOCENTES (UD)
≥ 55	0,70	2	8	0	1
≥ 65	0,24	2	9	0	1
≥ 75	0,00	0	0	0	0

Tabla 10. Datos relativos a zonas de afección para el periodo Lden

Observando los resultados de los mapas de afección se puede concluir que las superficies afectadas por rangos superiores a 65 dB son de reducidas dimensiones, por lo que la población afectada se corresponde con edificios residenciales próximos a la vía.

9.- CONCLUSIÓN

Con la realización del presente estudio se elaboraron los Mapas Estratégicos de Ruido de los tramos Gondomar (PO-331) - Enl. A Ramallosa(AG-57) y Enl. A Ramallosa(AG-57) - A Ramallosa (PO-552) de la vía PO-340 (perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia), de acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE de 25 de junio de 2002 sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental y en la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, considerando alcanzados los objetivos planteados inicialmente así como los establecidos en la legislación vigente.

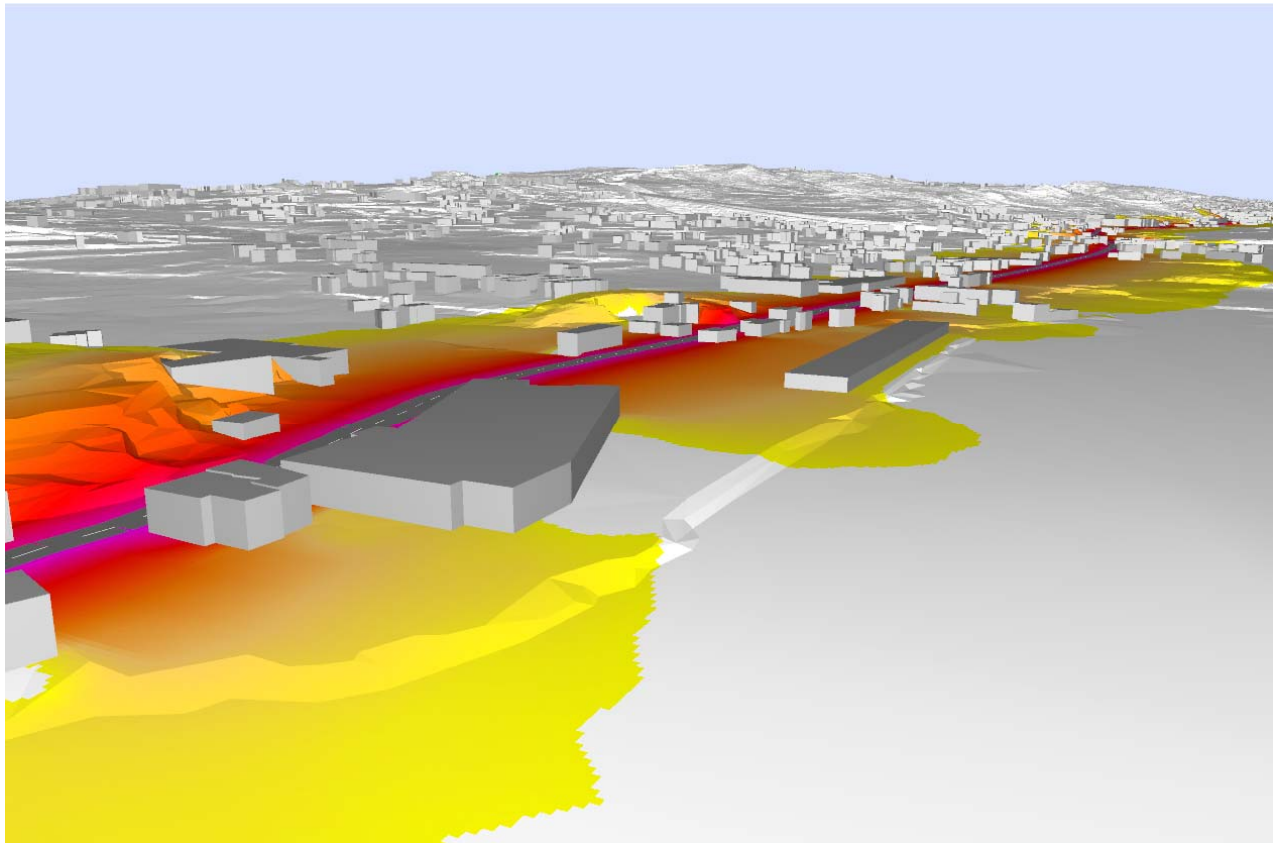
La elaboración de este estudio constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias que se deban realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones.

II PLANOS



XUNTA DE GALICIA

CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



CLAVE

PO/13/042.09.2

TIPO DE ESTUDIO

MAPA EXTRATÉXICO DE RUÍDO

DOCUMENTOS

DOCUMENTO RESUME

ESTRADA

PO-403
SALVATERRA (PO-400) - PONTEAREAS (N-120)

PUNTOS QUILOMÉTRICOS

8+550 – 11+280

DATA

XULLO 2014

CONSULTOR



I MEMORIA

I MEMORIA

1.-	INTRODUCCIÓN	4
2.-	OBJETO DEL ESTUDIO	4
3.-	AUTORIDAD RESPONSABLE.....	5
4.-	PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES	5
5.-	ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME	6
6.-	METODOLOGÍA	9
6.1.-	MODELO DE SIMULACIÓN.....	10
6.2.-	CREACIÓN DEL MODELO 3D	11
6.2.1.-	INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA.....	11
6.2.2.-	INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO.....	12
6.2.3.-	INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS	14
6.2.4.-	MODELADO DE TÚNELES.....	16
6.2.5.-	MODELADO DE VIADUCTOS	16
6.2.6.-	MODELADO DE PASOS SUPERIORES.....	16
6.2.7.-	INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS.....	17
6.2.8.-	INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO	17
6.3.-	CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D	18
7.-	PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN	19
8.-	RESULTADOS.....	20
8.1.-	MAPAS DE NIVELES SONOROS.....	21
8.2.-	POBLACIÓN EXPUESTA	22
8.2.1.-	METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA.....	22
8.2.2.-	TABLAS DE RESULTADOS.....	24

8.3.-	MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN.....	26
9.-	CONCLUSIÓN	27

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	ÁMBITO ESTUDIO.....	6
FIGURA 2.	PO-403 ANGOARES.....	7
FIGURA 3.	PO-403 ABELLEIRA.....	7
FIGURA 4.	PO-403 PONTEAREAS.....	8
FIGURA 5.	PLANO DE UBICACIÓN DE LA UME OBJETO DE ESTUDIO	9
FIGURA 6.	DETALLE DE LA VISTA DINÁMICA DEL MODELO TRIDIMENSIONAL GENERADO	9
FIGURA 7.	DETALLE DE LOS PUNTOS LIDAR FACILITADOS.....	11
FIGURA 8.	DETALLE DEL MDT GENERADO	11
FIGURA 9.	CURVADO FINALMENTE OBTENIDO A PARTIR DE LOS PUNTOS LIDAR	11
FIGURA 10.	VISTA 3D DE LA MODELIZACIÓN EFECTUADA	17
FIGURA 11.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LD, LE Y LDEN.....	21
FIGURA 12.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LN....	21

LISTA DE TABLAS

TABLA 1.	TRAMOS DE LA VÍA OBJETO DE ESTUDIO	5
TABLA 2.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA UME ESTUDIADA	8
TABLA 3.	DATOS DE TRÁFICO.....	13
TABLA 4.	DATOS DE POBLACIÓN EN LOS MUNICIPIOS AFECTADOS	15
TABLA 5.	OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA.....	19
TABLA 6.	VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA LOS PERIODOS LD, LE Y LDEN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO.....	24
TABLA 7.	VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA EL PERIODO LN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO	24

TABLA 8. NÚMERO DE VIVIENDAS EXPUESTAS (EN CENTENAS) A DISTINTOS RANGOS DE NIVEL SONORO PARA LOS PERIODOS LD, LE, LN Y LDEN..... 25

TABLA 9. NÚMERO DE EDIFICIOS SENSIBLES (EN UNIDADES) Y CAMAS/ALUMNOS (EN CENTENAS) EXPUESTAS A DISTINTOS RANGOS PARA EL PERIODO LDEN..... 26

TABLA 10. DATOS RELATIVOS A ZONAS DE AFECCIÓN PARA EL PERIODO LDEN..... 27

II PLANOS

0.- PLANO DE SITUACIÓN

1.- MAPAS NIVELES SONOROS

1.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS DÍA (1:25.000)

1.2.- MAPAS DE NIVELES SONOROS TARDE (1:25.000)

1.3.- MAPAS DE NIVELES SONOROS NOCHE (1:25.000)

1.4.- MAPAS DE NIVELES SONOROS Lden (1:25.000)

2.- MAPAS DE AFECCIÓN

2.1.- MAPA DE ZONA DE AFECCIÓN (1:25.000)

1.- INTRODUCCIÓN

La aprobación de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental establece la necesidad de elaborar, en una primera fase, los Mapas Estratégicos de Ruido (MER) de grandes ejes viarios cuyo tráfico supere los seis millones de vehículos al año, para en una segunda fase realizar los mapas correspondientes a los grandes ejes viarios con tráfico superior a tres millones de vehículos al año.

La Directiva 2002/49/CE define el Mapa Estratégico de Ruido como "un 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."

Para la aplicación de la citada directiva en el territorio español se elaboró la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, que no se limita a transponer el contenido de la directiva, sino que trata de regular, a través de una adecuada distribución de competencias administrativas y del establecimiento de los mecanismos oportunos, la mejora de la calidad acústica en nuestro entorno.

Con el objeto de desarrollar esta ley se formuló el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, en cuanto a la evaluación y gestión del ruido ambiental, con la finalidad de prever, reducir o evitar los efectos nocivos, incluyendo las molestias derivadas de la exposición al ruido ambiental. A tal efecto se desarrollan los conceptos de ruido ambiental y sus efectos y molestias sobre la población, junto con una serie de medidas que permiten la consecución de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido, los planes de acción y la información a la población.

A fin de dar cumplimiento a la legislación vigente, la Consellería de Medio Ambiente Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, promueve la segunda fase de elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido de las vías pertenecientes a la Red Autonómica de Carreteras de Galicia.

2.- OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto del presente documento resumen es el de plasmar, de forma sintética y fácilmente comprensible, los resultados arrojados por los Mapas Estratégicos de Ruido

de los siguientes tramos de la PO-403, perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia:

DENOMINACIÓN	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONGITUD (km)
Salvaterra (PO-400) - Ponteareas (N-120)	A-52 - Ponteareas	8,550	11,280	2,73

Tabla 1. Tramos de la vía objeto de estudio

Según se recoge en el Artículo 15 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, los mapas de ruido tendrán, entre otros, los siguientes objetivos:

- Permitir la evaluación global de la exposición a la contaminación acústica de una determinada zona.
- Permitir la realización de predicciones globales para dicha zona.
- Posibilitar la adopción fundada de planes de acción en materia de contaminación acústica y, en general, de las medidas correctoras adecuadas.

Asimismo, la elaboración de los MER constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias a realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones

3.- AUTORIDAD RESPONSABLE

La autoridad responsable de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruidos fue la Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, contando con la asistencia de la empresa ICEACSA Consultores S.L.U

4.- PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES

De acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, y en la Ley del Ruido y sus posteriores Reglamentos, tuvieron que realizarse, en una primera fase los Mapas Estratégicos de Ruido de las carreteras de más de 6 millones de vehículos al año; y en una segunda fase los de las carreteras de más de 3 millones de vehículos al año.

Por lo tanto, en la actualidad no se encuentra vigente ningún Programa de Acción contra el ruido derivado de la primera fase en la Unidad de Mapa Estratégico Salvaterra (PO-400) - Ponteareas (N-120) entre los PP.KK. 8+550 al 11+280.

Así, en cumplimiento de la legislación, se elabora en la segunda fase esta UME. El estudio constituye la primera aproximación a la problemática del ruido generado por la infraestructura viaria.

5.- ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME

El tramo de estudio de la PO-403, parte en la salida 294 de la A-52, en el núcleo de Angoares en dirección Ponteareas.

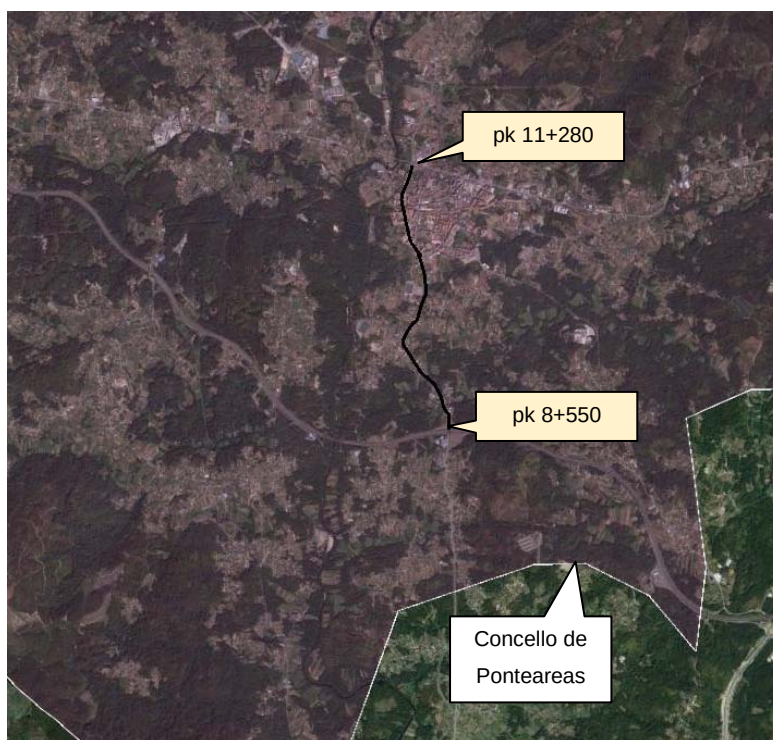


Figura 1. Ámbito estudio

Desde su inicio, en Angoares atraviesa una zona de edificaciones de tipo unifamiliar con dispersión, entre parcelas de prados y tierras de cultivos localizándose alguna nave de tipo comercial o almacén, antes del río Uma que salva mediante viaducto.



Figura 2. PO-403 Angoares

Tras el río Uma, entra en el núcleo de Abelleira con edificaciones unifamiliares pero con una mayor densidad, entre tierras de labor, además de a ambos lados de la carretera, disponiendo de aceras a ambos lados en todo el núcleo.



Figura 3. PO-403 Abelleira

Se mantienen las mismas características hasta la glorieta del pk 10+520 localizándose alguna superficie de tipo comercial. A partir de la glorieta, y continuando hasta el final, la carretera entra en el núcleo de Pontearreas, con un entramado urbano de bloques de edificios a ambos lados de la calzada de al menos 5 plantas de altura, hasta llegar a la N-120



Figura 4. PO-403 Ponteareas

La identificación de las Unidad de Mapa Estratégico (UME) se realizó conforme a los siguientes criterios generales:

- Una UME solamente puede incluir tramos pertenecientes a una misma vía.
- Todos los tramos que conforman la UME deben tener una IMD igual o superior a 3.000.000 veh/año, como establece la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental.

Teniendo en cuenta dichos criterios, los tramos recogidos en la tabla siguiente comprenden una única Unidad de Mapa Estratégico (UME), contemplándose como fuente de ruido independiente, analizándose su efecto por separado y obteniéndose un Mapa Estratégico de Ruido en el que únicamente se considera la propagación del ruido causado por el tronco de la infraestructura. Dichos mapas se corresponden al alcance de la segunda fase de la Directiva 2002/49/CE y su correspondiente transposición a la legislación estatal:

UME	VÍA	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONG (km)	IMD (VEH/DÍA)	% PESADOS	MUNICIPOS AFECTADOS
01	PO-403	A-52 - Ponteareas	8,550	11,280	2,73	11.470	4,1	Ponteareas

Tabla 2. Características generales de la UME estudiada

En la siguiente figura se observa la ubicación de la UME objeto de estudio.



Figura 5. Plano de ubicación de la UME objeto de estudio

6.- METODOLOGÍA

Para la realización de la simulación acústica fue necesaria la implementación de un modelo tridimensional del área de estudio, incluyendo carreteras, edificaciones y elementos singulares, tal y como se aprecia en la imagen adjunta.

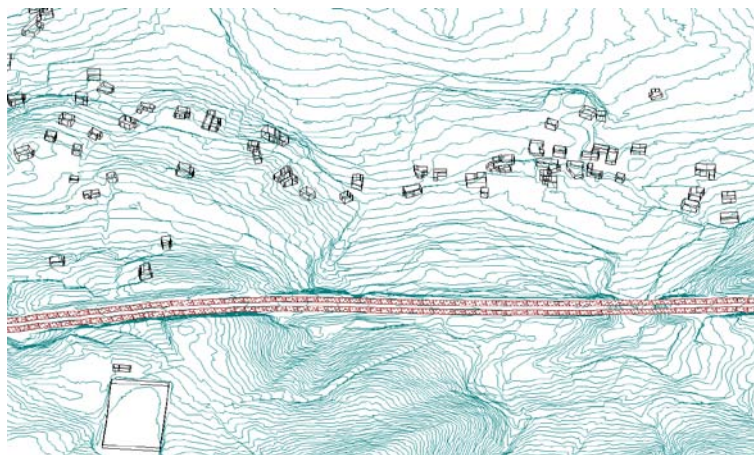


Figura 6. Detalle de la vista dinámica del modelo tridimensional generado

El software predictivo para la realización del modelo tridimensional del área de estudio, y para el posterior desarrollo de los cálculos matemáticos de propagación de ruido en

ambiente exterior y ejecución de los Mapas Estratégicos de Ruido, fue CadnaA Versión 4.4 (DataKustik GmbH). Con este software, y con un modelado del entorno preciso, se pueden determinar los niveles de ruido causados por el tráfico rodado. Tanto el procesado previo de la información de base como el análisis de los datos obtenidos se realizó mediante GIS.

6.1.- MODELO DE SIMULACIÓN

Siguiendo las disposiciones del Real Decreto 1513/2005, los índices de ruido del tráfico rodado fueron determinados por medio del método nacional de cálculo francés «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTULCPC-CSTB)», mencionado en el «Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal officiel du 10 mai 1995, article 6» y en la norma francesa «XPS 31-133». Este modelo es el propuesto de manera provisional por la Unión Europea para la realización de mapas de ruido en aquellos países que carezcan del suyo propio, según se describe en la recomendación 2003/613/EC de la Comisión Europea.

La elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido engloba la generación del modelo digital, la definición de los parámetros de entrada, el cálculo de los mapas y la evaluación de los resultados obtenidos.

El modelo 3D estará constituido por la topografía y las edificaciones del ámbito de estudio, el tramo/s de carretera que conforman la UME, y los elementos singulares concretos de cada caso (viaductos, pasos superiores, muros, pantallas acústicas,...).

- Carreteras: datos de tráfico (IMD y porcentaje de pesados), características del firme, tipo de flujo y límites de velocidad.
- Edificios: tipo de uso, altura, número de plantas, número de habitantes (en caso de ser residencial) y coeficiente de absorción alfa.
- Viaductos: longitud de apantallamiento.
- Muros y pantallas: pérdidas por reflexión.
- Terreno: coeficientes de absorción.
- Túneles: radiación procedente de las entradas y salidas.

Definido el modelo e introducidos los parámetros y configuración, se lleva a cabo la simulación acústica, obteniéndose de este modo los Mapas Estratégicos de Ruido.

6.2.- CREACIÓN DEL MODELO 3D

En el presente apartado se describen los procesos necesarios para la definición del escenario de modelización en el software de cálculo a partir de la información base.

La definición de cada uno de los atributos que caracterizan los elementos del modelo se realizó en GIS previa incorporación al software de cálculo. El objeto de este tratamiento previo es el de sistematizar el proceso de creación del modelo, evitando errores u omisiones en la definición del escenario.

6.2.1.- INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA

Para llevar a cabo el modelado digital del terreno (MDT) se empleó como fuente de información el vuelo LIDAR suministrado por la Axencia Galega de Infraestruturas, del que se extrajo la nube de puntos que conforman el terreno. Posteriormente, mediante un proceso de triangulación se obtuvieron las curvas de nivel cada metro.



Figura 7. Detalle de los puntos LIDAR facilitados



Figura 8. Detalle del MDT generado

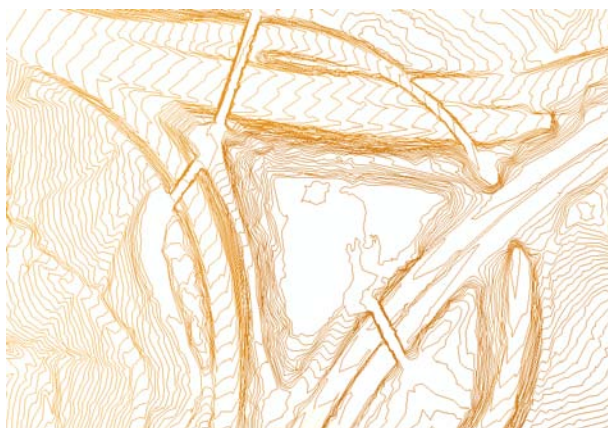


Figura 9. Curvado finalmente obtenido a partir de los puntos LIDAR

6.2.2.- INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO

Mediante el empleo de herramientas GIS, el eje de la carretera se definió a partir del conjunto de datos geométricos facilitados por la Axencia Galega de Infraestruturas, disponiendo de puntos cada 10 m, con la siguiente información:

- Coordenadas X, Y, Z.
- Número de carriles.
- Anchos de plataforma, calzada y arcenes.
- Peraltes y pendientes.

Las características geométricas que definen el eje cada 10 m se extendieron para cada punto 5 m antes y 5 m después. Una vez definido el eje se procedió a la corrección y depuración de la información, comparando los ejes con la ortofoto actualizada y con los datos tomados en las preceptivas visitas a campo realizadas. Establecida la geometría definitiva de la vía, se definieron en GIS los atributos que caracterizan la emisión acústica, con anterioridad a su importación desde CadnaA. A continuación se describe cada uno de los atributos considerados, los datos de partida disponibles, así como el tratamiento realizado previa incorporación al modelo:

- Geometría: la PO-403, cuenta en todo el tramo de estudio con una única calzada con dos carriles, excepto las salidas e incorporaciones que cuenta con 3. El ancho medio del carril es de 3,5 m. Ambos arcenes cuentan con un ancho medio inferior a 1m, variables entre 0 y 5,4 m.
- Datos de tráfico: los datos de tráfico utilizados para el cálculo de los niveles sonoros fueron los correspondientes a las Memorias de Aforos del año 2012, proporcionadas por la Axencia Galega de Infraestruturas.

Tomando como base la distribución horaria en un día medio, se llevó a cabo el cálculo de la IMD por hora para cada uno de los periodos considerados (día, tarde y noche). La IMD por hora se obtuvo a partir de la Memoria de Aforos de 2012.

Respecto a la distribución de pesados, se aplicó para todo el tramo y todos los periodos considerados el valor diario del tramo A-52 - Ponteareas, recogido en la Memoria de Aforos.

Para el caso específico de las glorietas el tráfico fue cuantificado como la suma de las IMD de las entradas dividida por el número de salidas.

UME	VÍA	TRAMO	IMD				% PESADOS
			(VEH/DÍA)	DÍA (VEH/H)	TARDE (VEH/H)	NOCHE (VEH/H)	
01	PO-403	A-52 - Pontearreas	11.470	670,8	612,0	121,5	4,1

Tabla 3. Datos de tráfico

- Límite de velocidad: partiendo de la velocidad límite permitida por la normativa para la vía objeto de estudio (80 km/h), se determinaron los tramos con restricciones de velocidad a partir de los datos de señalización vertical aportados por la Axencia Galega de Infraestruturas, realizándose una revisión de los mismos en las visitas a campo realizadas. En aquellos lugares en los que se detectó señalización insuficiente o contradictoria (ausencia de señales de fin de limitación de velocidad, tramos interurbanos sin especificación de la velocidad máxima permitida,...) se optó por definir tramos los más homogéneos posibles, tomando siempre el valor de velocidad más desfavorable (la mayor de los posibles).

Para cada una de los subtramos se establecieron límites de velocidad diferenciados en función del tipo de vehículo que circule (ligero o pesado), ya que según el límite establecido dicha velocidad puede no ser coincidente.

Como resultado del análisis de la señalización vertical se modelizó todo el tramo estudiado con una velocidad de 50 km/h.

Para el caso específico de las glorietas se definió una velocidad de 40 km/h, tanto para vehículos ligeros como pesados.

- Superficie de la carretera: el tipo de firme tiene influencia directa sobre la emisión de la vía. La UME objeto de estudio presenta una capa de asfalto bituminoso en toda su longitud.
- Tipo de flujo: de forma general se consideró que el flujo es continuo fluido, salvo en las glorietas donde se definió como continuo en pulso.

Una vez definida la geometría y los parámetros característicos de cada subtramo de 10 m que compone la UME, se procedió a su importación en CadnaA como carretera en formato shape. Por último, para conseguir que la carretera se acople por completo al terreno, se realizó el ajuste del MDT al objeto bajo la plataforma de la vía.

6.2.3.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS

Tomando como base la capa shape de la Dirección General del Catastro, se realizó una revisión general del ámbito de trabajo, completándose aquellas zonas que presentaban carencia de edificaciones recientes. Esta revisión se hizo a partir de las fotografías aéreas del PNOA y mediante visitas a campo. Así, se elaboró una cobertura de polígonos revisada a través de:

- La digitalización de los edificios inexistentes en el Catastro.
- La eliminación de los elementos que ya no existen o que no se corresponden con edificios (invernaderos, piscinas,...).

6.2.3.1.- ALTURA

La altura de las edificaciones se definió a partir del número de plantas contempladas en los datos del Catastro, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La altura mínima de un edificio es de 4 m.
- En los edificios residenciales, sanitarios y educativos se consideró una altura de 4 m para las plantas bajas, y de 3 m para el resto.
- Aquellas edificaciones que comparten código catastral y están claramente unidas se agruparon como un único edificio, asignándole el número de plantas correspondiente al edificio más alto con código compartido.

Para aquellos edificios que no se encuentran contenidos en la base de datos de Catastro y que fueron digitalizados posteriormente, el número de plantas fue estimado a partir de la revisión de la fotografía aérea y de las visitas, corrigiendo y depurando errores de la información catastral de base (alturas inexistentes o excesivas).

6.2.3.2.- USO

Partiendo de los metadatos descargados de la Sede Electrónica del Catastro, los usos de los edificios se completaron a través de las siguientes fuentes de información:

- Fotografías aéreas del PNOA.
- Información de las visitas a campo realizadas.

Los usos identificados fueron:

- Residencial.
- Sanitario y docente.
- Industrial, terciario y otros.

A todos los edificios de la zona de estudio se asignó uno de los anteriores usos con el fin de identificar los edificios residenciales para el cálculo de la población, así como para determinar las áreas acústicas en la elaboración de los mapas de zonas de conflicto. Además, se identificaron los edificios de tipo docente y sanitario por ser receptores sensibles, a través de la información disponible en las siguientes fuentes:

- Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria de la Xunta de Galicia.
- Consellería de Sanidade de la Xunta de Galicia.

6.2.3.3.- POBLACIÓN ASIGNADA

Uno de los objetivos de los MER es la obtención del número de personas expuestas a los diferentes niveles de ruido, para lo que se realizó un tratamiento consistente en el reparto de la población entre los edificios residenciales existentes.

La información de partida se obtuvo del padrón municipal de habitantes del año 2013 del Instituto Galego de Estatística (IGE). Tomando como base la población de cada municipio, y una vez identificados los edificios residenciales de cada uno, se hizo un reparto proporcional de la población en función de la superficie residencial total construida. El número de habitantes en cada se calculó como el producto del coeficiente de habitabilidad anteriormente definido por la superficie de cada edificio residencial, resultando:

MUNICIPIO	POBLACIÓN	SUP. TOTAL RESIDENCIAL (m ²)	COEF. HABITABILIDAD (HAB/m ²)
Ponteareas	23.326	1.408.544	0,0166

Tabla 4. Datos de población en los municipios afectados

En el caso de los edificios sensibles se cuantificó el número de alumnos en los edificios de uso docente, y de camas en los de uso sanitario.

6.2.3.4.- EFECTO REFLECTANTE

Para tener en cuenta el efecto reflectante de las edificaciones se asignó un Coeficiente de Absorción Alfa de 0,4 en todos los casos.

6.2.3.5.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS EN CADNAA

Una vez depurada y corregida la capa de edificaciones, con todos los atributos definidos se importaron desde CadnaA como edificio en formato shape.

En última instancia se hizo una revisión general del modelo, subsanándose aquellos desajustes existentes entre la topografía y la base de los edificios ("enterramientos"), así como los solapes entre la plataforma de la vía y las edificaciones incorporadas.

6.2.4.- MODELADO DE TÚNELES

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad túneles en la presente UME.

6.2.5.- MODELADO DE VIADUCTOS

Aquellos tramos de la carretera que presentan viaductos, puentes, pontones o pasos inferiores de grandes dimensiones fueron modelizados evitando la emisión acústica bajo el plano de la plataforma de la vía. Para ello, siguiendo las recomendaciones del software predictivo, estos tramos se configuraron como auto-apantallados con una anchura adicional de 1,5 m a izquierda y derecha.

Previamente al auto-apantallado del tramo de vía definió la geometría del viaducto, corroborándose el correcto apoyo de los estribos y corrigiéndose cuando fuese necesario, el curvado LIDAR bajo los estribos.

La identificación de los diferentes elementos (viaductos, puentes, pontones y pasos inferiores) se realizó en base a la revisión de la ortofoto, completándose con los datos tomados en las visitas a campo realizadas.

6.2.6.- MODELADO DE PASOS SUPERIORES

En el modelo se definieron únicamente aquellos pasos superiores que presentan un ancho superior a 25 m, incorporándose como reflectores 3D.

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pasos superiores con anchura superior a 25 m en la presente UME.

6.2.7.- INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pantallas acústicas en la presente UME.

6.2.8.- INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO

Las características del suelo son un factor determinante en la propagación del ruido, por lo que en la modelización efectuada se definieron diferentes áreas de absorción.

De forma genérica se considera el terreno base como absorbente ($G=1$, sin embargo se definieron ciertas áreas de carácter urbano e industrial como reflectantes ($G=0$), realizándose la zonificación del territorio en base a los usos del suelo definidos por el Instituto de Estudios do Territorio. De esta forma, las áreas consideradas como reflectantes son las correspondientes a núcleos de población, tejido urbano continuo y zonas industriales, comerciales y de servicios.

La incorporación de estas zonas al modelo se realizó importándose como áreas de absorción del suelo en formato shape.

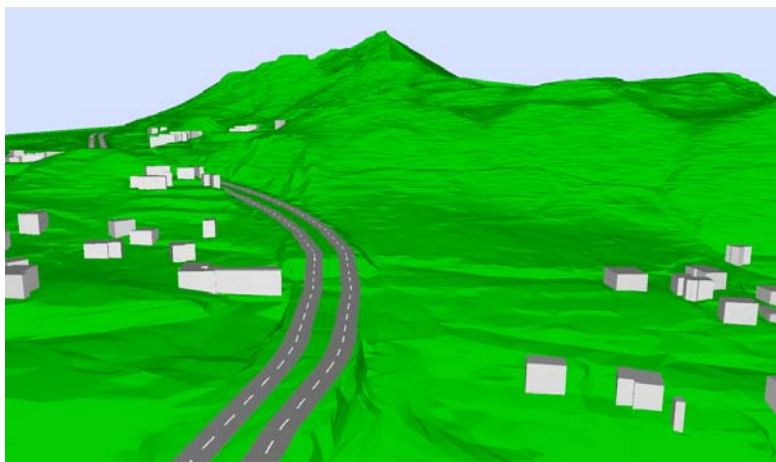


Figura 10. Vista 3D de la modelización efectuada

6.3.- CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D

Para la elaboración de los MER de cada UME, con anterioridad a la introducción de los diferentes elementos que componen el modelo, es preciso definir una configuración de cálculo en el software de acuerdo a la Directiva 2002/49/CE donde se identifiquen los parámetros necesarios para la correcta definición del escenario previsto.

- La norma empleada para el cálculo es la NMPB-Routes-96.
- El espaciado de los receptores en la malla de cálculo es de 10 x 10 m a una altura de 4 m sobre el suelo.
- El orden máximo de reflexiones consideradas es de 1.
- Se estableció un radio máximo de búsqueda de 2.000 m.
- El porcentaje de condiciones favorables día/noche se corresponde con un 50% en periodo diurno, un 75% en periodo vespertino y un 100% en periodo nocturno.
- Siguiendo las recomendaciones de la European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN), las condiciones atmosféricas consideradas son una temperatura de 15°C y una humedad del 70%.
- El cálculo de la atenuación sufrida por las ondas sonoras en el medio ambiente exterior se obtiene de acuerdo a los procedimientos de la ISO 9613.
- Los valores de inmisión considerados son L_{dia} , L_{tarde} , L_{noche} y L_{den} , todos ellos en dBA, a una altura de evaluación de 4 m.
- La designación de horas para los periodos considerados es de 07:00 a 19:00 día, de 19:00 a 23:00 tarde y de 23:00 a 07:00 noche.
- Se aplicó una penalización de 0 dB para el periodo diurno, de 5 dB para el vespertino y de 10 dB para el nocturno.
- Para la evaluación de los niveles de ruido en fachada de edificios se consideró una altura de las plantas bajas de 4 m y de 3 m para el resto. Asimismo, se tuvo en cuenta únicamente el sonido incidente, es decir, no se consideró el sonido reflejado en la fachada donde se realiza la evaluación, aunque sí las reflexiones en el resto de edificios y obstáculos presentes en el área de estudio.

7.- PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN

Para determinar los indicadores y los niveles límites de referencia que permitan evaluar la afección al ruido, se recurrió a la legislación vigente en materia de objetivos de calidad acústica que viene fijada en 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, concretamente lo recogido en el Capítulo III "Zonificación acústica. Objetivos de calidad acústica" y en el Capítulo IV "Emisores acústicos. Valores límite de emisión e inmisión".

El artículo 14 del citado Real Decreto dice textualmente:

1. En las áreas urbanizadas existentes se establece como objetivo de calidad acústica para ruido el que resulte de la aplicación de los siguientes criterios:

a) Si en el área acústica se supera el correspondiente valor de alguno de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla A, del anexo II, su objetivo de calidad acústica será alcanzar dicho valor.

ANEXO II Objetivos de calidad acústica

Tabla A. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes.

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L_d	L_n	L_{dn}
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.

Tabla 5. Objetivos de calidad acústica

En relación al tipo de área f se aplicará el Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica 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.

Como se puede observar en la tabla anterior, los objetivos se establecen para los índices de ruido, Ld, Lt y Ln, cuya definición según 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, es:

Ld es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año.

Le es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año.

Ln es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año.

En vista de lo expuesto, la evaluación de la exposición al ruido de la población pasará por determinar cada uno de los indicadores Ld, Le y Ln, y compararlos con los niveles límite establecidos en los objetivos de calidad acústica para cada tipo de área.

8.- RESULTADOS

Conforme a la normativa vigente, la elaboración de un mapa estratégico conlleva la obtención de una información gráfica y otra alfanumérica, representada mediante mapas y tablas de afección.

La escala básica de representación de los Mapas Estratégicos de Ruido contenidos en el presente documento es 1/25.000, siendo la base cartográfica la 1/5.000 de la Xunta de Galicia. El sistema de proyección es ETRS-89, zona 29 N.

En la elaboración de los MER de cada UME, el área de estudio vino delimitada por la longitud del tramo/s de carretera que define la propia UME y por una banda, con un ancho de 1.500 m a cada lado del eje de la calzada.

8.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS

Son mapas de líneas isófonas elaborados a partir de los niveles de ruido calculados en puntos receptores a lo largo de toda la zona de estudio.

Se elaboraron los planos de niveles sonoros representando los indicadores establecidos por la legislación básica estatal y las recomendaciones del Ministerio de Fomento, siendo los mapas generados los siguientes:

- Mapa de niveles sonoros de L_d en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_e en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_n en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70.
- Mapa de niveles sonoros de L_{den} en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.

L_{den} , L_d , L_e

Rango	Descripción	R	G	B
> 75	Rosa fuerte	255	0	255
70-75	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
< 55	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	55-60
	60-65
	65-70
	70-75
	>75

Figura 11. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del L_d , L_e y L_{den}

L_n

Rango	Descripción	R	G	B
> 70	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
50-55	Verde	100	200	0
< 50	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	50-55
	55-60
	60-65
	65-70
	>70

Figura 12. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del L_n

8.2.- POBLACIÓN EXPUESTA

8.2.1.- METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA

La determinación de la situación acústica a partir de los mapas de niveles sonoros requiere el análisis de la afección del ruido sobre la población. En esta línea, la normativa establece que debe estimarse el número de personas expuestas a ciertos rangos de niveles de presión sonora, sin entrar en detalles técnicos de cómo proceder.

Existen diferentes métodos para determinar los niveles de exposición en fachada para cada uno de los edificios, conforme a la normativa y a las guías de trabajo internacionales en materia de contaminación acústica.

La Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, con el fin de determinar la exposición al ruido ambiental de los Estados Miembros, establece en su Anexo VI que deberá comunicarse a la comisión europea, para el caso de las aglomeraciones sobre las que se realice el Mapa Estratégico de Ruidos (MER), la siguiente información:

- Número estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas 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 en la fachada más expuesta: (55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75), distinguiendo entre el tráfico rodado, el tráfico ferroviario, el tráfico aéreo y las fuentes industriales.
- El número total estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de L_n en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70), distinguiendo entre el tráfico rodado, ferroviario, aéreo y las fuentes industriales.

Este planteamiento, denominado END (European Noise Directive), es el que debe utilizarse para entregar los resultados a la comisión europea, siendo también habitual para la entrega al resto de administraciones. Sin embargo, este procedimiento, es el que proporciona peores resultados con respecto a la exposición real de la población, arrojando valores de población afectada a distintos rangos de niveles sonoros muy superiores a la realidad, por lo resulta necesario plantear otros métodos que, de forma adicional, arrojen resultados que no sobreestimen la población expuesta.

A continuación se presentan los siguientes procedimientos de estimación de la población afectada por ruido ambiental:

- Método END
- Método VBEB Alemán

8.2.1.1.- MÉTODO END

El método END (European Noise Directive) se presenta en la Directiva Europea 2002/49/CE como un método para satisfacer la obligación de proporcionar a la comisión europea los datos del número estimado de personas cuyas viviendas están expuestas a diferentes rangos de L_{den} y L_n , a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta, aquella que soporta mayor nivel de presión sonora.

Esta estimación, requiere del cálculo de receptores específicos en cada una de las fachadas de los edificios, a una altura relativa de 4 metros respecto al suelo y tomando las consideraciones necesarias para excluir las reflexiones acústicas de la propia fachada como ruido incidente en el propio receptor.

Este planteamiento, supone que todos los habitantes de cada edificio están sometidos al mayor nivel de presión sonora registrado en la fachada más expuesta, lo que no se acerca a la situación real, en la que la población se distribuye a lo largo del edificio, en relación a la posición de las viviendas. Este procedimiento podría dar resultados próximos a la realidad en viviendas unifamiliares, pero en el caso de edificios de varias plantas se obtendría un resultado de población expuestas sobreestimado.

8.2.1.2.- MÉTODO VBEB

El método alemán VBEB (Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm) permite obtener los valores reales de afección a los que se encuentra expuesta la población. Su procedimiento contempla la distribución de receptores de niveles de presión sonora a lo largo de las fachadas, estableciendo estos a diferentes niveles de altura en función del número de plantas.

Cada uno de estos receptores determinará el nivel de presión sonora al que se encuentra expuesta cada vivienda, considerando el parámetro de altura, a diferencia del método END expuesto anteriormente, en el que la evaluación de la exposición se realizaba a 4 m del suelo.

Esta metodología permite afinar los resultados al distribuir la población de cada edificio a lo largo del perímetro en planta y de las alturas. Como se puede intuir, los niveles de presión sonora evaluados a diferentes alturas proporcionarán resultados distintos, en función de la mayor o menor distancia a la fuente y las posibles reflexiones de los edificios del entorno, encontrándose, de esta forma, los habitantes de viviendas a diferentes alturas, en una misma planta, expuestas a distintos grados de afección.

8.2.2.- TABLAS DE RESULTADOS

8.2.2.1.- POBLACIÓN AFECTADA

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)						
RANGO (dBA)	Ld		Le		Lden	
	END	VBEB	END	VBEB	END	VBEB
55 – 59	4	5	4	5	5	6
60 – 64	1	4	1	5	3	5
65 – 69	17	6	22	6	4	6
70 – 74	8	0	3	0	23	2
≥ 75	0	0	0	0	0	0

Tabla 6. Valores de población afectada (en centenas) para los periodos Ld, Le y Lden en función del método considerado

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)		
RANGO (dBA)	Ln	
	END	VBEB
50 – 54	3	5
55 – 59	2	6
60 – 64	24	3
65 – 69	0	0
≥ 70	0	0

Tabla 7. Valores de población afectada (en centenas) para el periodo Ln en función del método considerado

A la vista de los resultados contenidos en las tablas adjuntas, se observa ambos métodos son similares para los periodos en niveles bajos de ruido, sin embargo, con

rangos de emisión sonora por encima de 65 dB para los periodos Ld, Le y Lden, y de 60 dB para el Ln se observan diferencias en los datos relativos a población expuesta según el método empleado. Estas diferencias radican en las consideraciones de cada método para determinar la población expuesta. Como se comentó en epígrafes anteriores, el método END asume que todos los habitantes de cada edificio están sometidos al mayor nivel de presión sonora registrado a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta. En consecuencia, dado que parte de los tramos objeto de estudio discurren por travesías con presencia de edificios residenciales de varias alturas adyacentes a la vía, parece que estos resultados no se aproximan a la realidad, al suponer que todos los habitantes de estos edificios se encuentran afectados por el valor de la fachada más expuesta.

En contraposición, el método VBEB, al distribuir la población de cada edificio a lo largo del perímetro en planta y de las alturas permite obtener un resultado más ajustado a la realidad, ya que no toma el conjunto del edificio como afectado por la isófona más desfavorable, sino que estima la afección de la población según el valor obtenido en cada receptor de fachada calculado.

8.2.2.2.- VIVIENDAS AFECTADAS

Nº VIVIENDAS AFECTADAS (EN CENTENAS)					
RANGO (dBA)	Ld	Le	Lden	RANGO (dBA)	Ln
55 – 59	1	1	1	50 – 54	1
60 – 64	0	0	0	55 – 59	0
65 – 69	1	1	0	60 – 64	1
70 – 74	0	0	1	65 – 69	0
≥ 75	0	0	0	≥ 70	0

Tabla 8. Número de viviendas expuestas (en centenas) a distintos rangos de nivel sonoro para los periodos Ld, Le, Ln y Lden

Al igual que ocurre con la exposición de la población, el número de viviendas afectadas por el ruido de la carretera es relativamente bajo.

8.2.2.3.- EDIFICIOS SENSIBLES

AFECCIÓN A EDIFICIOS SENSIBLES				
SANITARIOS			DOCENTES	
RANGO (dBA)	Lden		Lden	
	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº CAMAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº ALUMNOS (CENTENAS)
55 – 59	0	0	0	0
60 – 64	0	0	1	4
65 – 69	0	0	0	0
70 – 74	0	0	1	6
≥ 75	0	0	0	0

Tabla 9. Número de edificios sensibles (en unidades) y camas/alumnos (en centenas) expuestas a distintos rangos para el periodo Lden.

A raíz de la modelización efectuada se puede concluir que los edificios sensibles afectados por el ruido de la UME estudiada son los que siguen:

- CEIP Fermín Bouza Brey, que según fuentes del centro cuenta con 604 alumnos.
- CPR Plurilingüe Santiago Apóstol, que según fuentes del centro cuenta con 429 alumnos.

8.3.- MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN

Se obtuvo a partir del mapa de niveles sonoros del indicador Lden.

Incluye los datos de superficies totales (en km²), expuestas a valores de Lden superiores a 55, 65, y 75 dB, respectivamente. En ellos se indica 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.

Las isófonas correspondientes a 55, 65 y 75 dB figuran en el mapa y se incluye información sobre la ubicación de las ciudades, pueblos y aglomeraciones situadas dentro de esas curvas.

EXPOSICIONES A DIFERENTES VALORES Lden					
RANGO (dBA)	SUPERFICIE	POBLACIÓN		EDIFICIOS SENSIBLES	
	(km ²)	Nº VIVIENDAS (CENTENAS)	Nº PERSONAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS SANITARIOS (UD)	Nº EDIFICIOS DOCENTES (UD)
≥ 55	0,27	1	8	0	1
≥ 65	0,12	1	26	0	1
≥ 75	0,00	0	0	0	0

Tabla 10. Datos relativos a zonas de afección para el periodo Lden

Observando los resultados de los mapas de afección se puede concluir que las superficies afectadas por rangos superiores a 65 dB son de reducidas dimensiones, por lo que la población afectada se corresponde con edificios residenciales próximos a la vía.

A modo aclaratorio cabe resaltar, que para obtener una mayor precisión en los resultados presentados, los valores referentes a población de la presente tabla se obtuvieron considerando el número de viviendas y personas afectadas en unidades, por lo que algunos valores difieren del resultado obtenido realizando el sumatorio de personas y viviendas expuestas del epígrafe 8.2.2.1., ya que en estas tablas se presentan en centenas.

9.- CONCLUSIÓN

Con la realización del presente estudio se elaboraron los Mapas Estratégicos de Ruido del tramo A-52 – Pontearreas de la vía PO-403 (perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia), de acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE de 25 de junio de 2002 sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental y en la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, considerando alcanzados los objetivos planteados inicialmente así como los establecidos en la legislación vigente.

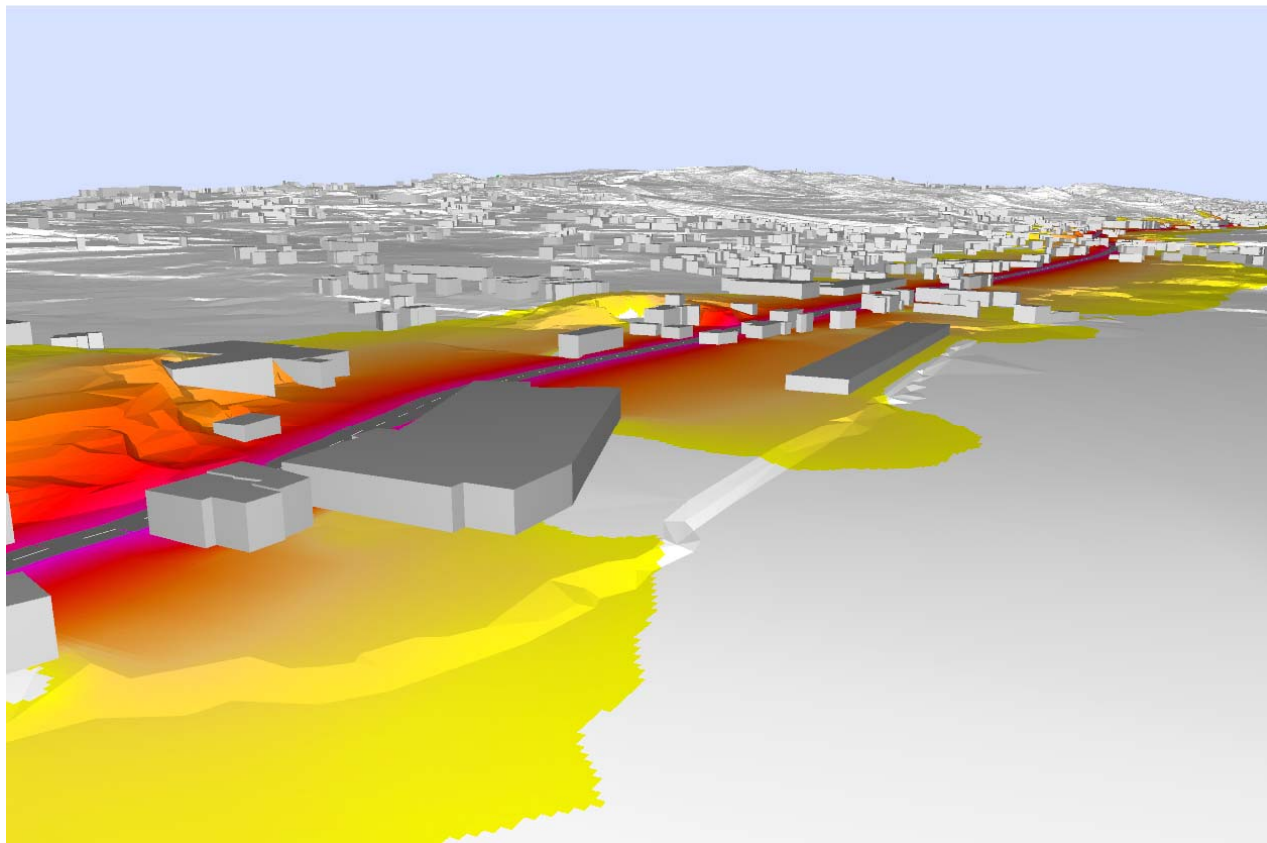
La elaboración de este estudio constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias que se deban realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones.

II PLANOS



XUNTA DE GALICIA

CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



CLAVE

PO/13/043.09.9

TIPO DE ESTUDIO

MAPA EXTRATÉXICO DE RUÍDO

DOCUMENTOS

DOCUMENTO RESUME

ESTRADA

PO-504
SANXENXO (PO-308) - VILALONGA (PO-550)

PUNTOS QUILOMÉTRICOS

0+000 – 0+810

DATA

XULLO 2014

CONSULTOR



I MEMORIA

I MEMORIA

1.-	INTRODUCCIÓN	4
2.-	OBJETO DEL ESTUDIO.....	4
3.-	AUTORIDAD RESPONSABLE	5
4.-	PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES.....	5
5.-	ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME	6
6.-	METODOLOGÍA	9
6.1.-	MODELO DE SIMULACIÓN.....	9
6.2.-	CREACIÓN DEL MODELO 3D.....	10
6.2.1.-	INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA	10
6.2.2.-	INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO.....	11
6.2.3.-	INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS	13
6.2.4.-	MODELADO DE TÚNELES	15
6.2.5.-	MODELADO DE VIADUCTOS.....	16
6.2.6.-	MODELADO DE PASOS SUPERIORES.....	16
6.2.7.-	INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS	16
6.2.8.-	INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO	16
6.3.-	CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D	17
7.-	PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN	18
8.-	RESULTADOS.....	20
8.1.-	MAPAS DE NIVELES SONOROS.....	20
8.2.-	POBLACIÓN EXPUESTA.....	21
8.2.1.-	METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA	21
8.2.2.-	TABLAS DE RESULTADOS	24

8.3.-	MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN.....	26
9.-	CONCLUSIÓN	27

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	ÁMBITO DE ESTUDIO.....	6
FIGURA 2.	PO-504. ZONA INICIAL.....	7
FIGURA 3.	PO-504. ZONA FINAL. PASO SUPERIOR VG-4.1	7
FIGURA 4.	PLANO DE UBICACIÓN DE LA UME OBJETO DE ESTUDIO	8
FIGURA 5.	DETALLE DE LA VISTA DINÁMICA DEL MODELO TRIDIMENSIONAL GENERADO	9
FIGURA 6.	DETALLE DE LOS PUNTOS LIDAR FACILITADOS.....	11
FIGURA 7.	DETALLE DEL MDT GENERADO	11
FIGURA 8.	CURVADO FINALMENTE OBTENIDO A PARTIR DE LOS PUNTOS LIDAR	11
FIGURA 9.	VISTA 3D DE LA MODELIZACIÓN EFECTUADA	17
FIGURA 10.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LD, LE Y LDEN	21
FIGURA 11.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LN....	21

LISTA DE TABLAS

TABLA 1.	TRAMOS DE LA VÍA OBJETO DE ESTUDIO	5
TABLA 2.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA UME ESTUDIADA	8
TABLA 3.	DATOS DE TRÁFICO.....	12
TABLA 4.	DATOS DE POBLACIÓN EN LOS MUNICIPIOS AFECTADOS	15
TABLA 5.	OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA	19
TABLA 6.	VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (CENTENAS) PARA LD, LE Y LDEN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO.....	24
TABLA 7.	VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (CENTENAS) PARA LN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO	24

TABLA 8. NÚMERO DE VIVIENDAS EXPUESTAS (EN CENTENAS) A DISTINTOS RANGOS DE NIVEL SONORO PARA LOS PERIODOS LD, LE, LN Y LDEN..... 25

TABLA 9. NÚMERO DE EDIFICIOS SENSIBLES (EN UNIDADES) Y CAMAS/ALUMNOS (EN CENTENAS) EXPUESTAS A DISTINTOS RANGOS PARA EL PERIODO LDEN..... 25

TABLA 10. DATOS RELATIVOS A ZONAS DE AFECCIÓN PARA EL PERIODO LDEN 26

II PLANOS

0.- PLANO DE SITUACIÓN

1.- MAPAS NIVELES SONOROS

1.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS DÍA (1:25.000)

1.2.- MAPAS DE NIVELES SONOROS TARDE (1:25.000)

1.3.- MAPAS DE NIVELES SONOROS NOCHE (1:25.000)

1.4.- MAPAS DE NIVELES SONOROS Lden (1:25.000)

2.- MAPAS DE AFECCIÓN

2.1.- MAPA DE ZONA DE AFECCIÓN (1:25.000)

1.- INTRODUCCIÓN

La aprobación de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental establece la necesidad de elaborar, en una primera fase, los Mapas Estratégicos de Ruido (MER) de grandes ejes viarios cuyo tráfico supere los seis millones de vehículos al año, para en una segunda fase realizar los mapas correspondientes a los grandes ejes viarios con tráfico superior a tres millones de vehículos al año.

La Directiva 2002/49/CE define el Mapa Estratégico de Ruido como "un 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."

Para la aplicación de la citada directiva en el territorio español se elaboró la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, que no se limita a transponer el contenido de la directiva, sino que trata de regular, a través de una adecuada distribución de competencias administrativas y del establecimiento de los mecanismos oportunos, la mejora de la calidad acústica en nuestro entorno.

Con el objeto de desarrollar esta ley se formuló el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, en cuanto a la evaluación y gestión del ruido ambiental, con la finalidad de prever, reducir o evitar los efectos nocivos, incluyendo las molestias derivadas de la exposición al ruido ambiental. A tal efecto se desarrollan los conceptos de ruido ambiental y sus efectos y molestias sobre la población, junto con una serie de medidas que permiten la consecución de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido, los planes de acción y la información a la población.

A fin de dar cumplimiento a la legislación vigente, la Consellería de Medio Ambiente Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, promueve la segunda fase de elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido de las vías pertenecientes a la Red Autonómica de Carreteras de Galicia.

2.- OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto del presente documento resumen es el de plasmar, de forma sintética y fácilmente comprensible, los resultados arrojados por los Mapas Estratégicos de Ruido

del siguiente tramo de la PO-504, perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia:

DENOMINACIÓN	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONGITUD (km)
Sanxenxo (PO-308) - Vilalonga (PO-550)	Sanxenxo - AG-41	0,000	0,810	0,81

Tabla 1. Tramos de la vía objeto de estudio

Según se recoge en el Artículo 15 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, los mapas de ruido tendrán, entre otros, los siguientes objetivos:

- Permitir la evaluación global de la exposición a la contaminación acústica de una determinada zona.
- Permitir la realización de predicciones globales para dicha zona.
- Posibilitar la adopción fundada de planes de acción en materia de contaminación acústica y, en general, de las medidas correctoras adecuadas.

Asimismo, la elaboración de los MER constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias a realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones.

3.- AUTORIDAD RESPONSABLE

La autoridad responsable de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruidos es la Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, contando con la asistencia de la empresa ICEACSA Consultores S.L.U.

4.- PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES

De acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, y en la Ley del Ruido y sus posteriores Reglamentos, tuvieron que realizarse, en una primera fase los Mapas Estratégicos de Ruido de las carreteras de más de 6 millones de vehículos al año; y en una segunda fase los de las carreteras de más de 3 millones de vehículos al año.

Por lo tanto, en la actualidad no se encuentra vigente ningún Programa de Acción contra el ruido derivado de la primera fase en la Unidad de Mapa Estratégico Sanxenxo (PO-308) - Vilalonga (PO-550) entre los PP.KK. 0+000 al 0+810.

Así, en cumplimiento de la legislación, se elabora en la segunda fase esta UME. El estudio constituye la primera aproximación a la problemática del ruido generado por la infraestructura viaria.

5.- ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME

La PO-504 conecta el núcleo de Sanxenxo, desde la PO-308, hasta el núcleo de Vilalonga.

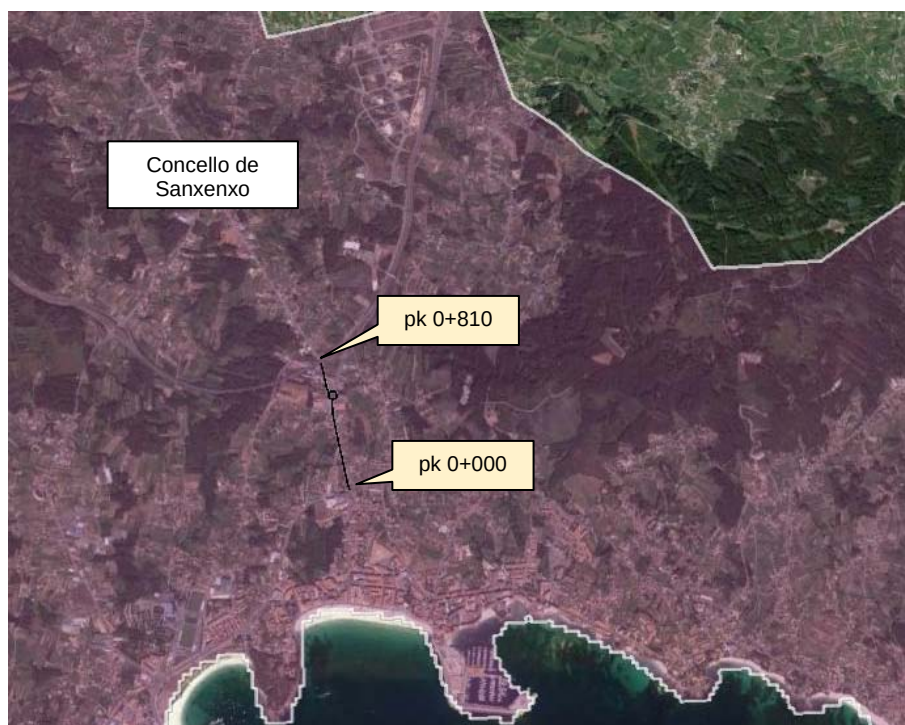


Figura 1. Ámbito de estudio

El tramo objeto de estudio parte de Sanxenxo, de la glorieta que entronca el final de la PO-308 con esta carretera, y discurre su trazado en dirección Norte, desde la salida del núcleo de Sanxenxo, donde la densidad de edificaciones es elevada, pero con predominio de casas unifamiliares de hasta dos plantas.



Figura 2. PO-504. zona inicial

Continúa su recorrido hacia el N, llegando en el pk 0+560 a una glorieta de grandes dimensiones en la que se localizan varios edificios comerciales además de alguna vivienda de tipo unifamiliar, pero con una densidad mucho más baja que al principio. Desde este punto gira hacia el NO hasta O Vinquiño, justo antes del paso superior de la VG-4.1.



Figura 3. PO-504. zona final. Paso superior VG-4.1

No se han detectado protecciones contra el ruido en todo el tramo de análisis.

La identificación de las Unidad de Mapa Estratégico (UME) se realizó conforme a los siguientes criterios generales:

- Una UME solamente puede incluir tramos pertenecientes a una misma vía.

- Todos los tramos que conforman la UME deben tener una IMD igual o superior a 3.000.000 veh/año, como establece la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental.

Teniendo en cuenta dichos criterios, los tramos recogidos en la tabla siguiente comprenden una única Unidad de Mapa Estratégico (UME), contemplándose como fuente de ruido independiente, analizándose su efecto por separado y obteniéndose un Mapa Estratégico de Ruido en el que únicamente se considera la propagación del ruido causado por el tronco de la infraestructura. Dichos mapas se corresponden al alcance de la segunda fase de la Directiva 2002/49/CE y su correspondiente transposición a la legislación estatal.

UME	VÍA	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONG (km)	IMD (VEH/DÍA)	% PESADOS	MUNICIPOS AFECTADOS
01	PO-504	Sanxenxo - AG-41	0,000	0,810	0,81	11.293	5,3	Sanxenxo

Tabla 2. Características generales de la UME estudiada

En la siguiente figura se recoge la localización de la UME objeto de estudio.



Figura 4. Plano de ubicación de la UME objeto de estudio

6.- METODOLOGÍA

Para la realización de la simulación acústica fue necesaria la implementación de un modelo tridimensional del área de estudio, incluyendo carreteras, edificaciones y elementos singulares, tal y como se aprecia en la imagen adjunta.

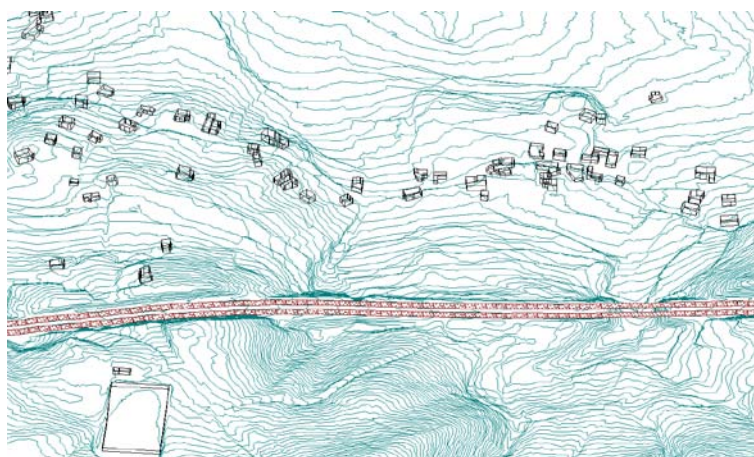


Figura 5. Detalle de la vista dinámica del modelo tridimensional generado

El software predictivo para la realización del modelo tridimensional del área de estudio, y para el posterior desarrollo de los cálculos matemáticos de propagación de ruido en ambiente exterior y ejecución de los Mapas Estratégicos de Ruido, fue CadnaA Versión 4.4 (DataKustik GmbH). Con este software, y con un modelado del entorno preciso, se pueden determinar los niveles de ruido causados por el tráfico rodado. Tanto el procesado previo de la información de base como el análisis de los datos obtenidos se realizó mediante GIS.

6.1.- MODELO DE SIMULACIÓN

Siguiendo las disposiciones del Real Decreto 1513/2005, los índices de ruido del tráfico rodado fueron determinados por medio del método nacional de cálculo francés «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTULCPC-CSTB)», mencionado en el «Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal officiel du 10 mai 1995, article 6» y en la norma francesa «XPS 31-133». Este modelo es el propuesto de manera provisional por la Unión Europea para la realización de mapas de ruido en aquellos países que carezcan del suyo propio, según se describe en la recomendación 2003/613/EC de la Comisión Europea.

La elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido engloba la generación del modelo digital, la definición de los parámetros de entrada, el cálculo de los mapas y la evaluación de los resultados obtenidos.

El modelo 3D estará constituido por la topografía y las edificaciones del ámbito de estudio, el tramo/s de carretera que conforman la UME, y los elementos singulares concretos de cada caso (viaductos, pasos superiores, muros, pantallas acústicas,...).

- Carreteras: datos de tráfico (IMD y porcentaje de pesados), características del firme, tipo de flujo y límites de velocidad.
- Edificios: tipo de uso, altura, número de plantas, número de habitantes (en caso de ser residencial) y coeficiente de absorción alfa.
- Viaductos: longitud de apantallamiento.
- Muros y pantallas: pérdidas por reflexión.
- Terreno: coeficientes de absorción.
- Túneles: radiación procedente de las entradas y salidas.

Definido el modelo e introducidos los parámetros y configuración, se lleva a cabo la simulación acústica, obteniéndose de este modo los Mapas Estratégicos de Ruido.

6.2.- CREACIÓN DEL MODELO 3D

En el presente apartado se describen los procesos necesarios para la definición del escenario de modelización en el software de cálculo a partir de la información base.

La definición de cada uno de los atributos que caracterizan los elementos del modelo se realizó en GIS previa incorporación al software de cálculo. El objeto de este tratamiento previo es el de sistematizar el proceso de creación del modelo, evitando errores u omisiones en la definición del escenario.

6.2.1.- INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA

Para llevar a cabo el modelado digital del terreno (MDT) se empleó como fuente de información el vuelo LIDAR suministrado por la Axencia Galega de Infraestruturas, del que se extrajo la nube de puntos que conforman el terreno. Posteriormente, mediante un proceso de triangulación se obtuvieron las curvas de nivel cada metro.



Figura 6. Detalle de los puntos LIDAR facilitados



Figura 7. Detalle del MDT generado

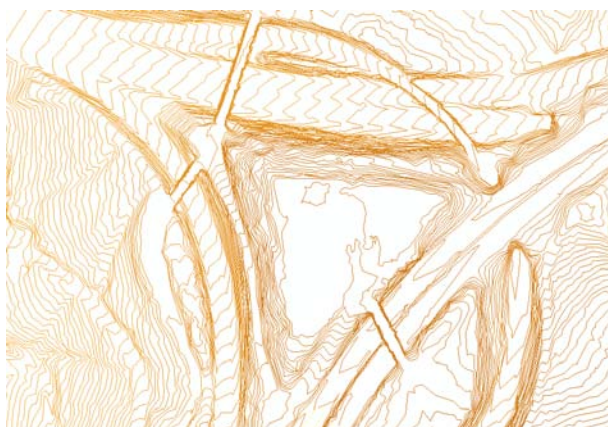


Figura 8. Curvado finalmente obtenido a partir de los puntos LIDAR

6.2.2.- INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO

Mediante el empleo de herramientas GIS, el eje de la carretera se definió a partir del conjunto de datos geométricos facilitados por la Axencia Galega de Infraestruturas, disponiendo de puntos cada 10 m, con la siguiente información:

- Coordenadas X, Y, Z.
- Número de carriles.
- Anchos de plataforma, calzada y arcenes.
- Peraltes y pendientes.

Las características geométricas que definen el eje cada 10 m se extendieron para cada punto 5 m antes y 5 m después. Una vez definido el eje se procedió a la corrección y depuración de la información, comparando los ejes con la ortofoto actualizada y con los datos tomados en las preceptivas visitas a campo realizadas.

Establecida la geometría definitiva de la vía, se definieron en GIS los atributos que caracterizan la emisión acústica, con anterioridad a su importación desde CadnaA. A continuación se describe cada uno de los atributos considerados, los datos de partida disponibles, así como el tratamiento realizado previa incorporación al modelo:

- Geometría: la PO-504, desde el pk 0+000 hasta el pk 0+810 cuenta con una única calzada, con un carril por sentido, con un ancho medio de 3,9 m. Los arcenes de ambas márgenes tienen un ancho promedio similar, entorno a 1,8 m, oscilando en ambos casos entre los 0 y 2,4 m de ancho.

Todo el tramo cuenta con aceras a ambos lados.

- Datos de tráfico: los datos de tráfico utilizados para el cálculo de los niveles sonoros fueron los correspondientes a las Memorias de Aforos del año 2012, proporcionadas por la Axencia Galega de Infraestruturas.

Tomando como base la distribución horaria en un día medio, se llevó a cabo el cálculo de la IMD por hora para cada uno de los periodos considerados (día, tarde y noche). Puesto que para el tramo Sanxenxo - AG-41 no se disponía de distribución horaria, al valor de la IMD diaria del año 2012, de acuerdo a criterios de la AXI, se le aplicó la distribución porcentual del tramo PO-303 (Castrelo) - Vilalonga (PO-504) de la PO-550, entre los pk 6+820 y 10+970, obteniéndose de esta forma la IMD por hora.

Respecto a la distribución de pesados, para todos los periodos considerados se tomó el valor diario del tramo PO-303 (Castrelo) - Vilalonga (PO-504) de la PO-550, recogido en la Memoria de Aforos.

Para el caso específico de las glorietsas el tráfico ha sido cuantificado como la suma de las IMD de las entradas dividida por el número de salidas.

UME	VÍA	TRAMO	IMD				% PESADOS
			(VEH/DÍA)	DÍA (VEH/H)	TARDE (VEH/H)	NOCHE (VEH/H)	
01	PO-504	Sanxenxo - AG-41	11.293	618,8	625,8	170,6	5,3

Tabla 3. Datos de tráfico

- Límite de velocidad: partiendo de la velocidad límite permitida por la normativa para la vía objeto de estudio (80 km/h), se determinaron los tramos con restricciones de velocidad a partir de los datos de señalización vertical aportados por la Axencia Galega de Infraestruturas, realizándose una revisión

de los mismos en las visitas a campo realizadas. En aquellos lugares en los que se detectó una señalización insuficiente o contradictoria (ausencia de señales de fin de limitación de velocidad, tramos interurbanos sin especificación de la velocidad máxima permitida,...) se optó por definir tramos los más homogéneos posibles, tomando siempre el valor de velocidad más desfavorable (la mayor de los posibles).

Para cada una de los subtramos se han establecido límites de velocidad diferenciados en función del tipo de vehículo que circule (ligero o pesado), ya que según el límite establecido dicha velocidad puede no ser coincidente.

Para el caso específico de las glorietas se ha definido una velocidad de 40 km/h, tanto para vehículos ligeros como pesados.

- Superficie de la carretera: el tipo de firme tiene influencia directa sobre la emisión de la vía. La UME objeto de estudio presenta una capa de asfalto bituminoso en toda su longitud.
- Tipo de flujo: de forma general se ha considerado que el flujo es continuo fluido, salvo en las glorietas donde se ha definido como continuo en pulso.

Una vez definida la geometría y los parámetros característicos de cada subtramo de 10 m que compone la UME, se procedió a su importación en CadnaA como carretera en formato shape. Por último, para conseguir que la carretera se acople por completo al terreno, se realizó el ajuste del MDT al objeto bajo la plataforma de la vía.

6.2.3.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS

Tomando como base la capa shape de la Dirección General del Catastro, se realizó una revisión general del ámbito de trabajo, completándose aquellas zonas que presentaban carencia de edificaciones recientes. Esta revisión se hizo a partir de las fotografías aéreas del PNOA y mediante visitas a campo. Así, se elaboró una cobertura de polígonos revisada a través de:

- La digitalización de los edificios inexistentes en el Catastro.
- La eliminación de los elementos que ya no existen o que no se corresponden con edificios (invernaderos, piscinas,...).

6.2.3.1.- ALTURA

La altura de las edificaciones se definió a partir del número de plantas contempladas en los datos del Catastro, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La altura mínima de un edificio es de 4 m.
- En los edificios residenciales, sanitarios y educativos se consideró una altura de 4 m para las plantas bajas, y de 3 m para el resto.
- Aquellas edificaciones que comparten código catastral y están claramente unidas se agruparon como un único edificio, asignándole el número de plantas correspondiente al edificio más alto con código compartido.

Para aquellos edificios que no se encuentran contenidos en la base de datos de Catastro y que fueron digitalizados posteriormente, el número de plantas fue estimado a partir de la revisión de la fotografía aérea y de las visitas, corrigiendo y depurando errores de la información catastral de base (alturas inexistentes o excesivas).

6.2.3.2.- USO

Partiendo de los metadatos descargados de la Sede Electrónica del Catastro, los usos de los edificios se completaron a través de las siguientes fuentes de información:

- Fotografías aéreas del PNOA.
- Información de las visitas a campo realizadas.

Los usos identificados fueron:

- Residencial.
- Sanitario y docente.
- Industrial, terciario y otros.

A todos los edificios de la zona de estudio se asignó uno de los anteriores usos con el fin de identificar los edificios residenciales para el cálculo de la población, así como para determinar las áreas acústicas en la elaboración de los mapas de zonas de conflicto. Además, se identificaron los edificios de tipo docente y sanitario por ser receptores sensibles, a través de la información disponible en las siguientes fuentes:

- Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria de la Xunta de Galicia.
- Consellería de Sanidade de la Xunta de Galicia.

6.2.3.3.- POBLACIÓN ASIGNADA

Uno de los objetivos de los MER es la obtención del número de personas expuestas a los diferentes niveles de ruido, para lo que se realizó un tratamiento consistente en el reparto de la población entre los edificios residenciales existentes.

La información de partida se obtuvo del padrón municipal de habitantes del año 2013 del Instituto Galego de Estatística (IGE). Tomando como base la población de cada municipio, y una vez identificados los edificios residenciales de cada uno, se hizo un reparto proporcional de la población en función de la superficie residencial total construida. El número de habitantes en cada se calculó como el producto del coeficiente de habitabilidad anteriormente definido por la superficie de cada edificio residencial, resultando:

MUNICIPIO	POBLACIÓN	SUP. TOTAL RESIDENCIAL (m ²)	COEF. HABITABILIDAD (HAB/m ²)
Sanxenxo	17.582	2.312.343	0,0076

Tabla 4. Datos de población en los municipios afectados

En el caso de los edificios sensibles se cuantificó el número de alumnos en los edificios de uso docente, y de camas en los de uso sanitario.

6.2.3.4.- EFECTO REFLECTANTE

Para tener en cuenta el efecto reflectante de las edificaciones se asignó un Coeficiente de Absorción Alfa de 0,4 en todos los casos.

6.2.3.5.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS EN CADNAA

Una vez depurada y corregida la capa de edificaciones, con todos los atributos definidos se importaron desde CadnaA como edificio en formato shape.

En última instancia se hizo una revisión general del modelo, subsanándose aquellos desajustes existentes entre la topografía y la base de los edificios ("enterramientos"), así como los solapes entre la plataforma de la vía y las edificaciones incorporadas.

6.2.4.- MODELADO DE TÚNELES

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad túneles en la presente UME.

6.2.5.- MODELADO DE VIADUCTOS

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad viaductos en la presente UME.

6.2.6.- MODELADO DE PASOS SUPERIORES

En el modelo se definen únicamente aquellos pasos superiores que presentan un ancho superior a 25 m, incorporándose como reflectores 3D.

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pasos superiores con anchura superior a 25 m en la presente UME.

6.2.7.- INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pantallas acústicas en la presente UME.

Los muros de contención identificados no fueron incluidos en la modelización efectuada, ya que se estima que su presencia no supone un apantallamiento mayor al producido por las tierras que contiene.

6.2.8.- INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO

Las características del suelo son un factor determinante en la propagación del ruido, por lo que en la modelización efectuada se definieron diferentes áreas de absorción.

De forma genérica se considera el terreno base como absorbente ($G=1$, sin embargo se definieron ciertas áreas de carácter urbano e industrial como reflectantes ($G=0$), realizándose la zonificación del territorio en base a los usos del suelo definidos por el Instituto de Estudios do Territorio. De esta forma, las áreas consideradas como reflectantes son las correspondientes a núcleos de población, tejido urbano continuo y zonas industriales, comerciales y de servicios.

La incorporación de estas zonas al modelo se realizó importándose como áreas de absorción del suelo en formato shape.

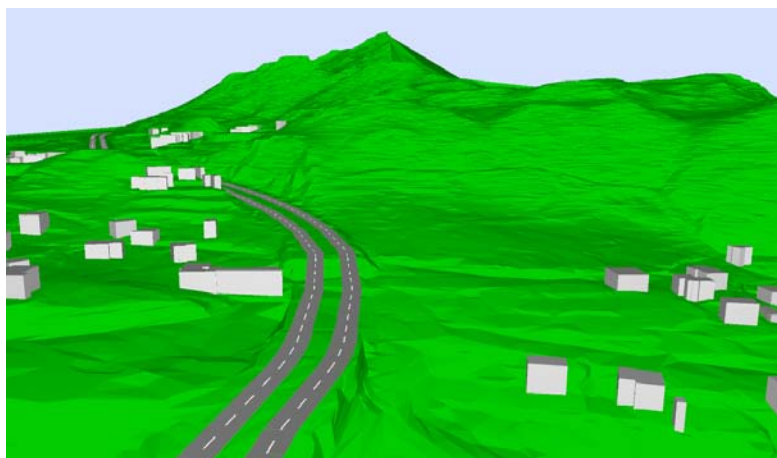


Figura 9. Vista 3D de la modelización efectuada

6.3.- CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D

Para la elaboración de los MER de cada UME, con anterioridad a la introducción de los diferentes elementos que componen el modelo, es preciso definir una configuración de cálculo en el software de acuerdo a la Directiva 2002/49/CE donde se identifiquen los parámetros necesarios para la correcta definición del escenario previsto.

- La norma empleada para el cálculo es la NMPB-Routes-96.
- El espaciado de los receptores en la malla de cálculo es de 10 x 10 m a una altura de 4 m sobre el suelo.
- El orden máximo de reflexiones consideradas es de 1.
- Se estableció un radio máximo de búsqueda de 2.000 m.
- El porcentaje de condiciones favorables día/noche se corresponde con un 50% en periodo diurno, un 75% en periodo vespertino y un 100% en periodo nocturno.
- Siguiendo las recomendaciones de la European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN), las condiciones atmosféricas consideradas son una temperatura de 15°C y una humedad del 70%.
- El cálculo de la atenuación sufrida por las ondas sonoras en el medio ambiente exterior se obtiene de acuerdo a los procedimientos de la ISO 9613.
- Los valores de inmisión considerados son $L_{\text{día}}$, L_{tarde} , L_{noche} y L_{den} , todos ellos en dBA, a una altura de evaluación de 4 m.
- La designación de horas para los periodos considerados es de 07:00 a 19:00 día, de 19:00 a 23:00 tarde y de 23:00 a 07:00 noche.

- Se aplicó una penalización de 0 dB para el periodo diurno, de 5 dB para el vespertino y de 10 dB para el nocturno.
- Para la evaluación de los niveles de ruido en fachada de edificios se consideró una altura de las plantas bajas de 4 m y de 3 m para el resto. Asimismo, se tuvo en cuenta únicamente el sonido incidente, es decir, no se consideró el sonido reflejado en la fachada donde se realiza la evaluación, aunque sí las reflexiones en el resto de edificios y obstáculos presentes en el área de estudio.

7.- PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN

Para determinar los indicadores y los niveles límites de referencia que permitan evaluar la afección al ruido, se recurrió a la legislación vigente en materia de objetivos de calidad acústica que viene fijada en 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, concretamente lo recogido en el Capítulo III "Zonificación acústica. Objetivos de calidad acústica" y en el Capítulo IV "Emisores acústicos. Valores límite de emisión e inmisión".

El artículo 14 del citado Real Decreto dice textualmente:

1. En las áreas urbanizadas existentes se establece como objetivo de calidad acústica para ruido el que resulte de la aplicación de los siguientes criterios:

a) Si en el área acústica se supera el correspondiente valor de alguno de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla A, del anexo II, su objetivo de calidad acústica será alcanzar dicho valor.

ANEXO II

Objetivos de calidad acústica

Tabla A. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes.

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L_d	L_n	L_n
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.

Tabla 5. Objetivos de calidad acústica

En relación al tipo de área f se aplicará el Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica 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.

Como se puede observar en la tabla anterior, los objetivos se establecen para los índices de ruido, L_d , L_t y L_n , cuya definición según 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, es:

L_d es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año.

L_e es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año.

L_n es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año.

En vista de lo expuesto, la evaluación de la exposición al ruido de la población pasará por determinar cada uno de los indicadores L_d , L_e y L_n , y compararlos con los niveles límite establecidos en los objetivos de calidad acústica para cada tipo de área.

8.- RESULTADOS

Conforme a la normativa vigente, la elaboración de un mapa estratégico conlleva la obtención de una información gráfica y otra alfanumérica, representada mediante mapas y tablas de afección.

La escala básica de representación de los Mapas Estratégicos de Ruido contenidos en el presente documento es 1/25.000, siendo la base cartográfica la 1/5.000 de la Xunta de Galicia. El sistema de proyección es ETRS-89, zona 29 N.

En la elaboración de los MER de cada UME, el área de estudio vino delimitada por la longitud del tramo/s de carretera que define la propia UME y por una banda, con un ancho de 1.500 m a cada lado del eje de la calzada.

8.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS

Son mapas de líneas isófonas elaborados a partir de los niveles de ruido calculados en puntos receptores a lo largo de toda la zona de estudio.

Se elaboraron los planos de niveles sonoros representando los indicadores establecidos por la legislación básica estatal y las recomendaciones del Ministerio de Fomento, siendo los mapas generados los siguientes:

- Mapa de niveles sonoros de L_d en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_e en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_n en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70.

- Mapa de niveles sonoros de Lden en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.

Lden, Ld, Le

Rango	Descripción	R	G	B
> 75	Rosa fuerte	255	0	255
70-75	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
< 55	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	55-60
	60-65
	65-70
	70-75
	>75

Figura 10. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del Ld, Le y Lden

Ln

Rango	Descripción	R	G	B
>70	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
50-55	Verde	100	200	0
< 50	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	50-55
	55-60
	60-65
	65-70
	>70

Figura 11. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del Ln

8.2.- POBLACIÓN EXPUESTA

8.2.1.- METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA

La determinación de la situación acústica a partir de los mapas de niveles sonoros requiere el análisis de la afección del ruido sobre la población. En esta línea, la normativa establece que debe estimarse el número de personas expuestas a ciertos rangos de niveles de presión sonora, sin entrar en detalles técnicos de cómo proceder.

Existen diferentes métodos para determinar los niveles de exposición en fachada para cada uno de los edificios, conforme a la normativa y a las guías de trabajo internacionales en materia de contaminación acústica.

La Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, con el fin de determinar la exposición al ruido ambiental de los Estados Miembros, establece en su Anexo VI que deberá comunicarse a la comisión europea, para el caso de las aglomeraciones sobre las que se realice el Mapa Estratégico de Ruidos (MER), la siguiente información:

- Número estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de Lden en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (55-59, 60-

64, 65-69, 70-74, >75), distinguendo entre el tráfico rodado, el tráfico ferroviario, el tráfico aéreo y las fuentes industriales.

- El número total estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de L_n en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70), distinguendo entre el tráfico rodado, ferroviario, aéreo y las fuentes industriales.

Este planteamiento, denominado END (European Noise Directive), es el que debe utilizarse para entregar los resultados a la comisión europea, siendo también habitual para la entrega al resto de administraciones. Sin embargo, este procedimiento, es el que proporciona peores resultados con respecto a la exposición real de la población, arrojando valores de población afectada a distintos rangos de niveles sonoros muy superiores a la realidad, por lo resulta necesario plantear otros métodos que, de forma adicional, arrojen resultados que no sobreestimen la población expuesta.

A continuación se presentan los siguientes procedimientos de estimación de la población afectada por ruido ambiental:

- Método END
- Método VBEB Alemán

8.2.1.1.- MÉTODO END

El método END (European Noise Directive) se presenta en la Directiva Europea 2002/49/CE como un método para satisfacer la obligación de proporcionar a la comisión europea los datos del número estimado de personas cuyas viviendas están expuestas a diferentes rangos de L_{den} y L_n , a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta, aquella que soporta mayor nivel de presión sonora.

Esta estimación, requiere del cálculo de receptores específicos en cada una de las fachadas de los edificios, a una altura relativa de 4 metros respecto al suelo y tomando las consideraciones necesarias para excluir las reflexiones acústicas de la propia fachada como ruido incidente en el propio receptor.

Este planteamiento, supone que todos los habitantes de cada edificio están sometidos al mayor nivel de presión sonora registrado en la fachada más expuesta, lo que no se acerca a la situación real, en la que la población se distribuye a lo largo del edificio, en

relación a la posición de las viviendas. Este procedimiento podría dar resultados próximos a la realidad en viviendas unifamiliares, pero en el caso de edificios de varias plantas se obtendría un resultado de población expuestas sobreestimado.

8.2.1.2.- MÉTODO VBEB

El método alemán VBEB (Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm) permite obtener los valores reales de afección a los que se encuentra expuesta la población. Su procedimiento contempla la distribución de receptores de niveles de presión sonora a lo largo de las fachadas, estableciendo estos a diferentes niveles de altura en función del número de plantas.

Cada uno de estos receptores determinará el nivel de presión sonora al que se encuentra expuesta cada vivienda, considerando el parámetro de altura, a diferencia del método END expuesto anteriormente, en el que la evaluación de la exposición se realizaba a 4 m del suelo.

Esta metodología permite afinar los resultados al distribuir la población de cada edificio a lo largo del perímetro en planta y de las alturas. Como se puede intuir, los niveles de presión sonora evaluados a diferentes alturas proporcionarán resultados distintos, en función de la mayor o menor distancia a la fuente y las posibles reflexiones de los edificios del entorno, encontrándose, de esta forma, los habitantes de viviendas a diferentes alturas, en una misma planta, expuestas a distintos grados de afección.

8.2.2.- TABLAS DE RESULTADOS

8.2.2.1.- POBLACIÓN AFECTADA

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)						
RANGO (dBA)	Ld		Le		Lden	
	END	VBEB	END	VBEB	END	VBEB
55 – 59	0	0	0	0	1	1
60 – 64	0	0	0	0	0	0
65 – 69	0	0	0	0	0	0
70 – 74	0	0	0	0	0	0
≥ 75	0	0	0	0	0	0

Tabla 6. Valores de población afectada (centenas) para Ld, Le y Lden en función del método considerado

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)		
RANGO (dBA)	Ln	
	END	VBEB
50 – 54	0	0
55 – 59	0	0
60 – 64	0	0
65 – 69	0	0
≥ 70	0	0

Tabla 7. Valores de población afectada (centenas) para Ln en función del método considerado

A la vista de los resultados contenidos en las tablas adjuntas, se puede observar como los dos métodos de estimación de población expuesta obtienen los mismos resultados para los rangos y periodos considerados. Como se puede observar, la afección de la carretera sobre el entorno circundante es de escasa relevancia, debido principalmente a la reducida longitud de la UME objeto de estudio (0,81 km) sumado a la escasa densidad poblacional en las inmediaciones de la vía.

8.2.2.2.- VIVIENDAS AFECTADAS

Nº VIVIENDAS AFECTADAS (EN CENTENAS)					
RANGO (dBA)	Ld	Le	Lden	RANGO (dBA)	Ln
55 – 59	0	0	0	50 – 54	0
60 – 64	0	0	0	55 – 59	0
65 – 69	0	0	0	60 – 64	0
70 – 74	0	0	0	65 – 69	0
≥ 75	0	0	0	≥ 70	0

Tabla 8. Número de viviendas expuestas (en centenas) a distintos rangos de nivel sonoro para los periodos Ld, Le, Ln y Lden

A la vista de los resultados de viviendas expuestas, se puede concluir que la afección de la carretera sobre el entorno circundante es mínima, ya que en ningún periodo considerado se ha alcanzado la centena de viviendas afectadas.

8.2.2.3.- EDIFICIOS SENSIBLES

AFECCIÓN A EDIFICIOS SENSIBLES				
SANITARIOS			DOCENTES	
RANGO (dBA)	Lden		Lden	
	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº CAMAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº ALUMNOS (CENTENAS)
55 – 59	0	0	0	0
60 – 64	0	0	0	0
65 – 69	0	0	0	0
70 – 74	0	0	0	0
≥ 75	0	0	0	0

Tabla 9. Número de edificios sensibles (en unidades) y camas/alumnos (en centenas) expuestas a distintos rangos para el periodo Lden.

A raíz de la modelización efectuada se puede concluir que ningún edificio sensible se ve afectado por el ruido generado por la carretera objeto de estudio, debido a la atenuación ocasionada por la distancia entre el foco emisor y los receptores (edificios sanitarios y docentes).

8.3.- MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN

Se ha obtenido a partir del mapa de niveles sonoros del indicador Lden.

Incluye los datos de superficies totales (en km²), expuestas a valores de Lden superiores a 55, 65, y 75 dB, respectivamente. En ellos se indica además el número total estimado de viviendas (en centenares), y el número total estimado de personas (en centenares) que viven en cada una de esas zonas.

Las isófonas correspondientes a 55, 65 y 75 dB figuran en el mapa y se incluye información sobre la ubicación de las ciudades, pueblos y aglomeraciones situadas dentro de esas curvas.

EXPOSICIONES A DIFERENTES VALORES Lden					
RANGO (dBA)	SUPERFICIE	POBLACIÓN		EDIFICIOS SENSIBLES	
	(km ²)	Nº VIVIENDAS (CENTENAS)	Nº PERSONAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS SANITARIOS (UD)	Nº EDIFICIOS DOCENTES (UD)
≥ 55	0,15	1	2	0	0
≥ 65	0,05	0	1	0	0
≥ 75	0,00	0	0	0	0

Tabla 10. Datos relativos a zonas de afección para el periodo Lden

Observando los resultados de los mapas de afección se puede concluir que las superficies afectadas por rangos superiores a 55 dB son de reducidas dimensiones, lo que conlleva que el número de habitantes y viviendas expuestas sean mínimos. Asimismo, cabe resaltar que ningún edificio sensible se ve afectado por niveles de ruido superiores a 55 dB.

Para obtener una mayor precisión en los resultados presentados, los valores referentes a población de la presente tabla se han obtenido considerando el número de viviendas y personas afectadas en unidades, por lo que algunos valores difieren del resultado obtenido realizando el sumatorio de personas y viviendas expuestas del epígrafe 8.2.2.1., ya que en estas tablas se presentan en centenares.

9.- CONCLUSIÓN

Con la realización del presente estudio se han elaborado los Mapas Estratégicos de Ruido del tramo Sanxenxo - AG-41 de la vía PO-504 (perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia), de acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE de 25 de junio de 2002 sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental y en la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, considerando alcanzados los objetivos planteados inicialmente así como los establecidos en la legislación vigente.

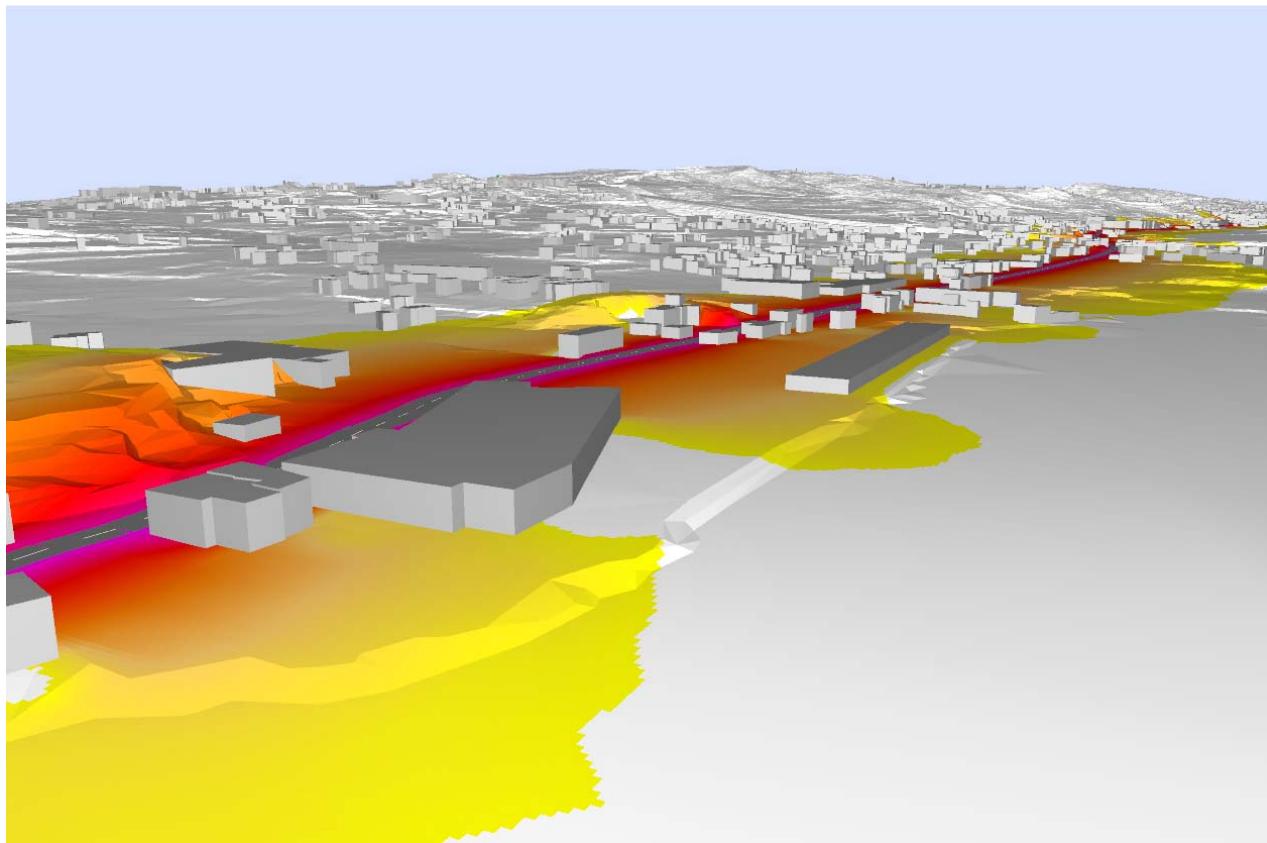
La elaboración de este estudio constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias que se deban realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones.

II PLANOS



XUNTA DE GALICIA

CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



CLAVE

PO/13/044.09.8

TIPO DE ESTUDIO

MAPA EXTRATÉXICO DE RUÍDO

DOCUMENTOS

DOCUMENTO RESUME

ESTRADA

PO-510
ATIOS (N-550) - SALVATERRA (PO-400)

PUNTOS QUILOMÉTRICOS

0+000 – 6+990

DATA

XULLO 2014

CONSULTOR



Iceacsa
GRUPO

I MEMORIA

I MEMORIA

1.-	INTRODUCCIÓN	4
2.-	OBJETO DEL ESTUDIO	4
3.-	AUTORIDAD RESPONSABLE.....	5
4.-	PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES	5
5.-	ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME	6
6.-	METODOLOGÍA	11
6.1.-	MODELO DE SIMULACIÓN.....	11
6.2.-	CREACIÓN DEL MODELO 3D	12
6.2.1.-	INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA.....	12
6.2.2.-	INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO.....	13
6.2.3.-	INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS	15
6.2.4.-	MODELADO DE TÚNELES.....	18
6.2.5.-	MODELADO DE VIADUCTOS	18
6.2.6.-	MODELADO DE PASOS SUPERIORES.....	18
6.2.7.-	INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS.....	19
6.2.8.-	INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO	19
6.3.-	CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D	19
7.-	PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN	20
8.-	RESULTADOS.....	22
8.1.-	MAPAS DE NIVELES SONOROS.....	22
8.2.-	POBLACIÓN EXPUESTA	23
8.2.1.-	METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA.....	23
8.2.2.-	TABLAS DE RESULTADOS.....	26

8.3.-	MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN.....	28
9.-	CONCLUSIÓN	29

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	ÁMBITO DE ESTUDIO.....	7
FIGURA 2.	PO-510 A SU PASO POR EL POLÍGONO DE O PORRIÑO.	7
FIGURA 3.	PO-510 A SU PASO A CHAN	8
FIGURA 4.	PO-510 A SU PASO POR A EIRÍS	8
FIGURA 5.	PO-510 A SU PASO POR MONTECELO	9
FIGURA 6.	PLANO DE UBICACIÓN DE LA UME OBJETO DE ESTUDIO	10
FIGURA 7.	DETALLE DE LA VISTA DINÁMICA DEL MODELO TRIDIMENSIONAL GENERADO	11
FIGURA 8.	DETALLE DE LOS PUNTOS LIDAR FACILITADOS.....	13
FIGURA 9.	DETALLE DEL MDT GENERADO	13
FIGURA 10.	CURVADO FINALMENTE OBTENIDO A PARTIR DE LOS PUNTOS LIDAR	13
FIGURA 11.	VISTA 3D DE LA MODELIZACIÓN EFECTUADA	19
FIGURA 12.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LD, LE Y LDEN	23
FIGURA 13.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LN....	23

LISTA DE TABLAS

TABLA 1.	TRAMOS DE LA VÍA OBJETO DE ESTUDIO	5
TABLA 2.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA UME ESTUDIADA	10
TABLA 3.	DATOS DE TRÁFICO.....	14
TABLA 4.	DATOS DE POBLACIÓN EN LOS MUNICIPIOS AFECTADOS	17
TABLA 5.	OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA	21
TABLA 6.	VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA LOS PERIODOS LD, LE Y LDEN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO	26

TABLA 7. VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA EL PERIODO LN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO 26

TABLA 8. NÚMERO DE VIVIENDAS EXPUESTAS (EN CENTENAS) A DISTINTOS RANGOS DE NIVEL SONORO PARA LOS PERIODOS LD, LE, LN Y LDEN..... 27

TABLA 9. NÚMERO DE EDIFICIOS SENSIBLES (EN UNIDADES) Y CAMAS/ALUMNOS (EN CENTENAS) EXPUESTAS A DISTINTOS RANGOS PARA EL PERIODO LDEN..... 27

TABLA 10. DATOS RELATIVOS A ZONAS DE AFECCIÓN PARA EL PERIODO LDEN..... 28

II PLANOS

0.- PLANO DE SITUACIÓN

1.- MAPAS NIVELES SONOROS

1.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS DÍA (1:25.000)

1.2.- MAPAS DE NIVELES SONOROS TARDE (1:25.000)

1.3.- MAPAS DE NIVELES SONOROS NOCHE (1:25.000)

1.4.- MAPAS DE NIVELES SONOROS Lden (1:25.000)

2.- MAPAS DE AFECCIÓN

2.1.- MAPA DE ZONA DE AFECCIÓN (1:25.000)

1.- INTRODUCCIÓN

La aprobación de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental establece la necesidad de elaborar, en una primera fase, los Mapas Estratégicos de Ruido (MER) de grandes ejes viarios cuyo tráfico supere los seis millones de vehículos al año, para en una segunda fase realizar los mapas correspondientes a los grandes ejes viarios con tráfico superior a tres millones de vehículos al año.

La Directiva 2002/49/CE define el Mapa Estratégico de Ruido como "un 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."

Para la aplicación de la citada directiva en el territorio español se elaboró la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, que no se limita a transponer el contenido de la directiva, sino que trata de regular, a través de una adecuada distribución de competencias administrativas y del establecimiento de los mecanismos oportunos, la mejora de la calidad acústica en nuestro entorno.

Con el objeto de desarrollar esta ley se formuló el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, en cuanto a la evaluación y gestión del ruido ambiental, con la finalidad de prever, reducir o evitar los efectos nocivos, incluyendo las molestias derivadas de la exposición al ruido ambiental. A tal efecto se desarrollan los conceptos de ruido ambiental y sus efectos y molestias sobre la población, junto con una serie de medidas que permiten la consecución de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido, los planes de acción y la información a la población.

A fin de dar cumplimiento a la legislación vigente, la Consellería de Medio Ambiente Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestruturas, promueve la segunda fase de elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido de las vías pertenecientes a la Red Autonómica de Carreteras de Galicia.

2.- OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto del presente documento resumen es el de plasmar, de forma sintética y fácilmente comprensible, los resultados arrojados por los Mapas Estratégicos de Ruido

de los siguientes tramos de la carretera PO-510, perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia:

DENOMINACIÓN	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONGITUD (km)
Atios (N-550) – Salvaterra (PO-400)	Atios (N-550) - PO-407	0,000	2,800	2,80
	PO-407 - Salceda (PO-411)	2,800	6,990	4,19

Tabla 1. Tramos de la vía objeto de estudio

Según se recoge en el Artículo 15 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, los mapas de ruido tendrán, entre otros, los siguientes objetivos:

- Permitir la evaluación global de la exposición a la contaminación acústica de una determinada zona.
- Permitir la realización de predicciones globales para dicha zona.
- Posibilitar la adopción fundada de planes de acción en materia de contaminación acústica y, en general, de las medidas correctoras adecuadas.

Asimismo, la elaboración de los MER constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias a realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones

3.- AUTORIDAD RESPONSABLE

La autoridad responsable de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruidos fue la Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, contando con la asistencia de la empresa ICEACSA Consultores S.L.U.

4.- PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES

De acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, y en la Ley del Ruido y sus posteriores Reglamentos, tuvieron que realizarse, en una primera fase los Mapas Estratégicos de Ruido de las carreteras de más de 6 millones de vehículos al año; y en una segunda fase los de las carreteras de más de 3 millones de vehículos al año.

La normativa establece que una vez realizados los mapas de ruido se deben aprobar los Planes de Acción por la administración competente, y en ellos se incluirán las medidas protectoras dirigidas a la disminución de la contaminación acústica en las zonas en las que sea necesario, y las preventivas para evitar su aparición, así como la protección de zonas silenciosas. Por lo tanto, como resultado de la primera fase se hizo el estudio la Unidad de Mapa Estratégico de la carretera PO-510, en el tramo Atios (N-550) – PO-407 entre los PP.KK. 0+000 al 2+800.

Las medidas correctoras propuestas en el Plan de Acción contra el Ruido 2008-2012 en este tramo fueron:

- Reducción de la velocidad máxima permitida (en toda su longitud).
- Sustitución del firme (en toda su longitud).

Las actuaciones ejecutadas derivadas del PAR y de mejora en el tramo fueron:

- Ampliación del enlace de la N-550 con la PO-510 en Atios (Porriño).
- Accesos a Salvaterra.
- Mejora de intersecciones y refuerzo de firme.
- MSV que afecta al tramo de estudio entre el p.k. 0+250 y el 2+800
- Refuerzos de la capa de rodadura

Actualmente, para dar cumplimiento a la normativa, se están haciendo los mapas de ruido correspondientes a la segunda fase, en los cuales se incluye este tramo en el estudio de la problemática de ruido ambiental de la infraestructura viaria.

5.- ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME

El tramo en análisis de la carretera PO-510 atraviesa un área genéricamente industrial del Municipio de Porriño. La vía hace conexión del nudo con la A55 y N550 en el polígono de A Granxa con la localidad de Salvaterra, en el entronque con la PO-411. Esta vía es la más importante y más utilizada para acceder al citado polígono a las muchas canteras que existen cerca de él.

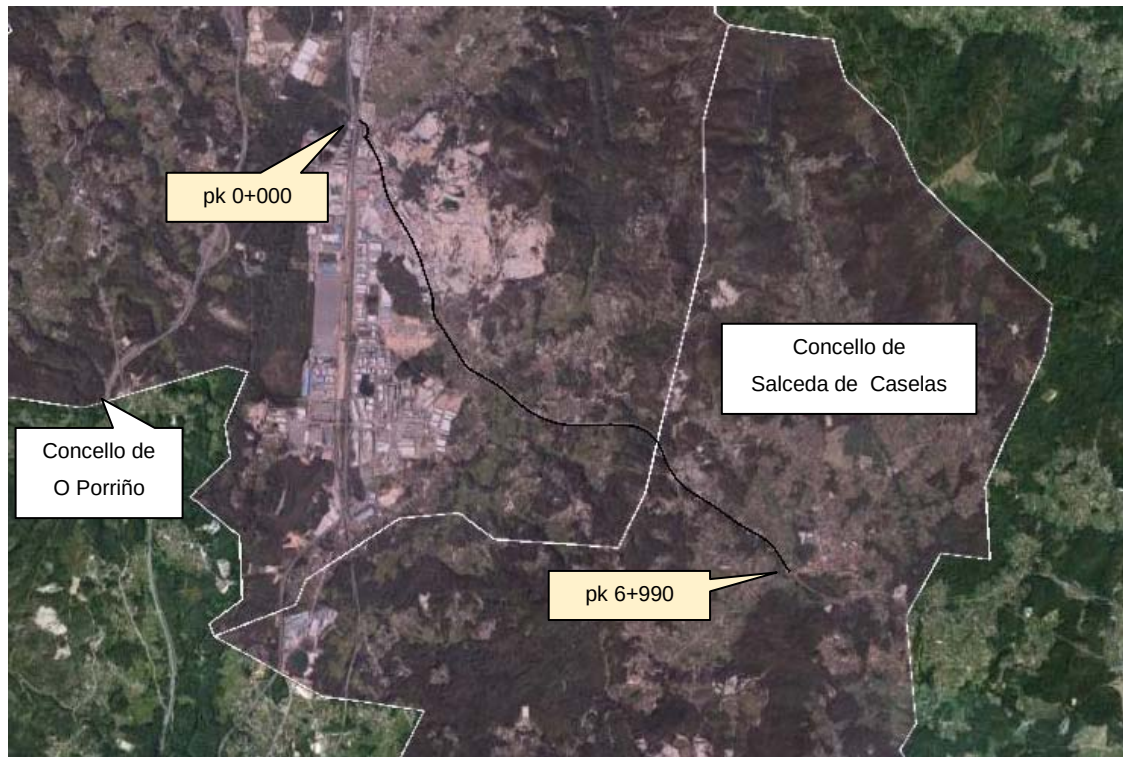


Figura 1. Ámbito de estudio

Parte de la N-550 e inmediatamente atravesia el polígono de O Porriño



Figura 2. PO-510 a su paso por el polígono de O Porriño.

Una vez pasado el polígono, el trazado pasa por una zona donde se suceden una serie de núcleos de población cuya densidad es mayor a mayor cercanía del polígono como A Chan



Figura 3. PO-510 a su paso A Chan

A partir de A Chan, los siguientes están formados en líneas generales por viviendas aisladas de tipo unifamiliar entre prados abiertos y campos de labor, como A Eirís, O Picouzo o O Sanguíño, que se sitúan a cierta distancia del trazado, localizándose tan solo alguna vivienda con carácter aislado.



Figura 4. PO-510 a su paso por A Eirís

Tras estos núcleos, la carretera atraviesa una zona de repoblaciones forestales, tras la que se sitúan otros núcleos de carácter rural como Fontán o Parderrubias, pero con escasas edificaciones cerca de la traza.

A partir de aquí, se atraviesa una zona de prados y cultivos, entre los que se localiza el núcleo de Montecelo, constituido nuevamente por viviendas de tipo unifamiliar aisladas, para finalmente terminar muy cerca del núcleo urbano de Salvaterra.



Figura 5. PO-510 a su paso por Montecelo

En todo el trazado no existen protecciones del frente urbano al ruido generado en la carretera. La gran parte de los edificios más cercanos de la carretera son unifamiliares.

No existe ningún tipo de protección en el frente urbano contra el ruido generado por la carretera. La mayor parte de las edificaciones ubicadas en las proximidades de la carretera son de tipo industrial o almacenes comerciales y de tipo unifamiliar.

La identificación de las Unidad de Mapa Estratégico (UME) se realizó conforme a los siguientes criterios generales:

- Una UME solamente puede incluir tramos pertenecientes a una misma vía.
- Todos los tramos que conforman la UME deben tener una IMD igual o superior a 3.000.000 veh/año, como establece la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental.

Teniendo en cuenta dichos criterios, los tramos recogidos en la tabla siguiente comprenden una única Unidad de Mapa Estratégico (UME), contemplándose como fuente de ruido independiente, analizándose su efecto por separado y obteniéndose un Mapa Estratégico de Ruido en el que únicamente se considera la propagación del ruido causado por el tronco de la infraestructura. Dichos mapas se corresponden al

alcance de la segunda fase de la Directiva 2002/49/CE y su correspondiente transposición a la legislación estatal:

UME	VÍA	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONG (km)	IMD (VEH/DÍA)	% PESADOS	MUNICIPIOS AFECTADOS
01	PO-510	Atios (N-550) - PO-407	0,000	2,800	2,80	19.366,59	13,39	O Porriño
		PO-407 - Salceda (PO-411)	2,800	6,990	4,19	11.449,17	13,39	O Porriño, Salceda de Caselas

Tabla 2. Características generales de la UME estudiada

En la figura siguiente se muestra la localización de la PO-510 en los tramos de estudio.

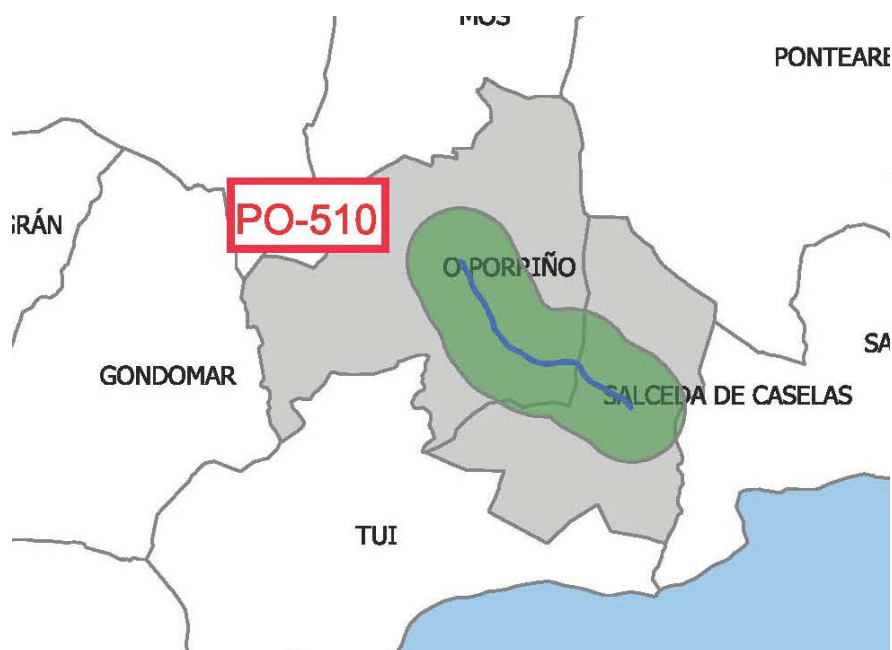


Figura 6. Plano de ubicación de la UME objeto de estudio

6.- METODOLOGÍA

Para la realización de la simulación acústica fue necesaria la implementación de un modelo tridimensional del área de estudio, incluyendo carreteras, edificaciones y elementos singulares, tal y como se aprecia en la imagen adjunta.

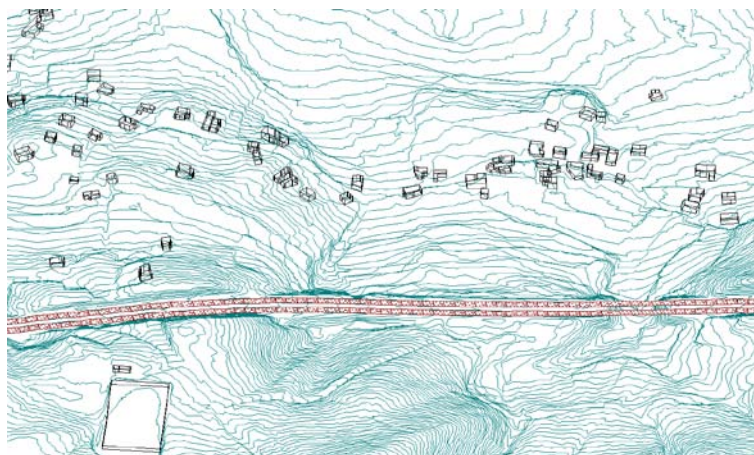


Figura 7. Detalle de la vista dinámica del modelo tridimensional generado

El software predictivo para la realización del modelo tridimensional del área de estudio, y para el posterior desarrollo de los cálculos matemáticos de propagación de ruido en ambiente exterior y ejecución de los Mapas Estratégicos de Ruido, fue CadnaA Versión 4.4 (DataKustik GmbH). Con este software, y con un modelado del entorno preciso, se pueden determinar los niveles de ruido causados por el tráfico rodado. Tanto el procesado previo de la información de base como el análisis de los datos obtenidos se realizó mediante GIS.

6.1.- MODELO DE SIMULACIÓN

Siguiendo las disposiciones del Real Decreto 1513/2005, los índices de ruido del tráfico rodado fueron determinados por medio del método nacional de cálculo francés «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTULCPC-CSTB)», mencionado en el «Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal officiel du 10 mai 1995, article 6» y en la norma francesa «XPS 31-133». Este modelo es el propuesto de manera provisional por la Unión Europea para la realización de mapas de ruido en aquellos países que carezcan del suyo propio, según se describe en la recomendación 2003/613/EC de la Comisión Europea.

La elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido engloba la generación del modelo digital, la definición de los parámetros de entrada, el cálculo de los mapas y la evaluación de los resultados obtenidos.

El modelo 3D estará constituido por la topografía y las edificaciones del ámbito de estudio, el tramo/s de carretera que conforman la UME, y los elementos singulares concretos de cada caso (viaductos, pasos superiores, muros, pantallas acústicas,...).

- Carreteras: datos de tráfico (IMD y porcentaje de pesados), características del firme, tipo de flujo y límites de velocidad.
- Edificios: tipo de uso, altura, número de plantas, número de habitantes (en caso de ser residencial) y coeficiente de absorción alfa.
- Viaductos: longitud de apantallamiento.
- Muros y pantallas: pérdidas por reflexión.
- Terreno: coeficientes de absorción.
- Túneles: radiación procedente de las entradas y salidas.

Definido el modelo e introducidos los parámetros y configuración, se lleva a cabo la simulación acústica, obteniéndose de este modo los Mapas Estratégicos de Ruido.

6.2.- CREACIÓN DEL MODELO 3D

En el presente apartado se describen los procesos necesarios para la definición del escenario de modelización en el software de cálculo a partir de la información base.

La definición de cada uno de los atributos que caracterizan los elementos del modelo se realizó en GIS previa incorporación al software de cálculo. El objeto de este tratamiento previo es el de sistematizar el proceso de creación del modelo, evitando errores u omisiones en la definición del escenario.

6.2.1.- INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA

Para llevar a cabo el modelado digital del terreno (MDT) se empleó como fuente de información el vuelo LIDAR suministrado por la Axencia Galega de Infraestruturas, del que se extrajo la nube de puntos que conforman el terreno. Posteriormente, mediante un proceso de triangulación se obtuvieron las curvas de nivel cada metro.



Figura 8. Detalle de los puntos LIDAR facilitados



Figura 9. Detalle del MDT generado

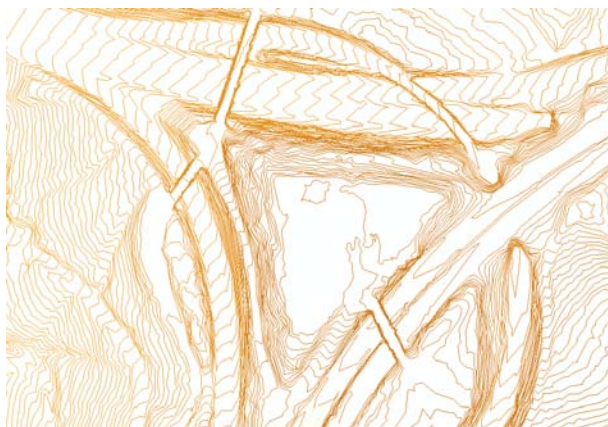


Figura 10. Curvado finalmente obtenido a partir de los puntos LIDAR

6.2.2.- INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO

Mediante el empleo de herramientas GIS, el eje de la carretera se definió a partir del conjunto de datos geométricos facilitados por la Axencia Galega de Infraestruturas, disponiendo de puntos cada 10 m, con la siguiente información:

- Coordenadas X, Y, Z.
- Número de carriles.
- Anchos de plataforma, calzada y arcenes.
- Peraltes y pendientes.

Las características geométricas que definen el eje cada 10 m se extendieron para cada punto 5 m antes y 5 m después. Una vez definido el eje se procedió a la corrección y depuración de la información, comparando los ejes con la ortofoto actualizada y con los datos tomados en las preceptivas visitas a campo realizadas. Establecida la geometría definitiva de la vía, se definieron en GIS los atributos que

caracterizan la emisión acústica, con anterioridad a su importación desde CadnaA. A continuación se describe cada uno de los atributos considerados, los datos de partida disponibles, así como el tratamiento realizado previa incorporación al modelo:

- **Geometría:** la PO-510, cuenta en todo el tramo de estudio con una única calzada con tres carriles entre los pk 0+320 a 2+060, en donde el tercer carril se corresponde con salidas e incorporaciones a las distintas naves del polígono de O Porriño. Luego continúa con dos carriles hasta el pk 3+380 a partir del cual cuenta con tres carriles, dos para sentido Salceda y uno en sentido O Porriño, hasta el final del tramo de estudio.

El ancho medio del carril es de 3,6 m, mientras que para los arcenes es de 1,4, variables entre los 0 y 4,8 m.

- **Datos de tráfico:** los datos de tráfico utilizados para el cálculo de los niveles sonoros fueron los correspondientes a las Memorias de Aforos del año 2012, proporcionadas por la Axencia Galega de Infraestruturas.

Tomando como base la distribución horaria en un día medio, se llevó a cabo el cálculo de la IMD por hora para cada uno de los periodos considerados (día, tarde y noche). Puesto que para el tramo objeto de estudio no se disponía de la distribución horaria, se aplicó la misma distribución porcentual de la estación ubicada en la misma PO-510, pero en el tramo PO-403 – Oleiros (PO-402) entre los pk 13+460 a 15+770, obteniéndose de esta forma la IMD por hora. Asimismo, para la distribución de pesados se aplicó para todos los periodos considerados el valor diario del mencionado tramo PO-403 – Oleiros (PO-402). Para el caso específico de las glorietas el tráfico fue cuantificado como la suma de las IMD de las entradas dividida por el número de salidas.

UME	VÍA	TRAMO	IMD				% PESADOS
			(VEH/DÍA)	DÍA (VEH/H)	TARDE (VEH/H)	NOCHE (VEH/H)	
01	PO-510	Atios (N-550) - PO-407	19.367	1.141,4	252,8	582,3	13,4
		PO-407 - Salceda (PO-411)	11.449	674,8	149,4	344,3	13,4

Tabla 3. Datos de tráfico

- Límite de velocidad: partiendo de la velocidad límite permitida por la normativa para la vía objeto de estudio (90 km/h), se determinaron los tramos con restricciones de velocidad a partir de los datos de señalización vertical aportados por la Axencia Galega de Infraestruturas, realizándose una revisión de los mismos en las visitas a campo realizadas. En aquellos lugares en los que se detectó señalización insuficiente o contradictoria (ausencia de señales de fin de limitación de velocidad, tramos interurbanos sin especificación de la velocidad máxima permitida,...) se optó por definir tramos los más homogéneos posibles, tomando siempre el valor de velocidad más desfavorable (la mayor de los posibles).

Cabe resaltar que para cada una de los subtramos se establecieron límites de velocidad diferenciados en función del tipo de vehículo que circule (ligero o pesado), ya que según el límite establecido dicha velocidad puede no ser coincidente.

Para el caso específico de las glorietas se definió una velocidad de 40 km/h, tanto para vehículos ligeros como pesados.

- Superficie de la carretera: el tipo de firme tiene influencia directa sobre la emisión de la vía. La UME objeto de estudio presenta una capa de asfalto bituminoso en toda su longitud.
- Tipo de flujo: de forma general se consideró que el flujo es continuo fluido, salvo en las glorietas donde se definió como continuo en pulso.

Una vez definida la geometría y los parámetros característicos de cada subtramo de 10 m que compone la UME, se procedió a su importación en CadnaA como carretera en formato shape. Por último, para conseguir que la carretera se acople por completo al terreno, se realizó el ajuste del MDT al objeto bajo la plataforma de la vía.

6.2.3.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS

Tomando como base la capa shape de la Dirección General del Catastro, se realizó una revisión general del ámbito de trabajo, completándose aquellas zonas que presentaban carencia de edificaciones recientes. Esta revisión se hizo a partir de las

fotografías aéreas del PNOA y mediante visitas a campo. Así, se elaboró una cobertura de polígonos revisada a través de:

- La digitalización de los edificios inexistentes en el Catastro.
- La eliminación de los elementos que ya no existen o que no se corresponden con edificios (invernaderos, piscinas,...).

6.2.3.1.- ALTURA

La altura de las edificaciones se definió a partir del número de plantas contempladas en los datos del Catastro, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La altura mínima de un edificio es de 4 m.
- En los edificios residenciales, sanitarios y educativos se consideró una altura de 4 m para las plantas bajas, y de 3 m para el resto.
- Aquellas edificaciones que comparten código catastral y están claramente unidas se agruparon como un único edificio, asignándole el número de plantas correspondiente al edificio más alto con código compartido.

Para aquellos edificios que no se encuentran contenidos en la base de datos de Catastro y que fueron digitalizados posteriormente, el número de plantas fue estimado a partir de la revisión de la fotografía aérea y de las visitas, corrigiendo y depurando errores de la información catastral de base (alturas inexistentes o excesivas).

6.2.3.2.- USO

Partiendo de los metadatos descargados de la Sede Electrónica del Catastro, los usos de los edificios se completaron a través de las siguientes fuentes de información:

- Fotografías aéreas del PNOA.
- Información de las visitas a campo realizadas.

Los usos identificados fueron:

- Residencial.
- Sanitario y docente.
- Industrial, terciario y otros.

A todos los edificios de la zona de estudio se asignó uno de los anteriores usos con el fin de identificar los edificios residenciales para el cálculo de la población, así como

para determinar las áreas acústicas en la elaboración de los mapas de zonas de conflicto. Además, se identificaron los edificios de tipo docente y sanitario por ser receptores sensibles, a través de la información disponible en las siguientes fuentes:

- Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria de la Xunta de Galicia.
- Consellería de Sanidade de la Xunta de Galicia.

6.2.3.3.- POBLACIÓN ASIGNADA

Uno de los objetivos de los MER es la obtención del número de personas expuestas a los diferentes niveles de ruido, para lo que se realizó un tratamiento consistente en el reparto de la población entre los edificios residenciales existentes.

La información de partida se obtuvo del padrón municipal de habitantes del año 2013 del Instituto Galego de Estatística (IGE). Tomando como base la población de cada municipio, y una vez identificados los edificios residenciales de cada uno, se hizo un reparto proporcional de la población en función de la superficie residencial total construida. El número de habitantes en cada se calculó como el producto del coeficiente de habitabilidad anteriormente definido por la superficie de cada edificio residencial, resultando:

MUNICIPIO	POBLACIÓN	SUP. TOTAL RESIDENCIAL (m ²)	COEF. HABITABILIDAD (HAB/m ²)
O Porriño	18.908	1.055.121	0,0179
Salceda de Caselas	8.887	504.094	0,0176

Tabla 4. Datos de población en los municipios afectados

En el caso de los edificios sensibles se cuantificó el número de alumnos en los edificios de uso docente, y de camas en los de uso sanitario.

6.2.3.4.- EFECTO REFLECTANTE

Para tener en cuenta el efecto reflectante de las edificaciones se asignó un Coeficiente de Absorción Alfa de 0,4 en todos los casos.

6.2.3.5.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS EN CADNAA

Una vez depurada y corregida la capa de edificaciones, con todos los atributos definidos se importaron desde CadnaA como edificio en formato shape.

En última instancia se hizo una revisión general del modelo, subsanándose aquellos desajustes existentes entre la topografía y la base de los edificios ("enterramientos"), así como los solapes entre la plataforma de la vía y las edificaciones incorporadas.

6.2.4.- MODELADO DE TÚNELES

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad túneles en la presente UME.

6.2.5.- MODELADO DE VIADUCTOS

Aquellos tramos de la carretera que presentan viaductos, puentes, pontones o pasos inferiores de grandes dimensiones fueron modelizados evitando la emisión acústica bajo el plano de la plataforma de la vía. Para ello, siguiendo las recomendaciones del software predictivo, estos tramos se configuraron como auto-apantallados con una anchura adicional de 1,5 m a izquierda y derecha.

Previamente al auto-apantallado del tramo de vía definió la geometría del viaducto, corroborándose el correcto apoyo de los estribos y corrigiéndose cuando fuese necesario, el curvado LIDAR bajo los estribos.

La identificación de los diferentes elementos (viaductos, puentes, pontones y pasos inferiores) se realizó en base a la revisión de la ortofoto, completándose con los datos tomados en las visitas a campo realizadas.

6.2.6.- MODELADO DE PASOS SUPERIORES

En el modelo se definieron únicamente aquellos pasos superiores que presentan un ancho superior a 25 m, incorporándose como reflectores 3D.

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pasos superiores con anchura superior a 25 m en la presente UME.

6.2.7.- INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pantallas acústicas en la presente UME.

6.2.8.- INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO

Las características del suelo son un factor determinante en la propagación del ruido, por lo que en la modelización efectuada se definieron diferentes áreas de absorción.

De forma genérica se considera el terreno base como absorbente ($G=1$, sin embargo se definieron ciertas áreas de carácter urbano e industrial como reflectantes ($G=0$), realizándose la zonificación del territorio en base a los usos del suelo definidos por el Instituto de Estudios do Territorio. De esta forma, las áreas consideradas como reflectantes son las correspondientes a núcleos de población, tejido urbano continuo y zonas industriales, comerciales y de servicios.

La incorporación de estas zonas al modelo se realizó importándose como áreas de absorción del suelo en formato shape.

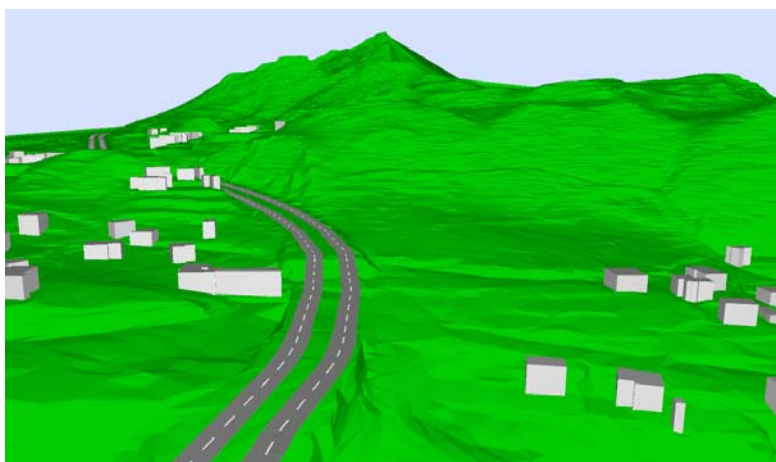


Figura 11. Vista 3D de la modelización efectuada

6.3.- CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D

Para la elaboración de los MER de cada UME, con anterioridad a la introducción de los diferentes elementos que componen el modelo, es preciso definir una configuración de cálculo en el software de acuerdo a la Directiva 2002/49/CE donde se identifiquen los parámetros necesarios para la correcta definición del escenario previsto.

- La norma empleada para el cálculo es la NMPB-Routes-96.
- El espaciado de los receptores en la malla de cálculo es de 10 x 10 m a una altura de 4 m sobre el suelo.
- El orden máximo de reflexiones consideradas es de 1.
- Se estableció un radio máximo de búsqueda de 2.000 m.
- El porcentaje de condiciones favorables día/noche se corresponde con un 50% en periodo diurno, un 75% en periodo vespertino y un 100% en periodo nocturno.
- Siguiendo las recomendaciones de la European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN), las condiciones atmosféricas consideradas son una temperatura de 15°C y una humedad del 70%.
- El cálculo de la atenuación sufrida por las ondas sonoras en el medio ambiente exterior se obtiene de acuerdo a los procedimientos de la ISO 9613.
- Los valores de inmisión considerados son L_{dia} , L_{tarde} , L_{noche} y L_{den} , todos ellos en dBA, a una altura de evaluación de 4 m.
- La designación de horas para los periodos considerados es de 07:00 a 19:00 día, de 19:00 a 23:00 tarde y de 23:00 a 07:00 noche.
- Se aplicó una penalización de 0 dB para el periodo diurno, de 5 dB para el vespertino y de 10 dB para el nocturno.
- Para la evaluación de los niveles de ruido en fachada de edificios se consideró una altura de las plantas bajas de 4 m y de 3 m para el resto. Asimismo, se tuvo en cuenta únicamente el sonido incidente, es decir, no se consideró el sonido reflejado en la fachada donde se realiza la evaluación, aunque sí las reflexiones en el resto de edificios y obstáculos presentes en el área de estudio.

7.- PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN

Para determinar los indicadores y los niveles límites de referencia que permitan evaluar la afección al ruido, se recurrió a la legislación vigente en materia de objetivos de calidad acústica que viene fijada en 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, concretamente lo

recogido en el Capítulo III "Zonificación acústica. Objetivos de calidad acústica" y en el Capítulo IV "Emisores acústicos. Valores límite de emisión e inmisión".

El artículo 14 del citado Real Decreto dice textualmente:

1. En las áreas urbanizadas existentes se establece como objetivo de calidad acústica para ruido el que resulte de la aplicación de los siguientes criterios:

a) Si en el área acústica se supera el correspondiente valor de alguno de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla A, del anexo II, su objetivo de calidad acústica será alcanzar dicho valor.

ANEXO II

Objetivos de calidad acústica

Tabla A. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes.

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L_d	L_e	L_n
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.

Tabla 5. Objetivos de calidad acústica

En relación al tipo de área f se aplicará el Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica 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.

Como se puede observar en la tabla anterior, los objetivos se establecen para los índices de ruido, L_d , L_e y L_n , cuya definición según 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, es:

Ld es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año.

Le es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año.

Ln es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año.

En vista de lo expuesto, la evaluación de la exposición al ruido de la población pasará por determinar cada uno de los indicadores Ld, Le y Ln, y compararlos con los niveles límite establecidos en los objetivos de calidad acústica para cada tipo de área.

8.- RESULTADOS

Conforme a la normativa vigente, la elaboración de un mapa estratégico conlleva la obtención de una información gráfica y otra alfanumérica, representada mediante mapas y tablas de afección.

La escala básica de representación de los Mapas Estratégicos de Ruido contenidos en el presente documento es 1/25.000, siendo la base cartográfica la 1/5.000 de la Xunta de Galicia. El sistema de proyección es ETRS-89, zona 29 N.

En la elaboración de los MER de cada UME, el área de estudio vino delimitada por la longitud del tramo/s de carretera que define la propia UME y por una banda, con un ancho de 1.500 m a cada lado del eje de la calzada.

8.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS

Son mapas de líneas isófonas elaborados a partir de los niveles de ruido calculados en puntos receptores a lo largo de toda la zona de estudio.

Se elaboraron los planos de niveles sonoros representando los indicadores establecidos por la legislación básica estatal y las recomendaciones del Ministerio de Fomento, siendo los mapas generados los siguientes:

- Mapa de niveles sonoros de Ld en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.

- Mapa de niveles sonoros de L_e en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_n en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70.
- Mapa de niveles sonoros de L_{den} en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.

Lden, Ld, Le

Rango	Descripción	R	G	B
> 75	Rosa fuerte	255	0	255
70-75	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
≤ 55	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	55-60
	60-65
	65-70
	70-75
	>75

Figura 12. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del Ld, Le y Lden

L_n

Rango	Descripción	R	G	B
>70	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
50-55	Verde	100	200	0
≤ 50	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	50-55
	55-60
	60-65
	65-70
	>70

Figura 13. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del L_n

8.2.- POBLACIÓN EXPUESTA

8.2.1.- METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA

La determinación de la situación acústica a partir de los mapas de niveles sonoros requiere el análisis de la afección del ruido sobre la población. En esta línea, la normativa establece que debe estimarse el número de personas expuestas a ciertos rangos de niveles de presión sonora, sin entrar en detalles técnicos de cómo proceder.

Existen diferentes métodos para determinar los niveles de exposición en fachada para cada uno de los edificios, conforme a la normativa y a las guías de trabajo internacionales en materia de contaminación acústica.

La Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, con el fin de determinar la exposición al ruido ambiental de los Estados Miembros, establece en su Anexo VI que

deberá comunicarse a la comisión europea, para el caso de las aglomeraciones sobre las que se realice el Mapa Estratégico de Ruidos (MER), la siguiente información:

- Número estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas 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 en la fachada más expuesta: (55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75), distinguiendo entre el tráfico rodado, el tráfico ferroviario, el tráfico aéreo y las fuentes industriales.
- El número total estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de L_n en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70), distinguiendo entre el tráfico rodado, ferroviario, aéreo y las fuentes industriales.

Este planteamiento, denominado END (European Noise Directive), es el que debe utilizarse para entregar los resultados a la comisión europea, siendo también habitual para la entrega al resto de administraciones. Sin embargo, este procedimiento, es el que proporciona peores resultados con respecto a la exposición real de la población, arrojando valores de población afectada a distintos rangos de niveles sonoros muy superiores a la realidad, por lo resulta necesario plantear otros métodos que, de forma adicional, arrojen resultados que no sobreestimen la población expuesta.

A continuación se presentan los siguientes procedimientos de estimación de la población afectada por ruido ambiental:

- Método END
- Método VBEB Alemán

8.2.1.1.- MÉTODO END

El método END (European Noise Directive) se presenta en la Directiva Europea 2002/49/CE como un método para satisfacer la obligación de proporcionar a la comisión europea los datos del número estimado de personas cuyas viviendas están expuestas a diferentes rangos de L_{den} y L_n , a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta, aquella que soporta mayor nivel de presión sonora.

Esta estimación, requiere del cálculo de receptores específicos en cada una de las fachadas de los edificios, a una altura relativa de 4 metros respecto al suelo y tomando

las consideraciones necesarias para excluir las reflexiones acústicas de la propia fachada como ruido incidente en el propio receptor.

Este planteamiento, supone que todos los habitantes de cada edificio están sometidos al mayor nivel de presión sonora registrado en la fachada más expuesta, lo que no se acerca a la situación real, en la que la población se distribuye a lo largo del edificio, en relación a la posición de las viviendas. Este procedimiento podría dar resultados próximos a la realidad en viviendas unifamiliares, pero en el caso de edificios de varias plantas se obtendría un resultado de población expuestas sobreestimado.

8.2.1.2.- MÉTODO VBEB

El método alemán VBEB (Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm) permite obtener los valores reales de afección a los que se encuentra expuesta la población. Su procedimiento contempla la distribución de receptores de niveles de presión sonora a lo largo de las fachadas, estableciendo estos a diferentes niveles de altura en función del número de plantas.

Cada uno de estos receptores determinará el nivel de presión sonora al que se encuentra expuesta cada vivienda, considerando el parámetro de altura, a diferencia del método END expuesto anteriormente, en el que la evaluación de la exposición se realizaba a 4 m del suelo.

Esta metodología permite afinar los resultados al distribuir la población de cada edificio a lo largo del perímetro en planta y de las alturas. Como se puede intuir, los niveles de presión sonora evaluados a diferentes alturas proporcionarán resultados distintos, en función de la mayor o menor distancia a la fuente y las posibles reflexiones de los edificios del entorno, encontrándose, de esta forma, los habitantes de viviendas a diferentes alturas, en una misma planta, expuestas a distintos grados de afección.

8.2.2.- TABLAS DE RESULTADOS

8.2.2.1.- POBLACIÓN AFECTADA

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)						
RANGO (dBA)	Ld		Le		Lden	
	END	VBEB	END	VBEB	END	VBEB
55 – 59	2	2	1	1	7	6
60 – 64	1	1	1	0	2	2
65 – 69	1	0	0	0	1	1
70 – 74	0	0	0	0	1	0
≥ 75	0	0	0	0	0	0

Tabla 6. Valores de población afectada (en centenas) para los periodos Ld, Le y Lden en función del método considerado

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)		
RANGO (dBA)	Ln	
	END	VBEB
50 – 54	5	4
55 – 59	2	1
60 – 64	1	1
65 – 69	1	0
≥ 70	0	0

Tabla 7. Valores de población afectada (en centenas) para el periodo Ln en función del método considerado

A la vista de los resultados contenidos en las tablas adjuntas, se puede observar como la población afectada por ambos métodos de cálculo es muy similar, si bien la población expuesta a valores de ruido por encima de 70 dB únicamente llega a la centena para el periodo Lden en el caso del método END. Estos resultados son debidos a las características de la vía, enclavada en un ámbito industrial con población dispersa.

8.2.2.2.- VIVIENDAS AFECTADAS

Nº VIVIENDAS AFECTADAS (EN CENTENAS)					
RANGO (dBA)	Ld	Le	Lden	RANGO (dBA)	Ln
55 – 59	1	0	3	50 – 54	2
60 – 64	1	1	1	55 – 59	1
65 – 69	1	0	0	60 – 64	1
70 – 74	0	0	1	65 – 69	1
≥ 75	0	0	0	≥ 70	0

Tabla 8. Número de viviendas expuestas (en centenas) a distintos rangos de nivel sonoro para los periodos Ld, Le, Ln y Lden

Al igual que ocurre con la exposición de la población, el número de viviendas afectadas por el ruido de la carretera es relativamente bajo, no llegándose a alcanzar la centena de edificios afectados por niveles superiores a 70 dB, excepto para el periodo Lden.

8.2.2.3.- EDIFICIOS SENSIBLES

AFECCIÓN A EDIFICIOS SENSIBLES				
SANITARIOS			DOCENTES	
RANGO (dBA)	Lden		Lden	
	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº CAMAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº ALUMNOS (CENTENAS)
55 – 59	0	0	2	8
60 – 64	0	0	0	0
65 – 69	0	0	0	0
70 – 74	0	0	0	0
≥ 75	0	0	0	0

Tabla 9. Número de edificios sensibles (en unidades) y camas/alumnos (en centenas) expuestas a distintos rangos para el periodo Lden.

A raíz de la modelización efectuada se puede concluir que únicamente dos edificios sensibles se ven afectados por el ruido generado por la carretera objeto de estudio. Se trata del CRA Raíña Aragonta y del CEP Altamira, que según fuentes de los propios centros cuentan con 307 y 510 alumnos respectivamente.

8.3.- MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN

Se obtuvo a partir del mapa de niveles sonoros del indicador Lden.

Incluye los datos de superficies totales (en km²), expuestas a valores de Lden superiores a 55, 65, y 75 dB, respectivamente. En ellos se indica además el número total estimado de viviendas (en centenares), y el número total estimado de personas (en centenares) que viven en cada una de esas zonas.

Las isófonas correspondientes a 55, 65 y 75 dB figuran en el mapa y se incluye información sobre la ubicación de las ciudades, pueblos y aglomeraciones situadas dentro de esas curvas.

EXPOSICIONES A DIFERENTES VALORES Lden					
RANGO (dBA)	SUPERFICIE	POBLACIÓN		EDIFICIOS SENSIBLES	
	(km ²)	Nº VIVIENDAS (CENTENAS)	Nº PERSONAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS SANITARIOS (UD)	Nº EDIFICIOS DOCENTES (UD)
≥ 55	2,90	4	10	0	2
≥ 65	0,63	1	2	0	0
≥ 75	0,20	0	0	0	0

Tabla 10. Datos relativos a zonas de afección para el periodo Lden

Observando los resultados de los mapas de afección se puede concluir que las superficies afectadas por rangos superiores a 65 dB son de reducidas dimensiones, lo que conlleva que el número de habitantes y viviendas expuestas sean netamente inferiores a los afectados por rangos comprendidos entre 55 y 65 dB. Asimismo, ningún edificio sensible se ve afectado por niveles de ruido superiores a 65 dB.

A modo aclaratorio cabe resaltar, que para obtener una mayor precisión en los resultados presentados, los valores referentes a población de la presente tabla se obtuvieron considerando el número de viviendas y personas afectadas en unidades, por lo que algunos valores difieren del resultado obtenido realizando el sumatorio de personas y viviendas expuestas del epígrafe 8.2.2.1., ya que en estas tablas se presentan en centenares.

9.- CONCLUSIÓN

Con la realización del presente estudio se elaboraron los Mapas Estratégicos de Ruido de los tramos Atios (N-550) - PO-407 y PO-407 - Salceda (PO-411) de la vía PO-511 (perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia), de acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE de 25 de junio de 2002 sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental y en la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, considerando alcanzados los objetivos planteados inicialmente así como los establecidos en la legislación vigente.

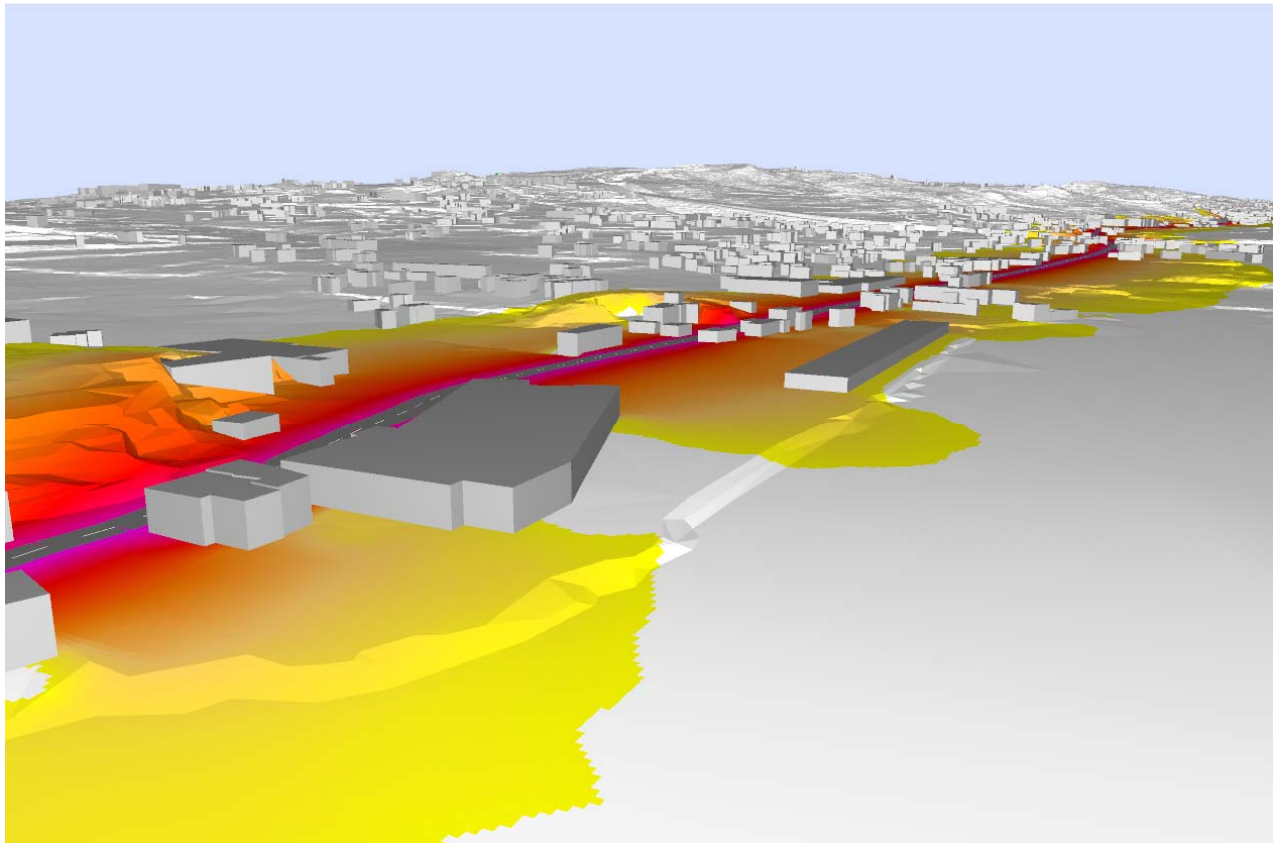
La elaboración de este estudio constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias que se deban realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones.

II PLANOS



XUNTA DE GALICIA

CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



CLAVE

PO/13/044.09.9

TIPO DE ESTUDIO

MAPA EXTRATÉXICO DE RUÍDO

DOCUMENTOS

DOCUMENTO RESUME

ESTRADA

PO-511
SANGUIÑEDA (N-120) - TORNEIROS (PO-331)

PUNTOS QUILOMÉTRICOS

0+000 – 0+520

DATA

XULLO 2014

CONSULTOR



I MEMORIA

I MEMORIA

1.-	INTRODUCCIÓN	4
2.-	OBJETO DEL ESTUDIO	4
3.-	AUTORIDAD RESPONSABLE.....	5
4.-	PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES	5
5.-	ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME	6
6.-	METODOLOGÍA	9
6.1.-	MODELO DE SIMULACIÓN.....	10
6.2.-	CREACIÓN DEL MODELO 3D	11
6.2.1.-	INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA.....	11
6.2.2.-	INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO.....	12
6.2.3.-	INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS	14
6.2.4.-	MODELADO DE TÚNELES.....	16
6.2.5.-	MODELADO DE VIADUCTOS	16
6.2.6.-	MODELADO DE PASOS SUPERIORES.....	17
6.2.7.-	INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS.....	17
6.2.8.-	INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO	17
6.3.-	CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D	18
7.-	PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN	19
8.-	RESULTADOS.....	21
8.1.-	MAPAS DE NIVELES SONOROS.....	21
8.2.-	POBLACIÓN EXPUESTA	22
8.2.1.-	METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA.....	22
8.2.2.-	TABLAS DE RESULTADOS.....	25

8.3.-	MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN.....	27
9.-	CONCLUSIÓN	28

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	ÁMBITO DE ESTUDIO.....	6
FIGURA 2.	PO-511 VIADUCTO RÍO LOURO.....	7
FIGURA 3.	PO-511 FIN DEL TRAMO	7
FIGURA 4.	PLANO DE UBICACIÓN DE LA UME OBJETO DE ESTUDIO	9
FIGURA 5.	DETALLE DE LA VISTA DINÁMICA DEL MODELO TRIDIMENSIONAL GENERADO	9
FIGURA 6.	DETALLE DE LOS PUNTOS LIDAR FACILITADOS.....	11
FIGURA 7.	DETALLE DEL MDT GENERADO	11
FIGURA 8.	CURVADO FINALMENTE OBTENIDO A PARTIR DE LOS PUNTOS LIDAR	12
FIGURA 9.	VISTA 3D DE LA MODELIZACIÓN EFECTUADA	18
FIGURA 10.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LD, LE Y LDEN.....	22
FIGURA 11.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LN....	22

LISTA DE TABLAS

TABLA 1.	TRAMOS DE LA VÍA OBJETO DE ESTUDIO	5
TABLA 2.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA UME ESTUDIADA	8
TABLA 3.	DATOS DE TRÁFICO.....	13
TABLA 4.	DATOS DE POBLACIÓN EN LOS MUNICIPIOS AFECTADOS	16
TABLA 5.	PANTALLAS Y BARRERAS INCLUIDAS EN EL MODELO	17
TABLA 6.	OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA.....	20
TABLA 7.	VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA LOS PERIODOS LD, LE Y LDEN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO.....	25
TABLA 8.	VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA EL PERIODO LN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO	25

TABLA 9. NÚMERO DE VIVIENDAS EXPUESTAS (EN CENTENAS) A DISTINTOS RANGOS DE NIVEL SONORO PARA LOS PERIODOS LD, LE, LN Y LDEN..... 26

TABLA 10. NÚMERO DE EDIFICIOS SENSIBLES (EN UNIDADES) Y CAMAS/ALUMNOS (EN CENTENAS) EXPUESTAS A DISTINTOS RANGOS PARA EL PERIODO LDEN..... 26

TABLA 11. DATOS RELATIVOS A ZONAS DE AFECCIÓN PARA EL PERIODO LDEN..... 27

II PLANOS

0.- PLANO DE SITUACIÓN

1.- MAPAS NIVELES SONOROS

1.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS DÍA (1:25.000)

1.2.- MAPAS DE NIVELES SONOROS TARDE (1:25.000)

1.3.- MAPAS DE NIVELES SONOROS NOCHE (1:25.000)

1.4.- MAPAS DE NIVELES SONOROS Lden (1:25.000)

2.- MAPAS DE AFECCIÓN

2.1.- MAPA DE ZONA DE AFECCIÓN (1:25.000)

1.- INTRODUCCIÓN

La aprobación de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental establece la necesidad de elaborar, en una primera fase, los Mapas Estratégicos de Ruido (MER) de grandes ejes viarios cuyo tráfico supere los seis millones de vehículos al año, para en una segunda fase realizar los mapas correspondientes a los grandes ejes viarios con tráfico superior a tres millones de vehículos al año.

La Directiva 2002/49/CE define el Mapa Estratégico de Ruido como "un 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."

Para la aplicación de la citada directiva en el territorio español se elaboró la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, que no se limita a transponer el contenido de la directiva, sino que trata de regular, a través de una adecuada distribución de competencias administrativas y del establecimiento de los mecanismos oportunos, la mejora de la calidad acústica en nuestro entorno.

Con el objeto de desarrollar esta ley se formuló el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, en cuanto a la evaluación y gestión del ruido ambiental, con la finalidad de prever, reducir o evitar los efectos nocivos, incluyendo las molestias derivadas de la exposición al ruido ambiental. A tal efecto se desarrollan los conceptos de ruido ambiental y sus efectos y molestias sobre la población, junto con una serie de medidas que permiten la consecución de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido, los planes de acción y la información a la población.

A fin de dar cumplimiento a la legislación vigente, la Consellería de Medio Ambiente Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestruturas, promueve la segunda fase de elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido de las vías pertenecientes a la Red Autonómica de Carreteras de Galicia.

2.- OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto del presente documento resumen es el de plasmar, de forma sintética y fácilmente comprensible, los resultados arrojados por los Mapas Estratégicos de Ruido

del siguiente tramo de la vía PO-511, perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia:

DENOMINACIÓN	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONGITUD (km)
Sanguiñeda (N-120) - Torneiros (PO-331)	Sanguiñeda (N-120) - Torneiros (PO-331)	0,000	0,520	0,52

Tabla 1. Tramos de la vía objeto de estudio

Según se recoge en el Artículo 15 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, los mapas de ruido tendrán, entre otros, los siguientes objetivos:

- Permitir la evaluación global de la exposición a la contaminación acústica de una determinada zona.
- Permitir la realización de predicciones globales para dicha zona.
- Posibilitar la adopción fundada de planes de acción en materia de contaminación acústica y, en general, de las medidas correctoras adecuadas.

Asimismo, la elaboración de los MER constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias a realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones

3.- AUTORIDAD RESPONSABLE

La autoridad responsable de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruidos fue la Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, contando con la asistencia de la empresa ICEACSA Consultores S.L.U.

4.- PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES

De acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, y en la Ley del Ruido y sus posteriores Reglamentos, tuvieron que realizarse, en una primera fase los Mapas Estratégicos de Ruido de las carreteras de más de 6 millones de vehículos al año; y en una segunda fase los de las carreteras de más de 3 millones de vehículos al año.

Por lo tanto, en la actualidad no se encuentra vigente ningún Programa de Acción contra el ruido derivado de la primera fase en la Unidad de Mapa Estratégico Sanguñeda (N-120) – Torneiros (PO-331) entre los pk 0+000 a 0+520.

Así, en cumplimiento de la legislación, se elabora en la segunda fase esta UME. El estudio constituye la primera aproximación a la problemática del ruido generado por la infraestructura viaria.

5.- ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME

El tramo objeto de estudio constituye la PO-511, y conecta la glorieta de la N-120 , en el Cocello de Mos, con la glorieta de la PO-331 ya en el Concello de O Porriño, a la altura del núcleo principal, situándose en la comarca de Vigo.



Figura 1. Ámbito de estudio

Casi desde el inicio del tramo, desde el pk 0+040 hasta el pk 0+220 aproximadamente el trazado discurre en viaducto para salvar el río Louro, dejando varias edificaciones

del núcleo de Porriño, por debajo de la rasante de la carretera, además de formaciones boscosas de caducifolias.



Figura 2. PO-511 viaducto río Louro

Al finalizar el viaducto, la carretera discurre parcialmente en terraplén, más alta que las edificaciones cercanas, de tipo unifamiliar aisladas, entre prados y campos de labor, hasta el final del tramo, donde aumenta ligeramente la densidad de edificación, y se localiza alguna nave de tipo comercial. Es en esta parte final precisamente, entre los pk 0+330 a 0+365 donde se ubican las únicas barreras de protección sonora del tramo.



Figura 3. PO-511 fin del tramo

La identificación de las Unidad de Mapa Estratégico (UME) se realizó conforme a los siguientes criterios generales:

- Una UME solamente puede incluir tramos pertenecientes a una misma vía.
- Todos los tramos que conforman la UME deben tener una IMD igual o superior a 3.000.000 veh/año, como establece la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental.

Teniendo en cuenta dichos criterios, los tramos recogidos en la tabla siguiente comprenden una única Unidad de Mapa Estratégico (UME), contemplándose como fuente de ruido independiente, analizándose su efecto por separado y obteniéndose un Mapa Estratégico de Ruido en el que únicamente se considera la propagación del ruido causado por el tronco de la infraestructura. Dichos mapas se corresponden al alcance de la segunda fase de la Directiva 2002/49/CE y su correspondiente transposición a la legislación estatal:

UME	VÍA	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONG (km)	IMD (VEH/DÍA)	% PESADOS	MUNICIPOS AFECTADOS
01	PO-511	Sanguiñeda (N-120) – Torreiros (PO-331)	0+000	0+520	5,20	10.665,78	10	Mos Porriño

Tabla 2. Características generales de la UME estudiada

En la figura siguiente se observa la situación del tramo objeto del presente estudio.



Figura 4. Plano de ubicación de la UME objeto de estudio

6.- METODOLOGÍA

Para la realización de la simulación acústica fue necesaria la implementación de un modelo tridimensional del área de estudio, incluyendo carreteras, edificaciones y elementos singulares, tal y como se aprecia en la imagen adjunta.



Figura 5. Detalle de la vista dinámica del modelo tridimensional generado

El software predictivo para la realización del modelo tridimensional del área de estudio, y para el posterior desarrollo de los cálculos matemáticos de propagación de ruido en ambiente exterior y ejecución de los Mapas Estratégicos de Ruido, fue CadnaA Versión 4.4 (DataKustik GmbH). Con este software, y con un modelado del entorno preciso, se pueden determinar los niveles de ruido causados por el tráfico rodado. Tanto el procesado previo de la información de base como el análisis de los datos obtenidos se realizó mediante GIS.

6.1.- MODELO DE SIMULACIÓN

Siguiendo las disposiciones del Real Decreto 1513/2005, los índices de ruido del tráfico rodado fueron determinados por medio del método nacional de cálculo francés «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTULCPC-CSTB)», mencionado en el «Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal officiel du 10 mai 1995, article 6» y en la norma francesa «XPS 31-133». Este modelo es el propuesto de manera provisional por la Unión Europea para la realización de mapas de ruido en aquellos países que carezcan del suyo propio, según se describe en la recomendación 2003/613/EC de la Comisión Europea.

La elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido engloba la generación del modelo digital, la definición de los parámetros de entrada, el cálculo de los mapas y la evaluación de los resultados obtenidos.

El modelo 3D estará constituido por la topografía y las edificaciones del ámbito de estudio, el tramo/s de carretera que conforman la UME, y los elementos singulares concretos de cada caso (viaductos, pasos superiores, muros, pantallas acústicas,...).

- Carreteras: datos de tráfico (IMD y porcentaje de pesados), características del firme, tipo de flujo y límites de velocidad.
- Edificios: tipo de uso, altura, número de plantas, número de habitantes (en caso de ser residencial) y coeficiente de absorción alfa.
- Viaductos: longitud de apantallamiento.
- Muros y pantallas: pérdidas por reflexión.
- Terreno: coeficientes de absorción.
- Túneles: radiación procedente de las entradas y salidas.

Definido el modelo e introducidos los parámetros y configuración, se lleva a cabo la simulación acústica, obteniéndose de este modo los Mapas Estratégicos de Ruido.

6.2.- CREACIÓN DEL MODELO 3D

En el presente apartado se describen los procesos necesarios para la definición del escenario de modelización en el software de cálculo a partir de la información base.

La definición de cada uno de los atributos que caracterizan los elementos del modelo se realizó en GIS previa incorporación al software de cálculo. El objeto de este tratamiento previo es el de sistematizar el proceso de creación del modelo, evitando errores u omisiones en la definición del escenario.

6.2.1.- INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA

Para llevar a cabo el modelado digital del terreno (MDT) se empleó como fuente de información el vuelo LIDAR suministrado por la Axencia Galega de Infraestruturas, del que se extrajo la nube de puntos que conforman el terreno. Posteriormente, mediante un proceso de triangulación se obtuvieron las curvas de nivel cada metro.



Figura 6. Detalle de los puntos LIDAR facilitados



Figura 7. Detalle del MDT generado

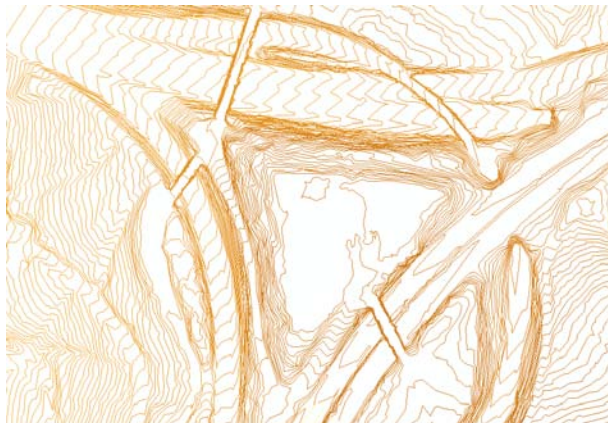


Figura 8. Curvado finalmente obtenido a partir de los puntos LIDAR

6.2.2.- INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO

Mediante el empleo de herramientas GIS, el eje de la carretera se definió a partir del conjunto de datos geométricos facilitados por la Axencia Galega de Infraestruturas, disponiendo de puntos cada 10 m, con la siguiente información:

- Coordenadas X, Y, Z.
- Número de carriles.
- Anchos de plataforma, calzada y arcenes.
- Peraltes y pendientes.

Las características geométricas que definen el eje cada 10 m se extendieron para cada punto 5 m antes y 5 m después. Una vez definido el eje se procedió a la corrección y depuración de la información, comparando los ejes con la ortofoto actualizada y con los datos tomados en las preceptivas visitas a campo realizadas. Establecida la geometría definitiva de la vía, se definieron en GIS los atributos que caracterizan la emisión acústica, con anterioridad a su importación desde CadnaA. A continuación se describe cada uno de los atributos considerados, los datos de partida disponibles, así como el tratamiento realizado previa incorporación al modelo:

- Geometría: la PO-511, cuenta en todo el tramo de estudio con una única calzada con dos carriles. El ancho medio del carril es de 3,6 m. El arcén derecho cuenta con un ancho medio de 1,8 m variable entre los 0 y 2,2 m, mientras que el arcén izquierdo cuenta con un ancho medio de 1,2 m variable entre los 0 y 1,4 m.

- Datos de tráfico: los datos de tráfico utilizados para el cálculo de los niveles sonoros fueron sido los correspondientes a las Memorias de Aforos del año 2012, proporcionadas por la Axencia Galega de Infraestruturas.

Tomando como base la distribución horaria en un día medio, se llevó a cabo el cálculo de la IMD por hora para cada uno de los periodos considerados (día, tarde y noche). Puesto que para el tramo objeto de estudio no se disponía de distribución horaria, al valor de la IMD diaria del año 2012 se le aplicó la distribución porcentual del tramo Atios (N-550) – PO-407 entre los pk 13+460 y 15+770, según criterios de la Axencia Galega de Infraestruturas.

Asimismo, para la distribución de pesados se aplicó para todos los periodos considerados el valor diario del tramo facilitado por la Axencia.

UME	VÍA	TRAMO	IMD				% PESADOS
			(VEH/DÍA)	DÍA (VEH/H)	TARDE (VEH/H)	NOCHE (VEH/H)	
01	PO-511	Sanguiñeda (N-120) – Torneiros (PO-331)	10.665,78	628,60	139,22	320,71	10,00

Tabla 3. Datos de tráfico

- Límite de velocidad: partiendo de la velocidad límite permitida por la normativa para la vía objeto de estudio (90 km/h), se determinaron los tramos con restricciones de velocidad a partir de los datos de señalización vertical aportados por la Axencia Galega de Infraestruturas, realizándose una revisión de los mismos en las visitas a campo realizadas. En aquellos lugares en los que se detectó señalización insuficiente o contradictoria (ausencia de señales de fin de limitación de velocidad, tramos interurbanos sin especificación de la velocidad máxima permitida,...) se optó por definir tramos los más homogéneos posibles, tomando siempre el valor de velocidad más desfavorable (la mayor de los posibles); así, en su mayor parte existe una limitación de velocidad a 60 km/h, existiendo restricciones de 40 km/h en la parte inicial y final del tramo, incluyendo un pequeño tramo limitado a 50 km/h. Para cada una de los subtramos se establecieron límites de velocidad diferenciados en función del tipo de vehículo que circule (ligero o pesado), ya que según el límite establecido dicha velocidad puede no ser coincidente.

- Superficie de la carretera: el tipo de firme tiene influencia directa sobre la emisión de la vía. La UME objeto de estudio presenta una capa de asfalto bituminoso en toda su longitud.
- Tipo de flujo: de forma general se consideró que el flujo es continuo fluido.

Una vez definida la geometría y los parámetros característicos de cada subtramo de 10 m que compone la UME, se procedió a su importación en CadnaA como carretera en formato shape. Por último, para conseguir que la carretera se acople por completo al terreno, se realizó el ajuste del MDT al objeto bajo la plataforma de la vía.

6.2.3.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS

Tomando como base la capa shape de la Dirección General del Catastro, se realizó una revisión general del ámbito de trabajo, completándose aquellas zonas que presentaban carencia de edificaciones recientes. Esta revisión se hizo a partir de las fotografías aéreas del PNOA y mediante visitas a campo. Así, se elaboró una cobertura de polígonos revisada a través de:

- La digitalización de los edificios inexistentes en el Catastro.
- La eliminación de los elementos que ya no existen o que no se corresponden con edificios (invernaderos, piscinas,...).

6.2.3.1.- ALTURA

La altura de las edificaciones se definió a partir del número de plantas contempladas en los datos del Catastro, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La altura mínima de un edificio es de 4 m.
- En los edificios residenciales, sanitarios y educativos se consideró una altura de 4 m para las plantas bajas, y de 3 m para el resto.
- Aquellas edificaciones que comparten código catastral y están claramente unidas se agruparon como un único edificio, asignándole el número de plantas correspondiente al edificio más alto con código compartido.

Para aquellos edificios que no se encuentran contenidos en la base de datos de Catastro y que fueron digitalizados posteriormente, el número de plantas fue estimado

a partir de la revisión de la fotografía aérea y de las visitas, corrigiendo y depurando errores de la información catastral de base (alturas inexistentes o excesivas).

6.2.3.2.- USO

Partiendo de los metadatos descargados de la Sede Electrónica del Catastro, los usos de los edificios se completaron a través de las siguientes fuentes de información:

- Fotografías aéreas del PNOA.
- Información de las visitas a campo realizadas.

Los usos identificados fueron:

- Residencial.
- Sanitario y docente.
- Industrial, terciario y otros.

A todos los edificios de la zona de estudio se asignó uno de los anteriores usos con el fin de identificar los edificios residenciales para el cálculo de la población, así como para determinar las áreas acústicas en la elaboración de los mapas de zonas de conflicto. Además, se identificaron los edificios de tipo docente y sanitario por ser receptores sensibles, a través de la información disponible en las siguientes fuentes:

- Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria de la Xunta de Galicia.
- Consellería de Sanidade de la Xunta de Galicia.

6.2.3.3.- POBLACIÓN ASIGNADA

Uno de los objetivos de los MER es la obtención del número de personas expuestas a los diferentes niveles de ruido, para lo que se realizó un tratamiento consistente en el reparto de la población entre los edificios residenciales existentes.

La información de partida se obtuvo del padrón municipal de habitantes del año 2013 del Instituto Galego de Estatística (IGE). Tomando como base la población de cada municipio, y una vez identificados los edificios residenciales de cada uno, se hizo un reparto proporcional de la población en función de la superficie residencial total construida. El número de habitantes en cada se calculó como el producto del coeficiente de habitabilidad anteriormente definido por la superficie de cada edificio residencial, resultando:

MUNICIPIO	POBLACIÓN	SUP. TOTAL RESIDENCIAL (m ²)	COEF. HABITABILIDAD (HAB/m ²)
Mos	15.367	746.944	0,0206
O Porriño	18.908	1.055.121	0,0179

Tabla 4. Datos de población en los municipios afectados

En el caso de los edificios sensibles se cuantificó el número de alumnos en los edificios de uso docente, y de camas en los de uso sanitario.

6.2.3.4.- EFECTO REFLECTANTE

Para tener en cuenta el efecto reflectante de las edificaciones se asignó un Coeficiente de Absorción Alfa de 0,4 en todos los casos.

6.2.3.5.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS EN CADNAA

Una vez depurada y corregida la capa de edificaciones, con todos los atributos definidos se importaron desde CadnaA como edificio en formato shape.

En última instancia se hizo una revisión general del modelo, subsanándose aquellos desajustes existentes entre la topografía y la base de los edificios ("enterramientos"), así como los solapes entre la plataforma de la vía y las edificaciones incorporadas.

6.2.4.- MODELADO DE TÚNELES

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad túneles en la presente UME.

6.2.5.- MODELADO DE VIADUCTOS

Aquellos tramos de la carretera que presentan viaductos, puentes, pontones o pasos inferiores de grandes dimensiones fueron modelizados evitando la emisión acústica bajo el plano de la plataforma de la vía. Para ello, siguiendo las recomendaciones del software predictivo, estos tramos se configuraron como auto-apantallados con una anchura adicional de 1,5 m a izquierda y derecha.

Previamente al auto-apantallado del tramo de vía definió la geometría del viaducto, corroborándose el correcto apoyo de los estribos y corrigiéndose cuando fuese necesario, el curvado LIDAR bajo los estribos.

La identificación de los diferentes elementos (viaductos, puentes, pontones y pasos inferiores) se realizó en base a la revisión de la ortofoto, completándose con los datos tomados en las visitas a campo realizadas.

6.2.6.- MODELADO DE PASOS SUPERIORES

En el modelo se definieron únicamente aquellos pasos superiores que presentan un ancho superior a 25 m, incorporándose como reflectores 3D.

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pasos superiores con anchura superior a 25 m en la presente UME.

6.2.7.- INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS

Junto con las edificaciones, los muros y pantallas constituyen obstáculos a la propagación del ruido, por lo que fueron incluidos en el modelo tridimensional.

El trabajo de campo realizado permitió cartografiar la presencia de estas barreras, siendo los elementos identificados y sus características principales las recogidas en la tabla adjunta.

ELEMENTO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONGITUD (m)	ALTURA (m)	TIPO REFLEXIÓN
Pantalla acústica	0+340	0+380	40	2	Pantalla Absorbente

Tabla 5. Pantallas y barreras incluidas en el modelo

La incorporación de los obstáculos al modelo se realizaron importándose como pantallas en formato shape.

6.2.8.- INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO

Las características del suelo son un factor determinante en la propagación del ruido, por lo que en la modelización efectuada se definieron diferentes áreas de absorción.

De forma genérica se considera el terreno base como absorbente ($G=1$, sin embargo se definieron ciertas áreas de carácter urbano e industrial como reflectantes ($G=0$), realizándose la zonificación del territorio en base a los usos del suelo definidos por el Instituto de Estudos do Territorio. De esta forma, las áreas consideradas como

reflectantes son las correspondientes a núcleos de población, tejido urbano continuo y zonas industriales, comerciales y de servicios.

La incorporación de estas zonas al modelo se realizó importándose como áreas de absorción del suelo en formato shape.

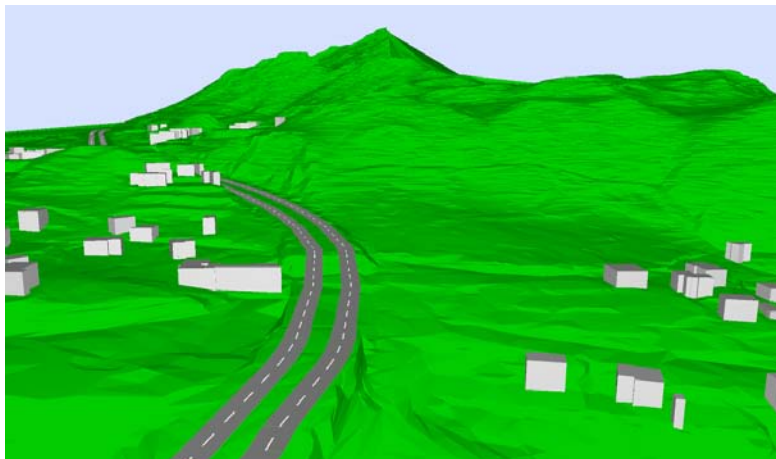


Figura 9. Vista 3D de la modelización efectuada

6.3.- CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D

Para la elaboración de los MER de cada UME, con anterioridad a la introducción de los diferentes elementos que componen el modelo, es preciso definir una configuración de cálculo en el software de acuerdo a la Directiva 2002/49/CE donde se identifiquen los parámetros necesarios para la correcta definición del escenario previsto.

- La norma empleada para el cálculo es la NMPB-Routes-96.
- El espaciado de los receptores en la malla de cálculo es de 10 x 10 m a una altura de 4 m sobre el suelo.
- El orden máximo de reflexiones consideradas es de 1.
- Se estableció un radio máximo de búsqueda de 2.000 m.
- El porcentaje de condiciones favorables día/noche se corresponde con un 50% en periodo diurno, un 75% en periodo vespertino y un 100% en periodo nocturno.
- Siguiendo las recomendaciones de la European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN), las condiciones atmosféricas consideradas son una temperatura de 15°C y una humedad del 70%.

- El cálculo de la atenuación sufrida por las ondas sonoras en el medio ambiente exterior se obtiene de acuerdo a los procedimientos de la ISO 9613.
- Los valores de inmisión considerados son L_{dia} , L_{tarde} , L_{noche} y L_{den} , todos ellos en dBA, a una altura de evaluación de 4 m.
- La designación de horas para los periodos considerados es de 07:00 a 19:00 día, de 19:00 a 23:00 tarde y de 23:00 a 07:00 noche.
- Se aplicó una penalización de 0 dB para el periodo diurno, de 5 dB para el vespertino y de 10 dB para el nocturno.
- Para la evaluación de los niveles de ruido en fachada de edificios se consideró una altura de las plantas bajas de 4 m y de 3 m para el resto. Asimismo, se tuvo en cuenta únicamente el sonido incidente, es decir, no se consideró el sonido reflejado en la fachada donde se realiza la evaluación, aunque sí las reflexiones en el resto de edificios y obstáculos presentes en el área de estudio.

7.- PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN

Para determinar los indicadores y los niveles límites de referencia que permitan evaluar la afección al ruido, se recurrió a la legislación vigente en materia de objetivos de calidad acústica que viene fijada en 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, concretamente lo recogido en el Capítulo III "Zonificación acústica. Objetivos de calidad acústica" y en el Capítulo IV "Emisores acústicos. Valores límite de emisión e inmisión".

El artículo 14 del citado Real Decreto dice textualmente:

1. En las áreas urbanizadas existentes se establece como objetivo de calidad acústica para ruido el que resulte de la aplicación de los siguientes criterios:

a) Si en el área acústica se supera el correspondiente valor de alguno de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla A, del anexo II, su objetivo de calidad acústica será alcanzar dicho valor.

ANEXO II

Objetivos de calidad acústica

Tabla A. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes.

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L_d	L_e	L_n
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.

Tabla 6. Objetivos de calidad acústica

En relación al tipo de área f se aplicará el Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica 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.

Como se puede observar en la tabla anterior, los objetivos se establecen para los índices de ruido, L_d , L_e y L_n , cuya definición según 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, es:

L_d es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año.

L_e es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año.

L_n es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año.

En vista de lo expuesto, la evaluación de la exposición al ruido de la población pasará por determinar cada uno de los indicadores L_d , L_e y L_n , y compararlos con los niveles límite establecidos en los objetivos de calidad acústica para cada tipo de área.

8.- RESULTADOS

Conforme a la normativa vigente, la elaboración de un mapa estratégico conlleva la obtención de una información gráfica y otra alfanumérica, representada mediante mapas y tablas de afección.

La escala básica de representación de los Mapas Estratégicos de Ruido contenidos en el presente documento es 1/25.000, siendo la base cartográfica la 1/5.000 de la Xunta de Galicia. El sistema de proyección es ETRS-89, zona 29 N.

En la elaboración de los MER de cada UME, el área de estudio vino delimitada por la longitud del tramo/s de carretera que define la propia UME y por una banda, con un ancho de 1.500 m a cada lado del eje de la calzada.

8.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS

Son mapas de líneas isófonas elaborados a partir de los niveles de ruido calculados en puntos receptores a lo largo de toda la zona de estudio.

Se elaboraron los planos de niveles sonoros representando los indicadores establecidos por la legislación básica estatal y las recomendaciones del Ministerio de Fomento, siendo los mapas generados los siguientes:

- Mapa de niveles sonoros de L_d en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_e en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_n en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70.

- Mapa de niveles sonoros de Lden en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.

Lden, Ld, Le

Rango	Descripción	R	G	B
> 75	Rosa fuerte	255	0	255
70-75	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
< 55	blanco			

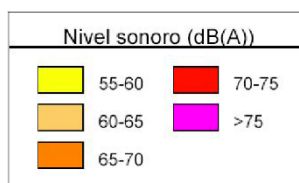


Figura 10. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del Ld, Le y Lden

Ln

Rango	Descripción	R	G	B
>70	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
50-55	Verde	100	200	0
< 50	blanco			

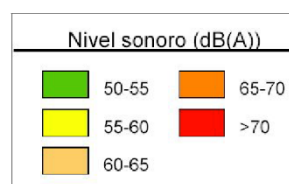


Figura 11. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del Ln

8.2.- POBLACIÓN EXPUESTA

8.2.1.- METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA

La determinación de la situación acústica a partir de los mapas de niveles sonoros requiere el análisis de la afección del ruido sobre la población. En esta línea, la normativa establece que debe estimarse el número de personas expuestas a ciertos rangos de niveles de presión sonora, sin entrar en detalles técnicos de cómo proceder.

Existen diferentes métodos para determinar los niveles de exposición en fachada para cada uno de los edificios, conforme a la normativa y a las guías de trabajo internacionales en materia de contaminación acústica.

La Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, con el fin de determinar la exposición al ruido ambiental de los Estados Miembros, establece en su Anexo VI que deberá comunicarse a la comisión europea, para el caso de las aglomeraciones sobre las que se realice el Mapa Estratégico de Ruidos (MER), la siguiente información:

- Número estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de Lden en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (55-59, 60-

64, 65-69, 70-74, >75), distinguendo entre el tráfico rodado, el tráfico ferroviario, el tráfico aéreo y las fuentes industriales.

- El número total estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de L_n en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70), distinguendo entre el tráfico rodado, ferroviario, aéreo y las fuentes industriales.

Este planteamiento, denominado END (European Noise Directive), es el que debe utilizarse para entregar los resultados a la comisión europea, siendo también habitual para la entrega al resto de administraciones. Sin embargo, este procedimiento, es el que proporciona peores resultados con respecto a la exposición real de la población, arrojando valores de población afectada a distintos rangos de niveles sonoros muy superiores a la realidad, por lo resulta necesario plantear otros métodos que, de forma adicional, arrojen resultados que no sobreestimen la población expuesta.

A continuación se presentan los siguientes procedimientos de estimación de la población afectada por ruido ambiental:

- Método END
- Método VBEB Alemán

8.2.1.1.- MÉTODO END

El método END (European Noise Directive) se presenta en la Directiva Europea 2002/49/CE como un método para satisfacer la obligación de proporcionar a la comisión europea los datos del número estimado de personas cuyas viviendas están expuestas a diferentes rangos de L_{den} y L_n , a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta, aquella que soporta mayor nivel de presión sonora.

Esta estimación, requiere del cálculo de receptores específicos en cada una de las fachadas de los edificios, a una altura relativa de 4 metros respecto al suelo y tomando las consideraciones necesarias para excluir las reflexiones acústicas de la propia fachada como ruido incidente en el propio receptor.

Este planteamiento, supone que todos los habitantes de cada edificio están sometidos al mayor nivel de presión sonora registrado en la fachada más expuesta, lo que no se acerca a la situación real, en la que la población se distribuye a lo largo del edificio, en

relación a la posición de las viviendas. Este procedimiento podría dar resultados próximos a la realidad en viviendas unifamiliares, pero en el caso de edificios de varias plantas se obtendría un resultado de población expuestas sobreestimado.

8.2.1.2.- MÉTODO VBEB

El método alemán VBEB (Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm) permite obtener los valores reales de afección a los que se encuentra expuesta la población. Su procedimiento contempla la distribución de receptores de niveles de presión sonora a lo largo de las fachadas, estableciendo estos a diferentes niveles de altura en función del número de plantas.

Cada uno de estos receptores determinará el nivel de presión sonora al que se encuentra expuesta cada vivienda, considerando el parámetro de altura, a diferencia del método END expuesto anteriormente, en el que la evaluación de la exposición se realizaba a 4 m del suelo.

Esta metodología permite afinar los resultados al distribuir la población de cada edificio a lo largo del perímetro en planta y de las alturas. Como se puede intuir, los niveles de presión sonora evaluados a diferentes alturas proporcionarán resultados distintos, en función de la mayor o menor distancia a la fuente y las posibles reflexiones de los edificios del entorno, encontrándose, de esta forma, los habitantes de viviendas a diferentes alturas, en una misma planta, expuestas a distintos grados de afección.

8.2.2.- TABLAS DE RESULTADOS

8.2.2.1.- POBLACIÓN AFECTADA

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)						
RANGO (dBA)	Ld		Le		Lden	
	END	VBEB	END	VBEB	END	VBEB
55 – 59	1	0	0	0	1	1
60 – 64	0	0	0	0	0	0
65 – 69	0	0	0	0	0	0
70 – 74	0	0	0	0	0	0
≥ 75	0	0	0	0	0	0

Tabla 7. Valores de población afectada (en centenas) para los periodos Ld, Le y Lden en función del método considerado

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)		
RANGO (dBA)	Ln	
	END	VBEB
50 – 54	1	1
55 – 59	0	0
60 – 64	0	0
65 – 69	0	0
≥ 70	0	0

Tabla 8. Valores de población afectada (en centenas) para el periodo Ln en función del método considerado

A la vista de los resultados contenidos en las tablas adjuntas, se puede observar como ambos métodos arrojan resultados prácticamente análogos para todos los periodos y rangos considerados. Asimismo, la población expuesta a valores de ruido por encima de 60 dB no llega en ningún caso a la centena. Estos resultados son debidos, principalmente, a la longitud del tramo objeto de estudio, que apenas supera el medio kilómetro (0,52 km).

8.2.2.2.- VIVIENDAS AFECTADAS

Nº VIVIENDAS AFECTADAS (EN CENTENAS)					
RANGO (dBA)	Ld	Le	Lden	RANGO (dBA)	Ln
55 – 59	0	0	0	50 – 54	0
60 – 64	0	0	0	55 – 59	0
65 – 69	0	0	0	60 – 64	0
70 – 74	0	0	0	65 – 69	0
≥ 75	0	0	0	≥ 70	0

Tabla 9. Número de viviendas expuestas (en centenar) a distintos rangos de nivel sonoro para los periodos Ld, Le, Ln y Lden

El número de viviendas afectadas por el ruido de la carretera es muy bajo, no llegándose a alcanzar la centena de edificios afectados por niveles superiores a 55 dB en ningún periodo.

8.2.2.3.- EDIFICIOS SENSIBLES

AFECCIÓN A EDIFICIOS SENSIBLES				
SANITARIOS			DOCENTES	
RANGO (dBA)	Lden		Lden	
	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº CAMAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº ALUMNOS (CENTENAS)
55 – 59	0	0	0	0
60 – 64	0	0	0	0
65 – 69	0	0	0	0
70 – 74	0	0	0	0
≥ 75	0	0	0	0

Tabla 10. Número de edificios sensibles (en unidades) y camas/alumnos (en centenar) expuestas a distintos rangos para el periodo Lden.

A raíz de la modelización efectuada se puede concluir que ningún edificio sensible se ve afectado por el ruido generado por la carretera objeto de estudio, debido a que en las cercanías de la vía no se identificó ningún edificio con uso sanitario o docente.

8.3.- MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN

Se obtuvo a partir del mapa de niveles sonoros del indicador Lden.

Incluye los datos de superficies totales (en km²), expuestas a valores de Lden superiores a 55, 65, y 75 dB, respectivamente. En ellos se indica además el número total estimado de viviendas (en centenares), y el número total estimado de personas (en centenares) que viven en cada una de esas zonas.

Las isófonas correspondientes a 55, 65 y 75 dB figuran en el mapa y se incluye información sobre la ubicación de las ciudades, pueblos y aglomeraciones situadas dentro de esas curvas.

EXPOSICIONES A DIFERENTES VALORES Lden					
RANGO (dBA)	SUPERFICIE	POBLACIÓN		EDIFICIOS SENSIBLES	
	(km ²)	Nº VIVIENDAS (CENTENAS)	Nº PERSONAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS SANITARIOS (UD)	Nº EDIFICIOS DOCENTES (UD)
≥ 55	0,15	0	1	0	0
≥ 65	0,04	0	0	0	0
≥ 75	0,00	0	0	0	0

Tabla 11. Datos relativos a zonas de afección para el periodo Lden

Observando los resultados de los mapas de afección se puede concluir que las superficies afectadas por rangos superiores a 65 dB son de reducidas dimensiones, lo que conlleva que el número de habitantes y viviendas expuestas sean inferiores a la centena. Asimismo, ningún edificio sensible se ve afectado por niveles de ruido superiores a 55 dB.

9.- CONCLUSIÓN

Con la realización del presente estudio se elaboraron los Mapas Estratégicos de Ruido del tramo Sanguiñeda (N-120) – Torneiros (PO-331) de la carretera PO-511 perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia), de acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE de 25 de junio de 2002 sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental y en la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, considerando alcanzados los objetivos planteados inicialmente así como los establecidos en la legislación vigente.

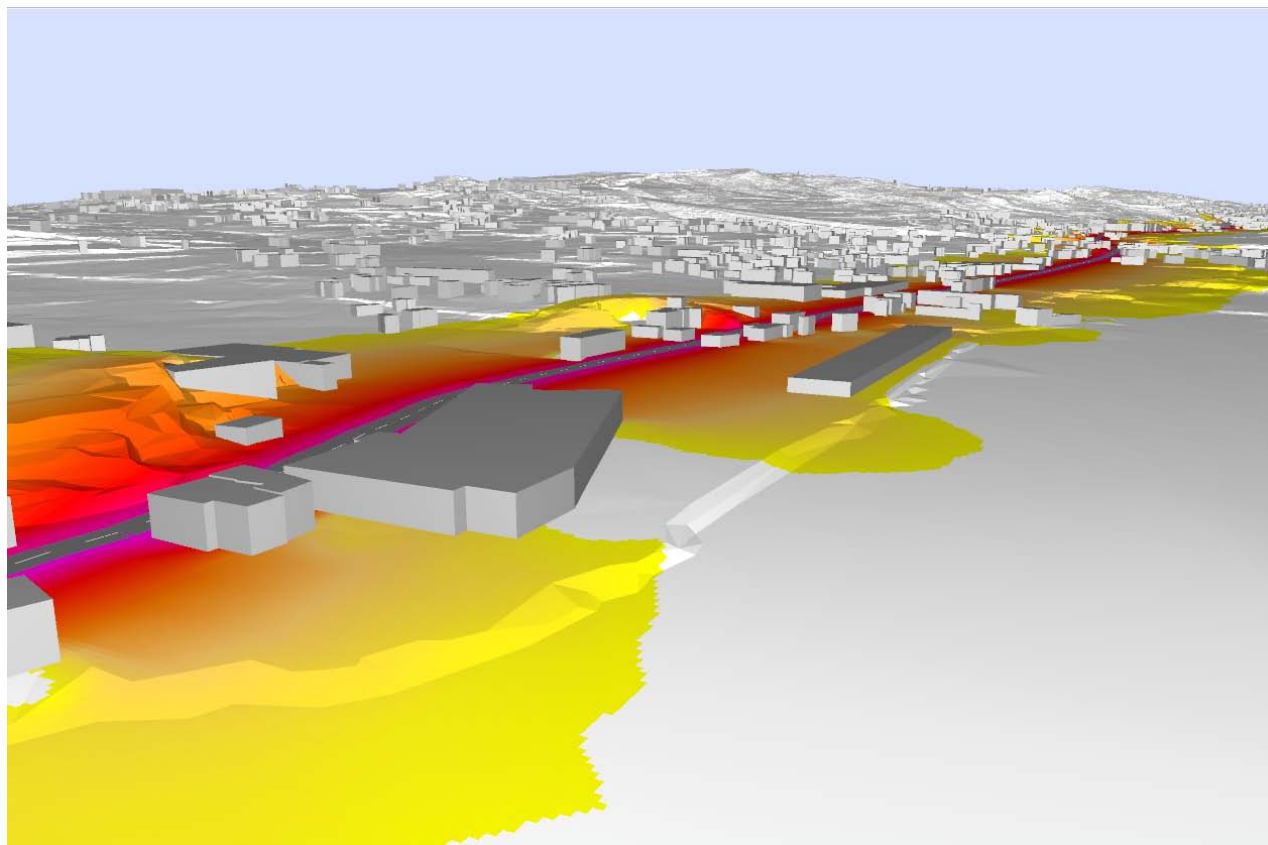
La elaboración de este estudio constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias que se deban realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones.

II PLANOS



XUNTA DE GALICIA

CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



CLAVE

PO/13/043.09.10

TIPO DE ESTUDIO

MAPA EXTRATÉXICO DE RUÍDO

DOCUMENTOS

DOCUMENTO RESUME

ESTRADA

PO-529
VG-4.3 – RIAL (PO-549)

PUNTOS QUILOMÉTRICOS

0+000 – 1+670

DATA

XULLO 2014

CONSULTOR



I MEMORIA

I MEMORIA

1.-	INTRODUCCIÓN	4
2.-	OBJETO DEL ESTUDIO.....	4
3.-	AUTORIDAD RESPONSABLE	5
4.-	PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES.....	5
5.-	ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME.....	6
6.-	METODOLOGÍA	9
6.1.-	MODELO DE SIMULACIÓN.....	9
6.2.-	CREACIÓN DEL MODELO 3D.....	10
6.2.1.-	INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA	10
6.2.2.-	INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO.....	11
6.2.3.-	INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS	14
6.2.4.-	MODELADO DE TÚNELES	16
6.2.5.-	MODELADO DE VIADUCTOS.....	16
6.2.6.-	MODELADO DE PASOS SUPERIORES.....	16
6.2.7.-	INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS	16
6.2.8.-	INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO	17
6.3.-	CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D	17
7.-	PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN	18
8.-	RESULTADOS.....	20
8.1.-	MAPAS DE NIVELES SONOROS.....	20
8.2.-	POBLACIÓN EXPUESTA.....	21
8.2.1.-	METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA	21
8.2.2.-	TABLAS DE RESULTADOS	24

8.3.-	MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN.....	26
9.-	CONCLUSIÓN	26

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	PLANO DE UBICACIÓN DE LA UME OBJETO DE ESTUDIO	6
FIGURA 2.	PO-529. INICIO DEL TRAMO. PASO SUPERIOR.....	7
FIGURA 3.	PO-529. FIN DEL TRAMO. LLEGADA A GLORIETA.....	7
FIGURA 4.	PLANO DE UBICACIÓN DE LA UME OBJETO DE ESTUDIO	8
FIGURA 5.	DETALLE DE LA VISTA DINÁMICA DEL MODELO TRIDIMENSIONAL GENERADO	9
FIGURA 6.	DETALLE DE LOS PUNTOS LIDAR FACILITADOS.....	11
FIGURA 7.	DETALLE DEL MDT GENERADO	11
FIGURA 8.	CURVADO FINALMENTE OBTENIDO A PARTIR DE LOS PUNTOS LIDAR	11
FIGURA 9.	DOBLE CARRIL SENTIDO RIAL-VG-4.3, CARRIL ÚNICO SENTIDO VG-4.3-RIAL	12
FIGURA 10.	VISTA 3D DE LA MODELIZACIÓN EFECTUADA	17
FIGURA 11.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LD, LE Y LDEN.....	21
FIGURA 12.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LN....	21

LISTA DE TABLAS

TABLA 1.	TRAMOS DE LA VÍA OBJETO DE ESTUDIO	5
TABLA 2.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA UME ESTUDIADA	8
TABLA 3.	DATOS DE TRÁFICO.....	13
TABLA 4.	DATOS DE POBLACIÓN EN LOS MUNICIPIOS AFECTADOS	15
TABLA 5.	OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA	19
TABLA 6.	VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA LOS PERIODOS LD, LE Y LDEN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO	24
TABLA 7.	VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA EL PERIODO LN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO	24

TABLA 8. NÚMERO DE VIVIENDAS EXPUESTAS (EN CENTENAS) A DISTINTOS RANGOS DE NIVEL SONORO PARA LOS PERIODOS LD, LE, LN Y LDEN..... 25

TABLA 9. NÚMERO DE EDIFICIOS SENSIBLES (EN UNIDADES) Y CAMAS/ALUMNOS (EN CENTENAS) EXPUESTAS A DISTINTOS RANGOS PARA EL PERIODO LDEN..... 25

TABLA 10. DATOS RELATIVOS A ZONAS DE AFECCIÓN PARA EL PERIODO LDEN 26

II PLANOS

0.- PLANO DE SITUACIÓN

1.- MAPAS NIVELES SONOROS

1.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS DÍA (1:25.000)

1.2.- MAPAS DE NIVELES SONOROS TARDE (1:25.000)

1.3.- MAPAS DE NIVELES SONOROS NOCHE (1:25.000)

1.4.- MAPAS DE NIVELES SONOROS Lden (1:25.000)

2.- MAPAS DE AFECCIÓN

2.1.- MAPA DE ZONA DE AFECCIÓN (1:25.000)

1.- INTRODUCCIÓN

La aprobación de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental establece la necesidad de elaborar, en una primera fase, los Mapas Estratégicos de Ruido (MER) de grandes ejes viarios cuyo tráfico supere los seis millones de vehículos al año, para en una segunda fase realizar los mapas correspondientes a los grandes ejes viarios con tráfico superior a tres millones de vehículos al año.

La Directiva 2002/49/CE define el Mapa Estratégico de Ruido como "un 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."

Para la aplicación de la citada directiva en el territorio español se elaboró la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, que no se limita a transponer el contenido de la directiva, sino que trata de regular, a través de una adecuada distribución de competencias administrativas y del establecimiento de los mecanismos oportunos, la mejora de la calidad acústica en nuestro entorno.

Con el objeto de desarrollar esta ley se formuló el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, en cuanto a la evaluación y gestión del ruido ambiental, con la finalidad de prevenir, reducir o evitar los efectos nocivos, incluyendo las molestias derivadas de la exposición al ruido ambiental. A tal efecto se desarrollan los conceptos de ruido ambiental y sus efectos y molestias sobre la población, junto con una serie de medidas que permiten la consecución de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido, los planes de acción y la información a la población.

A fin de dar cumplimiento a la legislación vigente, la Consellería de Medio Ambiente Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, promueve la segunda fase de elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido de las vías pertenecientes a la Red Autonómica de Carreteras de Galicia.

2.- OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto del presente documento resumen es el de plasmar, de forma sintética y fácilmente comprensible, los resultados arrojados por los Mapas Estratégicos de Ruido

de los siguientes tramos de la carretera PO-529, perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia:

DENOMINACIÓN	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONGITUD (km)
VG-4.3 – Rial (PO-549)	VG-4.3 – Rial (PO-549)	0+000	1+670	1,67

Tabla 1. Tramos de la vía objeto de estudio

Según se recoge en el Artículo 15 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, los mapas de ruido tendrán, entre otros, los siguientes objetivos:

- Permitir la evaluación global de la exposición a la contaminación acústica de una determinada zona.
- Permitir la realización de predicciones globales para dicha zona.
- Posibilitar la adopción fundada de planes de acción en materia de contaminación acústica y, en general, de las medidas correctoras adecuadas.

Asimismo, la elaboración de los MER constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias a realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones.

3.- AUTORIDAD RESPONSABLE

La autoridad responsable de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruidos es la Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, contando con la asistencia de la empresa ICEACSA Consultores S.L.U.

4.- PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES

De acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, y en la Ley del Ruido y sus posteriores Reglamentos, tuvieron que realizarse, en una primera fase los Mapas Estratégicos de Ruido de las carreteras de más de 6 millones de vehículos al año; y en una segunda fase los de las carreteras de más de 3 millones de vehículos al año.

Por lo tanto, en la actualidad no se encuentra vigente ningún Programa de Acción contra el ruido derivado de la primera fase en la Unidad de Mapa Estratégico VG-4.3 – Rial (PO-549) entre los PP.KK. 0+000 al 1+670.

Así, en cumplimiento de la legislación, se elabora en la segunda fase esta UME. El estudio constituye la primera aproximación a la problemática del ruido generado por la infraestructura viaria.

5.- ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME

La vía PO-529 sirve de conexión entre la VG-4.3 y la PO-549, situándose íntegramente en el Concello de Vilagarcía de Arousa.

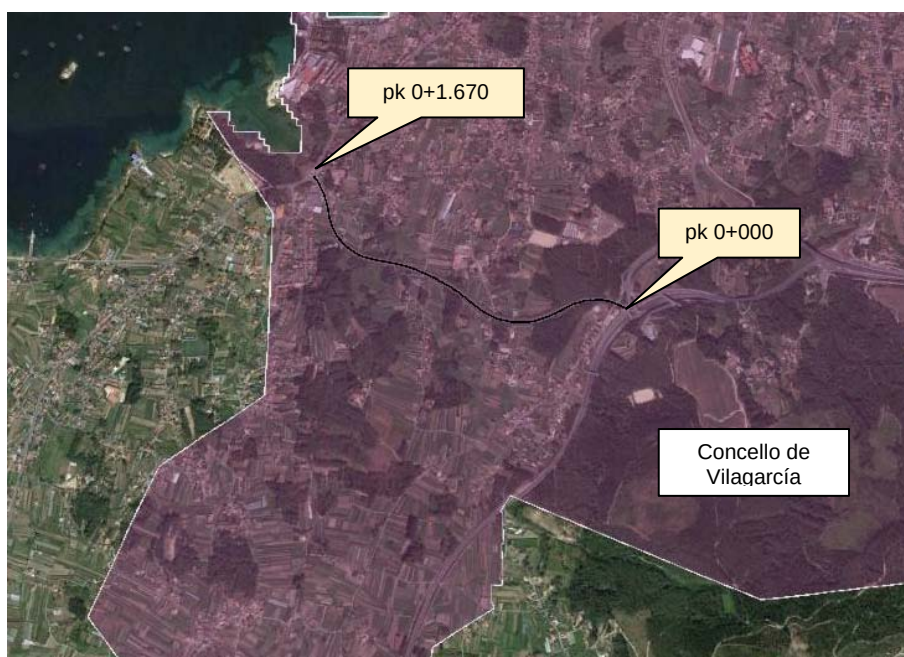


Figura 1. Plano de ubicación de la UME objeto de estudio

Se trata de una carretera de tan solo 1,67 km de longitud que en su tramo inicial, tras salir de la VG-4.3, atraviesa una zona predominantemente forestal en la que la carretera discurre en desmonte.



Figura 2. PO-529. Inicio del tramo. Paso superior

Poco a poco, en sentido de avance E-O, la carretera adquiere una pendiente elevada y las masas forestales van cediendo paso a terrenos dedicados a cultivos, entre los que se localiza alguna edificación de tipo unifamiliar, en una zona en la que el trazado discurre en terraplén y las edificaciones se encuentran por debajo de la rasante de la misma.



Figura 3. PO-529. Fin del tramo. Llegada a glorieta

En su parte final, la densidad de edificaciones se incrementa ligeramente, en tanto se aproximan los núcleos de Saradelo por el Sur o A Lagoa por el Norte, localizándose además alguna nave comercial en la recta final antes de la glorieta de entronque con la PO-549.

La identificación de las Unidad de Mapa Estratégico (UME) se realizó conforme a los siguientes criterios generales:

- Una UME solamente puede incluir tramos pertenecientes a una misma vía.
- Todos los tramos que conforman la UME deben tener una IMD igual o superior a 3.000.000 veh/año, como establece la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental.

Teniendo en cuenta dichos criterios, los tramos recogidos en la tabla siguiente comprenden una única Unidad de Mapa Estratégico (UME), contemplándose como fuente de ruido independiente, analizándose su efecto por separado y obteniéndose un Mapa Estratégico de Ruido en el que únicamente se considera la propagación del ruido causado por el tronco de la infraestructura. Dichos mapas se corresponden al alcance de la segunda fase de la Directiva 2002/49/CE y su correspondiente transposición a la legislación estatal.

UME	VÍA	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONG (km)	IMD (VEH/DÍA)	% PESADOS	MUNICIPOS AFECTADOS
01	PO-529	VG-4.3 – Rial (PO-549)	0+000	1+670	1,67	10.263	5,8	Vilagarcía

Tabla 2. Características generales de la UME estudiada

En la siguiente figura se recoge la ubicación de la UME objeto de estudio.



Figura 4. Plano de ubicación de la UME objeto de estudio

6.- METODOLOGÍA

Para la realización de la simulación acústica fue necesaria la implementación de un modelo tridimensional del área de estudio, incluyendo carreteras, edificaciones y elementos singulares, tal y como se aprecia en la imagen adjunta.

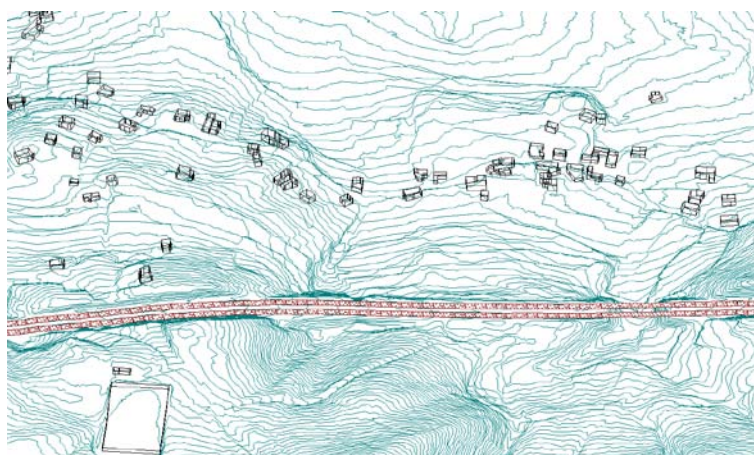


Figura 5. Detalle de la vista dinámica del modelo tridimensional generado

El software predictivo para la realización del modelo tridimensional del área de estudio, y para el posterior desarrollo de los cálculos matemáticos de propagación de ruido en ambiente exterior y ejecución de los Mapas Estratégicos de Ruido, fue CadnaA Versión 4.4 (DataKustik GmbH). Con este software, y con un modelado del entorno preciso, se pueden determinar los niveles de ruido causados por el tráfico rodado. Tanto el procesado previo de la información de base como el análisis de los datos obtenidos se realizó mediante GIS.

6.1.- MODELO DE SIMULACIÓN

Siguiendo las disposiciones del Real Decreto 1513/2005, los índices de ruido del tráfico rodado fueron determinados por medio del método nacional de cálculo francés «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTULCPC-CSTB)», mencionado en el «Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal officiel du 10 mai 1995, article 6» y en la norma francesa «XPS 31-133». Este modelo es el propuesto de manera provisional por la Unión Europea para la realización de mapas de ruido en aquellos países que carezcan del suyo propio, según se describe en la recomendación 2003/613/EC de la Comisión Europea.

La elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido engloba la generación del modelo digital, la definición de los parámetros de entrada, el cálculo de los mapas y la evaluación de los resultados obtenidos.

El modelo 3D estará constituido por la topografía y las edificaciones del ámbito de estudio, el tramo/s de carretera que conforman la UME, y los elementos singulares concretos de cada caso (viaductos, pasos superiores, muros, pantallas acústicas,...).

- Carreteras: datos de tráfico (IMD y porcentaje de pesados), características del firme, tipo de flujo y límites de velocidad.
- Edificios: tipo de uso, altura, número de plantas, número de habitantes (en caso de ser residencial) y coeficiente de absorción alfa.
- Viaductos: longitud de apantallamiento.
- Muros y pantallas: pérdidas por reflexión.
- Terreno: coeficientes de absorción.
- Túneles: radiación procedente de las entradas y salidas.

Definido el modelo e introducidos los parámetros y configuración, se lleva a cabo la simulación acústica, obteniéndose de este modo los Mapas Estratégicos de Ruido.

6.2.- CREACIÓN DEL MODELO 3D

En el presente apartado se describen los procesos necesarios para la definición del escenario de modelización en el software de cálculo a partir de la información base.

La definición de cada uno de los atributos que caracterizan los elementos del modelo se realizó en GIS previa incorporación al software de cálculo. El objeto de este tratamiento previo es el de sistematizar el proceso de creación del modelo, evitando errores u omisiones en la definición del escenario.

6.2.1.- INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA

Para llevar a cabo el modelado digital del terreno (MDT) se empleó como fuente de información el vuelo LIDAR suministrado por la Axencia Galega de Infraestruturas, del que se extrajo la nube de puntos que conforman el terreno. Posteriormente, mediante un proceso de triangulación se obtuvieron las curvas de nivel cada metro.



Figura 6. Detalle de los puntos LIDAR facilitados



Figura 7. Detalle del MDT generado

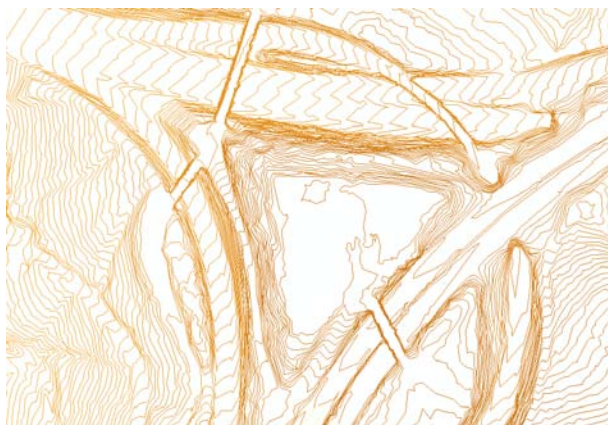


Figura 8. Curvado finalmente obtenido a partir de los puntos LIDAR

6.2.2.- INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO

Mediante el empleo de herramientas GIS, el eje de la carretera se definió a partir del conjunto de datos geométricos facilitados por la Axencia Galega de Infraestruturas, disponiendo de puntos cada 10 m, con la siguiente información:

- Coordenadas X, Y, Z.
- Número de carriles.
- Anchos de plataforma, calzada y arcenes.
- Peraltes y pendientes.

Las características geométricas que definen el eje cada 10 m se extendieron para cada punto 5 m antes y 5 m después. Una vez definido el eje se procedió a la corrección y depuración de la información, comparando los ejes con la ortofoto actualizada y con los datos tomados en las preceptivas visitas a campo realizadas.

Establecida la geometría definitiva de la vía, se definieron en GIS los atributos que caracterizan la emisión acústica, con anterioridad a su importación desde CadnaA. A continuación se describe cada uno de los atributos considerados, los datos de partida disponibles, así como el tratamiento realizado previa incorporación al modelo:

- Geometría: la PO-529, desde el pk 0+000 hasta el pk 0+810 cuenta con una única calzada. Cuenta con un carril por sentido excepto en las incorporaciones, con un ancho medio de 3,8 m. El arcén derecho tiene un ancho medio de 1,7 m variando entre los 0,5 y 2,1 m, mientras que el izquierdo tiene un ancho medio de 1,4 m, oscilando entre los 0 a los 2,2 m.

Entre los pk 0+270 a 0+1320, la PO-529 cuenta con dos carriles en sentido Rial-VG.-4.3, contando en este tramo con un ancho medio de carril de 3,5 m. En este tramo, los arcenes se mantienen con un ancho prácticamente invariable, de 2,1 m para el derecho y 0,8 para el izquierdo.



Figura 9. doble carril sentido Rial-VG-4.3, carril único sentido VG-4.3-Rial

- Datos de tráfico: los datos de tráfico utilizados para el cálculo de los niveles sonoros fueron los correspondientes a las Memorias de Aforos del año 2012, proporcionadas por la Axencia Galega de Infraestruturas.

Tomando como base la distribución horaria en un día medio, se calculó la IMD por hora para cada uno de los periodos considerados (día, tarde y noche). Puesto que para el tramo VG-4.3 – Rial (PO-549) no se disponía de distribución horaria, al valor de la IMD diaria del año 2012 se le aplicó la distribución porcentual del tramo Enl. Illa de Arousa (PO-530) - Enl. Vilagarcía

(PO-529) entre los pk 4+220 y 7+330 de la VG-4.3, obteniéndose de esta forma la IMD por hora.

Respecto a la distribución de pesados, aplicó al tramo y para todos los periodos considerados el valor diario del tramo Enl. Illa de Arousa (PO-530) - Enl. Vilagarcía (PO-529) de la VG-4.3, recogido en la Memoria de Aforos.

Para el caso específico de las glorietas el tráfico se cuantificó como la suma de las IMD de las entradas dividida por el número de salidas.

UME	VÍA	TRAMO	IMD				% PESADOS
			(VEH/DÍA)	DÍA (VEH/H)	TARDE (VEH/H)	NOCHE (VEH/H)	
01	PO-529	VG-4.3 – Rial (PO-549)	11.293	618,8	625,8	170,6	5,3

Tabla 3. Datos de tráfico

- Límite de velocidad: partiendo de la velocidad límite permitida por la normativa para la vía objeto de estudio (80 km/h), se determinaron tramos con restricciones de velocidad a partir de los datos de señalización vertical aportados por la Axencia Galega de Infraestruturas, realizándose una revisión de los mismos. En aquellos lugares en los que se detectó señalización insuficiente o contradictoria se optó por definir tramos lo más homogéneos posibles, tomando siempre el valor de velocidad más desfavorable (la mayor de los posibles).

Para cada una de los subtramos se establecieron límites de velocidad diferenciados en función del tipo de vehículo que circule (ligero o pesado), ya que según el límite establecido dicha velocidad puede no ser coincidente.

Como resultado del anterior análisis definió una velocidad para todo el tramo de estudio, tanto para ligeros como pesados de 80 km/h.

- Superficie de la carretera: el tipo de firme tiene influencia directa sobre la emisión de la vía. La UME objeto de estudio presenta una capa de asfalto bituminoso en toda su longitud.
- Tipo de flujo: de forma general consideró que el flujo es continuo fluido.

Una vez definida la geometría y los parámetros característicos de cada subtramo de 10 m que compone la UME, se procedió a su importación en CadnaA como carretera

en formato shape. Por último, para conseguir que la carretera se acople por completo al terreno, se realizó el ajuste del MDT al objeto bajo la plataforma de la vía.

6.2.3.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS

Tomando como base la capa shape de la Dirección General del Catastro, se realizó una revisión general del ámbito de trabajo, completándose aquellas zonas que presentaban carencia de edificaciones recientes. Esta revisión se hizo a partir de las fotografías aéreas del PNOA y mediante visitas a campo. Así, se elaboró una cobertura de polígonos revisada a través de:

- La digitalización de los edificios inexistentes en el Catastro.
- La eliminación de los elementos que ya no existen o que no se corresponden con edificios (invernaderos, piscinas,...).

6.2.3.1.- ALTURA

La altura de las edificaciones se definió a partir del número de plantas contempladas en los datos del Catastro, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La altura mínima de un edificio es de 4 m.
- En los edificios residenciales, sanitarios y educativos se consideró una altura de 4 m para las plantas bajas, y de 3 m para el resto.
- Aquellas edificaciones que comparten código catastral y están claramente unidas se agruparon como un único edificio, asignándole el número de plantas correspondiente al edificio más alto con código compartido.

Para aquellos edificios que no se encuentran contenidos en la base de datos de Catastro y que fueron digitalizados posteriormente, el número de plantas fue estimado a partir de la revisión de la fotografía aérea y de las visitas, corrigiendo y depurando errores de la información catastral de base (alturas inexistentes o excesivas).

6.2.3.2.- USO

Partiendo de los metadatos descargados de la Sede Electrónica del Catastro, los usos de los edificios se completaron a través de las siguientes fuentes de información:

- Fotografías aéreas del PNOA.
- Información de las visitas a campo realizadas.

Los usos identificados fueron:

- Residencial.
- Sanitario y docente.
- Industrial, terciario y otros.

A todos los edificios de la zona de estudio se asignó uno de los anteriores usos con el fin de identificar los edificios residenciales para el cálculo de la población, así como para determinar las áreas acústicas en la elaboración de los mapas de zonas de conflicto. Además, se identificaron los edificios de tipo docente y sanitario por ser receptores sensibles, a través de la información disponible en las siguientes fuentes:

- Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria de la Xunta de Galicia.
- Consellería de Sanidade de la Xunta de Galicia.

6.2.3.3.- POBLACIÓN ASIGNADA

Uno de los objetivos de los MER es la obtención del número de personas expuestas a los diferentes niveles de ruido, para lo que se realizó un tratamiento consistente en el reparto de la población entre los edificios residenciales existentes.

La información de partida se obtuvo del padrón municipal de habitantes del año 2013 del Instituto Galego de Estatística (IGE). Tomando como base la población de cada municipio, y una vez identificados los edificios residenciales de cada uno, se hizo un reparto proporcional de la población en función de la superficie residencial total construida. El número de habitantes en cada se calculó como el producto del coeficiente de habitabilidad anteriormente definido por la superficie de cada edificio residencial, resultando:

MUNICIPIO	POBLACIÓN	SUP. TOTAL RESIDENCIAL (m ²)	COEF. HABITABILIDAD (HAB/m ²)
Vilagarcía de Arousa	37.741	1.739.385	0,0217

Tabla 4. Datos de población en los municipios afectados

En el caso de los edificios sensibles se cuantificó el número de alumnos en los edificios de uso docente, y de camas en los de uso sanitario.

6.2.3.4.- EFECTO REFLECTANTE

Para tener en cuenta el efecto reflectante de las edificaciones se asignó un Coeficiente de Absorción Alfa de 0,4 en todos los casos.

6.2.3.5.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS EN CADNAA

Una vez depurada y corregida la capa de edificaciones, con todos los atributos definidos se importaron desde CadnaA como edificio en formato shape.

En última instancia se hizo una revisión general del modelo, subsanándose aquellos desajustes existentes entre la topografía y la base de los edificios ("enterramientos"), así como los solapes entre la plataforma de la vía y las edificaciones incorporadas.

6.2.4.- MODELADO DE TÚNELES

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad túneles en la presente UME.

6.2.5.- MODELADO DE VIADUCTOS

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad viaductos en la presente UME.

6.2.6.- MODELADO DE PASOS SUPERIORES

En el modelo se definen únicamente aquellos pasos superiores que presentan un ancho superior a 25 m, incorporándose como reflectores 3D.

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pasos superiores con anchura superior a 25 m en la presente UME.

6.2.7.- INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pantallas acústicas en la presente UME.

Los muros de contención identificados no fueron incluidos en la modelización efectuada, ya que se estima que su presencia no supone un apantallamiento mayor al producido por las tierras que contiene.

6.2.8.- INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO

Las características del suelo son un factor determinante en la propagación del ruido, por lo que en la modelización efectuada se definieron diferentes áreas de absorción.

De forma genérica se considera el terreno base como absorbente ($G=1$, sin embargo se definieron ciertas áreas de carácter urbano e industrial como reflectantes ($G=0$), realizándose la zonificación del territorio en base a los usos del suelo definidos por el Instituto de Estudios do Territorio. De esta forma, las áreas consideradas como reflectantes son las correspondientes a núcleos de población, tejido urbano continuo y zonas industriales, comerciales y de servicios.

La incorporación de estas zonas al modelo se realizó importándose como áreas de absorción del suelo en formato shape.

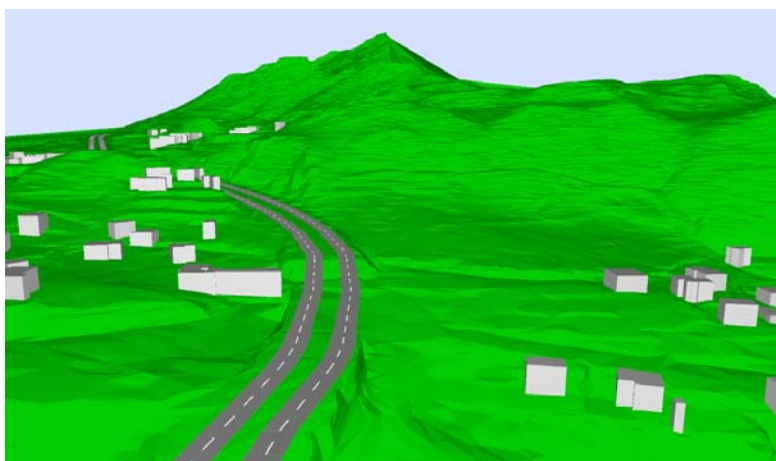


Figura 10. Vista 3D de la modelización efectuada

6.3.- CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D

Para la elaboración de los MER de cada UME, con anterioridad a la introducción de los diferentes elementos que componen el modelo, es preciso definir una configuración de cálculo en el software de acuerdo a la Directiva 2002/49/CE donde se identifiquen los parámetros necesarios para la correcta definición del escenario previsto.

- La norma empleada para el cálculo es la NMPB-Routes-96.
- El espaciado de los receptores en la malla de cálculo es de 10 x 10 m a una altura de 4 m sobre el suelo.
- El orden máximo de reflexiones consideradas es de 1.

- Se estableció un radio máximo de búsqueda de 2.000 m.
- El porcentaje de condiciones favorables día/noche se corresponde con un 50% en periodo diurno, un 75% en periodo vespertino y un 100% en periodo nocturno.
- Siguiendo las recomendaciones de la European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN), las condiciones atmosféricas consideradas son una temperatura de 15°C y una humedad del 70%.
- El cálculo de la atenuación sufrida por las ondas sonoras en el medio ambiente exterior se obtiene de acuerdo a los procedimientos de la ISO 9613.
- Los valores de inmisión considerados son L_{día}, L_{tarde}, L_{noche} y L_{den}, todos ellos en dBA, a una altura de evaluación de 4 m.
- La designación de horas para los periodos considerados es de 07:00 a 19:00 día, de 19:00 a 23:00 tarde y de 23:00 a 07:00 noche.
- Se aplicó una penalización de 0 dB para el periodo diurno, de 5 dB para el vespertino y de 10 dB para el nocturno.
- Para la evaluación de los niveles de ruido en fachada de edificios se consideró una altura de las plantas bajas de 4 m y de 3 m para el resto. Asimismo, se tuvo en cuenta únicamente el sonido incidente, es decir, no se consideró el sonido reflejado en la fachada donde se realiza la evaluación, aunque sí las reflexiones en el resto de edificios y obstáculos presentes en el área de estudio.

7.- PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN

Para determinar los indicadores y los niveles límites de referencia que permitan evaluar la afección al ruido, se recurrió a la legislación vigente en materia de objetivos de calidad acústica que viene fijada en 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, concretamente lo recogido en el Capítulo III "Zonificación acústica. Objetivos de calidad acústica" y en el Capítulo IV "Emisores acústicos. Valores límite de emisión e inmisión".

El artículo 14 del citado Real Decreto dice textualmente:

1. En las áreas urbanizadas existentes se establece como objetivo de calidad acústica para ruido el que resulte de la aplicación de los siguientes criterios:

a) Si en el área acústica se supera el correspondiente valor de alguno de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla A, del anexo II, su objetivo de calidad acústica será alcanzar dicho valor.

ANEXO II

Objetivos de calidad acústica

Tabla A. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes.

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L_d	L_e	L_n
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.

Tabla 5. Objetivos de calidad acústica

En relación al tipo de área f se aplicará el Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica 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.

Como se puede observar en la tabla anterior, los objetivos se establecen para los índices de ruido, L_d , L_e y L_n , cuya definición según 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, es:

L_d es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año.

L_e es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año.

Ln es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año.

En vista de lo expuesto, la evaluación de la exposición al ruido de la población pasará por determinar cada uno de los indicadores Ld, Le y Ln, y compararlos con los niveles límite establecidos en los objetivos de calidad acústica para cada tipo de área.

8.- RESULTADOS

Conforme a la normativa vigente, la elaboración de un mapa estratégico conlleva la obtención de una información gráfica y otra alfanumérica, representada mediante mapas y tablas de afección.

La escala básica de representación de los Mapas Estratégicos de Ruido contenidos en el presente documento es 1/25.000, siendo la base cartográfica la 1/5.000 de la Xunta de Galicia. El sistema de proyección es ETRS-89, zona 29 N.

En la elaboración de los MER de cada UME, el área de estudio vino delimitada por la longitud del tramo/s de carretera que define la propia UME y por una banda, con un ancho de 1.500 m a cada lado del eje de la calzada.

8.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS

Son mapas de líneas isófonas elaborados a partir de los niveles de ruido calculados en puntos receptores a lo largo de toda la zona de estudio.

Se elaboraron los planos de niveles sonoros representando los indicadores establecidos por la legislación básica estatal y las recomendaciones del Ministerio de Fomento, siendo los mapas generados los siguientes:

- Mapa de niveles sonoros de Ld en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de Le en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.

- Mapa de niveles sonoros de L_n en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70.
- Mapa de niveles sonoros de L_{den} en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.

L_{den} , L_d , L_e

Rango	Descripción	R	G	B
> 75	Rosa fuerte	255	0	255
70-75	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
≤ 55	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	55-60
	60-65
	65-70
	>75

Figura 11. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del L_d , L_e y L_{den}

L_n

Rango	Descripción	R	G	B
>70	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
50-55	Verde	100	200	0
≤ 50	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	50-55
	55-60
	60-65
	>70
	65-70

Figura 12. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del L_n

8.2.- POBLACIÓN EXPUESTA

8.2.1.- METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA

La determinación de la situación acústica a partir de los mapas de niveles sonoros requiere el análisis de la afección del ruido sobre la población. En esta línea, la normativa establece que debe estimarse el número de personas expuestas a ciertos rangos de niveles de presión sonora, sin entrar en detalles técnicos de cómo proceder.

Existen diferentes métodos para determinar los niveles de exposición en fachada para cada uno de los edificios, conforme a la normativa y a las guías de trabajo internacionales en materia de contaminación acústica.

La Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, con el fin de determinar la exposición al ruido ambiental de los Estados Miembros, establece en su Anexo VI que deberá comunicarse a la comisión europea, para el caso de las aglomeraciones sobre las que se realice el Mapa Estratégico de Ruidos (MER), la siguiente información:

- Número estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de Lden en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75), distinguiendo entre el tráfico rodado, el tráfico ferroviario, el tráfico aéreo y las fuentes industriales.
- El número total estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de Ln en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70), distinguiendo entre el tráfico rodado, ferroviario, aéreo y las fuentes industriales.

Este planteamiento, denominado END (European Noise Directive), es el que debe utilizarse para entregar los resultados a la comisión europea, siendo también habitual para la entrega al resto de administraciones. Sin embargo, este procedimiento, es el que proporciona peores resultados con respecto a la exposición real de la población, arrojando valores de población afectada a distintos rangos de niveles sonoros muy superiores a la realidad, por lo resulta necesario plantear otros métodos que, de forma adicional, arrojen resultados que no sobreestimen la población expuesta.

A continuación se presentan los siguientes procedimientos de estimación de la población afectada por ruido ambiental:

- Método END
- Método VBEB Alemán

8.2.1.1.- MÉTODO END

El método END (European Noise Directive) se presenta en la Directiva Europea 2002/49/CE como un método para satisfacer la obligación de proporcionar a la comisión europea los datos del número estimado de personas cuyas viviendas están expuestas a diferentes rangos de Lden y Ln, a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta, aquella que soporta mayor nivel de presión sonora.

Esta estimación, requiere del cálculo de receptores específicos en cada una de las fachadas de los edificios, a una altura relativa de 4 metros respecto al suelo y tomando las consideraciones necesarias para excluir las reflexiones acústicas de la propia fachada como ruido incidente en el propio receptor.

Este planteamiento, supone que todos los habitantes de cada edificio están sometidos al mayor nivel de presión sonora registrado en la fachada más expuesta, lo que no se acerca a la situación real, en la que la población se distribuye a lo largo del edificio, en relación a la posición de las viviendas. Este procedimiento podría dar resultados próximos a la realidad en viviendas unifamiliares, pero en el caso de edificios de varias plantas se obtendría un resultado de población expuestas sobreestimado.

8.2.1.2.- MÉTODO VBEB

El método alemán VBEB (Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm) permite obtener los valores reales de afección a los que se encuentra expuesta la población. Su procedimiento contempla la distribución de receptores de niveles de presión sonora a lo largo de las fachadas, estableciendo estos a diferentes niveles de altura en función del número de plantas.

Cada uno de estos receptores determinará el nivel de presión sonora al que se encuentra expuesta cada vivienda, considerando el parámetro de altura, a diferencia del método END expuesto anteriormente, en el que la evaluación de la exposición se realizaba a 4 m del suelo.

Esta metodología permite afinar los resultados al distribuir la población de cada edificio a lo largo del perímetro en planta y de las alturas. Como se puede intuir, los niveles de presión sonora evaluados a diferentes alturas proporcionarán resultados distintos, en función de la mayor o menor distancia a la fuente y las posibles reflexiones de los edificios del entorno, encontrándose, de esta forma, los habitantes de viviendas a diferentes alturas, en una misma planta, expuestas a distintos grados de afección.

8.2.2.- TABLAS DE RESULTADOS

8.2.2.1.- POBLACIÓN AFECTADA

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)						
RANGO (dBA)	Ld		Le		Lden	
	END	VBEB	END	VBEB	END	VBEB
55 – 59	0	0	1	1	1	1
60 – 64	0	0	0	0	0	0
65 – 69	0	0	0	0	0	0
70 – 74	0	0	0	0	0	0
≥ 75	0	0	0	0	0	0

Tabla 6. Valores de población afectada (en centenas) para los periodos Ld, Le y Lden en función del método considerado

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)		
RANGO (dBA)	Ln	
	END	VBEB
50 – 54	0	0
55 – 59	0	0
60 – 64	0	0
65 – 69	0	0
≥ 70	0	0

Tabla 7. Valores de población afectada (en centenas) para el periodo Ln en función del método considerado

A la vista de los resultados contenidos en las tablas adjuntas, se puede comprobar cómo los dos métodos de estimación de población expuesta obtienen los mismos resultados para los rangos y periodos considerados. Como se puede observar, la afección de la carretera sobre el entorno circundante es de escasa relevancia, debido principalmente a la reducida longitud de la UME objeto de estudio (1,67 km) sumado a la escasa densidad poblacional en las inmediaciones de la vía y a la presencia de edificios de uso industrial.

8.2.2.2.- VIVIENDAS AFECTADAS

Nº VIVIENDAS AFECTADAS (EN CENTENAS)					
RANGO (dBA)	Ld	Le	Lden	RANGO (dBA)	Ln
55 – 59	0	1	1	50 – 54	0
60 – 64	0	0	0	55 – 59	0
65 – 69	0	0	0	60 – 64	0
70 – 74	0	0	0	65 – 69	0
≥ 75	0	0	0	≥ 70	0

Tabla 8. Número de viviendas expuestas (en centenas) a distintos rangos de nivel sonoro para los periodos Ld, Le, Ln y Lden

Al igual que ocurre con la exposición de la población, el número de viviendas afectadas por el ruido de la carretera es muy bajo, no llegándose a alcanzar la centena de edificios afectados por niveles superiores a 60 dB en ningún periodo.

8.2.2.3.- EDIFICIOS SENSIBLES

AFECCIÓN A EDIFICIOS SENSIBLES				
SANITARIOS			DOCENTES	
RANGO (dBA)	Lden		Lden	
	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº CAMAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº ALUMNOS (CENTENAS)
55 – 59	0	0	0	0
60 – 64	0	0	0	0
65 – 69	0	0	0	0
70 – 74	0	0	0	0
≥ 75	0	0	0	0

Tabla 9. Número de edificios sensibles (en unidades) y camas/alumnos (en centenas) expuestas a distintos rangos para el periodo Lden.

A raíz de la modelización efectuada se puede concluir que ningún edificio sensible se ve afectado por el ruido generado por la carretera objeto de estudio, debido a la atenuación ocasionada por la distancia entre el foco emisor y los receptores (edificios sanitarios y docentes).

8.3.- MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN

Se ha obtenido a partir del mapa de niveles sonoros del indicador Lden.

Incluye los datos de superficies totales (en km²), expuestas a valores de Lden superiores a 55, 65, y 75 dB, respectivamente. En ellos se indica además el número total estimado de viviendas (en centenares), y el número total estimado de personas (en centenares) que viven en cada una de esas zonas.

Las isófonas correspondientes a 55, 65 y 75 dB figuran en el mapa y se incluye información sobre la ubicación de las ciudades, pueblos y aglomeraciones situadas dentro de esas curvas.

EXPOSICIONES A DIFERENTES VALORES Lden					
RANGO (dBA)	SUPERFICIE	POBLACIÓN		EDIFICIOS SENSIBLES	
	(km ²)	Nº VIVIENDAS (CENTENAS)	Nº PERSONAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS SANITARIOS (UD)	Nº EDIFICIOS DOCENTES (UD)
≥ 55	0,45	1	1	0	0
≥ 65	0,07	0	0	0	0
≥ 75	0,01	0	0	0	0

Tabla 10. Datos relativos a zonas de afección para el periodo Lden

Observando los resultados de los mapas de afección se puede concluir que las superficies afectadas por rangos superiores a 55 dB son de reducidas dimensiones, lo que conlleva que el número de habitantes y viviendas expuestas sean mínimos. Asimismo, cabe resaltar que ningún edificio sensible se ve afectado por niveles de ruido superiores a 55 dB.

9.- CONCLUSIÓN

Con la realización del presente estudio se han elaborado los Mapas Estratégicos de Ruido del tramo de los tramos VG-4.3 – Rial (PO-549) de la vía PO-529 (perteneciente a la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia), de acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE de 25 de junio de 2002 sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental y en la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, considerando alcanzados los objetivos planteados inicialmente así como los establecidos en la legislación vigente.

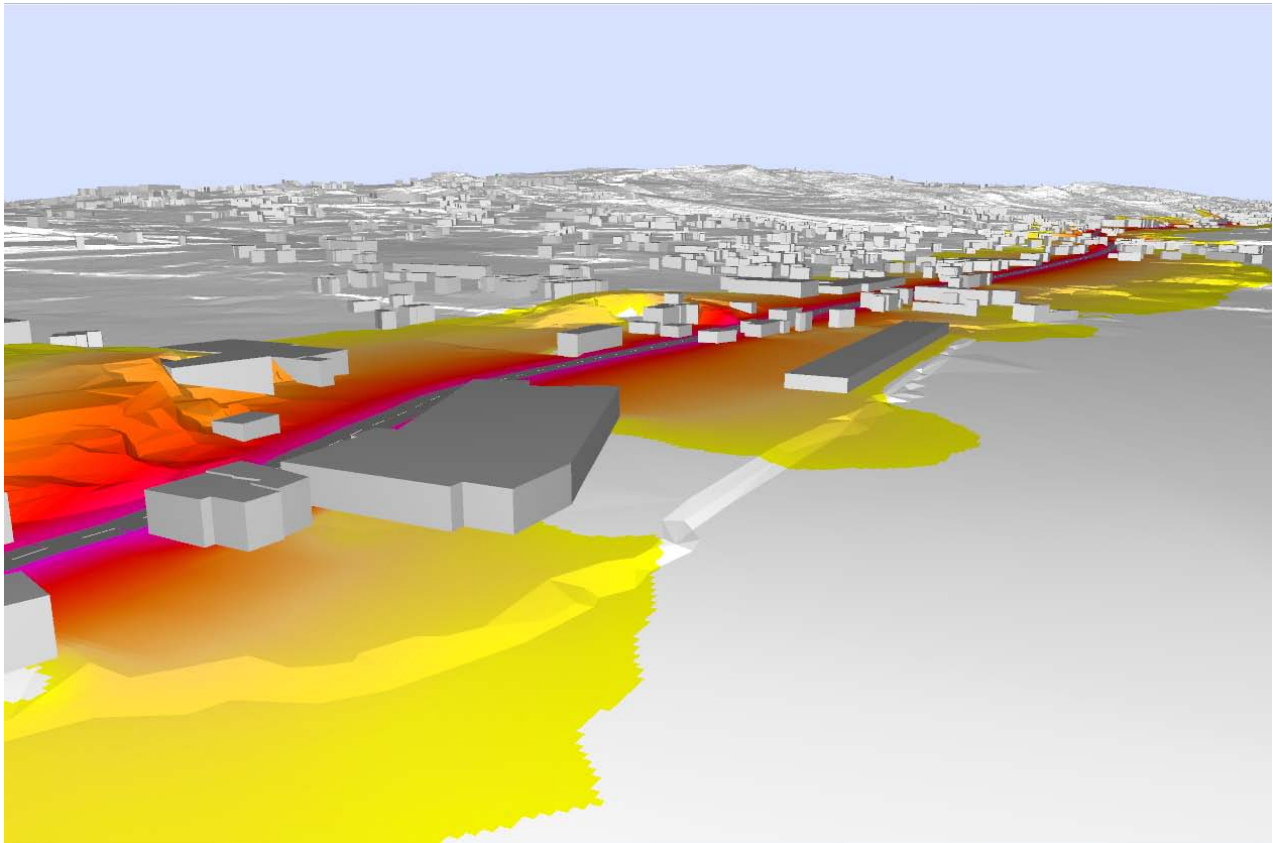
La elaboración de este estudio constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias que se deban realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones.

II PLANOS



XUNTA DE GALICIA

CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



CLAVE

PO/13/043.09.11

TIPO DE ESTUDIO

MAPA EXTRATÉXICO DE RUÍDO

DOCUMENTOS

DOCUMENTO RESUME

ESTRADA

PO-530
TREMOEDO (DEPUT.) - DEIRO (PO-549)

PUNTOS QUILOMÉTRICOS

1+100 – 2+540

DATA

XULLO 2014

CONSULTOR



I MEMORIA

I MEMORIA

1.-	INTRODUCCIÓN	4
2.-	OBJETO DEL ESTUDIO.....	4
3.-	AUTORIDAD RESPONSABLE	5
4.-	PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES.....	5
5.-	ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME	6
6.-	METODOLOGÍA	9
6.1.-	MODELO DE SIMULACIÓN.....	10
6.2.-	CREACIÓN DEL MODELO 3D.....	11
6.2.1.-	INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA	11
6.2.2.-	INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO.....	12
6.2.3.-	INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS	14
6.2.4.-	MODELADO DE TÚNELES	16
6.2.5.-	MODELADO DE VIADUCTOS.....	17
6.2.6.-	MODELADO DE PASOS SUPERIORES.....	17
6.2.7.-	INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS	17
6.2.8.-	INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO	17
6.3.-	CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D	18
7.-	PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN	19
8.-	RESULTADOS.....	21
8.1.-	MAPAS DE NIVELES SONOROS.....	21
8.2.-	POBLACIÓN EXPUESTA.....	22
8.2.1.-	METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA	22
8.2.2.-	TABLAS DE RESULTADOS	25

8.3.-	MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN.....	27
9.-	CONCLUSIÓN	27

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	ÁMBITO DE ESTUDIO.....	7
FIGURA 2.	PO-530. PARTE INICIAL DE TRAMO DE ESTUDIO	7
FIGURA 3.	PO-530. PARTE FINAL DE TRAMO DE ESTUDIO. A LA ALTURA DE CARDALDA	8
FIGURA 4.	PLANO DE UBICACIÓN DE LA UME OBJETO DE ESTUDIO	9
FIGURA 5.	DETALLE DE LA VISTA DINÁMICA DEL MODELO TRIDIMENSIONAL GENERADO	10
FIGURA 6.	DETALLE DE LOS PUNTOS LIDAR FACILITADOS.....	12
FIGURA 7.	DETALLE DEL MDT GENERADO	12
FIGURA 8.	CURVADO FINALMENTE OBTENIDO A PARTIR DE LOS PUNTOS LIDAR	12
FIGURA 9.	VISTA 3D DE LA MODELIZACIÓN EFECTUADA	18
FIGURA 10.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LD, LE Y LDEN	22
FIGURA 11.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LN....	22

LISTA DE TABLAS

TABLA 1.	TRAMOS DE LA VÍA OBJETO DE ESTUDIO	5
TABLA 2.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA UME ESTUDIADA	9
TABLA 3.	DATOS DE TRÁFICO.....	13
TABLA 4.	DATOS DE POBLACIÓN EN LOS MUNICIPIOS AFECTADOS	16
TABLA 5.	OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA	20
TABLA 6.	VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA LOS PERIODOS LD, LE Y LDEN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO	25
TABLA 7.	VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA EL PERIODO LN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO	25

TABLA 8. NÚMERO DE VIVIENDAS EXPUESTAS (EN CENTENAS) A DISTINTOS RANGOS DE NIVEL SONORO PARA LOS PERIODOS LD, LE, LN Y LDEN..... 26

TABLA 9. NÚMERO DE EDIFICIOS SENSIBLES (EN UNIDADES) Y CAMAS/ALUMNOS (EN CENTENAS) EXPUESTAS A DISTINTOS RANGOS PARA EL PERIODO LDEN..... 26

TABLA 10. DATOS RELATIVOS A ZONAS DE AFECCIÓN PARA EL PERIODO LDEN 27

II PLANOS

0.- PLANO DE SITUACIÓN

1.- MAPAS NIVELES SONOROS

1.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS DÍA (1:25.000)

1.2.- MAPAS DE NIVELES SONOROS TARDE (1:25.000)

1.3.- MAPAS DE NIVELES SONOROS NOCHE (1:25.000)

1.4.- MAPAS DE NIVELES SONOROS Lden (1:25.000)

2.- MAPAS DE AFECCIÓN

2.1.- MAPA DE ZONA DE AFECCIÓN (1:25.000)

1.- INTRODUCCIÓN

La aprobación de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental establece la necesidad de elaborar, en una primera fase, los Mapas Estratégicos de Ruido (MER) de grandes ejes viarios cuyo tráfico supere los seis millones de vehículos al año, para en una segunda fase realizar los mapas correspondientes a los grandes ejes viarios con tráfico superior a tres millones de vehículos al año.

La Directiva 2002/49/CE define el Mapa Estratégico de Ruido como "un 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."

Para la aplicación de la citada directiva en el territorio español se elaboró la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, que no se limita a transponer el contenido de la directiva, sino que trata de regular, a través de una adecuada distribución de competencias administrativas y del establecimiento de los mecanismos oportunos, la mejora de la calidad acústica en nuestro entorno.

Con el objeto de desarrollar esta ley se formuló el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, en cuanto a la evaluación y gestión del ruido ambiental, con la finalidad de prevenir, reducir o evitar los efectos nocivos, incluyendo las molestias derivadas de la exposición al ruido ambiental. A tal efecto se desarrollan los conceptos de ruido ambiental y sus efectos y molestias sobre la población, junto con una serie de medidas que permiten la consecución de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido, los planes de acción y la información a la población.

A fin de dar cumplimiento a la legislación vigente, la Consellería de Medio Ambiente Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, promueve la segunda fase de elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido de las vías pertenecientes a la Red Autonómica de Carreteras de Galicia.

2.- OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto del presente documento resumen es el de plasmar, de forma sintética y fácilmente comprensible, los resultados arrojados por los Mapas Estratégicos de Ruido

de los siguientes tramos de la vía PO-530, perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia:

DENOMINACIÓN	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONGITUD (km)
Tremoedo (Deput.) - Deiro (PO-549)	Enl. A Illa de Arousa (VRG-4.3) - Deiro (PO-549)	1+100	2+540	1,44

Tabla 1. Tramos de la vía objeto de estudio

Según se recoge en el Artículo 15 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, los mapas de ruido tendrán, entre otros, los siguientes objetivos:

- Permitir la evaluación global de la exposición a la contaminación acústica de una determinada zona.
- Permitir la realización de predicciones globales para dicha zona.
- Posibilitar la adopción fundada de planes de acción en materia de contaminación acústica y, en general, de las medidas correctoras adecuadas.

Asimismo, la elaboración de los MER constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias a realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones.

3.- AUTORIDAD RESPONSABLE

La autoridad responsable de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruidos ha sido la Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, contando con la asistencia de la empresa ICEACSA Consultores S.L.U.

4.- PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES

De acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, y en la Ley del Ruido y sus posteriores Reglamentos, tuvieron que realizarse, en una primera fase los Mapas Estratégicos de Ruido de las carreteras de más de 6 millones de vehículos al año; y en una segunda fase los de las carreteras de más de 3 millones de vehículos al año.

La normativa establece que una vez realizados los mapas de ruido se deben aprobar los Planes de Acción por la administración competente, y en ellos se incluirán las medidas protectoras dirigidas a la disminución de la contaminación acústica en las zonas en las que sea necesario, y las preventivas para evitar su aparición, así como la protección de zonas silenciosas. Por lo tanto, como resultado de la primera fase se hizo el estudio la Unidad de Mapa Estratégico del tramo de la Tremoedo (Deput.) - Deiro (PO-549) entre los PP.KK. 1+100 al 2+540.

Las medidas correctoras propuestas en el Plan de Acción contra el Ruido 2008-2012 en este tramo fueron:

- Instalación de apantallamiento acústico entre el P.K. 2+100 y 2+400.

Las actuaciones ejecutadas derivadas del PAR y de mejora en el tramo fueron:

- Desdoblamiento VAC Salnés, que influye a la PO-530, actuación que ajena al tramo, incide directamente sobre el mismo al ser en la práctica auténticas alternativas de los mismos.

Actualmente, para dar cumplimiento a la normativa, se están haciendo los mapas de ruido correspondientes a la segunda fase, en los cuales se incluye este tramo en el estudio de la problemática de ruido ambiental de la infraestructura viaria.

5.- ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME

La carretera PO-530 comienza la VG-4.3, en el enlace de A Illa de Arousa, y recorre el concello de Vilanova de Arousa de E a O hasta el lugar de Deiro, en el entronque con la PO-549.

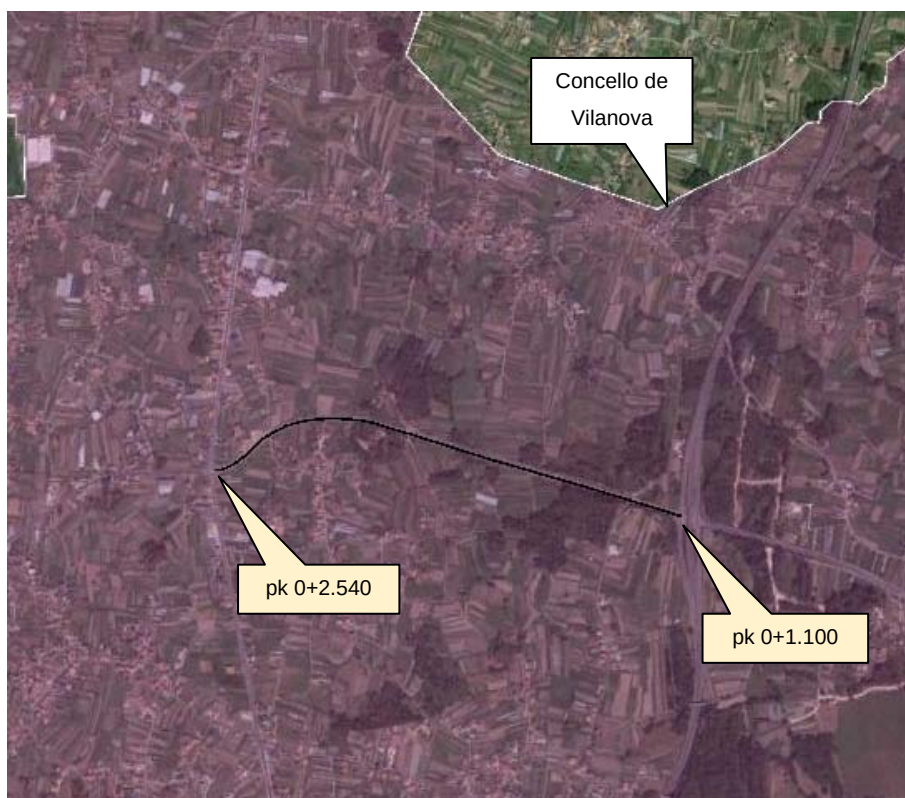


Figura 1. Ámbito de estudio

En su primera parte, a la salida de la VG-4.3, atraviesa un área en la que predominan las parcelas de cultivos, así como una pequeña masa forestal.



Figura 2. PO-530. Parte inicial de tramo de estudio

Posteriormente, vuelven a verse tierras de labor, que hacia la parte final, en la zona del núcleo de Cardalda, se entremezclan en viviendas de tipo unifamiliar, en mayor densidad a medida que aumenta la distancia con respecto a la carretera, y a medida que el trazado se acerca a la PO-549 y por lo tanto a la costa.



Figura 3. PO-530. Parte final de tramo de estudio. A la altura de Cardalda

Esta vía es una importante ligación a Isla de Arousa, fundamentalmente en verano.

En todo el trazado no existen protecciones al ruido generado en la carretera. La gran parte de los edificios más cercanos de la carretera son unifamiliares.

La identificación de las Unidad de Mapa Estratégico (UME) se realizó conforme a los siguientes criterios generales:

- Una UME solamente puede incluir tramos pertenecientes a una misma vía.
- Todos los tramos que conforman la UME deben tener una IMD igual o superior a 3.000.000 veh/año, como establece la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental.

Teniendo en cuenta dichos criterios, los tramos recogidos en la tabla siguiente comprenden una única Unidad de Mapa Estratégico (UME), contemplándose como fuente de ruido independiente, analizándose su efecto por separado y obteniéndose un Mapa Estratégico de Ruido en el que únicamente se considera la propagación del ruido causado por el tronco de la infraestructura. Dichos mapas se corresponden al

alcance de la segunda fase de la Directiva 2002/49/CE y su correspondiente transposición a la legislación estatal.

UME	VÍA	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONG (km)	IMD (VEH/DÍA)	% PESADOS	MUNICIPOS AFECTADOS
01	PO-530	Enl. A Illa de Arousa (VRG-4.3) - Deiro (PO-549)	1+100	2+540	1,44	8.912,67	5,8	Vilanova

Tabla 2. Características generales de la UME estudiada

En la siguiente figura se recoge la ubicación de la UME objeto de estudio.



Figura 4. Plano de ubicación de la UME objeto de estudio

6.- METODOLOGÍA

Para la realización de la simulación acústica fue necesaria la implementación de un modelo tridimensional del área de estudio, incluyendo carreteras, edificaciones y elementos singulares, tal y como se aprecia en la imagen adjunta.



Figura 5. Detalle de la vista dinámica del modelo tridimensional generado

El software predictivo para la realización del modelo tridimensional del área de estudio, y para el posterior desarrollo de los cálculos matemáticos de propagación de ruido en ambiente exterior y ejecución de los Mapas Estratégicos de Ruido, fue CadnaA Versión 4.4 (DataKustik GmbH). Con este software, y con un modelado del entorno preciso, se pueden determinar los niveles de ruido causados por el tráfico rodado. Tanto el procesado previo de la información de base como el análisis de los datos obtenidos se realizó mediante GIS.

6.1.- MODELO DE SIMULACIÓN

Siguiendo las disposiciones del Real Decreto 1513/2005, los índices de ruido del tráfico rodado fueron determinados por medio del método nacional de cálculo francés «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTULCPC-CSTB)», mencionado en el «Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal officiel du 10 mai 1995, article 6» y en la norma francesa «XPS 31-133». Este modelo es el propuesto de manera provisional por la Unión Europea para la realización de mapas de ruido en aquellos países que carezcan del suyo propio, según se describe en la recomendación 2003/613/EC de la Comisión Europea.

La elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido engloba la generación del modelo digital, la definición de los parámetros de entrada, el cálculo de los mapas y la evaluación de los resultados obtenidos.

El modelo 3D estará constituido por la topografía y las edificaciones del ámbito de estudio, el tramo/s de carretera que conforman la UME, y los elementos singulares concretos de cada caso (viaductos, pasos superiores, muros, pantallas acústicas,...).

- Carreteras: datos de tráfico (IMD y porcentaje de pesados), características del firme, tipo de flujo y límites de velocidad.
- Edificios: tipo de uso, altura, número de plantas, número de habitantes (en caso de ser residencial) y coeficiente de absorción alfa.
- Viaductos: longitud de apantallamiento.
- Muros y pantallas: pérdidas por reflexión.
- Terreno: coeficientes de absorción.
- Túneles: radiación procedente de las entradas y salidas.

Definido el modelo e introducidos los parámetros y configuración, se lleva a cabo la simulación acústica, obteniéndose de este modo los Mapas Estratégicos de Ruido.

6.2.- CREACIÓN DEL MODELO 3D

En el presente apartado se describen los procesos necesarios para la definición del escenario de modelización en el software de cálculo a partir de la información base.

La definición de cada uno de los atributos que caracterizan los elementos del modelo se realizó en GIS previa incorporación al software de cálculo. El objeto de este tratamiento previo es el de sistematizar el proceso de creación del modelo, evitando errores u omisiones en la definición del escenario.

6.2.1.- INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA

Para llevar a cabo el modelado digital del terreno (MDT) se empleó como fuente de información el vuelo LIDAR suministrado por la Axencia Galega de Infraestruturas, del que se extrajo la nube de puntos que conforman el terreno. Posteriormente, mediante un proceso de triangulación se obtuvieron las curvas de nivel cada metro.



Figura 6. Detalle de los puntos LIDAR facilitados



Figura 7. Detalle del MDT generado

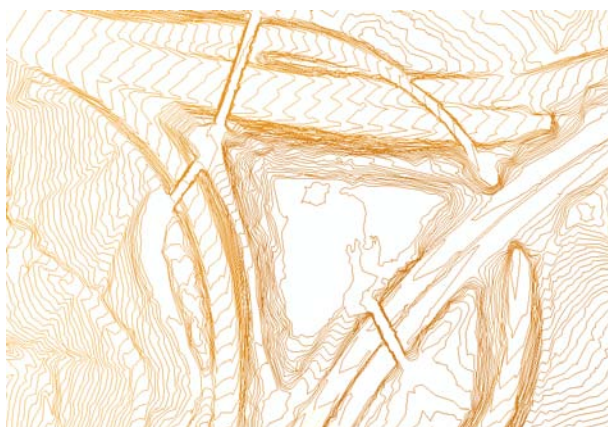


Figura 8. Curvado finalmente obtenido a partir de los puntos LIDAR

6.2.2.- INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO

Mediante el empleo de herramientas GIS, el eje de la carretera se definió a partir del conjunto de datos geométricos facilitados por la Axencia Galega de Infraestruturas, disponiendo de puntos cada 10 m, con la siguiente información:

- Coordenadas X, Y, Z.
- Número de carriles.
- Anchos de plataforma, calzada y arcenes.
- Peraltes y pendientes.

Las características geométricas que definen el eje cada 10 m se extendieron para cada punto 5 m antes y 5 m después. Una vez definido el eje se procedió a la corrección y depuración de la información, comparando los ejes con la ortofoto actualizada y con los datos tomados en las preceptivas visitas a campo realizadas.

Establecida la geometría definitiva de la vía, se definieron en GIS los atributos que caracterizan la emisión acústica, con anterioridad a su importación desde CadnaA. A continuación se describe cada uno de los atributos considerados, los datos de partida disponibles, así como el tratamiento realizado previa incorporación al modelo:

- Geometría: la PO-530, cuenta en todo el tramo de estudio con una única calzada con dos carriles, excepto en las zonas donde existen carriles de incorporaciones que cuenta con 3. El ancho medio del carril es de 3,5 m. Ambos arcenes cuentan con un ancho medio de 2,4 m variando entre los 0 a los 2,5 m.
- Datos de tráfico: los datos de tráfico utilizados para el cálculo de los niveles sonoros fueron los correspondientes a las Memorias de Aforos del año 2012, proporcionadas por la Axencia Galega de Infraestruturas.

Tomando como base la distribución horaria en un día medio, se realizó el cálculo de la IMD por hora para cada uno de los periodos considerados (día, tarde y noche). Puesto que para el tramo objeto de estudio, Enl. A Illa de Arousa (VRG-4.3) - Deiro (PO-549), no se disponía de distribución horaria, al valor de la IMD diaria del año 2012 se le aplicó la distribución porcentual del tramo Enl. Illa de Arousa (PO-530) - Enl. Vilagarcía (PO-529) entre los pk 4+220 y 7+330 de la VG-4.3 que conforma la UME, obteniéndose de esta forma la IMD por hora.

Respecto a la distribución de pesados, se aplicó para el tramo de estudio y para todos los periodos considerados el valor diario del tramo Enl. Illa de Arousa (PO-530) - Enl. Vilagarcía (PO-529) de la VG-4.3, recogido en la Memoria de Aforos.

UME	VÍA	TRAMO	IMD				% PESADOS
			(VEH/DÍA)	DÍA (VEH/H)	TARDE (VEH/H)	NOCHE (VEH/H)	
01	PO-530	Enl. A Illa de Arousa (VRG-4.3) - Deiro (PO-549)	8.913	506,4	536,4	86,2	5,8

Tabla 3. Datos de tráfico

- Límite de velocidad: partiendo de la velocidad límite permitida por la normativa para la vía objeto de estudio (100 km/h), se determinaron los tramos con restricciones de velocidad a partir de los datos de señalización vertical

aportados por la Axencia Galega de Infraestruturas, realizándose una revisión de los mismos en las visitas a campo realizadas. En aquellos lugares en los que se detectó señalización insuficiente o contradictoria se optó por definir tramos los más homogéneos posibles, tomando siempre el valor de velocidad más desfavorable (la mayor de los posibles).

Para cada una de los subtramos se establecieron límites de velocidad diferenciados en función del tipo de vehículo que circule (ligero o pesado), ya que según el límite establecido dicha velocidad puede no ser coincidente.

Así, la mayor parte del trazado se modelizó con una velocidad de 100 km/h para ligeros y 80 km/h para pesados, si bien, se contemplaron sendos tramos de 80 km/h al principio y al final, así como un tramo final de 60 km/h, atendiendo a la señalización vertical identificada.

- Superficie de la carretera: el tipo de firme tiene influencia directa sobre la emisión de la vía. La UME objeto de estudio presenta una capa de asfalto bituminoso en toda su longitud.
- Tipo de flujo: de forma general consideró que el flujo es continuo fluido.

Una vez definida la geometría y los parámetros característicos de cada subtramo de 10 m que compone la UME, se procedió a su importación en CadnaA como carretera en formato shape. Por último, para conseguir que la carretera se acople por completo al terreno, se realizó el ajuste del MDT al objeto bajo la plataforma de la vía.

6.2.3.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS

Tomando como base la capa shape de la Dirección General del Catastro, se realizó una revisión general del ámbito de trabajo, completándose aquellas zonas que presentaban carencia de edificaciones recientes. Esta revisión se hizo a partir de las fotografías aéreas del PNOA y mediante visitas a campo. Así, se elaboró una cobertura de polígonos revisada a través de:

- La digitalización de los edificios inexistentes en el Catastro.
- La eliminación de los elementos que ya no existen o que no se corresponden con edificios (invernaderos, piscinas,...).

6.2.3.1.- ALTURA

La altura de las edificaciones se definió a partir del número de plantas contempladas en los datos del Catastro, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La altura mínima de un edificio es de 4 m.
- En los edificios residenciales, sanitarios y educativos se consideró una altura de 4 m para las plantas bajas, y de 3 m para el resto.
- Aquellas edificaciones que comparten código catastral y están claramente unidas se agruparon como un único edificio, asignándole el número de plantas correspondiente al edificio más alto con código compartido.

Para aquellos edificios que no se encuentran contenidos en la base de datos de Catastro y que fueron digitalizados posteriormente, el número de plantas fue estimado a partir de la revisión de la fotografía aérea y de las visitas, corrigiendo y depurando errores de la información catastral de base (alturas inexistentes o excesivas).

6.2.3.2.- USO

Partiendo de los metadatos descargados de la Sede Electrónica del Catastro, los usos de los edificios se completaron a través de las siguientes fuentes de información:

- Fotografías aéreas del PNOA.
- Información de las visitas a campo realizadas.

Los usos identificados fueron:

- Residencial.
- Sanitario y docente.
- Industrial, terciario y otros.

A todos los edificios de la zona de estudio se asignó uno de los anteriores usos con el fin de identificar los edificios residenciales para el cálculo de la población, así como para determinar las áreas acústicas en la elaboración de los mapas de zonas de conflicto. Además, se identificaron los edificios de tipo docente y sanitario por ser receptores sensibles, a través de la información disponible en las siguientes fuentes:

- Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria de la Xunta de Galicia.
- Consellería de Sanidade de la Xunta de Galicia.

6.2.3.3.- POBLACIÓN ASIGNADA

Uno de los objetivos de los MER es la obtención del número de personas expuestas a los diferentes niveles de ruido, para lo que se realizó un tratamiento consistente en el reparto de la población entre los edificios residenciales existentes.

La información de partida se obtuvo del padrón municipal de habitantes del año 2013 del Instituto Galego de Estatística (IGE). Tomando como base la población de cada municipio, y una vez identificados los edificios residenciales de cada uno, se hizo un reparto proporcional de la población en función de la superficie residencial total construida. El número de habitantes en cada se calculó como el producto del coeficiente de habitabilidad anteriormente definido por la superficie de cada edificio residencial, resultando:

MUNICIPIO	POBLACIÓN	SUP. TOTAL RESIDENCIAL (m ²)	COEF. HABITABILIDAD (HAB/m ²)
Vilanova de Arousa	10.502	696.352	0,0151

Tabla 4. Datos de población en los municipios afectados

En el caso de los edificios sensibles se cuantificó el número de alumnos en los edificios de uso docente, y de camas en los de uso sanitario.

6.2.3.4.- EFECTO REFLECTANTE

Para tener en cuenta el efecto reflectante de las edificaciones se asignó un Coeficiente de Absorción Alfa de 0,4 en todos los casos.

6.2.3.5.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS EN CADNAA

Una vez depurada y corregida la capa de edificaciones, con todos los atributos definidos se importaron desde CadnaA como edificio en formato shape.

En última instancia se hizo una revisión general del modelo, subsanándose aquellos desajustes existentes entre la topografía y la base de los edificios ("enterramientos"), así como los solapes entre la plataforma de la vía y las edificaciones incorporadas.

6.2.4.- MODELADO DE TÚNELES

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad túneles en la presente UME.

6.2.5.- MODELADO DE VIADUCTOS

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad viaductos en la presente UME.

6.2.6.- MODELADO DE PASOS SUPERIORES

En el modelo se definen únicamente aquellos pasos superiores que presentan un ancho superior a 25 m, incorporándose como reflectores 3D.

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pasos superiores con anchura superior a 25 m en la presente UME.

6.2.7.- INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pantallas acústicas en la presente UME.

Los muros de contención identificados no fueron incluidos en la modelización efectuada, ya que se estima que su presencia no supone un apantallamiento mayor al producido por las tierras que contiene.

6.2.8.- INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO

Las características del suelo son un factor determinante en la propagación del ruido, por lo que en la modelización efectuada se definieron diferentes áreas de absorción.

De forma genérica se considera el terreno base como absorbente ($G=1$, sin embargo se definieron ciertas áreas de carácter urbano e industrial como reflectantes ($G=0$), realizándose la zonificación del territorio en base a los usos del suelo definidos por el Instituto de Estudios do Territorio. De esta forma, las áreas consideradas como reflectantes son las correspondientes a núcleos de población, tejido urbano continuo y zonas industriales, comerciales y de servicios.

La incorporación de estas zonas al modelo se realizó importándose como áreas de absorción del suelo en formato shape.

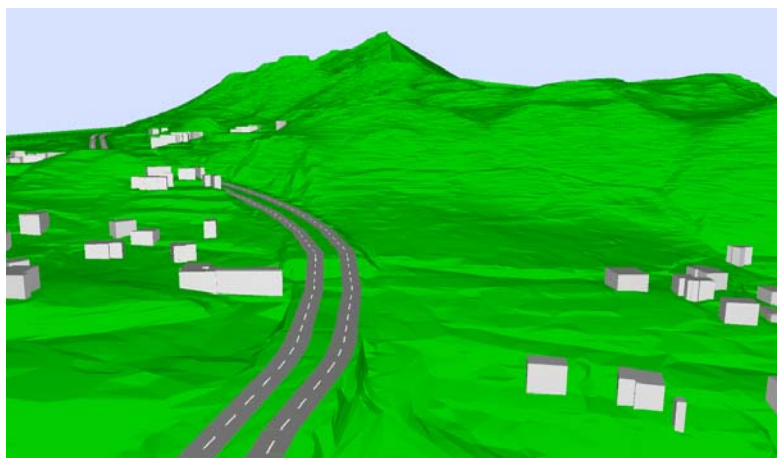


Figura 9. Vista 3D de la modelización efectuada

6.3.- CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D

Para la elaboración de los MER de cada UME, con anterioridad a la introducción de los diferentes elementos que componen el modelo, es preciso definir una configuración de cálculo en el software de acuerdo a la Directiva 2002/49/CE donde se identifiquen los parámetros necesarios para la correcta definición del escenario previsto.

- La norma empleada para el cálculo es la NMPB-Routes-96.
- El espaciado de los receptores en la malla de cálculo es de 10 x 10 m a una altura de 4 m sobre el suelo.
- El orden máximo de reflexiones consideradas es de 1.
- Se estableció un radio máximo de búsqueda de 2.000 m.
- El porcentaje de condiciones favorables día/noche se corresponde con un 50% en periodo diurno, un 75% en periodo vespertino y un 100% en periodo nocturno.
- Siguiendo las recomendaciones de la European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN), las condiciones atmosféricas consideradas son una temperatura de 15°C y una humedad del 70%.
- El cálculo de la atenuación sufrida por las ondas sonoras en el medio ambiente exterior se obtiene de acuerdo a los procedimientos de la ISO 9613.
- Los valores de inmisión considerados son $L_{\text{día}}$, L_{tarde} , L_{noche} y L_{den} , todos ellos en dBA, a una altura de evaluación de 4 m.
- La designación de horas para los periodos considerados es de 07:00 a 19:00 día, de 19:00 a 23:00 tarde y de 23:00 a 07:00 noche.

- Se aplicó una penalización de 0 dB para el periodo diurno, de 5 dB para el vespertino y de 10 dB para el nocturno.
- Para la evaluación de los niveles de ruido en fachada de edificios se consideró una altura de las plantas bajas de 4 m y de 3 m para el resto. Asimismo, se tuvo en cuenta únicamente el sonido incidente, es decir, no se consideró el sonido reflejado en la fachada donde se realiza la evaluación, aunque sí las reflexiones en el resto de edificios y obstáculos presentes en el área de estudio.

7.- PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN

Para determinar los indicadores y los niveles límites de referencia que permitan evaluar la afección al ruido, se recurrió a la legislación vigente en materia de objetivos de calidad acústica que viene fijada en 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, concretamente lo recogido en el Capítulo III "Zonificación acústica. Objetivos de calidad acústica" y en el Capítulo IV "Emisores acústicos. Valores límite de emisión e inmisión".

El artículo 14 del citado Real Decreto dice textualmente:

1. En las áreas urbanizadas existentes se establece como objetivo de calidad acústica para ruido el que resulte de la aplicación de los siguientes criterios:

a) Si en el área acústica se supera el correspondiente valor de alguno de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla A, del anexo II, su objetivo de calidad acústica será alcanzar dicho valor.

ANEXO II

Objetivos de calidad acústica

Tabla A. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes.

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L_d	L_n	L_n
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.

Tabla 5. Objetivos de calidad acústica

En relación al tipo de área f se aplicará el Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica 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.

Como se puede observar en la tabla anterior, los objetivos se establecen para los índices de ruido, L_d , L_t y L_n , cuya definición según 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, es:

L_d es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año.

L_e es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año.

L_n es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año.

En vista de lo expuesto, la evaluación de la exposición al ruido de la población pasará por determinar cada uno de los indicadores L_d , L_e y L_n , y compararlos con los niveles límite establecidos en los objetivos de calidad acústica para cada tipo de área.

8.- RESULTADOS

Conforme a la normativa vigente, la elaboración de un mapa estratégico conlleva la obtención de una información gráfica y otra alfanumérica, representada mediante mapas y tablas de afección.

La escala básica de representación de los Mapas Estratégicos de Ruido contenidos en el presente documento es 1/25.000, siendo la base cartográfica la 1/5.000 de la Xunta de Galicia. El sistema de proyección es ETRS-89, zona 29 N.

En la elaboración de los MER de cada UME, el área de estudio vino delimitada por la longitud del tramo/s de carretera que define la propia UME y por una banda, con un ancho de 1.500 m a cada lado del eje de la calzada.

8.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS

Son mapas de líneas isófonas elaborados a partir de los niveles de ruido calculados en puntos receptores a lo largo de toda la zona de estudio.

Se elaboraron los planos de niveles sonoros representando los indicadores establecidos por la legislación básica estatal y las recomendaciones del Ministerio de Fomento, siendo los mapas generados los siguientes:

- Mapa de niveles sonoros de L_d en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_e en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_n en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70.

- Mapa de niveles sonoros de Lden en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.

Lden, Ld, Le

Rango	Descripción	R	G	B
> 75	Rosa fuerte	255	0	255
70-75	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
< 55	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	55-60
	60-65
	65-70
	70-75
	>75

Figura 10. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del Ld, Le y Lden

Ln

Rango	Descripción	R	G	B
>70	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
50-55	Verde	100	200	0
< 50	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	50-55
	55-60
	60-65
	65-70
	>70

Figura 11. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del Ln

8.2.- POBLACIÓN EXPUESTA

8.2.1.- METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA

La determinación de la situación acústica a partir de los mapas de niveles sonoros requiere el análisis de la afección del ruido sobre la población. En esta línea, la normativa establece que debe estimarse el número de personas expuestas a ciertos rangos de niveles de presión sonora, sin entrar en detalles técnicos de cómo proceder.

Existen diferentes métodos para determinar los niveles de exposición en fachada para cada uno de los edificios, conforme a la normativa y a las guías de trabajo internacionales en materia de contaminación acústica.

La Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, con el fin de determinar la exposición al ruido ambiental de los Estados Miembros, establece en su Anexo VI que deberá comunicarse a la comisión europea, para el caso de las aglomeraciones sobre las que se realice el Mapa Estratégico de Ruidos (MER), la siguiente información:

- Número estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de Lden en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (55-59, 60-

64, 65-69, 70-74, >75), distinguendo entre el tráfico rodado, el tráfico ferroviario, el tráfico aéreo y las fuentes industriales.

- El número total estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de L_n en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70), distinguendo entre el tráfico rodado, ferroviario, aéreo y las fuentes industriales.

Este planteamiento, denominado END (European Noise Directive), es el que debe utilizarse para entregar los resultados a la comisión europea, siendo también habitual para la entrega al resto de administraciones. Sin embargo, este procedimiento, es el que proporciona peores resultados con respecto a la exposición real de la población, arrojando valores de población afectada a distintos rangos de niveles sonoros muy superiores a la realidad, por lo resulta necesario plantear otros métodos que, de forma adicional, arrojen resultados que no sobreestimen la población expuesta.

A continuación se presentan los siguientes procedimientos de estimación de la población afectada por ruido ambiental:

- Método END
- Método VBEB Alemán

8.2.1.1.- MÉTODO END

El método END (European Noise Directive) se presenta en la Directiva Europea 2002/49/CE como un método para satisfacer la obligación de proporcionar a la comisión europea los datos del número estimado de personas cuyas viviendas están expuestas a diferentes rangos de L_{den} y L_n , a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta, aquella que soporta mayor nivel de presión sonora.

Esta estimación, requiere del cálculo de receptores específicos en cada una de las fachadas de los edificios, a una altura relativa de 4 metros respecto al suelo y tomando las consideraciones necesarias para excluir las reflexiones acústicas de la propia fachada como ruido incidente en el propio receptor.

Este planteamiento, supone que todos los habitantes de cada edificio están sometidos al mayor nivel de presión sonora registrado en la fachada más expuesta, lo que no se acerca a la situación real, en la que la población se distribuye a lo largo del edificio, en

relación a la posición de las viviendas. Este procedimiento podría dar resultados próximos a la realidad en viviendas unifamiliares, pero en el caso de edificios de varias plantas se obtendría un resultado de población expuestas sobreestimado.

8.2.1.2.- MÉTODO VBEB

El método alemán VBEB (Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm) permite obtener los valores reales de afección a los que se encuentra expuesta la población. Su procedimiento contempla la distribución de receptores de niveles de presión sonora a lo largo de las fachadas, estableciendo estos a diferentes niveles de altura en función del número de plantas.

Cada uno de estos receptores determinará el nivel de presión sonora al que se encuentra expuesta cada vivienda, considerando el parámetro de altura, a diferencia del método END expuesto anteriormente, en el que la evaluación de la exposición se realizaba a 4 m del suelo.

Esta metodología permite afinar los resultados al distribuir la población de cada edificio a lo largo del perímetro en planta y de las alturas. Como se puede intuir, los niveles de presión sonora evaluados a diferentes alturas proporcionarán resultados distintos, en función de la mayor o menor distancia a la fuente y las posibles reflexiones de los edificios del entorno, encontrándose, de esta forma, los habitantes de viviendas a diferentes alturas, en una misma planta, expuestas a distintos grados de afección.

8.2.2.- TABLAS DE RESULTADOS

8.2.2.1.- POBLACIÓN AFECTADA

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)						
RANGO (dBA)	Ld		Le		Lden	
	END	VBEB	END	VBEB	END	VBEB
55 – 59	0	0	0	0	1	0
60 – 64	0	0	0	0	0	0
65 – 69	0	0	0	0	0	0
70 – 74	0	0	0	0	0	0
≥ 75	0	0	0	0	0	0

Tabla 6. Valores de población afectada (en centenas) para los periodos Ld, Le y Lden en función del método considerado

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)		
RANGO (dBA)	Ln	
	END	VBEB
50 – 54	0	0
55 – 59	0	0
60 – 64	0	0
65 – 69	0	0
≥ 70	0	0

Tabla 7. Valores de población afectada (en centenas) para el periodo Ln en función del método considerado

A la vista de los resultados contenidos en las tablas adjuntas, se puede comprobar cómo los dos métodos de estimación de población expuesta obtienen resultados análogos para los rangos y periodos considerados. Como se puede observar, la afección de la carretera sobre el entorno circundante es de escasa relevancia, debido principalmente a la reducida longitud de la UME objeto de estudio (1,44 km) sumado a la escasa densidad poblacional en las inmediaciones de la vía.

8.2.2.2.- VIVIENDAS AFECTADAS

Nº VIVIENDAS AFECTADAS (EN CENTENAS)					
RANGO (dBA)	Ld	Le	Lden	RANGO (dBA)	Ln
55 – 59	0	0	0	50 – 54	0
60 – 64	0	0	0	55 – 59	0
65 – 69	0	0	0	60 – 64	0
70 – 74	0	0	0	65 – 69	0
≥ 75	0	0	0	≥ 70	0

Tabla 8. Número de viviendas expuestas (en centenas) a distintos rangos de nivel sonoro para los periodos Ld, Le, Ln y Lden

Al igual que ocurre con la exposición de la población, el número de viviendas afectadas por el ruido de la carretera es mínimo, no llegándose a alcanzar la centena de edificios afectados por niveles superiores a 55 dB en ningún periodo.

8.2.2.3.- EDIFICIOS SENSIBLES

AFECCIÓN A EDIFICIOS SENSIBLES				
SANITARIOS			DOCENTES	
RANGO (dBA)	Lden		Lden	
	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº CAMAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº ALUMNOS (CENTENAS)
55 – 59	0	0	0	0
60 – 64	0	0	0	0
65 – 69	0	0	0	0
70 – 74	0	0	0	0
≥ 75	0	0	0	0

Tabla 9. Número de edificios sensibles (en unidades) y camas/alumnos (en centenas) expuestas a distintos rangos para el periodo Lden.

A raíz de la modelización efectuada se puede concluir que ningún edificio sensible se ve afectado por el ruido generado por la carretera objeto de estudio, debido a la atenuación ocasionada por la distancia entre el foco emisor y los receptores (edificios sanitarios y docentes).

8.3.- MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN

Se ha obtenido a partir del mapa de niveles sonoros del indicador Lden.

Incluye los datos de superficies totales (en km²), expuestas a valores de Lden superiores a 55, 65, y 75 dB, respectivamente. En ellos se indica además el número total estimado de viviendas (en centenares), y el número total estimado de personas (en centenares) que viven en cada una de esas zonas.

Las isófonas correspondientes a 55, 65 y 75 dB figuran en el mapa y se incluye información sobre la ubicación de las ciudades, pueblos y aglomeraciones situadas dentro de esas curvas.

EXPOSICIONES A DIFERENTES VALORES Lden					
RANGO (dBA)	SUPERFICIE	POBLACIÓN		EDIFICIOS SENSIBLES	
	(km ²)	Nº VIVIENDAS (CENTENAS)	Nº PERSONAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS SANITARIOS (UD)	Nº EDIFICIOS DOCENTES (UD)
≥ 55	0,28	0	1	0	0
≥ 65	0,09	0	0	0	0
≥ 75	0,01	0	0	0	0

Tabla 10. Datos relativos a zonas de afección para el periodo Lden

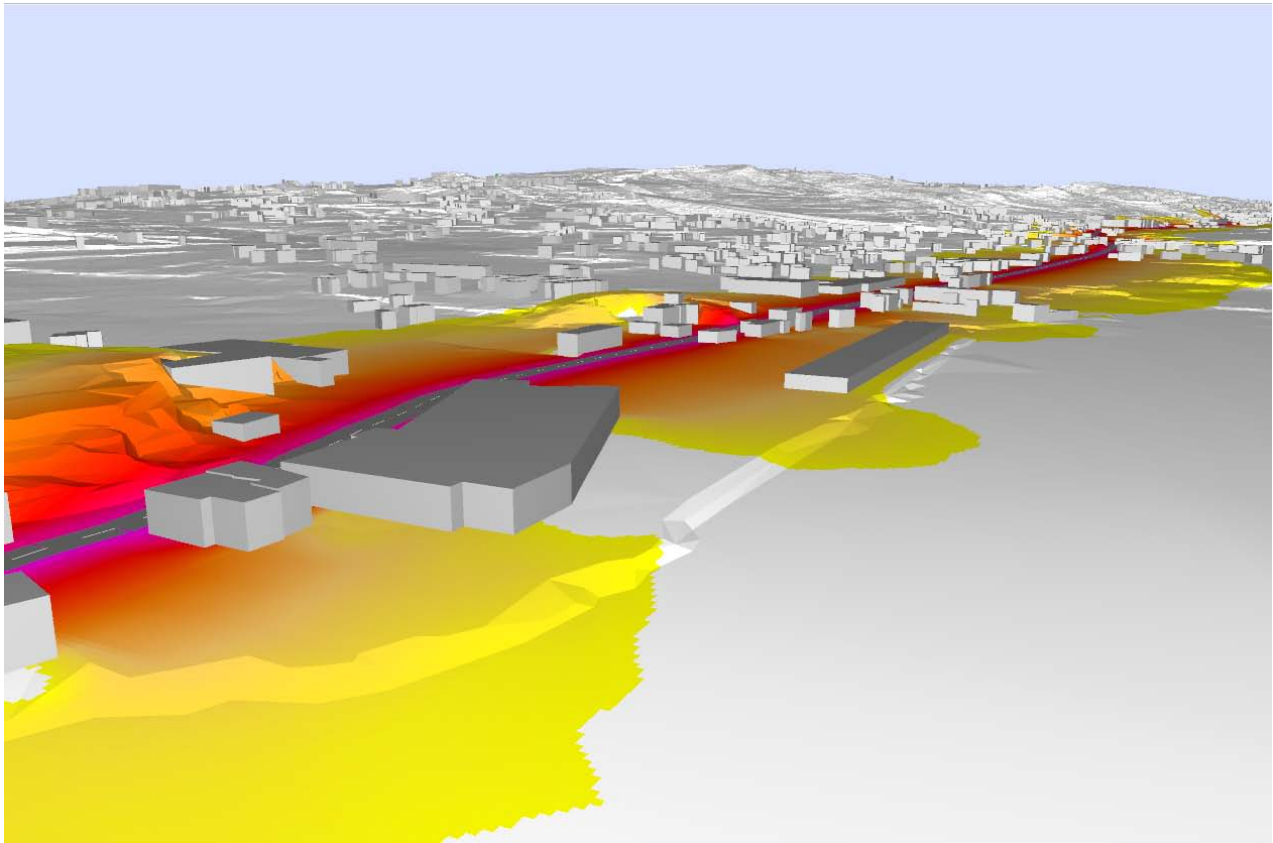
Observando los resultados de los mapas de afección se puede concluir que las superficies afectadas por rangos superiores a 55 dB son de reducidas dimensiones, lo que conlleva que el número de habitantes y viviendas expuestas sean mínimos. Asimismo, cabe resaltar que ningún edificio sensible se ve afectado por niveles de ruido superiores a 55 dB.

9.- CONCLUSIÓN

Con la realización del presente estudio se han elaborado los Mapas Estratégicos de Ruido del tramo Enl. A Illa de Arousa (VRG-4.3) - Deiro (PO-549) de la vía PO-530 (perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia), de acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE de 25 de junio de 2002 sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental y en la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, considerando alcanzados los objetivos planteados inicialmente así como los establecidos en la legislación vigente.

La elaboración de este estudio constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias que se deban realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones.

II PLANOS



CLAVE

PO/13/043.09.12

TIPO DE ESTUDIO

MAPA EXTRATÉXICO DE RUÍDO

DOCUMENTOS

DOCUMENTO RESUME

ESTRADA

PO-531
PONTEVEDRA - BAIÓN (N-640)

PUNTOS QUILOMÉTRICOS

11+100 – 18+800

DATA

XULLO 2014

CONSULTOR



I MEMORIA

I MEMORIA

1.-	INTRODUCCIÓN	4
2.-	OBJETO DEL ESTUDIO.....	4
3.-	AUTORIDAD RESPONSABLE	5
4.-	PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES.....	5
5.-	ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME	6
6.-	METODOLOGÍA	11
6.1.-	MODELO DE SIMULACIÓN.....	11
6.2.-	CREACIÓN DEL MODELO 3D.....	12
6.2.1.-	INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA	12
6.2.2.-	INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO.....	13
6.2.3.-	INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS	15
6.2.4.-	MODELADO DE TÚNELES	18
6.2.5.-	MODELADO DE VIADUCTOS.....	18
6.2.6.-	MODELADO DE PASOS SUPERIORES.....	18
6.2.7.-	INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS	18
6.2.8.-	INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO	19
6.3.-	CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D	19
7.-	PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN	20
8.-	RESULTADOS.....	22
8.1.-	MAPAS DE NIVELES SONOROS.....	22
8.2.-	POBLACIÓN EXPUESTA.....	23
8.2.1.-	METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA	23
8.2.2.-	TABLAS DE RESULTADOS	26

8.3.-	MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN.....	28
9.-	CONCLUSIÓN	29

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	PLANO DE UBICACIÓN DE LA UME OBJETO DE ESTUDIO	6
FIGURA 2.	PO-531 ZONA INICIAL DEL TRAMO EN ESTUDIO	7
FIGURA 3.	PO-531. PASO POR RIAL	7
FIGURA 4.	PO-531. ZONA ABIERTA, CON NAVES INDUSTRIALES.....	8
FIGURA 5.	PO-531. ZONA DE SEÑORÁS.....	8
FIGURA 6.	PO-531. VIADUCTO SOBRE EL RÍO UMIA. NÚCLEO DE A LAGOA AL FONDO.....	9
FIGURA 7.	PO-531 PASO POR A FONTENLA.....	9
FIGURA 8.	PLANO DE UBICACIÓN DE LA UME OBJETO DE ESTUDIO	10
FIGURA 9.	DETALLE DE LA VISTA DINÁMICA DEL MODELO TRIDIMENSIONAL GENERADO	11
FIGURA 10.	DETALLE DE LOS PUNTOS LIDAR FACILITADOS.....	13
FIGURA 11.	DETALLE DEL MDT GENERADO	13
FIGURA 12.	CURVADO FINALMENTE OBTENIDO A PARTIR DE LOS PUNTOS LIDAR	13
FIGURA 13.	VISTA 3D DE LA MODELIZACIÓN EFECTUADA	19
FIGURA 14.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LD, LE Y LDEN.....	23
FIGURA 15.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LN....	23

LISTA DE TABLAS

TABLA 1.	TRAMOS DE LA VÍA OBJETO DE ESTUDIO	5
TABLA 2.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA UME ESTUDIADA	10
TABLA 3.	DATOS DE TRÁFICO.....	14
TABLA 4.	DATOS DE POBLACIÓN EN LOS MUNICIPIOS AFECTADOS	17
TABLA 5.	OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA	21

TABLA 6. VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA LOS PERIODOS LD, LE Y LDEN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO 26

TABLA 7. VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA EL PERIODO LN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO 26

TABLA 8. NÚMERO DE VIVIENDAS EXPUESTAS (EN CENTENAS) A DISTINTOS RANGOS DE NIVEL SONORO PARA LOS PERIODOS LD, LE, LN Y LDEN 27

TABLA 9. NÚMERO DE EDIFICIOS SENSIBLES (EN UNIDADES) Y CAMAS/ALUMNOS (EN CENTENAS) EXPUESTAS A DISTINTOS RANGOS PARA EL PERIODO LDEN 28

TABLA 10. DATOS RELATIVOS A ZONAS DE AFECCIÓN PARA EL PERIODO LDEN 29

II PLANOS

0.- PLANO DE SITUACIÓN

1.- MAPAS NIVELES SONOROS

1.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS DÍA (1:25.000)

1.2.- MAPAS DE NIVELES SONOROS TARDE (1:25.000)

1.3.- MAPAS DE NIVELES SONOROS NOCHE (1:25.000)

1.4.- MAPAS DE NIVELES SONOROS Lden (1:25.000)

2.- MAPAS DE AFECCIÓN

2.1.- MAPA DE ZONA DE AFECCIÓN (1:25.000)

1.- INTRODUCCIÓN

La aprobación de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental establece la necesidad de elaborar, en una primera fase, los Mapas Estratégicos de Ruido (MER) de grandes ejes viarios cuyo tráfico supere los seis millones de vehículos al año, para en una segunda fase realizar los mapas correspondientes a los grandes ejes viarios con tráfico superior a tres millones de vehículos al año.

La Directiva 2002/49/CE define el Mapa Estratégico de Ruido como “un 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.”

Para la aplicación de la citada directiva en el territorio español se elaboró la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, que no se limita a transponer el contenido de la directiva, sino que trata de regular, a través de una adecuada distribución de competencias administrativas y del establecimiento de los mecanismos oportunos, la mejora de la calidad acústica en nuestro entorno.

Con el objeto de desarrollar esta ley se formuló el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, en cuanto a la evaluación y gestión del ruido ambiental, con la finalidad de prevenir, reducir o evitar los efectos nocivos, incluyendo las molestias derivadas de la exposición al ruido ambiental. A tal efecto se desarrollan los conceptos de ruido ambiental y sus efectos y molestias sobre la población, junto con una serie de medidas que permiten la consecución de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido, los planes de acción y la información a la población.

A fin de dar cumplimiento a la legislación vigente, la Consellería de Medio Ambiente Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, promueve la segunda fase de elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido de las vías pertenecientes a la Red Autonómica de Carreteras de Galicia.

2.- OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto del presente documento resumen es el de plasmar, de forma sintética y fácilmente comprensible, los resultados arrojados por los Mapas Estratégicos de Ruido

de los siguientes tramos de la PO-531, perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia:

DENOMINACIÓN	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONGITUD (km)
Pontevedra - Baión (N-640)	Curro (AG-41) - Baión (N-640)	11+730	18+800	7,07

Tabla 1. Tramos de la vía objeto de estudio

Según se recoge en el Artículo 15 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, los mapas de ruido tendrán, entre otros, los siguientes objetivos:

- Permitir la evaluación global de la exposición a la contaminación acústica de una determinada zona.
- Permitir la realización de predicciones globales para dicha zona.
- Posibilitar la adopción fundada de planes de acción en materia de contaminación acústica y, en general, de las medidas correctoras adecuadas.

Asimismo, la elaboración de los MER constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias a realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones.

3.- AUTORIDAD RESPONSABLE

La autoridad responsable de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruidos ha sido la Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, contando con la asistencia de la empresa ICEACSA Consultores S.L.U.

4.- PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES

De acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, y en la Ley del Ruido y sus posteriores Reglamentos, tuvieron que realizarse, en una primera fase los Mapas Estratégicos de Ruido de las carreteras de más de 6 millones de vehículos al año; y en una segunda fase los de las carreteras de más de 3 millones de vehículos al año.

Por lo tanto, en la actualidad no se encuentra vigente ningún Programa de Acción contra el ruido derivado de la primera fase en la Unidad de Mapa Estratégico Pontevedra - Baión (N-640) entre los PP.KK. 18+800.

Así, en cumplimiento de la legislación, se elabora en la segunda fase esta UME. El estudio constituye la primera aproximación a la problemática del ruido generado por la infraestructura viaria.

5.- ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME

La PO-531 une Pontevedra con Baión, en el entronque de la N-640 y VG-4.7.

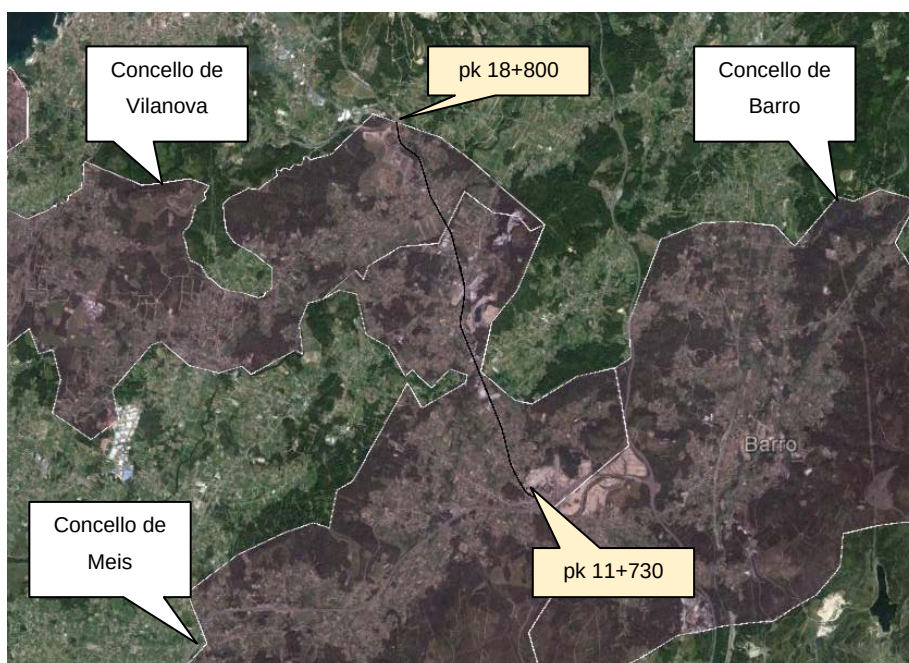


Figura 1. Plano de ubicación de la UME objeto de estudio

El tramo objeto del presente estudio, comienza a la salida del reciente enlace de Curro, en el pk 11+730, continuando con su trazado hacia el N hasta Baión, en el nudo de la VG-4.7, en su cruce con la N-640.



Figura 2. PO-531 zona inicial del tramo en estudio

Al principio del tramo de estudio, tras el enlace de Curro, el trazado atraviesa una zona donde se intercalan algunas viviendas de tipo unifamiliar con naves industriales o comerciales.

A medida que se avanza en su recorrido, el trazado atraviesa una zona dedicada a cultivos en el que se ubican diversas viviendas de tipo unifamiliar, primero con una escasa densidad que paulatinamente va incrementando hasta llegar a los núcleos de Rial, Rialdonio y O Porrelo, en los que se distribuyen a ambos lados de la carretera, con distinta densidad, con aceras en una de las márgenes.



Figura 3. PO-531. Paso por Rial

Pasados estos núcleos, el trazado de la carretera atraviesa una zona de campo abierto en la que pueden verse varias edificaciones tipo nave o almacén, además de varias edificaciones dedicadas a actividades industriales, hasta el núcleo de A Goulla,

que se caracteriza por un grupo de casas que se agrupan a ambos lados de la calzada con aceras en cada uno de ellos. Además, como a lo largo de toda esta carretera, se localizan naves industriales de considerable tamaño



Figura 4. PO-531. zona abierta, con naves industriales

Continuando hacia el N se atraviesa los núcleos de Señoráns de arriba -Casal do Río hasta llegar a la única glorieta del tramo. Estos núcleos se caracterizan por un grupo de casas a ambos lados de la calzada, dispuestas de acera, con una actividad industrial de cierta entidad, materializada en la presencia de varias naves industriales y almacenes.



Figura 5. PO-531. Zona de Señorás

Desde el núcleo de Señoráns hasta A Lagoa, el trazado atraviesa unos terrenos donde fundamentalmente se localizan tierras de cultivos, atravesando el río Umia.



Figura 6. PO-531. Viaducto sobre el río Umia. Núcleo de A Lagoa al fondo

Desde A Lagoa hasta el final, se suceden los núcleos de Fontenla, Sestelo O Rodo y San Simón, todos ellos con cierta densidad de edificaciones de tipo unifamiliar a ambos lados de la carretera y con aceras. Es en esta zona donde se localiza una mayor densidad de población respecto al tramo inicial, que incrementa al aumentar la distancia desde la carretera.



Figura 7. PO-531 paso por A Fontenla

Al igual que en todo el trazado, se localizan en esta zona naves y edificaciones de tipo industrial. Llegando al final del tramo se encuentra el acceso al parque empresarial de Vilanova I.

La identificación de las Unidad de Mapa Estratégico (UME) se realizó conforme a los siguientes criterios generales:

- Una UME solamente puede incluir tramos pertenecientes a una misma vía.
- Todos los tramos que conforman la UME deben tener una IMD igual o superior a 3.000.000 veh/año, como establece la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental.

Teniendo en cuenta dichos criterios, los tramos recogidos en la tabla siguiente comprenden una única Unidad de Mapa Estratégico (UME), contemplándose como fuente de ruido independiente, analizándose su efecto por separado y obteniéndose un Mapa Estratégico de Ruido en el que únicamente se considera la propagación del ruido causado por el tronco de la infraestructura. Dichos mapas se corresponden al alcance de la segunda fase de la Directiva 2002/49/CE y su correspondiente transposición a la legislación estatal.

UME	VÍA	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONG (km)	IMD (VEH/DÍA)	% PESADOS	MUNICIPOS AFECTADOS
01	PO-531	Curro (AG-41) - Baión (N-640)	11+730	18+800	7,07	15.755	8,6	Vilanova, Meis, Barro

Tabla 2. Características generales de la UME estudiada

En la siguiente figura se observa la ubicación de la UME objeto de estudio.



Figura 8. Plano de ubicación de la UME objeto de estudio

6.- METODOLOGÍA

Para la realización de la simulación acústica fue necesaria la implementación de un modelo tridimensional del área de estudio, incluyendo carreteras, edificaciones y elementos singulares, tal y como se aprecia en la imagen adjunta.

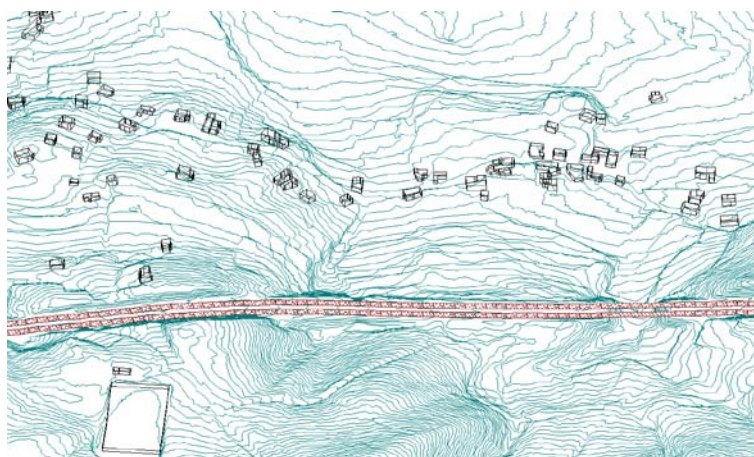


Figura 9. Detalle de la vista dinámica del modelo tridimensional generado

El software predictivo para la realización del modelo tridimensional del área de estudio, y para el posterior desarrollo de los cálculos matemáticos de propagación de ruido en ambiente exterior y ejecución de los Mapas Estratégicos de Ruido, fue CadnaA Versión 4.4 (DataKustik GmbH). Con este software, y con un modelado del entorno preciso, se pueden determinar los niveles de ruido causados por el tráfico rodado. Tanto el procesado previo de la información de base como el análisis de los datos obtenidos se realizó mediante GIS.

6.1.- MODELO DE SIMULACIÓN

Siguiendo las disposiciones del Real Decreto 1513/2005, los índices de ruido del tráfico rodado fueron determinados por medio del método nacional de cálculo francés «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTULCPC-CSTB)», mencionado en el «Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal officiel du 10 mai 1995, article 6» y en la norma francesa «XPS 31-133». Este modelo es el propuesto de manera provisional por la Unión Europea para la realización de mapas de ruido en aquellos países que carezcan del suyo propio, según se describe en la recomendación 2003/613/EC de la Comisión Europea.

La elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido engloba la generación del modelo digital, la definición de los parámetros de entrada, el cálculo de los mapas y la evaluación de los resultados obtenidos.

El modelo 3D estará constituido por la topografía y las edificaciones del ámbito de estudio, el tramo/s de carretera que conforman la UME, y los elementos singulares concretos de cada caso (viaductos, pasos superiores, muros, pantallas acústicas,...).

- Carreteras: datos de tráfico (IMD y porcentaje de pesados), características del firme, tipo de flujo y límites de velocidad.
- Edificios: tipo de uso, altura, número de plantas, número de habitantes (en caso de ser residencial) y coeficiente de absorción alfa.
- Viaductos: longitud de apantallamiento.
- Muros y pantallas: pérdidas por reflexión.
- Terreno: coeficientes de absorción.
- Túneles: radiación procedente de las entradas y salidas.

Definido el modelo e introducidos los parámetros y configuración, se lleva a cabo la simulación acústica, obteniéndose de este modo los Mapas Estratégicos de Ruido.

6.2.- CREACIÓN DEL MODELO 3D

En el presente apartado se describen los procesos necesarios para la definición del escenario de modelización en el software de cálculo a partir de la información base.

La definición de cada uno de los atributos que caracterizan los elementos del modelo se realizó en GIS previa incorporación al software de cálculo. El objeto de este tratamiento previo es el de sistematizar el proceso de creación del modelo, evitando errores u omisiones en la definición del escenario.

6.2.1.- INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA

Para llevar a cabo el modelado digital del terreno (MDT) se empleó como fuente de información el vuelo LIDAR suministrado por la Axencia Galega de Infraestruturas, del que se extrajo la nube de puntos que conforman el terreno. Posteriormente, mediante un proceso de triangulación se obtuvieron las curvas de nivel cada metro.



Figura 10. Detalle de los puntos LIDAR facilitados



Figura 11. Detalle del MDT generado

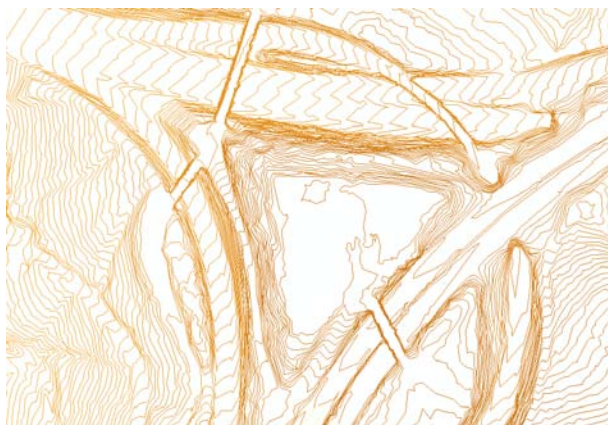


Figura 12. Curvado finalmente obtenido a partir de los puntos LIDAR

6.2.2.- INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO

Mediante el empleo de herramientas GIS, el eje de la carretera se definió a partir del conjunto de datos geométricos facilitados por la Axencia Galega de Infraestruturas, disponiendo de puntos cada 10 m, con la siguiente información:

- Coordenadas X, Y, Z.
- Número de carriles.
- Anchos de plataforma, calzada y arcenes.
- Peraltes y pendientes.

Las características geométricas que definen el eje cada 10 m se extendieron para cada punto 5 m antes y 5 m después. Una vez definido el eje se procedió a la corrección y depuración de la información, comparando los ejes con la ortofoto actualizada y con los datos tomados en las preceptivas visitas a campo realizadas.

Establecida la geometría definitiva de la vía, se definieron en GIS los atributos que caracterizan la emisión acústica, con anterioridad a su importación desde CadnaA. A continuación se describe cada uno de los atributos considerados, los datos de partida disponibles, así como el tratamiento realizado previa incorporación al modelo:

- **Geometría:** la PO-531, cuenta en todo el tramo de estudio con una única calzada con dos carriles, excepto en las zonas donde existen carriles de incorporaciones que cuenta con 3. El ancho medio del carril es de 3,5 m. El arcén derecho cuenta con un ancho medio de 2,2 m variando entre los 0 a los 5,1 m, mientras que en el izquierdo el ancho medio es de 1,4 m, oscilando entre los 0 y los 3,6 m de ancho.
- **Datos de tráfico:** los datos de tráfico utilizados para el cálculo de los niveles sonoros fueron los correspondientes a las Memorias de Aforos del año 2012, proporcionadas por la Axencia Galega de Infraestruturas.

Tomando como base la distribución horaria en un día medio, se calculó la IMD por hora para cada uno de los periodos considerados (día, tarde y noche). Puesto que para el tramo Curro (AG-41) – Baión (N-640) no se disponía de distribución horaria, al valor de la IMD diaria del año 2012 se le aplicó la distribución porcentual del tramo San Caetano (PO-225) - Curro (AG-41) entre los pk 4+610 y 11+000, obteniéndose de esta forma la IMD por hora.

Respecto a la distribución de pesados, se aplicó para el tramos y todos los periodos considerados el valor diario del tramo San Caetano (PO-225) - Curro (AG-41), recogido en la Memoria de Aforos.

Para el caso específico de las glorietas el tráfico se cuantificó como la suma de las IMD de las entradas dividida por el número de salidas.

UME	VÍA	TRAMO	IMD				% PESADOS
			(VEH/DÍA)	DÍA (VEH/H)	TARDE (VEH/H)	NOCHE (VEH/H)	
01	PO-531	Curro (AG-41) – Baión (N-640)	15.755	921,6	829,6	172,2	8,6

Tabla 3. Datos de tráfico

- **Límite de velocidad:** partiendo de la velocidad límite permitida por la normativa para la vía objeto de estudio (100 km/h), se determinaron los tramos con restricciones de velocidad a partir de los datos de señalización vertical

aportados por la Axencia Galega de Infraestruturas, realizándose una revisión de los mismos en las visitas a campo realizadas. En aquellos lugares en los que se detectó señalización insuficiente o contradictoria (ausencia de señales de fin de limitación de velocidad, tramos interurbanos sin especificación de la velocidad máxima permitida,...) se optó por definir tramos lo más homogéneos posibles, tomando siempre el valor de velocidad más desfavorable (la mayor de los posibles).

Para cada una de los subtramos se establecieron límites de velocidad diferenciados en función del tipo de vehículo que circule (ligero o pesado), ya que según el límite establecido dicha velocidad puede no ser coincidente.

Así, se definió únicamente un tramo de 100 km/h para ligeros y 80 km/h para pesados al pasar el núcleo de O Porrelo, existiendo en su mayoría limitaciones de 50 km/h y 80 km/h.

Para el caso específico de las glorietsas se definió una velocidad de 40 km/h, tanto para vehículos ligeros como pesados.

- Superficie de la carretera: el tipo de firme tiene influencia directa sobre la emisión de la vía. La UME objeto de estudio presenta una capa de asfalto bituminoso en toda su longitud.
- Tipo de flujo: de forma general se consideró que el flujo es continuo fluido, salvo en las glorietsas donde se definió como continuo en pulso.

Una vez definida la geometría y los parámetros característicos de cada subtramo de 10 m que compone la UME, se procedió a su importación en CadnaA como carretera en formato shape. Por último, para conseguir que la carretera se acople por completo al terreno, se realizó el ajuste del MDT al objeto bajo la plataforma de la vía.

6.2.3.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS

Tomando como base la capa shape de la Dirección General del Catastro, se realizó una revisión general del ámbito de trabajo, completándose aquellas zonas que presentaban carencia de edificaciones recientes. Esta revisión se hizo a partir de las fotografías aéreas del PNOA y mediante visitas a campo. Así, se elaboró una cobertura de polígonos revisada a través de:

- La digitalización de los edificios inexistentes en el Catastro.

- La eliminación de los elementos que ya no existen o que no se corresponden con edificios (invernaderos, piscinas,...).

6.2.3.1.- ALTURA

La altura de las edificaciones se definió a partir del número de plantas contempladas en los datos del Catastro, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La altura mínima de un edificio es de 4 m.
- En los edificios residenciales, sanitarios y educativos se consideró una altura de 4 m para las plantas bajas, y de 3 m para el resto.
- Aquellas edificaciones que comparten código catastral y están claramente unidas se agruparon como un único edificio, asignándole el número de plantas correspondiente al edificio más alto con código compartido.

Para aquellos edificios que no se encuentran contenidos en la base de datos de Catastro y que fueron digitalizados posteriormente, el número de plantas fue estimado a partir de la revisión de la fotografía aérea y de las visitas, corrigiendo y depurando errores de la información catastral de base (alturas inexistentes o excesivas).

6.2.3.2.- USO

Partiendo de los metadatos descargados de la Sede Electrónica del Catastro, los usos de los edificios se completaron a través de las siguientes fuentes de información:

- Fotografías aéreas del PNOA.
- Información de las visitas a campo realizadas.

Los usos identificados fueron:

- Residencial.
- Sanitario y docente.
- Industrial, terciario y otros.

A todos los edificios de la zona de estudio se asignó uno de los anteriores usos con el fin de identificar los edificios residenciales para el cálculo de la población, así como para determinar las áreas acústicas en la elaboración de los mapas de zonas de conflicto. Además, se identificaron los edificios de tipo docente y sanitario por ser receptores sensibles, a través de la información disponible en las siguientes fuentes:

- Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria de la Xunta de Galicia.
- Consellería de Sanidade de la Xunta de Galicia.

6.2.3.3.- POBLACIÓN ASIGNADA

Uno de los objetivos de los MER es la obtención del número de personas expuestas a los diferentes niveles de ruido, para lo que se realizó un tratamiento consistente en el reparto de la población entre los edificios residenciales existentes.

La información de partida se obtuvo del padrón municipal de habitantes del año 2013 del Instituto Galego de Estatística (IGE). Tomando como base la población de cada municipio, y una vez identificados los edificios residenciales de cada uno, se hizo un reparto proporcional de la población en función de la superficie residencial total construida. El número de habitantes en cada se calculó como el producto del coeficiente de habitabilidad anteriormente definido por la superficie de cada edificio residencial, resultando:

MUNICIPIO	POBLACIÓN	SUP. TOTAL RESIDENCIAL (m ²)	COEF. HABITABILIDAD (HAB/m ²)
Vilanova de Arousa	10.502	696.352	0,0151
Meis	5.007	285.197	0,0176
Barro	3.712	224.516	0,0165

Tabla 4. Datos de población en los municipios afectados

En el caso de los edificios sensibles se cuantificó el número de alumnos en los edificios de uso docente, y de camas en los de uso sanitario.

6.2.3.4.- EFECTO REFLECTANTE

Para tener en cuenta el efecto reflectante de las edificaciones se asignó un Coeficiente de Absorción Alfa de 0,4 en todos los casos.

6.2.3.5.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS EN CADNAA

Una vez depurada y corregida la capa de edificaciones, con todos los atributos definidos se importaron desde CadnaA como edificio en formato shape.

En última instancia se hizo una revisión general del modelo, subsanándose aquellos desajustes existentes entre la topografía y la base de los edificios ("enterramientos"), así como los solapes entre la plataforma de la vía y las edificaciones incorporadas.

6.2.4.- MODELADO DE TÚNELES

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad túneles en la presente UME.

6.2.5.- MODELADO DE VIADUCTOS

Aquellos tramos de la carretera que presentan viaductos, puentes, pontones o pasos inferiores de grandes dimensiones se modelizaron evitando la emisión acústica bajo el plano de la plataforma de la vía. Para ello, siguiendo las recomendaciones del software predictivo, estos tramos se configuraron como auto-apantallados con una anchura adicional de 1,5 m a izquierda y derecha.

Previamente al auto-apantallado del tramo de vía definió la geometría del viaducto, corroborándose el correcto apoyo de los estribos y corrigiéndose cuando fuese necesario, el curvado LIDAR bajo los estribos.

La identificación de los diferentes elementos (viaductos, puentes, pontones y pasos inferiores) se realizó en base a la revisión de la ortofoto, completándose con los datos tomados en las visitas a campo realizadas.

6.2.6.- MODELADO DE PASOS SUPERIORES

En el modelo se definen únicamente aquellos pasos superiores que presentan un ancho superior a 25 m, incorporándose como reflectores 3D.

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pasos superiores con anchura superior a 25 m en la presente UME.

6.2.7.- INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pantallas acústicas en la presente UME.

Los muros de contención identificados no fueron incluidos en la modelización efectuada, ya que se estima que su presencia no supone un apantallamiento mayor al producido por las tierras que contiene.

6.2.8.- INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO

Las características del suelo son un factor determinante en la propagación del ruido, por lo que en la modelización efectuada se definieron diferentes áreas de absorción.

De forma genérica se considera el terreno base como absorbente ($G=1$, sin embargo se definieron ciertas áreas de carácter urbano e industrial como reflectantes ($G=0$), realizándose la zonificación del territorio en base a los usos del suelo definidos por el Instituto de Estudios do Territorio. De esta forma, las áreas consideradas como reflectantes son las correspondientes a núcleos de población, tejido urbano continuo y zonas industriales, comerciales y de servicios.

La incorporación de estas zonas al modelo se realizó importándose como áreas de absorción del suelo en formato shape.

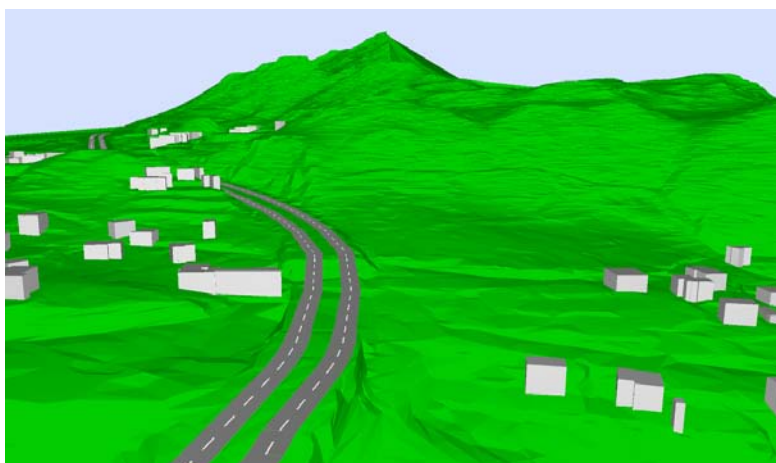


Figura 13. Vista 3D de la modelización efectuada

6.3.- CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D

Para la elaboración de los MER de cada UME, con anterioridad a la introducción de los diferentes elementos que componen el modelo, es preciso definir una configuración de cálculo en el software de acuerdo a la Directiva 2002/49/CE donde se identifiquen los parámetros necesarios para la correcta definición del escenario previsto.

- La norma empleada para el cálculo es la NMPB-Routes-96.
- El espaciado de los receptores en la malla de cálculo es de 10 x 10 m a una altura de 4 m sobre el suelo.
- El orden máximo de reflexiones consideradas es de 1.
- Se estableció un radio máximo de búsqueda de 2.000 m.
- El porcentaje de condiciones favorables día/noche se corresponde con un 50% en periodo diurno, un 75% en periodo vespertino y un 100% en periodo nocturno.
- Siguiendo las recomendaciones de la European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN), las condiciones atmosféricas consideradas son una temperatura de 15°C y una humedad del 70%.
- El cálculo de la atenuación sufrida por las ondas sonoras en el medio ambiente exterior se obtiene de acuerdo a los procedimientos de la ISO 9613.
- Los valores de inmisión considerados son L_{día}, L_{tarde}, L_{noche} y L_{den}, todos ellos en dBA, a una altura de evaluación de 4 m.
- La designación de horas para los periodos considerados es de 07:00 a 19:00 día, de 19:00 a 23:00 tarde y de 23:00 a 07:00 noche.
- Se aplicó una penalización de 0 dB para el periodo diurno, de 5 dB para el vespertino y de 10 dB para el nocturno.
- Para la evaluación de los niveles de ruido en fachada de edificios se consideró una altura de las plantas bajas de 4 m y de 3 m para el resto. Asimismo, se tuvo en cuenta únicamente el sonido incidente, es decir, no se consideró el sonido reflejado en la fachada donde se realiza la evaluación, aunque sí las reflexiones en el resto de edificios y obstáculos presentes en el área de estudio.

7.- PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN

Para determinar los indicadores y los niveles límites de referencia que permitan evaluar la afección al ruido, se recurrió a la legislación vigente en materia de objetivos de calidad acústica que viene fijada en 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, concretamente lo

recogido en el Capítulo III "Zonificación acústica. Objetivos de calidad acústica" y en el Capítulo IV "Emisores acústicos. Valores límite de emisión e inmisión".

El artículo 14 del citado Real Decreto dice textualmente:

1. En las áreas urbanizadas existentes se establece como objetivo de calidad acústica para ruido el que resulte de la aplicación de los siguientes criterios:

a) Si en el área acústica se supera el correspondiente valor de alguno de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla A, del anexo II, su objetivo de calidad acústica será alcanzar dicho valor.

ANEXO II

Objetivos de calidad acústica

Tabla A. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes.

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L_d	L_e	L_n
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.

Tabla 5. Objetivos de calidad acústica

En relación al tipo de área f se aplicará el Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica 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.

Como se puede observar en la tabla anterior, los objetivos se establecen para los índices de ruido, L_d , L_e y L_n , cuya definición según 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, es:

Ld es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año.

Le es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año.

Ln es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año.

En vista de lo expuesto, la evaluación de la exposición al ruido de la población pasará por determinar cada uno de los indicadores Ld, Le y Ln, y compararlos con los niveles límite establecidos en los objetivos de calidad acústica para cada tipo de área.

8.- RESULTADOS

Conforme a la normativa vigente, la elaboración de un mapa estratégico conlleva la obtención de una información gráfica y otra alfanumérica, representada mediante mapas y tablas de afección.

La escala básica de representación de los Mapas Estratégicos de Ruido contenidos en el presente documento es 1/25.000, siendo la base cartográfica la 1/5.000 de la Xunta de Galicia. El sistema de proyección es ETRS-89, zona 29 N.

En la elaboración de los MER de cada UME, el área de estudio vino delimitada por la longitud del tramo/s de carretera que define la propia UME y por una banda, con un ancho de 1.500 m a cada lado del eje de la calzada.

8.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS

Son mapas de líneas isófonas elaborados a partir de los niveles de ruido calculados en puntos receptores a lo largo de toda la zona de estudio.

Se elaboraron los planos de niveles sonoros representando los indicadores establecidos por la legislación básica estatal y las recomendaciones del Ministerio de Fomento, siendo los mapas generados los siguientes:

- Mapa de niveles sonoros de Ld en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.

- Mapa de niveles sonoros de Le en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de Ln en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70.
- Mapa de niveles sonoros de Lden en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.

Lden, Ld, Le

Rango	Descripción	R	G	B
> 75	Rosa fuerte	255	0	255
70-75	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
< 55	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	55-60
	60-65
	65-70
	70-75
	>75

Figura 14. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del Ld, Le y Lden

Ln

Rango	Descripción	R	G	B
>70	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
50-55	Verde	100	200	0
< 50	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	50-55
	55-60
	60-65
	65-70
	>70

Figura 15. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del Ln

8.2.- POBLACIÓN EXPUESTA

8.2.1.- METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA

La determinación de la situación acústica a partir de los mapas de niveles sonoros requiere el análisis de la afección del ruido sobre la población. En esta línea, la normativa establece que debe estimarse el número de personas expuestas a ciertos rangos de niveles de presión sonora, sin entrar en detalles técnicos de cómo proceder.

Existen diferentes métodos para determinar los niveles de exposición en fachada para cada uno de los edificios, conforme a la normativa y a las guías de trabajo internacionales en materia de contaminación acústica.

La Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, con el fin de determinar la exposición al ruido ambiental de los Estados Miembros, establece en su Anexo VI que

deberá comunicarse a la comisión europea, para el caso de las aglomeraciones sobre las que se realice el Mapa Estratégico de Ruidos (MER), la siguiente información:

- Número estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas 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 en la fachada más expuesta: (55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75), distinguiendo entre el tráfico rodado, el tráfico ferroviario, el tráfico aéreo y las fuentes industriales.
- El número total estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de L_n en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70), distinguiendo entre el tráfico rodado, ferroviario, aéreo y las fuentes industriales.

Este planteamiento, denominado END (European Noise Directive), es el que debe utilizarse para entregar los resultados a la comisión europea, siendo también habitual para la entrega al resto de administraciones. Sin embargo, este procedimiento, es el que proporciona peores resultados con respecto a la exposición real de la población, arrojando valores de población afectada a distintos rangos de niveles sonoros muy superiores a la realidad, por lo resulta necesario plantear otros métodos que, de forma adicional, arrojen resultados que no sobreestimen la población expuesta.

A continuación se presentan los siguientes procedimientos de estimación de la población afectada por ruido ambiental:

- Método END
- Método VBEB Alemán

8.2.1.1.- MÉTODO END

El método END (European Noise Directive) se presenta en la Directiva Europea 2002/49/CE como un método para satisfacer la obligación de proporcionar a la comisión europea los datos del número estimado de personas cuyas viviendas están expuestas a diferentes rangos de L_{den} y L_n , a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta, aquella que soporta mayor nivel de presión sonora.

Esta estimación, requiere del cálculo de receptores específicos en cada una de las fachadas de los edificios, a una altura relativa de 4 metros respecto al suelo y tomando

las consideraciones necesarias para excluir las reflexiones acústicas de la propia fachada como ruido incidente en el propio receptor.

Este planteamiento, supone que todos los habitantes de cada edificio están sometidos al mayor nivel de presión sonora registrado en la fachada más expuesta, lo que no se acerca a la situación real, en la que la población se distribuye a lo largo del edificio, en relación a la posición de las viviendas. Este procedimiento podría dar resultados próximos a la realidad en viviendas unifamiliares, pero en el caso de edificios de varias plantas se obtendría un resultado de población expuestas sobreestimado.

8.2.1.2.- MÉTODO VBEB

El método alemán VBEB (Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm) permite obtener los valores reales de afección a los que se encuentra expuesta la población. Su procedimiento contempla la distribución de receptores de niveles de presión sonora a lo largo de las fachadas, estableciendo estos a diferentes niveles de altura en función del número de plantas.

Cada uno de estos receptores determinará el nivel de presión sonora al que se encuentra expuesta cada vivienda, considerando el parámetro de altura, a diferencia del método END expuesto anteriormente, en el que la evaluación de la exposición se realizaba a 4 m del suelo.

Esta metodología permite afinar los resultados al distribuir la población de cada edificio a lo largo del perímetro en planta y de las alturas. Como se puede intuir, los niveles de presión sonora evaluados a diferentes alturas proporcionarán resultados distintos, en función de la mayor o menor distancia a la fuente y las posibles reflexiones de los edificios del entorno, encontrándose, de esta forma, los habitantes de viviendas a diferentes alturas, en una misma planta, expuestas a distintos grados de afección.

8.2.2.- TABLAS DE RESULTADOS

8.2.2.1.- POBLACIÓN AFECTADA

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)						
RANGO (dBA)	Ld		Le		Lden	
	END	VBEB	END	VBEB	END	VBEB
55 – 59	2	3	2	3	3	3
60 – 64	2	2	2	2	2	3
65 – 69	3	2	3	2	2	2
70 – 74	2	0	2	0	3	1
≥ 75	0	0	0	0	0	0

Tabla 6. Valores de población afectada (en centenar) para los periodos Ld, Le y Lden en función del método considerado

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)		
RANGO (dBA)	Ln	
	END	VBEB
50 – 54	2	3
55 – 59	3	2
60 – 64	3	1
65 – 69	1	0
≥ 70	0	0

Tabla 7. Valores de población afectada (en centenar) para el periodo Ln en función del método considerado

A la vista de los resultados contenidos en las tablas adjuntas, se puede observar como para valores bajos de ruido los métodos END y VBEB arrojan datos de población expuesta similares. Sin embargo, con rangos de emisión sonora por encima de 70 dB para los periodos Ld, Le y Lden, y de 60 dB para el Ln se observan diferencias en los datos relativos a población expuesta según el método empleado. Estas diferencias radican en las consideraciones de cada método para determinar la población expuesta. Como ya se enunció con anterioridad en el presente documento resumen, el método END asume que todos los habitantes de cada edificio están sometidos al mayor nivel de presión sonora registrado a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta. En consecuencia, dado que el inicio del tramo objeto de estudio discurre por un área urbanizada con presencia de edificios residenciales de varias alturas adyacentes a la vía, parece que estos resultados no se aproximan a la

realidad, al suponer que todos los habitantes de estos edificios se encuentran afectados por el valor de la fachada más expuesta.

En contraposición, el método VBEB, al distribuir la población de cada edificio a lo largo del perímetro en planta y de las alturas permite obtener un resultado más ajustado a la realidad, ya que no toma el conjunto del edificio como afectado por la isófona más desfavorable, sino que estima la afección de la población según el valor obtenido en cada receptor de fachada calculado.

8.2.2.2.- VIVIENDAS AFECTADAS

Nº VIVIENDAS AFECTADAS (EN CENTENAS)					
RANGO (dBA)	Ld	Le	Lden	RANGO (dBA)	Ln
55 – 59	1	1	1	50 – 54	1
60 – 64	1	1	1	55 – 59	1
65 – 69	1	1	1	60 – 64	1
70 – 74	1	1	1	65 – 69	0
≥ 75	0	0	0	≥ 70	0

Tabla 8. Número de viviendas expuestas (en centenar) a distintos rangos de nivel sonoro para los periodos Ld, Le, Ln y Lden

Los resultados arrojados por las tablas de población y viviendas expuestas son debidos a las características propias de la vía, encuadrada en una zona con una densidad poblacional media-baja, con presencia de bloques residenciales de pequeño tamaño próximos a la traza y viviendas unifamiliares dispersas a medida que nos alejamos de la carretera. Así, las viviendas más expuestas serán las más próximas a la vía, que al tratarse de bloques residenciales de pequeño tamaño contendrán más población afectada que las edificaciones residenciales periféricas, afectadas por rangos menores debido a la distancia del foco emisor y al apantallamiento producido por los edificios más cercanos a la carretera.

8.2.2.3.- EDIFICIOS SENSIBLES

AFECCIÓN A EDIFICIOS SENSIBLES				
SANITARIOS			DOCENTES	
RANGO (dBA)	Lden		Lden	
	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº CAMAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº ALUMNOS (CENTENAS)
55 – 59	1	0	1	0
60 – 64	0	0	0	0
65 – 69	0	0	0	0
70 – 74	0	0	0	0
≥ 75	0	0	0	0

Tabla 9. Número de edificios sensibles (en unidades) y camas/alumnos (en centenas) expuestas a distintos rangos para el periodo Lden.

A raíz de la modelización efectuada se puede concluir que únicamente dos edificios sensibles se ven afectados por el ruido generado por la carretera objeto de estudio. Se trata del Consultorio Paradela, que carece de camas para hospitalización de pacientes, y el CEEPR Bata - Os Mecos, que según fuentes del propio centro tiene 18 alumnos.

8.3.- MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN

Se obtuvo a partir del mapa de niveles sonoros del indicador Lden.

Incluye los datos de superficies totales (en km²), expuestas a valores de Lden superiores a 55, 65, y 75 dB, respectivamente. En ellos se indica además el número total estimado de viviendas (en centenares), y el número total estimado de personas (en centenares) que viven en cada una de esas zonas.

Las isófonas correspondientes a 55, 65 y 75 dB figuran en el mapa y se incluye información sobre la ubicación de las ciudades, pueblos y aglomeraciones situadas dentro de esas curvas.

EXPOSICIONES A DIFERENTES VALORES Lden					
RANGO (dBA)	SUPERFICIE	POBLACIÓN		EDIFICIOS SENSIBLES	
	(km ²)	Nº VIVIENDAS (CENTENAS)	Nº PERSONAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS SANITARIOS (UD)	Nº EDIFICIOS DOCENTES (UD)
≥ 55	2,01	2	5	1	1
≥ 65	0,51	2	6	0	0
≥ 75	0,11	0	0	0	0

Tabla 10. Datos relativos a zonas de afección para el periodo Lden

Los mapas de afección de la presente UME muestran como el tramo inicial de la vía, al discurrir por un entorno poblacional urbanizado, sufre el apantallamiento de las edificaciones, siendo la superficie afectada de reducidas dimensiones. Sin embargo, la topografía y la ausencia de edificaciones circundantes a la vía una vez superado el entorno urbanizado, hacen que la superficie expuesta sea mayor, especialmente en rangos entre 55 y 65 dB.

Para obtener una mayor precisión en los resultados presentados, los valores referentes a población de la presente tabla se obtuvieron considerando el número de viviendas y personas afectadas en unidades, por lo que algunos valores difieren del resultado obtenido realizando el sumatorio de personas y viviendas expuestas del epígrafe 8.2.2.1., ya que en estas tablas se presentan en centenas.

9.- CONCLUSIÓN

Con la realización del presente estudio se elaboraron los Mapas Estratégicos de Ruido del tramo Curro (AG-41) - Baión (N-640) de la vía PO-531 (perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia), de acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE de 25 de junio de 2002 sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental y en la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, considerando alcanzados los objetivos planteados inicialmente así como los establecidos en la legislación vigente.

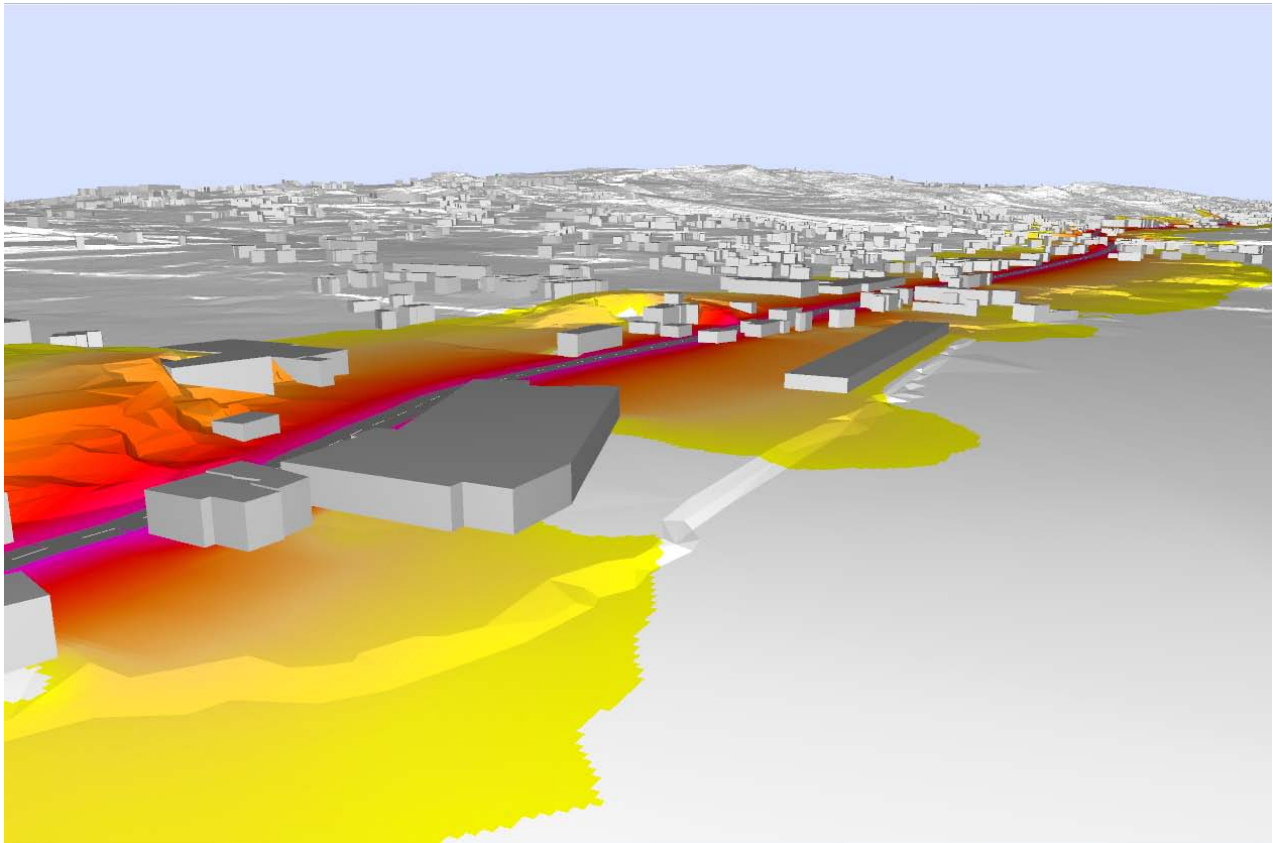
La elaboración de este estudio constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias que se deban realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones.

II PLANOS



XUNTA DE GALICIA

CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



CLAVE

PO/13/043.09.13

TIPO DE ESTUDIO

MAPA EXTRATÉXICO DE RUÍDO

DOCUMENTOS

DOCUMENTO RESUME

ESTRADA

PO-548
PONTECESURES (N-550) - VILAGARCÍA DE
AROUSA (GLORIETA PORTO)

PUNTOS QUILOMÉTRICOS

7+820 – 19+110

DATA

XULLO 2014

CONSULTOR



I MEMORIA

I MEMORIA

1.-	INTRODUCCIÓN	4
2.-	OBJETO DEL ESTUDIO.....	4
3.-	AUTORIDAD RESPONSABLE	5
4.-	PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES.....	5
5.-	ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME.....	6
6.-	METODOLOGÍA	10
6.1.-	MODELO DE SIMULACIÓN.....	11
6.2.-	CREACIÓN DEL MODELO 3D.....	12
6.2.1.-	INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA	12
6.2.2.-	INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO.....	13
6.2.3.-	INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS	16
6.2.4.-	MODELADO DE TÚNELES	18
6.2.5.-	MODELADO DE VIADUCTOS.....	18
6.2.6.-	MODELADO DE PASOS SUPERIORES.....	18
6.2.7.-	INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS	18
6.2.8.-	INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO	19
6.3.-	CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D	19
7.-	PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN	20
8.-	RESULTADOS.....	22
8.1.-	MAPAS DE NIVELES SONOROS.....	22
8.2.-	POBLACIÓN EXPUESTA.....	23
8.2.1.-	METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA	23
8.2.2.-	TABLAS DE RESULTADOS	26

8.3.-	MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN.....	28
9.-	CONCLUSIÓN	29

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	ÁMBITO DE ESTUDIO.....	6
FIGURA 2.	PO-548. ZONA INICIAL.....	7
FIGURA 3.	PO-548. PASO POR CATOIRA	7
FIGURA 4.	PO-548. PASO POR CAMPANARIO	8
FIGURA 5.	PO-548. PASO POR CARRIL	8
FIGURA 6.	PO-548. TRAMO FINAL VILAGARCÍA.....	9
FIGURA 7.	PLANO DE UBICACIÓN DE LA UME OBJETO DE ESTUDIO	10
FIGURA 8.	DETALLE DE LA VISTA DINÁMICA DEL MODELO TRIDIMENSIONAL GENERADO	11
FIGURA 9.	DETALLE DE LOS PUNTOS LIDAR FACILITADOS.....	13
FIGURA 10.	DETALLE DEL MDT GENERADO	13
FIGURA 11.	CURVADO FINALMENTE OBTENIDO A PARTIR DE LOS PUNTOS LIDAR	13
FIGURA 12.	VISTA 3D DE LA MODELIZACIÓN EFECTUADA	19
FIGURA 13.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LD, LE Y LDEN.....	23
FIGURA 14.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LN....	23

LISTA DE TABLAS

TABLA 1.	TRAMOS DE LA VÍA OBJETO DE ESTUDIO	5
TABLA 2.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA UME ESTUDIADA	10
TABLA 3.	DATOS DE TRÁFICO.....	15
TABLA 4.	DATOS DE POBLACIÓN EN LOS MUNICIPIOS AFECTADOS	17
TABLA 5.	OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA	21

TABLA 6. VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA LOS PERIODOS LD, LE Y LDEN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO 26

TABLA 7. VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA EL PERIODO LN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO 26

TABLA 8. NÚMERO DE VIVIENDAS EXPUESTAS (EN CENTENAS) A DISTINTOS RANGOS DE NIVEL SONORO PARA LOS PERIODOS LD, LE, LN Y LDEN 27

TABLA 9. NÚMERO DE EDIFICIOS SENSIBLES (EN UNIDADES) Y CAMAS/ALUMNOS (EN CENTENAS) EXPUESTAS A DISTINTOS RANGOS PARA EL PERIODO LDEN 28

TABLA 10. DATOS RELATIVOS A ZONAS DE AFECCIÓN PARA EL PERIODO LDEN 29

II PLANOS

0.- PLANO DE SITUACIÓN

1.- MAPAS NIVELES SONOROS

1.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS DÍA (1:25.000)

1.2.- MAPAS DE NIVELES SONOROS TARDE (1:25.000)

1.3.- MAPAS DE NIVELES SONOROS NOCHE (1:25.000)

1.4.- MAPAS DE NIVELES SONOROS Lden (1:25.000)

2.- MAPAS DE AFECCIÓN

2.1.- MAPA DE ZONA DE AFECCIÓN (1:25.000)

1.- INTRODUCCIÓN

La aprobación de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental establece la necesidad de elaborar, en una primera fase, los Mapas Estratégicos de Ruido (MER) de grandes ejes viarios cuyo tráfico supere los seis millones de vehículos al año, para en una segunda fase realizar los mapas correspondientes a los grandes ejes viarios con tráfico superior a tres millones de vehículos al año.

La Directiva 2002/49/CE define el Mapa Estratégico de Ruido como "un 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."

Para la aplicación de la citada directiva en el territorio español se elaboró la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, que no se limita a transponer el contenido de la directiva, sino que trata de regular, a través de una adecuada distribución de competencias administrativas y del establecimiento de los mecanismos oportunos, la mejora de la calidad acústica en nuestro entorno.

Con el objeto de desarrollar esta ley se formuló el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, en cuanto a la evaluación y gestión del ruido ambiental, con la finalidad de prevenir, reducir o evitar los efectos nocivos, incluyendo las molestias derivadas de la exposición al ruido ambiental. A tal efecto se desarrollan los conceptos de ruido ambiental y sus efectos y molestias sobre la población, junto con una serie de medidas que permiten la consecución de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido, los planes de acción y la información a la población.

A fin de dar cumplimiento a la legislación vigente, la Consellería de Medio Ambiente Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, promueve la segunda fase de elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido de las vías pertenecientes a la Red Autonómica de Carreteras de Galicia.

2.- OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto del presente documento resumen es el de plasmar, de forma sintética y fácilmente comprensible, los resultados arrojados por los Mapas Estratégicos de Ruido

de los siguientes tramos de la vía PO-548, perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia:

DENOMINACIÓN	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONGITUD (km)
Pontecesures (N-550) - Vilagarcía de Arousa (Glorieta Porto)	Catoira (Glor.) – Carril (PO-192)	7+820	16+110	8,29
	Carril (PO-192) – Vilagarcía (glorieta porto)	16+110	19+110	3,00

Tabla 1. Tramos de la vía objeto de estudio

Según se recoge en el Artículo 15 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, los mapas de ruido tendrán, entre otros, los siguientes objetivos:

- Permitir la evaluación global de la exposición a la contaminación acústica de una determinada zona.
- Permitir la realización de predicciones globales para dicha zona.
- Posibilitar la adopción fundada de planes de acción en materia de contaminación acústica y, en general, de las medidas correctoras adecuadas.

Asimismo, la elaboración de los MER constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias a realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones

3.- AUTORIDAD RESPONSABLE

La autoridad responsable de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruidos fue la Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, contando con la asistencia de la empresa ICEACSA Consultores S.L.U.

4.- PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES

De acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, y en la Ley del Ruido y sus posteriores Reglamentos, tuvieron que realizarse, en una primera fase los Mapas Estratégicos de Ruido de las carreteras de

más de 6 millones de vehículos al año; y en una segunda fase los de las carreteras de más de 3 millones de vehículos al año.

Por lo tanto, en la actualidad no se encuentra vigente ningún Programa de Acción contra el ruido derivado de la primera fase en la Unidad de Mapa Estratégico Pontecesures (N-550) - Vilagarcía de Arousa (Glorieta Porto) entre los PP.KK. 7+820 al 19+110.

Así, en cumplimiento de la legislación, se elabora en la segunda fase esta UME. El estudio constituye la primera aproximación a la problemática del ruido generado por la infraestructura viaria.

5.- ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME

La vía PO-548 parte del núcleo de Pontecesures, en la glorieta de intersección con la N-550, y discurre hacia el SO hasta Catoira, desde donde recorre la margen izquierda de la ría de Arousa, hasta la glorieta de la Avenida de La Marina en Vilagarcía.

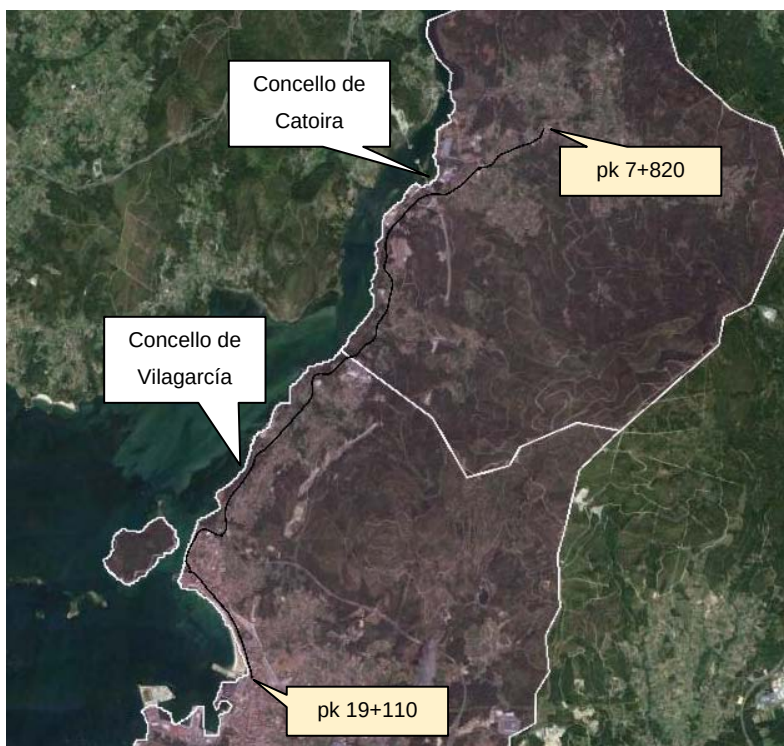


Figura 1. Ámbito de estudio

Desde la glorieta en el pk 7+820, el trazado pasa por el núcleo de A Corredoira y Portocelo, y discurre hacia el SO hasta pasar por Catoira. En este primer tramo la carretera atraviesa una zona con edificaciones de tipo unifamiliar con baja densidad entre campos abiertos y masas forestales. Este primer tramo no cuenta con aceras, y se localiza alguna edificación de tipo comercial o almacén:



Figura 2. PO-548. zona inicial

Desde la segunda, hasta la tercera glorieta, el trazado atraviesa Catoira, con un carácter algo más urbano que el anterior. En este tramo aumenta la densidad de edificaciones, en el que se combinan edificaciones de tipo unifamiliar con viviendas de varias plantas, que aumenta hacia el centro del núcleo. Existen aceras a ambos lados.



Figura 3. PO-548. Paso por Catoira

Desde Catoira, el trazado gira hacia el S paralelo a la costa hasta Carril. Este tramo atraviesa núcleos como Cores, Campanario, Vilar y Os Ánxeles, y se caracteriza por la combinación de zonas forestales con campos abiertos y núcleos de población con cierta dispersión de viviendas de tipo unifamiliar. A la salida del núcleo de Catoira, nada más entrar en los límites del Concello de Vilagarcía se sitúa el polígono industrial de Bamio, donde destaca la factoría Carsa de grandes dimensiones.



Figura 4. PO-548. Paso por Campanario

A partir de Os Ánxeles el trazado entra en el núcleo de Carril, en el que el paisaje se transforma en un entramado urbano, en el que aumenta la densidad de edificaciones a medida que se acerca hacia el puerto. En este tramo las edificaciones son de 2 ó 3 plantas, algunas de ellas con bajo comercial, solamente en la margen derecha, manteniéndose libre el más cercano a la costa, con aceras en ambos lados.



Figura 5. PO-548. Paso por Carril

Desde Carril, y continuando hacia Vilagarcía hasta el final del tramo, en todo el trazado paralelo a la playa de Compostela, se suceden los bloques de edificios de hasta 7 plantas, con zonas ajardinadas, viviendas de tipo unifamiliar y edificios de 2 ó 3 plantas, fruto de la transformación que esta zona sufrió en los últimos años.



Figura 6. PO-548. tramo final Vilagarcía

La identificación de las Unidad de Mapa Estratégico (UME) se realizó conforme a los siguientes criterios generales:

- Una UME solamente puede incluir tramos pertenecientes a una misma vía.
- Todos los tramos que conforman la UME deben tener una IMD igual o superior a 3.000.000 veh/año, como establece la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental.

Teniendo en cuenta dichos criterios, los tramos recogidos en la tabla siguiente comprenden una única Unidad de Mapa Estratégico (UME), contemplándose como fuente de ruido independiente, analizándose su efecto por separado y obteniéndose un Mapa Estratégico de Ruido en el que únicamente se considera la propagación del ruido causado por el tronco de la infraestructura. Dichos mapas se corresponden al alcance de la segunda fase de la Directiva 2002/49/CE y su correspondiente transposición a la legislación estatal.

UME	VÍA	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONG (km)	IMD (VEH/DÍA)	% PESADOS	MUNICIPOS AFECTADOS
01	PO-548	Catoira (Glor.) - Carril (PO-192)	7+820	16+110	8,29	8.824	5,3	Catoira, Vilagarcía
		Carril (PO-192) - Vilagarcía (glorieta porto)	16+110	19+110	3,00	8.824	5,3	Vilagarcía

Tabla 2. Características generales de la UME estudiada

En la siguiente figura se observa la ubicación de la UME objeto de estudio.



Figura 7. Plano de ubicación de la UME objeto de estudio

6.- METODOLOGÍA

Para la realización de la simulación acústica fue necesaria la implementación de un modelo tridimensional del área de estudio, incluyendo carreteras, edificaciones y elementos singulares, tal y como se aprecia en la imagen adjunta.



Figura 8. Detalle de la vista dinámica del modelo tridimensional generado

El software predictivo para la realización del modelo tridimensional del área de estudio, y para el posterior desarrollo de los cálculos matemáticos de propagación de ruido en ambiente exterior y ejecución de los Mapas Estratégicos de Ruido, fue CadnaA Versión 4.4 (DataKustik GmbH). Con este software, y con un modelado del entorno preciso, se pueden determinar los niveles de ruido causados por el tráfico rodado. Tanto el procesado previo de la información de base como el análisis de los datos obtenidos se realizó mediante GIS.

6.1.- MODELO DE SIMULACIÓN

Siguiendo las disposiciones del Real Decreto 1513/2005, los índices de ruido del tráfico rodado fueron determinados por medio del método nacional de cálculo francés «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTULCPC-CSTB)», mencionado en el «Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal officiel du 10 mai 1995, article 6» y en la norma francesa «XPS 31-133». Este modelo es el propuesto de manera provisional por la Unión Europea para la realización de mapas de ruido en aquellos países que carezcan del suyo propio, según se describe en la recomendación 2003/613/EC de la Comisión Europea.

La elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido engloba la generación del modelo digital, la definición de los parámetros de entrada, el cálculo de los mapas y la evaluación de los resultados obtenidos.

El modelo 3D estará constituido por la topografía y las edificaciones del ámbito de estudio, el tramo/s de carretera que conforman la UME, y los elementos singulares concretos de cada caso (viaductos, pasos superiores, muros, pantallas acústicas,...).

- Carreteras: datos de tráfico (IMD y porcentaje de pesados), características del firme, tipo de flujo y límites de velocidad.
- Edificios: tipo de uso, altura, número de plantas, número de habitantes (en caso de ser residencial) y coeficiente de absorción alfa.
- Viaductos: longitud de apantallamiento.
- Muros y pantallas: pérdidas por reflexión.
- Terreno: coeficientes de absorción.
- Túneles: radiación procedente de las entradas y salidas.

Definido el modelo e introducidos los parámetros y configuración, se lleva a cabo la simulación acústica, obteniéndose de este modo los Mapas Estratégicos de Ruido.

6.2.- CREACIÓN DEL MODELO 3D

En el presente apartado se describen los procesos necesarios para la definición del escenario de modelización en el software de cálculo a partir de la información base.

La definición de cada uno de los atributos que caracterizan los elementos del modelo se realizó en GIS previa incorporación al software de cálculo. El objeto de este tratamiento previo es el de sistematizar el proceso de creación del modelo, evitando errores u omisiones en la definición del escenario.

6.2.1.- INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA

Para llevar a cabo el modelado digital del terreno (MDT) se empleó como fuente de información el vuelo LIDAR suministrado por la Axencia Galega de Infraestruturas, del que se extrajo la nube de puntos que conforman el terreno. Posteriormente, mediante un proceso de triangulación se obtuvieron las curvas de nivel cada metro.



Figura 9. Detalle de los puntos LIDAR facilitados



Figura 10. Detalle del MDT generado

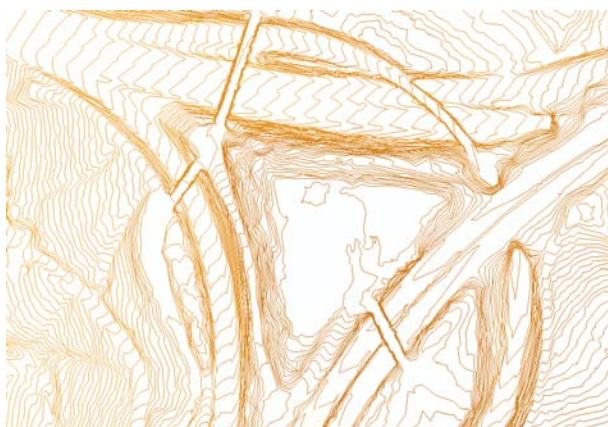


Figura 11. Curvado finalmente obtenido a partir de los puntos LIDAR

6.2.2.- INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO

Mediante el empleo de herramientas GIS, el eje de la carretera se definió a partir del conjunto de datos geométricos facilitados por la Axencia Galega de Infraestruturas, disponiendo de puntos cada 10 m, con la siguiente información:

- Coordenadas X, Y, Z.
- Número de carriles.
- Anchos de plataforma, calzada y arcenes.
- Peraltes y pendientes.

Las características geométricas que definen el eje cada 10 m se extendieron para cada punto 5 m antes y 5 m después. Una vez definido el eje se procedió a la corrección y depuración de la información, comparando los ejes con la ortofoto actualizada y con los datos tomados en las preceptivas visitas a campo realizadas.

Establecida la geometría definitiva de la vía, se definieron en GIS los atributos que caracterizan la emisión acústica, con anterioridad a su importación desde CadnaA. A continuación se describe cada uno de los atributos considerados, los datos de partida disponibles, así como el tratamiento realizado previa incorporación al modelo:

- Geometría: la PO-548, cuenta en todo el tramo de estudio con una única calzada con dos carriles, excepto en las zonas donde existen carriles de incorporaciones que cuenta con 3. El ancho medio del carril es de 3,6 m. El arcén derecho cuenta con un ancho medio de 1,6 m variable entre los 0 y 5,7 m, mientras que el izquierdo tiene un ancho medio de 1,4, variable entre los 0 a los 4,8 m. En las zonas urbanas de Carril y Vilagarcía cuenta con aceras a ambos lados de la calzada.

- Datos de tráfico: los datos de tráfico utilizados para el cálculo de los niveles sonoros fueron los correspondientes a las Memorias de Aforos del año 2012, proporcionadas por la Axencia Galega de Infraestruturas.

Tomando como base la distribución horaria en un día medio, se llevó a cabo el cálculo de la IMD por hora para cada uno de los periodos considerados (día, tarde y noche). Puesto que para el tramo Catoira (Glor.) - Carril (PO-192) no se disponía de distribución horaria, al valor de la IMD diaria del año 2012 se le aplicó la distribución porcentual del otro tramo que conforma la UME, obteniéndose de esta forma la IMD por hora.

Respecto a la distribución de pesados, se aplicó para todos los tramos y todos los periodos considerados el valor diario del tramo Carril (PO-192) - Vilagarcía (glorieta porto), recogido en la Memoria de Aforos.

Para el caso específico de las glorietas el tráfico se cuantificó como la suma de las IMD de las entradas dividida por el número de salidas.

UME	VÍA	TRAMO	IMD				% PESADOS
			(VEH/DÍA)	DÍA (VEH/H)	TARDE (VEH/H)	NOCHE (VEH/H)	
01	PO-548	Catoira (Glor.) - Carril (PO-192)	8.824	488,7	540,0	100,0	5,3
		Carril (PO-192) - Vilagarcía (glorieta porto)	8.824	488,7	540,0	100,0	5,3

Tabla 3. Datos de tráfico

- Límite de velocidad: partiendo de la velocidad límite permitida por la normativa para la vía objeto de estudio (90 km/h), se determinaron los tramos con restricciones de velocidad a partir de los datos de señalización vertical aportados por la Axencia Galega de Infraestruturas, realizándose una revisión de los mismos en las visitas a campo realizadas. En aquellos lugares en los que se detectó señalización insuficiente o contradictoria (ausencia de señales de fin de limitación de velocidad, tramos interurbanos sin especificación de la velocidad máxima permitida,...) se optó por definir tramos los más homogéneos posibles, tomando siempre el valor de velocidad más desfavorable (la mayor de los posibles).

Para cada una de los subtramos se establecieron límites de velocidad diferenciados en función del tipo de vehículo que circule (ligero o pesado), ya que según el límite establecido dicha velocidad puede no ser coincidente.

Así, se definieron varios tramos con una velocidad de ligeros de 90 km/h y una velocidad de pesados de 70 km/h, intercalados con los tramos de travesía donde la limitación es de 50 km/h para ambos tipos de vehículos.

Para el caso específico de las glorietas se definió una velocidad de 40 km/h, tanto para vehículos ligeros como pesados.

- Superficie de la carretera: el tipo de firme tiene influencia directa sobre la emisión de la vía. La UME objeto de estudio presenta una capa de asfalto bituminoso en toda su longitud.
- Tipo de flujo: de forma general se consideró el flujo como continuo fluido, salvo en las glorietas donde se definió como continuo en pulso.

Una vez definida la geometría y los parámetros característicos de cada subtramo de 10 m que compone la UME, se procedió a su importación en CadnaA como carretera en formato shape. Por último, para conseguir que la carretera se acople por completo al terreno, se realizó el ajuste del MDT al objeto bajo la plataforma de la vía.

6.2.3.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS

Tomando como base la capa shape de la Dirección General del Catastro, se realizó una revisión general del ámbito de trabajo, completándose aquellas zonas que presentaban carencia de edificaciones recientes. Esta revisión se hizo a partir de las fotografías aéreas del PNOA y mediante visitas a campo. Así, se elaboró una cobertura de polígonos revisada a través de:

- La digitalización de los edificios inexistentes en el Catastro.
- La eliminación de los elementos que ya no existen o que no se corresponden con edificios (invernaderos, piscinas,...).

6.2.3.1.- ALTURA

La altura de las edificaciones se definió a partir del número de plantas contempladas en los datos del Catastro, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La altura mínima de un edificio es de 4 m.
- En los edificios residenciales, sanitarios y educativos se consideró una altura de 4 m para las plantas bajas, y de 3 m para el resto.
- Aquellas edificaciones que comparten código catastral y están claramente unidas se agruparon como un único edificio, asignándole el número de plantas correspondiente al edificio más alto con código compartido.

Para aquellos edificios que no se encuentran contenidos en la base de datos de Catastro y que fueron digitalizados posteriormente, el número de plantas fue estimado a partir de la revisión de la fotografía aérea y de las visitas, corrigiendo y depurando errores de la información catastral de base (alturas inexistentes o excesivas).

6.2.3.2.- USO

Partiendo de los metadatos descargados de la Sede Electrónica del Catastro, los usos de los edificios se completaron a través de las siguientes fuentes de información:

- Fotografías aéreas del PNOA.
- Información de las visitas a campo realizadas.

Los usos identificados fueron:

- Residencial.
- Sanitario y docente.
- Industrial, terciario y otros.

A todos los edificios de la zona de estudio se asignó uno de los anteriores usos con el fin de identificar los edificios residenciales para el cálculo de la población, así como para determinar las áreas acústicas en la elaboración de los mapas de zonas de conflicto. Además, se identificaron los edificios de tipo docente y sanitario por ser receptores sensibles, a través de la información disponible en las siguientes fuentes:

- Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria de la Xunta de Galicia.
- Consellería de Sanidade de la Xunta de Galicia.

6.2.3.3.- POBLACIÓN ASIGNADA

Uno de los objetivos de los MER es la obtención del número de personas expuestas a los diferentes niveles de ruido, para lo que se realizó un tratamiento consistente en el reparto de la población entre los edificios residenciales existentes.

La información de partida se obtuvo del padrón municipal de habitantes del año 2013 del Instituto Galego de Estatística (IGE). Tomando como base la población de cada municipio, y una vez identificados los edificios residenciales de cada uno, se hizo un reparto proporcional de la población en función de la superficie residencial total construida. El número de habitantes en cada se calculó como el producto del coeficiente de habitabilidad anteriormente definido por la superficie de cada edificio residencial, resultando:

MUNICIPIO	POBLACIÓN	SUP. TOTAL RESIDENCIAL (m ²)	COEF. HABITABILIDAD (HAB/m ²)
Catoira	3.421	238.951	0,0143
Vilagarcía de Arousa	37.741	1.739.385	0,0217

Tabla 4. Datos de población en los municipios afectados

En el caso de los edificios sensibles se cuantificó el número de alumnos en los edificios de uso docente, y de camas en los de uso sanitario.

6.2.3.4.- EFECTO REFLECTANTE

Para tener en cuenta el efecto reflectante de las edificaciones se asignó un Coeficiente de Absorción Alfa de 0,4 en todos los casos.

6.2.3.5.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS EN CADNAA

Una vez depurada y corregida la capa de edificaciones, con todos los atributos definidos se importaron desde CadnaA como edificio en formato shape.

En última instancia se hizo una revisión general del modelo, subsanándose aquellos desajustes existentes entre la topografía y la base de los edificios ("enterramientos"), así como los solapes entre la plataforma de la vía y las edificaciones incorporadas.

6.2.4.- MODELADO DE TÚNELES

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad túneles en la presente UME.

6.2.5.- MODELADO DE VIADUCTOS

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad viaductos en la presente UME.

6.2.6.- MODELADO DE PASOS SUPERIORES

En el modelo se definen únicamente aquellos pasos superiores que presentan un ancho superior a 25 m, incorporándose como reflectores 3D.

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pasos superiores con anchura superior a 25 m en la presente UME.

6.2.7.- INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pantallas acústicas en la presente UME.

Los muros de contención identificados no fueron incluidos en la modelización efectuada, ya que se estima que su presencia no supone un apantallamiento mayor al producido por las tierras que contiene.

6.2.8.- INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO

Las características del suelo son un factor determinante en la propagación del ruido, por lo que en la modelización efectuada se definieron diferentes áreas de absorción.

De forma genérica se considera el terreno base como absorbente ($G=1$, sin embargo se definieron ciertas áreas de carácter urbano e industrial como reflectantes ($G=0$), realizándose la zonificación del territorio en base a los usos del suelo definidos por el Instituto de Estudios do Territorio. De esta forma, las áreas consideradas como reflectantes son las correspondientes a núcleos de población, tejido urbano continuo y zonas industriales, comerciales y de servicios.

La incorporación de estas zonas al modelo se realizó importándose como áreas de absorción del suelo en formato shape.

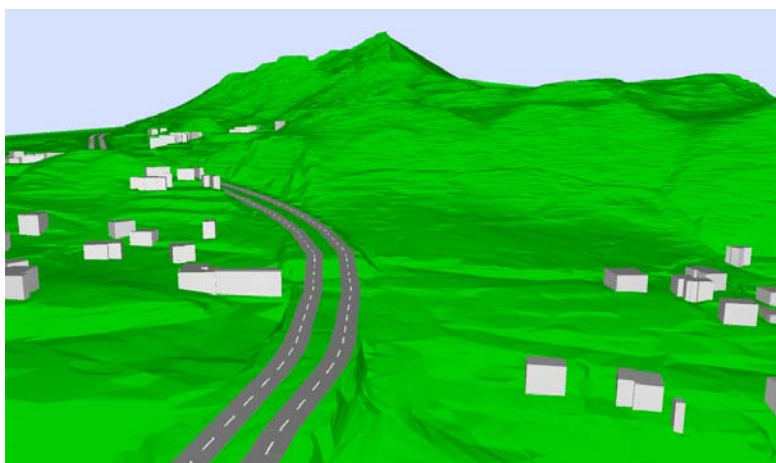


Figura 12. Vista 3D de la modelización efectuada

6.3.- CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D

Para la elaboración de los MER de cada UME, con anterioridad a la introducción de los diferentes elementos que componen el modelo, es preciso definir una configuración de cálculo en el software de acuerdo a la Directiva 2002/49/CE donde se identifiquen los parámetros necesarios para la correcta definición del escenario previsto.

- La norma empleada para el cálculo es la NMPB-Routes-96.
- El espaciado de los receptores en la malla de cálculo es de 10 x 10 m a una altura de 4 m sobre el suelo.
- El orden máximo de reflexiones consideradas es de 1.
- Se estableció un radio máximo de búsqueda de 2.000 m.
- El porcentaje de condiciones favorables día/noche se corresponde con un 50% en periodo diurno, un 75% en periodo vespertino y un 100% en periodo nocturno.
- Siguiendo las recomendaciones de la European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN), las condiciones atmosféricas consideradas son una temperatura de 15°C y una humedad del 70%.
- El cálculo de la atenuación sufrida por las ondas sonoras en el medio ambiente exterior se obtiene de acuerdo a los procedimientos de la ISO 9613.
- Los valores de inmisión considerados son L_{día}, L_{tarde}, L_{noche} y L_{den}, todos ellos en dBA, a una altura de evaluación de 4 m.
- La designación de horas para los periodos considerados es de 07:00 a 19:00 día, de 19:00 a 23:00 tarde y de 23:00 a 07:00 noche.
- Se aplicó una penalización de 0 dB para el periodo diurno, de 5 dB para el vespertino y de 10 dB para el nocturno.
- Para la evaluación de los niveles de ruido en fachada de edificios se consideró una altura de las plantas bajas de 4 m y de 3 m para el resto. Asimismo, se tuvo en cuenta únicamente el sonido incidente, es decir, no se consideró el sonido reflejado en la fachada donde se realiza la evaluación, aunque sí las reflexiones en el resto de edificios y obstáculos presentes en el área de estudio.

7.- PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN

Para determinar los indicadores y los niveles límites de referencia que permitan evaluar la afección al ruido, se recurrió a la legislación vigente en materia de objetivos de calidad acústica que viene fijada en 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, concretamente lo

recogido en el Capítulo III "Zonificación acústica. Objetivos de calidad acústica" y en el Capítulo IV "Emisores acústicos. Valores límite de emisión e inmisión".

El artículo 14 del citado Real Decreto dice textualmente:

1. En las áreas urbanizadas existentes se establece como objetivo de calidad acústica para ruido el que resulte de la aplicación de los siguientes criterios:

a) Si en el área acústica se supera el correspondiente valor de alguno de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla A, del anexo II, su objetivo de calidad acústica será alcanzar dicho valor.

A N E X O II
Objetivos de calidad acústica

Tabla A. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes.

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L_d	L_e	L_n
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.

Tabla 5. Objetivos de calidad acústica

En relación al tipo de área f se aplicará el Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica 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.

Como se puede observar en la tabla anterior, los objetivos se establecen para los índices de ruido, L_d , L_t y L_n , cuya definición según 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, es:

Ld es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año.

Le es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año.

Ln es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año.

En vista de lo expuesto, la evaluación de la exposición al ruido de la población pasará por determinar cada uno de los indicadores Ld, Le y Ln, y compararlos con los niveles límite establecidos en los objetivos de calidad acústica para cada tipo de área.

8.- RESULTADOS

Conforme a la normativa vigente, la elaboración de un mapa estratégico conlleva la obtención de una información gráfica y otra alfanumérica, representada mediante mapas y tablas de afección.

La escala básica de representación de los Mapas Estratégicos de Ruido contenidos en el presente documento es 1/25.000, siendo la base cartográfica la 1/5.000 de la Xunta de Galicia. El sistema de proyección es ETRS-89, zona 29 N.

En la elaboración de los MER de cada UME, el área de estudio vino delimitada por la longitud del tramo/s de carretera que define la propia UME y por una banda, con un ancho de 1.500 m a cada lado del eje de la calzada.

8.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS

Son mapas de líneas isófonas elaborados a partir de los niveles de ruido calculados en puntos receptores a lo largo de toda la zona de estudio.

Se elaboraron los planos de niveles sonoros representando los indicadores establecidos por la legislación básica estatal y las recomendaciones del Ministerio de Fomento, siendo los mapas generados los siguientes:

- Mapa de niveles sonoros de L_d en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_e en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_n en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70.
- Mapa de niveles sonoros de L_{den} en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.

Lden, L_d , L_e

Rango	Descripción	R	G	B
> 75	Rosa fuerte	255	0	255
70-75	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
< 55	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	55-60
	60-65
	65-70
	70-75
	>75

Figura 13. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del L_d , L_e y L_{den}

L_n

Rango	Descripción	R	G	B
> 70	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
50-55	Verde	100	200	0
< 50	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	50-55
	55-60
	60-65
	65-70
	>70

Figura 14. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del L_n

8.2.- POBLACIÓN EXPUESTA

8.2.1.- METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA

La determinación de la situación acústica a partir de los mapas de niveles sonoros requiere el análisis de la afección del ruido sobre la población. En esta línea, la normativa establece que debe estimarse el número de personas expuestas a ciertos rangos de niveles de presión sonora, sin entrar en detalles técnicos de cómo proceder.

Existen diferentes métodos para determinar los niveles de exposición en fachada para cada uno de los edificios, conforme a la normativa y a las guías de trabajo internacionales en materia de contaminación acústica.

La Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, con el fin de determinar la exposición al ruido ambiental de los Estados Miembros, establece en su Anexo VI que deberá comunicarse a la comisión europea, para el caso de las aglomeraciones sobre las que se realice el Mapa Estratégico de Ruidos (MER), la siguiente información:

- Número estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas 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 en la fachada más expuesta: (55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75), distinguiendo entre el tráfico rodado, el tráfico ferroviario, el tráfico aéreo y las fuentes industriales.
- El número total estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de L_n en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70), distinguiendo entre el tráfico rodado, ferroviario, aéreo y las fuentes industriales.

Este planteamiento, denominado END (European Noise Directive), es el que debe utilizarse para entregar los resultados a la comisión europea, siendo también habitual para la entrega al resto de administraciones. Sin embargo, este procedimiento, es el que proporciona peores resultados con respecto a la exposición real de la población, arrojando valores de población afectada a distintos rangos de niveles sonoros muy superiores a la realidad, por lo resulta necesario plantear otros métodos que, de forma adicional, arrojen resultados que no sobreestimen la población expuesta.

A continuación se presentan los siguientes procedimientos de estimación de la población afectada por ruido ambiental:

- Método END
- Método VBEB Alemán

8.2.1.1.- MÉTODO END

El método END (European Noise Directive) se presenta en la Directiva Europea 2002/49/CE como un método para satisfacer la obligación de proporcionar a la comisión europea los datos del número estimado de personas cuyas viviendas están expuestas a diferentes rangos de L_{den} y L_n , a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta, aquella que soporta mayor nivel de presión sonora.

Esta estimación, requiere del cálculo de receptores específicos en cada una de las fachadas de los edificios, a una altura relativa de 4 metros respecto al suelo y tomando las consideraciones necesarias para excluir las reflexiones acústicas de la propia fachada como ruido incidente en el propio receptor.

Este planteamiento, supone que todos los habitantes de cada edificio están sometidos al mayor nivel de presión sonora registrado en la fachada más expuesta, lo que no se acerca a la situación real, en la que la población se distribuye a lo largo del edificio, en relación a la posición de las viviendas. Este procedimiento podría dar resultados próximos a la realidad en viviendas unifamiliares, pero en el caso de edificios de varias plantas se obtendría un resultado de población expuestas sobreestimado.

8.2.1.2.- MÉTODO VBEB

El método alemán VBEB (Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm) permite obtener los valores reales de afección a los que se encuentra expuesta la población. Su procedimiento contempla la distribución de receptores de niveles de presión sonora a lo largo de las fachadas, estableciendo estos a diferentes niveles de altura en función del número de plantas.

Cada uno de estos receptores determinará el nivel de presión sonora al que se encuentra expuesta cada vivienda, considerando el parámetro de altura, a diferencia del método END expuesto anteriormente, en el que la evaluación de la exposición se realizaba a 4 m del suelo.

Esta metodología permite afinar los resultados al distribuir la población de cada edificio a lo largo del perímetro en planta y de las alturas. Como se puede intuir, los niveles de presión sonora evaluados a diferentes alturas proporcionarán resultados distintos, en función de la mayor o menor distancia a la fuente y las posibles reflexiones de los edificios del entorno, encontrándose, de esta forma, los habitantes de viviendas a diferentes alturas, en una misma planta, expuestas a distintos grados de afección.

8.2.2.- TABLAS DE RESULTADOS

8.2.2.1.- POBLACIÓN AFECTADA

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)						
RANGO (dBA)	Ld		Le		Lden	
	END	VBEB	END	VBEB	END	VBEB
55 – 59	6	4	6	5	8	6
60 – 64	5	3	3	3	4	4
65 – 69	10	3	12	3	7	4
70 – 74	1	0	2	0	7	1
≥ 75	0	0	0	0	0	0

Tabla 6. Valores de población afectada (en centenas) para los periodos Ld, Le y Lden en función del método considerado

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)		
RANGO (dBA)	Ln	
	END	VBEB
50 – 54	5	4
55 – 59	7	4
60 – 64	8	1
65 – 69	0	0
≥ 70	0	0

Tabla 7. Valores de población afectada (en centenas) para el periodo Ln en función del método considerado

A la vista de los resultados contenidos en las tablas adjuntas, se puede observar como para valores bajos de ruido los métodos END y VBEB arrojan datos de población expuesta similares. Sin embargo, con rangos de emisión sonora por encima de 65 dB para los periodos Ld, Le y Lden, y de 60 dB para el Ln se observan diferencias en los datos relativos a población expuesta según el método empleado. Estas diferencias radican en las consideraciones de cada método para determinar la población expuesta. Como ya se enunció con anterioridad en el presente documento resumen, el método END asume que todos los habitantes de cada edificio están sometidos al mayor nivel de presión sonora registrado a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta. En consecuencia, dado que el tramo objeto de estudio discurre por tramos de travesías densamente pobladas (Catoira, Carril y el acceso a

Vilagarcía de Arousa), con presencia de edificios residenciales de varias alturas adyacentes a la vía, parece que estos resultados no se aproximan a la realidad, al suponer que todos los habitantes de estos edificios se encuentran afectados por el valor de la fachada más expuesta.

En contraposición, el método VBEB, al distribuir la población de cada edificio a lo largo del perímetro en planta y de las alturas permite obtener un resultado más ajustado a la realidad, ya que no toma el conjunto del edificio como afectado por la isófona más desfavorable, sino que estima la afección de la población según el valor obtenido en cada receptor de fachada calculado.

8.2.2.2.- VIVIENDAS AFECTADAS

Nº VIVIENDAS AFECTADAS (EN CENTENAS)					
RANGO (dBA)	Ld	Le	Lden	RANGO (dBA)	Ln
55 – 59	2	2	3	50 – 54	2
60 – 64	1	1	2	55 – 59	2
65 – 69	2	2	2	60 – 64	2
70 – 74	0	1	1	65 – 69	0
≥ 75	0	0	0	≥ 70	0

Tabla 8. Número de viviendas expuestas (en centenar) a distintos rangos de nivel sonoro para los periodos Ld, Le, Ln y Lden

Los resultados arrojados por las tablas de población y viviendas expuestas son debidos a las características propias de la vía, encuadrada en un área con bloques residenciales próximos a la traza en zonas urbanizadas, y viviendas unifamiliares dispersas en las zonas más rurales. Así, las viviendas más expuestas serán las más próximas a la vía, que al tratarse de bloques residenciales contendrán más población afectada que las edificaciones residenciales de zonas rurales, afectadas por rangos menores debido a la distancia del foco emisor y al apantallamiento producido por los edificios más cercanos a la carretera.

8.2.2.3.- EDIFICIOS SENSIBLES

AFECCIÓN A EDIFICIOS SENSIBLES				
SANITARIOS			DOCENTES	
RANGO (dBA)	Lden		Lden	
	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº CAMAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº ALUMNOS (CENTENAS)
55 – 59	0	0	0	0
60 – 64	0	0	0	0
65 – 69	1	0	0	0
70 – 74	0	0	0	0
≥ 75	0	0	0	0

Tabla 9. Número de edificios sensibles (en unidades) y camas/alumnos (en centenares) expuestas a distintos rangos para el periodo Lden.

A raíz de la modelización efectuada se puede concluir que el único edificio sensible afectado por la emisión sonora de la UME objeto de estudio es el Centro de Saúde de Catoira, el cual carece de camas de hospitalización.

8.3.- MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN

Se obtuvieron a partir del mapa de niveles sonoros del indicador Lden.

Incluye los datos de superficies totales (en km²), expuestas a valores de Lden superiores a 55, 65, y 75 dB, respectivamente. En ellos se indica además el número total estimado de viviendas (en centenares), y el número total estimado de personas (en centenares) que viven en cada una de esas zonas.

Las isófonas correspondientes a 55, 65 y 75 dB figuran en el mapa y se incluye información sobre la ubicación de las ciudades, pueblos y aglomeraciones situadas dentro de esas curvas.

EXPOSICIONES A DIFERENTES VALORES Lden					
RANGO (dBA)	SUPERFICIE	POBLACIÓN		EDIFICIOS SENSIBLES	
	(km ²)	Nº VIVIENDAS (CENTENAS)	Nº PERSONAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS SANITARIOS (UD)	Nº EDIFICIOS DOCENTES (UD)
≥ 55	1,43	4	13	0	0
≥ 65	0,53	3	15	1	0
≥ 75	0,05	0	0	0	0

Tabla 10. Datos relativos a zonas de afección para el periodo Lden

Observando los resultados de los mapas de afección, se puede concluir que las mayores superficies expuestas se corresponden con las zonas rurales con menor densidad de población, mientras que los tramos más urbanizados y con presencia de edificios residenciales próximos a la vía presentan menor superficie afectada, debido al apantallamiento producido por las edificaciones.

A modo aclaratorio cabe resaltar, que para obtener una mayor precisión en los resultados presentados, los valores referentes a población de la presente tabla se obtuvieron considerando el número de viviendas y personas afectadas en unidades, por lo que algunos valores difieren del resultado obtenido realizando el sumatorio de personas y viviendas expuestas del epígrafe 8.2.2.1., ya que en estas tablas se presentan en centenas.

9.- CONCLUSIÓN

Con la realización del presente estudio se elaboraron los Mapas Estratégicos de Ruido de los tramos Catoira (Glor.) - Carril (PO-192) y Carril (PO-192) - Vilagarcía (glorieta porto) de la vía PO-548 (perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia), de acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE de 25 de junio de 2002 sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental y en la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, considerando alcanzados los objetivos planteados inicialmente así como los establecidos en la legislación vigente.

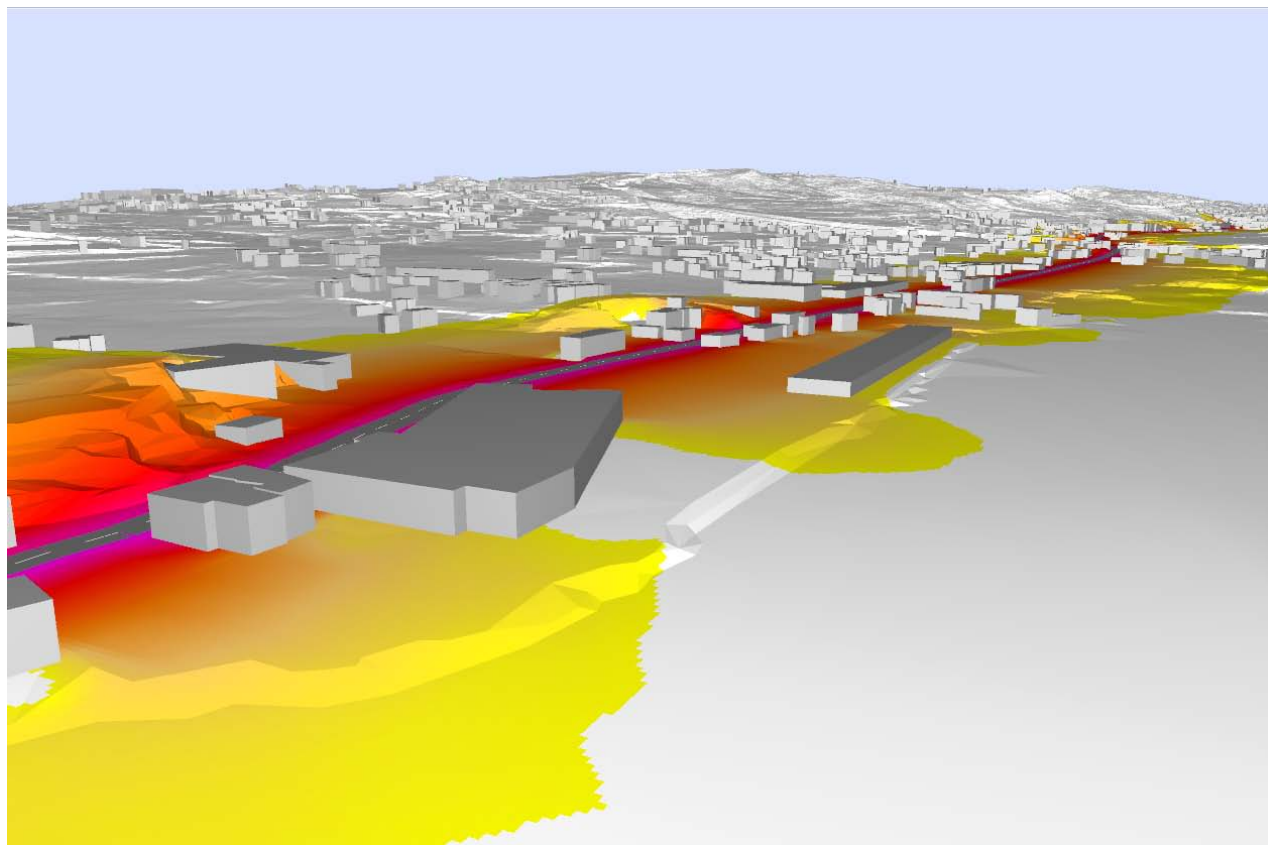
La elaboración de este estudio constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias que se deban realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones.

II PLANOS



XUNTA DE GALICIA

CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



CLAVE

PO/13/043.09.14

TIPO DE ESTUDIO

MAPA EXTRATÉXICO DE RUÍDO

DOCUMENTOS

DOCUMENTO RESUME

ESTRADA

PO-549

VILAGARCÍA DE AROUSA (PO-301) - CAMBADOS
(VG-4.3)

PUNTOS QUILOMÉTRICOS

2+880 – 5+250

DATA

XULLO 2014

CONSULTOR



I MEMORIA

I MEMORIA

1.-	INTRODUCCIÓN	4
2.-	OBJETO DEL ESTUDIO.....	4
3.-	AUTORIDAD RESPONSABLE	5
4.-	PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES.....	5
5.-	ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME.....	6
6.-	METODOLOGÍA	9
6.1.-	MODELO DE SIMULACIÓN.....	9
6.2.-	CREACIÓN DEL MODELO 3D.....	10
6.2.1.-	INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA	10
6.2.2.-	INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO.....	11
6.2.3.-	INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS	13
6.2.4.-	MODELADO DE TÚNELES	16
6.2.5.-	MODELADO DE VIADUCTOS.....	16
6.2.6.-	MODELADO DE PASOS SUPERIORES.....	16
6.2.7.-	INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS	16
6.2.8.-	INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO	16
6.3.-	CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D	17
7.-	PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN	18
8.-	RESULTADOS.....	20
8.1.-	MAPAS DE NIVELES SONOROS.....	20
8.2.-	POBLACIÓN EXPUESTA.....	21
8.2.1.-	METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA	21
8.2.2.-	TABLAS DE RESULTADOS	24

8.3.-	MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN.....	26
9.-	CONCLUSIÓN	27

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	ÁMBITO DE ESTUDIO.....	6
FIGURA 2.	PO-549. ZONA INICIAL.....	7
FIGURA 3.	PO-549. ADUANA DE CORÓN	7
FIGURA 4.	PLANO DE UBICACIÓN DE LA UME OBJETO DE ESTUDIO	8
FIGURA 5.	DETALLE DE LA VISTA DINÁMICA DEL MODELO TRIDIMENSIONAL GENERADO	9
FIGURA 6.	DETALLE DE LOS PUNTOS LIDAR FACILITADOS.....	11
FIGURA 7.	DETALLE DEL MDT GENERADO	11
FIGURA 8.	CURVADO FINALMENTE OBTENIDO A PARTIR DE LOS PUNTOS LIDAR	11
FIGURA 9.	VISTA 3D DE LA MODELIZACIÓN EFECTUADA	17
FIGURA 10.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LD, LE Y LDEN	21
FIGURA 11.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LN....	21

LISTA DE TABLAS

TABLA 1.	TRAMOS DE LA VÍA OBJETO DE ESTUDIO	5
TABLA 2.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA UME ESTUDIADA	8
TABLA 3.	DATOS DE TRÁFICO.....	12
TABLA 4.	DATOS DE POBLACIÓN EN LOS MUNICIPIOS AFECTADOS	15
TABLA 5.	OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA	19
TABLA 6.	VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA LOS PERIODOS LD, LE Y LDEN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO	24
TABLA 7.	VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA EL PERIODO LN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO	24

TABLA 8. NÚMERO DE VIVIENDAS EXPUESTAS (EN CENTENAS) A DISTINTOS RANGOS DE NIVEL SONORO PARA LOS PERIODOS LD, LE, LN Y LDEN..... 25

TABLA 9. NÚMERO DE EDIFICIOS SENSIBLES (EN UNIDADES) Y CAMAS/ALUMNOS (EN CENTENAS) EXPUESTAS A DISTINTOS RANGOS PARA EL PERIODO LDEN..... 25

TABLA 10. DATOS RELATIVOS A ZONAS DE AFECCIÓN PARA EL PERIODO LDEN 26

II PLANOS

0.- PLANO DE SITUACIÓN

1.- MAPAS NIVELES SONOROS

1.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS DÍA (1:25.000)

1.2.- MAPAS DE NIVELES SONOROS TARDE (1:25.000)

1.3.- MAPAS DE NIVELES SONOROS NOCHE (1:25.000)

1.4.- MAPAS DE NIVELES SONOROS Lden (1:25.000)

2.- MAPAS DE AFECCIÓN

2.1.- MAPA DE ZONA DE AFECCIÓN (1:25.000)

1.- INTRODUCCIÓN

La aprobación de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental establece la necesidad de elaborar, en una primera fase, los Mapas Estratégicos de Ruido (MER) de grandes ejes viarios cuyo tráfico supere los seis millones de vehículos al año, para en una segunda fase realizar los mapas correspondientes a los grandes ejes viarios con tráfico superior a tres millones de vehículos al año.

La Directiva 2002/49/CE define el Mapa Estratégico de Ruido como "un 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."

Para la aplicación de la citada directiva en el territorio español se elaboró la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, que no se limita a transponer el contenido de la directiva, sino que trata de regular, a través de una adecuada distribución de competencias administrativas y del establecimiento de los mecanismos oportunos, la mejora de la calidad acústica en nuestro entorno.

Con el objeto de desarrollar esta ley se formuló el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, en cuanto a la evaluación y gestión del ruido ambiental, con la finalidad de prevenir, reducir o evitar los efectos nocivos, incluyendo las molestias derivadas de la exposición al ruido ambiental. A tal efecto se desarrollan los conceptos de ruido ambiental y sus efectos y molestias sobre la población, junto con una serie de medidas que permiten la consecución de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido, los planes de acción y la información a la población.

A fin de dar cumplimiento a la legislación vigente, la Consellería de Medio Ambiente Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, promueve la segunda fase de elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido de las vías pertenecientes a la Red Autonómica de Carreteras de Galicia.

2.- OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto del presente documento resumen es el de plasmar, de forma sintética y fácilmente comprensible, los resultados arrojados por los Mapas Estratégicos de Ruido

de los siguientes tramos de la vía PO-549, perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia:

DENOMINACIÓN	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONGITUD (km)
Vilagarcía de Arousa (PO-301) - Cambados (VG-4.3)	PO-529 - Caleiro	2+880	5+250	2,37

Tabla 1. Tramos de la vía objeto de estudio

Según se recoge en el Artículo 15 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, los mapas de ruido tendrán, entre otros, los siguientes objetivos:

- Permitir la evaluación global de la exposición a la contaminación acústica de una determinada zona.
- Permitir la realización de predicciones globales para dicha zona.
- Posibilitar la adopción fundada de planes de acción en materia de contaminación acústica y, en general, de las medidas correctoras adecuadas.

Asimismo, la elaboración de los MER constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias a realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones

3.- AUTORIDAD RESPONSABLE

La autoridad responsable de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruidos fue la Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, contando con la asistencia de la empresa ICEACSA Consultores S.L.U.

4.- PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES

De acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, y en la Ley del Ruido y sus posteriores Reglamentos, tuvieron que realizarse, en una primera fase los Mapas Estratégicos de Ruido de las carreteras de más de 6 millones de vehículos al año; y en una segunda fase los de las carreteras de más de 3 millones de vehículos al año.

Por lo tanto, en la actualidad no se encuentra vigente ningún Programa de Acción contra el ruido derivado de la primera fase en la Unidad de Mapa Estratégico Vilagarcía de Arousa (PO-301) - Cambados (VG-4.3) entre los PP.KK. 2+880 al 5+250.

Así, en cumplimiento de la legislación, se elabora en la segunda fase esta UME. El estudio constituye la primera aproximación a la problemática del ruido generado por la infraestructura viaria.

5.- ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME

La vía PO-549 discurre de N a S paralela a la costa, conectando las localidades de Vilagarcía y Cambados.



Figura 1. Ámbito de estudio

El tramo objeto de estudio parte de la glorieta de conexión con la PO-529, y continúa su trazado hasta Caleiro, en las proximidades de Vilanova de Arousa.



Figura 2. PO-549. Zona inicial

A lo largo de este recorrido atraviesa diversos núcleos de carácter rural, como Aduana de Corón, Corón o Saradelo. Todos ellos con cierta dispersión con edificaciones de tipo unifamiliar, que se concentran en una mayor densidad en Aduana de Corón.

A lo largo de todo el trazado hay edificaciones de tipo comercial.



Figura 3. PO-549. Aduana de Corón

La identificación de las Unidad de Mapa Estratégico (UME) se realizó conforme a los siguientes criterios generales:

- Una UME solamente puede incluir tramos pertenecientes a una misma vía.

- Todos los tramos que conforman la UME deben tener una IMD igual o superior a 3.000.000 veh/año, como establece la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental.

Teniendo en cuenta dichos criterios, los tramos recogidos en la tabla siguiente comprenden una única Unidad de Mapa Estratégico (UME), contemplándose como fuente de ruido independiente, analizándose su efecto por separado y obteniéndose un Mapa Estratégico de Ruido en el que únicamente se considera la propagación del ruido causado por el tronco de la infraestructura. Dichos mapas se corresponden al alcance de la segunda fase de la Directiva 2002/49/CE y su correspondiente transposición a la legislación estatal.

UME	VÍA	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONG (km)	IMD (VEH/DÍA)	% PESADOS	MUNICIPOS AFECTADOS
01	PO-548	PO-529 - Caleiro	2+880	5+250	2,37	10.002	3,6	Vilagarcía, Vilanova

Tabla 2. Características generales de la UME estudiada

En la siguiente figura se observa la ubicación de la UME objeto de estudio.



Figura 4. Plano de ubicación de la UME objeto de estudio

6.- METODOLOGÍA

Para la realización de la simulación acústica fue necesaria la implementación de un modelo tridimensional del área de estudio, incluyendo carreteras, edificaciones y elementos singulares, tal y como se aprecia en la imagen adjunta.

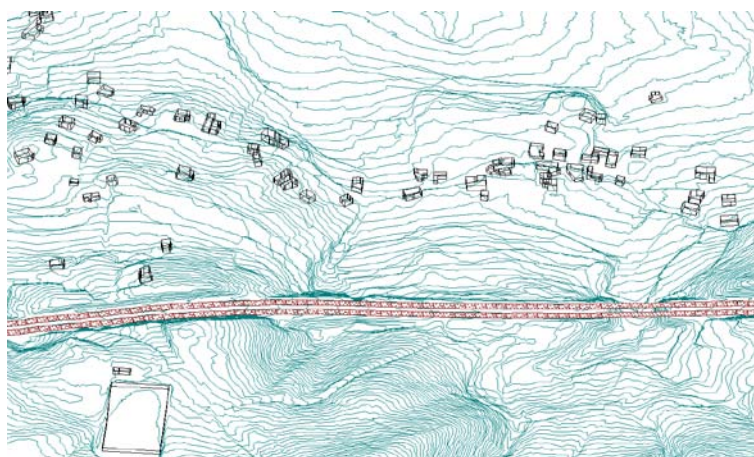


Figura 5. Detalle de la vista dinámica del modelo tridimensional generado

El software predictivo para la realización del modelo tridimensional del área de estudio, y para el posterior desarrollo de los cálculos matemáticos de propagación de ruido en ambiente exterior y ejecución de los Mapas Estratégicos de Ruido, fue CadnaA Versión 4.4 (DataKustik GmbH). Con este software, y con un modelado del entorno preciso, se pueden determinar los niveles de ruido causados por el tráfico rodado. Tanto el procesado previo de la información de base como el análisis de los datos obtenidos se realizó mediante GIS.

6.1.- MODELO DE SIMULACIÓN

Siguiendo las disposiciones del Real Decreto 1513/2005, los índices de ruido del tráfico rodado fueron determinados por medio del método nacional de cálculo francés «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTULCPC-CSTB)», mencionado en el «Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal officiel du 10 mai 1995, article 6» y en la norma francesa «XPS 31-133». Este modelo es el propuesto de manera provisional por la Unión Europea para la realización de mapas de ruido en aquellos países que carezcan del suyo propio, según se describe en la recomendación 2003/613/EC de la Comisión Europea.

La elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido engloba la generación del modelo digital, la definición de los parámetros de entrada, el cálculo de los mapas y la evaluación de los resultados obtenidos.

El modelo 3D estará constituido por la topografía y las edificaciones del ámbito de estudio, el tramo/s de carretera que conforman la UME, y los elementos singulares concretos de cada caso (viaductos, pasos superiores, muros, pantallas acústicas,...).

- Carreteras: datos de tráfico (IMD y porcentaje de pesados), características del firme, tipo de flujo y límites de velocidad.
- Edificios: tipo de uso, altura, número de plantas, número de habitantes (en caso de ser residencial) y coeficiente de absorción alfa.
- Viaductos: longitud de apantallamiento.
- Muros y pantallas: pérdidas por reflexión.
- Terreno: coeficientes de absorción.
- Túneles: radiación procedente de las entradas y salidas.

Definido el modelo e introducidos los parámetros y configuración, se lleva a cabo la simulación acústica, obteniéndose de este modo los Mapas Estratégicos de Ruido.

6.2.- CREACIÓN DEL MODELO 3D

En el presente apartado se describen los procesos necesarios para la definición del escenario de modelización en el software de cálculo a partir de la información base.

La definición de cada uno de los atributos que caracterizan los elementos del modelo se realizó en GIS previa incorporación al software de cálculo. El objeto de este tratamiento previo es el de sistematizar el proceso de creación del modelo, evitando errores u omisiones en la definición del escenario.

6.2.1.- INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA

Para llevar a cabo el modelado digital del terreno (MDT) se empleó como fuente de información el vuelo LIDAR suministrado por la Axencia Galega de Infraestruturas, del que se extrajo la nube de puntos que conforman el terreno. Posteriormente, mediante un proceso de triangulación se obtuvieron las curvas de nivel cada metro.



Figura 6. Detalle de los puntos LIDAR facilitados



Figura 7. Detalle del MDT generado

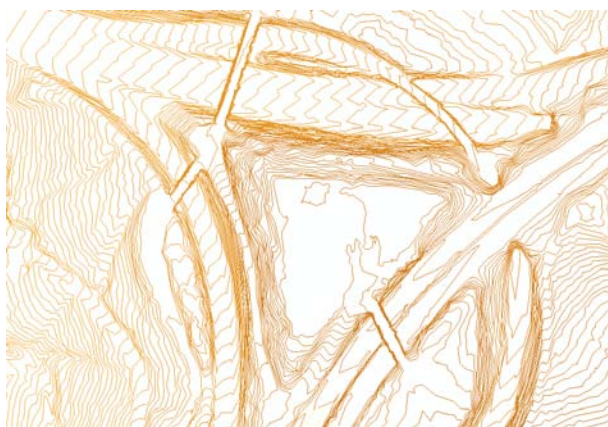


Figura 8. Curvado finalmente obtenido a partir de los puntos LIDAR

6.2.2.- INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO

Mediante el empleo de herramientas GIS, el eje de la carretera se definió a partir del conjunto de datos geométricos facilitados por la Axencia Galega de Infraestruturas, disponiendo de puntos cada 10 m, con la siguiente información:

- Coordenadas X, Y, Z.
- Número de carriles.
- Anchos de plataforma, calzada y arcenes.
- Peraltes y pendientes.

Las características geométricas que definen el eje cada 10 m se extendieron para cada punto 5 m antes y 5 m después. Una vez definido el eje se procedió a la corrección y depuración de la información, comparando los ejes con la ortofoto actualizada y con los datos tomados en las preceptivas visitas a campo realizadas.

Establecida la geometría definitiva de la vía, se definieron en GIS los atributos que caracterizan la emisión acústica, con anterioridad a su importación desde CadnaA. A continuación se describe cada uno de los atributos considerados, los datos de partida disponibles, así como el tratamiento realizado previa incorporación al modelo:

- Geometría: la PO-549, cuenta en todo el tramo de estudio con una única calzada con dos carriles, excepto en las zonas donde existen carriles de incorporaciones que cuenta con 3. El ancho medio del carril es de 3,6 m. El arcén derecho cuenta con un ancho medio de 1,7 m y el izquierdo de 1,4 m, ambos variables entre los 0 y 3,2 m.
- Datos de tráfico: los datos de tráfico utilizados para el cálculo de los niveles sonoros fueron los correspondientes a las Memorias de Aforos del año 2012, proporcionadas por la Axencia Galega de Infraestruturas.

Tomando como base la distribución horaria en un día medio, se llevó a cabo el cálculo de la IMD por hora para cada uno de los periodos considerados (día, tarde y noche). La distribución horaria se obtuvo a partir de la memoria de Aforos de 2012.

Respecto a la distribución de pesados, se aplicó para todos los tramos y todos los periodos considerados el valor diario del tramo, recogido en la Memoria de Aforos.

Para el caso específico de las glorietas el tráfico fue cuantificado como la suma de las IMD de las entradas dividida por el número de salidas.

UME	VÍA	TRAMO	IMD				% PESADOS
			(VEH/DÍA)	DÍA (VEH/H)	TARDE (VEH/H)	NOCHE (VEH/H)	
01	PO-549	PO-529 - Caleiro	10.002	586,9	545,5	97,1	3,6

Tabla 3. Datos de tráfico

- Límite de velocidad: partiendo de la velocidad límite permitida por la normativa para la vía objeto de estudio (90 km/h), se determinaron los tramos con restricciones de velocidad a partir de los datos de señalización vertical aportados por la Axencia Galega de Infraestruturas, realizándose una revisión de los mismos en las visitas a campo realizadas. En aquellos lugares en los

que se detectó señalización insuficiente o contradictoria (ausencia de señales de fin de limitación de velocidad, tramos interurbanos sin especificación de la velocidad máxima permitida,...) se optó por definir tramos los más homogéneos posibles, tomando siempre el valor de velocidad más desfavorable (la mayor de los posibles).

Para cada una de los subtramos se establecieron límites de velocidad diferenciados en función del tipo de vehículo que circule (ligero o pesado), ya que según el límite establecido dicha velocidad puede no ser coincidente.

Así, atendiendo a la señalización de limitación de velocidad, definió un tramo de travesía de 50 km/h, seguido de un tramo limitado a 70 km/h, para finalizar en un tramo de 90 km/h para ligeros y 70 km/h para pesados

Para el caso específico de las glorietas se definió una velocidad de 40 km/h, tanto para vehículos ligeros como pesados.

- Superficie de la carretera: el tipo de firme tiene influencia directa sobre la emisión de la vía. La UME objeto de estudio presenta una capa de asfalto bituminoso en toda su longitud.
- Tipo de flujo: de forma general se consideró que el flujo es continuo fluido, salvo en las glorietas donde se definió como continuo en pulso.

Una vez definida la geometría y los parámetros característicos de cada subtramo de 10 m que compone la UME, se procedió a su importación en CadnaA como carretera en formato shape. Por último, para conseguir que la carretera se acople por completo al terreno, se realizó el ajuste del MDT al objeto bajo la plataforma de la vía.

6.2.3.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS

Tomando como base la capa shape de la Dirección General del Catastro, se realizó una revisión general del ámbito de trabajo, completándose aquellas zonas que presentaban carencia de edificaciones recientes. Esta revisión se hizo a partir de las fotografías aéreas del PNOA y mediante visitas a campo. Así, se elaboró una cobertura de polígonos revisada a través de:

- La digitalización de los edificios inexistentes en el Catastro.

- La eliminación de los elementos que ya no existen o que no se corresponden con edificios (invernaderos, piscinas,...).

6.2.3.1.- ALTURA

La altura de las edificaciones se definió a partir del número de plantas contempladas en los datos del Catastro, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La altura mínima de un edificio es de 4 m.
- En los edificios residenciales, sanitarios y educativos se consideró una altura de 4 m para las plantas bajas, y de 3 m para el resto.
- Aquellas edificaciones que comparten código catastral y están claramente unidas se agruparon como un único edificio, asignándole el número de plantas correspondiente al edificio más alto con código compartido.

Para aquellos edificios que no se encuentran contenidos en la base de datos de Catastro y que fueron digitalizados posteriormente, el número de plantas fue estimado a partir de la revisión de la fotografía aérea y de las visitas, corrigiendo y depurando errores de la información catastral de base (alturas inexistentes o excesivas).

6.2.3.2.- USO

Partiendo de los metadatos descargados de la Sede Electrónica del Catastro, los usos de los edificios se completaron a través de las siguientes fuentes de información:

- Fotografías aéreas del PNOA.
- Información de las visitas a campo realizadas.

Los usos identificados fueron:

- Residencial.
- Sanitario y docente.
- Industrial, terciario y otros.

A todos los edificios de la zona de estudio se asignó uno de los anteriores usos con el fin de identificar los edificios residenciales para el cálculo de la población, así como para determinar las áreas acústicas en la elaboración de los mapas de zonas de conflicto. Además, se identificaron los edificios de tipo docente y sanitario por ser receptores sensibles, a través de la información disponible en las siguientes fuentes:

- Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria de la Xunta de Galicia.
- Consellería de Sanidade de la Xunta de Galicia.

6.2.3.3.- POBLACIÓN ASIGNADA

Uno de los objetivos de los MER es la obtención del número de personas expuestas a los diferentes niveles de ruido, para lo que se realizó un tratamiento consistente en el reparto de la población entre los edificios residenciales existentes.

La información de partida se obtuvo del padrón municipal de habitantes del año 2013 del Instituto Galego de Estatística (IGE). Tomando como base la población de cada municipio, y una vez identificados los edificios residenciales de cada uno, se hizo un reparto proporcional de la población en función de la superficie residencial total construida. El número de habitantes en cada se calculó como el producto del coeficiente de habitabilidad anteriormente definido por la superficie de cada edificio residencial, resultando:

MUNICIPIO	POBLACIÓN	SUP. TOTAL RESIDENCIAL (m ²)	COEF. HABITABILIDAD (HAB/m ²)
Vilagarcía de Arousa	37.741	1.739.385	0,0217
Vilanova de Arousa	10.502	696.352	0,0151

Tabla 4. Datos de población en los municipios afectados

En el caso de los edificios sensibles se cuantificó el número de alumnos en los edificios de uso docente, y de camas en los de uso sanitario.

6.2.3.4.- EFECTO REFLECTANTE

Para tener en cuenta el efecto reflectante de las edificaciones se asignó un Coeficiente de Absorción Alfa de 0,4 en todos los casos.

6.2.3.5.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS EN CADNAA

Una vez depurada y corregida la capa de edificaciones, con todos los atributos definidos se importaron desde CadnaA como edificio en formato shape.

En última instancia se hizo una revisión general del modelo, subsanándose aquellos desajustes existentes entre la topografía y la base de los edificios ("enterramientos"), así como los solapes entre la plataforma de la vía y las edificaciones incorporadas.

6.2.4.- MODELADO DE TÚNELES

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad túneles en la presente UME.

6.2.5.- MODELADO DE VIADUCTOS

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad viaductos en la presente UME.

6.2.6.- MODELADO DE PASOS SUPERIORES

En el modelo se definen únicamente aquellos pasos superiores que presentan un ancho superior a 25 m, incorporándose como reflectores 3D.

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pasos superiores con anchura superior a 25 m en la presente UME.

6.2.7.- INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pantallas acústicas en la presente UME.

Los muros de contención identificados no fueron incluidos en la modelización efectuada, ya que se estima que su presencia no supone un apantallamiento mayor al producido por las tierras que contiene.

6.2.8.- INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO

Las características del suelo son un factor determinante en la propagación del ruido, por lo que en la modelización efectuada se definieron diferentes áreas de absorción.

De forma genérica se considera el terreno base como absorbente ($G=1$, sin embargo se definieron ciertas áreas de carácter urbano e industrial como reflectantes ($G=0$),

realizándose la zonificación del territorio en base a los usos del suelo definidos por el Instituto de Estudos do Territorio. De esta forma, las áreas consideradas como reflectantes son las correspondientes a núcleos de población, tejido urbano continuo y zonas industriales, comerciales y de servicios.

La incorporación de estas zonas al modelo se realizó importándose como áreas de absorción del suelo en formato shape.

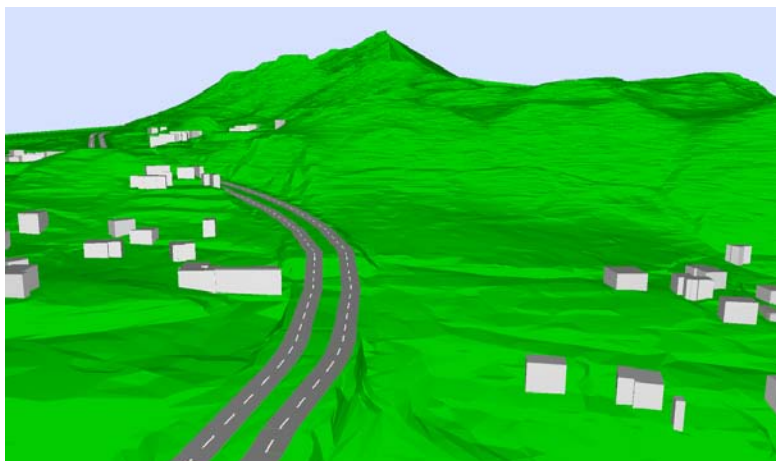


Figura 9. Vista 3D de la modelización efectuada

6.3.- CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D

Para la elaboración de los MER de cada UME, con anterioridad a la introducción de los diferentes elementos que componen el modelo, es preciso definir una configuración de cálculo en el software de acuerdo a la Directiva 2002/49/CE donde se identifiquen los parámetros necesarios para la correcta definición del escenario previsto.

- La norma empleada para el cálculo es la NMPB-Routes-96.
- El espaciado de los receptores en la malla de cálculo es de 10 x 10 m a una altura de 4 m sobre el suelo.
- El orden máximo de reflexiones consideradas es de 1.
- Se estableció un radio máximo de búsqueda de 2.000 m.
- El porcentaje de condiciones favorables día/noche se corresponde con un 50% en periodo diurno, un 75% en periodo vespertino y un 100% en periodo nocturno.

- Siguiendo las recomendaciones de la European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN), las condiciones atmosféricas consideradas son una temperatura de 15°C y una humedad del 70%.
- El cálculo de la atenuación sufrida por las ondas sonoras en el medio ambiente exterior se obtiene de acuerdo a los procedimientos de la ISO 9613.
- Los valores de inmisión considerados son L_{dia}, L_{tarde}, L_{noche} y L_{den}, todos ellos en dBA, a una altura de evaluación de 4 m.
- La designación de horas para los periodos considerados es de 07:00 a 19:00 día, de 19:00 a 23:00 tarde y de 23:00 a 07:00 noche.
- Se aplicó una penalización de 0 dB para el periodo diurno, de 5 dB para el vespertino y de 10 dB para el nocturno.
- Para la evaluación de los niveles de ruido en fachada de edificios se consideró una altura de las plantas bajas de 4 m y de 3 m para el resto. Asimismo, se tuvo en cuenta únicamente el sonido incidente, es decir, no se consideró el sonido reflejado en la fachada donde se realiza la evaluación, aunque sí las reflexiones en el resto de edificios y obstáculos presentes en el área de estudio.

7.- PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN

Para determinar los indicadores y los niveles límites de referencia que permitan evaluar la afección al ruido, se recurrió a la legislación vigente en materia de objetivos de calidad acústica que viene fijada en 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, concretamente lo recogido en el Capítulo III "Zonificación acústica. Objetivos de calidad acústica" y en el Capítulo IV "Emisores acústicos. Valores límite de emisión e inmisión".

El artículo 14 del citado Real Decreto dice textualmente:

1. En las áreas urbanizadas existentes se establece como objetivo de calidad acústica para ruido el que resulte de la aplicación de los siguientes criterios:

a) Si en el área acústica se supera el correspondiente valor de alguno de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla A, del anexo II, su objetivo de calidad acústica será alcanzar dicho valor.

ANEXO II

Objetivos de calidad acústica

Tabla A. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes.

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L_d	L_e	L_n
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.

Tabla 5. Objetivos de calidad acústica

En relación al tipo de área f se aplicará el Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica 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.

Como se puede observar en la tabla anterior, los objetivos se establecen para los índices de ruido, L_d , L_e y L_n , cuya definición según 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, es:

L_d es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año.

L_e es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año.

L_n es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año.

En vista de lo expuesto, la evaluación de la exposición al ruido de la población pasará por determinar cada uno de los indicadores L_d , L_e y L_n , y compararlos con los niveles límite establecidos en los objetivos de calidad acústica para cada tipo de área.

8.- RESULTADOS

Conforme a la normativa vigente, la elaboración de un mapa estratégico conlleva la obtención de una información gráfica y otra alfanumérica, representada mediante mapas y tablas de afección.

La escala básica de representación de los Mapas Estratégicos de Ruido contenidos en el presente documento es 1/25.000, siendo la base cartográfica la 1/5.000 de la Xunta de Galicia. El sistema de proyección es ETRS-89, zona 29 N.

En la elaboración de los MER de cada UME, el área de estudio vino delimitada por la longitud del tramo/s de carretera que define la propia UME y por una banda, con un ancho de 1.500 m a cada lado del eje de la calzada.

8.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS

Son mapas de líneas isófonas elaborados a partir de los niveles de ruido calculados en puntos receptores a lo largo de toda la zona de estudio.

Se elaboraron los planos de niveles sonoros representando los indicadores establecidos por la legislación básica estatal y las recomendaciones del Ministerio de Fomento, siendo los mapas generados los siguientes:

- Mapa de niveles sonoros de L_d en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_e en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_n en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70.

- Mapa de niveles sonoros de Lden en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.

Lden, Ld, Le

Rango	Descripción	R	G	B
> 75	Rosa fuerte	255	0	255
70-75	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
< 55	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	55-60
	60-65
	65-70
	70-75
	>75

Figura 10. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del Ld, Le y Lden

Ln

Rango	Descripción	R	G	B
>70	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
50-55	Verde	100	200	0
< 50	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	50-55
	55-60
	60-65
	65-70
	>70

Figura 11. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del Ln

8.2.- POBLACIÓN EXPUESTA

8.2.1.- METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA

La determinación de la situación acústica a partir de los mapas de niveles sonoros requiere el análisis de la afección del ruido sobre la población. En esta línea, la normativa establece que debe estimarse el número de personas expuestas a ciertos rangos de niveles de presión sonora, sin entrar en detalles técnicos de cómo proceder.

Existen diferentes métodos para determinar los niveles de exposición en fachada para cada uno de los edificios, conforme a la normativa y a las guías de trabajo internacionales en materia de contaminación acústica.

La Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, con el fin de determinar la exposición al ruido ambiental de los Estados Miembros, establece en su Anexo VI que deberá comunicarse a la comisión europea, para el caso de las aglomeraciones sobre las que se realice el Mapa Estratégico de Ruidos (MER), la siguiente información:

- Número estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de Lden en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (55-59, 60-

64, 65-69, 70-74, >75), distinguendo entre el tráfico rodado, el tráfico ferroviario, el tráfico aéreo y las fuentes industriales.

- El número total estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de L_n en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70), distinguendo entre el tráfico rodado, ferroviario, aéreo y las fuentes industriales.

Este planteamiento, denominado END (European Noise Directive), es el que debe utilizarse para entregar los resultados a la comisión europea, siendo también habitual para la entrega al resto de administraciones. Sin embargo, este procedimiento, es el que proporciona peores resultados con respecto a la exposición real de la población, arrojando valores de población afectada a distintos rangos de niveles sonoros muy superiores a la realidad, por lo resulta necesario plantear otros métodos que, de forma adicional, arrojen resultados que no sobreestimen la población expuesta.

A continuación se presentan los siguientes procedimientos de estimación de la población afectada por ruido ambiental:

- Método END
- Método VBEB Alemán

8.2.1.1.- MÉTODO END

El método END (European Noise Directive) se presenta en la Directiva Europea 2002/49/CE como un método para satisfacer la obligación de proporcionar a la comisión europea los datos del número estimado de personas cuyas viviendas están expuestas a diferentes rangos de L_{den} y L_n , a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta, aquella que soporta mayor nivel de presión sonora.

Esta estimación, requiere del cálculo de receptores específicos en cada una de las fachadas de los edificios, a una altura relativa de 4 metros respecto al suelo y tomando las consideraciones necesarias para excluir las reflexiones acústicas de la propia fachada como ruido incidente en el propio receptor.

Este planteamiento, supone que todos los habitantes de cada edificio están sometidos al mayor nivel de presión sonora registrado en la fachada más expuesta, lo que no se acerca a la situación real, en la que la población se distribuye a lo largo del edificio, en

relación a la posición de las viviendas. Este procedimiento podría dar resultados próximos a la realidad en viviendas unifamiliares, pero en el caso de edificios de varias plantas se obtendría un resultado de población expuestas sobreestimado.

8.2.1.2.- MÉTODO VBEB

El método alemán VBEB (Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm) permite obtener los valores reales de afección a los que se encuentra expuesta la población. Su procedimiento contempla la distribución de receptores de niveles de presión sonora a lo largo de las fachadas, estableciendo estos a diferentes niveles de altura en función del número de plantas.

Cada uno de estos receptores determinará el nivel de presión sonora al que se encuentra expuesta cada vivienda, considerando el parámetro de altura, a diferencia del método END expuesto anteriormente, en el que la evaluación de la exposición se realizaba a 4 m del suelo.

Esta metodología permite afinar los resultados al distribuir la población de cada edificio a lo largo del perímetro en planta y de las alturas. Como se puede intuir, los niveles de presión sonora evaluados a diferentes alturas proporcionarán resultados distintos, en función de la mayor o menor distancia a la fuente y las posibles reflexiones de los edificios del entorno, encontrándose, de esta forma, los habitantes de viviendas a diferentes alturas, en una misma planta, expuestas a distintos grados de afección.

8.2.2.- TABLAS DE RESULTADOS

8.2.2.1.- POBLACIÓN AFECTADA

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)						
RANGO (dBA)	Ld		Le		Lden	
	END	VBEB	END	VBEB	END	VBEB
55 – 59	1	1	1	1	1	2
60 – 64	1	1	1	1	1	1
65 – 69	1	1	1	1	1	1
70 – 74	1	0	1	0	1	0
≥ 75	0	0	0	0	0	0

Tabla 6. Valores de población afectada (en centenas) para los periodos Ld, Le y Lden en función del método considerado

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)		
RANGO (dBA)	Ln	
	END	VBEB
50 – 54	1	1
55 – 59	1	1
60 – 64	2	0
65 – 69	0	0
≥ 70	0	0

Tabla 7. Valores de población afectada (en centenas) para el periodo Ln en función del método considerado

A la vista de los resultados contenidos en las tablas adjuntas, se puede observar como los dos métodos considerados para la obtención de la población expuesta arrojan valores similares para los rangos considerados, siendo en todo caso la afección de escasa relevancia. Estos resultados son debidos, principalmente, a que la UME objeto de estudio discurre por un entorno con densidad poblacional media, no encontrándose ningún núcleo consolidado en la inmediaciones de la vía.

8.2.2.2.- VIVIENDAS AFECTADAS

Nº VIVIENDAS AFECTADAS (EN CENTENAS)					
RANGO (dBA)	Ld	Le	Lden	RANGO (dBA)	Ln
55 – 59	1	1	1	50 – 54	0
60 – 64	0	0	0	55 – 59	0
65 – 69	1	1	0	60 – 64	1
70 – 74	0	0	1	65 – 69	0
≥ 75	0	0	0	≥ 70	0

Tabla 8. Número de viviendas expuestas (en centenas) a distintos rangos de nivel sonoro para los periodos Ld, Le, Ln y Lden

A la vista de los resultados de viviendas expuestas, se puede concluir que la afección de la carretera sobre el entorno circundante es de escasa magnitud, distinguiéndose entre las viviendas unifamiliares más alejadas del foco emisor (viviendas expuestas entre 55 y 59 dB) y los edificios residenciales de pequeño tamaño más próximos a la carretera (edificaciones afectadas por rangos superiores a 65 dB).

8.2.2.3.- EDIFICIOS SENSIBLES

AFECCIÓN A EDIFICIOS SENSIBLES				
SANITARIOS			DOCENTES	
RANGO (dBA)	Lden		Lden	
	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº CAMAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº ALUMNOS (CENTENAS)
55 – 59	0	0	0	0
60 – 64	0	0	0	0
65 – 69	0	0	0	0
70 – 74	0	0	0	0
≥ 75	0	0	0	0

Tabla 9. Número de edificios sensibles (en unidades) y camas/alumnos (en centenas) expuestas a distintos rangos para el periodo Lden.

A raíz de la modelización efectuada se puede concluir que ningún edificio sensible se ve afectado por el ruido generado por la carretera objeto de estudio, debido a la

atenuación ocasionada por la distancia entre el foco emisor y los receptores (edificios sanitarios y docentes).

8.3.- MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN

Se obtuvieron a partir del mapa de niveles sonoros del indicador Lden.

Incluye los datos de superficies totales (en km²), expuestas a valores de Lden superiores a 55, 65, y 75 dB, respectivamente. En ellos se indica además el número total estimado de viviendas (en centenares), y el número total estimado de personas (en centenares) que viven en cada una de esas zonas.

Las isófonas correspondientes a 55, 65 y 75 dB figuran en el mapa y se incluye información sobre la ubicación de las ciudades, pueblos y aglomeraciones situadas dentro de esas curvas.

EXPOSICIONES A DIFERENTES VALORES Lden					
RANGO (dBA)	SUPERFICIE	POBLACIÓN		EDIFICIOS SENSIBLES	
	(km ²)	Nº VIVIENDAS (CENTENAS)	Nº PERSONAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS SANITARIOS (UD)	Nº EDIFICIOS DOCENTES (UD)
≥ 55	0,36	1	2	0	0
≥ 65	0,11	1	2	0	0
≥ 75	0,00	0	0	0	0

Tabla 10. Datos relativos a zonas de afección para el periodo Lden

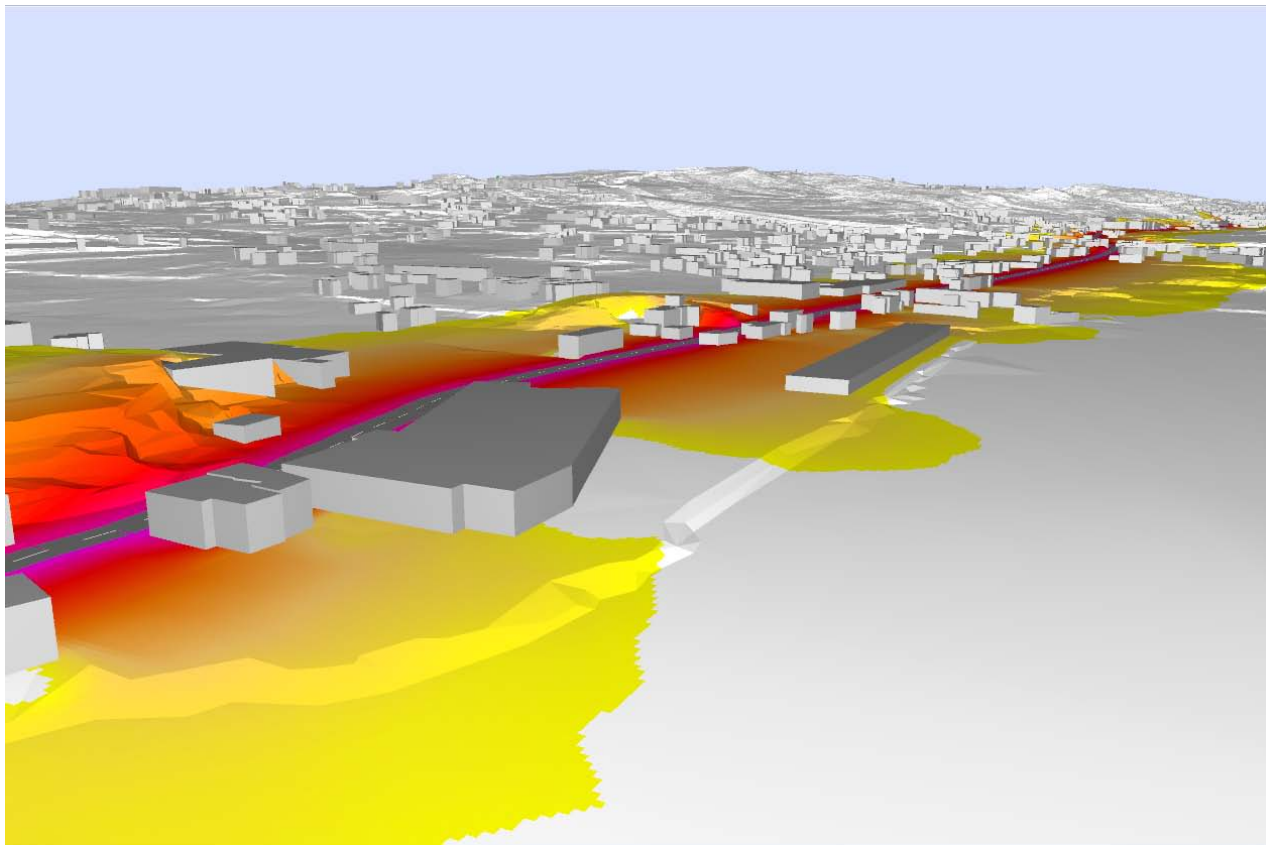
Observando los resultados de los mapas de afección se puede concluir que las superficies afectadas por rangos superiores a 55 dB son de reducidas dimensiones, lo que conlleva que el número de habitantes y viviendas expuestas no superen en ningún caso las dos centenares. Asimismo, ningún edificio sensible se ve afectado por niveles de ruido superiores a 55 dB.

9.- CONCLUSIÓN

Con la realización del presente estudio elaboraron los Mapas Estratégicos de Ruido del tramo PO-529 - Caleiro de la vía PO-549 (perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia), de acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE de 25 de junio de 2002 sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental y en la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, considerando alcanzados los objetivos planteados inicialmente así como los establecidos en la legislación vigente.

La elaboración de este estudio constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias que se deban realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones.

II PLANOS



CLAVE

PO/13/043.09.15

TIPO DE ESTUDIO

MAPA EXTRATÉXICO DE RUÍDO

DOCUMENTOS

DOCUMENTO RESUME

ESTRADA

PO-550
CAMBADOS (VG-4.3) - A LANZADA (PO-308)

PUNTOS QUILOMÉTRICOS

0+000 – 10+970

DATA

XULLO 2014

CONSULTOR



I MEMORIA

I MEMORIA

1.-	INTRODUCCIÓN	4
2.-	OBJETO DEL ESTUDIO.....	4
3.-	AUTORIDAD RESPONSABLE	5
4.-	PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES.....	5
5.-	ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME.....	6
6.-	METODOLOGÍA	11
6.1.-	MODELO DE SIMULACIÓN.....	11
6.2.-	CREACIÓN DEL MODELO 3D.....	12
6.2.1.-	INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA	12
6.2.2.-	INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO.....	13
6.2.3.-	INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS	16
6.2.4.-	MODELADO DE TÚNELES	18
6.2.5.-	MODELADO DE VIADUCTOS.....	18
6.2.6.-	MODELADO DE PASOS SUPERIORES.....	19
6.2.7.-	INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS	19
6.2.8.-	INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO	20
6.3.-	CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D	20
7.-	PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN	21
8.-	RESULTADOS.....	23
8.1.-	MAPAS DE NIVELES SONOROS.....	23
8.2.-	POBLACIÓN EXPUESTA.....	24
8.2.1.-	METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA	24
8.2.2.-	TABLAS DE RESULTADOS	27

8.3.-	MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN.....	29
9.-	CONCLUSIÓN	30

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	ÁMBITO DE ESTUDIO.....	6
FIGURA 2.	PO-550. INICIO DEL TRAMO HACIA CAMBADOS	7
FIGURA 3.	PO-550. CENTRO DE CAMBADOS.....	7
FIGURA 4.	PO-550. VIADUCTO DEL UMIA.....	8
FIGURA 5.	PO-550. PASO POR A EIREXE	9
FIGURA 6.	PO-550. GLORIETA FINAL	9
FIGURA 7.	PLANO DE UBICACIÓN DE LA UME OBJETO DE ESTUDIO	10
FIGURA 8.	DETALLE DE LA VISTA DINÁMICA DEL MODELO TRIDIMENSIONAL GENERADO	11
FIGURA 9.	DETALLE DE LOS PUNTOS LIDAR FACILITADOS.....	13
FIGURA 10.	DETALLE DEL MDT GENERADO	13
FIGURA 11.	CURVADO FINALMENTE OBTENIDO A PARTIR DE LOS PUNTOS LIDAR	13
FIGURA 12.	VISTA 3D DE LA MODELIZACIÓN EFECTUADA	20
FIGURA 13.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LD, LE Y LDEN.....	24
FIGURA 14.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LN....	24

LISTA DE TABLAS

TABLA 1.	TRAMOS DE LA VÍA OBJETO DE ESTUDIO	5
TABLA 2.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA UME ESTUDIADA	10
TABLA 3.	DATOS DE TRÁFICO.....	15
TABLA 4.	DATOS DE POBLACIÓN EN LOS MUNICIPIOS AFECTADOS	18
TABLA 6.	OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA	22

TABLA 7. VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA LOS PERIODOS LD, LE Y LDEN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO 27

TABLA 8. VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA EL PERIODO LN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO 27

TABLA 9. NÚMERO DE VIVIENDAS EXPUESTAS (EN CENTENAS) A DISTINTOS RANGOS DE NIVEL SONORO PARA LOS PERIODOS LD, LE, LN Y LDEN 28

TABLA 10. NÚMERO DE EDIFICIOS SENSIBLES (EN UNIDADES) Y CAMAS/ALUMNOS (EN CENTENAS) EXPUESTAS A DISTINTOS RANGOS PARA EL PERIODO LDEN 29

TABLA 11. DATOS RELATIVOS A ZONAS DE AFECCIÓN PARA EL PERIODO LDEN 30

II PLANOS

0.- PLANO DE SITUACIÓN

1.- MAPAS NIVELES SONOROS

1.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS DÍA (1:25.000)

1.2.- MAPAS DE NIVELES SONOROS TARDE (1:25.000)

1.3.- MAPAS DE NIVELES SONOROS NOCHE (1:25.000)

1.4.- MAPAS DE NIVELES SONOROS Lden (1:25.000)

2.- MAPAS DE AFECCIÓN

2.1.- MAPA DE ZONA DE AFECCIÓN (1:25.000)

1.- INTRODUCCIÓN

La aprobación de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental establece la necesidad de elaborar, en una primera fase, los Mapas Estratégicos de Ruido (MER) de grandes ejes viarios cuyo tráfico supere los seis millones de vehículos al año, para en una segunda fase realizar los mapas correspondientes a los grandes ejes viarios con tráfico superior a tres millones de vehículos al año.

La Directiva 2002/49/CE define el Mapa Estratégico de Ruido como “un 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.”

Para la aplicación de la citada directiva en el territorio español se elaboró la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, que no se limita a transponer el contenido de la directiva, sino que trata de regular, a través de una adecuada distribución de competencias administrativas y del establecimiento de los mecanismos oportunos, la mejora de la calidad acústica en nuestro entorno.

Con el objeto de desarrollar esta ley se formuló el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, en cuanto a la evaluación y gestión del ruido ambiental, con la finalidad de prever, reducir o evitar los efectos nocivos, incluyendo las molestias derivadas de la exposición al ruido ambiental. A tal efecto se desarrollan los conceptos de ruido ambiental y sus efectos y molestias sobre la población, junto con una serie de medidas que permiten la consecución de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido, los planes de acción y la información a la población.

A fin de dar cumplimiento a la legislación vigente, la Consellería de Medio Ambiente Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, promueve la segunda fase de elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido de las vías pertenecientes a la Red Autonómica de Carreteras de Galicia.

2.- OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto del presente documento resumen es el de plasmar, de forma sintética y fácilmente comprensible, los resultados arrojados por los Mapas Estratégicos de Ruido

de los siguientes tramos de la PO-550, perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia:

DENOMINACIÓN	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONGITUD (km)
Cambados (VG-4.3) - A Lanzada (PO-308)	Cambados (VG-4.3) - Glor. Cambados Sur	0+000	1+240	1,24
	Glor. Cambados Sur - PO-303 (Castrelo)	1+240	6+820	5,58
	PO-303 (Castrelo) - Vilalonga (PO-504)	6+820	10+970	4,15

Tabla 1. Tramos de la vía objeto de estudio

Según se recoge en el Artículo 15 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, los mapas de ruido tendrán, entre otros, los siguientes objetivos:

- Permitir la evaluación global de la exposición a la contaminación acústica de una determinada zona.
- Permitir la realización de predicciones globales para dicha zona.
- Posibilitar la adopción fundada de planes de acción en materia de contaminación acústica y, en general, de las medidas correctoras adecuadas.

Asimismo, la elaboración de los MER constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias a realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones

3.- AUTORIDAD RESPONSABLE

La autoridad responsable de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruidos fue la Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, contando con la asistencia de la empresa ICEACSA Consultores S.L.U.

4.- PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES

De acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, y en la Ley del Ruido y sus posteriores Reglamentos, tuvieron que

realizarse, en una primera fase los Mapas Estratégicos de Ruido de las carreteras de más de 6 millones de vehículos al año; y en una segunda fase los de las carreteras de más de 3 millones de vehículos al año.

Por lo tanto, en la actualidad no se encuentra vigente ningún Programa de Acción contra el ruido derivado de la primera fase en la Unidad de Mapa Estratégico Cambados (VG-4.3) - A Lanzada (PO-308) entre los PP.KK. 0+000 y 10+970.

Así, en cumplimiento de la legislación, se elabora en la segunda fase esta UME. El estudio constituye la primera aproximación a la problemática del ruido generado por la infraestructura viaria.

5.- ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME

El tramo de estudio de la PO-550 parte del núcleo de Cambados, en la glorieta de conexión con la PO-300 en dirección Mosteiro hacia el E, la VG-4.2 hacia el S y la VG-4.3 hacia el N.

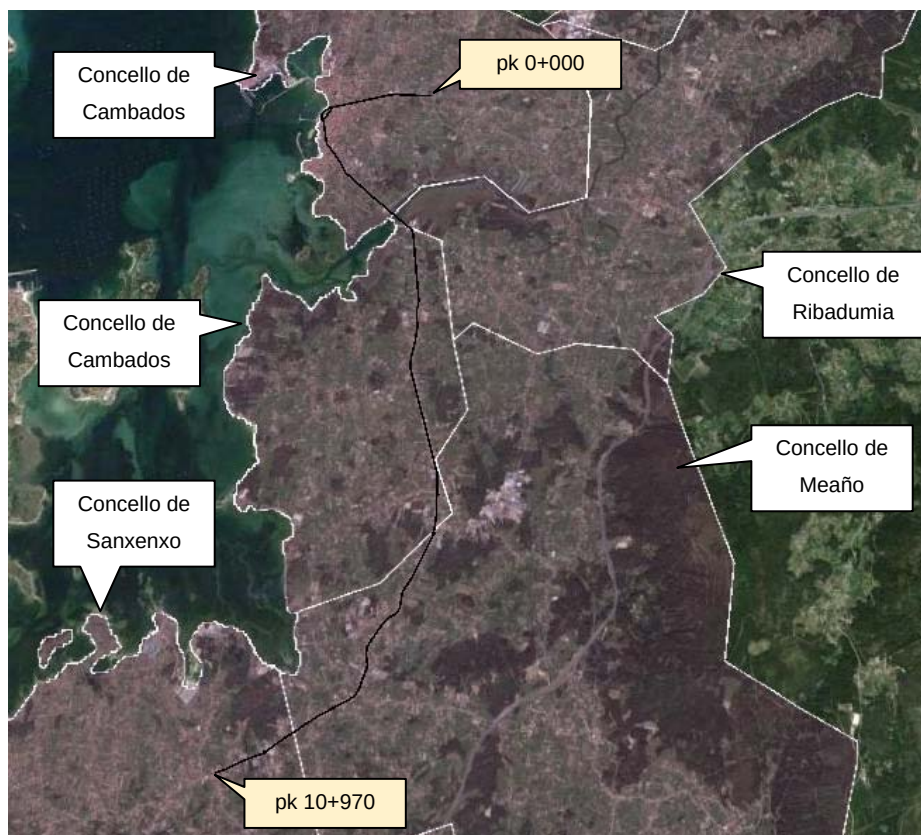


Figura 1. Ámbito de estudio

Desde la glorieta de inicio, el trazado se dirige hacia el O, hacia el centro del núcleo de Cambados. En este primer tramo, discurre por una zona en la que se mezclan edificaciones de planta baja con zonas de prados, algunos de ellos abandonados, con aceras a ambos lados.



Figura 2. PO-550. Inicio del tramo hacia Cambados

Desde el pk 0+800 aproximadamente, el entorno puede decirse que se transforma en propiamente urbano, con una densidad de edificación alta, con edificios de 2 ó 3 plantas hasta la glorieta de la plaza del Ayuntamiento, en el pk 1+220..



Figura 3. PO-550. Centro de Cambados

Desde el pk 1+220 hasta el 1+440, la carretera se desdobra en dos calzadas, una paralela al paseo marítimo en sentido A Lanzada, entre el paseo marítimo y la lonja, y

otro por la Avenida de Galicia en sentido Cambados, entre la lonja y una línea de edificaciones de 2 ó 3 plantas. Desde aquí, poco a poco la densidad de edificaciones va decreciendo, apareciendo de nuevo edificaciones más pequeñas, de tipo unifamiliar, hasta que nuevamente aparecen espacios abiertos dedicados a cultivos, especialmente a viñedos hasta el viaducto del río Umia, en el Concello de Ribadumia, para volver a Cambados al finalizar el puente.



Figura 4. PO-550. Viaducto del Umia

Pasado el río Umia, continúa por una zona donde se intercalan edificaciones dispersas con tierras de cultivo, pero con una mayor densidad que antes del río, correspondiente a su paso por los núcleos de A Bouza, Xesterira o Tamoira, donde se localizan varias naves de tipo comercial. Todos estos núcleos cuentan con aceras a ambos lados de la calzada.

Al finalizar el Concello de Cambados una glorieta da acceso al Parque Empresarial de Pedreira, ya en el Concello de Meaño, en el que atraviesa los núcleos de Coirón y Eirexe, con una densidad de edificaciones mucho mayor, y cierta entidad urbana, reflejada en edificios pegados a las márgenes de la carretera de 2 ó tres plantas y sin apenas separación entre ellos.

En el núcleo de A Eirexe se sitúa el viaducto da Chanca.



Figura 5. PO-550. Paso por A Eirexe

Finalmente, el tramo entra en su parte final en el Concello de Sanxenxo, donde en Xunca Blanca se localizan varias naves dedicadas a actividades comerciales y las edificaciones aisladas nuevamente van dando paso a, llegando a la glorieta final, a edificaciones de mayor entidad.



Figura 6. PO-550. glorieta final

La identificación de las Unidad de Mapa Estratégico (UME) se realizó conforme a los siguientes criterios generales:

- Una UME solamente puede incluir tramos pertenecientes a una misma vía.
- Todos los tramos que conforman la UME deben tener una IMD igual o superior a 3.000.000 veh/año, como establece la Directiva 2002/49/CE del Parlamento

Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental.

Teniendo en cuenta dichos criterios, los tramos recogidos en la tabla siguiente comprenden una única Unidad de Mapa Estratégico (UME), contemplándose como fuente de ruido independiente, analizándose su efecto por separado y obteniéndose un Mapa Estratégico de Ruido en el que únicamente se considera la propagación del ruido causado por el tronco de la infraestructura. Dichos mapas se corresponden al alcance de la segunda fase de la Directiva 2002/49/CE y su correspondiente transposición a la legislación estatal.

UME	VÍA	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONG (km)	IMD (VEH/DÍA)	% PESADOS	MUNICIPOS AFECTADOS
01	PO-550	Cambados (VG-4.3) - Glor. Cambados Sur	0+000	1+240	1,24	13.207	5,3	Cambados
		Glor. Cambados Sur - PO-303 (Castrelo)	1+240	6+820	5,58	9.090	5,3	Cambados, Ribadumia
		PO-303 (Castrelo) - Vilalonga (PO-504)	6+820	10+970	4,15	8.748	5,3	Meaño, Sanxenxo

Tabla 2. Características generales de la UME estudiada

En la siguiente figura se observa la ubicación de la UME objeto de estudio.

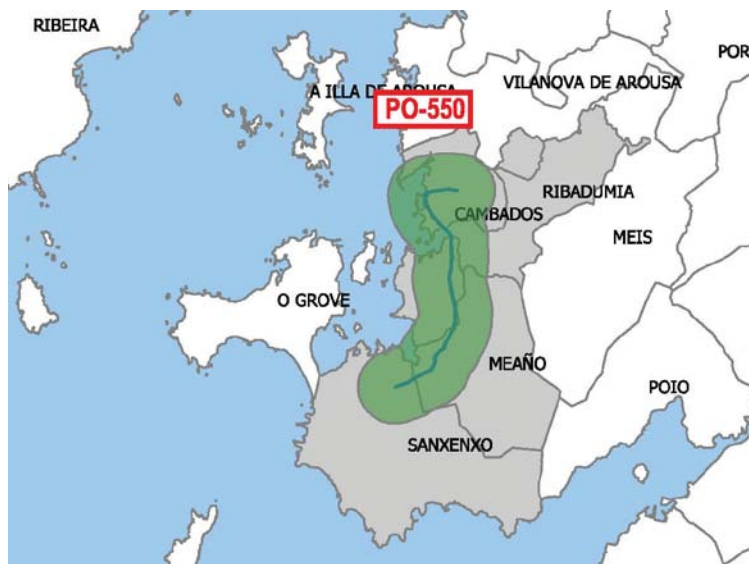


Figura 7. Plano de ubicación de la UME objeto de estudio

6.- METODOLOGÍA

Para la realización de la simulación acústica fue necesaria la implementación de un modelo tridimensional del área de estudio, incluyendo carreteras, edificaciones y elementos singulares, tal y como se aprecia en la imagen adjunta.

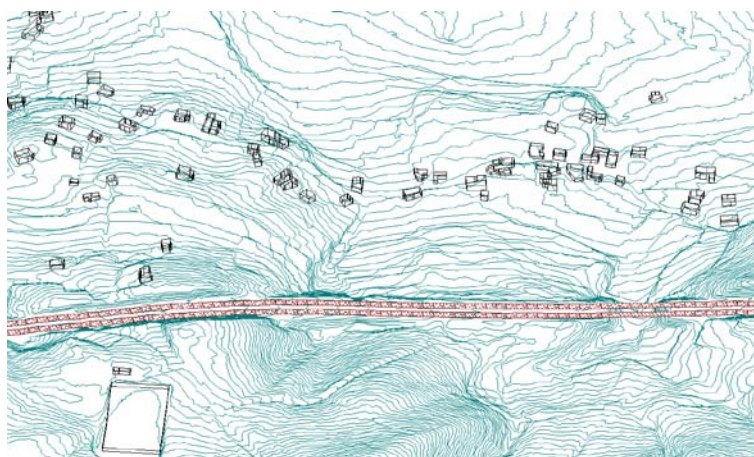


Figura 8. Detalle de la vista dinámica del modelo tridimensional generado

El software predictivo para la realización del modelo tridimensional del área de estudio, y para el posterior desarrollo de los cálculos matemáticos de propagación de ruido en ambiente exterior y ejecución de los Mapas Estratégicos de Ruido, fue CadnaA Versión 4.4 (DataKustik GmbH). Con este software, y con un modelado del entorno preciso, se pueden determinar los niveles de ruido causados por el tráfico rodado. Tanto el procesado previo de la información de base como el análisis de los datos obtenidos se realizó mediante GIS.

6.1.- MODELO DE SIMULACIÓN

Siguiendo las disposiciones del Real Decreto 1513/2005, los índices de ruido del tráfico rodado fueron determinados por medio del método nacional de cálculo francés «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTULCPC-CSTB)», mencionado en el «Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal officiel du 10 mai 1995, article 6» y en la norma francesa «XPS 31-133». Este modelo es el propuesto de manera provisional por la Unión Europea para la realización de mapas de ruido en aquellos países que carezcan del suyo propio, según se describe en la recomendación 2003/613/EC de la Comisión Europea.

La elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido engloba la generación del modelo digital, la definición de los parámetros de entrada, el cálculo de los mapas y la evaluación de los resultados obtenidos.

El modelo 3D estará constituido por la topografía y las edificaciones del ámbito de estudio, el tramo/s de carretera que conforman la UME, y los elementos singulares concretos de cada caso (viaductos, pasos superiores, muros, pantallas acústicas,...).

- Carreteras: datos de tráfico (IMD y porcentaje de pesados), características del firme, tipo de flujo y límites de velocidad.
- Edificios: tipo de uso, altura, número de plantas, número de habitantes (en caso de ser residencial) y coeficiente de absorción alfa.
- Viaductos: longitud de apantallamiento.
- Muros y pantallas: pérdidas por reflexión.
- Terreno: coeficientes de absorción.
- Túneles: radiación procedente de las entradas y salidas.

Definido el modelo e introducidos los parámetros y configuración, se lleva a cabo la simulación acústica, obteniéndose de este modo los Mapas Estratégicos de Ruido.

6.2.- CREACIÓN DEL MODELO 3D

En el presente apartado se describen los procesos necesarios para la definición del escenario de modelización en el software de cálculo a partir de la información base.

La definición de cada uno de los atributos que caracterizan los elementos del modelo se realizó en GIS previa incorporación al software de cálculo. El objeto de este tratamiento previo es el de sistematizar el proceso de creación del modelo, evitando errores u omisiones en la definición del escenario.

6.2.1.- INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA

Para llevar a cabo el modelado digital del terreno (MDT) se empleó como fuente de información el vuelo LIDAR suministrado por la Axencia Galega de Infraestruturas, del que se extrajo la nube de puntos que conforman el terreno. Posteriormente, mediante un proceso de triangulación se obtuvieron las curvas de nivel cada metro.



Figura 9. Detalle de los puntos LIDAR facilitados



Figura 10. Detalle del MDT generado

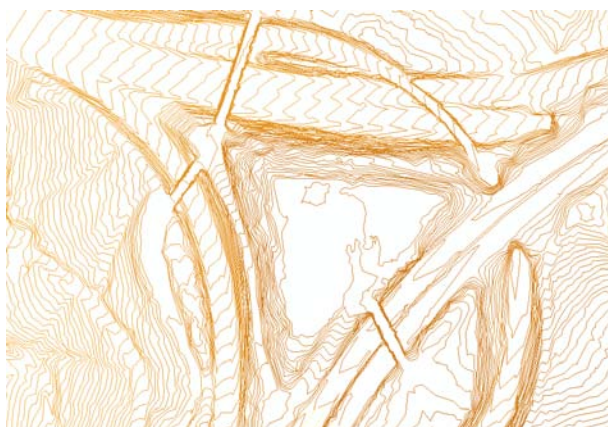


Figura 11. Curvado finalmente obtenido a partir de los puntos LIDAR

6.2.2.- INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO

Mediante el empleo de herramientas GIS, el eje de la carretera se definió a partir del conjunto de datos geométricos facilitados por la Axencia Galega de Infraestruturas, disponiendo de puntos cada 10 m, con la siguiente información:

- Coordenadas X, Y, Z.
- Número de carriles.
- Anchos de plataforma, calzada y arcenes.
- Peraltes y pendientes.

Las características geométricas que definen el eje cada 10 m se extendieron para cada punto 5 m antes y 5 m después. Una vez definido el eje se procedió a la corrección y depuración de la información, comparando los ejes con la ortofoto actualizada y con los datos tomados en las preceptivas visitas a campo realizadas.

Establecida la geometría definitiva de la vía, se definieron en GIS los atributos que caracterizan la emisión acústica, con anterioridad a su importación desde CadnaA. A continuación se describe cada uno de los atributos considerados, los datos de partida disponibles, así como el tratamiento realizado previa incorporación al modelo:

- Geometría: la PO-550, cuenta en todo el tramo de estudio con una única calzada con dos carriles, excepto en las zonas donde existen carriles de incorporaciones que cuenta con 3. El ancho medio del carril es de 3,3 m. Los arcones cuentan con un ancho medio de 1,4 m, variable entre los 0 y los 5,6 m.
- Datos de tráfico: los datos de tráfico utilizados para el cálculo de los niveles sonoros fueron los correspondientes a las Memorias de Aforos del año 2012, proporcionadas por la Axencia Galega de Infraestruturas.

Tomando como base la distribución horaria en un día medio, se llevó a cabo el cálculo de la IMD por hora para cada uno de los periodos considerados (día, tarde y noche). Puesto que para los tramos Cambados (VG-4.3) - Glor. Cambados Sur y Glor. Cambados Sur - PO-303 (Castrelo) no se disponía de distribución horaria, al valor de la IMD diaria del año 2012 se le aplicó la distribución porcentual del otro tramo que conforma la UME, Cambados (VG-4.3) - Glor. Cambados Sur, obteniéndose de esta forma la IMD por hora.

Respecto a la distribución de pesados, se aplicó para todos los tramos y todos los periodos considerados el valor diario del tramo Cambados (VG-4.3) - Glor. Cambados Sur, recogido en la Memoria de Aforos.

Para el caso específico de las glorietas el tráfico se cuantificó como la suma de las IMD de las entradas dividida por el número de salidas.

UME	VÍA	TRAMO	IMD				% PESADOS
			(VEH/DÍA)	DÍA (VEH/H)	TARDE (VEH/H)	NOCHE (VEH/H)	
01	PO-550	Cambados (VG-4.3) - Glor. Cambados Sur	13.207	723,7	731,9	199,5	5,3
		Glor. Cambados Sur - PO-303 (Castrelo)	9.090	498,1	503,7	137,3	5,3
		PO-303 (Castrelo) - Vilalonga (PO-504)	8.748	479,3	484,8	132,1	5,3

Tabla 3. Datos de tráfico

- Límite de velocidad: partiendo de la velocidad límite permitida por la normativa para la vía objeto de estudio (90 km/h), se determinaron los tramos con restricciones de velocidad a partir de los datos de señalización vertical aportados por la Axencia Galega de Infraestruturas, realizándose una revisión de los mismos en las visitas a campo realizadas. En aquellos lugares en los que se detectó señalización insuficiente o contradictoria (ausencia de señales de fin de limitación de velocidad, tramos interurbanos sin especificación de la velocidad máxima permitida,...) se optó por definir tramos los más homogéneos posibles, tomando siempre el valor de velocidad más desfavorable (la mayor de los posibles).

Para cada una de los subtramos se establecieron límites de velocidad diferenciados en función del tipo de vehículo que circule (ligero o pesado), ya que según el límite establecido dicha velocidad puede no ser coincidente.

Así, la mayor parte del trazado discurre por varios núcleos de población a ambos lados de la carretera por lo que se estableció una velocidad de 50 km/h para todo el recorrido, correspondiente a la limitación de velocidad establecida para travesía. Además se definieron varios tramos con límite de velocidad a 70 km/h.

Para el caso específico de las gloriets definió una velocidad de 40 km/h, tanto para vehículos ligeros como pesados.

- Superficie de la carretera: el tipo de firme tiene influencia directa sobre la emisión de la vía. La UME objeto de estudio presenta una capa de asfalto bituminoso en toda su longitud.

- Tipo de flujo: de forma general se consideró que el flujo es continuo fluido, salvo en las glorietas donde se definió como continuo en pulso.

Una vez definida la geometría y los parámetros característicos de cada subtramo de 10 m que compone la UME, se procedió a su importación en CadnaA como carretera en formato shape. Por último, para conseguir que la carretera se acople por completo al terreno, se realizó el ajuste del MDT al objeto bajo la plataforma de la vía.

6.2.3.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS

Tomando como base la capa shape de la Dirección General del Catastro, se realizó una revisión general del ámbito de trabajo, completándose aquellas zonas que presentaban carencia de edificaciones recientes. Esta revisión se hizo a partir de las fotografías aéreas del PNOA y mediante visitas a campo. Así, se elaboró una cobertura de polígonos revisada a través de:

- La digitalización de los edificios inexistentes en el Catastro.
- La eliminación de los elementos que ya no existen o que no se corresponden con edificios (invernaderos, piscinas,...).

6.2.3.1.- ALTURA

La altura de las edificaciones se definió a partir del número de plantas contempladas en los datos del Catastro, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La altura mínima de un edificio es de 4 m.
- En los edificios residenciales, sanitarios y educativos se consideró una altura de 4 m para las plantas bajas, y de 3 m para el resto.
- Aquellas edificaciones que comparten código catastral y están claramente unidas se agruparon como un único edificio, asignándole el número de plantas correspondiente al edificio más alto con código compartido.

Para aquellos edificios que no se encuentran contenidos en la base de datos de Catastro y que fueron digitalizados posteriormente, el número de plantas fue estimado a partir de la revisión de la fotografía aérea y de las visitas, corrigiendo y depurando errores de la información catastral de base (alturas inexistentes o excesivas).

6.2.3.2.- USO

Partiendo de los metadatos descargados de la Sede Electrónica del Catastro, los usos de los edificios se completaron a través de las siguientes fuentes de información:

- Fotografías aéreas del PNOA.
- Información de las visitas a campo realizadas.

Los usos identificados fueron:

- Residencial.
- Sanitario y docente.
- Industrial, terciario y otros.

A todos los edificios de la zona de estudio se asignó uno de los anteriores usos con el fin de identificar los edificios residenciales para el cálculo de la población, así como para determinar las áreas acústicas en la elaboración de los mapas de zonas de conflicto. Además, se identificaron los edificios de tipo docente y sanitario por ser receptores sensibles, a través de la información disponible en las siguientes fuentes:

- Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria de la Xunta de Galicia.
- Consellería de Sanidade de la Xunta de Galicia.

6.2.3.3.- POBLACIÓN ASIGNADA

Uno de los objetivos de los MER es la obtención del número de personas expuestas a los diferentes niveles de ruido, para lo que se realizó un tratamiento consistente en el reparto de la población entre los edificios residenciales existentes.

La información de partida se obtuvo del padrón municipal de habitantes del año 2013 del Instituto Galego de Estatística (IGE). Tomando como base la población de cada municipio, y una vez identificados los edificios residenciales de cada uno, se hizo un reparto proporcional de la población en función de la superficie residencial total construida. El número de habitantes en cada se calculó como el producto del coeficiente de habitabilidad anteriormente definido por la superficie de cada edificio residencial, resultando:

MUNICIPIO	POBLACIÓN	SUP. TOTAL RESIDENCIAL (m ²)	COEF. HABITABILIDAD (HAB/m ²)
Cambados	13.544	920.770	0,0147
Ribadumia	5.168	301.653	0,0171
Meaño	5.421	648.123	0,0084
Sanxenxo	17.582	2.312.343	0,0076

Tabla 4. Datos de población en los municipios afectados

En el caso de los edificios sensibles se cuantificó el número de alumnos en los edificios de uso docente, y de camas en los de uso sanitario.

6.2.3.4.- EFECTO REFLECTANTE

Para tener en cuenta el efecto reflectante de las edificaciones se asignó un Coeficiente de Absorción Alfa de 0,4 en todos los casos.

6.2.3.5.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS EN CADNAA

Una vez depurada y corregida la capa de edificaciones, con todos los atributos definidos se importaron desde CadnaA como edificio en formato shape.

En última instancia se hizo una revisión general del modelo, subsanándose aquellos desajustes existentes entre la topografía y la base de los edificios ("enterramientos"), así como los solapes entre la plataforma de la vía y las edificaciones incorporadas.

6.2.4.- MODELADO DE TÚNELES

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad túneles en la presente UME.

6.2.5.- MODELADO DE VIADUCTOS

Aquellos tramos de la carretera que presentan viaductos, puentes, pontones o pasos inferiores de grandes dimensiones fueron modelizados evitando la emisión acústica bajo el plano de la plataforma de la vía. Para ello, siguiendo las recomendaciones del software predictivo, estos tramos se configuraron como auto-apantallados con una anchura adicional de 1,5 m a izquierda y derecha.

Previamente al auto-apantallado del tramo de vía definió la geometría del viaducto, corroborándose el correcto apoyo de los estribos y corrigiéndose cuando fuese necesario, el curvado LIDAR bajo los estribos.

La identificación de los diferentes elementos (viaductos, puentes, pontones y pasos inferiores) se realizó en base a la revisión de la ortofoto, completándose con los datos tomados en las visitas a campo realizadas.

6.2.6.- MODELADO DE PASOS SUPERIORES

En el modelo se definieron únicamente aquellos pasos superiores que presentan un ancho superior a 25 m, incorporándose como reflectores 3D.

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pasos superiores con anchura superior a 25 m en la presente UME.

6.2.7.- INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS

Junto con las edificaciones, los muros y pantallas constituyen obstáculos a la propagación del ruido, por lo que se incluyeron en el modelo tridimensional.

El trabajo de campo realizado permitió cartografiar la presencia de estas barreras, siendo los elementos identificados y sus características principales las recogidas en la tabla adjunta.

ELEMENTO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONGITUD (m)	ALTURA (m)	TIPO REFLEXIÓN
Cerramiento parcela M.D.	1+150	1+215	65	2,8	Fachada de construcción
Cerramiento parcela M.I.	4+650	4+720	70	2,8	Fachada de construcción

5. Pantallas y barreras incluidas en el modelo

Los muros de contención identificados no fueron incluidos en la modelización efectuada, ya que se estima que su presencia no supone un apantallamiento mayor al producido por las tierras que contiene

La incorporación de los obstáculos al modelo se realizó importándose como pantallas en formato shape.

6.2.8.- INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO

Las características del suelo son un factor determinante en la propagación del ruido, por lo que en la modelización efectuada se definieron diferentes áreas de absorción.

De forma genérica se considera el terreno base como absorbente ($G=1$, sin embargo se definieron ciertas áreas de carácter urbano e industrial como reflectantes ($G=0$), realizándose la zonificación del territorio en base a los usos del suelo definidos por el Instituto de Estudios do Territorio. De esta forma, las áreas consideradas como reflectantes son las correspondientes a núcleos de población, tejido urbano continuo y zonas industriales, comerciales y de servicios.

La incorporación de estas zonas al modelo se realizó importándose como áreas de absorción del suelo en formato shape.

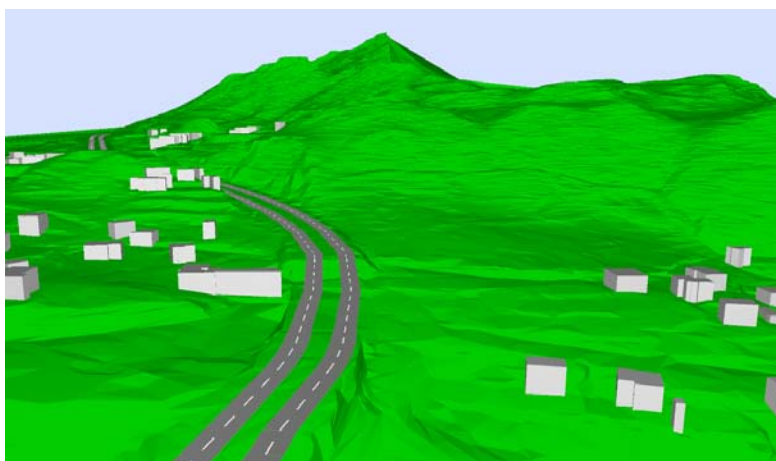


Figura 12. Vista 3D de la modelización efectuada

6.3.- CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D

Para la elaboración de los MER de cada UME, con anterioridad a la introducción de los diferentes elementos que componen el modelo, es preciso definir una configuración de cálculo en el software de acuerdo a la Directiva 2002/49/CE donde se identifiquen los parámetros necesarios para la correcta definición del escenario previsto.

- La norma empleada para el cálculo es la NMPB-Routes-96.
- El espaciado de los receptores en la malla de cálculo es de 10 x 10 m a una altura de 4 m sobre el suelo.
- El orden máximo de reflexiones consideradas es de 1.

- Se estableció un radio máximo de búsqueda de 2.000 m.
- El porcentaje de condiciones favorables día/noche se corresponde con un 50% en periodo diurno, un 75% en periodo vespertino y un 100% en periodo nocturno.
- Siguiendo las recomendaciones de la European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN), las condiciones atmosféricas consideradas son una temperatura de 15°C y una humedad del 70%.
- El cálculo de la atenuación sufrida por las ondas sonoras en el medio ambiente exterior se obtiene de acuerdo a los procedimientos de la ISO 9613.
- Los valores de inmisión considerados son L_{día}, L_{tarde}, L_{noche} y L_{den}, todos ellos en dBA, a una altura de evaluación de 4 m.
- La designación de horas para los periodos considerados es de 07:00 a 19:00 día, de 19:00 a 23:00 tarde y de 23:00 a 07:00 noche.
- Se aplicó una penalización de 0 dB para el periodo diurno, de 5 dB para el vespertino y de 10 dB para el nocturno.
- Para la evaluación de los niveles de ruido en fachada de edificios se consideró una altura de las plantas bajas de 4 m y de 3 m para el resto. Asimismo, se tuvo en cuenta únicamente el sonido incidente, es decir, no se consideró el sonido reflejado en la fachada donde se realiza la evaluación, aunque sí las reflexiones en el resto de edificios y obstáculos presentes en el área de estudio.

7.- PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN

Para determinar los indicadores y los niveles límites de referencia que permitan evaluar la afección al ruido, se recurrió a la legislación vigente en materia de objetivos de calidad acústica que viene fijada en 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, concretamente lo recogido en el Capítulo III "Zonificación acústica. Objetivos de calidad acústica" y en el Capítulo IV "Emisores acústicos. Valores límite de emisión e inmisión".

El artículo 14 del citado Real Decreto dice textualmente:

1. En las áreas urbanizadas existentes se establece como objetivo de calidad acústica para ruido el que resulte de la aplicación de los siguientes criterios:

a) Si en el área acústica se supera el correspondiente valor de alguno de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla A, del anexo II, su objetivo de calidad acústica será alcanzar dicho valor.

ANEXO II

Objetivos de calidad acústica

Tabla A. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes.

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L_d	L_e	L_n
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.

Tabla 6. Objetivos de calidad acústica

En relación al tipo de área f se aplicará el Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica 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.

Como se puede observar en la tabla anterior, los objetivos se establecen para los índices de ruido, L_d , L_e y L_n , cuya definición según 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, es:

L_d es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año.

L_e es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año.

Ln es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año.

En vista de lo expuesto, la evaluación de la exposición al ruido de la población pasará por determinar cada uno de los indicadores Ld, Le y Ln, y compararlos con los niveles límite establecidos en los objetivos de calidad acústica para cada tipo de área.

8.- RESULTADOS

Conforme a la normativa vigente, la elaboración de un mapa estratégico conlleva la obtención de una información gráfica y otra alfanumérica, representada mediante mapas y tablas de afección.

La escala básica de representación de los Mapas Estratégicos de Ruido contenidos en el presente documento es 1/25.000, siendo la base cartográfica la 1/5.000 de la Xunta de Galicia. El sistema de proyección es ETRS-89, zona 29 N.

En la elaboración de los MER de cada UME, el área de estudio vino delimitada por la longitud del tramo/s de carretera que define la propia UME y por una banda, con un ancho de 1.500 m a cada lado del eje de la calzada.

8.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS

Son mapas de líneas isófonas elaborados a partir de los niveles de ruido calculados en puntos receptores a lo largo de toda la zona de estudio.

Se elaboraron los planos de niveles sonoros representando los indicadores establecidos por la legislación básica estatal y las recomendaciones del Ministerio de Fomento, siendo los mapas generados los siguientes:

- Mapa de niveles sonoros de Ld en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de Le en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.

- Mapa de niveles sonoros de L_n en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70.
- Mapa de niveles sonoros de L_{den} en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.

L_{den} , L_d , L_e

Rango	Descripción	R	G	B
> 75	Rosa fuerte	255	0	255
70-75	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
≤ 55	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	55-60
	60-65
	65-70
	>75

Figura 13. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del L_d , L_e y L_{den}

L_n

Rango	Descripción	R	G	B
>70	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
50-55	Verde	100	200	0
≤ 50	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	50-55
	55-60
	60-65
	>70
	65-70

Figura 14. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del L_n

8.2.- POBLACIÓN EXPUESTA

8.2.1.- METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA

La determinación de la situación acústica a partir de los mapas de niveles sonoros requiere el análisis de la afección del ruido sobre la población. En esta línea, la normativa establece que debe estimarse el número de personas expuestas a ciertos rangos de niveles de presión sonora, sin entrar en detalles técnicos de cómo proceder.

Existen diferentes métodos para determinar los niveles de exposición en fachada para cada uno de los edificios, conforme a la normativa y a las guías de trabajo internacionales en materia de contaminación acústica.

La Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, con el fin de determinar la exposición al ruido ambiental de los Estados Miembros, establece en su Anexo VI que deberá comunicarse a la comisión europea, para el caso de las aglomeraciones sobre las que se realice el Mapa Estratégico de Ruidos (MER), la siguiente información:

- Número estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de Lden en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75), distinguiendo entre el tráfico rodado, el tráfico ferroviario, el tráfico aéreo y las fuentes industriales.
- El número total estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de Ln en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70), distinguiendo entre el tráfico rodado, ferroviario, aéreo y las fuentes industriales.

Este planteamiento, denominado END (European Noise Directive), es el que debe utilizarse para entregar los resultados a la comisión europea, siendo también habitual para la entrega al resto de administraciones. Sin embargo, este procedimiento, es el que proporciona peores resultados con respecto a la exposición real de la población, arrojando valores de población afectada a distintos rangos de niveles sonoros muy superiores a la realidad, por lo resulta necesario plantear otros métodos que, de forma adicional, arrojen resultados que no sobreestimen la población expuesta.

A continuación se presentan los siguientes procedimientos de estimación de la población afectada por ruido ambiental:

- Método END
- Método VBEB Alemán

8.2.1.1.- MÉTODO END

El método END (European Noise Directive) se presenta en la Directiva Europea 2002/49/CE como un método para satisfacer la obligación de proporcionar a la comisión europea los datos del número estimado de personas cuyas viviendas están expuestas a diferentes rangos de Lden y Ln, a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta, aquella que soporta mayor nivel de presión sonora.

Esta estimación, requiere del cálculo de receptores específicos en cada una de las fachadas de los edificios, a una altura relativa de 4 metros respecto al suelo y tomando las consideraciones necesarias para excluir las reflexiones acústicas de la propia fachada como ruido incidente en el propio receptor.

Este planteamiento, supone que todos los habitantes de cada edificio están sometidos al mayor nivel de presión sonora registrado en la fachada más expuesta, lo que no se acerca a la situación real, en la que la población se distribuye a lo largo del edificio, en relación a la posición de las viviendas. Este procedimiento podría dar resultados próximos a la realidad en viviendas unifamiliares, pero en el caso de edificios de varias plantas se obtendría un resultado de población expuestas sobreestimado.

8.2.1.2.- MÉTODO VBEB

El método alemán VBEB (Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm) permite obtener los valores reales de afección a los que se encuentra expuesta la población. Su procedimiento contempla la distribución de receptores de niveles de presión sonora a lo largo de las fachadas, estableciendo estos a diferentes niveles de altura en función del número de plantas.

Cada uno de estos receptores determinará el nivel de presión sonora al que se encuentra expuesta cada vivienda, considerando el parámetro de altura, a diferencia del método END expuesto anteriormente, en el que la evaluación de la exposición se realizaba a 4 m del suelo.

Esta metodología permite afinar los resultados al distribuir la población de cada edificio a lo largo del perímetro en planta y de las alturas. Como se puede intuir, los niveles de presión sonora evaluados a diferentes alturas proporcionarán resultados distintos, en función de la mayor o menor distancia a la fuente y las posibles reflexiones de los edificios del entorno, encontrándose, de esta forma, los habitantes de viviendas a diferentes alturas, en una misma planta, expuestas a distintos grados de afección.

8.2.2.- TABLAS DE RESULTADOS

8.2.2.1.- POBLACIÓN AFECTADA

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)						
RANGO (dBA)	Ld		Le		Lden	
	END	VBEB	END	VBEB	END	VBEB
55 – 59	6	6	6	7	9	9
60 – 64	4	5	4	5	5	6
65 – 69	18	6	18	6	7	6
70 – 74	7	1	8	1	20	4
≥ 75	0	0	0	0	0	0

Tabla 7. Valores de población afectada (en centenar) para los periodos Ld, Le y Lden en función del método considerado

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)		
RANGO (dBA)	Ln	
	END	VBEB
50 – 54	6	7
55 – 59	4	5
60 – 64	19	6
65 – 69	5	1
≥ 70	0	0

Tabla 8. Valores de población afectada (en centenar) para el periodo Ln en función del método considerado

A la vista de los resultados contenidos en las tablas adjuntas, se puede observar como para valores bajos de ruido los métodos END y VBEB arrojan datos de población expuesta similares. Sin embargo, con rangos de emisión sonora por encima de 65 dB para los periodos Ld, Le, de 70 dB para Lden, y de 60 dB para el Ln se observan diferencias en los datos relativos a población expuesta según el método empleado. Estas diferencias radican en las consideraciones de cada método para determinar la población expuesta. Como ya se enunció con anterioridad en el presente documento resumen, el método END asume que todos los habitantes de cada edificio están sometidos al mayor nivel de presión sonora registrado a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta. En consecuencia, dado que la UME discurre a través del núcleo urbano de Cambados, caracterizado por la presencia de edificios residenciales de varias alturas adyacentes a la vía, parece que estos

resultados no se aproximan a la realidad, al suponer que todos los habitantes de estos edificios se encuentran afectados por el valor de la fachada más expuesta.

En contraposición, el método VBEB, al distribuir la población de cada edificio a lo largo del perímetro en planta y de las alturas permite obtener un resultado más ajustado a la realidad, ya que no toma el conjunto del edificio como afectado por la isófona más desfavorable, sino que estima la afección de la población según el valor obtenido en cada receptor de fachada calculado.

8.2.2.2.- VIVIENDAS AFECTADAS

Nº VIVIENDAS AFECTADAS (EN CENTENAS)					
RANGO (dBA)	Ld	Le	Lden	RANGO (dBA)	Ln
55 – 59	2	2	3	50 – 54	2
60 – 64	2	2	2	55 – 59	2
65 – 69	4	4	3	60 – 64	4
70 – 74	1	2	4	65 – 69	1
≥ 75	0	0	0	≥ 70	0

Tabla 9. Número de viviendas expuestas (en centenas) a distintos rangos de nivel sonoro para los periodos Ld, Le, Ln y Lden

Al igual que ocurre con la exposición de la población, el número de viviendas afectadas por isófonas entre 60 y 64 dB es menor que las edificaciones expuestas a rangos de 65 a 69 dB para los periodos Ld, Le y Lden. Lo mismo ocurre para el periodo Ln a partir de 60 dB. Este fenómeno es debido a la proximidad de las viviendas a la traza de la vía, ya que la carretera discurre a través del núcleo urbano de Cambados.

Los resultados arrojados por las tablas de población y viviendas expuestas son debidos a las características propias de la vía, encuadrada en una zona altamente poblada, arrancando en el núcleo urbano de Cambados, caracterizado por la presencia de bloques residenciales próximos a la traza. Así, las viviendas más expuestas serán las más próximas a la vía, que al tratarse de bloques residenciales contendrán un elevado número de residentes. Una vez superado este tramo densamente urbanizado la UME discurre por asentamientos rurales dispersos con menor densidad poblacional, siendo predominantes las viviendas unifamiliares y los edificios residenciales de pequeña magnitud.

8.2.2.3.- EDIFICIOS SENSIBLES

AFECCIÓN A EDIFICIOS SENSIBLES				
SANITARIOS			DOCENTES	
RANGO (dBA)	Lden		Lden	
	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº CAMAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº ALUMNOS (CENTENAS)
55 – 59	0	0	1	0
60 – 64	0	0	0	0
65 – 69	1	0	1	1
70 – 74	0	0	0	0
≥ 75	0	0	1	3

Tabla 10. Número de edificios sensibles (en unidades) y camas/alumnos (en centenas) expuestas a distintos rangos para el periodo Lden.

A raíz de la modelización efectuada se puede concluir que los edificios sensibles afectados por el ruido de la UME estudiada son los que siguen:

- Centro de Saúde de Dena, que carece de camas para hospitalización.
- ESMU Municipal de Cambados, que según fuentes del propio centro cuenta con un total de 36 alumnos.
- CPR Salesianos A Mercé, que según fuentes del propio centro cuenta con un total de 140 alumnos.
- CEP Antonio Magariños Pastoriza, que según fuentes del propio centro cuenta con un total de 269 alumnos.

8.3.- MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN

Se obtuvo a partir del mapa de niveles sonoros del indicador Lden.

Incluye los datos de superficies totales (en km²), expuestas a valores de Lden superiores a 55, 65, y 75 dB, respectivamente. En ellos se indica 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.

Las isófonas correspondientes a 55, 65 y 75 dB figuran en el mapa y se incluye información sobre la ubicación de las ciudades, pueblos y aglomeraciones situadas dentro de esas curvas.

EXPOSICIONES A DIFERENTES VALORES Lden					
RANGO (dBA)	SUPERFICIE	POBLACIÓN		EDIFICIOS SENSIBLES	
	(km ²)	Nº VIVIENDAS (CENTENAS)	Nº PERSONAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS SANITARIOS (UD)	Nº EDIFICIOS DOCENTES (UD)
≥ 55	1,62	5	14	0	1
≥ 65	0,51	7	27	1	1
≥ 75	0,01	0	0	0	1

Tabla 11. Datos relativos a zonas de afección para el periodo Lden

Observando los resultados de los mapas de afección, se puede concluir que las mayores superficies expuestas se corresponden con las zonas rurales con menor densidad de población, mientras que los tramos más urbanizados y con presencia de edificios residenciales próximos a la vía presentan menor superficie afectada, debido al apantallamiento producido por las edificaciones.

9.- CONCLUSIÓN

Con la realización del presente estudio se elaboraron los Mapas Estratégicos de Ruido de los tramos Cambados (VG-4.3) - Glor. Cambados Sur, Glor. Cambados Sur - PO-303 (Castrelo) y PO-303 (Castrelo) - Vilalonga (PO-504) de la vía PO-550 (perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia), de acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE de 25 de junio de 2002 sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental y en la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, considerando alcanzados los objetivos planteados inicialmente así como los establecidos en la legislación vigente.

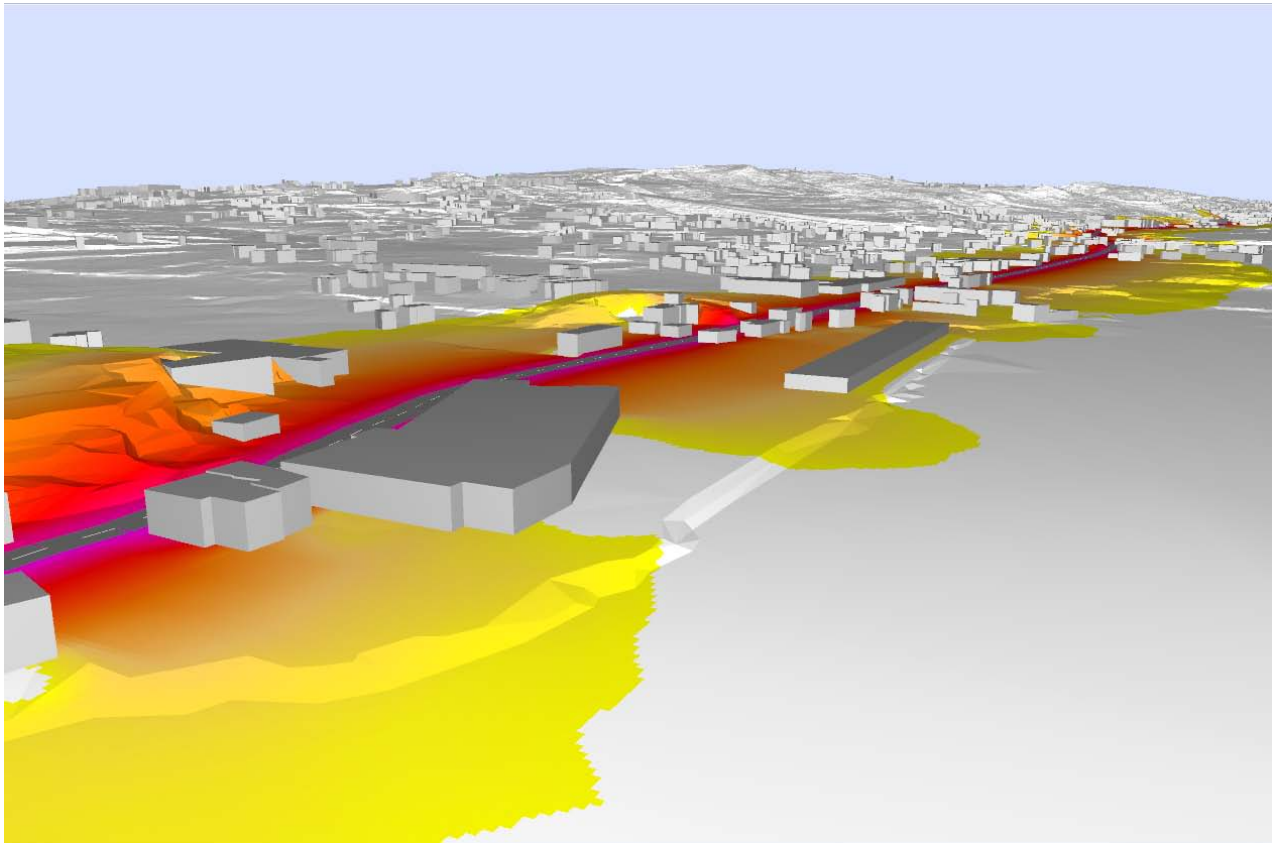
La elaboración de este estudio constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias que se deban realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones.

II PLANOS



XUNTA DE GALICIA

CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



CLAVE

PO/13/044.09.11

TIPO DE ESTUDIO

MAPA EXTRATÉXICO DE RUÍDO

DOCUMENTOS

DOCUMENTO RESUME

ESTRADA

PO-551
MARÍN (PABELLÓN ESCOLA NAVAL) - RANDE
(N-554)

PUNTOS QUILOMÉTRICOS

0+000 – 33+610

DATA

XULLO 2014

CONSULTOR



I MEMORIA

I MEMORIA

1.-	INTRODUCCIÓN	4
2.-	OBJETO DEL ESTUDIO	4
3.-	AUTORIDAD RESPONSABLE.....	5
4.-	PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES	6
5.-	ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME	6
6.-	METODOLOGÍA	11
6.1.-	MODELO DE SIMULACIÓN.....	12
6.2.-	CREACIÓN DEL MODELO 3D	13
6.2.1.-	INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA.....	13
6.2.2.-	INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO.....	14
6.2.3.-	INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS	16
6.2.4.-	MODELADO DE TÚNELES.....	18
6.2.5.-	MODELADO DE VIADUCTOS	18
6.2.6.-	MODELADO DE PASOS SUPERIORES.....	19
6.2.7.-	INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS.....	19
6.2.8.-	INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO	20
6.3.-	CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D	20
7.-	PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN	21
8.-	RESULTADOS.....	23
8.1.-	MAPAS DE NIVELES SONOROS.....	23
8.2.-	POBLACIÓN EXPUESTA	24
8.2.1.-	METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA.....	24
8.2.2.-	TABLAS DE RESULTADOS.....	26

8.3.-	MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN.....	29
9.-	CONCLUSIÓN	30

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	ÁMBITO DE ESTUDIO.....	7
FIGURA 2.	PO-551. PASO POR MOGOR	7
FIGURA 3.	PO-551. PASO POR SEIXO	8
FIGURA 4.	PO-551. PASO POR CANGAS	9
FIGURA 5.	PO-551. PASO DOMAIO-A COSTA.....	10
FIGURA 6.	PLANO DE UBICACIÓN DE LA UME OBJETO DE ESTUDIO	11
FIGURA 7.	DETALLE DE LA VISTA DINÁMICA DEL MODELO TRIDIMENSIONAL GENERADO	12
FIGURA 8.	DETALLE DE LOS PUNTOS LIDAR FACILITADOS.....	13
FIGURA 9.	DETALLE DEL MDT GENERADO	13
FIGURA 10.	CURVADO FINALMENTE OBTENIDO A PARTIR DE LOS PUNTOS LIDAR	14
FIGURA 11.	VISTA 3D DE LA MODELIZACIÓN EFECTUADA	20
FIGURA 12.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LD, LE Y LDEN.....	24
FIGURA 13.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LN....	24

LISTA DE TABLAS

TABLA 1.	TRAMOS DE LA VÍA OBJETO DE ESTUDIO	5
TABLA 2.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA UME ESTUDIADA	11
TABLA 3.	DATOS DE TRÁFICO.....	15
TABLA 4.	DATOS DE POBLACIÓN EN LOS MUNICIPIOS AFECTADOS	18
TABLA 5.	PANTALLAS Y BARRERAS INCLUIDAS EN EL MODELO	19
TABLA 6.	OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA	22

TABLA 7. VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (CENTENAS) PARA LD, LE Y LDEN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO..... 26

TABLA 8. VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (CENTENAS) PARA EL PERIODO LN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO..... 27

TABLA 9. NÚMERO DE VIVIENDAS EXPUESTAS (EN CENTENAS) A DISTINTOS RANGOS DE NIVEL SONORO PARA LOS PERIODOS LD, LE, LN Y LDEN..... 28

TABLA 10. NÚMERO DE EDIFICIOS SENSIBLES (EN UNIDADES) Y CAMAS/ALUMNOS (EN CENTENAS) EXPUESTAS A DISTINTOS RANGOS PARA EL PERIODO LDEN..... 28

TABLA 11. DATOS RELATIVOS A ZONAS DE AFECCIÓN PARA EL PERIODO LDEN 29

II PLANOS

0.- PLANO DE SITUACIÓN

1.- MAPAS NIVELES SONOROS

1.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS DÍA (1:25.000)

1.2.- MAPAS DE NIVELES SONOROS TARDE (1:25.000)

1.3.- MAPAS DE NIVELES SONOROS NOCHE (1:25.000)

1.4.- MAPAS DE NIVELES SONOROS Lden (1:25.000)

2.- MAPAS DE AFECCIÓN

2.1.- MAPA DE ZONA DE AFECCIÓN (1:25.000)

1.- INTRODUCCIÓN

La aprobación de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental establece la necesidad de elaborar, en una primera fase, los Mapas Estratégicos de Ruido (MER) de grandes ejes viarios cuyo tráfico supere los seis millones de vehículos al año, para en una segunda fase realizar los mapas correspondientes a los grandes ejes viarios con tráfico superior a tres millones de vehículos al año.

La Directiva 2002/49/CE define el Mapa Estratégico de Ruido como "un 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."

Para la aplicación de la citada directiva en el territorio español se elaboró la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, que no se limita a transponer el contenido de la directiva, sino que trata de regular, a través de una adecuada distribución de competencias administrativas y del establecimiento de los mecanismos oportunos, la mejora de la calidad acústica en nuestro entorno.

Con el objeto de desarrollar esta ley se formuló el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, en cuanto a la evaluación y gestión del ruido ambiental, con la finalidad de prever, reducir o evitar los efectos nocivos, incluyendo las molestias derivadas de la exposición al ruido ambiental. A tal efecto se desarrollan los conceptos de ruido ambiental y sus efectos y molestias sobre la población, junto con una serie de medidas que permiten la consecución de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido, los planes de acción y la información a la población.

A fin de dar cumplimiento a la legislación vigente, la Consellería de Medio Ambiente Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestruturas, promueve la segunda fase de elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido de las vías pertenecientes a la Red Autonómica de Carreteras de Galicia.

2.- OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto del presente documento resumen es el de plasmar, de forma sintética y fácilmente comprensible, los resultados arrojados por los Mapas Estratégicos de Ruido

de los siguientes tramos de la vía PO-551, perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia:

DENOMINACIÓN	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONGITUD (km)
Marín (Pabellón Escola Naval) – Rande (N-554)	Marín - Seixo (Estda. Dep)	0,000	4,700	4,70
	Seixo (Estda. Dep) - Bueu (PO-315)	4,700	11,140	6,44
	Bueu - Enl. VG-4.6	11,140	14,720	3,58
	Enl. VG-4.6 - Cangas (PO-315)	14,720	19,070	4,35
	Cangas (PO-315) - Inicio Moaña	19,070	24,700	5,63
	Final Moaña - Meira (Estda. Dep)	26,050	27,170	1,12
	Meira (Estda. Dep) - Rande	27,170	33,610	6,44

Tabla 1. Tramos de la vía objeto de estudio

Según se recoge en el Artículo 15 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, los mapas de ruido tendrán, entre otros, los siguientes objetivos:

- Permitir la evaluación global de la exposición a la contaminación acústica de una determinada zona.
- Permitir la realización de predicciones globales para dicha zona.
- Posibilitar la adopción fundada de planes de acción en materia de contaminación acústica y, en general, de las medidas correctoras adecuadas.

Asimismo, la elaboración de los MER constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias a realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones

3.- AUTORIDAD RESPONSABLE

La autoridad responsable de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruidos fue la Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, contando con la asistencia de la empresa ICEACSA Consultores S.L.U.

4.- PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES

De acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, y en la Ley del Ruido y sus posteriores Reglamentos, tuvieron que realizarse, en una primera fase los Mapas Estratégicos de Ruido de las carreteras de más de 6 millones de vehículos al año; y en una segunda fase los de las carreteras de más de 3 millones de vehículos al año.

Por lo tanto, en la actualidad no se encuentra vigente ningún Programa de Acción contra el ruido derivado de la primera fase en la Unidad de Mapa Estratégico Marín (Pabellón Escola Naval) – Rande (N-554) entre los PP.KK. 0+000 a 24+700 y 26+050 a 27+170.

Así, en cumplimiento de la legislación, se elabora en la segunda fase esta UME. El estudio constituye la primera aproximación a la problemática del ruido generado por la infraestructura viaria.

5.- ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME

Los tramos objeto de estudio pertenecen a la vía PO-551, que une los Concellos de Marín, Bueu, Cangas y Moaña, bordeando la costa a lo largo de la Comarca del Morrazo.

El trazado de la PO-551, comienza a la salida del núcleo de Marín, en las inmediaciones de la Escuela Naval, en el pk 0+000, y continúa bordeando la costa atravesando las localidades de Marín, Seixo-Aguete, Bueu, Ximeu, Cangas hasta el pk 24+700 en Moaña. Parte nuevamente en el pk 26+050 en el centro de Moaña, pasando por A Costa, para finalizar en el pk 33+610 en el puente de Rande.

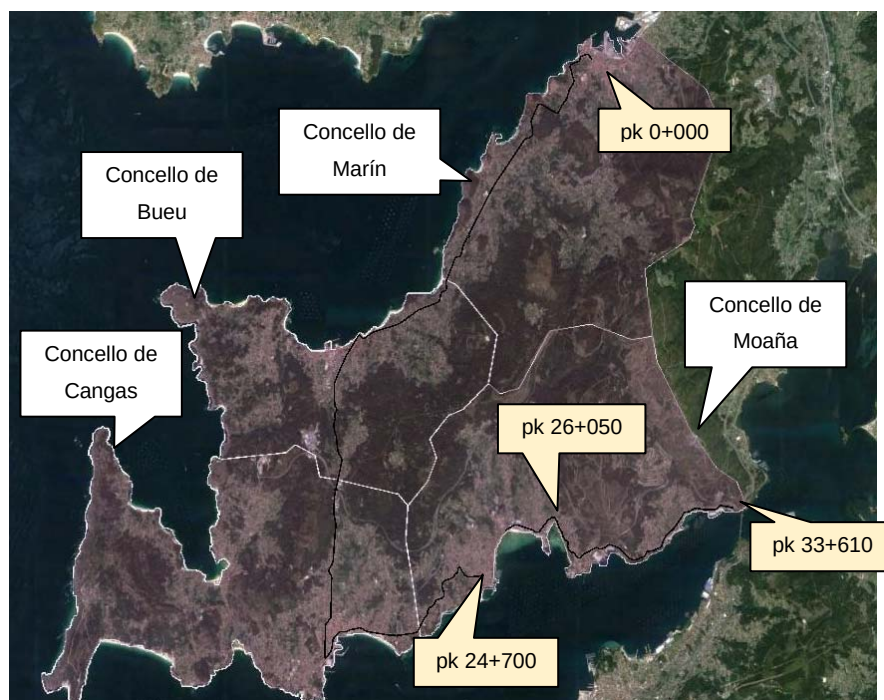


Figura 1. Ámbito de estudio

La carretera PO-551, parte en el pk 0+000, justo a la salida del centro urbano del núcleo de Marín, antes de la escuela naval, por lo que todavía se localizan en este tramo bloques de 4 ó 5 plantas, con aceras a ambos lados de la calzada. Desde aquí, atraviesa una zona con predominio de formaciones boscosas con muy baja densidad, hasta llegar al núcleo de Mogor en el pk 1+000, donde aparecen viviendas de tipo unifamiliar a ambos lados. Todo este núcleo cuenta con aceras a ambos lados.



Figura 2. PO-551. Paso por Mogor

La densidad de edificaciones va descendiendo gradualmente hasta que aproximadamente en el pk 2+050 se adentra en una zona donde predomina el bosque repoblación, con escasas edificaciones, que se sitúan principalmente en la margen de la costa o margen derecho. Desde el pk 2+500 aproximadamente, las edificaciones van aumentando en densidad hasta llegar al núcleo de Seixo, en el que las casas forman hilera a ambas márgenes de la carretera, algunas de ellas de hasta 4 plantas, entre las que se sitúan parcelas libres. La densidad va descendiendo a medida que aumenta la distancia a la carretera.



Figura 3. PO-551. Paso por Seixo

Una vez sobrepasado el núcleo de Seixo, las edificaciones se transforman en viviendas de tipo unifamiliar, aisladas y con parcela a ambos lados de la carretera, dispuesta de acera, manteniéndose con estas características hasta la glorieta ubicada en el pk 6+420 y continúa así hasta el final del Concello de Marín.

Desde aquí, continuando hasta aproximadamente el centro de Bueu, se mantienen las mismas características, de viviendas de tipo unifamiliar entre prados, tierras de cultivo y masas boscosas, algunas de ellas con carácter rural, otras de segunda residencia, como consecuencia de la cercanía de la costa y las playas de la zona, pasando por los núcleos de Sabarigo, A Torre, A Cabreira o próximo a ellos.

Desde el pk 9+400 aumenta la densidad de edificaciones hacia el núcleo de Bueu, que a partir del pk 10+030, se transforma en urbano, con edificios a ambos lados de la calzada que paulatinamente ceden terreno a bloques de edificios de hasta 4 plantas. Desde el centro de Bueu, el trazado gira hacia el S alejándose de la costa, disminuyendo la densidad de las edificaciones cada vez más espaciadas, y de tipo

unifamiliar, hasta el pk 12+850, en el que atraviesa una zona boscosa con escasa densidad de edificaciones.

A partir del pk 13+800, pasa por el núcleo de A Portela, antes de entrar en el de Cangas, donde nuevamente se localizan viviendas unifamiliares con cierta dispersión entre prados, para una vez sobrepasado el límite municipal, pasar bajo la CG-4.1, en una zona ocupada por la repoblación forestal entre la que se sitúan varias naves de tipo comercial e industrial.

A partir del pk 15+940, comienza a aumentar la densidad de edificaciones, conforme se va acercando el núcleo de Cangas. Inicialmente ese trata de viviendas aisladas, que cada vez se van encontrando más juntas, hasta el pk 17+800, donde el entorno se transforma en urbano, con bloques de edificios a ambos lados de la calzada.



Figura 4. PO-551. Paso por Cangas

En la glorieta del pk 19+060, el trazado gira hacia el E y discurre de forma paralela a la costa. Desde el pk 19+310 al 20+160 la carretera atraviesa el paseo marítimo, dejando el mar a la derecha y bloques de edificios a la izquierda. A partir del pk 20+560, empieza a descender la densidad de edificaciones, alineadas en las márgenes de la carretera, pero que cada vez son de menor tamaño. Desde la glorieta del 21+310, predominan las edificaciones unifamiliares intercaladas entre prados y cultivos.

Continúa así hasta sobrepasar el límite de Moaña, en el que la densidad de edificaciones vuelve a incrementar, hacia Moaña hasta el pk 24+700, aunque en general es bastante alta en todo este tramo costero.

En su tramo final, desde el pk 26+050, pasa por el paseo marítimo de Moaña, que discurre paralelo a la playa, con una extensa zona deportiva en la margen izquierda. Se caracteriza esta zona por bloques de edificios de escasa altura, de 2 ó 3 plantas. A medida que avanza el trazado, se combinan edificaciones aisladas con bloques de 2 ó 3 plantas, con aceras a ambos lados, y una densidad bastante alta, en Reibón.

En el pk 29+480, pasa por las instalaciones industriales de Rodman, y continúa para pasar por el medio de los núcleos de A Costa y Verdeal, para finalizar en la glorieta de acceso a la AP-9, antes del puente de Rande, pasadas las instalaciones de Fandicosta.



Figura 5. PO-551. Paso Domaio-A Costa

La identificación de las Unidad de Mapa Estratégico (UME) se realizó conforme a los siguientes criterios generales:

- Una UME solamente puede incluir tramos pertenecientes a una misma vía.
- Todos los tramos que conforman la UME deben tener una IMD igual o superior a 3.000.000 veh/año, como establece la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental.

Teniendo en cuenta dichos criterios, los tramos recogidos en la tabla siguiente comprenden una única Unidad de Mapa Estratégico (UME), contemplándose como fuente de ruido independiente, analizándose su efecto por separado y obteniéndose un Mapa Estratégico de Ruido en el que únicamente se considera la propagación del ruido causado por el tronco de la infraestructura. Dichos mapas se corresponden al

alcance de la segunda fase de la Directiva 2002/49/CE y su correspondiente transposición a la legislación estatal:

UME	VÍA	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONG (km)	IMD (VEH/DÍA)	% PESADOS	MUNICIPOS AFECTADOS
01	PO-551	Marín - Seixo (Estda. Dep)	0,000	4,700	4,70	8.837	3,48	Marín
		Seixo (Estda. Dep) - Bueu (PO-315)	4,700	11,140	6,44	8.596,52	3,48	Marín, Bueu
		Bueu - Enl. VG-4.6	11,140	14,720	3,58	8.573	4,08	Bueu, Cangas
		Enl. VG-4.6 - Cangas (PO-315)	14,720	19,070	4,35	9.111	4,08	Cangas
		Cangas (PO-315) – Inicio Moaña	19,070	24,700	5,63	8.838	2,77	Cangas, Moaña
		Final Moaña - Meira (Estda. Dep)	26,050	27,170	1,12	12.587,58	2,77	Moaña
		Meira (Estda. Dep) - Rande	27,170	33,610	6,44	10.195	3,48	Moaña

Tabla 2. Características generales de la UME estudiada

En la figura siguiente se muestra la ubicación del tramo estudiado.

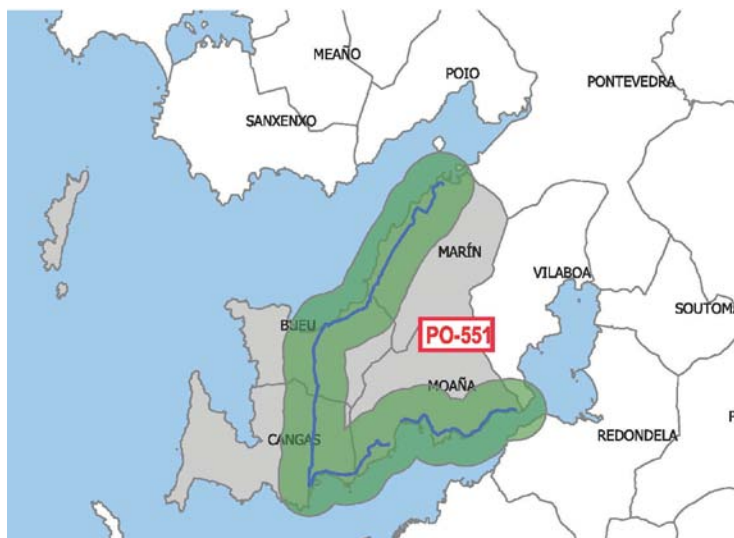


Figura 6. Plano de ubicación de la UME objeto de estudio

6.- METODOLOGÍA

Para la realización de la simulación acústica fue necesaria la implementación de un modelo tridimensional del área de estudio, incluyendo carreteras, edificaciones y elementos singulares, tal y como se aprecia en la imagen adjunta.



Figura 7. Detalle de la vista dinámica del modelo tridimensional generado

El software predictivo para la realización del modelo tridimensional del área de estudio, y para el posterior desarrollo de los cálculos matemáticos de propagación de ruido en ambiente exterior y ejecución de los Mapas Estratégicos de Ruido, fue CadnaA Versión 4.4 (DataKustik GmbH). Con este software, y con un modelado del entorno preciso, se pueden determinar los niveles de ruido causados por el tráfico rodado. Tanto el procesado previo de la información de base como el análisis de los datos obtenidos se realizó mediante GIS.

6.1.- MODELO DE SIMULACIÓN

Siguiendo las disposiciones del Real Decreto 1513/2005, los índices de ruido del tráfico rodado fueron determinados por medio del método nacional de cálculo francés «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTULCPC-CSTB)», mencionado en el «Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal officiel du 10 mai 1995, article 6» y en la norma francesa «XPS 31-133». Este modelo es el propuesto de manera provisional por la Unión Europea para la realización de mapas de ruido en aquellos países que carezcan del suyo propio, según se describe en la recomendación 2003/613/EC de la Comisión Europea.

La elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido engloba la generación del modelo digital, la definición de los parámetros de entrada, el cálculo de los mapas y la evaluación de los resultados obtenidos.

El modelo 3D estará constituido por la topografía y las edificaciones del ámbito de estudio, el tramo/s de carretera que conforman la UME, y los elementos singulares concretos de cada caso (viaductos, pasos superiores, muros, pantallas acústicas,...).

- Carreteras: datos de tráfico (IMD y porcentaje de pesados), características del firme, tipo de flujo y límites de velocidad.
- Edificios: tipo de uso, altura, número de plantas, número de habitantes (en caso de ser residencial) y coeficiente de absorción alfa.
- Viaductos: longitud de apantallamiento.
- Muros y pantallas: pérdidas por reflexión.
- Terreno: coeficientes de absorción.
- Túneles: radiación procedente de las entradas y salidas.

Definido el modelo e introducidos los parámetros y configuración, se lleva a cabo la simulación acústica, obteniéndose de este modo los Mapas Estratégicos de Ruido.

6.2.- CREACIÓN DEL MODELO 3D

En el presente apartado se describen los procesos necesarios para la definición del escenario de modelización en el software de cálculo a partir de la información base.

La definición de cada uno de los atributos que caracterizan los elementos del modelo se realizó en GIS previa incorporación al software de cálculo. El objeto de este tratamiento previo es el de sistematizar el proceso de creación del modelo, evitando errores u omisiones en la definición del escenario.

6.2.1.- INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA

Para llevar a cabo el modelado digital del terreno (MDT) se empleó como fuente de información el vuelo LIDAR suministrado por la Axencia Galega de Infraestruturas, del que se extrajo la nube de puntos que conforman el terreno. Posteriormente, mediante un proceso de triangulación se obtuvieron las curvas de nivel cada metro.



Figura 8. Detalle de los puntos LIDAR facilitados



Figura 9. Detalle del MDT generado

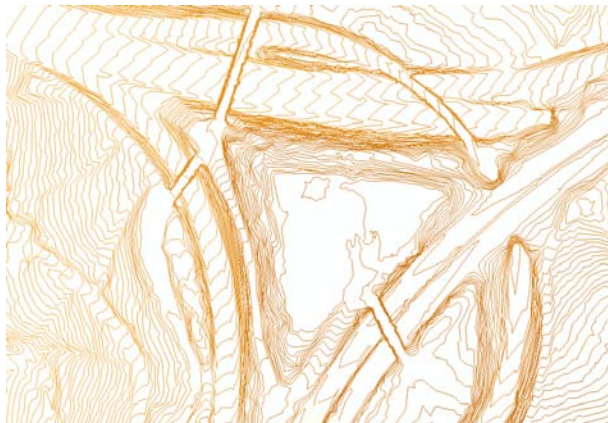


Figura 10. Curvado finalmente obtenido a partir de los puntos LIDAR

6.2.2.- INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO

Mediante el empleo de herramientas GIS, el eje de la carretera se definió a partir del conjunto de datos geométricos facilitados por la Axencia Galega de Infraestruturas, disponiendo de puntos cada 10 m, con la siguiente información:

- Coordenadas X, Y, Z.
- Número de carriles.
- Anchos de plataforma, calzada y arcenes.
- Peraltes y pendientes.

Las características geométricas que definen el eje cada 10 m se extendieron para cada punto 5 m antes y 5 m después. Una vez definido el eje se procedió a la corrección y depuración de la información, comparando los ejes con la ortofoto actualizada y con los datos tomados en las preceptivas visitas a campo realizadas. Establecida la geometría definitiva de la vía, se definieron en GIS los atributos que caracterizan la emisión acústica, con anterioridad a su importación desde CadnaA. A continuación se describe cada uno de los atributos considerados, los datos de partida disponibles, así como el tratamiento realizado previa incorporación al modelo:

- Geometría: la PO-551, cuenta en todo el tramo de estudio con una única calzada con dos carriles, excepto en las incorporaciones y salidas que cuenta con 3. El ancho medio del carril es de 3,5 m. El arcén derecho cuenta con un ancho medio de 1,2 m variable entre los 0 y 7 m, mientras que el arcén izquierdo cuenta con un ancho medio de 1 m variable entre los 0 y 6 m.

- Datos de tráfico: los datos de tráfico utilizados para el cálculo de los niveles sonoros fueron los correspondientes a las Memorias de Aforos del año 2012, proporcionadas por la Axencia Galega de Infraestruturas.

Tomando como base la distribución horaria en un día medio, se llevó a cabo el cálculo de la IMD por hora para cada uno de los periodos considerados (día, tarde y noche). Puesto que para los tramos Seixo (Estda. Dep) – Bueu (PO-315), Enl VG-4.6 – Cangas (PO-315) y Final de Moaña – Meira (Estda. Dep) no se disponía de distribución horaria, al valor de la IMD diaria del año 2012 se le aplicó la distribución porcentual de los tramos anteriores a cada uno de ellos, dentro de la propia UME, obteniéndose de esta forma la IMD por hora.

Respecto a la distribución de pesados, se aplicó para cada tramo y todos los periodos el valor diario de cada tramo recogido en la Memoria de Aforos. Para aquellos tramos en los que no se disponía de este dato, se tomó el valor del mismo tramo del que se hizo la estimación de la distribución horaria. Para el caso específico de las glorietas el tráfico fue cuantificado como la suma de las IMD de las entradas dividida por el número de salidas.

UME	VÍA	TRAMO	IMD				% PESADOS
			(VEH/DÍA)	DÍA (VEH/H)	TARDE (VEH/H)	NOCHE (VEH/H)	
01	PO-551	Marín - Seixo (Estda. Dep)	8.837,00	513,50	478,00	95,38	3,48
		Seixo (Estda. Dep) - Bueu (PO-315)	8.596,52	499,53	464,99	92,78	3,48
		Bueu - Enl. VG-4.6	8.573,00	498,75	457,25	94,88	4,08
		Enl. VG-4.6 - Cangas (PO-315)	9.111,00	530,05	485,94	100,83	4,08
		Cangas (PO-315) – Inicio Moaña	8.838,00	479,75	568,50	100,88	2,77
		Final Moaña - Meira (Estda. Dep)	12.587,58	683,29	809,69	143,67	2,77
		Meira (Estda. Dep) - Rande	10.195,00	572,17	560,50	135,88	3,48

Tabla 3. Datos de tráfico

- Límite de velocidad: la vía objeto de estudio es una carretera que discurre por varios núcleos de población a ambos lados de la carretera por lo que se estableció una velocidad de 50 km/h para todo el recorrido, correspondiente a la limitación de velocidad establecida para travesía. Los tramos de velocidad se determinaron a partir de los datos de señalización vertical aportados por la Axencia Galega de Infraestruturas, realizándose una revisión de los mismos en las visitas a campo realizadas. En aquellos lugares en los que se detectó

señalización insuficiente o contradictoria (ausencia de señales de fin de limitación de velocidad, tramos interurbanos sin especificación de la velocidad máxima permitida,...) se optó por definir tramos los más homogéneos posibles, tomando siempre el valor de velocidad más desfavorable. Para cada una de los subtramos se establecieron límites de velocidad diferenciados en función del tipo de vehículo que circule (ligero o pesado), ya que según el límite establecido dicha velocidad puede no ser coincidente.

Para el caso específico de las glorietas se definió una velocidad de 40 km/h, tanto para vehículos ligeros como pesados.

- Superficie de la carretera: el tipo de firme tiene influencia directa sobre la emisión de la vía. La UME objeto de estudio presenta una capa de asfalto bituminoso en toda su longitud.
- Tipo de flujo: de forma general se consideró que el flujo es continuo fluido, salvo en las glorietas donde se definió como continuo en pulso.

Una vez definida la geometría y los parámetros característicos de cada subtramo de 10 m que compone la UME, se procedió a su importación en CadnaA como carretera en formato shape. Por último, para conseguir que la carretera se acople por completo al terreno, se realizó el ajuste del MDT al objeto bajo la plataforma de la vía.

6.2.3.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS

Tomando como base la capa shape de la Dirección General del Catastro, se realizó una revisión general del ámbito de trabajo, completándose aquellas zonas que presentaban carencia de edificaciones recientes. Esta revisión se hizo a partir de las fotografías aéreas del PNOA y mediante visitas a campo. Así, se elaboró una cobertura de polígonos revisada a través de:

- La digitalización de los edificios inexistentes en el Catastro.
- La eliminación de los elementos que ya no existen o que no se corresponden con edificios (invernaderos, piscinas,...).

6.2.3.1.- ALTURA

La altura de las edificaciones se definió a partir del número de plantas contempladas en los datos del Catastro, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La altura mínima de un edificio es de 4 m.

- En los edificios residenciales, sanitarios y educativos se consideró una altura de 4 m para las plantas bajas, y de 3 m para el resto.
- Aquellas edificaciones que comparten código catastral y están claramente unidas se agruparon como un único edificio, asignándole el número de plantas correspondiente al edificio más alto con código compartido.

Para aquellos edificios que no se encuentran contenidos en la base de datos de Catastro y que fueron digitalizados posteriormente, el número de plantas fue estimado a partir de la revisión de la fotografía aérea y de las visitas, corrigiendo y depurando errores de la información catastral de base (alturas inexistentes o excesivas).

6.2.3.2.- USO

Partiendo de los metadatos descargados de la Sede Electrónica del Catastro, los usos de los edificios se completaron a través de las siguientes fuentes de información:

- Fotografías aéreas del PNOA.
- Información de las visitas a campo realizadas.

Los usos identificados fueron:

- Residencial.
- Sanitario y docente.
- Industrial, terciario y otros.

A todos los edificios de la zona de estudio se asignó uno de los anteriores usos con el fin de identificar los edificios residenciales para el cálculo de la población, así como para determinar las áreas acústicas en la elaboración de los mapas de zonas de conflicto. Además, se identificaron los edificios de tipo docente y sanitario por ser receptores sensibles, a través de la información disponible en las siguientes fuentes:

- Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria de la Xunta de Galicia.
- Consellería de Sanidade de la Xunta de Galicia.

6.2.3.3.- POBLACIÓN ASIGNADA

Uno de los objetivos de los MER es la obtención del número de personas expuestas a los diferentes niveles de ruido, para lo que se realizó un tratamiento consistente en el reparto de la población entre los edificios residenciales existentes.

La información de partida se obtuvo del padrón municipal de habitantes del año 2013 del Instituto Galego de Estatística (IGE). Tomando como base la población de cada municipio, y una vez identificados los edificios residenciales de cada uno, se hizo un reparto proporcional de la población en función de la superficie residencial total construida. El número de habitantes se calculó como el producto del coeficiente de habitabilidad por la superficie de cada edificio residencial, resultando:

MUNICIPIO	POBLACIÓN	SUP. TOTAL RESIDENCIAL (m ²)	COEF. HABITABILIDAD (HAB/m ²)
Marín	25.483	1.355.705	0,0188
Bueu	12.375	807.281	0,0153
Cangas	26.173	1.743.637	0,0150
Moaña	19.309	1.041.666	0,0185

Tabla 4. Datos de población en los municipios afectados

En el caso de los edificios sensibles se cuantificó el número de alumnos en los edificios de uso docente, y de camas en los de uso sanitario.

6.2.3.4.- EFECTO REFLECTANTE

Para tener en cuenta el efecto reflectante de las edificaciones se asignó un Coeficiente de Absorción Alfa de 0,4 en todos los casos.

6.2.3.5.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS EN CADNAA

Una vez depurada y corregida la capa de edificaciones, con todos los atributos definidos se importaron desde CadnaA como edificio en formato shape.

En última instancia se hizo una revisión general del modelo, subsanándose aquellos desajustes existentes entre la topografía y la base de los edificios ("enterramientos"), así como los solapes entre la plataforma de la vía y las edificaciones incorporadas.

6.2.4.- MODELADO DE TÚNELES

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad túneles en la presente UME.

6.2.5.- MODELADO DE VIADUCTOS

Aquellos tramos de la carretera que presentan viaductos, puentes, pontones o pasos inferiores de grandes dimensiones fueron modelizados evitando la emisión acústica bajo el plano de la plataforma de la vía. Para ello, siguiendo las recomendaciones del

software predictivo, estos tramos se configuraron como auto-apantallados con una anchura adicional de 1,5 m a izquierda y derecha.

Previamente al auto-apantallado del tramo de vía definió la geometría del viaducto, corroborándose el correcto apoyo de los estribos y corrigiéndose cuando fuese necesario, el curvado LIDAR bajo los estribos.

La identificación de los diferentes elementos (viaductos, puentes, pontones y pasos inferiores) se realizó en base a la revisión de la ortofoto, completándose con los datos tomados en las visitas a campo realizadas.

6.2.6.- MODELADO DE PASOS SUPERIORES

En el modelo se definieron únicamente aquellos pasos superiores que presentan un ancho superior a 25 m, incorporándose como reflectores 3D. De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pasos superiores con anchura superior a 25 m en la presente UME.

6.2.7.- INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS

Junto con las edificaciones, los muros y pantallas constituyen obstáculos a la propagación del ruido, por lo que fueron incluidos en el modelo tridimensional.

El trabajo de campo realizado permitió cartografiar la presencia de estas barreras, siendo los elementos identificados y sus características principales las recogidas en la tabla adjunta.

ELEMENTO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONGITUD (m)	ALTURA (m)	TIPO REFLEXIÓN
Cerramiento parcela	0+100	0+200	100	4,0	Fachada de construcción
Cerramiento parcela	0+340	0+440	100	4,0	Fachada de construcción
Cerramiento parcela	0+800	0+860	60	4,0	Fachada de construcción
Cerramiento parcela	2+960	3+010	50	3,0	Fachada de construcción
Cerramiento parcela	7+960	8+010	50	4,0	Fachada de construcción
Cerramiento parcela	15+930	15+960	30	3,0	Fachada de construcción
Cerramiento parcela	16+200	16+250	50	3,0	Fachada de construcción
Cerramiento parcela	31+200	31+230	30	3,0	Fachada de construcción

Tabla 5. Pantallas y barreras incluidas en el modelo

Los muros de contención identificados no fueron incluidos en la modelización efectuada, ya que su presencia no supone un apantallamiento mayor al producido por

las tierras que contiene. La incorporación de los obstáculos al modelo se realizó importándose como pantallas en formato shape.

6.2.8.- INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO

Las características del suelo son un factor determinante en la propagación del ruido, por lo que en la modelización efectuada se definieron diferentes áreas de absorción.

De forma genérica se considera el terreno base como absorbente ($G=1$, sin embargo se definieron ciertas áreas de carácter urbano e industrial como reflectantes ($G=0$), realizándose la zonificación del territorio en base a los usos del suelo definidos por el Instituto de Estudios do Territorio. De esta forma, las áreas consideradas como reflectantes son las correspondientes a núcleos de población, tejido urbano continuo y zonas industriales, comerciales y de servicios.

La incorporación de estas zonas al modelo se realizó importándose como áreas de absorción del suelo en formato shape.

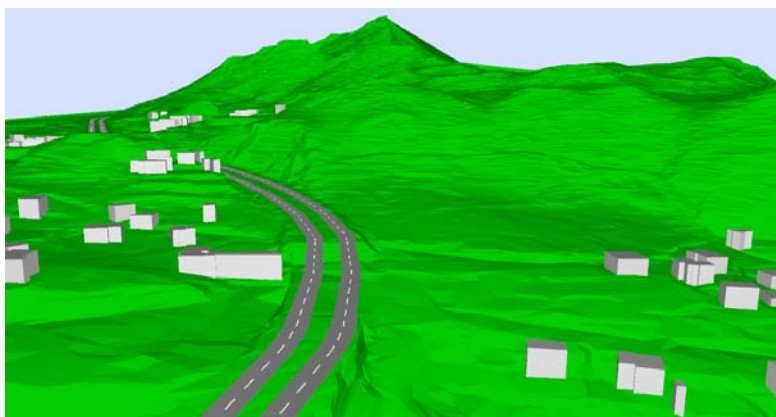


Figura 11. Vista 3D de la modelización efectuada

6.3.- CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D

Para la elaboración de los MER de cada UME, con anterioridad a la introducción de los diferentes elementos que componen el modelo, es preciso definir una configuración de cálculo en el software de acuerdo a la Directiva 2002/49/CE donde se identifiquen los parámetros necesarios para la correcta definición del escenario previsto.

- La norma empleada para el cálculo es la NMPB-Routes-96.
- El espaciado de los receptores en la malla de cálculo es de 10 x 10 m a una altura de 4 m sobre el suelo.
- El orden máximo de reflexiones consideradas es de 1.

- Se estableció un radio máximo de búsqueda de 2.000 m.
- El porcentaje de condiciones favorables día/noche se corresponde con un 50% en periodo diurno, un 75% en periodo vespertino y un 100% en periodo nocturno.
- Siguiendo las recomendaciones de la European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN), las condiciones atmosféricas consideradas son una temperatura de 15°C y una humedad del 70%.
- El cálculo de la atenuación sufrida por las ondas sonoras en el medio ambiente exterior se obtiene de acuerdo a los procedimientos de la ISO 9613.
- Los valores de inmisión considerados son L_{dia} , L_{tarde} , L_{noche} y L_{den} , todos ellos en dBA, a una altura de evaluación de 4 m.
- La designación de horas para los periodos considerados es de 07:00 a 19:00 día, de 19:00 a 23:00 tarde y de 23:00 a 07:00 noche.
- Se aplicó una penalización de 0 dB para el periodo diurno, de 5 dB para el vespertino y de 10 dB para el nocturno.
- Para la evaluación de los niveles de ruido en fachada de edificios se consideró una altura de las plantas bajas de 4 m y de 3 m para el resto. Asimismo, se tuvo en cuenta únicamente el sonido incidente, es decir, no se consideró el sonido reflejado en la fachada donde se realiza la evaluación, aunque sí las reflexiones en el resto de edificios y obstáculos presentes en el área.

7.- PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN

Para determinar los indicadores y los niveles límites de referencia que permitan evaluar la afección al ruido, se recurrió a la legislación vigente en materia de objetivos de calidad acústica que viene fijada en 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, concretamente lo recogido en el Capítulo III "Zonificación acústica. Objetivos de calidad acústica" y en el Capítulo IV "Emisores acústicos. Valores límite de emisión e inmisión".

El artículo 14 del citado Real Decreto dice textualmente:

1. En las áreas urbanizadas existentes se establece como objetivo de calidad acústica para ruido el que resulte de la aplicación de los siguientes criterios:

a) Si en el área acústica se supera el correspondiente valor de alguno de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla A, del anexo II, su objetivo de calidad acústica será alcanzar dicho valor.

ANEXO II

Objetivos de calidad acústica

Tabla A. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes.

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L_d	L_e	L_n
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.

Tabla 6. Objetivos de calidad acústica

En relación al tipo de área f se aplicará el Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica 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.

Como se puede observar en la tabla anterior, los objetivos se establecen para los índices de ruido, L_d , L_e y L_n , cuya definición según 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, es:

L_d es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año.

L_e es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año.

L_n es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año.

En vista de lo expuesto, la evaluación de la exposición al ruido de la población pasará por determinar cada uno de los indicadores L_d , L_e y L_n , y compararlos con los niveles límite establecidos en los objetivos de calidad acústica para cada tipo de área.

8.- RESULTADOS

Conforme a la normativa vigente, la elaboración de un mapa estratégico conlleva la obtención de una información gráfica y otra alfanumérica, representada mediante mapas y tablas de afección.

La escala básica de representación de los Mapas Estratégicos de Ruido contenidos en el presente documento es 1/25.000, siendo la base cartográfica la 1/5.000 de la Xunta de Galicia. El sistema de proyección es ETRS-89, zona 29 N.

En la elaboración de los MER de cada UME, el área de estudio vino delimitada por la longitud del tramo/s de carretera que define la propia UME y por una banda, con un ancho de 1.500 m a cada lado del eje de la calzada.

8.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS

Son mapas de líneas isófonas elaborados a partir de los niveles de ruido calculados en puntos receptores a lo largo de toda la zona de estudio.

Se elaboraron los planos de niveles sonoros representando los indicadores establecidos por la legislación básica estatal y las recomendaciones del Ministerio de Fomento, siendo los mapas generados los siguientes:

- Mapa de niveles sonoros de L_d en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_e en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_n en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70.
- Mapa de niveles sonoros de L_{den} en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.

Lden, Ld, Le

Rango	Descrición	R	G	B
> 75	Rosa fuerte	255	0	255
70-75	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
≤ 55	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))			
	55-60		70-75
	60-65		>75
	65-70		

Figura 12. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del Ld, Le y Lden

Ln

Rango	Descrición	R	G	B
>70	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
50-55	Verde	100	200	0
≤ 50	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))			
	50-55		65-70
	55-60		>70
	60-65		

Figura 13. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del Ln

8.2.- POBLACIÓN EXPUESTA

8.2.1.- METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA

La determinación de la situación acústica a partir de los mapas de niveles sonoros requiere el análisis de la afección del ruido sobre la población. En esta línea, la normativa establece que debe estimarse el número de personas expuestas a ciertos rangos de niveles de presión sonora, sin entrar en detalles técnicos de cómo proceder.

Existen diferentes métodos para determinar los niveles de exposición en fachada para cada uno de los edificios, conforme a la normativa y a las guías de trabajo internacionales en materia de contaminación acústica.

La Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, con el fin de determinar la exposición al ruido ambiental de los Estados Miembros, establece en su Anexo VI que deberá comunicarse a la comisión europea, para el caso de las aglomeraciones sobre las que se realice el Mapa Estratégico de Ruidos (MER), la siguiente información:

- Número estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de Lden en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75), distinguiendo entre el tráfico rodado, el tráfico ferroviario, el tráfico aéreo y las fuentes industriales.
- El número total estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de

L_n en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70), distinguiendo entre el tráfico rodado, ferroviario, aéreo y las fuentes industriales.

Este planteamiento, denominado END (European Noise Directive), es el que debe utilizarse para entregar los resultados a la comisión europea, siendo también habitual para la entrega al resto de administraciones. Sin embargo, este procedimiento, es el que proporciona peores resultados con respecto a la exposición real de la población, arrojando valores de población afectada a distintos rangos de niveles sonoros muy superiores a la realidad, por lo resulta necesario plantear otros métodos que, de forma adicional, arrojen resultados que no sobreestimen la población expuesta.

8.2.1.1.- MÉTODO END

El método END (European Noise Directive) se presenta en la Directiva Europea 2002/49/CE como un método para satisfacer la obligación de proporcionar a la comisión europea los datos del número estimado de personas cuyas viviendas están expuestas a diferentes rangos de L_{den} y L_n , a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta, aquella que soporta mayor nivel de presión sonora.

Esta estimación, requiere del cálculo de receptores específicos en cada una de las fachadas de los edificios, a una altura relativa de 4 metros respecto al suelo y tomando las consideraciones necesarias para excluir las reflexiones acústicas de la propia fachada como ruido incidente en el propio receptor.

Este planteamiento, supone que todos los habitantes de cada edificio están sometidos al mayor nivel de presión sonora registrado en la fachada más expuesta, lo que no se acerca a la situación real, en la que la población se distribuye a lo largo del edificio, en relación a la posición de las viviendas. Este procedimiento podría dar resultados próximos a la realidad en viviendas unifamiliares, pero en el caso de edificios de varias plantas se obtendría un resultado de población expuestas sobreestimado.

8.2.1.2.- MÉTODO VBEB

El método alemán VBEB (Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm) permite obtener los valores reales de afección a los que se encuentra expuesta la población. Su procedimiento contempla la distribución de receptores de niveles de presión sonora a lo largo de las fachadas, estableciendo estos a diferentes niveles de altura en función del número de plantas.

Cada uno de estos receptores determinará el nivel de presión sonora al que se encuentra expuesta cada vivienda, considerando el parámetro de altura, a diferencia del método END expuesto anteriormente, en el que la evaluación de la exposición se realizaba a 4 m del suelo.

Esta metodología permite afinar los resultados al distribuir la población de cada edificio a lo largo del perímetro en planta y de las alturas. Como se puede intuir, los niveles de presión sonora evaluados a diferentes alturas proporcionarán resultados distintos, en función de la mayor o menor distancia a la fuente y las posibles reflexiones de los edificios del entorno, encontrándose, de esta forma, los habitantes de viviendas a diferentes alturas, en una misma planta, expuestas a distintos grados de afección.

8.2.2.- TABLAS DE RESULTADOS

8.2.2.1.- POBLACIÓN AFECTADA

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)						
RANGO (dBA)	Ld		Le		Lden	
	END	VBEB	END	VBEB	END	VBEB
55 – 59	24	23	25	24	35	29
60 – 64	19	20	20	20	18	21
65 – 69	64	16	67	17	47	22
70 – 74	3	0	1	0	31	4
≥ 75	0	0	0	0	0	0

Tabla 7. Valores de población afectada (centenas) para Ld, Le y Lden en función del método considerado

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)		
RANGO (dBA)	Ln	
	END	VBEB
50 – 54	19	22
55 – 59	36	22
60 – 64	44	7
65 – 69	0	0
≥ 70	0	0

Tabla 8. Valores de población afectada (centenas) para el periodo Ln en función del método considerado

A la vista de los resultados contenidos en las tablas adjuntas, se puede observar como para valores bajos de ruido los métodos END y VBEB arrojan datos de población expuesta similares. Sin embargo, con rangos de emisión sonora por encima de 65 dB para los periodos Ld, Le y Lden, y de 60 dB para el Ln se observan diferencias en los datos relativos a población expuesta según el método empleado. Estas diferencias radican en las consideraciones de cada método para determinar la población expuesta. Como ya se enunció con anterioridad en el presente documento resumen, el método END asume que todos los habitantes de cada edificio están sometidos al mayor nivel de presión sonora registrado a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta. En consecuencia, dado que parte de los tramos objeto de estudio discurren por travesías con presencia de edificios residenciales de varias alturas adyacentes a la vía, parece que estos resultados no se aproximan a la realidad, al suponer que todos los habitantes de estos edificios se encuentran afectados por el valor de la fachada más expuesta.

En contraposición, el método VBEB, al distribuir la población de cada edificio a lo largo del perímetro en planta y de las alturas permite obtener un resultado más ajustado a la realidad, ya que no toma el conjunto del edificio como afectado por la isófona más desfavorable, sino que estima la afección de la población según el valor obtenido en cada receptor de fachada calculado.

8.2.2.2.- VIVIENDAS AFECTADAS

Nº VIVIENDAS AFECTADAS (EN CENTENAS)					
RANGO (dBA)	Ld	Le	Lden	RANGO (dBA)	Ln
55 – 59	7	7	10	50 – 54	6
60 – 64	5	5	5	55 – 59	8
65 – 69	11	12	9	60 – 64	8
70 – 74	0	0	5	65 – 69	0
≥ 75	0	0	0	≥ 70	0

Tabla 9. Número de viviendas expuestas (en centenas) a distintos rangos de nivel sonoro para los periodos Ld, Le, Ln y Lden

Al igual que ocurre con la exposición de la población, el número de viviendas afectadas por isófonas inferiores a 65 dB es menor que las edificaciones expuestas a rangos de 65 a 69 dB. Este fenómeno es debido a la proximidad de las viviendas a la traza de la vía, ya que la carretera discurre por varias travesías ubicadas en un entorno densamente poblado como es la península del Morrazo.

Los resultados arrojados por las tablas de población y viviendas expuestas son debidos a las características propias de la vía, encuadrada una zona altamente poblada, con bloques residenciales próximos a la traza y viviendas unifamiliares dispersas a medida que nos alejamos de la carretera. Así, las viviendas más expuestas serán las más próximas a la vía, que al tratarse de bloques residenciales contendrán más población afectada que las edificaciones residenciales periféricas, afectadas por rangos menores debido a la distancia del foco emisor y al apantallamiento producido por los edificios más cercanos a la carretera.

8.2.2.3.- EDIFICIOS SENSIBLES

AFECCIÓN A EDIFICIOS SENSIBLES				
SANITARIOS			DOCENTES	
RANGO (dBA)	Lden		Lden	
	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº CAMAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº ALUMNOS (CENTENAS)
55 – 59	0	0	2	8
60 – 64	0	0	1	2
65 – 69	1	0	2	17
70 – 74	1	0	1	0
≥ 75	0	0	0	0

Tabla 10. Número de edificios sensibles (en unidades) y camas/alumnos (en centenas) expuestas a distintos rangos para el periodo Lden.

A raíz de la modelización efectuada se puede concluir que los edificios sensibles afectados por el ruido de la UME estudiada son los que siguen:

- Consultorio de Meira, que carece de camas para hospitalización.
- Consultorio de Domaio, que carece de camas para hospitalización.
- IES Chan do Monte, que según fuentes del propio centro cuenta con un total de 700 alumnos.

- CEIP de Ardán, que según fuentes del propio centro cuenta con un total de 74 alumnos.
- CEIP de Seara, que según fuentes del propio centro cuenta con un total de 246 alumnos.
- IES de Rodeira, que según fuentes del propio centro cuenta con un total de 1.200 alumnos.
- CEIP de Reibón, que según fuentes del propio centro cuenta con un total de 500 alumnos.
- Escuela Naval de Marín, que dado que no se trata de un edificio docente para menores no se contabilizó a efectos de alumnos afectados.

8.3.- MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN

Se obtuvieron a partir del mapa de niveles sonoros del indicador Lden e incluye los datos de superficies totales (en km²), expuestas a valores de Lden superiores a 55, 65, y 75 dB, respectivamente. En ellos se indica además el número total estimado de viviendas (en centenares), y el número total estimado de personas (en centenares) que viven en cada una de esas zonas.

Las isófonas correspondientes a 55, 65 y 75 dB figuran en el mapa y se incluye información sobre la ubicación de las ciudades, pueblos y aglomeraciones situadas dentro de esas curvas.

EXPOSICIONES A DIFERENTES VALORES Lden					
RANGO (dBA)	SUPERFICIE	POBLACIÓN		EDIFICIOS SENSIBLES	
	(km ²)	Nº VIVIENDAS (CENTENAS)	Nº PERSONAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS SANITARIOS (UD)	Nº EDIFICIOS DOCENTES (UD)
≥ 55	2,91	15	54	0	3
≥ 65	1,17	15	78	2	3
≥ 75	0,01	0	0	0	0

Tabla 11. Datos relativos a zonas de afección para el periodo Lden

Observando los resultados de los mapas de afección, se puede concluir que a pesar de que las superficies afectadas por rangos superiores a 55 dB son de reducidas dimensiones, teniendo en cuenta la longitud total de la UME, se obtienen valores moderados de población y viviendas expuestas, fruto de las características de la vía, al discurrir por diversas travesías densamente pobladas, próximas a los núcleos de Marín, Bueu, Cangas y Moaña.

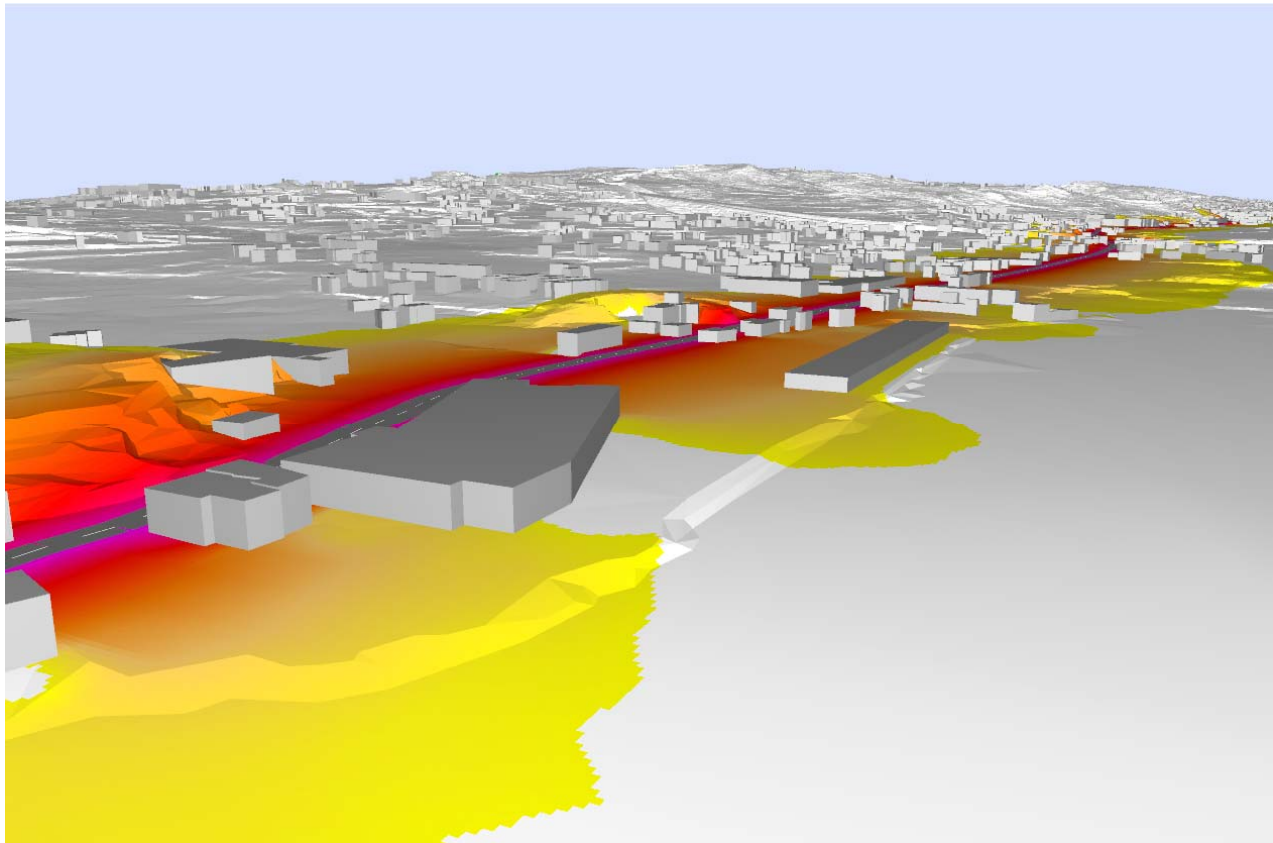
A modo aclaratorio cabe resaltar, que para obtener una mayor precisión en los resultados presentados, los valores referentes a población de la presente tabla se obtuvieron considerando el número de viviendas y personas afectadas en unidades, por lo que algunos valores difieren del resultado obtenido realizando el sumatorio de personas y viviendas expuestas del epígrafe 8.2.2.1., ya que en estas tablas se presentan en centenas.

9.- CONCLUSIÓN

Con la realización del presente estudio se elaboraron los Mapas Estratégicos de Ruido del tramo de los tramos Marín - Seixo (Estda. Dep), Seixo (Estda. Dep) - Bueu (PO-315), Bueu - Enl. VG-4.6, Enl. VG-4.6 - Cangas (PO-315), Cangas (PO-315) - Inicio Moaña, Final Moaña - Meira (Estda. Dep) y Meira (Estda. Dep) – Rande de la vía PO-551 (perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia), de acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE de 25 de junio de 2002 sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental y en la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, considerando alcanzados los objetivos planteados inicialmente así como los establecidos en la legislación vigente.

La elaboración de este estudio constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias que se deban realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones.

II PLANOS



CLAVE

PO/13/042.09.3

TIPO DE ESTUDIO

MAPA EXTRATÉXICO DE RUÍDO

DOCUMENTOS

DOCUMENTO RESUME

ESTRADA

PO-552
VIGO (AV. DO ALCALDE PORTANET) - TUI (N-551)

PUNTOS QUILOMÉTRICOS

2+310 – 15+590
46+860 – 71+220

DATA

XULLO 2014

CONSULTOR



I MEMORIA

I MEMORIA

1.-	INTRODUCCIÓN.....	4
2.-	OBJETO DEL ESTUDIO	4
3.-	AUTORIDAD RESPONSABLE	5
4.-	PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES.....	5
5.-	ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME	6
6.-	METODOLOGÍA.....	10
6.1.-	MODELO DE SIMULACIÓN	11
6.2.-	CREACIÓN DEL MODELO 3D	12
6.2.1.-	INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA.....	12
6.2.2.-	INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO.....	13
6.2.3.-	INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS	16
6.2.4.-	MODELADO DE TÚNELES	18
6.2.5.-	MODELADO DE VIADUCTOS.....	18
6.2.6.-	MODELADO DE PASOS SUPERIORES.....	19
6.2.7.-	INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS	19
6.2.8.-	INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO	19
6.3.-	CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D	20
7.-	PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN	20
8.-	RESULTADOS	22
8.1.-	MAPAS DE NIVELES SONOROS	22
8.2.-	POBLACIÓN EXPUESTA	23
8.2.1.-	METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA.....	23
8.2.2.-	TABLAS DE RESULTADOS	25
8.3.-	MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN	29
8.3.1.-	UME 01.....	29

8.3.2.- UME 02.....	30
9.- CONCLUSIÓN.....	30

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. PO-552. PEDREIRA.....	6
FIGURA 2. PO-552. NIGRÁN	7
FIGURA 3. PO-552. BAIONA.....	7
FIGURA 4. PO-552. A GUARDA	8
FIGURA 5. PO-552. A TOXEIRA.....	9
FIGURA 6. PLANO DE UBICACIÓN DE LA UME OBJETO DE ESTUDIO	10
FIGURA 7. DETALLE DE LA VISTA DINÁMICA DEL MODELO TRIDIMENSIONAL GENERADO	11
FIGURA 8. DETALLE DE LOS PUNTOS LIDAR FACILITADOS.....	12
FIGURA 9. DETALLE DEL MDT GENERADO	12
FIGURA 10. CURVADO FINALMENTE OBTENIDO A PARTIR DE LOS PUNTOS LIDAR	13
FIGURA 11. VISTA 3D DE LA MODELIZACIÓN EFECTUADA	19
FIGURA 12. RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LD, LE Y LDEN.....	23
FIGURA 13. RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LN....	23

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. TRAMOS DE LA VÍA OBJETO DE ESTUDIO	5
TABLA 2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA UME ESTUDIADA	10
TABLA 3. DATOS DE TRÁFICO UME1.....	14
TABLA 4. DATOS DE TRÁFICO UME2.....	15
TABLA 5. DATOS DE POBLACIÓN EN LOS MUNICIPIOS AFECTADOS	18
TABLA 6. OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA.....	21
TABLA 7. VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA LOS PERIODOS LD, LE Y LDEN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO. UME 01.....	25

TABLA 8. VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA EL PERIODO LN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO. UME 01	25
TABLA 9. VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA LOS PERIODOS LD, LE Y LDEN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO. UME 02.....	26
TABLA 10. VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA EL PERIODO LN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO. UME 02	26
TABLA 11. NÚMERO DE VIVIENDAS EXPUESTAS (EN CENTENAS) A DISTINTOS RANGOS DE NIVEL SONORO PARA LOS PERIODOS LD, LE, LN Y LDEN. UME 01.....	27
TABLA 12. NÚMERO DE VIVIENDAS EXPUESTAS (EN CENTENAS) A DISTINTOS RANGOS DE NIVEL SONORO PARA LOS PERIODOS LD, LE, LN Y LDEN. UME 02.....	27
TABLA 13. NÚMERO DE EDIFICIOS SENSIBLES (EN UNIDADES) Y CAMAS/ALUMNOS (EN CENTENAS) EXPUESTAS A DISTINTOS RANGOS PARA EL PERIODO LDEN. UME 01.....	28
TABLA 14. NÚMERO DE EDIFICIOS SENSIBLES (EN UNIDADES) Y CAMAS/ALUMNOS (EN CENTENAS) EXPUESTAS A DISTINTOS RANGOS PARA EL PERIODO LDEN. UME 02.....	28
TABLA 15. DATOS RELATIVOS A ZONAS DE AFECCIÓN PARA EL PERIODO LDEN. UME 01	29
TABLA 16. DATOS RELATIVOS A ZONAS DE AFECCIÓN PARA EL PERIODO LDEN. UME 02	30

II PLANOS

0.- PLANO DE SITUACIÓN

1.- MAPAS NIVELES SONOROS

- 1.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS DÍA (1:25.000)
- 1.2.- MAPAS DE NIVELES SONOROS TARDE (1:25.000)
- 1.3.- MAPAS DE NIVELES SONOROS NOCHE (1:25.000)
- 1.4.- MAPAS DE NIVELES SONOROS Lden (1:25.000)

2.- MAPAS DE AFECCIÓN

- 2.1.- MAPA DE ZONA DE AFECCIÓN (1:25.000)

1.- INTRODUCCIÓN

La aprobación de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental establece la necesidad de elaborar, en una primera fase, los Mapas Estratégicos de Ruido (MER) de grandes ejes viarios cuyo tráfico supere los seis millones de vehículos al año, para en una segunda fase realizar los mapas correspondientes a los grandes ejes viarios con tráfico superior a tres millones de vehículos al año.

La Directiva 2002/49/CE define el Mapa Estratégico de Ruido como "un 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."

Para la aplicación de la citada directiva en el territorio español se elaboró la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, que no se limita a transponer el contenido de la directiva, sino que trata de regular, a través de una adecuada distribución de competencias administrativas y del establecimiento de los mecanismos oportunos, la mejora de la calidad acústica en nuestro entorno.

Con el objeto de desarrollar esta ley se formuló el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, en cuanto a la evaluación y gestión del ruido ambiental, con la finalidad de prever, reducir o evitar los efectos nocivos, incluyendo las molestias derivadas de la exposición al ruido ambiental. A tal efecto se desarrollan los conceptos de ruido ambiental y sus efectos y molestias sobre la población, junto con una serie de medidas que permiten la consecución de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido, los planes de acción y la información a la población.

A fin de dar cumplimiento a la legislación vigente, la Consellería de Medio Ambiente Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestruturas, promueve la segunda fase de elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido de las vías pertenecientes a la Red Autonómica de Carreteras de Galicia.

2.- OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto del presente documento resumen es el de plasmar, de forma sintética y fácilmente comprensible, los resultados arrojados por los Mapas Estratégicos de Ruido de los siguientes tramos de la PO-552, perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia:

DENOMINACIÓN	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONGITUD (km)
Vigo (Av. do Alcalde Portanet) - Tui (N- 551)	A Xurela (Estda. Dep) - Nigrán (PO-332)	2,310	9,410	7,10
	A Ramallosa (AG-57N) - A Ramallosa (PO-340)	10,830	12,810	1,98
	A Ramallosa (PO-340) - Baiona (Estda. Dep)	12,810	15,590	2,78
	A Guarda (PO-355) - As Patas (PO-354)	46,860	48,840	1,98
	As Patas (PO-354) - Goián (PO-503)	48,840	57,790	8,95
	Goián (PO-503) - Vilar de Matos (PO-344)	57,790	60,610	2,82
	Vilar de Matos (PO-344) - Forcadela Sur (PO-195)	60,610	62,090	1,48
	Forcadela Norte (PO-195) - Torrón (Estda. Dep)	63,840	69,140	5,30
	Torrón (Estda. Dep) - Tui (N-551)	69,140	71,220	2,08

Tabla 1. Tramos de la vía objeto de estudio

Según se recoge en el Artículo 15 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, los mapas de ruido tendrán, entre otros, los siguientes objetivos:

- Permitir la evaluación global de la exposición a la contaminación acústica de una determinada zona.
- Permitir la realización de predicciones globales para dicha zona.
- Posibilitar la adopción fundada de planes de acción en materia de contaminación acústica y, en general, de las medidas correctoras adecuadas.

Asimismo, la elaboración de los MER constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias a realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones.

3.- AUTORIDAD RESPONSABLE

La autoridad responsable de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruidos fue la Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, contando con la asistencia de la empresa ICEACSA Consultores S.L.U.

4.- PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES

De acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, y en la Ley del Ruido y sus posteriores Reglamentos, tuvieron que realizarse, en una primera fase los Mapas Estratégicos de Ruido de las carreteras de más de 6 millones de

vehículos al año; y en una segunda fase los de las carreteras de más de 3 millones de vehículos al año.

Por lo tanto, en la actualidad no se encuentra vigente ningún Programa de Acción contra el ruido derivado de la primera fase en la Unidad de Mapa Estratégico Vigo (Av. do Alcalde Portanet) - Tui (N-551) entre los PP.KK. 2+310 al 9+410, los PP.KK 10+830 15+590, los PP.KK 46+860 a 62+090 y 63+840 a 71+220.

Así, en cumplimiento de la legislación, se elabora en la segunda fase esta UME. El estudio constituye la primera aproximación a la problemática del ruido generado por la infraestructura viaria.

5.- ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME

La carretera PO-552 constituye una de las principales vías de comunicación de las localidades costeras del S de la provincia de Pontevedra. Enlaza la ciudad de Vigo con Tui y la frontera portuguesa.

Comienza su trazado en el SO de la ciudad de Vigo y desde ahí sigue en dirección SO atravesando las parroquias viguesas de San Andrés de Comesaña, Coruxo, Oia y Saiáns, rodeando a media altura los montes del Maúxo.

En su primera parte atraviesa una zona con bastante densidad de viviendas de tipo unifamiliar entre parcelas vacías y campos de cultivos, para entre el pk 3+330 a 4+130 atravesar una zona de bosque con escasas edificaciones.



Figura 1. PO-552. Pedreira

Desde el pk 4+130 en adelante atraviesa la parte alta del núcleo de Oia, en Pedreira con bastante densidad de edificaciones de tipo unifamiliares, que se alinean a ambos lados de la carretera, dispuestos de acera. A partir de aquí, continúa por una zona de bosque hasta la

primera glorieta en el pk 6+890, coincidiendo con el Concello de Nigrán. Desde esta hasta el fin, va atravesando zonas de arbolado con zonas con viviendas de tipo unifamiliar, pero con una densidad inferior hasta el pk 8+980 aproximadamente, donde empieza a aumentar medida que se acerca al núcleo de Nigrán, donde el entorno se vuelve completamente urbano con bloques de edificios de hasta 4 plantas, hasta llegar al pk 9+410.



Figura 2. PO-552. Nigrán

Desde el pk 10+830 hasta A Ramallosa, pasa por una zona de edificaciones de tipo unifamiliar, con una densidad elevada en Sabarís. En A Ramallosa, el entorno se transforma en urbano en el pk 12+360 con bloques de edificios de 4 plantas a ambos lados. Sobrepasada la desembocadura del río Miñor, entra en el Concello de Baiona, discuriendo paralela la marisma, con edificaciones de dos plantas a solo uno de los lados. Desde el pk 14+020 gira hacia el interior atravesando una zona con viviendas unifamiliares que al a llegar al centro se convierte en bloques de edificios de 4 plantas hasta el final de la UME.



Figura 3. PO-552. Baiona

Desde A Guarda, en el pk 46+860, a los pies del Monte de Santa Tecra cambia su dirección hacia el NE, de forma que se extiende de forma paralela al curso inferior del río Miño, prácticamente desde su desembocadura. En A Guarda atraviesa edificios de 4 plantas alternados con viviendas de planta baja y parcelas ajardinadas, que con el paso del tiempo se fueron transformando en edificaciones de varias plantas.



Figura 4. PO-552. A Guarda

Atraviesa la parroquia de Salcidos en A Guarda y después Tabagón ya en O Rosal, donde cruza el río Tamuxe. Se trata de una zona con edificaciones de tipo unifamiliar entre parcelas de prados y cultivos, cuya densidad va descendiendo al alejarse de A Guarda, atravesando una zona boscosa antes de entrar en el Concello de Tomiño, donde inmediatamente pasa por Goián y Tollo con zonas de urbanizaciones y en general bastante densidad de edificaciones, con aceras en algunos tramos.

Desde ahí pasa por una sucesión de núcleos, en general con alta densidad de edificaciones, como Figueiró, Estás, A Gandariña, As Garroas, Os Cruceiros o Gabín que se entremezclan entre prados de cultivos, prados y zonas boscosas de distinta envergadura. Todos estos núcleos se desarrollan hacia la margen izquierda de la carretera, ya que hacia la derecha se encuentra el río Miño, y el terreno existente entre este y la carretera en su mayor parte se encuentra ocupado por tierras de cultivo.

Desde el pk 63+840, en dirección NE la carretera pasa por los núcleos de Carregal de Abaixo y Carregal de Arriba, todavía en el Concello de Tomiño con viviendas de tipo unifamiliar entre parcelas de prados y cultivos, donde abundan los viñedos. Entre el pk 65+780 a l 67+380, atraviesa una zona de arbolado con escasas edificaciones, mientras que a partir de aquí, pasa por el núcleo de O Monte, con alta densidad de edificaciones en general unifamiliares, además de alguna urbanización.

Desde el 69+400 al 70+460, pasa nuevamente por una zona arbolada y a partir de aquí, entra en el núcleo de A Toxeira, de similares características a los anteriores, ya en el Concello de Tui, donde, en la parroquia de Areas, se encuentra la rotonda de conexión con la A-55, y la N-551, donde finaliza la carretera.



Figura 5. PO-552. A Toxeira

La identificación de las Unidad de Mapa Estratégico (UME) se realizó conforme a los siguientes criterios generales:

- Una UME solamente puede incluir tramos pertenecientes a una misma vía.
- Todos los tramos que conforman la UME deben tener una IMD igual o superior a 3.000.000 veh/año, como establece la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental.

Teniendo en cuenta dichos criterios, los tramos recogidos en la tabla siguiente comprenden una única Unidad de Mapa Estratégico (UME), contemplándose como fuente de ruido independiente, analizándose su efecto por separado y obteniéndose un Mapa Estratégico de Ruido en el que únicamente se considera la propagación del ruido causado por el tronco de la infraestructura. Dichos mapas se corresponden al alcance de la segunda fase de la Directiva 2002/49/CE y su correspondiente transposición a la legislación estatal:

UME	VÍA	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONG (km)	IMD (VEH/DÍA)	% PESADOS	MUNICIPOS AFECTADOS
01	PO-552	A Xurela (Estda. Dep) - Nigrán (PO-332)	2,310	9,410	7,10	14.908	2,8	Vigo, Nigrán
		A Ramallosa (AG-57N) - A Ramallosa (PO-340)	10,830	12,810	1,98	14.914	2,8	Nigrán
		A Ramallosa (PO-340) - Baiona (Estda. Dep)	12,810	15,590	2,78	13.800	2,8	Baiona
02	PO-552	A Guarda (PO-355) - As Patas (PO-355)	46,860	48,840	1,98	11.761	5,9	A Guarda

UME	VÍA	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONG (km)	IMD (VEH/DÍA)	% PESADOS	MUNICIPOS AFECTADOS
		354)						
		As Patas (PO-354) - Goián (PO-503)	48,840	57,790	8,95	8.366	5,9	A Guarda, O Rosal, Tomiño
		Goián (PO-503) - Vilar de Matos (PO-344)	57,790	60,610	2,82	13.431	5,9	Tomiño
		Vilar de Matos (PO-344) - Forcadela Sur (PO- 195)	60,610	62,090	1,48	7.606	5,9	Tomiño
		Forcadela Norte (PO-195) - Torrón (Estda. Dep)	63,840	69,140	5,30	11.980	5,9	Tomiño
		Torrón (Estda. Dep) - Tui (N-551)	69,140	71,220	2,08	11.910	5,9	Tomiño, Tui

Tabla 2. Características generales de la UME estudiada

En la siguiente figura se observa la ubicación de la UME objeto de estudio.

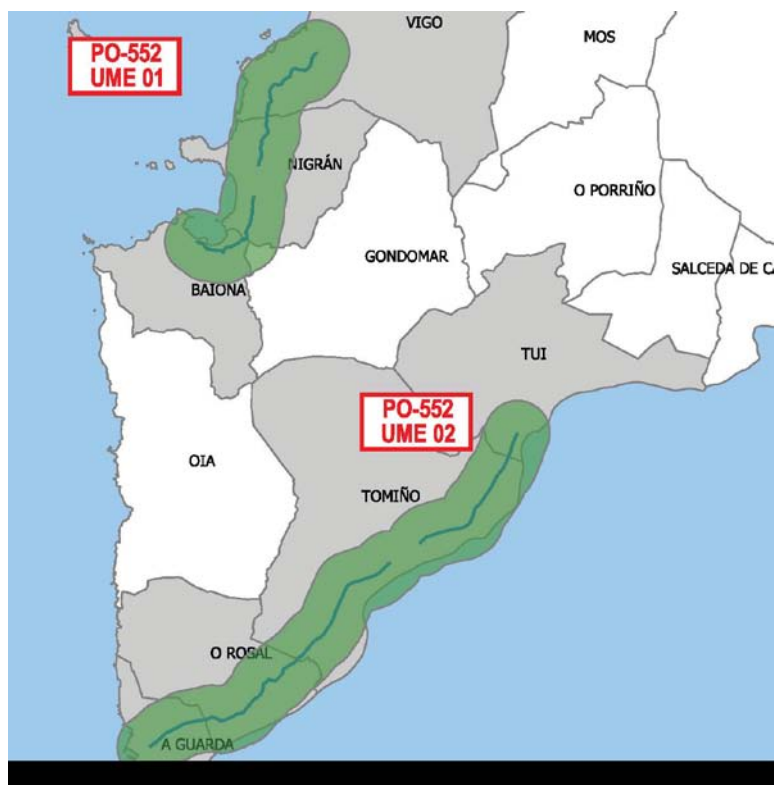


Figura 6. Plano de ubicación de la UME objeto de estudio

6.- METODOLOGÍA

Para la realización de la simulación acústica fue necesaria la implementación de un modelo tridimensional del área de estudio, incluyendo carreteras, edificaciones y elementos singulares, tal y como se aprecia en la imagen adjunta.



Figura 7. Detalle de la vista dinámica del modelo tridimensional generado

El software predictivo para la realización del modelo tridimensional del área de estudio, y para el posterior desarrollo de los cálculos matemáticos de propagación de ruido en ambiente exterior y ejecución de los Mapas Estratégicos de Ruido, fue CadnaA Versión 4.4 (DataKustik GmbH). Con este software, y con un modelado del entorno preciso, se pueden determinar los niveles de ruido causados por el tráfico rodado. Tanto el procesado previo de la información de base como el análisis de los datos obtenidos se realizó mediante GIS.

6.1.- MODELO DE SIMULACIÓN

Siguiendo las disposiciones del Real Decreto 1513/2005, los índices de ruido del tráfico rodado fueron determinados por medio del método nacional de cálculo francés «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTULCPC-CSTB)», mencionado en el «Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal officiel du 10 mai 1995, article 6» y en la norma francesa «XPS 31-133». Este modelo es el propuesto de manera provisional por la Unión Europea para la realización de mapas de ruido en aquellos países que carezcan del suyo propio, según se describe en la recomendación 2003/613/EC de la Comisión Europea.

La elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido engloba la generación del modelo digital, la definición de los parámetros de entrada, el cálculo de los mapas y la evaluación de los resultados obtenidos.

El modelo 3D estará constituido por la topografía y las edificaciones del ámbito de estudio, el tramo/s de carretera que conforman la UME, y los elementos singulares concretos de cada caso (viaductos, pasos superiores, muros, pantallas acústicas,...).

- Carreteras: datos de tráfico (IMD y porcentaje de pesados), características del firme, tipo de flujo y límites de velocidad.

- Edificios: tipo de uso, altura, número de plantas, número de habitantes (en caso de ser residencial) y coeficiente de absorción alfa.
- Viaductos: longitud de apantallamiento.
- Muros y pantallas: pérdidas por reflexión.
- Terreno: coeficientes de absorción.
- Túneles: radiación procedente de las entradas y salidas.

Definido el modelo e introducidos los parámetros y configuración, se lleva a cabo la simulación acústica, obteniéndose de este modo los Mapas Estratégicos de Ruido.

6.2.- CREACIÓN DEL MODELO 3D

En el presente apartado se describen los procesos necesarios para la definición del escenario de modelización en el software de cálculo a partir de la información base.

La definición de cada uno de los atributos que caracterizan los elementos del modelo se realizó en GIS previa incorporación al software de cálculo. El objeto de este tratamiento previo es el de sistematizar el proceso de creación del modelo, evitando errores u omisiones en la definición del escenario.

6.2.1.- INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA

Para llevar a cabo el modelado digital del terreno (MDT) se empleó como fuente de información el vuelo LIDAR suministrado por la Axencia Galega de Infraestruturas, del que se extrajo la nube de puntos que conforman el terreno. Posteriormente, mediante un proceso de triangulación se obtuvieron las curvas de nivel cada metro.



Figura 8. Detalle de los puntos LIDAR facilitados



Figura 9. Detalle del MDT generado

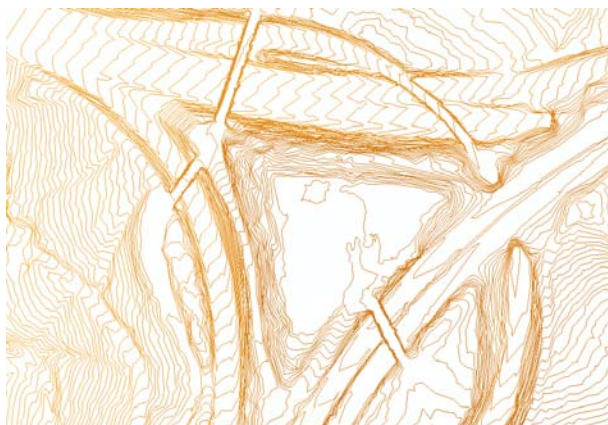


Figura 10. Curvado finalmente obtenido a partir de los puntos LIDAR

6.2.2.- INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO

Mediante el empleo de herramientas GIS, el eje de la carretera se definió a partir del conjunto de datos geométricos facilitados por la Axencia Galega de Infraestruturas, disponiendo de puntos cada 10 m, con la siguiente información:

- Coordenadas X, Y, Z.
- Número de carriles.
- Anchos de plataforma, calzada y arcenes.
- Peraltes y pendientes.

Las características geométricas que definen el eje cada 10 m se extendieron para cada punto 5 m antes y 5 m después. Una vez definido el eje se procedió a la corrección y depuración de la información, comparando los ejes con la ortofoto actualizada y con los datos tomados en las preceptivas visitas a campo realizadas. Establecida la geometría definitiva de la vía, se definieron en GIS los atributos que caracterizan la emisión acústica, con anterioridad a su importación desde CadnaA. A continuación se describe cada uno de los atributos considerados, los datos de partida disponibles, así como el tratamiento realizado previa incorporación al modelo:

- Geometría: la UME 1 cuenta en todo su recorrido con una única calzada con dos carriles, excepto en las incorporaciones y salidas, y entre los pk 4+460 a 5+100 y 8+100 a 8+950 que cuenta con 3. El ancho medio del carril es de 3,7 m. El arcén derecho cuenta con un ancho medio de 1,5 m variable entre los 0 y 5,5 m, mientras que el arcén izquierdo cuenta con un ancho medio de 1,2 m variable entre los 0 y 6 m. La UME 2 cuenta en todo su recorrido con una única calzada con dos carriles, excepto en las incorporaciones y salidas que cuenta con 3. El ancho medio de carril es de 3,5 m

y ambos arceles cuentan con un ancho medio de 1,4 m variable entre los 0 y los 4,1 m.

- Datos de tráfico: los datos de tráfico utilizados para el cálculo de los niveles sonoros fueron los correspondientes a las Memorias de Aforos del año 2012, proporcionadas por la Axencia Galega de Infraestruturas.

Tomando como base la distribución horaria en un día medio, se llevó a cabo el cálculo de la IMD por hora para cada uno de los periodos considerados (día, tarde y noche).

Para la UME 01, puesto que para los tramos A Ramallosa (AG-57N) - A Ramallosa (PO-340) y A Ramallosa (PO-340) - Baiona (Estda. Dep) no se disponía de distribución horaria, al valor de la IMD diaria del año 2012 se le aplicó la distribución porcentual del otro tramo que conforma la UME01, A Xurela (Estda. Dep) - Nigrán (PO-332) obteniéndose de esta forma la IMD por hora.

Respecto a la distribución de pesados, se aplicó para todos los tramos y todos los periodos considerados el valor diario del tramo A Xurela (Estda. Dep) - Nigrán (PO-332), recogido en la Memoria de Aforos.

Para la UME 02, para los tramos A Guarda (PO-355) - As Patas (PO-354), As Patas (PO-354) - Goián (PO-503), Vilar de Matos (PO-344) - Forcadela Sur (PO-195), Forcadela Norte (PO-195) - Torrón (Estda. Dep) y Torrón (Estda. Dep) - Tui (N-551) se les aplicó la distribución porcentual del otro tramo que conforma la UME02, Goián (PO-503) - Vilar de Matos (PO-344), por no disponer de distribución horaria, obteniéndose de esta forma la IMD por hora.

Respecto a la distribución de pesados, se consideró para todos los tramos y todos los periodos considerados el valor diario del tramo A Goián (PO-503) - Vilar de Matos (PO-344), recogido en la Memoria de Aforos.

Para el caso específico de las glorietas, en ambas UMEs el tráfico fue cuantificado como la suma de las IMD de las entradas dividida por el número de salidas.

UME	VÍA	TRAMO	IMD				% PESADOS
			(VEH/DÍA)	DÍA (VEH/H)	TARDE (VEH/H)	NOCHE (VEH/H)	
01	PO-552	A Xurela (Estda. Dep) - Nigrán (PO-332)	14.908	824,0	877,5	188,8	2,8
		A Ramallosa (AG-57N) - A Ramallosa (PO-340)	14.914	824,3	877,8	188,8	2,8
		A Ramallosa (PO-340) - Baiona (Estda. Dep)	13.800	762,8	812,3	174,7	2,8

Tabla 3. Datos de tráfico UME1

UME	VÍA	TRAMO	IMD				% PESADOS
02	PO-552	A Guarda (PO-355) - As Patas (PO-354)	11.761	661,3	688,7	133,9	5,9
		As Patas (PO-354) - Goián (PO-503)	8.366	470,4	489,9	95,2	5,9
		Goián (PO-503) - Vilar de Matos (PO-344)	13.431	755,2	786,5	152,9	5,9
		Vilar de Matos (PO-344) - Forcadela Sur (PO-195)	7.606	427,6	445,4	86,6	5,9
		Forcadela Norte (PO-195) - Torrón (Estda. Dep)	11.980	673,6	701,5	136,4	5,9
		Torrón (Estda. Dep) - Tui (N-551)	11.910	669,6	697,4	135,6	5,9

Tabla 4. Datos de tráfico UME2

- Límite de velocidad: partiendo de la velocidad límite permitida por la normativa para la vía objeto de estudio (90 km/h), se determinaron los tramos con restricciones de velocidad a partir de los datos de señalización vertical aportados por la Axencia Galega de Infraestruturas, realizándose una revisión de los mismos en las visitas a campo realizadas. En aquellos lugares en los que se detectó señalización insuficiente o contradictoria (ausencia de señales de fin de limitación de velocidad, tramos interurbanos sin especificación de la velocidad máxima permitida,...) se optó optado por definir tramos los más homogéneos posibles, tomando siempre el valor de velocidad más desfavorable (la mayor de los posibles).

Para cada una de los subtramos se establecieron límites de velocidad diferenciados en función del tipo de vehículo que circule (ligero o pesado), ya que según el límite establecido dicha velocidad puede no ser coincidente.

Así, entre el pk 2+310 y 9+410 considerando la densidad de población a ambos lados de la carretera, resultado del crecimiento urbanístico de los últimos años, se modelizó la práctica totalidad con una velocidad de 50 km/h, si bien atendiendo a la señalización vertical se consideró algún tramo con velocidad de 70 km/h, coincidiendo con las zonas menos pobladas.

Para el siguiente tramo entre el pk 10+830 y 12+810, con una elevada densidad de población correspondiente a los núcleos de Nigrán y Baiona, se consideró una velocidad de 50 km/h, limitada en el núcleo de Baiona a 40 km/h.

En cuanto al tramo comprendido entre a Guarda en el pk 46+860 a Forcadela S, se intercalaron tramos de travesía de 50 km/h, con tramos con una baja densidad de edificaciones con velocidad de 90 km/h para ligeros y 70 km/h para pesados.

Finalmente el tramo que arranca de Forcadela N en el pk 63+840 a Tui 71+220, se modelizó en su práctica totalidad con una velocidad de 50 km/h correspondiendo a tramos en travesía, si bien se consideró de acuerdo a la señalización vertical un tramo

de 70 km/h 90 km/h para ligeros y 70 km/h para pesados antes de la entrada en Amorín.

Para el caso específico de las glorietsas se definió una velocidad de 40 km/h, tanto para vehículos ligeros como pesados.

- Superficie de la carretera: el tipo de firme tiene influencia directa sobre la emisión de la vía. La UME objeto de estudio presenta una capa de asfalto bituminoso en toda su longitud.
- Tipo de flujo: de forma general se consideró que el flujo es continuo fluido, salvo en las glorietsas donde se definió como continuo en pulso.

Una vez definida la geometría y los parámetros característicos de cada subtramo de 10 m que compone la UME, se procedió a su importación en CadnaA como carretera en formato shape. Por último, para conseguir que la carretera se acople por completo al terreno, se realizó el ajuste del MDT al objeto bajo la plataforma de la vía.

6.2.3.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS

Tomando como base la capa shape de la Dirección General del Catastro, se realizó una revisión general del ámbito de trabajo, completándose aquellas zonas que presentaban carencia de edificaciones recientes. Esta revisión se hizo a partir de las fotografías aéreas del PNOA y mediante visitas a campo. Así, se elaboró una cobertura de polígonos revisada a través de:

- La digitalización de los edificios inexistentes en el Catastro.
- La eliminación de los elementos que ya no existen o que no se corresponden con edificios (invernaderos, piscinas,...).

6.2.3.1.- ALTURA

La altura de las edificaciones se definió a partir del número de plantas contempladas en los datos del Catastro, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La altura mínima de un edificio es de 4 m.
- En los edificios residenciales, sanitarios y educativos se consideró una altura de 4 m para las plantas bajas, y de 3 m para el resto.
- Aquellas edificaciones que comparten código catastral y están claramente unidas se agruparon como un único edificio, asignándole el número de plantas correspondiente al edificio más alto con código compartido.

Para aquellos edificios que no se encuentran contenidos en la base de datos de Catastro y que fueron digitalizados posteriormente, el número de plantas fue estimado a partir de la revisión de

la fotografía aérea y de las visitas, corrigiendo y depurando errores de la información catastral de base (alturas inexistentes o excesivas).

6.2.3.2.- USO

Partiendo de los metadatos descargados de la Sede Electrónica del Catastro, los usos de los edificios se completaron a través de las siguientes fuentes de información:

- Fotografías aéreas del PNOA.
- Información de las visitas a campo realizadas.

Los usos identificados fueron:

- Residencial.
- Sanitario y docente.
- Industrial, terciario y otros.

A todos los edificios de la zona de estudio se asignó uno de los anteriores usos con el fin de identificar los edificios residenciales para el cálculo de la población, así como para determinar las áreas acústicas en la elaboración de los mapas de zonas de conflicto. Además, se identificaron los edificios de tipo docente y sanitario por ser receptores sensibles, a través de la información disponible en las siguientes fuentes:

- Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria de la Xunta de Galicia.
- Consellería de Sanidade de la Xunta de Galicia.

6.2.3.3.- POBLACIÓN ASIGNADA

Uno de los objetivos de los MER es la obtención del número de personas expuestas a los diferentes niveles de ruido, para lo que se realizó un tratamiento consistente en el reparto de la población entre los edificios residenciales existentes.

La información de partida se obtuvo del padrón municipal de habitantes del año 2013 del Instituto Galego de Estatística (IGE). Tomando como base la población de cada municipio, y una vez identificados los edificios residenciales de cada uno, se hizo un reparto proporcional de la población en función de la superficie residencial total construida. El número de habitantes en cada se calculó como el producto del coeficiente de habitabilidad anteriormente definido por la superficie de cada edificio residencial, resultando:

MUNICIPIO	POBLACIÓN	SUP. TOTAL RESIDENCIAL (m ²)	COEF. HABITABILIDAD (HAB/m ²)
Vigo	296.479	16.002.242	0,0185
Nigrán	17.738	1.478.865	0,0120
Baiona	12.035	1.009.201	0,0119
Guarda, A	10.438	730.974	0,0143
Rosal, O	6.531	450.958	0,0145
Tomíño	13.740	743.372	0,0185
Tui	16.827	952.626	0,0177

Tabla 5. Datos de población en los municipios afectados

En el caso de los edificios sensibles se cuantificó el número de alumnos en los edificios de uso docente, y de camas en los de uso sanitario.

6.2.3.4.- EFECTO REFLECTANTE

Para tener en cuenta el efecto reflectante de las edificaciones se asignó un Coeficiente de Absorción Alfa de 0,4 en todos los casos.

6.2.3.5.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS EN CADNAA

Una vez depurada y corregida la capa de edificaciones, con todos los atributos definidos se importaron desde CadnaA como edificio en formato shape.

En última instancia se hizo una revisión general del modelo, subsanándose aquellos desajustes existentes entre la topografía y la base de los edificios ("enterramientos"), así como los solapes entre la plataforma de la vía y las edificaciones incorporadas.

6.2.4.- MODELADO DE TÚNELES

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad túneles en la presente UME.

6.2.5.- MODELADO DE VIADUCTOS

Aquellos tramos de la carretera que presentan viaductos, puentes, pontones o pasos inferiores de grandes dimensiones fueron modelizados evitando la emisión acústica bajo el plano de la plataforma de la vía. Para ello, estos tramos se configuraron como auto-apantallados con una anchura adicional de 1,5 m a izquierda y derecha.

Previamente al auto-apantallado del tramo de vía definió la geometría del viaducto, corroborándose el correcto apoyo de los estribos y corrigiéndose cuando fuese necesario, el curvado LIDAR bajo los estribos.

La identificación de los diferentes elementos (viaductos, puentes, pontones y pasos inferiores) se realizó en base a la revisión de la ortofoto, completándose con los datos tomados en las visitas a campo realizadas.

6.2.6.- MODELADO DE PASOS SUPERIORES

En el modelo se definieron únicamente aquellos pasos superiores que presentan un ancho superior a 25 m, incorporándose como reflectores 3D. De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pasos superiores con anchura superior a 25 m en la presente UME.

6.2.7.- INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pantallas acústicas en la presente UME.

6.2.8.- INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO

Las características del suelo son un factor determinante en la propagación del ruido, por lo que en la modelización efectuada se definieron diferentes áreas de absorción.

De forma genérica se considera el terreno base como absorbente ($G=1$, sin embargo se definieron ciertas áreas de carácter urbano e industrial como reflectantes ($G=0$), realizándose la zonificación del territorio en base a los usos del suelo definidos por el Instituto de Estudios do Territorio. De esta forma, las áreas consideradas como reflectantes son las correspondientes a núcleos de población, tejido urbano continuo y zonas industriales, comerciales y de servicios.

La incorporación de estas zonas al modelo se realizó importándose como áreas de absorción del suelo en formato shape.

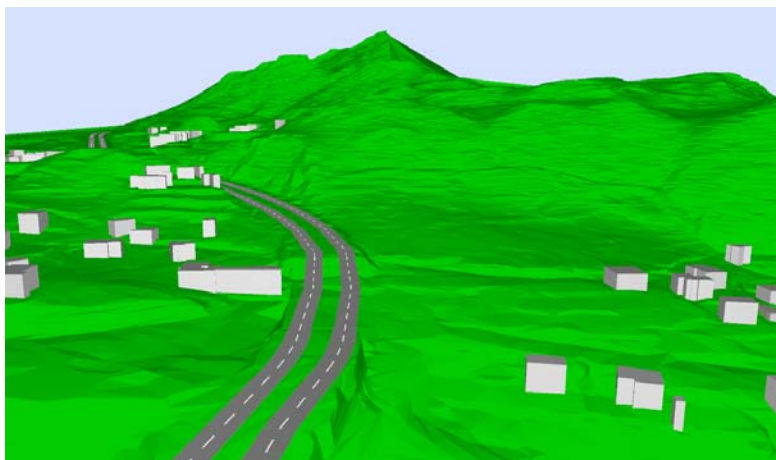


Figura 11. Vista 3D de la modelización efectuada

6.3.- CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D

Para la elaboración de los MER de cada UME, con anterioridad a la introducción de los diferentes elementos que componen el modelo, es preciso definir una configuración de cálculo en el software de acuerdo a la Directiva 2002/49/CE donde se identifiquen los parámetros necesarios para la correcta definición del escenario previsto.

- La norma empleada para el cálculo es la NMPB-Routes-96.
- El espaciado de los receptores en la malla de cálculo es de 10 x 10 m a una altura de 4 m sobre el suelo.
- El orden máximo de reflexiones consideradas es de 1.
- Se estableció un radio máximo de búsqueda de 2.000 m.
- El porcentaje de condiciones favorables día/noche se corresponde con un 50% en periodo diurno, un 75% en periodo vespertino y un 100% en periodo nocturno.
- Siguiendo las recomendaciones de la European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN), las condiciones atmosféricas consideradas son una temperatura de 15°C y una humedad del 70%.
- El cálculo de la atenuación sufrida por las ondas sonoras en el medio ambiente exterior se obtiene de acuerdo a los procedimientos de la ISO 9613.
- Los valores de inmisión considerados son $L_{\text{día}}$, L_{tarde} , L_{noche} y L_{den} , todos ellos en dBA, a una altura de evaluación de 4 m.
- La designación de horas para los periodos considerados es de 07:00 a 19:00 día, de 19:00 a 23:00 tarde y de 23:00 a 07:00 noche.
- Se aplicó una penalización de 0 dB para el periodo diurno, de 5 dB para el vespertino y de 10 dB para el nocturno.
- Para la evaluación de los niveles de ruido en fachada de edificios se consideró una altura de las plantas bajas de 4 m y de 3 m para el resto. Asimismo, se tuvo en cuenta únicamente el sonido incidente, es decir, no se consideró el sonido reflejado en la fachada donde se realiza la evaluación, aunque sí las reflexiones en el resto de edificios y obstáculos presentes en el área de estudio.

7.- PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN

Para determinar los indicadores y los niveles límites de referencia que permitan evaluar la afección al ruido, se recurrió a la legislación vigente en materia de objetivos de calidad acústica que viene fijada en 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, concretamente lo recogido en el Capítulo

III "Zonificación acústica. Objetivos de calidad acústica" y en el Capítulo IV "Emisores acústicos. Valores límite de emisión e inmisión".

El artículo 14 del citado Real Decreto dice textualmente:

1. En las áreas urbanizadas existentes se establece como objetivo de calidad acústica para ruido el que resulte de la aplicación de los siguientes criterios:

a) Si en el área acústica se supera el correspondiente valor de alguno de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla A, del anexo II, su objetivo de calidad acústica será alcanzar dicho valor.

A N E X O II

Objetivos de calidad acústica

Tabla A. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes.

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L_d	L_e	L_n
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.

Tabla 6. Objetivos de calidad acústica

En relación al tipo de área f se aplicará el Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica 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.

Como se puede observar en la tabla anterior, los objetivos se establecen para los índices de ruido, L_d , L_t y L_n , cuya definición según 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, es:

Ld es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año.

Le es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año.

Ln es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año.

En vista de lo expuesto, la evaluación de la exposición al ruido de la población pasará por determinar cada uno de los indicadores Ld, Le y Ln, y compararlos con los niveles límite establecidos en los objetivos de calidad acústica para cada tipo de área.

8.- RESULTADOS

Conforme a la normativa vigente, la elaboración de un mapa estratégico conlleva la obtención de una información gráfica y otra alfanumérica, representada mediante mapas y tablas de afección.

La escala básica de representación de los Mapas Estratégicos de Ruido contenidos en el presente documento es 1/25.000, siendo la base cartográfica la 1/5.000 de la Xunta de Galicia. El sistema de proyección es ETRS-89, zona 29 N.

En la elaboración de los MER de cada UME, el área de estudio vino delimitada por la longitud del tramo/s de carretera que define la propia UME y por una banda, con un ancho de 1.500 m a cada lado del eje de la calzada.

8.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS

Son mapas de líneas isófonas elaborados a partir de los niveles de ruido calculados en puntos receptores a lo largo de toda la zona de estudio.

Se elaboraron los planos de niveles sonoros representando los indicadores establecidos por la legislación básica estatal y las recomendaciones del Ministerio de Fomento, siendo los mapas generados los siguientes:

- Mapa de niveles sonoros de Ld en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de Le en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.

- Mapa de niveles sonoros de L_n en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70.
- Mapa de niveles sonoros de L_{den} en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.

L_{den}, L_d, L_e

Rango	Descripción	R	G	B
> 75	Rosa fuerte	255	0	255
70-75	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
< 55	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	55-60
	60-65
	65-70
	70-75
	>75

Figura 12. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del L_d , L_e y L_{den}

L_n

Rango	Descripción	R	G	B
> 70	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
50-55	Verde	100	200	0
< 50	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	50-55
	55-60
	60-65
	65-70
	>70

Figura 13. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del L_n

8.2.- POBLACIÓN EXPUESTA

8.2.1.- METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA

La determinación de la situación acústica a partir de los mapas de niveles sonoros requiere el análisis de la afección del ruido sobre la población. En esta línea, la normativa establece que debe estimarse el número de personas expuestas a ciertos rangos de niveles de presión sonora, sin entrar en detalles técnicos de cómo proceder.

Existen diferentes métodos para determinar los niveles de exposición en fachada para cada uno de los edificios, conforme a la normativa y a las guías de trabajo internacionales en materia de contaminación acústica.

La Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, con el fin de determinar la exposición al ruido ambiental de los Estados Miembros, establece en su Anexo VI que deberá comunicarse a la comisión europea, para el caso de las aglomeraciones sobre las que se realice el Mapa Estratégico de Ruidos (MER), la siguiente información:

- Número estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas 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 en la fachada más expuesta: (55-59, 60-64, 65-69, 70-

74, >75), distinguendo entre el tráfico rodado, el tráfico ferroviario, el tráfico aéreo y las fuentes industriales.

- El número total estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de L_n en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70), distinguendo entre el tráfico rodado, ferroviario, aéreo y las fuentes industriales.

Este planteamiento, denominado END (European Noise Directive), es el que debe utilizarse para entregar los resultados a la comisión europea, siendo también habitual para la entrega al resto de administraciones. Sin embargo, este procedimiento, es el que proporciona peores resultados con respecto a la exposición real de la población, arrojando valores de población afectada a distintos rangos de niveles sonoros muy superiores a la realidad, por lo resulta necesario plantear otros métodos que, de forma adicional, arrojen resultados que no sobreestimen la población expuesta.

8.2.1.1.- MÉTODO END

El método END (European Noise Directive) se presenta en la Directiva Europea 2002/49/CE como un método para satisfacer la obligación de proporcionar a la comisión europea los datos del número estimado de personas cuyas viviendas están expuestas a diferentes rangos de L_{den} y L_n , a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta, aquella que soporta mayor nivel de presión sonora.

Esta estimación, requiere del cálculo de receptores específicos en cada una de las fachadas de los edificios, a una altura relativa de 4 metros respecto al suelo y tomando las consideraciones necesarias para excluir las reflexiones acústicas de la propia fachada como ruido incidente en el propio receptor.

Este planteamiento, supone que todos los habitantes de cada edificio están sometidos al mayor nivel de presión sonora registrado en la fachada más expuesta, lo que no se acerca a la situación real, en la que la población se distribuye a lo largo del edificio, en relación a la posición de las viviendas. Este procedimiento podría dar resultados próximos a la realidad en viviendas unifamiliares, pero en el caso de edificios de varias plantas se obtendría un resultado de población expuestas sobreestimado.

8.2.1.2.- MÉTODO VBEB

El método alemán VBEB (Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm) permite obtener los valores reales de afección a los que se encuentra expuesta la población. Su procedimiento contempla la distribución de receptores de niveles de

presión sonora a lo largo de las fachadas, estableciendo estos a diferentes niveles de altura en función del número de plantas.

Cada uno de estos receptores determinará el nivel de presión sonora al que se encuentra expuesta cada vivienda, considerando el parámetro de altura, a diferencia del método END expuesto anteriormente, en el que la evaluación de la exposición se realizaba a 4 m del suelo.

Esta metodología permite afinar los resultados al distribuir la población de cada edificio a lo largo del perímetro en planta y de las alturas. Como se puede intuir, los niveles de presión sonora evaluados a diferentes alturas proporcionarán resultados distintos, en función de la mayor o menor distancia a la fuente y las posibles reflexiones de los edificios del entorno, encontrándose, de esta forma, los habitantes de viviendas a diferentes alturas, en una misma planta, expuestas a distintos grados de afección.

8.2.2.- TABLAS DE RESULTADOS

8.2.2.1.- POBLACIÓN AFECTADA

8.2.2.1.1.- UME 01

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)						
RANGO (dBA)	Ld		Le		Lden	
	END	VBEB	END	VBEB	END	VBEB
55 – 59	15	12	16	13	19	18
60 – 64	7	8	8	8	11	10
65 – 69	24	6	23	7	11	7
70 – 74	4	0	5	1	20	3
≥ 75	0	0	0	0	1	0

Tabla 7. Valores de población afectada (en centenar) para los periodos Ld, Le y Lden en función del método considerado. UME 01

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)		
RANGO (dBA)	Ln	
	END	VBEB
50 – 54	14	12
55 – 59	9	8
60 – 64	23	5
65 – 69	1	0
≥ 70	0	0

Tabla 8. Valores de población afectada (en centenar) para el periodo Ln en función del método considerado. UME 01

En las anteriores tablas se observa como para valores bajos de ruido los métodos END y VBEB arrojan datos de población expuesta similares. Sin embargo, con rangos de emisión sonora por encima de 65 dB para los periodos Ld, Le y Lden, y de 60 dB para el Ln existen diferencias en los datos relativos a población expuesta según el método, que radican en las consideraciones de cada uno para determinar la población expuesta. El método END asume que todos los habitantes de cada edificio están sometidos al mayor nivel de presión sonora registrado 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta. En consecuencia, dado que el tramo objeto de estudio discurre por tramos de travesías densamente pobladas, fundamentalmente en Baiona y Nigrán, con presencia de edificios residenciales de varias alturas adyacentes a la vía, parece que estos resultados no se aproximan a la realidad, al suponer que todos los habitantes de estos edificios se encuentran afectados por el valor de la fachada más expuesta.

En contraposición, el método VBEB, al distribuir la población de cada edificio a lo largo del perímetro en planta y de las alturas permite obtener un resultado más ajustado a la realidad, ya que no toma el conjunto del edificio como afectado por la isófona más desfavorable, sino que estima la afección de la población según el valor obtenido en cada receptor de fachada.

8.2.2.1.2.- UME 02

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)						
RANGO (dBA)	Ld		Le		Lden	
	END	VBEB	END	VBEB	END	VBEB
55 – 59	13	9	14	11	16	15
60 – 64	7	5	7	5	10	7
65 – 69	6	3	6	3	7	4
70 – 74	5	1	5	1	7	2
≥ 75	0	0	0	0	1	0

Tabla 9. Valores de población afectada (en centenar) para los periodos Ld, Le y Lden en función del método considerado. UME 02

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)		
RANGO (dBA)	Ln	
	END	VBEB
50 – 54	12	9
55 – 59	7	5
60 – 64	7	2
65 – 69	1	0
≥ 70	0	0

Tabla 10. Valores de población afectada (en centenar) para el periodo Ln en función del método considerado. UME 02

Para la UME02, en líneas generales ambos métodos dan resultados similares, si bien para todos los casos, los resultados del método END son superiores al VBEB. Estos valores tan próximos vienen a indicar que para la UME 02, existe una alta densidad de viviendas unifamiliares a ambos lados de la carretera, como sucede desde la salida de A Guarda.

8.2.2.2.- VIVIENDAS AFECTADAS

8.2.2.2.1.- UME 01

Nº VIVIENDAS AFECTADAS (EN CENTENAS)					
RANGO (dBA)	Ld	Le	Lden	RANGO (dBA)	Ln
55 – 59	4	5	6	50 – 54	4
60 – 64	2	2	3	55 – 59	2
65 – 69	3	3	2	60 – 64	4
70 – 74	1	1	3	65 – 69	0
≥ 75	0	0	0	≥ 70	0

Tabla 11. Número de viviendas expuestas (en centenar) a distintos rangos de nivel sonoro para los periodos Ld, Le, Ln y Lden. UME 01

Los resultados de las tablas de población y viviendas expuestas son debidos a las características propias de la vía, encuadrada en un área con bloques residenciales próximos a la traza en zonas urbanizadas, y viviendas unifamiliares en las zonas fuera de lo núcleos urbanos, pero igualmente densamente poblados. Así, las viviendas más expuestas serán las más próximas a la vía, que al tratarse de bloques residenciales contendrán más población afectada que las edificaciones residenciales de zonas rurales, afectadas por rangos menores debido a la distancia del foco emisor y al apantallamiento producido por los edificios cercanos.

8.2.2.2.2.- UME 02

Nº VIVIENDAS AFECTADAS (EN CENTENAS)					
RANGO (dBA)	Ld	Le	Lden	RANGO (dBA)	Ln
55 – 59	4	5	5	50 – 54	4
60 – 64	3	3	3	55 – 59	3
65 – 69	3	3	3	60 – 64	2
70 – 74	1	1	2	65 – 69	0
≥ 75	0	0	0	≥ 70	0

Tabla 12. Número de viviendas expuestas (en centenar) a distintos rangos de nivel sonoro para los periodos Ld, Le, Ln y Lden. UME 02

Para esta UME 02 el número de viviendas afectas es el resultado del encuadre de la vía en una zona con una elevada densidad de viviendas unifamiliares, por lo que el mayor número de viviendas se encuentra en los rangos más bajos.

8.2.2.3.- EDIFICIOS SENSIBLES

8.2.2.3.1.- UME 01

AFECCIÓN A EDIFICIOS SENSIBLES				
SANITARIOS			DOCENTES	
RANGO (dBA)	Lden		Lden	
	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº CAMAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº ALUMNOS (CENTENAS)
55 – 59	0	0	0	0
60 – 64	0	0	0	0
65 – 69	0	0	2	2
70 – 74	0	0	0	0
≥ 75	0	0	0	0

Tabla 13. Número de edificios sensibles (en unidades) y camas/alumnos (en centenar) expuestas a distintos rangos para el periodo Lden. UME 01

A raíz de la modelización efectuada se puede concluir que los edificios sensibles afectados por el ruido de la UME 01 estudiada son los que siguen:

- CEIP Mallón, que según el propio centro cuenta con 138 alumnos.
- EEI O Areal, que según el propio centro cuenta con 50 alumnos.

8.2.2.3.2.- UME 02

AFECCIÓN A EDIFICIOS SENSIBLES				
SANITARIOS			DOCENTES	
RANGO (dBA)	Lden		Lden	
	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº CAMAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº ALUMNOS (CENTENAS)
55 – 59	0	0	2	5
60 – 64	0	0	0	0
65 – 69	0	0	0	0
70 – 74	0	0	0	0
≥ 75	0	0	0	0

Tabla 14. Número de edificios sensibles (en unidades) y camas/alumnos (en centenar) expuestas a distintos rangos para el periodo Lden. UME 02

A raíz de la modelización efectuada se puede concluir que los edificios sensibles afectados por el ruido de la UME 02 estudiada son los que siguen:

- CPR San José, que según el propio centro cuenta con 275 alumnos.
- CEIP Pintor Antonio Fernández, que según el propio centro cuenta con 168 alumnos.

8.3.- MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN

Se obtuvo a partir del mapa de niveles sonoros del indicador Lden.

Incluye los datos de superficies totales (en km²), expuestas a valores de Lden superiores a 55, 65, y 75 dB, respectivamente. En ellos se indica además el número total estimado de viviendas (en centenares), y el número total estimado de personas (en centenares) que viven en cada una de esas zonas.

Las isófonas correspondientes a 55, 65 y 75 dB figuran en el mapa y se incluye información sobre la ubicación de las ciudades, pueblos y aglomeraciones situadas dentro de esas curvas.

8.3.1.- UME 01

EXPOSICIONES A DIFERENTES VALORES Lden					
RANGO (dBA)	SUPERFICIE	POBLACIÓN		EDIFICIOS SENSIBLES	
	(km ²)	Nº VIVIENDAS (CENTENAS)	Nº PERSONAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS SANITARIOS (UD)	Nº EDIFICIOS DOCENTES (UD)
≥ 55	1,66	9	30	0	0
≥ 65	0,58	5	31	0	2
≥ 75	0,01	0	1	0	0

Tabla 15. Datos relativos a zonas de afección para el periodo Lden. UME 01

Observando los resultados de los mapas de afección, se puede concluir que las mayores superficies expuestas se corresponden con aquellas zonas de urbanizaciones y viviendas unifamiliares, del entorno de Oia a las afueras de Vigo, Baiona y Nigrán, mientras que los tramos más urbanizados y con presencia de edificios residenciales próximos a la vía presentan menor superficie afectada, debido al apantallamiento producido por las edificaciones.

8.3.2.- UME 02

EXPOSICIONES A DIFERENTES VALORES Lden					
RANGO (dBA)	SUPERFICIE	POBLACIÓN		EDIFICIOS SENSIBLES	
	(km ²)	Nº VIVIENDAS (CENTENAS)	Nº PERSONAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS SANITARIOS (UD)	Nº EDIFICIOS DOCENTES (UD)
≥ 55	4,60	9	25	0	2
≥ 65	1,32	5	14	0	0
≥ 75	0,09	0	1	0	0

Tabla 16. Datos relativos a zonas de afección para el periodo Lden. UME 02

A pesar de que la banda de afección es de pequeñas dimensiones, teniendo en cuenta la longitud total de la UME, se obtienen valores moderados de población y viviendas expuestas, fruto de las características de la vía en esta zona, de carácter rural pero con una elevada densidad de población.

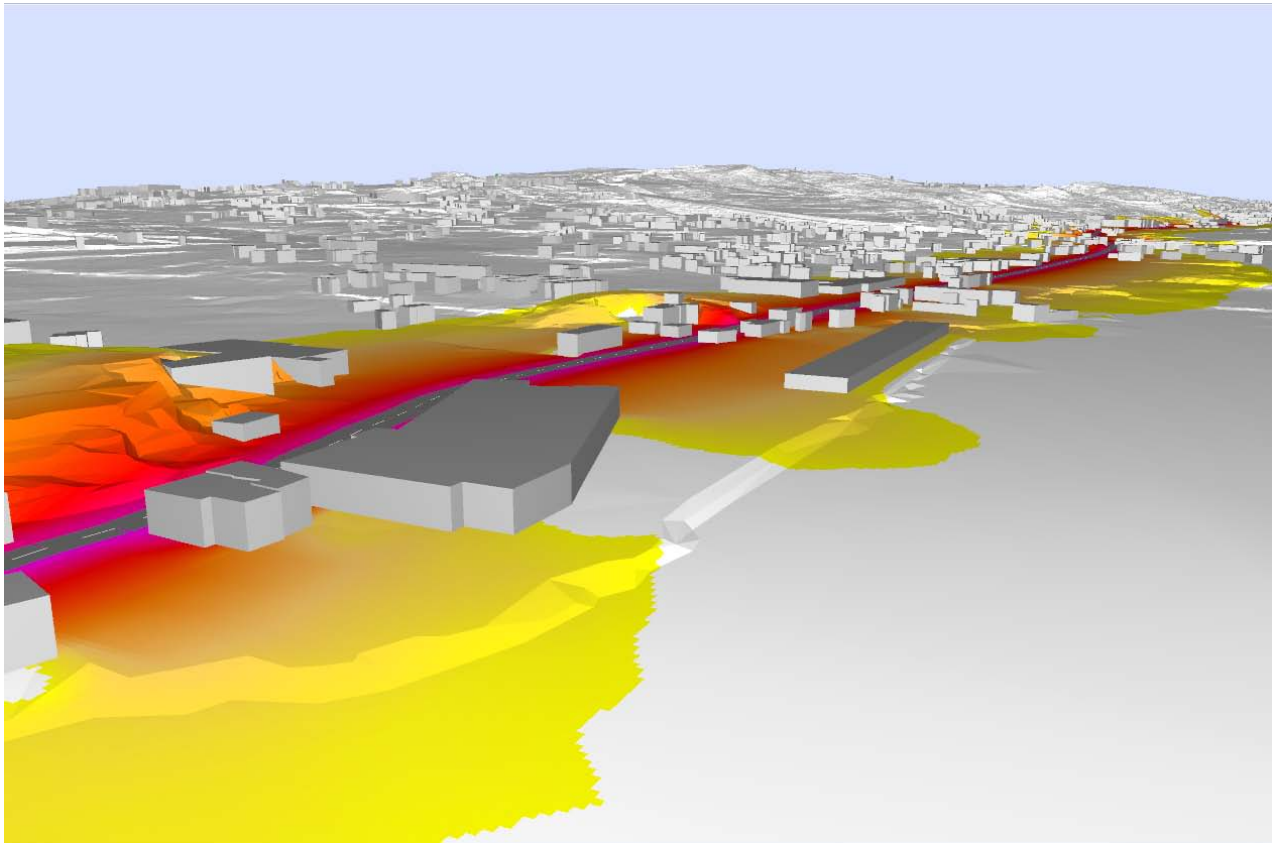
A modo aclaratorio, para ambas UMES cabe resaltar, que para obtener una mayor precisión en los resultados presentados, los valores referentes a población de la presente tabla se obtuvieron considerando el número de viviendas y personas afectadas en unidades, por lo que algunos valores difieren del resultado obtenido realizando el sumatorio de personas y viviendas expuestas del epígrafe 8.2.2.1., ya que en estas tablas se presentan en centenas.

9.- CONCLUSIÓN

Con la realización del presente estudio se elaboraron los Mapas Estratégicos de Ruido de los tramos A Xurela (Estda. Dep) - Nigrán (PO-332), A Ramallosa (AG-57N) - A Ramallosa (PO-340), A Ramallosa (PO-340) - Baiona (Estda. Dep), A Guarda (PO-355) - As Patas (PO-354), As Patas (PO-354) - Goián (PO-503), Goián (PO-503) - Vilar de Matos (PO-344), Vilar de Matos (PO-344) - Forcadela Sur (PO-195), Forcadela Norte (PO-195) - Torrón (Estda. Dep) y Torrón (Estda. Dep) - Tui (N-551) de la vía PO-552 (perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia), de acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE de 25 de junio de 2002 sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental y en la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, considerando alcanzados los objetivos planteados inicialmente así como los establecidos en la legislación vigente.

La elaboración de este estudio constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias que se deban realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones.

II PLANOS



CLAVE

PO/13/043.09.16

TIPO DE ESTUDIO

MAPA EXTRATÉXICO DE RUÍDO

DOCUMENTOS

DOCUMENTO RESUME

ESTRADA

PO-841
SANTIAGO DE COMPOSTELA (SC-11) - L.P. - A
ESTRADA

PUNTOS QUILOMÉTRICOS

11+720 – 21+810

DATA

XULLO 2014

CONSULTOR



I MEMORIA

II PLANOS

I MEMORIA

1.-	INTRODUCCIÓN	4
2.-	OBJETO DEL ESTUDIO.....	4
3.-	AUTORIDAD RESPONSABLE	5
4.-	PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES.....	5
5.-	ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME.....	6
6.-	METODOLOGÍA	10
6.1.-	MODELO DE SIMULACIÓN.....	11
6.2.-	CREACIÓN DEL MODELO 3D.....	12
6.2.1.-	INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA	12
6.2.2.-	INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO.....	13
6.2.3.-	INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS	15
6.2.4.-	MODELADO DE TÚNELES	17
6.2.5.-	MODELADO DE VIADUCTOS.....	17
6.2.6.-	MODELADO DE PASOS SUPERIORES.....	18
6.2.7.-	INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS	18
6.2.8.-	INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO	18
6.3.-	CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D	19
7.-	PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN	20
8.-	RESULTADOS.....	22
8.1.-	MAPAS DE NIVELES SONOROS.....	22
8.2.-	POBLACIÓN EXPUESTA.....	23
8.2.1.-	METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA	23
8.2.2.-	TABLAS DE RESULTADOS	25

8.3.-	MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN.....	27
9.-	CONCLUSIÓN	28

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	ÁMBITO DE ESTUDIO.....	6
FIGURA 2.	PO-841, PROXIMIDADES DE MAÍNDO	7
FIGURA 3.	PO-841, PROXIMIDADES DE A PANADERÍA.....	7
FIGURA 4.	PO-841, PARQUE EMPRESARIAL TOEDO.....	8
FIGURA 5.	PO-841, FIN DEL TRAMO DE ESTUDIO.....	8
FIGURA 6.	PLANO DE UBICACIÓN DE LA UME OBJETO DE ESTUDIO	10
FIGURA 7.	DETALLE DE LA VISTA DINÁMICA DEL MODELO TRIDIMENSIONAL GENERADO	10
FIGURA 8.	DETALLE DE LOS PUNTOS LIDAR FACILITADOS.....	12
FIGURA 9.	DETALLE DEL MDT GENERADO	12
FIGURA 10.	CURVADO FINALMENTE OBTENIDO A PARTIR DE LOS PUNTOS LIDAR	12
FIGURA 11.	VISTA 3D DE LA MODELIZACIÓN EFECTUADA	19
FIGURA 12.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LD, LE Y LDEN.....	23
FIGURA 13.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LN....	23

LISTA DE TABLAS

TABLA 1.	TRAMOS DE LA VÍA OBJETO DE ESTUDIO	5
TABLA 2.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA UME ESTUDIADA	9
TABLA 3.	DATOS DE TRÁFICO.....	14
TABLA 4.	DATOS DE POBLACIÓN EN LOS MUNICIPIOS AFECTADOS	17
TABLA 5.	OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA.....	21
TABLA 6.	VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (CENTENAS) PARA LD, LE Y LDEN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO.....	25

TABLA 7. VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (CENTENAS) PARA LN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO 26

TABLA 8. NÚMERO DE VIVIENDAS EXPUESTAS (CENTENAS) A DISTINTOS RANGOS DE NIVEL SONORO PARA LD, LE, LN Y LDEN 26

TABLA 9. NÚMERO DE EDIFICIOS SENSIBLES (EN UNIDADES) Y CAMAS/ALUMNOS (EN CENTENAS) EXPUESTAS A DISTINTOS RANGOS PARA EL PERIODO LDEN 27

TABLA 10. DATOS RELATIVOS A ZONAS DE AFECCIÓN PARA EL PERIODO LDEN 28

II PLANOS

0.- PLANO DE SITUACIÓN

1.- MAPAS NIVELES SONOROS

1.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS DÍA (1:25.000)

1.2.- MAPAS DE NIVELES SONOROS TARDE (1:25.000)

1.3.- MAPAS DE NIVELES SONOROS NOCHE (1:25.000)

1.4.- MAPAS DE NIVELES SONOROS Lden (1:25.000)

2.- MAPAS DE AFECCIÓN

2.1.- MAPA DE ZONA DE AFECCIÓN (1:25.000)

1.- INTRODUCCIÓN

La aprobación de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental establece la necesidad de elaborar, en una primera fase, los Mapas Estratégicos de Ruido (MER) de grandes ejes viarios cuyo tráfico supere los seis millones de vehículos al año, para en una segunda fase realizar los mapas correspondientes a los grandes ejes viarios con tráfico superior a tres millones de vehículos al año.

La Directiva 2002/49/CE define el Mapa Estratégico de Ruido como “un 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.”

Para la aplicación de la citada directiva en el territorio español se elaboró la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, que no se limita a transponer el contenido de la directiva, sino que trata de regular, a través de una adecuada distribución de competencias administrativas y del establecimiento de los mecanismos oportunos, la mejora de la calidad acústica en nuestro entorno.

Con el objeto de desarrollar esta ley se formuló el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, en cuanto a la evaluación y gestión del ruido ambiental, con la finalidad de prevenir, reducir o evitar los efectos nocivos, incluyendo las molestias derivadas de la exposición al ruido ambiental. A tal efecto se desarrollan los conceptos de ruido ambiental y sus efectos y molestias sobre la población, junto con una serie de medidas que permiten la consecución de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido, los planes de acción y la información a la población.

A fin de dar cumplimiento a la legislación vigente, la Consellería de Medio Ambiente Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, promueve la segunda fase de elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido de las vías pertenecientes a la Red Autonómica de Carreteras de Galicia.

2.- OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto del presente documento resumen es el de plasmar, de forma sintética y fácilmente comprensible, los resultados arrojados por los Mapas Estratégicos de Ruido

de los siguientes tramos de la PO-841, perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia:

DENOMINACIÓN	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONGITUD (km)
Santiago de Compostela (SC-11) - L.P. - A Estrada	Pontevea - Baloiira (PO-182)	11+720	16+730	5,01
	Baloiira (PO-182) - A Estrada	16+730	21+810	5,08

Tabla 1. Tramos de la vía objeto de estudio

Según se recoge en el Artículo 15 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, los mapas de ruido tendrán, entre otros, los siguientes objetivos:

- Permitir la evaluación global de la exposición a la contaminación acústica de una determinada zona.
- Permitir la realización de predicciones globales para dicha zona.
- Posibilitar la adopción fundada de planes de acción en materia de contaminación acústica y, en general, de las medidas correctoras adecuadas.

Asimismo, la elaboración de los MER constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias a realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones

3.- AUTORIDAD RESPONSABLE

La autoridad responsable de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruidos fue la Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestruturas, a través de la Axencia Galega de Infraestruturas, contando con la asistencia de la empresa ICEACSA Consultores S.L.U.

4.- PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES

De acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, y en la Ley del Ruido y sus posteriores Reglamentos, tuvieron que realizarse, en una primera fase los Mapas Estratégicos de Ruido de las carreteras de

más de 6 millones de vehículos al año; y en una segunda fase los de las carreteras de más de 3 millones de vehículos al año.

Por lo tanto, en la actualidad no se encuentra vigente ningún Programa de Acción contra el ruido derivado de la primera fase en la Unidad de Mapa Estratégico Santiago de Compostela (SC-11) - L.P. - A entre los PP.KK. 11+720 al 21+810.

Así, en cumplimiento de la legislación, se elabora en la segunda fase esta UME. El estudio constituye la primera aproximación a la problemática del ruido generado por la infraestructura viaria.

5.- ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME

El tramo de estudio de la PO-841, parte del río Ulla, en el límite provincial entre A Coruña y Pontevedra, en el pk 11+720, y continúa su trazado hacia el S hasta la localidad de A estrada.

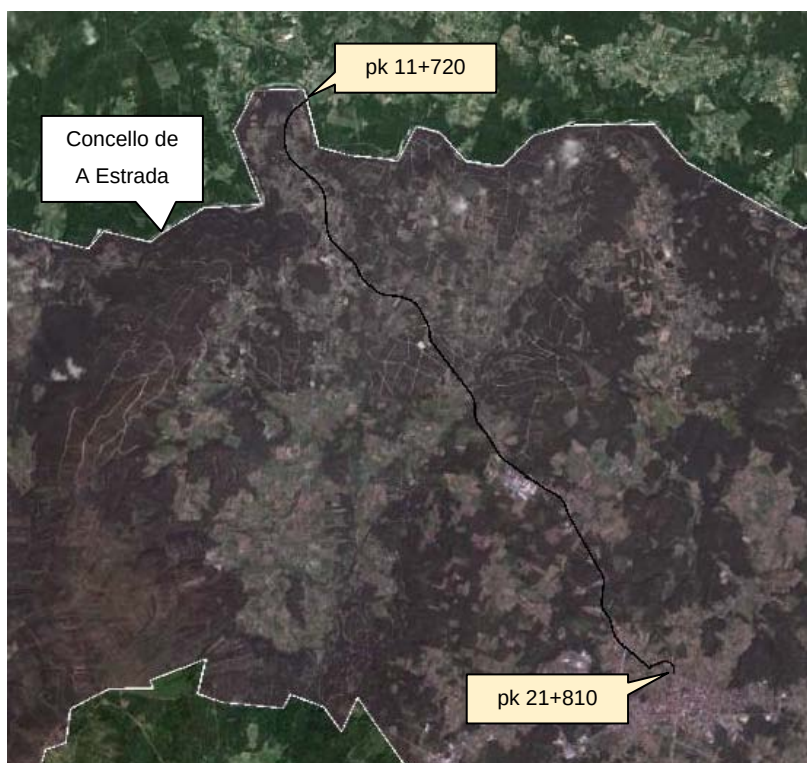


Figura 1. Ámbito de estudio

En su primera parte, el trazado atraviesa una zona donde fundamentalmente se intercalan campos de labor con pequeñas masas forestales y los núcleos de población

como Couso, Maíndo, o O Souto de Veá, aparecen solo con algunas casas de tipo familiar a ambas márgenes de la carretera, aumentando la densidad a medida que aumenta la distancia con respecto a la misma.



Figura 2. PO-841, proximidades de Maíndo

Continúa su trazado hasta los núcleos de Riba de Veá, A Panadería, Barazás o O Rollo, en los que incrementa la densidad de edificaciones adyacentes a la carretera, si bien el paisaje sigue siendo igual al anterior tramo, con alternancia de prados, cultivos y masas forestales, junto con pequeñas agrupaciones de viviendas de tipo unifamiliar entre los que puede distinguirse alguna nave comercial.



Figura 3. PO-841, proximidades de A Panadería

Continúa su trazado por prados húmedos regados por pequeños regatos y masas boscosas para en el pk 17+760 aproximadamente pasar por el polígono industrial de Toedo, a unos 3 km de A Estrada.



Figura 4. PO-841, Parque empresarial Toedo

Desde aquí hasta A Estrada, predominan las masas forestales de bosque de repoblación, entre los que se abren paso extensiones de prados y algunas edificaciones de tipo unifamiliar.

Una vez en el núcleo de A Estrada las viviendas aisladas, en una mayor densidad que todo el tramo anterior, van dando paso a bloques de edificios de 3 ó 4 plantas, que aumentan, una vez finalizado el tramo de estudio, hacia el centro urbano.



Figura 5. PO-841, fin del tramo de estudio

La identificación de las Unidad de Mapa Estratégico (UME) se realizó conforme a los siguientes criterios generales:

- Una UME solamente puede incluir tramos pertenecientes a una misma vía.
- Todos los tramos que conforman la UME deben tener una IMD igual o superior a 3.000.000 veh/año, como establece la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental.

Teniendo en cuenta dichos criterios, los tramos recogidos en la tabla siguiente comprenden una única Unidad de Mapa Estratégico (UME), contemplándose como fuente de ruido independiente, analizándose su efecto por separado y obteniéndose un Mapa Estratégico de Ruido en el que únicamente se considera la propagación del ruido causado por el tronco de la infraestructura. Dichos mapas se corresponden al alcance de la segunda fase de la Directiva 2002/49/CE y su correspondiente transposición a la legislación estatal.

UME	VÍA	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONG (km)	IMD (VEH/DÍA)	% PESADOS	MUNICIPOS AFECTADOS
01	PO-841	Pontevea - Baloiira (PO-182)	11,720	16,730	5,01	8.686	6,0	A Estrada
		Baloiira (PO-182) - A Estrada	16,730	21,810	5,08	8.984	6,0	A Estrada

Tabla 2. Características generales de la UME estudiada

En la siguiente figura se observa la ubicación de la UME objeto de estudio.



Figura 6. Plano de ubicación de la UME objeto de estudio

6.- METODOLOGÍA

Para la realización de la simulación acústica fue necesaria la implementación de un modelo tridimensional del área de estudio, incluyendo carreteras, edificaciones y elementos singulares, tal y como se aprecia en la imagen adjunta.



Figura 7. Detalle de la vista dinámica del modelo tridimensional generado

El software predictivo para la realización del modelo tridimensional del área de estudio, y para el posterior desarrollo de los cálculos matemáticos de propagación de ruido en ambiente exterior y ejecución de los Mapas Estratégicos de Ruido, fue CadnaA

Versión 4.4 (DataKustik GmbH). Con este software, y con un modelado del entorno preciso, se pueden determinar los niveles de ruido causados por el tráfico rodado. Tanto el procesado previo de la información de base como el análisis de los datos obtenidos se realizó mediante GIS.

6.1.- MODELO DE SIMULACIÓN

Siguiendo las disposiciones del Real Decreto 1513/2005, los índices de ruido del tráfico rodado fueron determinados por medio del método nacional de cálculo francés «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTULCPC-CSTB)», mencionado en el «Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal officiel du 10 mai 1995, article 6» y en la norma francesa «XPS 31-133». Este modelo es el propuesto de manera provisional por la Unión Europea para la realización de mapas de ruido en aquellos países que carezcan del suyo propio, según se describe en la recomendación 2003/613/EC de la Comisión Europea.

La elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido engloba la generación del modelo digital, la definición de los parámetros de entrada, el cálculo de los mapas y la evaluación de los resultados obtenidos.

El modelo 3D estará constituido por la topografía y las edificaciones del ámbito de estudio, el tramo/s de carretera que conforman la UME, y los elementos singulares concretos de cada caso (viaductos, pasos superiores, muros, pantallas acústicas,...).

- Carreteras: datos de tráfico (IMD y porcentaje de pesados), características del firme, tipo de flujo y límites de velocidad.
- Edificios: tipo de uso, altura, número de plantas, número de habitantes (en caso de ser residencial) y coeficiente de absorción alfa.
- Viaductos: longitud de apantallamiento.
- Muros y pantallas: pérdidas por reflexión.
- Terreno: coeficientes de absorción.
- Túneles: radiación procedente de las entradas y salidas.

Definido el modelo e introducidos los parámetros y configuración, se lleva a cabo la simulación acústica, obteniéndose de este modo los Mapas Estratégicos de Ruido.

6.2.- CREACIÓN DEL MODELO 3D

En el presente apartado se describen los procesos necesarios para la definición del escenario de modelización en el software de cálculo a partir de la información base.

La definición de cada uno de los atributos que caracterizan los elementos del modelo se realizó en GIS previa incorporación al software de cálculo. El objeto de este tratamiento previo es el de sistematizar el proceso de creación del modelo, evitando errores u omisiones en la definición del escenario.

6.2.1.- INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA

Para llevar a cabo el modelado digital del terreno (MDT) se empleó como fuente de información el vuelo LIDAR suministrado por la Axencia Galega de Infraestruturas, del que se extrajo la nube de puntos que conforman el terreno. Posteriormente, mediante un proceso de triangulación se obtuvieron las curvas de nivel cada metro.



Figura 8. Detalle de los puntos LIDAR facilitados



Figura 9. Detalle del MDT generado

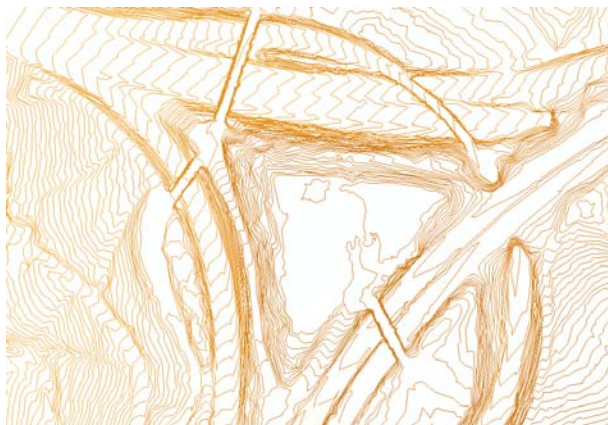


Figura 10. Curvado finalmente obtenido a partir de los puntos LIDAR

6.2.2.- INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO

Mediante el empleo de herramientas GIS, el eje de la carretera se definió a partir del conjunto de datos geométricos facilitados por la Axencia Galega de Infraestruturas, disponiendo de puntos cada 10 m, con la siguiente información:

- Coordenadas X, Y, Z.
- Número de carriles.
- Anchos de plataforma, calzada y arcenes.
- Peraltes y pendientes.

Las características geométricas que definen el eje cada 10 m se extendieron para cada punto 5 m antes y 5 m después. Una vez definido el eje se procedió a la corrección y depuración de la información, comparando los ejes con la ortofoto actualizada y con los datos tomados en las preceptivas visitas a campo realizadas. Establecida la geometría definitiva de la vía, se definieron en GIS los atributos que caracterizan la emisión acústica, con anterioridad a su importación desde CadnaA. A continuación se describe cada uno de los atributos considerados, los datos de partida disponibles, así como el tratamiento realizado previa incorporación al modelo:

- Geometría: la PO-841, cuenta en todo el tramo de estudio con una única calzada con dos carriles, excepto entre los pk 15+950 a 17+910 y 20+250 a 20+550, que cuenta con dos carriles en sentido A Estrada y uno en sentido Pontevea, y entre los pk 18+460 a 18+970 que cuenta con dos carriles en sentido Pontevea y uno en sentido A Estrada. El ancho medio del carril es de 3,5 m. El arcén derecho cuenta con un ancho medio de 1,4 m variable entre los 0 y 4,5 m, mientras que el arcén izquierdo cuenta con un ancho medio de 1 m variable entre los 0 y 5 m.
- Datos de tráfico: los datos de tráfico utilizados para el cálculo de los niveles sonoros fueron los correspondientes a las Memorias de Aforos del año 2012, proporcionadas por la Axencia Galega de Infraestruturas.

Tomando como base la distribución horaria en un día medio, se llevó a cabo el cálculo de la IMD por hora para cada uno de los periodos considerados (día, tarde y noche). Puesto que para el tramo Baloiira (PO-182) - A Estradano se disponía de distribución horaria, al valor de la IMD diaria del año 2012 se le

aplicó la distribución porcentual del otro tramo que conforma la UME, obteniéndose de esta forma la IMD por hora.

Respecto a la distribución de pesados, aplicó para todos los tramos y todos los periodos considerados el valor diario del tramo Pontevea - Baloiira (PO-182), recogido en la Memoria de Aforos.

Para el caso específico de las glorietas el tráfico se cuantificó como la suma de las IMD de las entradas dividida por el número de salidas.

UME	VÍA	TRAMO	IMD				% PESADOS
			(VEH/DÍA)	DÍA (VEH/H)	TARDE (VEH/H)	NOCHE (VEH/H)	
01	PO-841	Pontevea - Baloiira (PO-182)	8.686	505,1	480,3	88,0	6,0
		Baloiira (PO-182) - A Estrada	8.984	522,4	496,7	91,0	6,0

Tabla 3. Datos de tráfico

- Límite de velocidad: partiendo de la velocidad límite permitida por la normativa para la vía objeto de estudio (90 km/h), se determinaron los tramos con restricciones de velocidad a partir de los datos de señalización vertical aportados por la Axencia Galega de Infraestruturas, realizándose una revisión de los mismos en las visitas a campo realizadas. En aquellos lugares en los que se detectó señalización insuficiente o contradictoria (ausencia de señales de fin de limitación de velocidad, tramos interurbanos sin especificación de la velocidad máxima permitida,...) se optó por definir tramos los más homogéneos posibles, tomando siempre el valor de velocidad más desfavorable (la mayor de los posibles).

Para cada una de los subtramos se establecieron límites de velocidad diferenciados en función del tipo de vehículo que circule (ligero o pesado), ya que según el límite establecido dicha velocidad puede no ser coincidente.

Así, la mayor parte del trazado se modelizó con una velocidad de 90 km/h para ligeros y 70 km/h para pesados, existiendo tramos limitados a 60 km/h y 70 km/h, así como 50 km/h a partir de la entrada en el núcleo de A Estrada.

Para el caso específico de las glorietas se definió una velocidad de 40 km/h, tanto para vehículos ligeros como pesados.

- Superficie de la carretera: el tipo de firme tiene influencia directa sobre la emisión de la vía. La UME objeto de estudio presenta una capa de asfalto bituminoso en toda su longitud.
- Tipo de flujo: de forma general se consideró que el flujo es continuo fluido, salvo en las glorietas donde se definió como continuo en pulso.

Una vez definida la geometría y los parámetros característicos de cada subtramo de 10 m que compone la UME, se procedió a su importación en CadnaA como carretera en formato shape. Por último, para conseguir que la carretera se acople por completo al terreno, se realizó el ajuste del MDT al objeto bajo la plataforma de la vía.

6.2.3.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS

Tomando como base la capa shape de la Dirección General del Catastro, se realizó una revisión general del ámbito de trabajo, completándose aquellas zonas que presentaban carencia de edificaciones recientes. Esta revisión se hizo a partir de las fotografías aéreas del PNOA y mediante visitas a campo. Así, se elaboró una cobertura de polígonos revisada a través de:

- La digitalización de los edificios inexistentes en el Catastro.
- La eliminación de los elementos que ya no existen o que no se corresponden con edificios (invernaderos, piscinas,...).

6.2.3.1.- ALTURA

La altura de las edificaciones se definió a partir del número de plantas contempladas en los datos del Catastro, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La altura mínima de un edificio es de 4 m.
- En los edificios residenciales, sanitarios y educativos se consideró una altura de 4 m para las plantas bajas, y de 3 m para el resto.
- Aquellas edificaciones que comparten código catastral y están claramente unidas se agruparon como un único edificio, asignándole el número de plantas correspondiente al edificio más alto con código compartido.

Para aquellos edificios que no se encuentran contenidos en la base de datos de Catastro y que fueron digitalizados posteriormente, el número de plantas fue estimado

a partir de la revisión de la fotografía aérea y de las visitas, corrigiendo y depurando errores de la información catastral de base (alturas inexistentes o excesivas).

6.2.3.2.- USO

Partiendo de los metadatos descargados de la Sede Electrónica del Catastro, los usos de los edificios se completaron a través de las siguientes fuentes de información:

- Fotografías aéreas del PNOA.
- Información de las visitas a campo realizadas.

Los usos identificados fueron:

- Residencial.
- Sanitario y docente.
- Industrial, terciario y otros.

A todos los edificios de la zona de estudio se asignó uno de los anteriores usos con el fin de identificar los edificios residenciales para el cálculo de la población, así como para determinar las áreas acústicas en la elaboración de los mapas de zonas de conflicto. Además, se identificaron los edificios de tipo docente y sanitario por ser receptores sensibles, a través de la información disponible en las siguientes fuentes:

- Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria de la Xunta de Galicia.
- Consellería de Sanidade de la Xunta de Galicia.

6.2.3.3.- POBLACIÓN ASIGNADA

Uno de los objetivos de los MER es la obtención del número de personas expuestas a los diferentes niveles de ruido, para lo que se realizó un tratamiento consistente en el reparto de la población entre los edificios residenciales existentes.

La información de partida se obtuvo del padrón municipal de habitantes del año 2013 del Instituto Galego de Estatística (IGE). Tomando como base la población de cada municipio, y una vez identificados los edificios residenciales de cada uno, se hizo un reparto proporcional de la población en función de la superficie residencial total construida. El número de habitantes en cada se calculó como el producto del

coeficiente de habitabilidad anteriormente definido por la superficie de cada edificio residencial, resultando:

MUNICIPIO	POBLACIÓN	SUP. TOTAL RESIDENCIAL (m ²)	COEF. HABITABILIDAD (HAB/m ²)
A Estrada	21.464	1.405.170	0,0153

Tabla 4. Datos de población en los municipios afectados

En el caso de los edificios sensibles se cuantificó el número de alumnos en los edificios de uso docente, y de camas en los de uso sanitario.

6.2.3.4.- EFECTO REFLECTANTE

Para tener en cuenta el efecto reflectante de las edificaciones se asignó un Coeficiente de Absorción Alfa de 0,4 en todos los casos.

6.2.3.5.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS EN CADNAA

Una vez depurada y corregida la capa de edificaciones, con todos los atributos definidos se importaron desde CadnaA como edificio en formato shape.

En última instancia se hizo una revisión general del modelo, subsanándose aquellos desajustes existentes entre la topografía y la base de los edificios ("enterramientos"), así como los solapes entre la plataforma de la vía y las edificaciones incorporadas.

6.2.4.- MODELADO DE TÚNELES

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad túneles en la presente UME.

6.2.5.- MODELADO DE VIADUCTOS

Aquellos tramos de la carretera que presentan viaductos, puentes, pontones o pasos inferiores de grandes dimensiones fueron modelizados evitando la emisión acústica bajo el plano de la plataforma de la vía. Para ello, siguiendo las recomendaciones del software predictivo, estos tramos se configuraron como auto-apantallados con una anchura adicional de 1,5 m a izquierda y derecha.

Previamente al auto-apantallado del tramo de vía definió la geometría del viaducto, corroborándose el correcto apoyo de los estribos y corrigiéndose cuando fuese necesario, el curvado LIDAR bajo los estribos.

La identificación de los diferentes elementos (viaductos, puentes, pontones y pasos inferiores) se realizó en base a la revisión de la ortofoto, completándose con los datos tomados en las visitas a campo realizadas.

6.2.6.- MODELADO DE PASOS SUPERIORES

En el modelo se definieron únicamente aquellos pasos superiores que presentan un ancho superior a 25 m, incorporándose como reflectores 3D.

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pasos superiores con anchura superior a 25 m en la presente UME.

6.2.7.- INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pantallas acústicas en la presente UME.

6.2.8.- INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO

Las características del suelo son un factor determinante en la propagación del ruido, por lo que en la modelización efectuada se definieron diferentes áreas de absorción.

De forma genérica se considera el terreno base como absorbente ($G=1$, sin embargo se definieron ciertas áreas de carácter urbano e industrial como reflectantes ($G=0$), realizándose la zonificación del territorio en base a los usos del suelo definidos por el Instituto de Estudios do Territorio. De esta forma, las áreas consideradas como reflectantes son las correspondientes a núcleos de población, tejido urbano continuo y zonas industriales, comerciales y de servicios.

La incorporación de estas zonas al modelo se realizó importándose como áreas de absorción del suelo en formato shape.

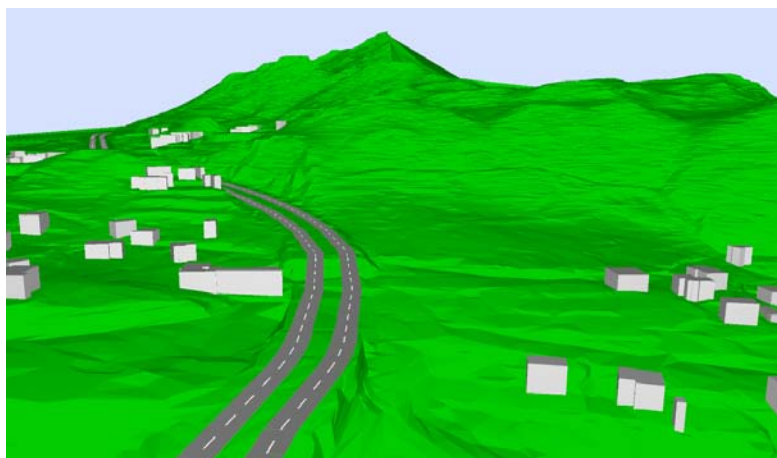


Figura 11. Vista 3D de la modelización efectuada

6.3.- CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D

Para la elaboración de los MER de cada UME, con anterioridad a la introducción de los diferentes elementos que componen el modelo, es preciso definir una configuración de cálculo en el software de acuerdo a la Directiva 2002/49/CE donde se identifiquen los parámetros necesarios para la correcta definición del escenario previsto.

- La norma empleada para el cálculo es la NMPB-Routes-96.
- El espaciado de los receptores en la malla de cálculo es de 10 x 10 m a una altura de 4 m sobre el suelo.
- El orden máximo de reflexiones consideradas es de 1.
- Se estableció un radio máximo de búsqueda de 2.000 m.
- El porcentaje de condiciones favorables día/noche se corresponde con un 50% en periodo diurno, un 75% en periodo vespertino y un 100% en periodo nocturno.
- Siguiendo las recomendaciones de la European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN), las condiciones atmosféricas consideradas son una temperatura de 15°C y una humedad del 70%.
- El cálculo de la atenuación sufrida por las ondas sonoras en el medio ambiente exterior se obtiene de acuerdo a los procedimientos de la ISO 9613.
- Los valores de inmisión considerados son $L_{\text{día}}$, L_{tarde} , L_{noche} y L_{den} , todos ellos en dBA, a una altura de evaluación de 4 m.
- La designación de horas para los periodos considerados es de 07:00 a 19:00 día, de 19:00 a 23:00 tarde y de 23:00 a 07:00 noche.

- Se aplicó una penalización de 0 dB para el periodo diurno, de 5 dB para el vespertino y de 10 dB para el nocturno.
- Para la evaluación de los niveles de ruido en fachada de edificios se consideró una altura de las plantas bajas de 4 m y de 3 m para el resto. Asimismo, se tuvo en cuenta únicamente el sonido incidente, es decir, no se consideró el sonido reflejado en la fachada donde se realiza la evaluación, aunque sí las reflexiones en el resto de edificios y obstáculos presentes en el área de estudio.

7.- PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN

Para determinar los indicadores y los niveles límites de referencia que permitan evaluar la afección al ruido, se recurrió a la legislación vigente en materia de objetivos de calidad acústica que viene fijada en 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, concretamente lo recogido en el Capítulo III "Zonificación acústica. Objetivos de calidad acústica" y en el Capítulo IV "Emisores acústicos. Valores límite de emisión e inmisión".

El artículo 14 del citado Real Decreto dice textualmente:

1. En las áreas urbanizadas existentes se establece como objetivo de calidad acústica para ruido el que resulte de la aplicación de los siguientes criterios:

a) Si en el área acústica se supera el correspondiente valor de alguno de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla A, del anexo II, su objetivo de calidad acústica será alcanzar dicho valor.

ANEXO II

Objetivos de calidad acústica

Tabla A. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes.

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L_d	L_e	L_n
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.

Tabla 5. Objetivos de calidad acústica

En relación al tipo de área f se aplicará el Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica 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.

Como se puede observar en la tabla anterior, los objetivos se establecen para los índices de ruido, L_d , L_e y L_n , cuya definición según 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, es:

L_d es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año.

L_e es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año.

L_n es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año.

En vista de lo expuesto, la evaluación de la exposición al ruido de la población pasará por determinar cada uno de los indicadores L_d , L_e y L_n , y compararlos con los niveles límite establecidos en los objetivos de calidad acústica para cada tipo de área.

8.- RESULTADOS

Conforme a la normativa vigente, la elaboración de un mapa estratégico conlleva la obtención de una información gráfica y otra alfanumérica, representada mediante mapas y tablas de afección.

La escala básica de representación de los Mapas Estratégicos de Ruido contenidos en el presente documento es 1/25.000, siendo la base cartográfica la 1/5.000 de la Xunta de Galicia. El sistema de proyección es ETRS-89, zona 29 N.

En la elaboración de los MER de cada UME, el área de estudio vino delimitada por la longitud del tramo/s de carretera que define la propia UME y por una banda, con un ancho de 1.500 m a cada lado del eje de la calzada.

8.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS

Son mapas de líneas isófonas elaborados a partir de los niveles de ruido calculados en puntos receptores a lo largo de toda la zona de estudio.

Se elaboraron los planos de niveles sonoros representando los indicadores establecidos por la legislación básica estatal y las recomendaciones del Ministerio de Fomento, siendo los mapas generados los siguientes:

- Mapa de niveles sonoros de L_d en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_e en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_n en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70.

- Mapa de niveles sonoros de Lden en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.

Lden, Ld, Le

Rango	Descripción	R	G	B
> 75	Rosa fuerte	255	0	255
70-75	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
< 55	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	55-60
	60-65
	65-70
	70-75
	>75

Figura 12. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del Ld, Le y Lden

Ln

Rango	Descripción	R	G	B
>70	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
50-55	Verde	100	200	0
< 50	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	50-55
	55-60
	60-65
	65-70
	>70

Figura 13. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del Ln

8.2.- POBLACIÓN EXPUESTA

8.2.1.- METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA

La determinación de la situación acústica a partir de los mapas de niveles sonoros requiere el análisis de la afección del ruido sobre la población. En esta línea, la normativa establece que debe estimarse el número de personas expuestas a ciertos rangos de niveles de presión sonora, sin entrar en detalles técnicos de cómo proceder.

Existen diferentes métodos para determinar los niveles de exposición en fachada para cada uno de los edificios, conforme a la normativa y a las guías de trabajo internacionales en materia de contaminación acústica.

La Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, con el fin de determinar la exposición al ruido ambiental de los Estados Miembros, establece en su Anexo VI que deberá comunicarse a la comisión europea, para el caso de las aglomeraciones sobre las que se realice el Mapa Estratégico de Ruidos (MER), la siguiente información:

- Número estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de Lden en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (55-59, 60-

64, 65-69, 70-74, >75), distinguendo entre el tráfico rodado, el tráfico ferroviario, el tráfico aéreo y las fuentes industriales.

- El número total estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de L_n en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70), distinguendo entre el tráfico rodado, ferroviario, aéreo y las fuentes industriales.

Este planteamiento, denominado END (European Noise Directive), es el que debe utilizarse para entregar los resultados a la comisión europea, siendo también habitual para la entrega al resto de administraciones. Sin embargo, este procedimiento, es el que proporciona peores resultados con respecto a la exposición real de la población, arrojando valores de población afectada a distintos rangos de niveles sonoros muy superiores a la realidad, por lo resulta necesario plantear otros métodos que, de forma adicional, arrojen resultados que no sobreestimen la población expuesta.

A continuación se presentan los siguientes procedimientos de estimación de la población afectada por ruido ambiental:

- Método END
- Método VBEB Alemán

8.2.1.1.- MÉTODO END

El método END (European Noise Directive) se presenta en la Directiva Europea 2002/49/CE como un método para satisfacer la obligación de proporcionar a la comisión europea los datos del número estimado de personas cuyas viviendas están expuestas a diferentes rangos de L_{den} y L_n , a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta, aquella que soporta mayor nivel de presión sonora.

Esta estimación, requiere del cálculo de receptores específicos en cada una de las fachadas de los edificios, a una altura relativa de 4 metros respecto al suelo y tomando las consideraciones necesarias para excluir las reflexiones acústicas de la propia fachada como ruido incidente en el propio receptor.

Este planteamiento, supone que todos los habitantes de cada edificio están sometidos al mayor nivel de presión sonora registrado en la fachada más expuesta, lo que no se acerca a la situación real, en la que la población se distribuye a lo largo del edificio, en

relación a la posición de las viviendas. Este procedimiento podría dar resultados próximos a la realidad en viviendas unifamiliares, pero en el caso de edificios de varias plantas se obtendría un resultado de población expuestas sobreestimado.

8.2.1.2.- MÉTODO VBEB

El método alemán VBEB (Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm) permite obtener los valores reales de afección a los que se encuentra expuesta la población. Su procedimiento contempla la distribución de receptores de niveles de presión sonora a lo largo de las fachadas, estableciendo estos a diferentes niveles de altura en función del número de plantas.

Cada uno de estos receptores determinará el nivel de presión sonora al que se encuentra expuesta cada vivienda, considerando el parámetro de altura, a diferencia del método END expuesto anteriormente, en el que la evaluación de la exposición se realizaba a 4 m del suelo.

Esta metodología permite afinar los resultados al distribuir la población de cada edificio a lo largo del perímetro en planta y de las alturas. Como se puede intuir, los niveles de presión sonora evaluados a diferentes alturas proporcionarán resultados distintos, en función de la mayor o menor distancia a la fuente y las posibles reflexiones de los edificios del entorno, encontrándose, de esta forma, los habitantes de viviendas a diferentes alturas, en una misma planta, expuestas a distintos grados de afección.

8.2.2.- TABLAS DE RESULTADOS

8.2.2.1.- POBLACIÓN AFECTADA

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)						
RANGO (dBA)	Ld		Le		Lden	
	END	VBEB	END	VBEB	END	VBEB
55 – 59	3	2	3	2	3	3
60 – 64	1	1	1	1	2	1
65 – 69	3	1	3	1	1	1
70 – 74	0	0	0	0	2	0
≥ 75	0	0	0	0	0	0

Tabla 6. Valores de población afectada (centenas) para Ld, Le y Lden en función del método considerado

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)		
RANGO (dBA)	Ln	
	END	VBEB
50 – 54	2	2
55 – 59	1	1
60 – 64	2	0
65 – 69	0	0
≥ 70	0	0

Tabla 7. Valores de población afectada (centenas) para Ln en función del método considerado

A la vista de los resultados contenidos en las tablas adjuntas, se puede observar como los dos métodos considerados arrojan resultados similares en cuanto a población expuesta para los diferentes niveles y periodos estudiados, fruto de las características de la vía. No obstante, dada la longitud de la UME analizada, los resultados de población expuesta obtenidos se pueden considerar como bajos, debido en gran parte a la dispersión poblacional del ámbito estudiado.

8.2.2.2.- VIVIENDAS AFECTADAS

Nº VIVIENDAS AFECTADAS (EN CENTENAS)					
RANGO (dBA)	Ld	Le	Lden	RANGO (dBA)	Ln
55 – 59	1	1	1	50 – 54	1
60 – 64	1	1	1	55 – 59	1
65 – 69	1	1	1	60 – 64	0
70 – 74	0	0	0	65 – 69	0
≥ 75	0	0	0	≥ 70	0

Tabla 8. Número de viviendas expuestas (centenas) a distintos rangos de nivel sonoro para Ld, Le, Ln y Lden

Los resultados arrojados por las tablas de población y viviendas expuestas reflejan las características de la vía analizada, encuadrada en una zona con elevada dispersión poblacional y sin asentamientos urbanos de importancia en las inmediaciones de la traza, con excepción del tramo final que llega al núcleo urbano de A Estrada.

En líneas generales, los edificios afectados se corresponden con viviendas unifamiliares o bloques residenciales de pequeña magnitud.

8.2.2.3.- EDIFICIOS SENSIBLES

AFECCIÓN A EDIFICIOS SENSIBLES				
SANITARIOS			DOCENTES	
RANGO (dBA)	Lden		Lden	
	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº CAMAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº ALUMNOS (CENTENAS)
55 – 59	0	0	0	0
60 – 64	0	0	0	0
65 – 69	0	0	1	4
70 – 74	0	0	0	0
≥ 75	0	0	0	0

Tabla 9. Número de edificios sensibles (en unidades) y camas/alumnos (en centenas) expuestas a distintos rangos para el periodo Lden.

A raíz de la modelización efectuada se puede concluir que el único edificio sensible afectado se corresponde con el CEIP de Figueiroa, que según el propio centro cuenta con un total de 410 alumnos.

8.3.- MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN

Se obtuvo a partir del mapa de niveles sonoros del indicador Lden.

Incluye los datos de superficies totales (en km²), expuestas a valores de Lden superiores a 55, 65, y 75 dB, respectivamente. En ellos se indica además el número total estimado de viviendas (en centenares), y el número total estimado de personas (en centenares) que viven en cada una de esas zonas.

Las isófonas correspondientes a 55, 65 y 75 dB figuran en el mapa y se incluye información sobre la ubicación de las ciudades, pueblos y aglomeraciones situadas dentro de esas curvas.

EXPOSICIONES A DIFERENTES VALORES Lden					
RANGO (dBA)	SUPERFICIE	POBLACIÓN		EDIFICIOS SENSIBLES	
	(km ²)	Nº VIVIENDAS (CENTENAS)	Nº PERSONAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS SANITARIOS (UD)	Nº EDIFICIOS DOCENTES (UD)
≥ 55	1,81	2	5	0	0
≥ 65	0,56	1	4	0	1
≥ 75	0,06	0	0	0	0

Tabla 10. Datos relativos a zonas de afección para el periodo Lden

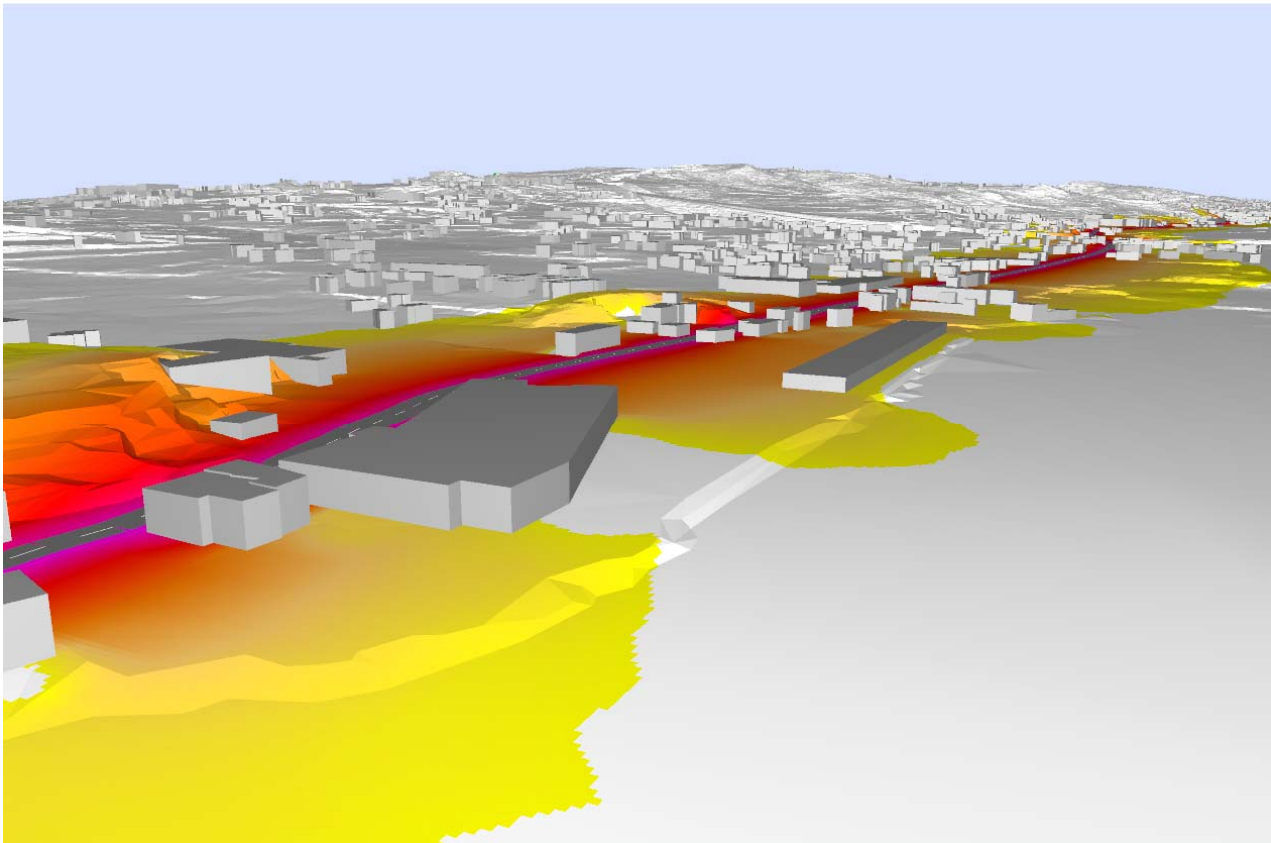
Mediante la observación de los resultados de los mapas de afección se puede concluir que las mayores superficies expuestas se corresponden con rangos bajos de emisión localizados en zonas rurales dispersas, caracterizadas por una densidad poblacional baja. Por su parte, el tramo final de la UME, al discurrir por un entorno más urbanizado, presenta superficies de afección más pequeñas, debido al apantallamiento producido por las edificaciones próximas a la vía.

A modo aclaratorio cabe resaltar, que para obtener una mayor precisión en los resultados presentados, los valores referentes a población de la presente tabla se obtuvieron considerando el número de viviendas y personas afectadas en unidades, por lo que algunos valores difieren del resultado obtenido realizando el sumatorio de personas y viviendas expuestas del epígrafe 8.2.2.1., ya que en estas tablas se presentan en centenas.

9.- CONCLUSIÓN

Con la realización del presente estudio se elaboraron los Mapas Estratégicos de Ruido de los tramos Pontevea - Baloiira (PO-182) y Baloiira (PO-182) - A Estrada de la vía PO-841 (perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia), de acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE de 25 de junio de 2002 sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental y en la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, considerando alcanzados los objetivos planteados inicialmente así como los establecidos en la legislación vigente.

La elaboración de este estudio constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias que se deban realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones.



CLAVE

PO/13/043.09.2

TIPO DE ESTUDIO

MAPA EXTRATÉXICO DE RUÍDO

DOCUMENTOS

DOCUMENTO RESUME

ESTRADA

VG-4.1
SANXENXO (AG-41) - A LANZADA (PO-550)

PUNTOS QUILOMÉTRICOS

19+190 – 20+940

DATA

XULLO 2014

CONSULTOR



I MEMORIA

I MEMORIA

1.-	INTRODUCCIÓN	4
2.-	OBJETO DEL ESTUDIO.....	4
3.-	AUTORIDAD RESPONSABLE	5
4.-	PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES.....	5
5.-	ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME.....	6
6.-	METODOLOGÍA	9
6.1.-	MODELO DE SIMULACIÓN.....	10
6.2.-	CREACIÓN DEL MODELO 3D.....	11
6.2.1.-	INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA	11
6.2.2.-	INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO.....	12
6.2.3.-	INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS	14
6.2.4.-	MODELADO DE TÚNELES	16
6.2.5.-	MODELADO DE VIADUCTOS.....	16
6.2.6.-	MODELADO DE PASOS SUPERIORES.....	17
6.2.7.-	INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS	17
6.2.8.-	INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO	17
6.3.-	CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D	18
7.-	PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN	19
8.-	RESULTADOS.....	21
8.1.-	MAPAS DE NIVELES SONOROS.....	21
8.2.-	POBLACIÓN EXPUESTA.....	22
8.2.1.-	METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA	22
8.2.2.-	TABLAS DE RESULTADOS	25

8.3.-	MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN.....	27
9.-	CONCLUSIÓN	27

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	VG-4.1. VIADUCTO SOBRE O VINQUIÑO.....	7
FIGURA 2.	VG-4.1. MASAS FORESTALES	7
FIGURA 3.	VG-4.1. ENLACE FINAL.....	8
FIGURA 4.	PLANO DE UBICACIÓN DE LA UME OBJETO DE ESTUDIO	9
FIGURA 5.	DETALLE DE LA VISTA DINÁMICA DEL MODELO TRIDIMENSIONAL GENERADO	9
FIGURA 6.	DETALLE DE LOS PUNTOS LIDAR FACILITADOS.....	11
FIGURA 7.	DETALLE DEL MDT GENERADO	11
FIGURA 8.	CURVADO FINALMENTE OBTENIDO A PARTIR DE LOS PUNTOS LIDAR	12
FIGURA 9.	VISTA 3D DE LA MODELIZACIÓN EFECTUADA	18
FIGURA 10.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LD, LE Y LDEN	22
FIGURA 11.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LN....	22

LISTA DE TABLAS

TABLA 1.	TRAMOS DE LA VÍA OBJETO DE ESTUDIO	5
TABLA 2.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA UME ESTUDIADA	9
TABLA 3.	DATOS DE TRÁFICO.....	13
TABLA 4.	DATOS DE POBLACIÓN EN LOS MUNICIPIOS AFECTADOS	16
TABLA 5.	OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA	20
TABLA 6.	VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA LOS PERIODOS LD, LE Y LDEN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO	25
TABLA 7.	VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA EL PERIODO LN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO	25

TABLA 8. NÚMERO DE VIVIENDAS EXPUESTAS (EN CENTENAS) A DISTINTOS RANGOS DE NIVEL SONORO PARA LOS PERIODOS LD, LE, LN Y LDEN..... 26

TABLA 9. NÚMERO DE EDIFICIOS SENSIBLES (EN UNIDADES) Y CAMAS/ALUMNOS (EN CENTENAS) EXPUESTAS A DISTINTOS RANGOS PARA EL PERIODO LDEN..... 26

TABLA 10. DATOS RELATIVOS A ZONAS DE AFECCIÓN PARA EL PERIODO LDEN 27

II PLANOS

0.- PLANO DE SITUACIÓN

1.- MAPAS NIVELES SONOROS

1.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS DÍA (1:25.000)

1.2.- MAPAS DE NIVELES SONOROS TARDE (1:25.000)

1.3.- MAPAS DE NIVELES SONOROS NOCHE (1:25.000)

1.4.- MAPAS DE NIVELES SONOROS Lden (1:25.000)

2.- MAPAS DE AFECCIÓN

2.1.- MAPA DE ZONA DE AFECCIÓN (1:25.000)

1.- INTRODUCCIÓN

La aprobación de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental establece la necesidad de elaborar, en una primera fase, los Mapas Estratégicos de Ruido (MER) de grandes ejes viarios cuyo tráfico supere los seis millones de vehículos al año, para en una segunda fase realizar los mapas correspondientes a los grandes ejes viarios con tráfico superior a tres millones de vehículos al año.

La Directiva 2002/49/CE define el Mapa Estratégico de Ruido como "un 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."

Para la aplicación de la citada directiva en el territorio español se elaboró la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, que no se limita a transponer el contenido de la directiva, sino que trata de regular, a través de una adecuada distribución de competencias administrativas y del establecimiento de los mecanismos oportunos, la mejora de la calidad acústica en nuestro entorno.

Con el objeto de desarrollar esta ley se formuló el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, en cuanto a la evaluación y gestión del ruido ambiental, con la finalidad de prevenir, reducir o evitar los efectos nocivos, incluyendo las molestias derivadas de la exposición al ruido ambiental. A tal efecto se desarrollan los conceptos de ruido ambiental y sus efectos y molestias sobre la población, junto con una serie de medidas que permiten la consecución de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido, los planes de acción y la información a la población.

A fin de dar cumplimiento a la legislación vigente, la Consellería de Medio Ambiente Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, promueve la segunda fase de elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido de las vías pertenecientes a la Red Autonómica de Carreteras de Galicia.

2.- OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto del presente documento resumen es el de plasmar, de forma sintética y fácilmente comprensible, los resultados arrojados por los Mapas Estratégicos de Ruido

del siguiente tramo de la vía VG-4.1, perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia:

DENOMINACIÓN	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONGITUD (km)
Sanxenxo (AG-41) - A Lanzada (PO-550)	Sanxenxo (AG-41) - Enl. Portonovo	19+190	20+940	1,75

Tabla 1. Tramos de la vía objeto de estudio

Según se recoge en el Artículo 15 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, los mapas de ruido tendrán, entre otros, los siguientes objetivos:

- Permitir la evaluación global de la exposición a la contaminación acústica de una determinada zona.
- Permitir la realización de predicciones globales para dicha zona.
- Posibilitar la adopción fundada de planes de acción en materia de contaminación acústica y, en general, de las medidas correctoras adecuadas.

Asimismo, la elaboración de los MER constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias a realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones

3.- AUTORIDAD RESPONSABLE

La autoridad responsable de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruidos fue la Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, contando con la asistencia de la empresa ICEACSA Consultores S.L.U.

4.- PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES

De acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, y en la Ley del Ruido y sus posteriores Reglamentos, tuvieron que realizarse, en una primera fase los Mapas Estratégicos de Ruido de las carreteras de más de 6 millones de vehículos al año; y en una segunda fase los de las carreteras de más de 3 millones de vehículos al año.

Por lo tanto, en la actualidad no se encuentra vigente ningún Programa de Acción contra el ruido derivado de la primera fase en la Unidad de Mapa Estratégico Sanxenxo (AG-41) – A Lanzada (PO-550) entre los PP.KK. 19+190 al 20+940.

Así, en cumplimiento de la legislación, se elabora en la segunda fase esta UME. El estudio constituye la primera aproximación a la problemática del ruido generado por la infraestructura viaria.

5.- ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME

La vía VG-4.1 conecta Sanxenxo desde el final de la AG-41, en O Vinquiño, hasta la glorieta de la PO-308, en A Lanzada, con salida a diversos núcleos de carácter rural.



El tramo de estudio parte de O Vinquiño en el pk 19+190 hasta el núcleo de O Fabal, en el pk 20+940.



Figura 1. VG-4.1. Viaducto sobre O Vinquiño

Entre O Vinquiño y O Fabal el trazado pasa por medio de masas forestales de repoblación y prados abiertos de cultivo:



Figura 2. VG-4.1. Masas forestales

En todo su recorrido son escasas las edificaciones, concentrándose estas en el enlace de O Vinquiño, y en la zona de O Fabal.



Figura 3. VG-4.1. Enlace final

Las edificaciones más cercanas son de tipo unifamiliar, encontrándose además alguna nave de pequeño tamaño o almacén.

No se detectaron protecciones contra el ruido en todo el tramo de análisis.

La identificación de las Unidad de Mapa Estratégico (UME) se realizó conforme a los siguientes criterios generales:

- Una UME solamente puede incluir tramos pertenecientes a una misma vía.
- Todos los tramos que conforman la UME deben tener una IMD igual o superior a 3.000.000 veh/año, como establece la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental.

Teniendo en cuenta dichos criterios, los tramos recogidos en la tabla siguiente comprenden una única Unidad de Mapa Estratégico (UME), contemplándose como fuente de ruido independiente, analizándose su efecto por separado y obteniéndose un Mapa Estratégico de Ruido en el que únicamente se considera la propagación del ruido causado por el tronco de la infraestructura. Dichos mapas se corresponden al alcance de la segunda fase de la Directiva 2002/49/CE y su correspondiente transposición a la legislación estatal:

UME	VÍA	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONG (km)	IMD (VEH/DÍA)	% PESADOS	MUNICIPOS AFECTADOS
01	VG-4.1	Sanxenxo (AG-41) - Enl. Portonovo	19+190	20+940	1,75	8.313	5,4	Sanxenxo

Tabla 2. Características generales de la UME estudiada

En la figura siguiente se muestra la ubicación del tramo estudiado.

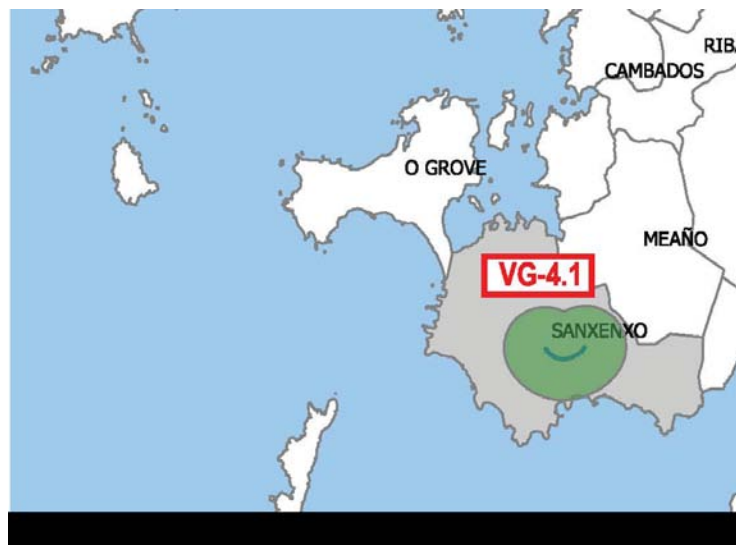


Figura 4. Plano de ubicación de la UME objeto de estudio

6.- METODOLOGÍA

Para la realización de la simulación acústica fue necesaria la implementación de un modelo tridimensional del área de estudio, incluyendo carreteras, edificaciones y elementos singulares, tal y como se aprecia en la imagen adjunta.



Figura 5. Detalle de la vista dinámica del modelo tridimensional generado

El software predictivo para la realización del modelo tridimensional del área de estudio, y para el posterior desarrollo de los cálculos matemáticos de propagación de ruido en ambiente exterior y ejecución de los Mapas Estratégicos de Ruido, fue CadnaA Versión 4.4 (DataKustik GmbH). Con este software, y con un modelado del entorno preciso, se pueden determinar los niveles de ruido causados por el tráfico rodado. Tanto el procesado previo de la información de base como el análisis de los datos obtenidos se realizó mediante GIS.

6.1.- MODELO DE SIMULACIÓN

Siguiendo las disposiciones del Real Decreto 1513/2005, los índices de ruido del tráfico rodado fueron determinados por medio del método nacional de cálculo francés «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTULCPC-CSTB)», mencionado en el «Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal officiel du 10 mai 1995, article 6» y en la norma francesa «XPS 31-133». Este modelo es el propuesto de manera provisional por la Unión Europea para la realización de mapas de ruido en aquellos países que carezcan del suyo propio, según se describe en la recomendación 2003/613/EC de la Comisión Europea.

La elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido engloba la generación del modelo digital, la definición de los parámetros de entrada, el cálculo de los mapas y la evaluación de los resultados obtenidos.

El modelo 3D estará constituido por la topografía y las edificaciones del ámbito de estudio, el tramo/s de carretera que conforman la UME, y los elementos singulares concretos de cada caso (viaductos, pasos superiores, muros, pantallas acústicas,...).

- Carreteras: datos de tráfico (IMD y porcentaje de pesados), características del firme, tipo de flujo y límites de velocidad.
- Edificios: tipo de uso, altura, número de plantas, número de habitantes (en caso de ser residencial) y coeficiente de absorción alfa.
- Viaductos: longitud de apantallamiento.
- Muros y pantallas: pérdidas por reflexión.
- Terreno: coeficientes de absorción.
- Túneles: radiación procedente de las entradas y salidas.

Definido el modelo e introducidos los parámetros y configuración, se lleva a cabo la simulación acústica, obteniéndose de este modo los Mapas Estratégicos de Ruido.

6.2.- CREACIÓN DEL MODELO 3D

En el presente apartado se describen los procesos necesarios para la definición del escenario de modelización en el software de cálculo a partir de la información base.

La definición de cada uno de los atributos que caracterizan los elementos del modelo se realizó en GIS previa incorporación al software de cálculo. El objeto de este tratamiento previo es el de sistematizar el proceso de creación del modelo, evitando errores u omisiones en la definición del escenario.

6.2.1.- INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA

Para llevar a cabo el modelado digital del terreno (MDT) se empleó como fuente de información el vuelo LIDAR suministrado por la Axencia Galega de Infraestruturas, del que se extrajo la nube de puntos que conforman el terreno. Posteriormente, mediante un proceso de triangulación se obtuvieron las curvas de nivel cada metro.



Figura 6. Detalle de los puntos LIDAR facilitados



Figura 7. Detalle del MDT generado

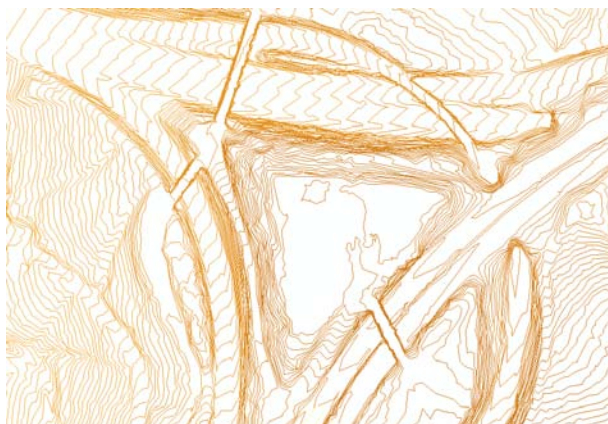


Figura 8. Curvado finalmente obtenido a partir de los puntos LIDAR

6.2.2.- INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO

Mediante el empleo de herramientas GIS, el eje de la carretera se definió a partir del conjunto de datos geométricos facilitados por la Axencia Galega de Infraestruturas, disponiendo de puntos cada 10 m, con la siguiente información:

- Coordenadas X, Y, Z.
- Número de carriles.
- Anchos de plataforma, calzada y arcenes.
- Peraltes y pendientes.

Las características geométricas que definen el eje cada 10 m se extendieron para cada punto 5 m antes y 5 m después. Una vez definido el eje se procedió a la corrección y depuración de la información, comparando los ejes con la ortofoto actualizada y con los datos tomados en las preceptivas visitas a campo realizadas. Establecida la geometría definitiva de la vía, se definieron en GIS los atributos que caracterizan la emisión acústica, con anterioridad a su importación desde CadnaA. A continuación se describe cada uno de los atributos considerados, los datos de partida disponibles, así como el tratamiento realizado previa incorporación al modelo:

- Geometría: la VG-4.1, cuenta en todo el tramo de estudio con una única calzada con dos carriles, excepto en los enlaces en los que cuenta con 3. El ancho medio del carril es de 3,6 m. El arcén derecho cuenta con un ancho medio de 2,2 m variable entre los 0 y 2,7 m, mientras que el arcén izquierdo cuenta con un ancho medio de 1,9 m variable entre los 0 y 2,2 m.

- Datos de tráfico: los datos de tráfico utilizados para el cálculo de los niveles sonoros fueron los correspondientes a las Memorias de Aforos del año 2012, proporcionadas por la Axencia Galega de Infraestruturas.

Tomando como base la distribución horaria en un día medio, se llevó a cabo el cálculo de la IMD por hora para cada uno de los periodos considerados (día, tarde y noche). Puesto que para el tramo Sanxenxo (AG-41) - Enl. Portonovo no se disponía de IMD ni distribución horaria, el valor de la IMD, según criterios de la AXI, fue estimado a partir de la IMD diaria del año 2012, del tramo Enl. Portonovo - A Lanzada (PO-550) entre los pk 20+940 a 26+030 de la misma carretera VG-4.1, y se aplicó la distribución porcentual del mismo, obteniéndose de esta forma la IMD por hora.

Respecto a la distribución de pesados, se aplicó para todos los tramos y todos los periodos considerados el valor diario del tramo Enl. Portonovo - A Lanzada (PO-550), recogido en la Memoria de Aforos.

UME	VÍA	TRAMO	IMD				% PESADOS
			(VEH/DÍA)	DÍA (VEH/H)	TARDE (VEH/H)	NOCHE (VEH/H)	
01	VG-4.1	Sanxenxo (AG-41) - Enl. Portonovo	8.313	499,4	434,1	73,0	5,4

Tabla 3. Datos de tráfico

- Límite de velocidad: partiendo de la velocidad límite permitida por la normativa para la vía objeto de estudio (100 km/h), determinaron los tramos con restricciones de velocidad a partir de los datos de señalización vertical aportados por la Axencia Galega de Infraestruturas, realizándose una revisión de los mismos en las visitas a campo realizada. En aquellos lugares en los que se detectó señalización insuficiente o contradictoria (ausencia de señales de fin de limitación de velocidad, tramos interurbanos sin especificación de la velocidad máxima permitida,...) se optó por definir tramos los más homogéneos posibles, tomando siempre el valor de velocidad más desfavorable (la mayor de los posibles).

Para cada una de los subtramos se establecieron límites de velocidad diferenciados en función del tipo de vehículo que circule (ligero o pesado), ya que según el límite establecido dicha velocidad puede no ser coincidente.

Como resultado de todo este proceso, todo el tramo se modelizó con una velocidad de ligeros de 100 km/h y una velocidad de pesados de 80 km/h.

- Superficie de la carretera: el tipo de firme tiene influencia directa sobre la emisión de la vía. La UME objeto de estudio presenta una capa de asfalto bituminoso en toda su longitud.
- Tipo de flujo: de forma general se consideró que el flujo es continuo fluido.

Una vez definida la geometría y los parámetros característicos de cada subtramo de 10 m que compone la UME, se procedió a su importación en CadnaA como carretera en formato shape. Por último, para conseguir que la carretera se acople por completo al terreno, se realizó el ajuste del MDT al objeto bajo la plataforma de la vía.

6.2.3.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS

Tomando como base la capa shape de la Dirección General del Catastro, se realizó una revisión general del ámbito de trabajo, completándose aquellas zonas que presentaban carencia de edificaciones recientes. Esta revisión se hizo a partir de las fotografías aéreas del PNOA y mediante visitas a campo. Así, se elaboró una cobertura de polígonos revisada a través de:

- La digitalización de los edificios inexistentes en el Catastro.
- La eliminación de los elementos que ya no existen o que no se corresponden con edificios (invernaderos, piscinas,...).

6.2.3.1.- ALTURA

La altura de las edificaciones se definió a partir del número de plantas contempladas en los datos del Catastro, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La altura mínima de un edificio es de 4 m.
- En los edificios residenciales, sanitarios y educativos se consideró una altura de 4 m para las plantas bajas, y de 3 m para el resto.
- Aquellas edificaciones que comparten código catastral y están claramente unidas se agruparon como un único edificio, asignándole el número de plantas correspondiente al edificio más alto con código compartido.

Para aquellos edificios que no se encuentran contenidos en la base de datos de Catastro y que fueron digitalizados posteriormente, el número de plantas fue estimado a partir de la revisión de la fotografía aérea y de las visitas, corrigiendo y depurando errores de la información catastral de base (alturas inexistentes o excesivas).

6.2.3.2.- USO

Partiendo de los metadatos descargados de la Sede Electrónica del Catastro, los usos de los edificios se completaron a través de las siguientes fuentes de información:

- Fotografías aéreas del PNOA.
- Información de las visitas a campo realizadas.

Los usos identificados fueron:

- Residencial.
- Sanitario y docente.
- Industrial, terciario y otros.

A todos los edificios de la zona de estudio se asignó uno de los anteriores usos con el fin de identificar los edificios residenciales para el cálculo de la población, así como para determinar las áreas acústicas en la elaboración de los mapas de zonas de conflicto. Además, se identificaron los edificios de tipo docente y sanitario por ser receptores sensibles, a través de la información disponible en las siguientes fuentes:

- Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria de la Xunta de Galicia.
- Consellería de Sanidade de la Xunta de Galicia.

6.2.3.3.- POBLACIÓN ASIGNADA

Uno de los objetivos de los MER es la obtención del número de personas expuestas a los diferentes niveles de ruido, para lo que se realizó un tratamiento consistente en el reparto de la población entre los edificios residenciales existentes.

La información de partida se obtuvo del padrón municipal de habitantes del año 2013 del Instituto Galego de Estatística (IGE). Tomando como base la población de cada municipio, y una vez identificados los edificios residenciales de cada uno, se hizo un reparto proporcional de la población en función de la superficie residencial total

construida. El número de habitantes en cada se calculó como el producto del coeficiente de habitabilidad anteriormente definido por la superficie de cada edificio residencial, resultando:

MUNICIPIO	POBLACIÓN	SUP. TOTAL RESIDENCIAL (m ²)	COEF. HABITABILIDAD (HAB/m ²)
Sanxenxo	17.582	2.312.343	0,0076

Tabla 4. Datos de población en los municipios afectados

En el caso de los edificios sensibles se cuantificó el número de alumnos en los edificios de uso docente, y de camas en los de uso sanitario.

6.2.3.4.- EFECTO REFLECTANTE

Para tener en cuenta el efecto reflectante de las edificaciones se asignó un Coeficiente de Absorción Alfa de 0,4 en todos los casos.

6.2.3.5.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS EN CADNAA

Una vez depurada y corregida la capa de edificaciones, con todos los atributos definidos se importaron desde CadnaA como edificio en formato shape.

En última instancia se hizo una revisión general del modelo, subsanándose aquellos desajustes existentes entre la topografía y la base de los edificios ("enterramientos"), así como los solapes entre la plataforma de la vía y las edificaciones incorporadas.

6.2.4.- MODELADO DE TÚNELES

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad túneles en la presente UME.

6.2.5.- MODELADO DE VIADUCTOS

Aquellos tramos de la carretera que presentan viaductos, puentes, pontones o pasos inferiores de grandes dimensiones fueron modelizados evitando la emisión acústica bajo el plano de la plataforma de la vía. Para ello, siguiendo las recomendaciones del software predictivo, estos tramos se configuraron como auto-apantallados con una anchura adicional de 1,5 m a izquierda y derecha.

Previamente al auto-apantallado del tramo de vía definió la geometría del viaducto, corroborándose el correcto apoyo de los estribos y corrigiéndose cuando fuese necesario, el curvado LIDAR bajo los estribos.

La identificación de los diferentes elementos (viaductos, puentes, pontones y pasos inferiores) se realizó en base a la revisión de la ortofoto, completándose con los datos tomados en las visitas a campo realizadas.

6.2.6.- MODELADO DE PASOS SUPERIORES

En el modelo se definieron únicamente aquellos pasos superiores que presentan un ancho superior a 25 m, incorporándose como reflectores 3D.

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pasos superiores con anchura superior a 25 m en la presente UME.

6.2.7.- INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pantallas acústicas en la presente UME.

6.2.8.- INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO

Las características del suelo son un factor determinante en la propagación del ruido, por lo que en la modelización efectuada se definieron diferentes áreas de absorción.

De forma genérica se considera el terreno base como absorbente ($G=1$, sin embargo se definieron ciertas áreas de carácter urbano e industrial como reflectantes ($G=0$), realizándose la zonificación del territorio en base a los usos del suelo definidos por el Instituto de Estudios do Territorio. De esta forma, las áreas consideradas como reflectantes son las correspondientes a núcleos de población, tejido urbano continuo y zonas industriales, comerciales y de servicios.

La incorporación de estas zonas al modelo se realizó importándose como áreas de absorción del suelo en formato shape.

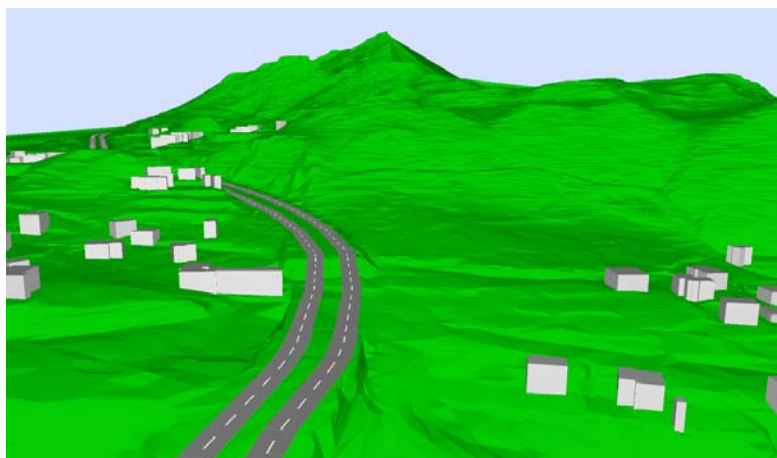


Figura 9. Vista 3D de la modelización efectuada

6.3.- CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D

Para la elaboración de los MER de cada UME, con anterioridad a la introducción de los diferentes elementos que componen el modelo, es preciso definir una configuración de cálculo en el software de acuerdo a la Directiva 2002/49/CE donde se identifiquen los parámetros necesarios para la correcta definición del escenario previsto.

- La norma empleada para el cálculo es la NMPB-Routes-96.
- El espaciado de los receptores en la malla de cálculo es de 10 x 10 m a una altura de 4 m sobre el suelo.
- El orden máximo de reflexiones consideradas es de 1.
- Se estableció un radio máximo de búsqueda de 2.000 m.
- El porcentaje de condiciones favorables día/noche se corresponde con un 50% en periodo diurno, un 75% en periodo vespertino y un 100% en periodo nocturno.
- Siguiendo las recomendaciones de la European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN), las condiciones atmosféricas consideradas son una temperatura de 15°C y una humedad del 70%.
- El cálculo de la atenuación sufrida por las ondas sonoras en el medio ambiente exterior se obtiene de acuerdo a los procedimientos de la ISO 9613.
- Los valores de inmisión considerados son $L_{\text{día}}$, L_{tarde} , L_{noche} y L_{den} , todos ellos en dBA, a una altura de evaluación de 4 m.
- La designación de horas para los periodos considerados es de 07:00 a 19:00 día, de 19:00 a 23:00 tarde y de 23:00 a 07:00 noche.

- Se aplicó una penalización de 0 dB para el periodo diurno, de 5 dB para el vespertino y de 10 dB para el nocturno.
- Para la evaluación de los niveles de ruido en fachada de edificios se consideró una altura de las plantas bajas de 4 m y de 3 m para el resto. Asimismo, se tuvo en cuenta únicamente el sonido incidente, es decir, no se consideró el sonido reflejado en la fachada donde se realiza la evaluación, aunque sí las reflexiones en el resto de edificios y obstáculos presentes en el área de estudio.

7.- PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN

Para determinar los indicadores y los niveles límites de referencia que permitan evaluar la afección al ruido, se recurrió a la legislación vigente en materia de objetivos de calidad acústica que viene fijada en 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, concretamente lo recogido en el Capítulo III "Zonificación acústica. Objetivos de calidad acústica" y en el Capítulo IV "Emisores acústicos. Valores límite de emisión e inmisión".

El artículo 14 del citado Real Decreto dice textualmente:

1. En las áreas urbanizadas existentes se establece como objetivo de calidad acústica para ruido el que resulte de la aplicación de los siguientes criterios:

a) Si en el área acústica se supera el correspondiente valor de alguno de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla A, del anexo II, su objetivo de calidad acústica será alcanzar dicho valor.

ANEXO II

Objetivos de calidad acústica

Tabla A. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes.

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L_d	L_e	L_n
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.

Tabla 5. Objetivos de calidad acústica

En relación al tipo de área f se aplicará el Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica 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.

Como se puede observar en la tabla anterior, los objetivos se establecen para los índices de ruido, L_d , L_e y L_n , cuya definición según 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, es:

L_d es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año.

L_e es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año.

L_n es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año.

En vista de lo expuesto, la evaluación de la exposición al ruido de la población pasará por determinar cada uno de los indicadores L_d , L_e y L_n , y compararlos con los niveles límite establecidos en los objetivos de calidad acústica para cada tipo de área.

8.- RESULTADOS

Conforme a la normativa vigente, la elaboración de un mapa estratégico conlleva la obtención de una información gráfica y otra alfanumérica, representada mediante mapas y tablas de afección.

La escala básica de representación de los Mapas Estratégicos de Ruido contenidos en el presente documento es 1/25.000, siendo la base cartográfica la 1/5.000 de la Xunta de Galicia. El sistema de proyección es ETRS-89, zona 29 N.

En la elaboración de los MER de cada UME, el área de estudio vino delimitada por la longitud del tramo/s de carretera que define la propia UME y por una banda, con un ancho de 1.500 m a cada lado del eje de la calzada.

8.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS

Son mapas de líneas isófonas elaborados a partir de los niveles de ruido calculados en puntos receptores a lo largo de toda la zona de estudio.

Se elaboraron los planos de niveles sonoros representando los indicadores establecidos por la legislación básica estatal y las recomendaciones del Ministerio de Fomento, siendo los mapas generados los siguientes:

- Mapa de niveles sonoros de L_d en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_e en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_n en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70.

- Mapa de niveles sonoros de Lden en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.

Lden, Ld, Le

Rango	Descripción	R	G	B
> 75	Rosa fuerte	255	0	255
70-75	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
< 55	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	55-60
	60-65
	65-70
	70-75
	>75

Figura 10. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del Ld, Le y Lden

Ln

Rango	Descripción	R	G	B
>70	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
50-55	Verde	100	200	0
< 50	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	50-55
	55-60
	60-65
	65-70
	>70

Figura 11. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del Ln

8.2.- POBLACIÓN EXPUESTA

8.2.1.- METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA

La determinación de la situación acústica a partir de los mapas de niveles sonoros requiere el análisis de la afección del ruido sobre la población. En esta línea, la normativa establece que debe estimarse el número de personas expuestas a ciertos rangos de niveles de presión sonora, sin entrar en detalles técnicos de cómo proceder.

Existen diferentes métodos para determinar los niveles de exposición en fachada para cada uno de los edificios, conforme a la normativa y a las guías de trabajo internacionales en materia de contaminación acústica.

La Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, con el fin de determinar la exposición al ruido ambiental de los Estados Miembros, establece en su Anexo VI que deberá comunicarse a la comisión europea, para el caso de las aglomeraciones sobre las que se realice el Mapa Estratégico de Ruidos (MER), la siguiente información:

- Número estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de Lden en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (55-59, 60-

64, 65-69, 70-74, >75), distinguendo entre el tráfico rodado, el tráfico ferroviario, el tráfico aéreo y las fuentes industriales.

- El número total estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de L_n en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70), distinguendo entre el tráfico rodado, ferroviario, aéreo y las fuentes industriales.

Este planteamiento, denominado END (European Noise Directive), es el que debe utilizarse para entregar los resultados a la comisión europea, siendo también habitual para la entrega al resto de administraciones. Sin embargo, este procedimiento, es el que proporciona peores resultados con respecto a la exposición real de la población, arrojando valores de población afectada a distintos rangos de niveles sonoros muy superiores a la realidad, por lo resulta necesario plantear otros métodos que, de forma adicional, arrojen resultados que no sobreestimen la población expuesta.

A continuación se presentan los siguientes procedimientos de estimación de la población afectada por ruido ambiental:

- Método END
- Método VBEB Alemán

8.2.1.1.- MÉTODO END

El método END (European Noise Directive) se presenta en la Directiva Europea 2002/49/CE como un método para satisfacer la obligación de proporcionar a la comisión europea los datos del número estimado de personas cuyas viviendas están expuestas a diferentes rangos de L_{den} y L_n , a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta, aquella que soporta mayor nivel de presión sonora.

Esta estimación, requiere del cálculo de receptores específicos en cada una de las fachadas de los edificios, a una altura relativa de 4 metros respecto al suelo y tomando las consideraciones necesarias para excluir las reflexiones acústicas de la propia fachada como ruido incidente en el propio receptor.

Este planteamiento, supone que todos los habitantes de cada edificio están sometidos al mayor nivel de presión sonora registrado en la fachada más expuesta, lo que no se acerca a la situación real, en la que la población se distribuye a lo largo del edificio, en

relación a la posición de las viviendas. Este procedimiento podría dar resultados próximos a la realidad en viviendas unifamiliares, pero en el caso de edificios de varias plantas se obtendría un resultado de población expuestas sobreestimado.

8.2.1.2.- MÉTODO VBEB

El método alemán VBEB (Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm) permite obtener los valores reales de afección a los que se encuentra expuesta la población. Su procedimiento contempla la distribución de receptores de niveles de presión sonora a lo largo de las fachadas, estableciendo estos a diferentes niveles de altura en función del número de plantas.

Cada uno de estos receptores determinará el nivel de presión sonora al que se encuentra expuesta cada vivienda, considerando el parámetro de altura, a diferencia del método END expuesto anteriormente, en el que la evaluación de la exposición se realizaba a 4 m del suelo.

Esta metodología permite afinar los resultados al distribuir la población de cada edificio a lo largo del perímetro en planta y de las alturas. Como se puede intuir, los niveles de presión sonora evaluados a diferentes alturas proporcionarán resultados distintos, en función de la mayor o menor distancia a la fuente y las posibles reflexiones de los edificios del entorno, encontrándose, de esta forma, los habitantes de viviendas a diferentes alturas, en una misma planta, expuestas a distintos grados de afección.

8.2.2.- TABLAS DE RESULTADOS

8.2.2.1.- POBLACIÓN AFECTADA

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)						
RANGO (dBA)	Ld		Le		Lden	
	END	VBEB	END	VBEB	END	VBEB
55 – 59	0	0	1	0	1	1
60 – 64	0	0	0	0	0	0
65 – 69	0	0	0	0	0	0
70 – 74	0	0	0	0	0	0
≥ 75	0	0	0	0	0	0

Tabla 6. Valores de población afectada (en centenar) para los periodos Ld, Le y Lden en función del método considerado

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)		
RANGO (dBA)	Ln	
	END	VBEB
50 – 54	0	0
55 – 59	0	0
60 – 64	0	0
65 – 69	0	0
≥ 70	0	0

Tabla 7. Valores de población afectada (en centenar) para el periodo Ln en función del método considerado

A la vista de los resultados contenidos en las tablas adjuntas, se puede observar como los dos métodos considerados arrojan valores análogos para los rangos y periodos analizados.

La afección sonora de la UME sobre el entorno circundante se puede considerar como mínima, debido en gran medida a la elevada dispersión poblacional en el entorno estudiado y a la elevada distancia entre el foco emisor y los edificios receptores.

8.2.2.2.- VIVIENDAS AFECTADAS

Nº VIVIENDAS AFECTADAS (EN CENTENAS)					
RANGO (dBA)	Ld	Le	Lden	RANGO (dBA)	Ln
55 – 59	0	0	1	50 – 54	0
60 – 64	0	0	0	55 – 59	0
65 – 69	0	0	0	60 – 64	0
70 – 74	0	0	0	65 – 69	0
≥ 75	0	0	0	≥ 70	0

Tabla 8. Número de viviendas expuestas (en centenas) a distintos rangos de nivel sonoro para los periodos Ld, Le, Ln y Lden

Al igual que ocurre con la exposición de la población, el número de viviendas afectadas por el ruido de la carretera es muy pequeño, llegándose únicamente a la centena de viviendas expuestas para el periodo Lden en el rango más bajo considerado (55-59 dB).

8.2.2.3.- EDIFICIOS SENSIBLES

AFECCIÓN A EDIFICIOS SENSIBLES				
SANITARIOS			DOCENTES	
RANGO (dBA)	Lden		Lden	
	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº CAMAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº ALUMNOS (CENTENAS)
55 – 59	0	0	0	0
60 – 64	0	0	0	0
65 – 69	0	0	0	0
70 – 74	0	0	0	0
≥ 75	0	0	0	0

Tabla 9. Número de edificios sensibles (en unidades) y camas/alumnos (en centenas) expuestas a distintos rangos para el periodo Lden.

A raíz de la modelización efectuada se puede concluir que ningún edificio sensible se ve afectado por el ruido generado por la carretera objeto de estudio, debido a la atenuación ocasionada por la distancia entre el foco emisor y los receptores (edificios sanitarios y docentes).

8.3.- MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN

Se obtuvo a partir del mapa de niveles sonoros del indicador Lden.

Incluye los datos de superficies totales (en km²), expuestas a valores de Lden superiores a 55, 65, y 75 dB, respectivamente. En ellos se indica además el número total estimado de viviendas (en centenares), y el número total estimado de personas (en centenares) que viven en cada una de esas zonas.

Las isófonas correspondientes a 55, 65 y 75 dB figuran en el mapa y se incluye información sobre la ubicación de las ciudades, pueblos y aglomeraciones situadas dentro de esas curvas.

EXPOSICIONES A DIFERENTES VALORES Lden					
RANGO (dBA)	SUPERFICIE	POBLACIÓN		EDIFICIOS SENSIBLES	
	(km ²)	Nº VIVIENDAS (CENTENAS)	Nº PERSONAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS SANITARIOS (UD)	Nº EDIFICIOS DOCENTES (UD)
≥ 55	0,59	1	1	0	0
≥ 65	0,09	0	0	0	0
≥ 75	0,02	0	0	0	0

Tabla 10. Datos relativos a zonas de afección para el periodo Lden

La escasa presencia de viviendas en las inmediaciones de la vía que apantallen la emisión, unido a la topografía del entorno y las características de la carretera hacen que la superficie expuesta a rangos de emisión sonora entre 55 y 65 dB sea moderada, considerando la longitud de la UME (1,75 km), si bien la elevada dispersión de los asentamientos y la distancia de las edificaciones a la carretera hacen que la afección sea mínima.

9.- CONCLUSIÓN

Con la realización del presente estudio elaboraron los Mapas Estratégicos de Ruido del tramo Sanxenxo (AG-41) – A Lanzada (PO-550) de la vía VG-4.1 (perteneciente a la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia), de acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE de 25 de junio de 2002 sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental y en la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, considerando alcanzados los objetivos planteados inicialmente así como los establecidos en la legislación vigente.

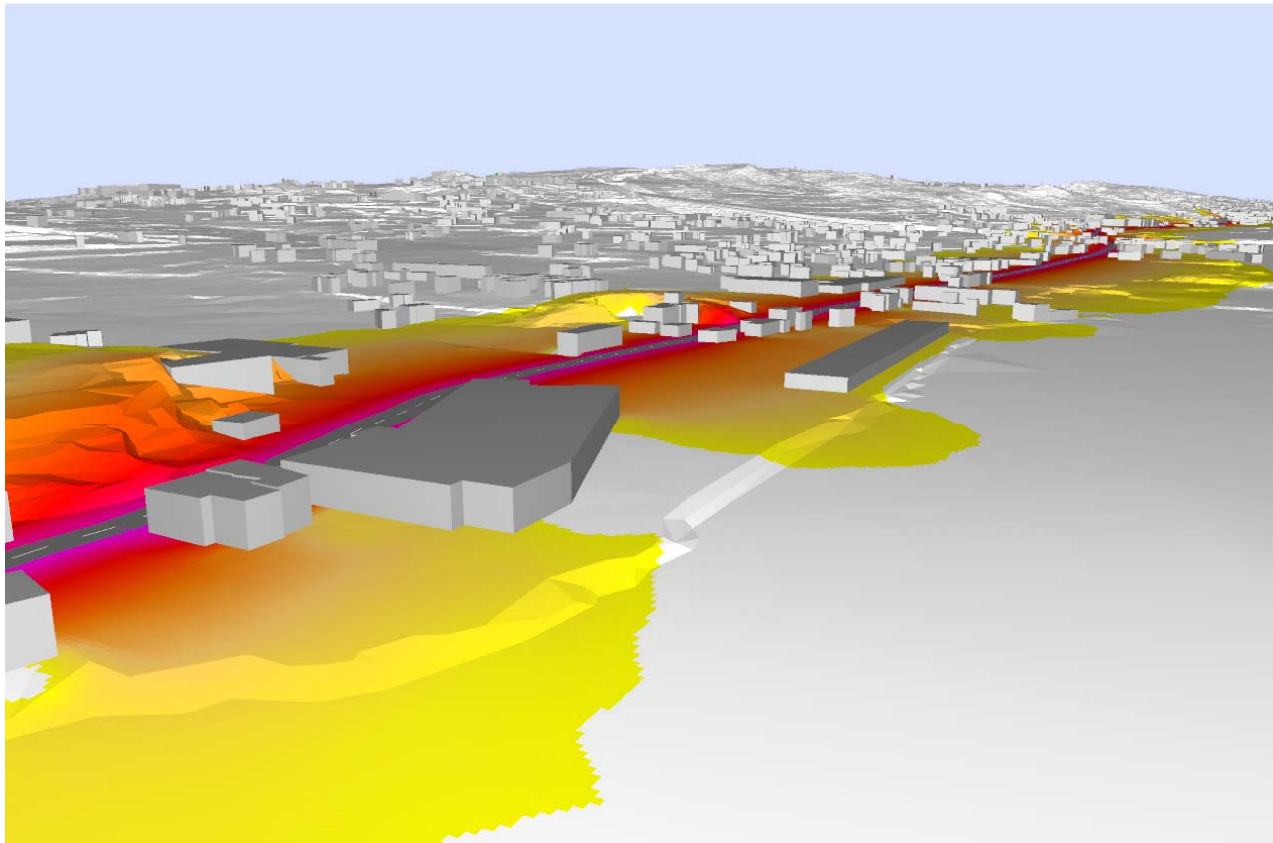
La elaboración de este estudio constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias que se deban realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones.

II PLANOS



XUNTA DE GALICIA

CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



CLAVE

PO/13/043.09.3

TIPO DE ESTUDIO

MAPA EXTRATÉXICO DE RUÍDO

DOCUMENTOS

DOCUMENTO RESUME

ESTRADA

VG-4.2
SAÍDA 7 (AG-41) - CAMBADOS (PO-300)

PUNTOS QUILOMÉTRICOS

0+000 – 4+440

DATA

XULLO 2014

CONSULTOR



I MEMORIA

I MEMORIA

1.-	INTRODUCCIÓN	4
2.-	OBJETO DEL ESTUDIO.....	4
3.-	AUTORIDAD RESPONSABLE	5
4.-	PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES.....	5
5.-	ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME.....	6
6.-	METODOLOGÍA	10
6.1.-	MODELO DE SIMULACIÓN.....	11
6.2.-	CREACIÓN DEL MODELO 3D.....	12
6.2.1.-	INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA	12
6.2.2.-	INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO.....	13
6.2.3.-	INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS	15
6.2.4.-	MODELADO DE TÚNELES	17
6.2.5.-	MODELADO DE VIADUCTOS.....	17
6.2.6.-	MODELADO DE PASOS SUPERIORES.....	18
6.2.7.-	INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS	18
6.2.8.-	INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO	18
6.3.-	CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D	19
7.-	PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN	20
8.-	RESULTADOS.....	22
8.1.-	MAPAS DE NIVELES SONOROS.....	22
8.2.-	POBLACIÓN EXPUESTA.....	23
8.2.1.-	METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA	23
8.2.2.-	TABLAS DE RESULTADOS	26

8.3.-	MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN.....	27
9.-	CONCLUSIÓN	29

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	ÁMBITO DE ESTUDIO.....	6
FIGURA 2.	VG-4.2. ZONA INICIAL.....	7
FIGURA 3.	VG-4.2. VIADUCTO SOBRE EL RÍO UMIA.	7
FIGURA 4.	VG-4.2. PASO POR A LAXE.....	8
FIGURA 5.	VG-4.2. PASO POR CACABELOS.....	8
FIGURA 6.	PLANO DE UBICACIÓN DE LA UME OBJETO DE ESTUDIO	10
FIGURA 7.	DETALLE DE LA VISTA DINÁMICA DEL MODELO TRIDIMENSIONAL GENERADO	10
FIGURA 8.	DETALLE DE LOS PUNTOS LIDAR FACILITADOS.....	12
FIGURA 9.	DETALLE DEL MDT GENERADO	12
FIGURA 10.	CURVADO FINALMENTE OBTENIDO A PARTIR DE LOS PUNTOS LIDAR	12
FIGURA 11.	VISTA 3D DE LA MODELIZACIÓN EFECTUADA	19
FIGURA 12.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LD, LE Y LDEN.....	23
FIGURA 13.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LN....	23

LISTA DE TABLAS

TABLA 1.	TRAMOS DE LA VÍA OBJETO DE ESTUDIO	5
TABLA 2.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA UME ESTUDIADA	9
TABLA 3.	DATOS DE TRÁFICO.....	14
TABLA 4.	DATOS DE POBLACIÓN EN LOS MUNICIPIOS AFECTADOS	17
TABLA 5.	OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA.....	21
TABLA 6.	VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA LOS PERIODOS LD, LE Y LDEN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO	26

TABLA 7. VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA EL PERIODO LN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO 26

TABLA 8. NÚMERO DE VIVIENDAS EXPUESTAS (EN CENTENAS) A DISTINTOS RANGOS DE NIVEL SONORO PARA LOS PERIODOS LD, LE, LN Y LDEN..... 27

TABLA 9. NÚMERO DE EDIFICIOS SENSIBLES (EN UNIDADES) Y CAMAS/ALUMNOS (EN CENTENAS) EXPUESTAS A DISTINTOS RANGOS PARA EL PERIODO LDEN..... 27

TABLA 10. DATOS RELATIVOS A ZONAS DE AFECCIÓN PARA EL PERIODO LDEN 28

II PLANOS

0.- PLANO DE SITUACIÓN

1.- MAPAS NIVELES SONOROS

1.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS DÍA (1:25.000)

1.2.- MAPAS DE NIVELES SONOROS TARDE (1:25.000)

1.3.- MAPAS DE NIVELES SONOROS NOCHE (1:25.000)

1.4.- MAPAS DE NIVELES SONOROS Lden (1:25.000)

2.- MAPAS DE AFECCIÓN

2.1.- MAPA DE ZONA DE AFECCIÓN (1:25.000)

1.- INTRODUCCIÓN

La aprobación de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental establece la necesidad de elaborar, en una primera fase, los Mapas Estratégicos de Ruido (MER) de grandes ejes viarios cuyo tráfico supere los seis millones de vehículos al año, para en una segunda fase realizar los mapas correspondientes a los grandes ejes viarios con tráfico superior a tres millones de vehículos al año.

La Directiva 2002/49/CE define el Mapa Estratégico de Ruido como "un 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."

Para la aplicación de la citada directiva en el territorio español se elaboró la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, que no se limita a transponer el contenido de la directiva, sino que trata de regular, a través de una adecuada distribución de competencias administrativas y del establecimiento de los mecanismos oportunos, la mejora de la calidad acústica en nuestro entorno.

Con el objeto de desarrollar esta ley se formuló el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, en cuanto a la evaluación y gestión del ruido ambiental, con la finalidad de prevenir, reducir o evitar los efectos nocivos, incluyendo las molestias derivadas de la exposición al ruido ambiental. A tal efecto se desarrollan los conceptos de ruido ambiental y sus efectos y molestias sobre la población, junto con una serie de medidas que permiten la consecución de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido, los planes de acción y la información a la población.

A fin de dar cumplimiento a la legislación vigente, la Consellería de Medio Ambiente Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, promueve la segunda fase de elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido de las vías pertenecientes a la Red Autonómica de Carreteras de Galicia.

2.- OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto del presente documento resumen es el de plasmar, de forma sintética y fácilmente comprensible, los resultados arrojados por los Mapas Estratégicos de Ruido

de los siguientes tramos de la vía VG-4.2, perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia:

DENOMINACIÓN	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONGITUD (km)
Saída 7 (AG-41) - Cambados (PO-300)	Saída 7(AG-41) - Glor. Barrantes	0+000	1+090	1,09
	Glor. Barrantes - Cambados (PO-300)	1+090	4+440	3,35

Tabla 1. Tramos de la vía objeto de estudio

Según se recoge en el Artículo 15 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, los mapas de ruido tendrán, entre otros, los siguientes objetivos:

- Permitir la evaluación global de la exposición a la contaminación acústica de una determinada zona.
- Permitir la realización de predicciones globales para dicha zona.
- Posibilitar la adopción fundada de planes de acción en materia de contaminación acústica y, en general, de las medidas correctoras adecuadas.

Asimismo, la elaboración de los MER constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias a realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones

3.- AUTORIDAD RESPONSABLE

La autoridad responsable de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruidos fue la Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, contando con la asistencia de la empresa ICEACSA Consultores S.L.U.

4.- PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES

De acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, y en la Ley del Ruido y sus posteriores Reglamentos, tuvieron que realizarse, en una primera fase los Mapas Estratégicos de Ruido de las carreteras de

más de 6 millones de vehículos al año; y en una segunda fase los de las carreteras de más de 3 millones de vehículos al año.

Por lo tanto, en la actualidad no se encuentra vigente ningún Programa de Acción contra el ruido derivado de la primera fase en la Unidad de Mapa Estratégico Saída 7 (AG-41) - Cambados (PO-300) entre los PP.KK. 0+000 al 4+440.

Así, en cumplimiento de la legislación, se elabora en la segunda fase esta UME. El estudio constituye la primera aproximación a la problemática del ruido generado por la infraestructura viaria.

5.- ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME

La vía VG-4.2 conecta la salida 7 de la autovía AG-41 con la glorieta al E del núcleo de Cambados, que conecta al E con la PO-300 en dirección al Polígono industrial de Ribadumia, al O con la PO-550 en dirección hacia Cambados, y al N con la VG-4.3, hacia Vilagarcía de Arousa.

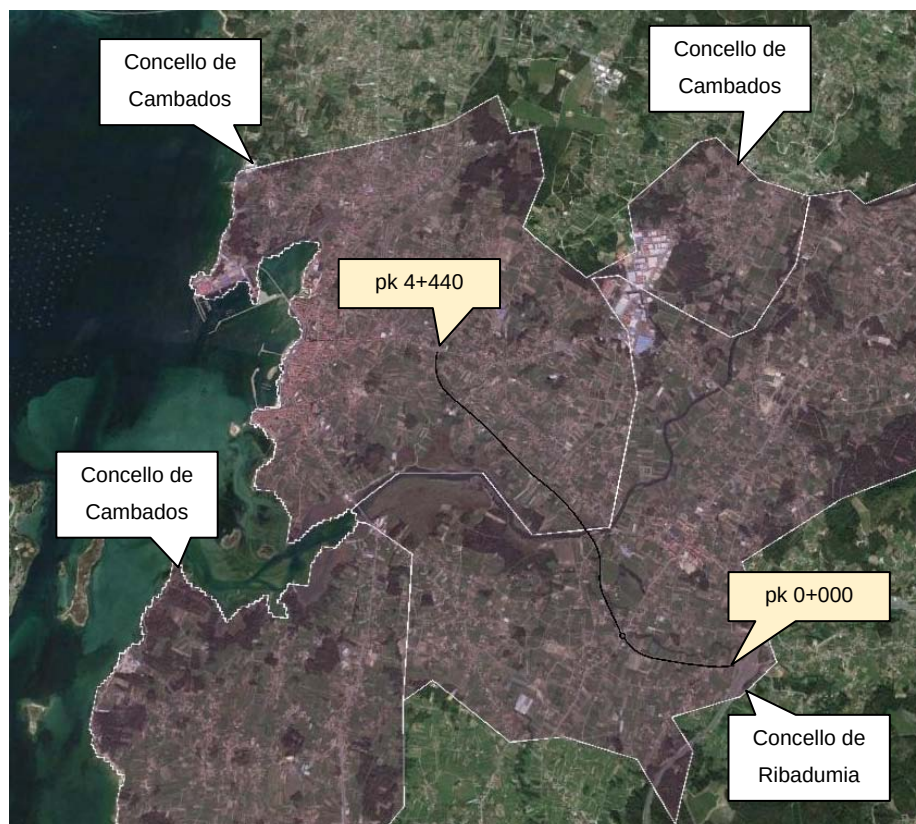


Figura 1. Ámbito de estudio

En todo su recorrido, la VG-4.2 discurre por multitud de núcleos, existiendo viviendas de tipo unifamiliar a ambos lados de la carretera, entre prados y tierras de labor.

Desde su inicio en el pk 0+000, se suceden núcleos de distinta densidad a ambas márgenes de la carretera, que va aumentando conforme aumenta la distancia desde la misma. Algunos de estos núcleos son As Congostras, Caponiñas o Mosqueiro en la zona de la primera glorieta, o A Lomba o Portela, antes del viaducto del río Umia.



Figura 2. VG-4.2. Zona inicial

En esta zona destacan las tierras dedicadas al cultivo de la vid, regadas con el propio río Umia y con regatos de distinta entidad como el Rego de Armenteira, que desde el inicio de este tramo discurre paralelo al mismo hasta el Río Umia.



Figura 3. VG-4.2. Viaducto sobre el Río Umia.

Sobrepasado el río Umia, se deja el Concello de Ribadumia para entrar en el Concello de Cambados. Desde aquí, hasta el final del tramo de estudio, se suceden una serie de núcleos de población de distinta entidad que se sitúan de forma paralela al trazado de la vía en estudio, a lo largo de la carretera local EP-9506, como por ejemplo Covas de Lobos, A Bouciña, A Laxe, As Quintás o Cacabelos, ya en la glorieta final de entronque con la PO-300, PO-550 y VG-4.2.



Figura 4. VG-4.2. Paso por A Laxe.

Entre los núcleos de población y la VG-4.2, y desde esta hasta el río Umia, se localizan principalmente tierras de labor, destacando el cultivo de la vid y la presencia de invernaderos, así como alguna nave de tipo comercial o almacén.



Figura 5. VG-4.2. Paso por Cacabelos

No se detectaron protecciones contra el ruido en todo el tramo de análisis.

La identificación de las Unidad de Mapa Estratégico (UME) se realizó conforme a los siguientes criterios generales:

- Una UME solamente puede incluir tramos pertenecientes a una misma vía.
- Todos los tramos que conforman la UME deben tener una IMD igual o superior a 3.000.000 veh/año, como establece la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental.

Teniendo en cuenta dichos criterios, los tramos recogidos en la tabla siguiente comprenden una única Unidad de Mapa Estratégico (UME), contemplándose como fuente de ruido independiente, analizándose su efecto por separado y obteniéndose un Mapa Estratégico de Ruido en el que únicamente se considera la propagación del ruido causado por el tronco de la infraestructura. Dichos mapas se corresponden al alcance de la segunda fase de la Directiva 2002/49/CE y su correspondiente transposición a la legislación estatal.

UME	VÍA	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONG (km)	IMD (VEH/DÍA)	% PESADOS	MUNICIPOS AFECTADOS
01	VG-4.2	Saída 7(AG-41) - Glor. Barrantes	0+000	1+090	1,09	11.332	7,1	Ribadumia
		Glor. Barrantes - Cambados (PO-300)	1+090	4+440	3,35	11.335	7,1	Ribadumia, Cambados

Tabla 2. Características generales de la UME estudiada

En la siguiente figura puede observarse la ubicación del tramo en estudio.



Figura 6. Plano de ubicación de la UME objeto de estudio

6.- METODOLOGÍA

Para la realización de la simulación acústica fue necesaria la implementación de un modelo tridimensional del área de estudio, incluyendo carreteras, edificaciones y elementos singulares, tal y como se aprecia en la imagen adjunta.

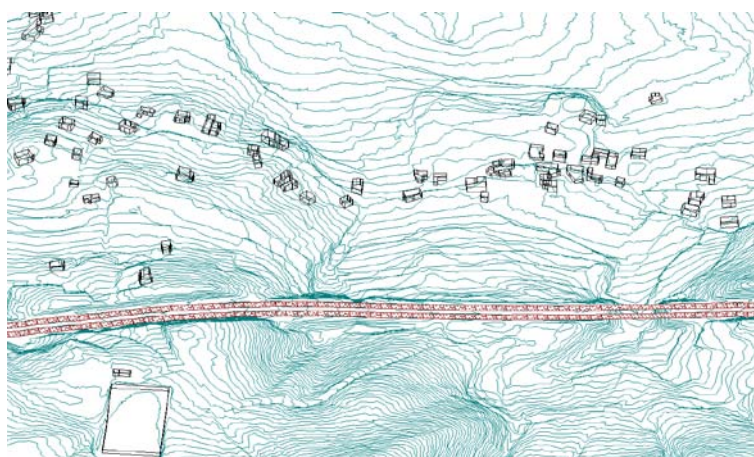


Figura 7. Detalle de la vista dinámica del modelo tridimensional generado

El software predictivo para la realización del modelo tridimensional del área de estudio, y para el posterior desarrollo de los cálculos matemáticos de propagación de ruido en ambiente exterior y ejecución de los Mapas Estratégicos de Ruido, fue CadnaA

Versión 4.4 (DataKustik GmbH). Con este software, y con un modelado del entorno preciso, se pueden determinar los niveles de ruido causados por el tráfico rodado. Tanto el procesado previo de la información de base como el análisis de los datos obtenidos se realizó mediante GIS.

6.1.- MODELO DE SIMULACIÓN

Siguiendo las disposiciones del Real Decreto 1513/2005, los índices de ruido del tráfico rodado fueron determinados por medio del método nacional de cálculo francés «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTULCPC-CSTB)», mencionado en el «Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal officiel du 10 mai 1995, article 6» y en la norma francesa «XPS 31-133». Este modelo es el propuesto de manera provisional por la Unión Europea para la realización de mapas de ruido en aquellos países que carezcan del suyo propio, según se describe en la recomendación 2003/613/EC de la Comisión Europea.

La elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido engloba la generación del modelo digital, la definición de los parámetros de entrada, el cálculo de los mapas y la evaluación de los resultados obtenidos.

El modelo 3D estará constituido por la topografía y las edificaciones del ámbito de estudio, el tramo/s de carretera que conforman la UME, y los elementos singulares concretos de cada caso (viaductos, pasos superiores, muros, pantallas acústicas,...).

- Carreteras: datos de tráfico (IMD y porcentaje de pesados), características del firme, tipo de flujo y límites de velocidad.
- Edificios: tipo de uso, altura, número de plantas, número de habitantes (en caso de ser residencial) y coeficiente de absorción alfa.
- Viaductos: longitud de apantallamiento.
- Muros y pantallas: pérdidas por reflexión.
- Terreno: coeficientes de absorción.
- Túneles: radiación procedente de las entradas y salidas.

Definido el modelo e introducidos los parámetros y configuración, se lleva a cabo la simulación acústica, obteniéndose de este modo los Mapas Estratégicos de Ruido.

6.2.- CREACIÓN DEL MODELO 3D

En el presente apartado se describen los procesos necesarios para la definición del escenario de modelización en el software de cálculo a partir de la información base.

La definición de cada uno de los atributos que caracterizan los elementos del modelo se realizó en GIS previa incorporación al software de cálculo. El objeto de este tratamiento previo es el de sistematizar el proceso de creación del modelo, evitando errores u omisiones en la definición del escenario.

6.2.1.- INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA

Para llevar a cabo el modelado digital del terreno (MDT) se empleó como fuente de información el vuelo LIDAR suministrado por la Axencia Galega de Infraestruturas, del que se extrajo la nube de puntos que conforman el terreno. Posteriormente, mediante un proceso de triangulación se obtuvieron las curvas de nivel cada metro.



Figura 8. Detalle de los puntos LIDAR facilitados



Figura 9. Detalle del MDT generado

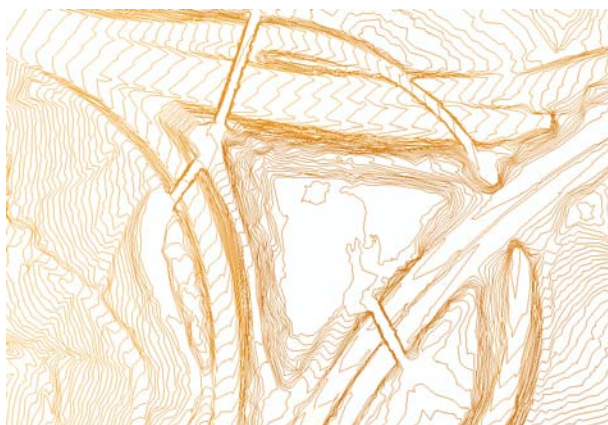


Figura 10. Curvado finalmente obtenido a partir de los puntos LIDAR

6.2.2.- INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO

Mediante el empleo de herramientas GIS, el eje de la carretera se definió a partir del conjunto de datos geométricos facilitados por la Axencia Galega de Infraestruturas, disponiendo de puntos cada 10 m, con la siguiente información:

- Coordenadas X, Y, Z.
- Número de carriles.
- Anchos de plataforma, calzada y arcenes.
- Peraltes y pendientes.

Las características geométricas que definen el eje cada 10 m se extendieron para cada punto 5 m antes y 5 m después. Una vez definido el eje se procedió a la corrección y depuración de la información, comparando los ejes con la ortofoto actualizada y con los datos tomados en las preceptivas visitas a campo realizadas. Establecida la geometría definitiva de la vía, se definieron en GIS los atributos que caracterizan la emisión acústica, con anterioridad a su importación desde CadnaA. A continuación se describe cada uno de los atributos considerados, los datos de partida disponibles, así como el tratamiento realizado previa incorporación al modelo:

- Geometría: la VG-4.2, cuenta en todo el tramo de estudio con una única calzada con dos carriles, excepto en las salidas e incorporaciones que cuenta con tres. El ancho medio del carril es de 3,6 m. El arcén derecho cuenta con un ancho medio de 2,6 m variable entre los 0 y 2,8 m, mientras que el arcén izquierdo cuenta con un ancho medio de 1,7 m variable entre los 0 y 2,2 m.

- Datos de tráfico: los datos de tráfico utilizados para el cálculo de los niveles sonoros fueron los correspondientes a las Memorias de Aforos del año 2012, proporcionadas por la Axencia Galega de Infraestruturas.

Tomando como base la distribución horaria en un día medio, se llevó a cabo el cálculo de la IMD por hora para cada uno de los periodos considerados (día, tarde y noche). Puesto que para el tramo Saída 7 (AG-41) – Glorieta de Barrantes no se disponía de distribución horaria, a la IMD diaria del año 2012 se le aplicó la distribución porcentual del otro tramo que conforma la UME, Glorieta de Barrantes - Cambados, obteniéndose de esta forma la IMD por hora.

Respecto a la distribución de pesados, se aplicó para todos los tramos y todos los periodos considerados el valor diario del tramo Glorieta de Barrantes-Cambados, recogido en la Memoria de Aforos.

Para el caso específico de las glorietas el tráfico fue cuantificado como la suma de las IMD de las entradas dividida por el número de salidas.

UME	VÍA	TRAMO	IMD				% PESADOS
			(VEH/DÍA)	DÍA (VEH/H)	TARDE (VEH/H)	NOCHE (VEH/H)	
01	VG-4.2	Saída 7(AG-41) - Glor. Barrantes	11.332	670,5	580,8	120,3	7,1
		Glor. Barrantes - Cambados (PO-300)	11.335	670,7	581,0	120,4	7,1

Tabla 3. Datos de tráfico

- Límite de velocidad: partiendo de la velocidad límite permitida por la normativa para la vía objeto de estudio (100 km/h), se determinaron los tramos con restricciones de velocidad a partir de los datos de señalización vertical aportados por la Axencia Galega de Infraestruturas, realizándose una revisión de los mismos en las visitas a campo realizadas. En aquellos lugares en los que se detectó señalización insuficiente o contradictoria (ausencia de señales de fin de limitación de velocidad, tramos interurbanos sin especificación de la velocidad máxima permitida,...) se optó por definir tramos los más homogéneos posibles, tomando siempre el valor de velocidad más desfavorable (la mayor de los posibles).

Así, la mayor parte del trazado se modelizó con una velocidad de 100 km/h, si bien para algunos tramos y atendiendo a la señalización vertical se redujo a 80 km/h y 50 km/h.

Para cada una de los subtramos se establecieron límites de velocidad diferenciados en función del tipo de vehículo que circule (ligero o pesado), ya que según el límite establecido dicha velocidad puede no ser coincidente.

Para el caso específico de las glorietas se definió una velocidad de 40 km/h, tanto para vehículos ligeros como pesados.

- Superficie de la carretera: el tipo de firme tiene influencia directa sobre la emisión de la vía. La UME objeto de estudio presenta una capa de asfalto bituminoso en toda su longitud.
- Tipo de flujo: de forma general se consideró que el flujo es continuo fluido, salvo en las glorietas donde se definió como continuo en pulso.

Una vez definida la geometría y los parámetros característicos de cada subtramo de 10 m que compone la UME, se procedió a su importación en CadnaA como carretera en formato shape. Por último, para conseguir que la carretera se acople por completo al terreno, se realizó el ajuste del MDT al objeto bajo la plataforma de la vía.

6.2.3.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS

Tomando como base la capa shape de la Dirección General del Catastro, se realizó una revisión general del ámbito de trabajo, completándose aquellas zonas que presentaban carencia de edificaciones recientes. Esta revisión se hizo a partir de las fotografías aéreas del PNOA y mediante visitas a campo. Así, se elaboró una cobertura de polígonos revisada a través de:

- La digitalización de los edificios inexistentes en el Catastro.
- La eliminación de los elementos que ya no existen o que no se corresponden con edificios (invernaderos, piscinas,...).

6.2.3.1.- ALTURA

La altura de las edificaciones se definió a partir del número de plantas contempladas en los datos del Catastro, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La altura mínima de un edificio es de 4 m.
- En los edificios residenciales, sanitarios y educativos se consideró una altura de 4 m para las plantas bajas, y de 3 m para el resto.
- Aquellas edificaciones que comparten código catastral y están claramente unidas se agruparon como un único edificio, asignándole el número de plantas correspondiente al edificio más alto con código compartido.

Para aquellos edificios que no se encuentran contenidos en la base de datos de Catastro y que fueron digitalizados posteriormente, el número de plantas fue estimado

a partir de la revisión de la fotografía aérea y de las visitas, corrigiendo y depurando errores de la información catastral de base (alturas inexistentes o excesivas).

6.2.3.2.- USO

Partiendo de los metadatos descargados de la Sede Electrónica del Catastro, los usos de los edificios se completaron a través de las siguientes fuentes de información:

- Fotografías aéreas del PNOA.
- Información de las visitas a campo realizadas.

Los usos identificados fueron:

- Residencial.
- Sanitario y docente.
- Industrial, terciario y otros.

A todos los edificios de la zona de estudio se asignó uno de los anteriores usos con el fin de identificar los edificios residenciales para el cálculo de la población, así como para determinar las áreas acústicas en la elaboración de los mapas de zonas de conflicto. Además, se identificaron los edificios de tipo docente y sanitario por ser receptores sensibles, a través de la información disponible en las siguientes fuentes:

- Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria de la Xunta de Galicia.
- Consellería de Sanidade de la Xunta de Galicia.

6.2.3.3.- POBLACIÓN ASIGNADA

Uno de los objetivos de los MER es la obtención del número de personas expuestas a los diferentes niveles de ruido, para lo que se realizó un tratamiento consistente en el reparto de la población entre los edificios residenciales existentes.

La información de partida se obtuvo del padrón municipal de habitantes del año 2013 del Instituto Galego de Estatística (IGE). Tomando como base la población de cada municipio, y una vez identificados los edificios residenciales de cada uno, se hizo un reparto proporcional de la población en función de la superficie residencial total construida. El número de habitantes en cada se calculó como el producto del

coeficiente de habitabilidad anteriormente definido por la superficie de cada edificio residencial, resultando:

MUNICIPIO	POBLACIÓN	SUP. TOTAL RESIDENCIAL (m ²)	COEF. HABITABILIDAD (HAB/m ²)
Ribadumia	5.168	301.653	0,0171
Cambados	13.544	920.770	0,0147

Tabla 4. Datos de población en los municipios afectados

En el caso de los edificios sensibles se cuantificó el número de alumnos en los edificios de uso docente, y de camas en los de uso sanitario.

6.2.3.4.- EFECTO REFLECTANTE

Para tener en cuenta el efecto reflectante de las edificaciones se asignó un Coeficiente de Absorción Alfa de 0,4 en todos los casos.

6.2.3.5.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS EN CADNAA

Una vez depurada y corregida la capa de edificaciones, con todos los atributos definidos se importaron desde CadnaA como edificio en formato shape.

En última instancia se hizo una revisión general del modelo, subsanándose aquellos desajustes existentes entre la topografía y la base de los edificios ("enterramientos"), así como los solapes entre la plataforma de la vía y las edificaciones incorporadas.

6.2.4.- MODELADO DE TÚNELES

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad túneles en la presente UME.

6.2.5.- MODELADO DE VIADUCTOS

Aquellos tramos de la carretera que presentan viaductos, puentes, pontones o pasos inferiores de grandes dimensiones fueron modelizados evitando la emisión acústica bajo el plano de la plataforma de la vía. Para ello, siguiendo las recomendaciones del software predictivo, estos tramos se configuraron como auto-apantallados con una anchura adicional de 1,5 m a izquierda y derecha.

Previamente al auto-apantallado del tramo de vía definió la geometría del viaducto, corroborándose el correcto apoyo de los estribos y corrigiéndose cuando fuese necesario, el curvado LIDAR bajo los estribos.

La identificación de los diferentes elementos (viaductos, puentes, pontones y pasos inferiores) se realizó en base a la revisión de la ortofoto, completándose con los datos tomados en las visitas a campo realizadas.

6.2.6.- MODELADO DE PASOS SUPERIORES

En el modelo se definieron únicamente aquellos pasos superiores que presentan un ancho superior a 25 m, incorporándose como reflectores 3D.

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pasos superiores con anchura superior a 25 m en la presente UME.

6.2.7.- INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pantallas acústicas en la presente UME.

6.2.8.- INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO

Las características del suelo son un factor determinante en la propagación del ruido, por lo que en la modelización efectuada se definieron diferentes áreas de absorción.

De forma genérica se considera el terreno base como absorbente ($G=1$, sin embargo se definieron ciertas áreas de carácter urbano e industrial como reflectantes ($G=0$), realizándose la zonificación del territorio en base a los usos del suelo definidos por el Instituto de Estudios do Territorio. De esta forma, las áreas consideradas como reflectantes son las correspondientes a núcleos de población, tejido urbano continuo y zonas industriales, comerciales y de servicios.

La incorporación de estas zonas al modelo se realizó importándose como áreas de absorción del suelo en formato shape.

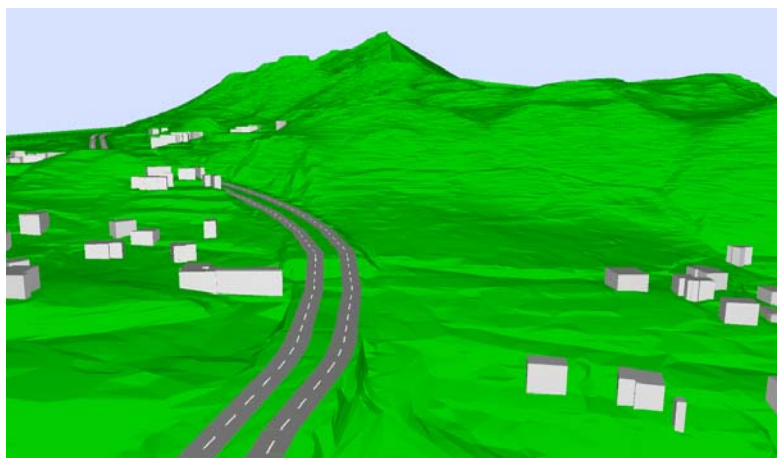


Figura 11. Vista 3D de la modelización efectuada

6.3.- CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D

Para la elaboración de los MER de cada UME, con anterioridad a la introducción de los diferentes elementos que componen el modelo, es preciso definir una configuración de cálculo en el software de acuerdo a la Directiva 2002/49/CE donde se identifiquen los parámetros necesarios para la correcta definición del escenario previsto.

- La norma empleada para el cálculo es la NMPB-Routes-96.
- El espaciado de los receptores en la malla de cálculo es de 10 x 10 m a una altura de 4 m sobre el suelo.
- El orden máximo de reflexiones consideradas es de 1.
- Se estableció un radio máximo de búsqueda de 2.000 m.
- El porcentaje de condiciones favorables día/noche se corresponde con un 50% en periodo diurno, un 75% en periodo vespertino y un 100% en periodo nocturno.
- Siguiendo las recomendaciones de la European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN), las condiciones atmosféricas consideradas son una temperatura de 15°C y una humedad del 70%.
- El cálculo de la atenuación sufrida por las ondas sonoras en el medio ambiente exterior se obtiene de acuerdo a los procedimientos de la ISO 9613.
- Los valores de inmisión considerados son $L_{\text{día}}$, L_{tarde} , L_{noche} y L_{den} , todos ellos en dBA, a una altura de evaluación de 4 m.
- La designación de horas para los periodos considerados es de 07:00 a 19:00 día, de 19:00 a 23:00 tarde y de 23:00 a 07:00 noche.

- Se aplicó una penalización de 0 dB para el periodo diurno, de 5 dB para el vespertino y de 10 dB para el nocturno.
- Para la evaluación de los niveles de ruido en fachada de edificios se consideró una altura de las plantas bajas de 4 m y de 3 m para el resto. Asimismo, se tuvo en cuenta únicamente el sonido incidente, es decir, no se consideró el sonido reflejado en la fachada donde se realiza la evaluación, aunque sí las reflexiones en el resto de edificios y obstáculos presentes en el área de estudio.

7.- PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN

Para determinar los indicadores y los niveles límites de referencia que permitan evaluar la afección al ruido, se recurrió a la legislación vigente en materia de objetivos de calidad acústica que viene fijada en 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, concretamente lo recogido en el Capítulo III "Zonificación acústica. Objetivos de calidad acústica" y en el Capítulo IV "Emisores acústicos. Valores límite de emisión e inmisión".

El artículo 14 del citado Real Decreto dice textualmente:

1. En las áreas urbanizadas existentes se establece como objetivo de calidad acústica para ruido el que resulte de la aplicación de los siguientes criterios:

a) Si en el área acústica se supera el correspondiente valor de alguno de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla A, del anexo II, su objetivo de calidad acústica será alcanzar dicho valor.

ANEXO II

Objetivos de calidad acústica

Tabla A. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes.

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L_d	L_e	L_n
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.

Tabla 5. Objetivos de calidad acústica

En relación al tipo de área f se aplicará el Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica 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.

Como se puede observar en la tabla anterior, los objetivos se establecen para los índices de ruido, L_d , L_e y L_n , cuya definición según 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, es:

L_d es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año.

L_e es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año.

L_n es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año.

En vista de lo expuesto, la evaluación de la exposición al ruido de la población pasará por determinar cada uno de los indicadores L_d , L_e y L_n , y compararlos con los niveles límite establecidos en los objetivos de calidad acústica para cada tipo de área.

8.- RESULTADOS

Conforme a la normativa vigente, la elaboración de un mapa estratégico conlleva la obtención de una información gráfica y otra alfanumérica, representada mediante mapas y tablas de afección.

La escala básica de representación de los Mapas Estratégicos de Ruido contenidos en el presente documento es 1/25.000, siendo la base cartográfica la 1/5.000 de la Xunta de Galicia. El sistema de proyección es ETRS-89, zona 29 N.

En la elaboración de los MER de cada UME, el área de estudio vino delimitada por la longitud del tramo/s de carretera que define la propia UME y por una banda, con un ancho de 1.500 m a cada lado del eje de la calzada.

8.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS

Son mapas de líneas isófonas elaborados a partir de los niveles de ruido calculados en puntos receptores a lo largo de toda la zona de estudio.

Se elaboraron los planos de niveles sonoros representando los indicadores establecidos por la legislación básica estatal y las recomendaciones del Ministerio de Fomento, siendo los mapas generados los siguientes:

- Mapa de niveles sonoros de L_d en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_e en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de L_n en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70.

- Mapa de niveles sonoros de Lden en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.

Lden, Ld, Le

Rango	Descripción	R	G	B
> 75	Rosa fuerte	255	0	255
70-75	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
< 55	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	55-60
	60-65
	65-70
	70-75
	>75

Figura 12. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del Ld, Le y Lden

Ln

Rango	Descripción	R	G	B
>70	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
50-55	Verde	100	200	0
< 50	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	50-55
	55-60
	60-65
	65-70
	>70

Figura 13. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del Ln

8.2.- POBLACIÓN EXPUESTA

8.2.1.- METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA

La determinación de la situación acústica a partir de los mapas de niveles sonoros requiere el análisis de la afección del ruido sobre la población. En esta línea, la normativa establece que debe estimarse el número de personas expuestas a ciertos rangos de niveles de presión sonora, sin entrar en detalles técnicos de cómo proceder.

Existen diferentes métodos para determinar los niveles de exposición en fachada para cada uno de los edificios, conforme a la normativa y a las guías de trabajo internacionales en materia de contaminación acústica.

La Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, con el fin de determinar la exposición al ruido ambiental de los Estados Miembros, establece en su Anexo VI que deberá comunicarse a la comisión europea, para el caso de las aglomeraciones sobre las que se realice el Mapa Estratégico de Ruidos (MER), la siguiente información:

- Número estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de Lden en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (55-59, 60-

64, 65-69, 70-74, >75), distinguendo entre el tráfico rodado, el tráfico ferroviario, el tráfico aéreo y las fuentes industriales.

- El número total estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de L_n en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70), distinguendo entre el tráfico rodado, ferroviario, aéreo y las fuentes industriales.

Este planteamiento, denominado END (European Noise Directive), es el que debe utilizarse para entregar los resultados a la comisión europea, siendo también habitual para la entrega al resto de administraciones. Sin embargo, este procedimiento, es el que proporciona peores resultados con respecto a la exposición real de la población, arrojando valores de población afectada a distintos rangos de niveles sonoros muy superiores a la realidad, por lo resulta necesario plantear otros métodos que, de forma adicional, arrojen resultados que no sobreestimen la población expuesta.

A continuación se presentan los siguientes procedimientos de estimación de la población afectada por ruido ambiental:

- Método END
- Método VBEB Alemán

8.2.1.1.- MÉTODO END

El método END (European Noise Directive) se presenta en la Directiva Europea 2002/49/CE como un método para satisfacer la obligación de proporcionar a la comisión europea los datos del número estimado de personas cuyas viviendas están expuestas a diferentes rangos de L_{den} y L_n , a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta, aquella que soporta mayor nivel de presión sonora.

Esta estimación, requiere del cálculo de receptores específicos en cada una de las fachadas de los edificios, a una altura relativa de 4 metros respecto al suelo y tomando las consideraciones necesarias para excluir las reflexiones acústicas de la propia fachada como ruido incidente en el propio receptor.

Este planteamiento, supone que todos los habitantes de cada edificio están sometidos al mayor nivel de presión sonora registrado en la fachada más expuesta, lo que no se acerca a la situación real, en la que la población se distribuye a lo largo del edificio, en

relación a la posición de las viviendas. Este procedimiento podría dar resultados próximos a la realidad en viviendas unifamiliares, pero en el caso de edificios de varias plantas se obtendría un resultado de población expuestas sobreestimado.

8.2.1.2.- MÉTODO VBEB

El método alemán VBEB (Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm) permite obtener los valores reales de afección a los que se encuentra expuesta la población. Su procedimiento contempla la distribución de receptores de niveles de presión sonora a lo largo de las fachadas, estableciendo estos a diferentes niveles de altura en función del número de plantas.

Cada uno de estos receptores determinará el nivel de presión sonora al que se encuentra expuesta cada vivienda, considerando el parámetro de altura, a diferencia del método END expuesto anteriormente, en el que la evaluación de la exposición se realizaba a 4 m del suelo.

Esta metodología permite afinar los resultados al distribuir la población de cada edificio a lo largo del perímetro en planta y de las alturas. Como se puede intuir, los niveles de presión sonora evaluados a diferentes alturas proporcionarán resultados distintos, en función de la mayor o menor distancia a la fuente y las posibles reflexiones de los edificios del entorno, encontrándose, de esta forma, los habitantes de viviendas a diferentes alturas, en una misma planta, expuestas a distintos grados de afección

8.2.2.- TABLAS DE RESULTADOS

8.2.2.1.- POBLACIÓN AFECTADA

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)						
RANGO (dBA)	Ld		Le		Lden	
	END	VBEB	END	VBEB	END	VBEB
55 – 59	2	1	2	2	4	3
60 – 64	1	0	1	0	1	1
65 – 69	0	0	0	0	0	0
70 – 74	0	0	0	0	0	0
≥ 75	0	0	0	0	0	0

Tabla 6. Valores de población afectada (en centenas) para los periodos Ld, Le y Lden en función del método considerado

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)		
RANGO (dBA)	Ln	
	END	VBEB
50 – 54	2	1
55 – 59	0	0
60 – 64	0	0
65 – 69	0	0
≥ 70	0	0

Tabla 7. Valores de población afectada (en centenas) para el periodo Ln en función del método considerado

A la vista de los resultados contenidos en las tablas adjuntas, se puede observar como, en líneas generales, el método END obtiene valores ligeramente superiores al VBEB en niveles bajos de ruido, si bien la población expuesta a valores de ruido por encima de 65 dB no llega en ningún caso a la centena.

Estos resultados son debidos, principalmente, a la distancia a la que se encuentra la vía de los núcleos urbanos, siendo la población afectada de forma mayoritaria la residente en viviendas unifamiliares enclavadas en asentamientos rurales dispersos, alejados de la carretera.

8.2.2.2.- VIVIENDAS AFECTADAS

Nº VIVIENDAS AFECTADAS (EN CENTENAS)					
RANGO (dBA)	Ld	Le	Lden	RANGO (dBA)	Ln
55 – 59	1	1	2	50 – 54	1
60 – 64	0	0	1	55 – 59	0
65 – 69	0	0	0	60 – 64	0
70 – 74	0	0	0	65 – 69	0
≥ 75	0	0	0	≥ 70	0

Tabla 8. Número de viviendas expuestas (en centenas) a distintos rangos de nivel sonoro para los periodos Ld, Le, Ln y Lden

Al igual que ocurre con la exposición de la población, el número de viviendas afectadas por el ruido de la carretera es relativamente bajo, no llegándose a alcanzar la centena de edificios afectados por niveles superiores a 65 dB en ningún periodo.

8.2.2.3.- EDIFICIOS SENSIBLES

AFECCIÓN A EDIFICIOS SENSIBLES				
SANITARIOS			DOCENTES	
RANGO (dBA)	Lden		Lden	
	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº CAMAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº ALUMNOS (CENTENAS)
55 – 59	0	0	0	0
60 – 64	0	0	0	0
65 – 69	0	0	1	0
70 – 74	0	0	0	0
≥ 75	0	0	0	0

Tabla 9. Número de edificios sensibles (en unidades) y camas/alumnos (en centenas) expuestas a distintos rangos para el periodo Lden.

A raíz de la modelización efectuada se puede concluir que el único edificio sensible afectado por el ruido generado por la carretera objeto de estudio es una escuela infantil, que tiene una cantidad estimada de 20 alumnos.

8.3.- MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN

Se obtuvo a partir del mapa de niveles sonoros del indicador Lden.

Incluye los datos de superficies totales (en km²), expuestas a valores de Lden superiores a 55, 65, y 75 dB, respectivamente. En ellos se indica además el número total estimado de viviendas (en centenares), y el número total estimado de personas (en centenares) que viven en cada una de esas zonas.

Las isófonas correspondientes a 55, 65 y 75 dB figuran en el mapa y se incluye información sobre la ubicación de las ciudades, pueblos y aglomeraciones situadas dentro de esas curvas.

EXPOSICIONES A DIFERENTES VALORES Lden					
RANGO (dBA)	SUPERFICIE	POBLACIÓN		EDIFICIOS SENSIBLES	
	(km ²)	Nº VIVIENDAS (CENTENAS)	Nº PERSONAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS SANITARIOS (UD)	Nº EDIFICIOS DOCENTES (UD)
≥ 55	1,60	2	5	0	0
≥ 65	0,36	0	0	0	1
≥ 75	0,07	0	0	0	0

Tabla 10. Datos relativos a zonas de afección para el periodo Lden

La escasa presencia de viviendas en las inmediaciones de la vía que apantallen la emisión, unido a la topografía del entorno y las características de la carretera hacen que la superficie expuesta a rangos de emisión sonora entre 55 y 65 dB sea moderada, considerando la longitud de la UME (4,44 km), si bien la elevada dispersión de los asentamientos y la distancia de las edificaciones a la carretera hacen que la afección sea mínima.

A modo aclaratorio cabe resaltar, que para obtener una mayor precisión en los resultados presentados, los valores referentes a población de la presente tabla se obtuvieron considerando el número de viviendas y personas afectadas en unidades, por lo que algunos valores difieren del resultado obtenido realizando el sumatorio de personas y viviendas expuestas del epígrafe 8.2.2.1., ya que en estas tablas se presentan en centenares.

9.- CONCLUSIÓN

Con la realización del presente estudio se elaboraron los Mapas Estratégicos de Ruido de los tramos Saída 7(AG-41) - Glor. Barrantes y Glor. Barrantes - Cambados (PO-300) de la vía VG-4.2 (perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia), de acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE de 25 de junio de 2002 sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental y en la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, considerando alcanzados los objetivos planteados inicialmente así como los establecidos en la legislación vigente.

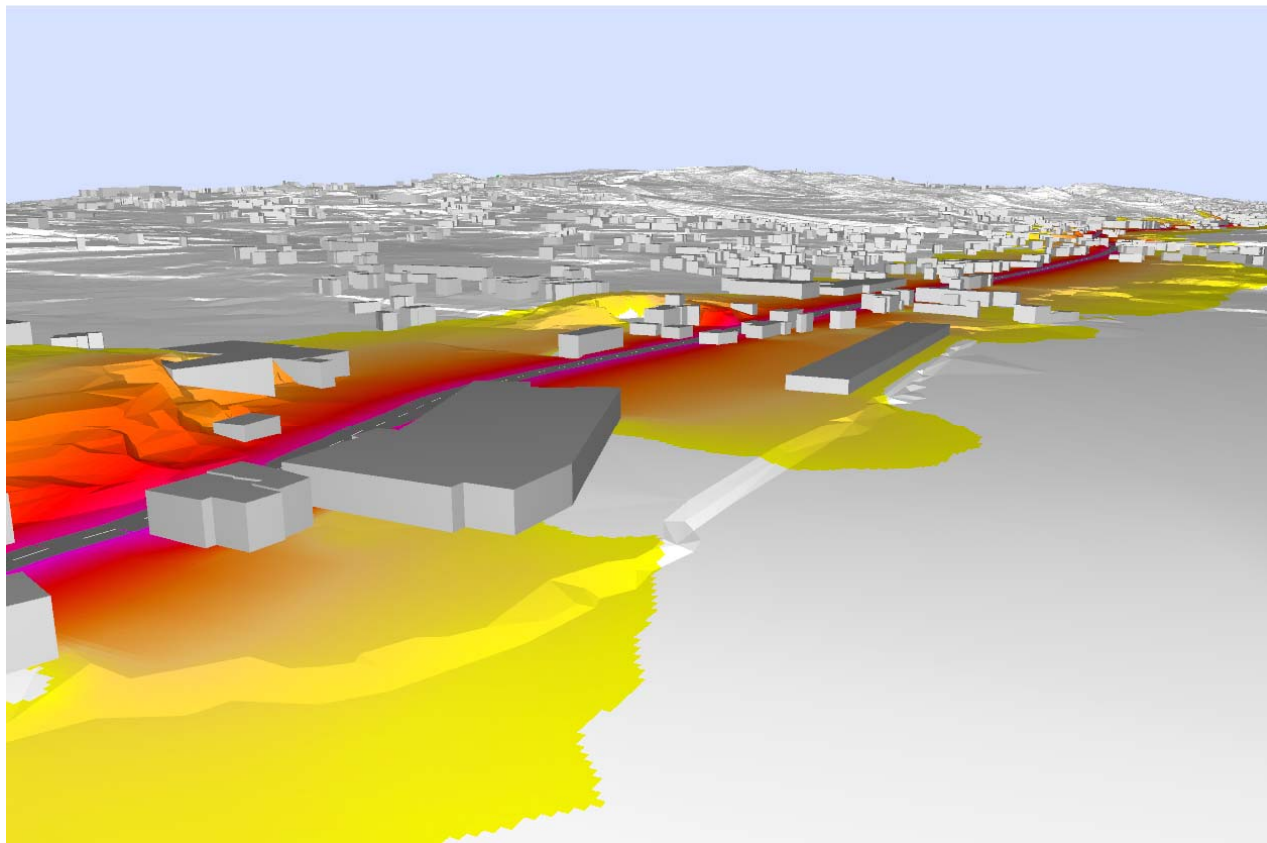
La elaboración de este estudio constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias que se deban realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones.

II PLANOS



XUNTA DE GALICIA

CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



CLAVE

PO/13/043.09.4

TIPO DE ESTUDIO

MAPA EXTRATÉXICO DE RUÍDO

DOCUMENTOS

DOCUMENTO RESUME

ESTRADA

VG-4.3

CAMBADOS (PO-300) - VILAGARCÍA DE AROUSA
(N-640)

PUNTOS QUILOMÉTRICOS

0+000 – 7+330

DATA

XULLO 2014

CONSULTOR



I MEMORIA

I MEMORIA

1.-	INTRODUCCIÓN	4
2.-	OBJETO DEL ESTUDIO.....	4
3.-	AUTORIDAD RESPONSABLE	5
4.-	PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES.....	5
5.-	ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME	6
6.-	METODOLOGÍA	9
6.1.-	MODELO DE SIMULACIÓN.....	10
6.2.-	CREACIÓN DEL MODELO 3D.....	11
6.2.1.-	INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA	11
6.2.2.-	INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO.....	12
6.2.3.-	INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS	15
6.2.4.-	MODELADO DE TÚNELES	17
6.2.5.-	MODELADO DE VIADUCTOS.....	17
6.2.6.-	MODELADO DE PASOS SUPERIORES.....	18
6.2.7.-	INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS	18
6.2.8.-	INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO	19
6.3.-	CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D	19
7.-	PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN	20
8.-	RESULTADOS.....	22
8.1.-	MAPAS DE NIVELES SONOROS.....	22
8.2.-	POBLACIÓN EXPUESTA.....	23
8.2.1.-	METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA	23
8.2.2.-	TABLAS DE RESULTADOS	26

8.3.-	MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN.....	28
9.-	CONCLUSIÓN	29

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	ÁMBITO DE ESTUDIO.....	6
FIGURA 2.	VG-4.3. A MODIA. PANTALLAS ACÚSTICAS.....	7
FIGURA 3.	VG-4.3. ENTRADA EN EL CONCELLO DE VILANOVA	8
FIGURA 4.	PLANO DE UBICACIÓN DE LA UME OBJETO DE ESTUDIO	9
FIGURA 5.	DETALLE DE LA VISTA DINÁMICA DEL MODELO TRIDIMENSIONAL GENERADO	10
FIGURA 6.	DETALLE DE LOS PUNTOS LIDAR FACILITADOS.....	12
FIGURA 7.	DETALLE DEL MDT GENERADO	12
FIGURA 8.	CURVADO FINALMENTE OBTENIDO A PARTIR DE LOS PUNTOS LIDAR	12
FIGURA 9.	VISTA 3D DE LA MODELIZACIÓN EFECTUADA	19
FIGURA 10.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LD, LE Y LDEN.....	23
FIGURA 11.	RANGOS DE VALORES Y LEYENDA EMPLEADA EN LA REPRESENTACIÓN DEL LN....	23

LISTA DE TABLAS

TABLA 1.	TRAMOS DE LA VÍA OBJETO DE ESTUDIO	5
TABLA 2.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA UME ESTUDIADA	9
TABLA 3.	DATOS DE TRÁFICO.....	14
TABLA 4.	DATOS DE POBLACIÓN EN LOS MUNICIPIOS AFECTADOS	17
TABLA 5.	PANTALLAS Y BARRERAS INCLUIDAS EN EL MODELO	18
TABLA 6.	OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA.....	21
TABLA 7.	VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA LOS PERIODOS LD, LE Y LDEN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO	26
TABLA 8.	VALORES DE POBLACIÓN AFECTADA (EN CENTENAS) PARA EL PERIODO LN EN FUNCIÓN DEL MÉTODO CONSIDERADO	26

TABLA 9. NÚMERO DE VIVIENDAS EXPUESTAS (EN CENTENAS) A DISTINTOS RANGOS DE NIVEL SONORO PARA LOS PERIODOS LD, LE, LN Y LDEN..... 27

TABLA 10. NÚMERO DE EDIFICIOS SENSIBLES (EN UNIDADES) Y CAMAS/ALUMNOS (EN CENTENAS) EXPUESTAS A DISTINTOS RANGOS PARA EL PERIODO LDEN..... 27

TABLA 11. DATOS RELATIVOS A ZONAS DE AFECCIÓN PARA EL PERIODO LDEN 28

II PLANOS

0.- PLANO DE SITUACIÓN

1.- MAPAS NIVELES SONOROS

1.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS DÍA (1:25.000)

1.2.- MAPAS DE NIVELES SONOROS TARDE (1:25.000)

1.3.- MAPAS DE NIVELES SONOROS NOCHE (1:25.000)

1.4.- MAPAS DE NIVELES SONOROS Lden (1:25.000)

2.- MAPAS DE AFECCIÓN

2.1.- MAPA DE ZONA DE AFECCIÓN (1:25.000)

1.- INTRODUCCIÓN

La aprobación de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental establece la necesidad de elaborar, en una primera fase, los Mapas Estratégicos de Ruido (MER) de grandes ejes viarios cuyo tráfico supere los seis millones de vehículos al año, para en una segunda fase realizar los mapas correspondientes a los grandes ejes viarios con tráfico superior a tres millones de vehículos al año.

La Directiva 2002/49/CE define el Mapa Estratégico de Ruido como "un 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."

Para la aplicación de la citada directiva en el territorio español se elaboró la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, que no se limita a transponer el contenido de la directiva, sino que trata de regular, a través de una adecuada distribución de competencias administrativas y del establecimiento de los mecanismos oportunos, la mejora de la calidad acústica en nuestro entorno.

Con el objeto de desarrollar esta ley se formuló el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, en cuanto a la evaluación y gestión del ruido ambiental, con la finalidad de prevenir, reducir o evitar los efectos nocivos, incluyendo las molestias derivadas de la exposición al ruido ambiental. A tal efecto se desarrollan los conceptos de ruido ambiental y sus efectos y molestias sobre la población, junto con una serie de medidas que permiten la consecución de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido, los planes de acción y la información a la población.

A fin de dar cumplimiento a la legislación vigente, la Consellería de Medio Ambiente Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, promueve la segunda fase de elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido de las vías pertenecientes a la Red Autonómica de Carreteras de Galicia.

2.- OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto del presente documento resumen es el de plasmar, de forma sintética y fácilmente comprensible, los resultados arrojados por los Mapas Estratégicos de Ruido

de los siguientes tramos de la VG-4.3, perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia:

DENOMINACIÓN	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONGITUD (km)
Cambados (PO-300) - Vilagarcía de Arousa (N-640)	Cambados (PO-300) - Enl. Cambados (PO-549)	0+000	1+230	1,23
	Enl. Cambados (PO-549) - Enl. Illa de Arousa (PO-530)	1+230	4+220	2,99
	Enl. Illa de Arousa (PO-530) - Enl. Vilagarcía (PO-529)	4+220	7+330	3,11

Tabla 1. Tramos de la vía objeto de estudio

Según se recoge en el Artículo 15 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, los mapas de ruido tendrán, entre otros, los siguientes objetivos:

- Permitir la evaluación global de la exposición a la contaminación acústica de una determinada zona.
- Permitir la realización de predicciones globales para dicha zona.
- Posibilitar la adopción fundada de planes de acción en materia de contaminación acústica y, en general, de las medidas correctoras adecuadas.

Asimismo, la elaboración de los MER constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias a realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones

3.- AUTORIDAD RESPONSABLE

La autoridad responsable de la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruidos fue la Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras, a través de la Axencia Galega de Infraestructuras, contando con la asistencia de la empresa ICEACSA Consultores S.L.U.

4.- PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES

De acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, y en la Ley del Ruido y sus posteriores Reglamentos, tuvieron que

realizarse, en una primera fase los Mapas Estratégicos de Ruido de las carreteras de más de 6 millones de vehículos al año; y en una segunda fase los de las carreteras de más de 3 millones de vehículos al año.

Por lo tanto, en la actualidad no se encuentra vigente ningún Programa de Acción contra el ruido derivado de la primera fase en la Unidad de Mapa Estratégico Cambados (PO-300) - Vilagarcía de Arousa (N-640) entre los PP.KK. 0+000 al 7+330.

Así, en cumplimiento de la legislación, se elabora en la segunda fase esta UME. El estudio constituye la primera aproximación a la problemática del ruido generado por la infraestructura viaria.

5.- ÁMBITO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LA UME

La vía VG-4.3 parte de la glorieta de Cambados, que interseca las carreteras PO-300 hacia el E, PO-550 hacia el O en dirección Cambados y la VG-4.2, hacia el S.

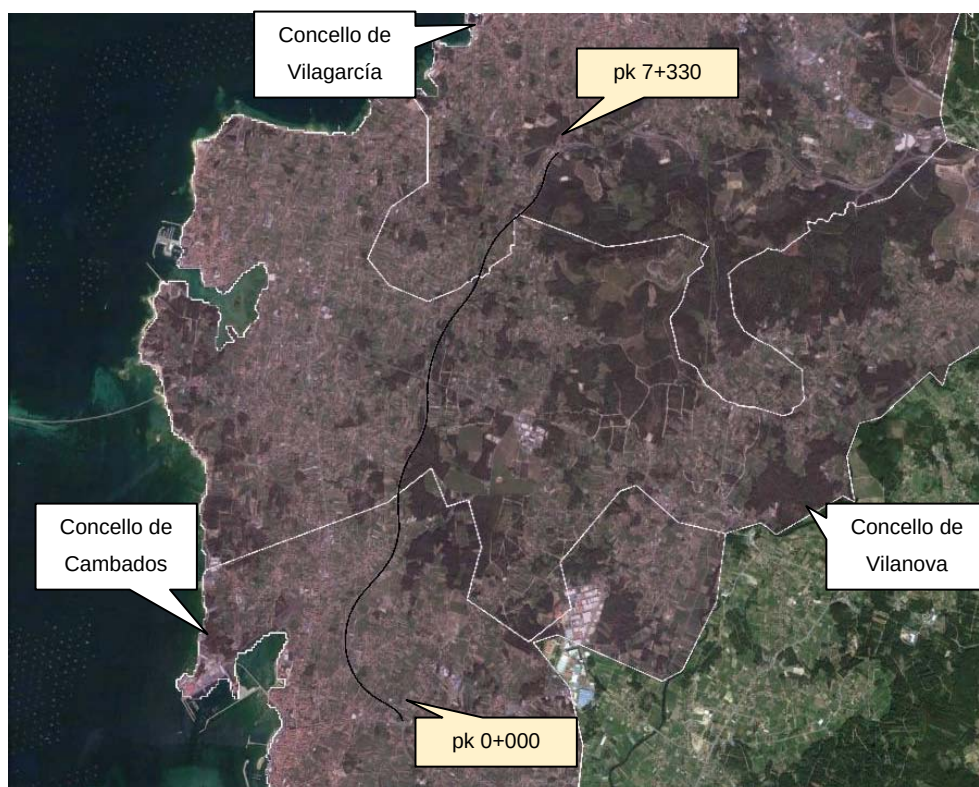


Figura 1. Ámbito de estudio

A lo largo de su trazado cuenta con varias salidas, hacia Corvillón, hacia la Illa de Arousa por la PO-530, hacia Vilaxoán para finalmente acabar en la glorieta de conexión con la N-640, hacia Vilagarcía.

En el primer tramo, desde la glorieta de inicio, hasta el enlace con la PO-530, se localizan una serie de núcleos próximos al trazado, si bien en todos ellos aumenta la densidad de edificación a medida que incrementa la distancia con respecto a la carretera. En los núcleos de O Cruceiro y A Modia, la carretera discurre en terraplén, y aunque la mayor densidad no se concentra en las proximidades de la traza, cuenta con barreras acústicas. En la zona de As Laxes, aunque existen edificaciones cercanas, la carretera discurre en terraplén.



Figura 2. VG-4.3. A Modia. Pantallas acústicas

Desde aquí, el trazado atraviesa zonas de prados, campos de cultivo y masas forestales de repoblación de diferente tamaño.



Figura 3. VG-4.3. Entrada en el Concello de Vilanova

Una vez sobrepasado el enlace para el PE de Tremoedo, el trazado recorre una zona fundamentalmente de prados y tierras de labor, pasando cerca de los núcleos de Tapedello, A Gándar o a Manga, ninguno de ellos con edificaciones cerca, hasta llegar al núcleo de Renza, antes de la glorieta final, donde la carretera discurre en terraplén, y nuevamente se dispone de pantallas acústicas.

La identificación de las Unidad de Mapa Estratégico (UME) se realizó conforme a los siguientes criterios generales:

- Una UME solamente puede incluir tramos pertenecientes a una misma vía.
- Todos los tramos que conforman la UME deben tener una IMD igual o superior a 3.000.000 veh/año, como establece la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión de ruido ambiental.

Teniendo en cuenta dichos criterios, los tramos recogidos en la tabla siguiente comprenden una única Unidad de Mapa Estratégico (UME), contemplándose como fuente de ruido independiente, analizándose su efecto por separado y obteniéndose un Mapa Estratégico de Ruido en el que únicamente se considera la propagación del ruido causado por el tronco de la infraestructura. Dichos mapas se corresponden al alcance de la segunda fase de la Directiva 2002/49/CE y su correspondiente transposición a la legislación estatal.

UME	VÍA	TRAMO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONG (km)	IMD (VEH/DÍA)	% PESADOS	MUNICIPOS AFECTADOS
01	VG-4.3	Cambados (PO-300) - Enl. Cambados (PO-549)	0+000	1+230	1,23	11.754	6,7	Cambados
		Enl. Cambados (PO- 549) - Enl. Illa de Arousa (PO-530)	1+230	4+220	2,99	10.428	6,7	Cambados, Vilanova
		Enl. Illa de Arousa (PO-530) - Enl. Vilagarcía (PO-529)	4+220	7+330	3,11	12.724	5,8	Vilanova, Vilagarcía

Tabla 2. Características generales de la UME estudiada

En la Figura 1 se recoge la ubicación del tramo de análisis.



Figura 4. Plano de ubicación de la UME objeto de estudio

6.- METODOLOGÍA

Para la realización de la simulación acústica fue necesaria la implementación de un modelo tridimensional del área de estudio, incluyendo carreteras, edificaciones y elementos singulares, tal y como se aprecia en la imagen adjunta.



Figura 5. Detalle de la vista dinámica del modelo tridimensional generado

El software predictivo para la realización del modelo tridimensional del área de estudio, y para el posterior desarrollo de los cálculos matemáticos de propagación de ruido en ambiente exterior y ejecución de los Mapas Estratégicos de Ruido, fue CadnaA Versión 4.4 (DataKustik GmbH). Con este software, y con un modelado del entorno preciso, se pueden determinar los niveles de ruido causados por el tráfico rodado. Tanto el procesado previo de la información de base como el análisis de los datos obtenidos se realizó mediante GIS.

6.1.- MODELO DE SIMULACIÓN

Siguiendo las disposiciones del Real Decreto 1513/2005, los índices de ruido del tráfico rodado fueron determinados por medio del método nacional de cálculo francés «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTULCPC-CSTB)», mencionado en el «Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal officiel du 10 mai 1995, article 6» y en la norma francesa «XPS 31-133». Este modelo es el propuesto de manera provisional por la Unión Europea para la realización de mapas de ruido en aquellos países que carezcan del suyo propio, según se describe en la recomendación 2003/613/EC de la Comisión Europea.

La elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido engloba la generación del modelo digital, la definición de los parámetros de entrada, el cálculo de los mapas y la evaluación de los resultados obtenidos.

El modelo 3D estará constituido por la topografía y las edificaciones del ámbito de estudio, el tramo/s de carretera que conforman la UME, y los elementos singulares concretos de cada caso (viaductos, pasos superiores, muros, pantallas acústicas,...).

- Carreteras: datos de tráfico (IMD y porcentaje de pesados), características del firme, tipo de flujo y límites de velocidad.
- Edificios: tipo de uso, altura, número de plantas, número de habitantes (en caso de ser residencial) y coeficiente de absorción alfa.
- Viaductos: longitud de apantallamiento.
- Muros y pantallas: pérdidas por reflexión.
- Terreno: coeficientes de absorción.
- Túneles: radiación procedente de las entradas y salidas.

Definido el modelo e introducidos los parámetros y configuración, se lleva a cabo la simulación acústica, obteniéndose de este modo los Mapas Estratégicos de Ruido.

6.2.- CREACIÓN DEL MODELO 3D

En el presente apartado se describen los procesos necesarios para la definición del escenario de modelización en el software de cálculo a partir de la información base.

La definición de cada uno de los atributos que caracterizan los elementos del modelo se realizó en GIS previa incorporación al software de cálculo. El objeto de este tratamiento previo es el de sistematizar el proceso de creación del modelo, evitando errores u omisiones en la definición del escenario.

6.2.1.- INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA

Para llevar a cabo el modelado digital del terreno (MDT) se empleó como fuente de información el vuelo LIDAR suministrado por la Axencia Galega de Infraestruturas, del que se extrajo la nube de puntos que conforman el terreno. Posteriormente, mediante un proceso de triangulación se obtuvieron las curvas de nivel cada metro.



Figura 6. Detalle de los puntos LIDAR facilitados



Figura 7. Detalle del MDT generado

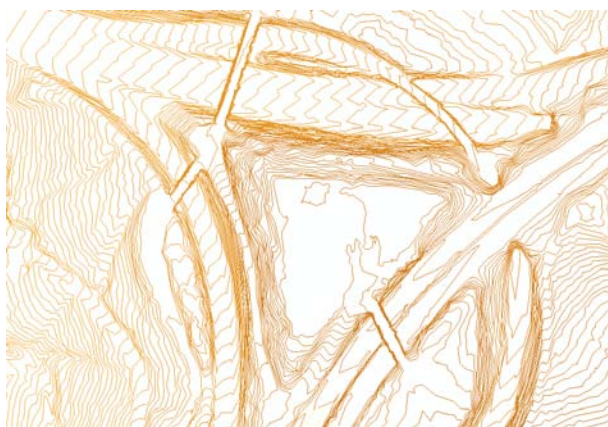


Figura 8. Curvado finalmente obtenido a partir de los puntos LIDAR

6.2.2.- INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO

Mediante el empleo de herramientas GIS, el eje de la carretera se definió a partir del conjunto de datos geométricos facilitados por la Axencia Galega de Infraestruturas, disponiendo de puntos cada 10 m, con la siguiente información:

- Coordenadas X, Y, Z.
- Número de carriles.
- Anchos de plataforma, calzada y arcenes.
- Peraltes y pendientes.

Las características geométricas que definen el eje cada 10 m se extendieron para cada punto 5 m antes y 5 m después. Una vez definido el eje se procedió a la corrección y depuración de la información, comparando los ejes con la ortofoto actualizada y con los datos tomados en las preceptivas visitas a campo realizadas.

Establecida la geometría definitiva de la vía, se definieron en GIS los atributos que caracterizan la emisión acústica, con anterioridad a su importación desde CadnaA. A continuación se describe cada uno de los atributos considerados, los datos de partida disponibles, así como el tratamiento realizado previa incorporación al modelo:

- Geometría: la VG-4.3, cuenta en todo el tramo de estudio con una única calzada con dos carriles, en las incorporaciones y salidas donde coexisten tres carriles. El ancho medio del carril es de 3,5 m. El arcén derecho cuenta con un ancho medio de 2,3 m variable entre los 0 y 3 m, mientras que el izquierdo tiene un ancho medio de 1,9, variable entre los 0 y 2,5 m.
- Datos de tráfico: los datos de tráfico utilizados para el cálculo de los niveles sonoros fueron los correspondientes a las Memorias de Aforos del año 2012, proporcionadas por la Axencia Galega de Infraestruturas.

Tomando como base la distribución horaria en un día medio, se llevó a cabo el cálculo de la IMD por hora para cada uno de los periodos considerados (día, tarde y noche).

Puesto que para el tramo Enl. Cambados (PO-549) - Enl. Illa de Arousa (PO-530) no se disponía de distribución horaria, al valor de la IMD diaria del año 2012 se le aplicó la distribución porcentual del primero de los tramos que conforman la UME, obteniéndose de esta forma la IMD por hora.

Respecto a la distribución de pesados, para el segundo de los tramos, por carecer de este valor, se aplicó para todos los periodos considerados el valor diario del tramo Enl Cambados (PO-300) - Enl. Cambados (PO-549), recogido en la Memoria de Aforos.

Para el resto de tramos se tomó el valor correspondiente de la Memoria de Aforos.

Para el caso específico de las glorietas el tráfico fue cuantificado como la suma de las IMD de las entradas dividida por el número de salidas.

UME	VÍA	TRAMO	IMD				% PESADOS
			(VEH/DÍA)	DÍA (VEH/H)	TARDE (VEH/H)	NOCHE (VEH/H)	
01	VG-4.3	Cambados (PO-300) - Enl. Cambados (PO-549)	11.754	693,0	623,0	118,3	6,7
		Enl. Cambados (PO-549) - Enl. Illa de Arousa (PO-530)	10.428	614,8	552,7	104,9	6,7
		Enl. Illa de Arousa (PO-530) - Enl. Vilagarcía (PO-529)	12.724	723,0	765,8	123,1	5,8

Tabla 3. Datos de tráfico

- Límite de velocidad: partiendo de la velocidad límite permitida por la normativa para la vía objeto de estudio (100 km/h), se determinaron los tramos con restricciones de velocidad a partir de los datos de señalización vertical aportados por la Axencia Galega de Infraestruturas, realizándose una revisión de los mismos en las visitas a campo realizadas. En aquellos lugares en los que se detectó señalización insuficiente o contradictoria (ausencia de señales de fin de limitación de velocidad, ...) se optó por definir tramos los más homogéneos posibles, tomando siempre el valor de velocidad más desfavorable (la mayor de los posibles).

Para cada una de los subtramos se establecieron límites de velocidad diferenciados en función del tipo de vehículo que circule (ligero o pesado), ya que según el límite establecido dicha velocidad puede no ser coincidente.

Así, se determinó una velocidad para todos los tramos objeto de estudio de 100 km/h para ligeros y 80 km/h para pesados.

- Superficie de la carretera: el tipo de firme tiene influencia directa sobre la emisión de la vía. La UME objeto de estudio presenta una capa de asfalto bituminoso en toda su longitud.
- Tipo de flujo: de forma general se consideró que el flujo es continuo fluido.

Una vez definida la geometría y los parámetros característicos de cada subtramo de 10 m que compone la UME, se procedió a su importación en CadnaA como carretera

en formato shape. Por último, para conseguir que la carretera se acople por completo al terreno, se realizó el ajuste del MDT al objeto bajo la plataforma de la vía.

6.2.3.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS

Tomando como base la capa shape de la Dirección General del Catastro, se realizó una revisión general del ámbito de trabajo, completándose aquellas zonas que presentaban carencia de edificaciones recientes. Esta revisión se hizo a partir de las fotografías aéreas del PNOA y mediante visitas a campo. Así, se elaboró una cobertura de polígonos revisada a través de:

- La digitalización de los edificios inexistentes en el Catastro.
- La eliminación de los elementos que ya no existen o que no se corresponden con edificios (invernaderos, piscinas,...).

6.2.3.1.- ALTURA

La altura de las edificaciones se definió a partir del número de plantas contempladas en los datos del Catastro, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La altura mínima de un edificio es de 4 m.
- En los edificios residenciales, sanitarios y educativos se consideró una altura de 4 m para las plantas bajas, y de 3 m para el resto.
- Aquellas edificaciones que comparten código catastral y están claramente unidas se agruparon como un único edificio, asignándole el número de plantas correspondiente al edificio más alto con código compartido.

Para aquellos edificios que no se encuentran contenidos en la base de datos de Catastro y que fueron digitalizados posteriormente, el número de plantas fue estimado a partir de la revisión de la fotografía aérea y de las visitas, corrigiendo y depurando errores de la información catastral de base (alturas inexistentes o excesivas).

6.2.3.2.- USO

Partiendo de los metadatos descargados de la Sede Electrónica del Catastro, los usos de los edificios se completaron a través de las siguientes fuentes de información:

- Fotografías aéreas del PNOA.
- Información de las visitas a campo realizadas.

Los usos identificados fueron:

- Residencial.
- Sanitario y docente.
- Industrial, terciario y otros.

A todos los edificios de la zona de estudio se asignó uno de los anteriores usos con el fin de identificar los edificios residenciales para el cálculo de la población, así como para determinar las áreas acústicas en la elaboración de los mapas de zonas de conflicto. Además, se identificaron los edificios de tipo docente y sanitario por ser receptores sensibles, a través de la información disponible en las siguientes fuentes:

- Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria de la Xunta de Galicia.
- Consellería de Sanidade de la Xunta de Galicia.

6.2.3.3.- POBLACIÓN ASIGNADA

Uno de los objetivos de los MER es la obtención del número de personas expuestas a los diferentes niveles de ruido, para lo que se realizó un tratamiento consistente en el reparto de la población entre los edificios residenciales existentes.

La información de partida se obtuvo del padrón municipal de habitantes del año 2013 del Instituto Galego de Estatística (IGE). Tomando como base la población de cada municipio, y una vez identificados los edificios residenciales de cada uno, se hizo un reparto proporcional de la población en función de la superficie residencial total construida. El número de habitantes en cada se calculó como el producto del coeficiente de habitabilidad anteriormente definido por la superficie de cada edificio residencial, resultando:

MUNICIPIO	POBLACIÓN	SUP. TOTAL RESIDENCIAL (m ²)	COEF. HABITABILIDAD (HAB/m ²)
Cambados	13.544	920.770	0,0147
Vilagarcía de Arousa	37.741	1.739.385	0,0217
Vilanova de Arousa	10.502	696.352	0,0151

Tabla 4. Datos de población en los municipios afectados

En el caso de los edificios sensibles se cuantificó el número de alumnos en los edificios de uso docente, y de camas en los de uso sanitario.

6.2.3.4.- EFECTO REFLECTANTE

Para tener en cuenta el efecto reflectante de las edificaciones se asignó un Coeficiente de Absorción Alfa de 0,4 en todos los casos.

6.2.3.5.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS EN CADNAA

Una vez depurada y corregida la capa de edificaciones, con todos los atributos definidos se importaron desde CadnaA como edificio en formato shape.

En última instancia se hizo una revisión general del modelo, subsanándose aquellos desajustes existentes entre la topografía y la base de los edificios ("enterramientos"), así como los solapes entre la plataforma de la vía y las edificaciones incorporadas.

6.2.4.- MODELADO DE TÚNELES

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad túneles en la presente UME.

6.2.5.- MODELADO DE VIADUCTOS

Aquellos tramos de la carretera que presentan viaductos, puentes, pontones o pasos inferiores de grandes dimensiones fueron modelizados evitando la emisión acústica bajo el plano de la plataforma de la vía. Para ello, siguiendo las recomendaciones del software predictivo, estos tramos se configuraron como auto-apantallados con una anchura adicional de 1,5 m a izquierda y derecha.

Previamente al auto-apantallado del tramo de vía se definió la geometría del viaducto, corroborándose el correcto apoyo de los estribos y corrigiéndose cuando fuese necesario, el curvado LIDAR bajo los estribos.

La identificación de los diferentes elementos (viaductos, puentes, pontones y pasos inferiores) se realizó en base a la revisión de la ortofoto, completándose con los datos tomados en las visitas a campo realizadas.

6.2.6.- MODELADO DE PASOS SUPERIORES

En el modelo se definen únicamente aquellos pasos superiores que presentan un ancho superior a 25 m, incorporándose como reflectores 3D.

De la visita de campo y recorrido de los tramos de carretera en estudio se concluye que no existen en la actualidad pasos superiores con anchura superior a 25 m en la presente UME.

6.2.7.- INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS

Junto con las edificaciones, los muros y pantallas constituyen obstáculos a la propagación del ruido, por lo que se incluyeron en el modelo tridimensional.

El trabajo de campo realizado permitió cartografiar la presencia de estas barreras, siendo los elementos identificados y sus características principales las recogidas en la tabla adjunta.

ELEMENTO	PP.KK. INICIO	PP.KK. FIN	LONGITUD (m)	ALTURA (m)	TIPO REFLEXIÓN
Pantalla acústica M.I	0+395	0+595	200	2	Pantalla Absorbente
Pantalla acústica M.D	0+825	0+925	100	2	Pantalla Absorbente
Pantalla acústica M.I	6+605	6+770	165	2	Pantalla Absorbente

Tabla 5. Pantallas y barreras incluidas en el modelo

Los muros de contención identificados no fueron incluidos en la modelización efectuada, ya que se estima que su presencia no supone un apantallamiento mayor al producido por las tierras que contiene.

La incorporación de los obstáculos al modelo se realizó importándose como pantallas en formato shape.

6.2.8.- INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO

Las características del suelo son un factor determinante en la propagación del ruido, por lo que en la modelización efectuada se definieron diferentes áreas de absorción.

De forma genérica se considera el terreno base como absorbente ($G=1$, sin embargo se definieron ciertas áreas de carácter urbano e industrial como reflectantes ($G=0$), realizándose la zonificación del territorio en base a los usos del suelo definidos por el Instituto de Estudos do Territorio. De esta forma, las áreas consideradas como reflectantes son las correspondientes a núcleos de población, tejido urbano continuo y zonas industriales, comerciales y de servicios.

La incorporación de estas zonas al modelo se realizó importándose como áreas de absorción del suelo en formato shape.

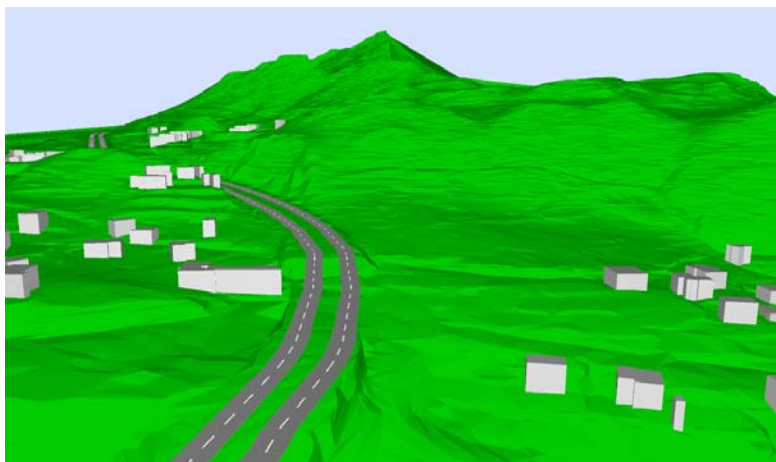


Figura 9. Vista 3D de la modelización efectuada

6.3.- CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN DEL MODELO 3D

Para la elaboración de los MER de cada UME, con anterioridad a la introducción de los diferentes elementos que componen el modelo, es preciso definir una configuración de cálculo en el software de acuerdo a la Directiva 2002/49/CE donde se identifiquen los parámetros necesarios para la correcta definición del escenario previsto.

- La norma empleada para el cálculo es la NMPB-Routes-96.

- El espaciado de los receptores en la malla de cálculo es de 10 x 10 m a una altura de 4 m sobre el suelo.
- El orden máximo de reflexiones consideradas es de 1.
- Se estableció un radio máximo de búsqueda de 2.000 m.
- El porcentaje de condiciones favorables día/noche se corresponde con un 50% en periodo diurno, un 75% en periodo vespertino y un 100% en periodo nocturno.
- Siguiendo las recomendaciones de la European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN), las condiciones atmosféricas consideradas son una temperatura de 15°C y una humedad del 70%.
- El cálculo de la atenuación sufrida por las ondas sonoras en el medio ambiente exterior se obtiene de acuerdo a los procedimientos de la ISO 9613.
- Los valores de inmisión considerados son L_{día}, L_{tarde}, L_{noche} y L_{den}, todos ellos en dBA, a una altura de evaluación de 4 m.
- La designación de horas para los periodos considerados es de 07:00 a 19:00 día, de 19:00 a 23:00 tarde y de 23:00 a 07:00 noche.
- Se aplicó una penalización de 0 dB para el periodo diurno, de 5 dB para el vespertino y de 10 dB para el nocturno.
- Para la evaluación de los niveles de ruido en fachada de edificios se consideró una altura de las plantas bajas de 4 m y de 3 m para el resto. Asimismo, se tuvo en cuenta únicamente el sonido incidente, es decir, no se consideró el sonido reflejado en la fachada donde se realiza la evaluación, aunque sí las reflexiones en el resto de edificios y obstáculos presentes en el área de estudio.

7.- PROPUESTA DE LÍMITES DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN

Para determinar los indicadores y los niveles límites de referencia que permitan evaluar la afección al ruido, se recurrió a la legislación vigente en materia de objetivos de calidad acústica que viene fijada en 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, concretamente lo recogido en el Capítulo III "Zonificación acústica. Objetivos de calidad acústica" y en el Capítulo IV "Emisores acústicos. Valores límite de emisión e inmisión".

El artículo 14 del citado Real Decreto dice textualmente:

1. En las áreas urbanizadas existentes se establece como objetivo de calidad acústica para ruido el que resulte de la aplicación de los siguientes criterios:

a) Si en el área acústica se supera el correspondiente valor de alguno de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla A, del anexo II, su objetivo de calidad acústica será alcanzar dicho valor.

ANEXO II

Objetivos de calidad acústica

Tabla A. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes.

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L_d	L_e	L_n
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.

Tabla 6. Objetivos de calidad acústica

En relación al tipo de área f se aplicará el Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica 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.

Como se puede observar en la tabla anterior, los objetivos se establecen para los índices de ruido, L_d , L_e y L_n , cuya definición según 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, es:

Ld es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año.

Le es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año.

Ln es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año.

En vista de lo expuesto, la evaluación de la exposición al ruido de la población pasará por determinar cada uno de los indicadores Ld, Le y Ln, y compararlos con los niveles límite establecidos en los objetivos de calidad acústica para cada tipo de área.

8.- RESULTADOS

Conforme a la normativa vigente, la elaboración de un mapa estratégico conlleva la obtención de una información gráfica y otra alfanumérica, representada mediante mapas y tablas de afección.

La escala básica de representación de los Mapas Estratégicos de Ruido contenidos en el presente documento es 1/25.000, siendo la base cartográfica la 1/5.000 de la Xunta de Galicia. El sistema de proyección es ETRS-89, zona 29 N.

En la elaboración de los MER de cada UME, el área de estudio vino delimitada por la longitud del tramo/s de carretera que define la propia UME y por una banda, con un ancho de 1.500 m a cada lado del eje de la calzada.

8.1.- MAPAS DE NIVELES SONOROS

Son mapas de líneas isófonas elaborados a partir de los niveles de ruido calculados en puntos receptores a lo largo de toda la zona de estudio.

Se elaboraron los planos de niveles sonoros representando los indicadores establecidos por la legislación básica estatal y las recomendaciones del Ministerio de Fomento, siendo los mapas generados los siguientes:

- Mapa de niveles sonoros de Ld en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.

- Mapa de niveles sonoros de Le en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de Ln en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70.
- Mapa de niveles sonoros de Lden en dB, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo, con la representación de líneas isófonas que delimiten los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.

Lden, Ld, Le

Rango	Descripción	R	G	B
> 75	Rosa fuerte	255	0	255
70-75	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
< 55	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	55-60
	60-65
	65-70
	70-75
	>75

Figura 10. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del Ld, Le y Lden

Ln

Rango	Descripción	R	G	B
>70	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
50-55	Verde	100	200	0
< 50	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	50-55
	55-60
	60-65
	65-70
	>70

Figura 11. Rangos de valores y leyenda empleada en la representación del Ln

8.2.- POBLACIÓN EXPUESTA

8.2.1.- METODOLOGIA PARA ESTIMAR LA POBLACION AFECTADA

La determinación de la situación acústica a partir de los mapas de niveles sonoros requiere el análisis de la afección del ruido sobre la población. En esta línea, la normativa establece que debe estimarse el número de personas expuestas a ciertos rangos de niveles de presión sonora, sin entrar en detalles técnicos de cómo proceder.

Existen diferentes métodos para determinar los niveles de exposición en fachada para cada uno de los edificios, conforme a la normativa y a las guías de trabajo internacionales en materia de contaminación acústica.

La Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, con el fin de determinar la exposición al ruido ambiental de los Estados Miembros, establece en su Anexo VI que

deberá comunicarse a la comisión europea, para el caso de las aglomeraciones sobre las que se realice el Mapa Estratégico de Ruidos (MER), la siguiente información:

- Número estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas 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 en la fachada más expuesta: (55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75), distinguiendo entre el tráfico rodado, el tráfico ferroviario, el tráfico aéreo y las fuentes industriales.
- El número total estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de L_n en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70), distinguiendo entre el tráfico rodado, ferroviario, aéreo y las fuentes industriales.

Este planteamiento, denominado END (European Noise Directive), es el que debe utilizarse para entregar los resultados a la comisión europea, siendo también habitual para la entrega al resto de administraciones. Sin embargo, este procedimiento, es el que proporciona peores resultados con respecto a la exposición real de la población, arrojando valores de población afectada a distintos rangos de niveles sonoros muy superiores a la realidad, por lo resulta necesario plantear otros métodos que, de forma adicional, arrojen resultados que no sobreestimen la población expuesta.

A continuación se presentan los siguientes procedimientos de estimación de la población afectada por ruido ambiental:

- Método END
- Método VBEB Alemán

8.2.1.1.- MÉTODO END

El método END (European Noise Directive) se presenta en la Directiva Europea 2002/49/CE como un método para satisfacer la obligación de proporcionar a la comisión europea los datos del número estimado de personas cuyas viviendas están expuestas a diferentes rangos de L_{den} y L_n , a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta, aquella que soporta mayor nivel de presión sonora.

Esta estimación, requiere del cálculo de receptores específicos en cada una de las fachadas de los edificios, a una altura relativa de 4 metros respecto al suelo y tomando

las consideraciones necesarias para excluir las reflexiones acústicas de la propia fachada como ruido incidente en el propio receptor.

Este planteamiento, supone que todos los habitantes de cada edificio están sometidos al mayor nivel de presión sonora registrado en la fachada más expuesta, lo que no se acerca a la situación real, en la que la población se distribuye a lo largo del edificio, en relación a la posición de las viviendas. Este procedimiento podría dar resultados próximos a la realidad en viviendas unifamiliares, pero en el caso de edificios de varias plantas se obtendría un resultado de población expuestas sobreestimado.

8.2.1.2.- MÉTODO VBEB

El método alemán VBEB (Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm) permite obtener los valores reales de afección a los que se encuentra expuesta la población. Su procedimiento contempla la distribución de receptores de niveles de presión sonora a lo largo de las fachadas, estableciendo estos a diferentes niveles de altura en función del número de plantas.

Cada uno de estos receptores determinará el nivel de presión sonora al que se encuentra expuesta cada vivienda, considerando el parámetro de altura, a diferencia del método END expuesto anteriormente, en el que la evaluación de la exposición se realizaba a 4 m del suelo.

Esta metodología permite afinar los resultados al distribuir la población de cada edificio a lo largo del perímetro en planta y de las alturas. Como se puede intuir, los niveles de presión sonora evaluados a diferentes alturas proporcionarán resultados distintos, en función de la mayor o menor distancia a la fuente y las posibles reflexiones de los edificios del entorno, encontrándose, de esta forma, los habitantes de viviendas a diferentes alturas, en una misma planta, expuestas a distintos grados de afección.

8.2.2.- TABLAS DE RESULTADOS

8.2.2.1.- POBLACIÓN AFECTADA

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)						
RANGO (dBA)	Ld		Le		Lden	
	END	VBEB	END	VBEB	END	VBEB
55 – 59	4	3	4	4	6	6
60 – 64	0	0	1	0	2	1
65 – 69	0	0	0	0	0	0
70 – 74	0	0	0	0	0	0
≥ 75	0	0	0	0	0	0

Tabla 7. Valores de población afectada (en centenas) para los periodos Ld, Le y Lden en función del método considerado

Nº PERSONAS AFECTADAS (EN CENTENAS)		
RANGO (dBA)	Ln	
	END	VBEB
50 – 54	2	2
55 – 59	0	0
60 – 64	0	0
65 – 69	0	0
≥ 70	0	0

Tabla 8. Valores de población afectada (en centenas) para el periodo Ln en función del método considerado

A la vista de los resultados contenidos en las tablas adjuntas, se puede observar como ambos métodos de cálculo arrojan valores análogos de población expuesta, siendo en todo caso la población afectada a más de 65 dB inferior a la centena para todos los periodos considerados.

Estos resultados son debidos, principalmente, a la distancia a la que se encuentra la vía de los núcleos urbanos, siendo la población afectada de forma mayoritaria la residente en viviendas unifamiliares enclavadas en asentamientos rurales dispersos, alejados de la carretera.

8.2.2.2.- VIVIENDAS AFECTADAS

Nº VIVIENDAS AFECTADAS (EN CENTENAS)					
RANGO (dBA)	Ld	Le	Lden	RANGO (dBA)	Ln
55 – 59	2	2	3	50 – 54	1
60 – 64	0	0	1	55 – 59	0
65 – 69	0	0	0	60 – 64	0
70 – 74	0	0	0	65 – 69	0
≥ 75	0	0	0	≥ 70	0

Tabla 9. Número de viviendas expuestas (en centenas) a distintos rangos de nivel sonoro para los periodos Ld, Le, Ln y Lden

Al igual que ocurre con la exposición de la población, el número de viviendas afectadas por el ruido de la carretera es relativamente bajo, no llegándose a alcanzar la centena de edificios afectados por niveles superiores a 65 dB en ningún periodo.

8.2.2.3.- EDIFICIOS SENSIBLES

AFECCIÓN A EDIFICIOS SENSIBLES				
SANITARIOS			DOCENTES	
RANGO (dBA)	Lden		Lden	
	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº CAMAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS (UD)	Nº ALUMNOS (CENTENAS)
55 – 59	1	0	1	1
60 – 64	0	0	0	0
65 – 69	0	0	0	0
70 – 74	0	0	0	0
≥ 75	0	0	0	0

Tabla 10. Número de edificios sensibles (en unidades) y camas/alumnos (en centenas) expuestas a distintos rangos para el periodo Lden.

A raíz de la modelización efectuada se puede concluir que ningún edificio sensible se ve afectado por el ruido generado por la carretera objeto de estudio, debido a la atenuación ocasionada por la distancia entre el foco emisor y los receptores (edificios sanitarios y docentes).

8.3.- MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN

Se obtuvo a partir del mapa de niveles sonoros del indicador Lden.

Incluye los datos de superficies totales (en km²), expuestas a valores de Lden superiores a 55, 65, y 75 dB, respectivamente. En ellos se indica además el número total estimado de viviendas (en centenares), y el número total estimado de personas (en centenares) que viven en cada una de esas zonas.

Las isófonas correspondientes a 55, 65 y 75 dB figuran en el mapa y se incluye información sobre la ubicación de las ciudades, pueblos y aglomeraciones situadas dentro de esas curvas.

EXPOSICIONES A DIFERENTES VALORES Lden					
RANGO (dBA)	SUPERFICIE	POBLACIÓN		EDIFICIOS SENSIBLES	
	(km ²)	Nº VIVIENDAS (CENTENAS)	Nº PERSONAS (CENTENAS)	Nº EDIFICIOS SANITARIOS (UD)	Nº EDIFICIOS DOCENTES (UD)
≥ 55	2,05	4	8	0	0
≥ 65	0,37	0	0	0	0
≥ 75	0,13	0	0	0	0

Tabla 11. Datos relativos a zonas de afección para el periodo Lden

La escasa presencia de viviendas en las inmediaciones de la vía que apantallen la emisión, unido a la topografía del entorno y las características de la carretera hacen que la superficie expuesta a rangos de emisión sonora entre 55 y 65 dB sea moderada, considerando la longitud de la UME (7,24 km), si bien la dispersión de los asentamientos y la distancia de las edificaciones a la carretera hacen que la afección sea reducida. Exceptuar el tramo comprendido entre los PP.KK. 1+800 y 3+500, que al discurrir en trinchera sufre el apantallamiento de los propios taludes de la vía, por lo que la superficie afectada en este tramo es mínima.

9.- CONCLUSIÓN

Con la realización del presente estudio se elaboraron los Mapas Estratégicos de Ruido de los tramos Cambados (PO-300) - Enl. Cambados (PO-549), Enl. Cambados (PO-549) - Enl. Illa de Arousa (PO-530) y Enl. Illa de Arousa (PO-530) - Enl. Vilagarcía (PO-529) de la vía VG-4.3 (perteneciente la Red de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Galicia), de acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE de 25 de junio de 2002 sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental y en la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, considerando alcanzados los objetivos planteados inicialmente así como los establecidos en la legislación vigente.

La elaboración de este estudio constituye una herramienta obligatoria y básica para la posterior redacción de los Planes de Acción, los cuales determinarán las actuaciones prioritarias que se deban realizar en caso de superación de los valores límite, o de aquellos otros criterios elegidos por las diferentes administraciones.

II PLANOS
