

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Grado en Ingeniería de la Edificación



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
D'ENGINYERIA D'EDIFICACIÓ



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

“ Mapa acústico parcial de Benetusser ”

TRABAJO FINAL DE GRADO

AUTOR:

EMILIO MORILLA CASTELLANOS

TUTOR:

VICENTE GOMEZ LOZANO

VALENCIA,2012

INDICE:

1. INTRODUCCION	1
ANTECEDENTES Y OBJETO.....	1
2. MARCO LEGAL.....	..2
2.1 NORMATIVA ESTATAL.....	3
2.2 NORMATIVA AUTONOMICA.....	6
3. DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	10
3.1 DELIMITACION DE LA ZONA DE ESTUDIO: SITUACION	10
3.2 DESCRIPCION GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	10
4. METODOLOGIA.....	15
4.1 MODELOS MATEMATICOS.....	15
4.2 MEDICIONES IN SITU.....	28
5. RESULTADOS OBTENIDOS.....	36
5.1 MODELOS MATEMATICOS.....	36
5.2 MEDICIONES IN SITU.....	39
6. ANALISIS DE LOS RESULTADOS.....	40
7. CONCLUSIONES.....	50
ANEXO I.....	53
ANEXO II.....	56



1.INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES Y OBJETO

La evolución que se ha experimentado por los países desarrollados en las últimas décadas, ha provocado una mejora en la calidad de vida y a la par un aumento de la contaminación acústica. La actividad humana suele llevar aparejada unos niveles sonoros que dependiendo del tipo, duración, lugar y momento del día, pueden resultar muy molestos y acarrear consecuencias en nuestro bienestar físico.

La contaminación Acústica en la actualidad es una forma de contaminación ambiental que más contribuye al deterioro de la calidad ambiental, y es el origen de muchas quejas y reclamaciones de los ciudadanos. Por todo esto es necesario un mapa de ruido.

¿Qué es un mapa de ruido?

Un mapa de ruido es aquel que nos permite evaluar y conocer la exposición al ruido ambiental en una zona determinada, debido a que existen distintas fuentes de ruido y así poder dar cumplimiento a la Directiva Europea sobre Gestión y Evaluación de Ruido Ambiental ([2002/49/CE](#)) y a la ley Nacional del Ruido [Ley 37/2003](#). En definitiva los mapas estratégicos de ruido nos aportan la información fundamental para diagnosticar la situación acústica y para la gestión del ruido ambiental.

Un mapa estratégico de ruido es una representación de los datos relativos a alguno de los aspectos siguientes:

- Situación Acústica existente en función de un indicador de ruido
- Rebasamiento de un valor límite, si hay uno existente.
- Numero estimado de colegios y hospitales en una zona dada que están expuestos a valores específicos de un indicador de ruido.
- Numero estimado de personas situadas en una zona expuesta al ruido.

También se prestara especial atención a los ruidos procedentes de:

- Tráfico rodado,
- Tráfico ferroviario,
- Los aeropuertos,
- Lugares de actividad Industrial, incluyendo los puertos.



¿Como elaboramos un mapa de ruido?

La confección de un mapa de ruido es una tarea compleja, donde se aprecian 2 partes diferenciadas. Una primera parte donde se estudia la zona implicada, su morfología y donde se aplican los modelos predictivos mediante software matemático, y una segunda parte donde se toman los datos a pie de campo, haciendo uso del instrumental acústico. Una vez obtenidos todos los datos, se comparan y se validan si el resultado es positivo. Como producto final de la validación se desarrollara el mencionado plan de ruido.

Los Mapas de ruido están referidos a las siguientes franjas horarias:

- Periodo de Día: 07:00 horas a 19:00 horas
- Periodo de Tarde : 19:00 horas a 23:00 horas
- Periodo de Noche: 23:00 horas a 7:00 horas

2. MARCO LEGAL

El estudio acústico se basara en las disposiciones establecidas en la normativa vigente en materia de ruido ambiental, que en este caso serán:

LEGISLACION EUROPEA:

- Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.

LEGISLACION ESTATAL:

- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.
- Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, en lo referente a la evaluación y gestión del Ruido ambiental.
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, en lo referente a zonificación acústica objetivos, de calidad y emisiones acústicas.

LEGISLACION AUTONOMICA:

- Ley 7/2002, de 3 de diciembre, de la Generalitat Valenciana de protección contra la contaminación acústica.
- Decreto 266/2004, de 3 diciembre, del Consell de la Generalitat, por el que se establecen normas de Prevención y corrección de la contaminación acústica en relación con actividades, instalaciones, edificaciones, obras y servicios.



- Decreto 104/2006, de 14 de Julio, del Consell, de Planificación y Gestión en materia de contaminación acústica.

2.1 NORMATIVA ESTATAL. BASES.

Ley 37/2003, del Ruido.

Hasta esta ley el ruido carecía de una norma general reguladora de ámbito estatal, y su tratamiento normativo se desdoblaba, a grandes rasgos, entre las previsiones de la normativa civil en cuanto a relaciones de vecindad y causación de perjuicios, la normativa sobre limitación del ruido en el ambiente de trabajo, las disposiciones técnicas para la homologación de productos y las ordenanzas municipales que conciertan al bienestar ciudadano o al planeamiento urbanístico.

Es en esta ley, donde se fija la obligación de la elaboración de los mapas de ruido según métodos comunes a los Estados miembro, manteniendo al pueblo informado y adoptando planes de acción, tomando como base los resultados de los mapas de ruido.

De este modo la prevención y corrección de la contaminación acústica será imprescindible para garantizar un descenso de dicha contaminación, destacando las siguientes acciones preventivas:

- a) La planificación territorial y el planeamiento urbanístico, deberán tener en cuenta siempre los objetivos de calidad acústica a la hora de acometer cualquier clasificación del suelo, aprobación del planeamiento o medidas semejantes.
- b) La intervención administrativa sobre los emisores acústicos, de manera que no se supere ningún valor límite de emisión aplicable.
- c) El autocontrol de las emisiones acústicas por los propios titulares de emisores acústicos.
- d) La prohibición, salvo excepciones, de conceder las licencias de construcción de edificaciones destinadas a viviendas, usos hospitalarios, educativos o culturales si los índices de inmisión incumplen los objetivos de calidad acústica que sean de aplicación a la correspondientes áreas acústicas.

La presente ley diferencia las siguientes áreas acústicas, en atención al uso predominante

- a) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.
- b) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.
- c) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.
- d) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en el párrafo anterior.



- e) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera de especial protección contra la contaminación acústica.
- f) Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen.
- g) Espacios naturales que requieran una especial protección contra la contaminación acústica.

Y para los límites de inmisión, nombrados en esta ley, se dispondrá lo establecido en el **REAL DECRETO 1367/2007** y que aparece en las siguientes tablas:

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

Tabla B.- Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables al espacio interior habitable de edificaciones destinadas a vivienda, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales. (1)

Uso del edificio	Tipo de Recinto	Índices de ruido		
		L_d	L_e	L_n
Vivienda o uso residencial	Estancias	45	45	35
	Dormitorios	40	40	30
Hospitalario	Zonas de estancia	45	45	35
	Dormitorios	40	40	30
Educativo o cultural	Aulas	40	40	40
	Salas de lectura	35	35	35



Y para el caso de nuevas infraestructuras:

Tabla A1. Valores límite de inmisión de ruido aplicables a nuevas infraestructuras viarias, ferroviarias y aeroportuarias.

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	55	55	45
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	60	60	50
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c.	65	65	55
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	68	68	58
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	70	70	60

Y para el límite de inmisión máximo de ruido aplicable a infraestructuras ferroviarias y portuarias:

Tabla A2. Valores límite de inmisión máximos de ruido aplicables a infraestructuras ferroviarias y aeroportuarias.

Tipo de área acústica		Índice de ruido L_{Amax}
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	80
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	85
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c.	88
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	90
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	90



2.2 NORMATIVA AUTONOMICA.BASES.

Ley 7/2002 del 3 de Diciembre:

La presente ley tiene por **objeto** prevenir, vigilar y corregir la contaminación acústica en el ámbito autonómico con el fin de proteger la salud de sus ciudadanos y el medio ambiente. Tendrá como **ámbito de aplicación** todas las actividades, comportamientos, instalaciones, medios de transporte, y maquinas que en su funcionamiento produzcan ruidos o vibraciones que puedan causar molestias a las personas o deteriorar la calidad del medio ambiente.

Según la presente ley, ninguna actividad o instalación transmitirá al interior de los locales próximos o colindantes niveles sonoros superiores a los límites establecidos en la tabla siguiente:

Uso	Locales	Nivel sonoro dB(A)	
		Día	Noche
Sanitario	Zonas comunes	50	40
	Estancias	45	30
	Dormitorios	30	25
Residencial	Piezas habitables (excepto cocinas)	40	30
	Pasillos, aseos, cocina	45	35
	Zonas comunes edificio	50	40
Docente	Aulas	40	30
	Salas de lectura	35	30
Cultural	Salas de concierto	30	30
	Bibliotecas	35	35
	Museos	40	40
	Exposiciones	40	40
Recreativo	Cines	30	30
	Teatros	30	30
	Bingos y salas de juego	40	40
	Hostelería	45	45
Comercial	Bares y establecimientos comerciales	45	45
Administrativo y oficinas	Despachos profesionales	40	40
	Oficinas	45	45



Ninguna actividad o instalación transmitirá al ambiente exterior niveles sonoros de recepción superiores a los indicados en la siguiente tabla:

Uso dominante	Nivel sonoro dB(A)	
	Día	Noche
Sanitario y Docente	45	35
Residencial	55	45
Terciario	65	55
Industrial	70	60

Los niveles sonoros de recepción se expresaran en forma de nivel sonoro continuo equivalente $L_{Aeq,T}$ y se expresaran en decibelios con ponderación normalizada **A**, que se expresara con las siglas **dB(A)**. Las mediciones de niveles sonoros se realizarán utilizando sonómetros, sonómetros integradores - promediadores y calibradores sonoros que cumplan con la normativa vigente reguladora del control metrológico del estado sobre los instrumentos destinados a medir niveles de sonido audible. Aquí podemos observar la corrección de dB a dB(A):

f	100	125	160	200	250	315	400	500
ΔL	-19.1	-16.1	-13.4	-10.9	-8.6	-6.6	-4.8	-3.2
f	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000
ΔL	-0.8	0	0.6	1	1.2	1.3	1.2	1

Cuando los términos acústicos no estén indicados en la presente ley se interpretaran de conformidad con el código técnico de edificación **CTE** previsto en la Ley de Ordenación de la Edificación. En ausencia del mismo se aplicaran las normas básicas de Edificación **NBE-CA-88**.

Según el ámbito de regulación específica se establecerá lo siguiente:

- Condiciones Acústicas de la Edificación:

Las condiciones acústicas se ajustaran a los dispuesto en el **CTE** y en su defecto en la Norma Básica de la Edificación: Condiciones Acústicas de la Edificación (**NBE-CA-88**).

- Condiciones Acústicas de las actividades comerciales, industriales y de servicios:

La mínima diferencia estandarizada de niveles $D_{nT,w}$ exigible a los locales situados en edificios de uso residencial o colindantes con edificios de uso residencial y destinados a cualquier actividad con un nivel de emisión superior a 70 dB(A) será la siguiente:



- a) Elementos constructivos horizontales y verticales de separación con espacios destinados a uso residencial, 50 dB si la actividad funciona sólo en horario diurno y 60 dB si ha de funcionar en horario nocturno aunque sea sólo de forma limitada.
- b) Elementos constructivos horizontales y verticales de cerramiento exterior, fachadas y cubiertas, 30 dB.

- **Condiciones Acústicas para salas de espectáculos, establecimientos públicos y actividades recreativas:**

El aislamiento acústico exigible a los elementos constructivos delimitadores de los locales, que entre sus instalaciones cuenten con sistemas de amplificación sonora regulables a voluntad, se deducirá conforme a los siguientes niveles de emisión mínimos:

- a) Salas de fiestas, discotecas, tablaos y otros locales autorizados para actuaciones en directo: 104 dB(A).
- b) Locales y establecimientos con ambientación musical procedente exclusivamente de equipos de reproducción sonora: 90 dB(A).
- c) Bingos, salones de juego y recreativos: 85 dB(A).
- d) Bares, restaurantes y otros establecimientos hoteleros sin equipo de reproducción sonora: 80 dB(A).

- **Condiciones Acústicas referidas a los trabajos en la vía pública y en la edificación que produzcan ruidos:**

En los trabajos que se realicen en la vía pública y en la edificación dentro de las zonas urbanas consolidadas no se autorizara el empleo de maquinaria cuyo nivel de presión sonora supere 90 dB(A) medidos a 5 metros de distancia. Excepcionalmente, el ayuntamiento, podrá autorizar, por razones de necesidad técnica, la utilización de maquinaria con nivel de presión sonora superior a los 90 Db(A), limitando el horario de trabajo de dicha maquinaria en función de su nivel acústico y de las características del entorno ambiental en que se trabaje.

- **Condiciones Acústicas referidas a los medios de transporte.**

Si el vehículo rebasa los límites establecidos en más de 6db(A) será inmovilizado.

- **Condiciones Acústicas referidas al ruido producido por las infraestructuras de transporte:**

En el supuesto en que la presencia de una infraestructura de transporte ocasione una superación en más de 10 dB(A) de los límites fijados en la tabla 1 del anexo II evaluados por el procedimiento que reglamentariamente se determine, la administración Pública competente en la ordenación del sector adoptará un Plan de mejora de calidad acústica tendente a reducir los niveles por debajo de dicho nivel de superación.



Decreto 104/2066. Planificación y gestión en materia de contaminación acústica:

La presente ley será de aplicación en la Comunidad Valenciana a las actividades, comportamientos, instalaciones, medios de transporte y maquinas que en su funcionamiento, uso o ejercicio produzcan ruidos o vibraciones que puedan causar molestias a las personas, generar riesgos para su salud o bienestar o deteriorar la calidad del medio ambiente.

- Corresponde a los ayuntamientos de mas de 20.000 habitantes:

-La elaboración, revisión y aprobación de los mapas de ruido estratégicos y la correspondiente información al público, en los términos y plazos establecidos en la normativa básica estatal, así como su remisión al órgano autonómico competente en materia de medio ambiente.

-La delimitación del área o áreas acústicas integradas en tales mapas.

-La elaboración y revisión del plan de acción en materia de contaminación acústica correspondiente a cada mapa estratégico de ruido y la correspondiente información al público

-La ejecución de las medidas previstas en el Plan.

- Corresponde al órgano autonómico competente en materia de medio ambiente:

-La aprobación de los mapas de ruido estratégicos y los planes de acción, a propuesta del órgano que los haya elaborado o revisado.

-La suspensión provisional de los objetivos de calidad acústica aplicables en un área acústica. Instrumentos de la Planificación Acústica.

- Los instrumentos de planificación y gestión acústica son:

-Plan Acústico de Acción Autonómica

-Planes Acústicos Municipales.

-Ordenanzas Municipales.

-Declaración de Zonas Acústicas Saturadas.

- Las medidas preventivas a adoptar serán las siguientes:

1. Los proyectos de nuevas infraestructuras deberán contemplar las medidas encaminadas a cumplir los objetivos de calidad establecidos en la tabla 1 del anexo II de la Ley 7/2002, de 3 de diciembre, de la Generalitat, de Protección Contra la Contaminación Acústica, siempre que éstos sean viables técnica y económicamente.

2. Los proyectos deberán contener un estudio acústico que evalúe el impacto de la Infraestructura sobre su entorno y justifique la utilización de la mejor tecnología disponible de Protección contra ruidos y vibraciones. Dicho estudio acústico deberá ir firmado por técnico competente y estará contenido en el estudio de impacto ambiental de la infraestructura.

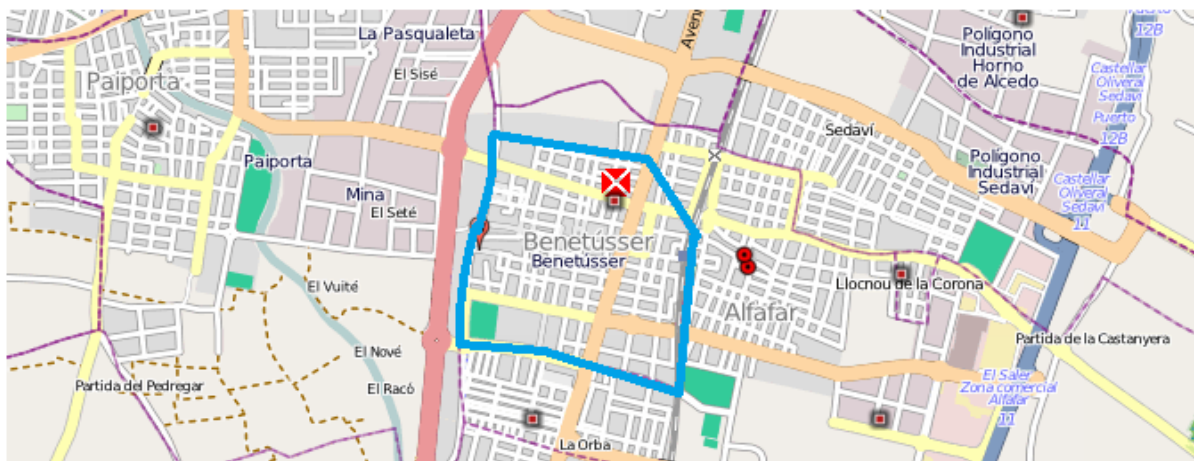
3. A su puesta en uso, se comprobará el nivel sonoro transmitido al entorno. En caso que se superen en más de 10 dB(A) los objetivos de calidad, se revisarán y modificarán las medidas correctoras para evitar tal superación.

3. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

3.1 DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO: SITUACIÓN

Benetússer es un municipio de la Comunidad Valenciana, España, perteneciente a la provincia de Valencia, en la comarca de la Huerta Sur. Tiene una altitud respecto al nivel del mar de 11 m y coordenadas 39° 25' 30" norte 0° 23' 46" oeste.

Benetússer únicamente limita con dos municipios: Alfafar, por el norte, por el sur y por el este; y Paiporta, por el oeste, aunque tiene especiales vínculos de vecindario con otros municipios como Masanasa, Sedaví y la pedanía valenciana de La Torre, cuyos centros urbanos están más próximos que el de Paiporta.



3.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO

El término municipal de Benetússer tiene una extensión de 0,76 km², formando por un solo núcleo urbano y cuenta con una población de 15.290 habitantes, según el censo de 2011.

Benetússer forma parte de la Comarca de la Huerta Sur-Albufera, la superficie del término es completamente llana y se encuentra situado en la llanura de inundación de la rambla del Poyo.

Respecto a la actividad industrial, a principios del siglo pasado Benetússer era uno de los principales productores de muebles; con el paso de los años dicha producción se ha desplazado a otros municipios que si contaban con polígono industrial debido al reducido tamaño del pueblo. De este modo se ha pasado de ser un pueblo industrial a uno comercial, manteniendo la relación con el mueble ya que cuenta con varias exposiciones, pero convirtiéndose principalmente en una ciudad dormitorio.



En cuanto a los accesos, se encuentra muy bien conectado a la red de carreteras, tanto comarcales, como regionales y nacionales, debido a su cercanía con Valencia capital (5km):

- ◆ Se encuentra atravesado, de norte a sur, por la antigua **N-340**, conocida como Antiguo Camino Real de Madrid-Valencia y actualmente nombrada Avenida del Cami Nou **CV-4002**, la cual conecta a Benetusser con los pueblos vecinos de la Huerta Sur y con la ciudad de Valencia.
- ◆ Por la zona oeste, aunque en el termino municipal de Paiporta, transcurre la **CV-400**, que es la modernización del antiguo camino de Picasent, que es de gran utilidad para conectar los municipios de la Huerta Sur entre si.
- ◆ Destacar también la **CV-406**, conocida como la Avenida de Paiporta, que atraviesa el municipio de este a oeste, y la cual conecta de forma directa con el municipio de Paiporta.
- ◆ Aunque no pasen por su termino municipal, Benetusser se encuentra conectado de manera inmediata con dos autovías urbanas, la **V-30** y la **V-31**, que conectan al municipio con el resto de redes nacionales e internacionales de autovías. (con la **A-7**, **E-15** y la **A3-E901**).

A lo que se refiere a los medios de transporte colectivo, destacaríamos :

- ◆ Junto con Alfafar cuenta con una parada de la línea de cercanías de Valencia de RENFE (última estación antes de alcanzar l'estacio del Nord), por las cuales transcurren las líneas de cercanías que conectan Gandia **C-1** y xativa **C-2** con Valencia.
- ◆ También dispone del servicio de las siguientes líneas de autobuses de **Metrobus**:
 - Línea 1: Albal- Valencia.
 - Línea 2: Silla- Valencia.
 - Línea 3: Picasent –Valencia.

De momento Benetusser no cuenta con estación de metro, pero esta en proyecto la futura construcción de la línea de metro ligero T8 de FGV, que servirá para comunicar los municipios de la periferia Sur con el centro urbano.

3.3 IDENTIFICACION DE LAS FUENTES DE RUIDO

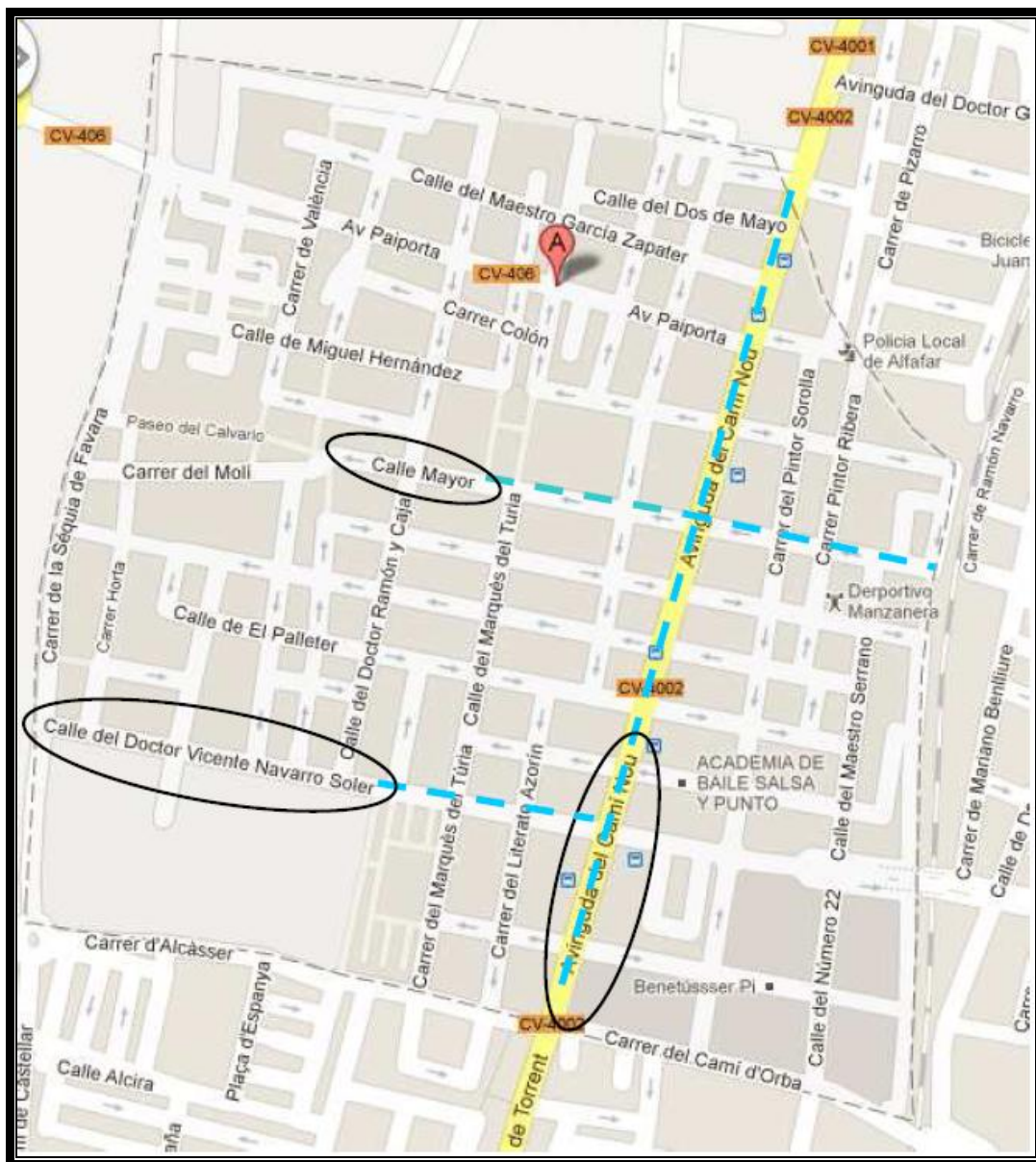
El primer paso para elaborar el mapa acústico fue identificar y caracterizar las fuentes de ruido que predominan en el municipio de Benetusser. Para ello realizamos un estudio minucioso del emplazamiento, de los alrededores y de las infraestructuras con las que esta dotado.

De este análisis, llegamos a la conclusión que las fuentes de ruido predominantes del municipio de Benetússer, son las siguientes:

- Trafico rodado procedente de las carreteras del término municipal.
- Trafico rodado procedente de las carreteras de términos colindantes.
- Trafico ferroviario

Como podemos observar, de las fuentes mencionadas anteriormente, destacaremos el tráfico rodado como la fuente predominante y que por lo tanto genera un mayor impacto acústico en el municipio. A continuación destacaremos y caracterizaremos las infraestructuras de tráfico rodado más importantes :

Trafico rodado procedente de las carreteras municipales:



Trafico ferroviario:

El tramo de estudio de la línea ferroviaria, corresponde con las líneas C-1 y C-2 de la FVG, como hemos dicho antes Benetússer cuenta con una estación de tren de cercanías compartida con el Municipio de Alfafar, y que discurre de manera paralela al municipio por la parte este.





4. METODOLOGIA

Según las indicaciones del anexo III del Decreto 104/2006, si se dispone de datos suficientes que permitan caracterizar la situación acústica de zonas del municipio mediante métodos predictivos, se emplearán los recomendados en la Directiva 49/2002/CE. Asimismo, indica que en cualquier caso, dichos modelos deberán ser validados mediante medición en puntos representativos de la zona modelizada. Además, para caracterizar los niveles sonoros en las zonas en que no se disponga de datos, se llevarán a cabo mediciones.

Teniendo en cuenta lo expuesto, en la elaboración del Mapa Acústico se han empleado dos técnicas diferentes para poder valorar los niveles de ruido existentes en todo el término. Por un lado técnicas de simulación mediante el empleo de modelos matemáticos, y por otro lado técnicas experimentales mediante la realización de mediciones de ruido ambiental.

Los modelos matemáticos se han empleado para caracterizar los focos de ruido asociados a las infraestructuras viarias y ferroviarias citadas en el apartado 3 de la presente memoria, dado que son las fuentes de ruido predominantes y de las que se disponen datos completos para introducir en los modelos, mientras que las mediciones “in situ” se han utilizado para validar los resultados obtenidos mediante los modelos matemáticos y caracterizar acústicamente aquellas zonas o fuentes de ruido que no han quedado suficientemente caracterizadas con los modelos matemáticos o que no se disponía de datos para su modelización.

4.1 MODELOS MATEMÁTICOS.

Como comentamos con anterioridad las diferentes infraestructuras dan lugar a diferentes tipos de ruido y de contaminación acústica; por lo tanto analizaremos el tráfico rodado como el tráfico ferroviario individualmente, utilizando modelos de cálculo para cada tipo de fuente.

➤ **Modelo para tráfico rodado**

El modelo de cálculo empleado para el ruido procedente el método nacional francés “NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-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 es el método recomendado por la Directiva 2002/49 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.

El modelo francés requiere los datos de una serie de variables para poder llevar a cabo la ejecución de los cálculos; dichas variables son las siguientes:

Tipo de tráfico: podemos encontrar 4 tipos de tráfico:

- Flujo continuo fluido: aplicable a circulación en autopistas, tráfico interurbano, avenidas principales en tráfico urbano.
- Flujo continuo pulsado: aplicable en el centro de las ciudades y avenidas en estado de saturación.



- Flujo en aceleración pulsado: aplicable a las entradas de una autopista, o a una vía después de un cruce.
- Flujo desacelerado pulsado: aplicable a las salidas de una autopista, o a una vía después de un cruce.

Composición del tráfico; haciendo una distinción entre los vehículos ligeros (menos de 3.5 Tn) y los vehículos pesados(mas de 3.5 Tn).

Flujo medio de vehículos para el periodo de tiempo considerado(en nuestra legislación Día y Noche).

Velocidad promedio para cada categoría de vehículo.

La validez del modelo se cumple para velocidades promedio entre 20 y 130 (km/h) y para pesados entre 20 y 100 (km/h).

Características del asfalto de los viales (asfalto, adoquines, asfalto poroso).

➤ Modelo para tráfico ferroviario

El modelo de cálculo empleado para el ruido procedente del tráfico ferroviario ha sido el método de cálculo nacional de los Países Bajos, publicado en «Reken — en Meetvoorschrift Railverkeerslawaai '96, Ministerie Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 20 de noviembre de 1996».Este método, también es el recomendado por la Directiva 2002/49 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.

Las categorías de trenes que distingue la norma holandesa RMR-1996 son las siguientes :

Categoría	Descripción de los trenes
1	Trenes de pasajeros con frenos de zapata
2	Trenes de pasajeros con frenos de zapata y de disco
3	Trenes de pasajeros con frenos de disco
4	Trenes de mercancías con frenos de zapata
5	Trenes diesel con frenos de zapata
6	Trenes diesel con frenos de disco
7	Metros urbanos y tranvías con frenos de disco
8	InterCity y trenes regionales con frenos de disco
9	Trenes de alta velocidad con frenos de zapata y de disco



Las tipologías de la vía que distingue la norma holandesa RMR-1996 son las siguientes:

Tipología	Descripción de la vía
1	Vía con traviesas de bloques prefabricados de hormigón, monobloque o de doble bloque, asentada sobre cama de balasto.
2	Vía con traviesas de madera o de hormigón en zig-zag asentada sobre balasto
3	Vía sobre cama de balasto con carril no soldado con juntas o cambio de vías
4	Vía sobre placa
5	Vía sobre placa con balasto
6	Vía con elementos elásticos
7	Vía sobre balasto con elementos elásticos
8	Vía con sistema de lubricación de carril
9	Vía directa en hormigón para trenes ligeros

Si los cálculos se realizan siguiendo SRM I, los valores de emisión en dB(A) se determinan del modo siguiente:

$$E = 10 \log \left(\sum_{c=1}^y 10^{E_{w,c}/10} + \sum_{c=1}^y 10^{E_{a,c}/10} \right)$$

Donde:

- **$E_{w,c}$** es el factor de emisión por categoría de vehículos ferroviarios cuando el tren no está frenando
- **$E_{a,c}$** es el factor de emisión en fase de frenada,
- **c** es la categoría a que pertenece el tren.
- **y** es el numero total de categorías presentes.

Los valores de emisión por categoría de vehículos ferroviarios se determinan mediante la fórmula siguiente:

$$E_{nr,c} = a_c + b_c \log v_c + 10 \log Q_c + C_{b,c}$$
$$E_{r,c} = a_{r,c} + b_{r,c} \log v_c + 10 \log Q_{r,c} + C_{b,c}$$

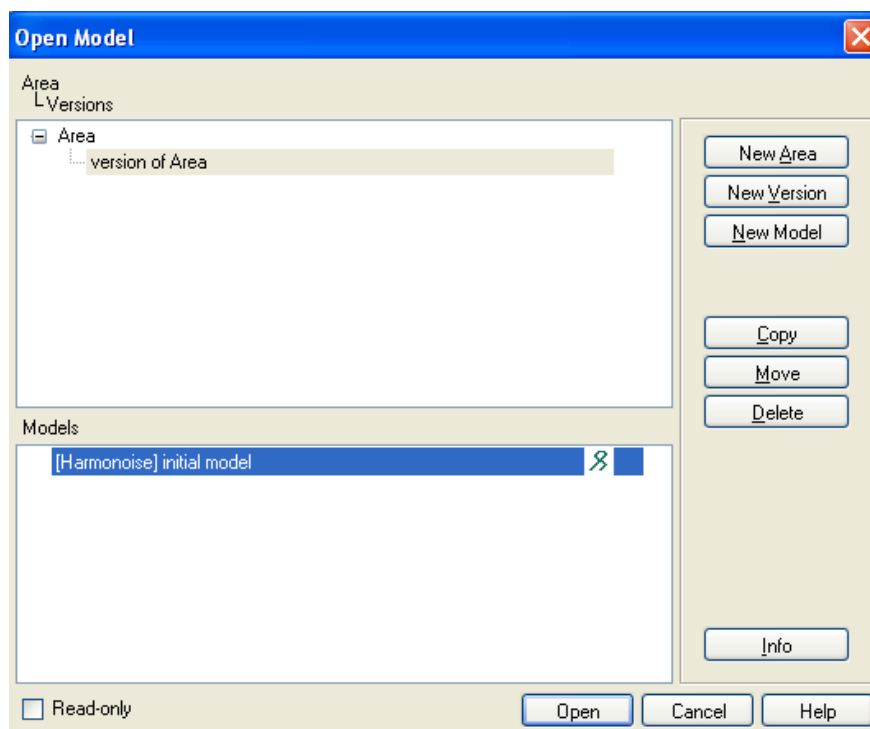
Donde los valores de emisión estándar a_c , b_c , $a_{r,c}$ y $b_{r,c}$ figuran en RMR

➤ Software de predicción

El software de predicción utilizado para el cálculo tiene incluidos dichos métodos de analíticos. En concreto, el programa utilizado es el Predictor Type 7810 B versión 6.2 de la casa Brüel&Kjaer. Pero actualmente se esta proponiendo la utilización de un modelo armonizado para el conjunto de la Unión Europea, el modelo *Harmonoise*, que es el que nosotros emplearemos para la ejecución de todos nuestros cálculos.

➤ Modelo Harmonoise

El proyecto Harmonoise trata de obtener un modelo de predicción que pueda ser utilizado para la realización de mapas de ruido en todos los Estados Miembro. Los métodos han sido relacionados para predecir los niveles de ruido de L_{den} y L_{night} , los cuales han sido los Indicadores establecido por la Directiva 2002/49/CE.





El método calcula la atenuación del sonido que se propaga desde un punto origen, la fuente, hasta un punto receptor, en un único plano de propagación, es por esto que recibe que el modelo se denomina “punto a punto”(Point- to- Point: P2P”). A continuación describiremos los parámetros que modelizan la fuente sonora en dicho modelo, también expresada con ponderación frecuencial A:

- Potencia sonora generada por el ruido de rodadura.
- Potencia sonora generada por el ruido de tracción.
- Coeficientes del ruido de rodadura.
- Coeficientes del ruido de tracción.
- Velocidad.
- Velocidad de referencia.
- Corrección por condiciones de circulación.
- Corrección por directividad horizontal y vertical.
- Corrección por superficie de rodadura.
- Corrección por desviaciones regionales en la potencia sonora emitida por la flota de Vehículos.
- Corrección por temperatura de superficie rodante.
- Corrección por edad del vehículo.
- Corrección para superficies húmedas.

Una vez obtenida la fuente sonora ya sea procedente del tráfico rodado o ferroviario , o de una industria se introducen una serie de correcciones de propagación necesarias que nos van a atenuar el nivel de sonido emitido y que nos proporcionara el nivel de presión sonora recibido por un punto receptor arbitrario.

Para la atenuación el programa considerara las siguientes variables:

- Divergencia geométrica:

La divergencia geométrica tiene en cuenta la disminución del sonido debido a la distancia de propagación.



- Perdida con la distancia desde una fuente puntual:

$$LP=LW - 11 - 20\text{LOG } r \text{ mas } \Delta$$

Donde se perderán 6 dB cada vez que se duplique la distancia.

- Perdida con la distancia desde una fuente lineal:

$$LP=LW - 8 - 10\text{LOG } r \text{ mas } \Delta$$

Donde se perderán 3dB al duplicar la distancia.

- Absorción atmosférica:

Una porción de la energía acústica se convierte en energía térmica en su propagación a través del aire. Hay conducción calorífica, viscosidad de corte y pérdidas por relajación molecular. La absorción atmosférica resultante es significativa para elevadas frecuencias y largas distancias, hecho que la convierte en un filtro de paso bajo a largas distancias.

Formula:

$$\Delta_{\text{aire}} = \frac{X \cdot d}{100} \quad (\text{dB})$$

X = Coef. atenuación aire
(dB/Hm)

D = Distancia emisor
receptor (m)

- Perfil del terreno:

Los perfiles de terrenos no llanos son objeto de simplificación mediante el principio de máxima desviación mediante el cual, el terreno se va dividiendo en segmentos rectos obteniendo sus extremos con la intersección del perfil del terreno, con la perpendicular de máxima distancia a la recta de unión de los extremos de referencia iniciales.

Formula:

$$\Delta_{\text{ground}} = 4.8 - \left(\frac{2h_m}{d} \right) \left[17 + \frac{300}{d} \right] \geq 0 \quad \text{dB}$$



- Condiciones meteorológicas:

Las clasificaciones de condiciones meteorológicas, en los reflejan la situación de la atmosfera en relación a las condiciones que favorecen, o dificultan, la propagación del sonido en una determinada dirección entre la fuente y el receptor. La mayoría de los parámetros utilizados en Harmonoise son fácilmente convertibles a partir de las Redes de estaciones meteorológicas automáticas de organismos de meteorología, a excepción del parámetro nubosidad, el cual no recogen este tipo de estaciones y, el cual es necesario en Harmonoise. Las distintas clasificaciones parten de la constatación o no de inversión térmica en la atmosfera y del gradiente de la velocidad del viento, así como de su dirección, para determinar las distintas clases.

- Efecto del suelo:

Aunque se suele hablar de absorción del suelo plantea que el efecto del suelo es el resultado de la interferencia entre el sonido que se propaga directamente desde la fuente al receptor con el sonido reflejado desde el suelo, cuando fuente y receptor se encuentran cercanos al suelo. Así, la interferencia, se puede relacionar con interferencias que pueden provocar una atenuación o un aumento del nivel sonoro. Cerca del suelo, en superficies consideradas acústicamente como duras o no porosas, como el asfalto o el hormigón no poroso, la presión sonora más o menos se duplica en un amplio rango de frecuencias audibles. Por otro lado, en superficies porosas, como la tierra, la arena, suelo con presencia de vegetación o la nieve, el aumento de nivel sonoro tiende a ocurrir en las frecuencias bajas, en las cuales la onda sonora es larga y por tanto presenta menor capacidad para penetrar en los poros; sin embargo, a frecuencias altas, la onda sonora es capaz de penetrar en el terreno poroso por lo que la reflexión en la suelo, puede presentar un cambio en la amplitud y fase de la onda sonora.

- Difracción y barreras:

En las barreras acústicas, el ruido se propaga hasta el receptor básicamente debido a la difracción en los bordes de la barrera.

CALCULOS PREDICTIVOS.

Como ya hemos comentado antes existen 7 infraestructuras singulares, que serán de especial influencia desde el punto de vista de la acústica, debido a la elevada afluencia de tránsito de vehículos o unidades ferroviarias.

Los datos utilizados para realizar la modelización se reducen a 2 tipos fundamentalmente. Por un lado tenemos el estudio geográfico de la zona y por otro, tenemos la identificación de las fuentes de ruido estudiadas, en este caso el tráfico de las diferentes vías.

Para el estudio geográfico hemos recreado el mapa del municipio de Benetuser y de las zonas colindantes. Incluyendo la topografía del terreno y la volumetría de los edificios.



La información base utilizada es un fichero en formato .dwg de autocad en formato digital a escala 1:1. Los datos de tráfico los hemos obtenido a partir de las mediciones realizadas en campo y los datos obtenidos en la web de infraestructuras de la Generalitat.

CARACTERIZACION DEL AREA DE ESTUDIO

En los modelos de cálculo hemos incluido todos los elementos que pudieran producir algún efecto sobre la propagación acústica; como las edificaciones, obstáculos, enlaces entre carreteras y otros.

Plataforma y eje :

Se han modelizado las plataformas, los ejes de las carreteras y entorno mas próximo a cada una de ellas mediante la información extraída de los mapas a escala 1:1.

Curvas de nivel:

Respecto a las curvas de nivel, el municipio de Benetusser no presenta un desnivel considerable, y es por esto que en nuestros cálculos, las diferencias en los desniveles serán insignificantes. Dichas observaciones pudieron ser comprobadas en la pagina web del Instituto Nacional Geográfico, mas concretamente en el visualizador de imágenes IBERPIX.

Edificaciones:

Las información de las edificaciones se han obtenido tomando como base el mapa facilitado por el propio municipio a escala 1:1. Una vez obtenida la cartografía de la zona, procedemos a revisarla para ver las posibles carencias de las edificaciones mas recientes, para ello usaremos vistas de fotografías aéreas y el reconocimiento visual en las visitas de campo. También se han eliminado los elementos anticuados ya no existentes.

Partiendo de dicha información, hemos determinado en planta la localización y el contorno de cada una de las edificaciones. Las alturas han sido introducidas directamente sobre el archivo .dwg, gracias a que, el mapa cedido ya contaba con las diferentes alturas de los edificios. Para las alturas de las zonas colindantes usaremos el método de reconocimiento visual a pie de campo.

En nuestro caso, podríamos destacar la ausencia de más obstáculos como túneles, viaductos o enlaces entre carreteras.

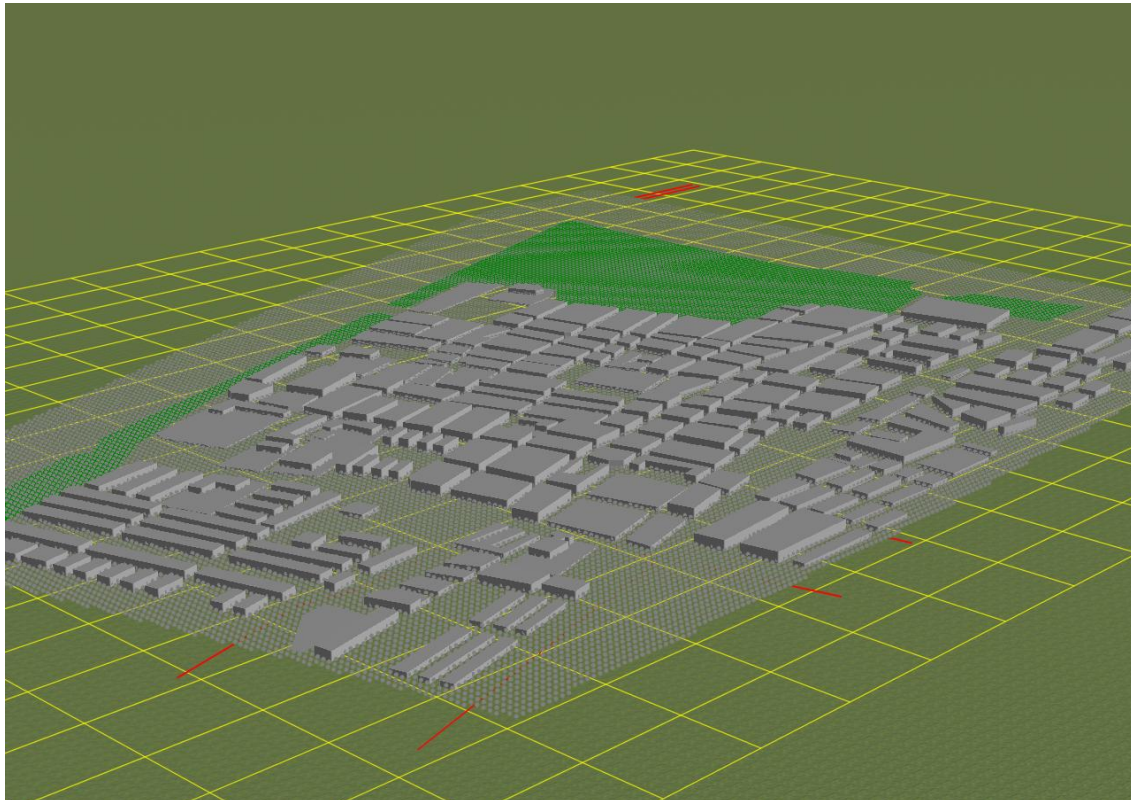


Ilustración: imagen en 3D del pueblo de Benetusser y alrededores.

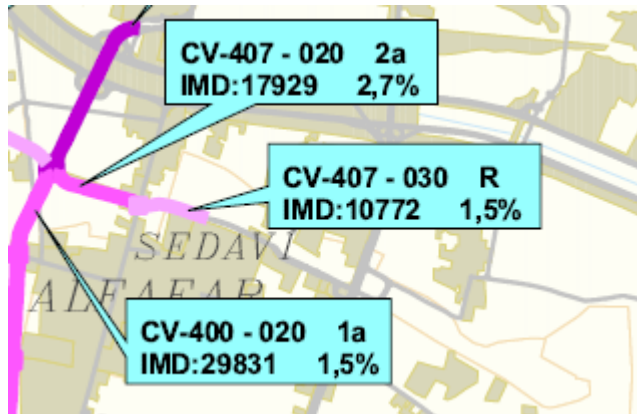
DATOS DE ENTRADA

DATOS DE TRÁFICO RODADO

Los datos de las carreteras de mas envergadura la CV-400 y la CV-407, se han obtenido de la Conselleria de Infraestructuras de la G.V, mas concretamente del mapa de transito de la Comunidad Valencia de 2011, provincia de Valencia. El aforo del resto de carreteras, corresponde su estudio a cada localidad; y tras dirigirnos al ayuntamiento para disponer de dichos datos, nos comunicaron que tal estudio no había sido efectuado, por lo tanto, el resto de datos de aforo han sido tomados a pie de campo. Para ello se ha calculado la intensidad de trafico durante 5 minutos, y luego hemos multiplicado el dato obtenido por 12 , para así obtener la intensidad en una hora.(En 1h hay 12 fracciones de 5 min.)

Con respecto a los datos de las velocidades, se han considerado la velocidad límite permitida para cada tramo.

En los datos facilitados de la Conselleria en la IMD no se hace distinción entre el día y la noche; nosotros tomaremos el **90%** de la intensidad para el día y el **10 %** para la noche para todas nuestras carreteras.



Mapa de transito de la Comunitat Valenciana. Provincia de Valencia.

CV-400:

IMD: 29831

Velocidades: Ligeros= 100 km/h
Pesados= 80 km/h

Porcentaje de pesados: 1,5 %

Periodo	Vehículos/hora	
	Ligeros	Pesados
<i>Día</i>	1562,82	25,17
<i>Noche</i>	367,29	5,59

R= Carretera de cobertura reforzada

Pavimento: "Asfalto suave"

CV-407:

La CV-407 aparece separada en 2 tramos, nuestro estudio solo abarcara el tramo 020.

IMD: 17929

Velocidades: Ligeros= 100 km/h
Pesados= 80 km/h

Periodo	Vehículos/hora	
	Ligeros	Pesados
<i>Día</i>	981,28	27,23
<i>Noche</i>	48,41	6,05

Porcentaje de pesados: 2,7 %
2a = Carretera secundaria.

Pavimento: "Asfalto suave"



Resto de carreteras :

C/ CAMI NOU :

Periodo	Vehículos/hora	
	Ligeros	Pesados
<i>Día</i>	486	0
<i>Noche</i>	54	0

Velocidades: Ligeros= 50 km/h

Pavimento: "Asfalto suave"

C/ MAYOR:

Periodo	Vehículos/hora	
	Ligeros	Pesados
<i>Día</i>	216	0
<i>Noche</i>	24	0

Velocidades: Ligeros= 50 km/h

Pavimento: "Asfalto suave"

C/ NAVARRO SOLER:

Periodo	Vehículos/hora	
	Ligeros	Pesados
<i>Día</i>	334,8	0
<i>Noche</i>	37,2	0

Velocidades: Ligeros= 50 km/h

Pavimento: "Asfalto suave"

C/ AVD.TORRENT:

Periodo	Vehículos/hora	
	Ligeros	Pesados
<i>Día</i>	334,8	0
<i>Noche</i>	37,2	0

Velocidades: Ligeros= 50 km/h

Pavimento: "Asfalto suave"

C/ D'ALCASSER:

Velocidades: Ligeros= 50 km/h

Periodo	Vehículos/hora	
	Ligeros	Pesados
<i>Día</i>	334,8	0
<i>Noche</i>	37,2	0

Pavimento: "Asfalto suave"

The screenshot shows the 'Road' software window with the 'Attributes' tab selected. The 'Input Type' is set to 'Traffic flow' and the 'Display period' is 'Day'. A table displays the hourly traffic flow per period for 'Attributes Day':

Attributes Day	Speed[km/h]	Traffic flow [#h]	Accel. [m/s ²]
Light vehicles	50	486,0	--
Medium heavy vehicles	0	--	--
Heavy vehicles	0	--	--

Below the table, there are input fields for vehicle dimensions:

- Vehicle width [m]: 1,50
- Source height 1 [m]: 0,01
- Source height 2 [m]: 0,30
- Source height 3 [m]: 0,75

Buttons for 'OK' and 'Help' are visible at the bottom right of the window.

Ilustración: Introducción de los datos del tráfico rodado en el programa Hormonoise

DATOS DE TRAFICO FERROVIARIO

Para obtener la intensidad de tráfico ferroviario del tramo concerniente a nuestro estudio, nos dirigimos a la estación que comparten el municipio de Benetusser y Alfajar, allí el personal nos facilito los siguientes datos:

Tipología	trenes/hora		
Categoría 3		<i>Dia</i>	10
		<i>Noche</i>	0
		<i>Dia</i>	10,33
		<i>Noche</i>	0
Categoría 8		<i>Dia</i>	0,66
		<i>Noche</i>	0
Categoría 4		<i>Dia</i>	0,66
		<i>Noche</i>	0

La tipología de los trenes que se introducirá en el método Harmonoise corresponde con la que nombramos con anterioridad en la norma holandesa RMR-1996, donde la categoría 3 hará referencia a los trenes de cercanías que circulan por las líneas C-1 Y C-2, la categoría 8 a los trenes de largo recorrido, y la categoría 4 a los trenes de mercancías.

La intensidad con la que circulan los trenes de la categoría 8 y 4 es escasa, ya que se trata de una línea que sirve para conectar los diferentes pueblos de la periferia, con el centro de la ciudad; no se trata de una estación donde circulan trenes de alta velocidad; ni un punto para la descarga ni recogida de mercancías

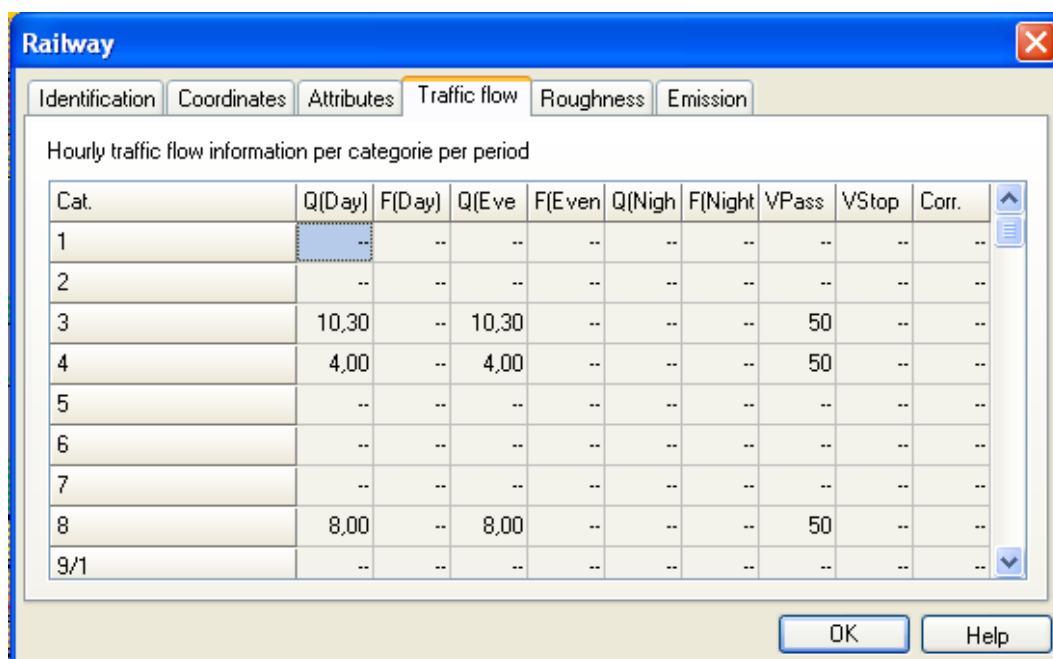


ilustración: introducción de los datos del trafico ferroviario en el programa Harmonoise

4.2 MEDICIONES IN SITU

Como hemos indicado, además de los modelos matemáticos se han empleado técnicas experimentales basadas en medidas de ruido ambiental distribuidas espacialmente en las zonas más conflictivas. A continuación se describe con mayor detalle las características de las medidas de ruido ambiental realizadas :

TIPO DE MEDICIONES

Las mediciones que se han realizado son de un tipo:

- Medidas de corta duración : medidas de una duración de 5 minutos que se han empleado para valorar los niveles de periodo diurno(07:00-19:00) y el nocturno (23:00- 07:00), como hace referencia el RD 104/2006 en su ANEXO VI.

SELECCIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDIDA

Se han escogido puntos de medición situados en las calles elegidas según la intensidad de tráfico que por ellas fluye y anteriormente nombradas para poder validar los cálculos realizados por los modelos matemáticos.

Por tanto , en función de las características del término y la viabilidad acústica de las diferentes zonas, se dará lugar a 5 puntos de medición de corta duración.

PUNTO 1 C/ Cami Nou :





PUNTO 2 C/ Mayor :



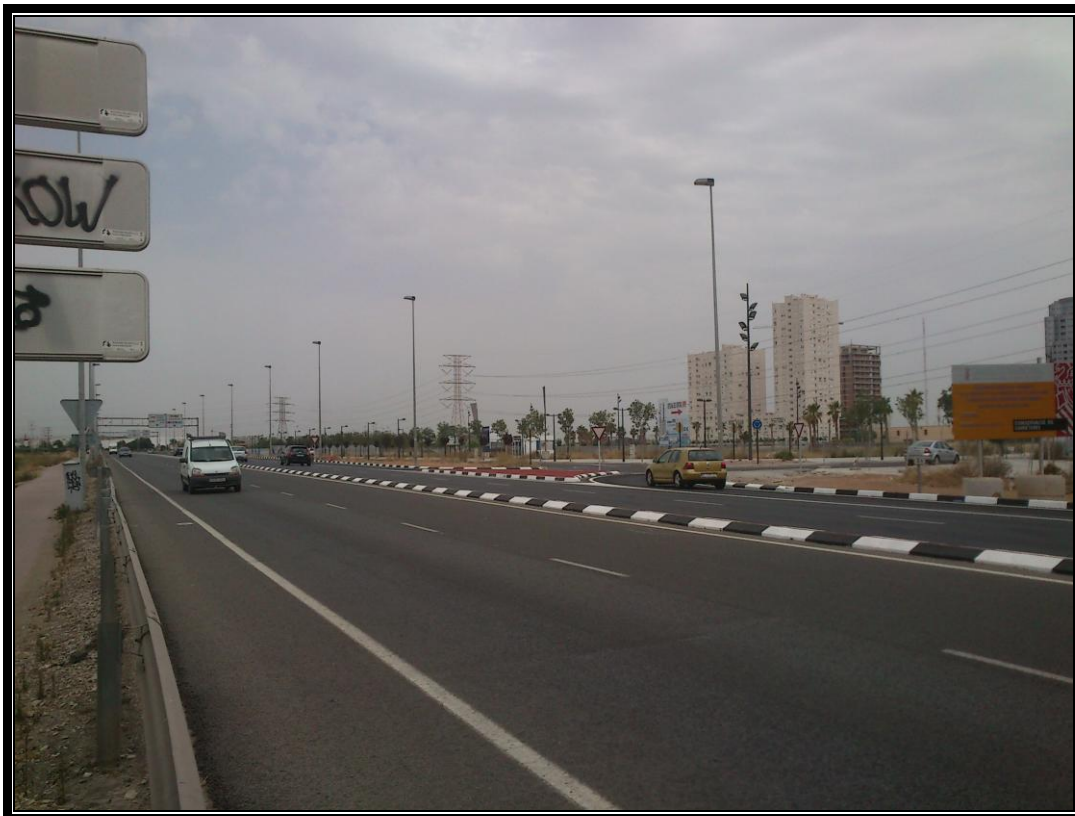


PUNTO 3 C/ Navarro Soler :





PUNTO 4 CV 407 :





PUNTO 5 CV-400 :





PERIODOS DE MEDICION

Las mediciones se realizaron a pie de calle, siguiendo las recomendaciones del anexo VI del RD 104/2006: se deberían realizar situando el micrófono del sonómetro a una cota entre 3 y 11 metros del suelo; pero ya que se trata de un proyecto académico nosotros las realizaremos a 1,8 metros.

El sonómetro se situara en una zona libre de obstáculos y superficies reflectantes. En el caso de no poder evitar estar a menos de 2 metros de alguna fachada, se corregirá el valor resultante

restándole 3 dBA a la medición en concepto de corrección por reflexión tal como se establece en el artículo 7 del RD 104/2006 de la G.V. Además, ya que se trataba de mediciones en el exterior, se utilizó la pantalla antiviento colocada en el micrófono del sonómetro.

Las mediciones tuvieron una duración de 5 minutos.

MEDIOS TÉCNICOS

Los equipos de medición y medios técnicos utilizados han sido los siguientes:

- Analizador acústico modular de precisión, marca **Bruel&kjaer modelo 2238**, número de serie 2684693.
- Analizador acústico modular de precisión, marca **Bruel&kjaer modelo 2238**, número de serie 2163603.



Los sonómetros empleados en el presente proyecto son de Tipo I, y cumplen con la normativa vigente regulador del estado sobre los instrumentos destinados a medir niveles de sonido audible tal y como se puede observar en los certificados que acreditan su verificación periódica anual que posteriormente demostraremos.

Al ser de tipo I admite un error de tan solo $\pm 0,7$ dBA, y cuenta con un amplio margen de frecuencias desde 20 Hz hasta 12.5 kHz para bandas de 1/3 de octava. También nos permite



seleccionar la curva de ponderación que vamos a usar; en nuestro caso la curva A(dBA), ya que es la mas semejante a la percepción del oído humano. Respecto a la ponderación temporal existen 4 posiciones:

- Lento (slow,S): es el valor promedio eficaz de aproximadamente un segundo.
- Rápido (fast, F): es el valor promedio eficaz por 125 milisegundos.
- Por impulso (impulse, I): valor promedio eficaz por 35 milisegundos. Mide la respuesta del oído humano antes sonidos de corta duración.
- Por Pico (Peak, P): es el valor de pico, es decir el más alto que haya sin necesidad de que dure en el tiempo. Es parecido al anterior pero el intervalo aun es mas corto, entre los 50 y los 100 microsegundos. Se utiliza para calibrar el riesgo de daño en el oído, ante impulsos muy cortos pero muy intentos.

Para nuestras mediciones, el RD 104/2006 de la G.V, nos obliga a usar un sonómetro tipo I y que sean realizadas en ponderación temporal "FAST".

El micrófono que se utiliza es de condensador polarizado de campo libre modelo 4188, de ½ pulgada, de la misma marca. Este micrófono tiene un rango de frecuencia de 8HZ a 16 y un rango dinámico de 15.8 - 146 dB.



5. RESULTADOS OBTENIDOS

5.1 MODELOS MATEMATICOS

Mediante la aplicación del método Harmonoise se ha analizado el impacto acústico generado por las infraestructuras viarias y ferroviarias mas importantes que discurren por el municipio de Benetusser.

Resultado de la aplicación de dicho método se han obtenido los mapas de ruido del impacto acústico generado por dichas infraestructuras, tanto para el periodo diurno como para el periodo nocturno. Los mapas se presentan a continuación:

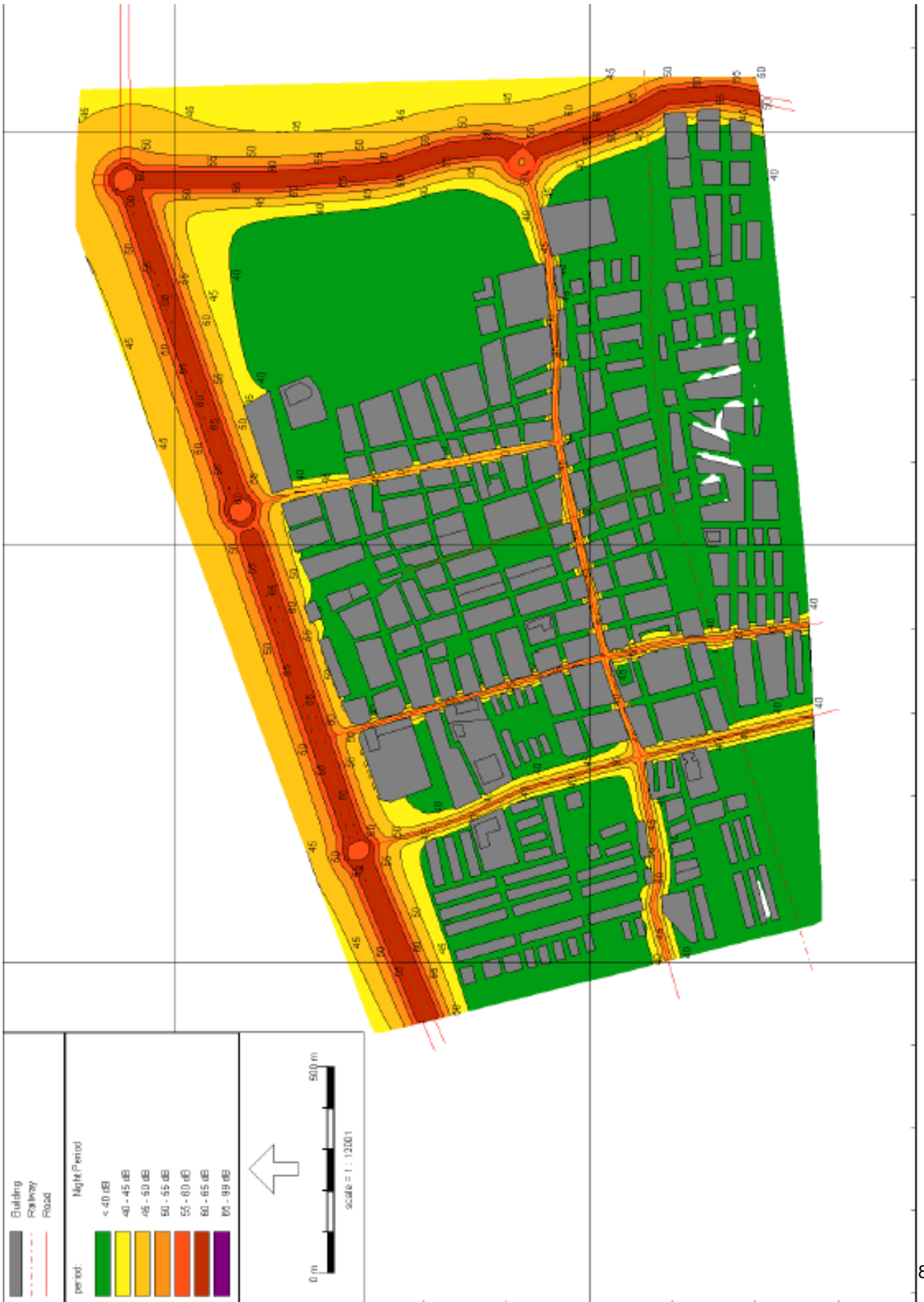


Periodo diurno:





Periodo nocturno:



5.2 MEDICIONES IN SITU

Aquí mostraremos una tabla resumen donde se encuentran los niveles sonoros obtenidos para cada una de las 6 medidas realizadas, 3 por el día y 3 por la noche, en cada uno de los puntos de medida localizados. **Leq** es el nivel sonoro continuo equivalente, y se define como el nivel sonoro medido en dB(A) de un ruido supuesto constante y continuo durante toda la jornada.

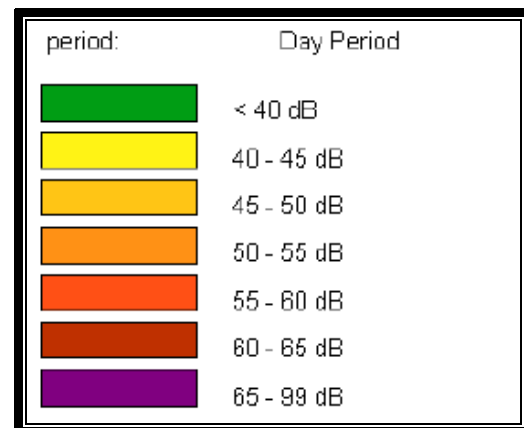
PUNTO	MEDICION	Leq	HORA
1.CAMI NOU	MAÑANA	67,2 dB	17:18:03
		68,1 dB	11:25:52
		68,3 dB	15:12:48
	NOCHE	63,5 dB	22:58:19
		64,1 dB	00:56:25
		62,8 dB	23:42:44
2.C/MAJOR	MAÑANA	56,2 dB	11:32:05
		55,5 dB	12:25:55
		56,4 dB	16:15:45
	NOCHE	44,6 dB	23:53:20
		44,5 dB	00:42:25
		50,4 dB	01:36:52
3.C/NAVARRO SOLER	MAÑANA	61,2 dB	11:48:25
		59,3 dB	14:56:26
		60,5 dB	15:45:32
	NOCHE	50,7 dB	00:03:25
		47,6 dB	01:36:25
		52,2 dB	23:12:36
4.CV 400	MAÑANA	69,6 dB	10:25:56
		66,4 dB	17:34:52
		70,2 Db	13:12:25
	NOCHE	60,1 dB	00:28:30
		63,0 dB	00:36:25
		63,6 dB	23:56:14
5.CV 407	MAÑANA	71,5 dB	14:45:25
		69,1 dB	11:52:26
		67,3 dB	10:36:23
	NOCHE	61,0 dB	01:45:25
		62,4 dB	00:10:25
		64,7 dB	23:25:12

6. ANALISIS DE LOS RESULTADOS.

A continuación procederemos a realizar la comparación entre los datos obtenidos a pie de campo y los modelos matemáticos.

Periodo Diurno.

C/ Cami Nou :



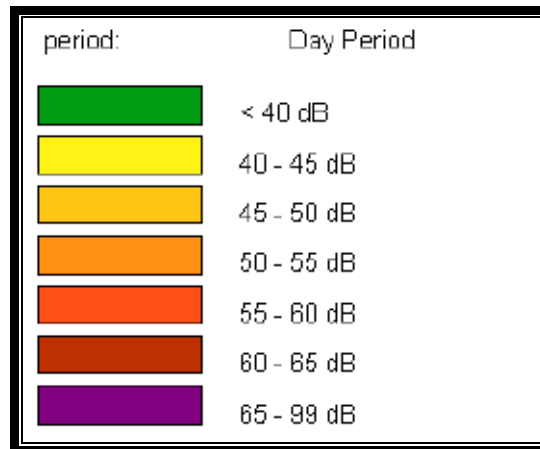
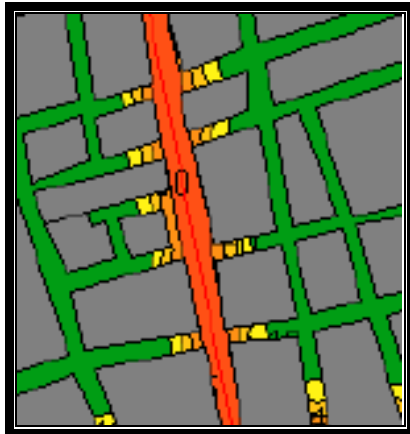
M.matematico	Real
60-65	67,2 dB
	68,1 dB
	68,3 dB

Según los resultados obtenidos en los modelos matemáticos, el ruido generado por el tráfico rodado debería de estar entorno a los 60-65 dB(A), y si lo comprobamos con nuestros resultados a pie de campo oscilan entre los 67 hasta los 68 dB(A). Al tratarse de una zona residencial, tal como nombra la **ley del ruido 37/2003** y mas tarde en el **REAL DECRETO 1367/2007**, donde se establecen los limites de emisión , la **L_{Aeq}** de una zona ya construida, no debería sobrepasar los 65 dB(A).

Tendremos que tener en cuenta que los modelos matemáticos formularan los resultados basándose exclusivamente en las infraestructuras, y nuestras muestras tomadas a pie de campo se podrán ver alteradas por circunstancias varias, como puede ser la voz de la gente que camina por la acera o la música de los automóviles.

Para hacer las comprobaciones nos basaremos en la **ley del ruido 37/2003** y el **REAL DECRETO 1367/2007** , ya que son leyes mas actuales que las de ambito autonómico como la **ley 7/2002**, que se encuentra mas obsoleta.

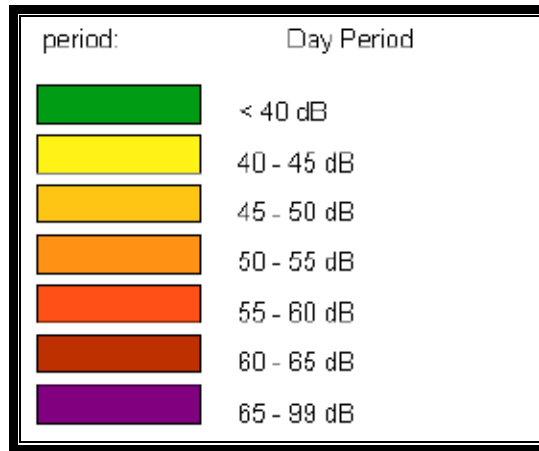
C/ Mayor :



M.matematico	Real
55-60	56,2 dB
	55,5 dB
	56,4 dB

Según los resultados obtenidos en los modelos matemáticos, el ruido generado por el tráfico rodado debería de estar entorno a los 55-60 dB(A), y si lo comprobamos con nuestros resultados a pie de campo oscilan entre los 55 hasta los 56 dB(A). Al tratarse también de una zona residencial, tal como nombra la **ley del ruido 37/2003** y mas tarde en el **REAL DECRETO 1367/2007** el límite establecido para , la **LAeq** será de 65 dB(A). Por lo tanto en este punto si que se cumple lo establecido en la normativa.

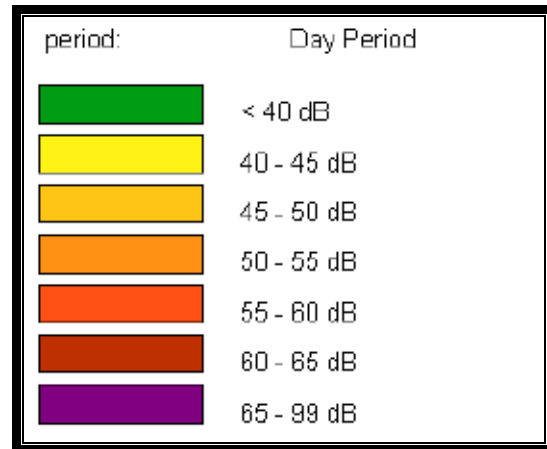
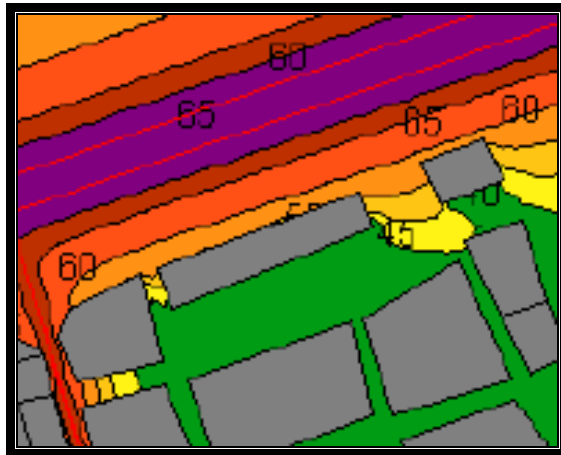
C/ Navarro Soler :



M.matematico	Real
60-65	61,2 dB
	59,3 dB
	60,5 dB

Según los resultados obtenidos en los modelos matemáticos, el ruido generado por el tráfico rodado debería de estar entorno a los 60-65 dB(A), y si lo comprobamos con nuestros resultados a pie de campo oscilan entre los 59 y los 61 dB(A), por lo tanto al tratarse de una zona residencial en este caso según la **ley del ruido 37/2003** y mas tarde en el **REAL DECRETO 1367/2007** el limite establecido para , la **LAeq** será de 65 dB(A). Por lo tanto, también en este punto si que se cumple lo establecido en la normativa.

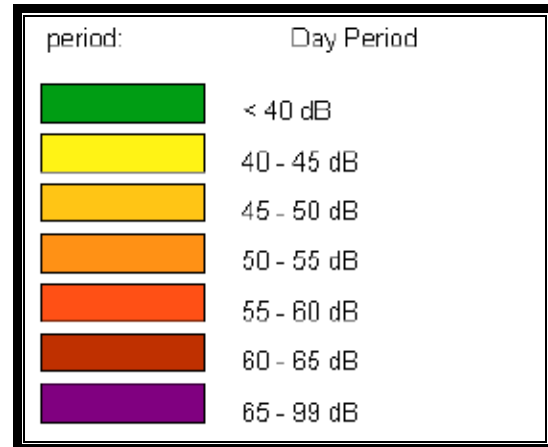
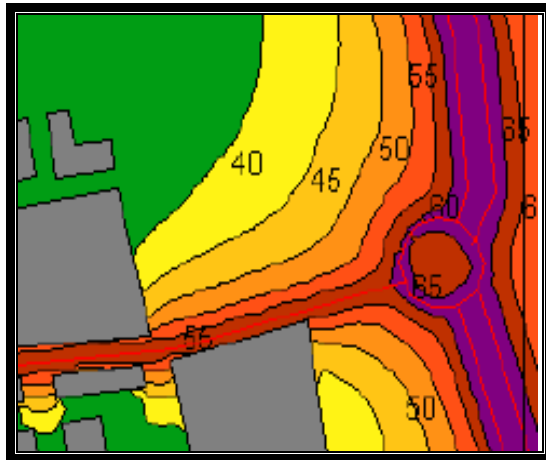
Avenida Sur:



M.matematico	Real
65-99	69,6 dB
	66,4 dB
	70,2 Db

Según los resultados por los modelos matemáticos, el ruido generado por el tráfico rodado debería de estar entorno a los 65-99 dB(A), y si lo comprobamos con nuestros resultados a pie de campo oscilan entre los 69 y los 70 dB(A). Pero si nos fijamos en el mapa, el ruido de la avenida no incide directamente sobre la zona residencial, ya que existe una distancia aproximada de unos 65 m de zonas verdes, entre la fuente de ruido y las edificaciones. Por lo tanto haciendo caso a los datos obtenidos en los modelos matemáticos, la franja de ruido que índice sobre las edificaciones será de 55 dB(A), cumpliéndose así el límite establecido de 65 dB(A) establecido en el **REAL DECRETO 1367/2007**.

CV-407:

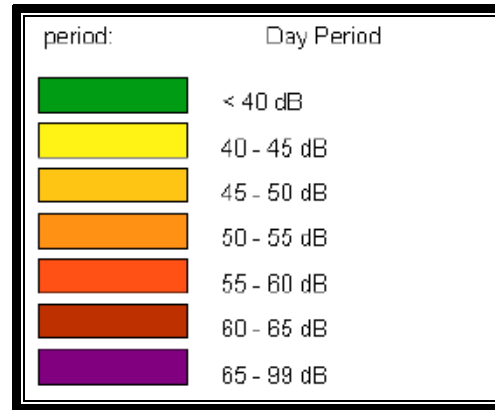
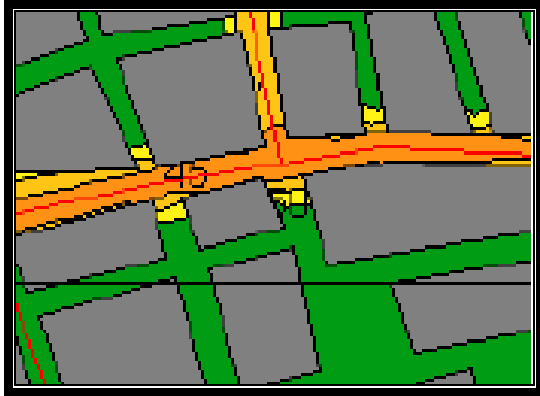


M.matematico	Real
65-99	71,5 dB
	69,1 dB
	67,3 dB

Según los resultados por los modelos matemáticos, el ruido generado por el tráfico rodado debería de estar entorno a los 65-99 dB(A), y si lo comprobamos con nuestros resultados a pie de campo oscilan entre los 67 y los 71 dB(A). Pero al igual que ocurre en la Avenida Sur, la fuente de ruido se encuentra a 70 metros de las primeras edificaciones, y fijándonos de nuevo en los mapas, podemos observar que la franja de ruido que incide sobre las edificaciones es de 40 dB(A) y en algunos casos, incluso menor de 40 dB(A). Por lo tanto si que se cumple lo establecido en el **REAL DECRETO 1367/2007**.

Periodo nocturno:

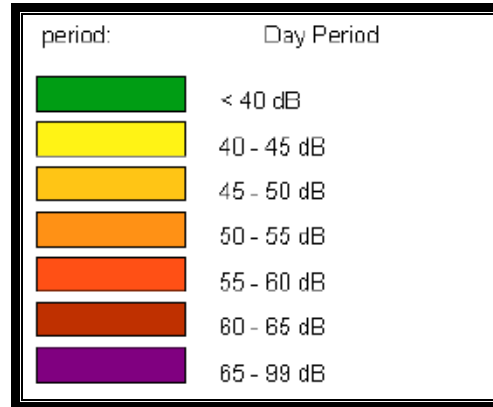
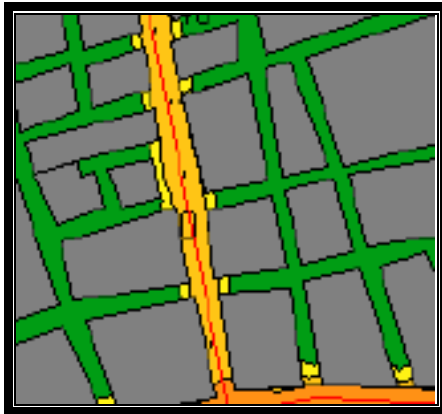
C/ Cami Nou:



M.matematico	Real
50-55	63,5 dB
	64,1 dB
	62,8 dB

Según los resultados por los modelos matemáticos, el ruido generado por el tráfico rodado debería de estar entorno a los 50-55 dB(A), y si lo comprobamos con nuestros resultados a pie de campo oscilan entre los 62 hasta los 64 dB(A). Al tratarse de una zona residencial, tal como nombra el **REAL DECRETO 1367/2007** la **LAeq** no debería sobrepasar los 55 dB(A) en el periodo nocturno; por lo tanto en este caso no se cumple con lo establecido en la normativa.

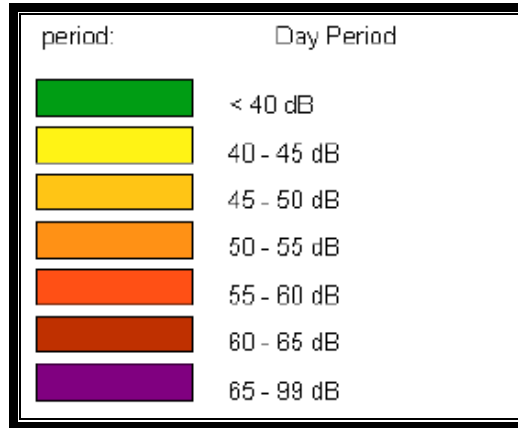
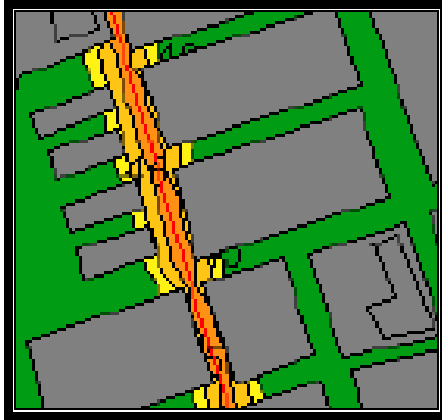
C/ Major :



M.matematico	Real
45-50	44,6 dB
	47,5 dB
	50,4 dB

Según los resultados por los modelos matemáticos, el ruido generado por el tráfico rodado deberá de estar entorno a los 45-50 dB(A), y si lo comprobamos con nuestros resultados a pie de campo oscilan entre los 44 hasta los 50 dB(A). Al tratarse de una zona residencial, tal como nombra el **REAL DECRETO 1367/2007** la L_{Aeq} no debería sobrepasar los 55 dB(A) en el periodo nocturno; por lo tanto en este caso si se cumple con lo establecido en la normativa.

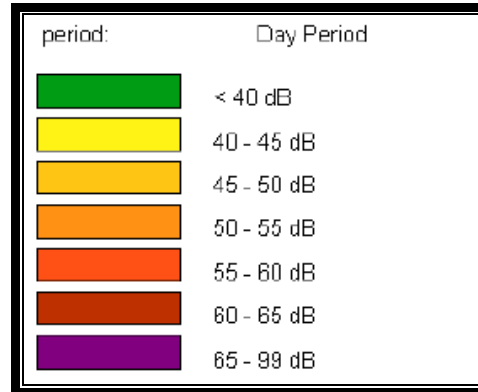
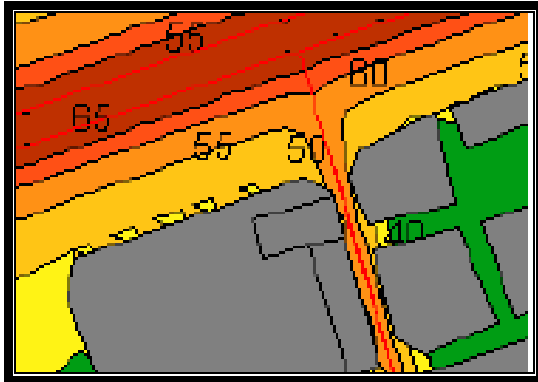
C/ Navarro Soler :



M.matematico	Real
50-55	50,7 dB
	47,6 dB
	52,2 dB

Según los resultados por los modelos matemáticos, el ruido generado por el tráfico rodado deberá de estar entorno a los 50-55 dB(A), y si lo comprobamos con nuestros resultados a pie de campo oscilan entre los 47 hasta los 52 dB(A). Al tratarse de una zona residencial, tal como nombra el **REAL DECRETO 1367/2007** la **LAeq** no debería sobrepasar los 55 dB(A) en el periodo nocturno; por lo tanto en este caso también se cumple con lo establecido en la normativa.

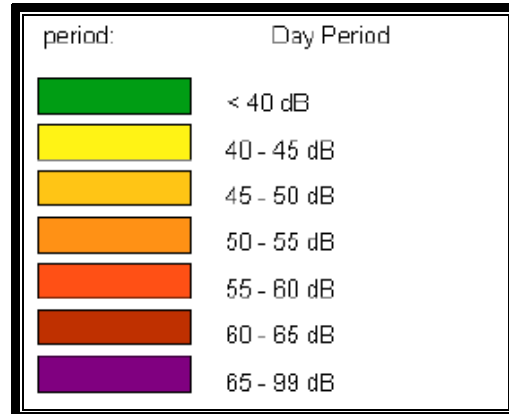
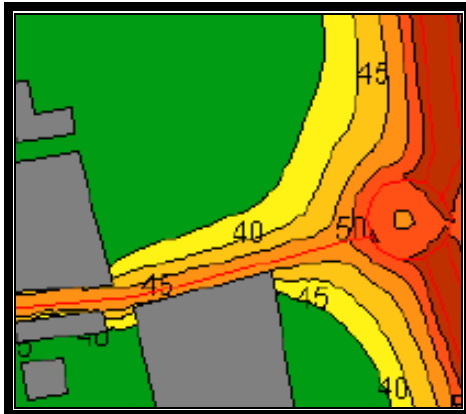
Avenida Sur:



M.matematico	Real
60-65	60,1 dB
	63,0 dB
	63,6 dB

Según los resultados por los modelos matemáticos, el ruido generado por el tráfico rodado deberá de estar entorno a los 60-65 dB(A), y si lo comprobamos con nuestros resultados a pie de campo oscilan entre los 60 hasta los 63 dB(A). Al tratarse de una zona residencial, tal como nombra el **REAL DECRETO 1367/2007** la **LAeq** no debería sobrepasar los 55 dB(A) en el periodo nocturno; pero como ya comentamos con anterioridad en el periodo diurno, la fuente de ruido se encuentra situada aproximadamente a 65 m de las primeras edificaciones, por lo tanto el ruido incidente, si observamos el mapa, será entre 45-50 dB(A). Por lo tanto si que se cumple lo establecido en la normativa.

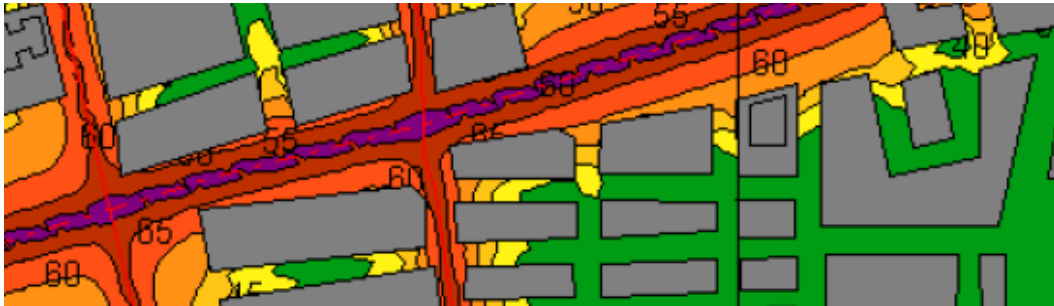
CV 407:



M.matematico	Real
60-65	61,0 dB
	62,4 dB
	64,7 dB

Según los resultados por los modelos matemáticos, el ruido generado por el tráfico rodado deberá de estar entorno a los 60-65 dB(A), y si lo comprobamos con nuestros resultados a pie de campo oscilan entre los 61 hasta los 64 dB(A). Al tratarse de una zona residencial, tal como nombra el **REAL DECRETO 1367/2007** la **LAeq** no debería sobrepasar los 55 dB(A) en el periodo nocturno; pero como ya comentamos con anterioridad en el periodo diurno, la fuente de ruido se encuentra situada aproximadamente a 70 m de las primeras edificaciones, por lo tanto el ruido incidente, si observamos el mapa, será entre 40-45 dB(A). Por lo tanto si se cumple sobradamente lo establecido en la normativa.

Trafico Ferroviario:



Respecto a la línea ferroviaria si observamos los datos generados por el modelo matemático, la primera línea de las edificaciones, se encuentran expuestas 60-65 dB(A), y según el **REAL DECRETO 1367/2007** para el periodo diurno, el límite de la L_{Aeq} es de 65 dB(A); por lo tanto nos encontramos dentro de los márgenes permitidos.

Para el periodo nocturno, el tráfico ferroviario es nulo, y es por esto que no se hace mención del mapa de ruido.

7. CONCLUSIONES

Del mapa acústico del término municipal fuente de ruido es el tráfico rodado de las carreteras colindantes, como son la **CV-400 o Avenida Sur** y la **CV-407**. Pero aunque se trate de fuentes de emisión sonora capaces de generar ruidos de mas de 65 dB(A), en nuestro caso y como ya hemos comentado en el apartado anterior, y como se observa en los mapas apartados, dichas fuentes de emisión sonora no inciden directamente sobre las edificaciones, sino que el sonido que las alcanza esta por debajo de los limites establecido en la normativa.(**REAL DECRETO 1367/2007**).

Respecto al resto de las carreteras que circulan por el interior del municipio, la **C/ Mayor** y la **C/ Navarro Soler**, no representan ningún perjuicio sonoro, ya que ambas calles cumplen con los limites establecidos en la normativa (**REAL DECRETO 1367/2007**), tanto para el periodo diurno como para el nocturno.

Sin embargo, la **C/Constitución** no cumple con los requisitos establecidos en la normativa(**REAL DECRETO 1367/2007**), ya que según nuestras mediciones se excede del limite de 65 dB(A) en 3 db(a) en el periodo diurno, y 9 dB(A) respecto a los 55 dB(A) del periodo nocturno.

Como hemos dicho con anterioridad, nuestras mediciones han sido mediciones de corta duración, y para poder aportar datos que reflejen totalmente la realidad, se deberían hacer mediciones de 24 h durante todo el año. Las mediciones de corta duración son fácilmente alterables, ya se trata de espacio corto de tiempo, y el aumento puntual del ruido, será complicado que descienda en 5 minutos.

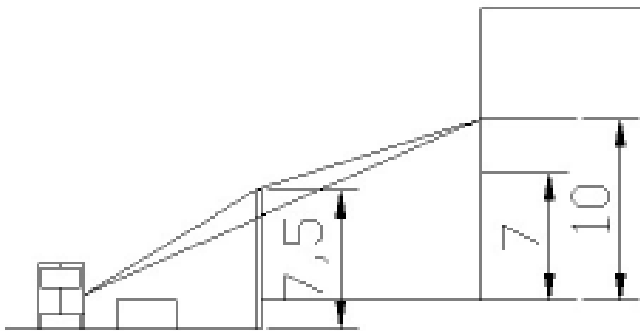
Por lo tanto, nuestros datos serán objeto de apoyo para la comprobación de los mapas de ruido, pero que no reflejaran al 100 % la situación acústica de la zona.

Posibles actuaciones a llevar a cabo:

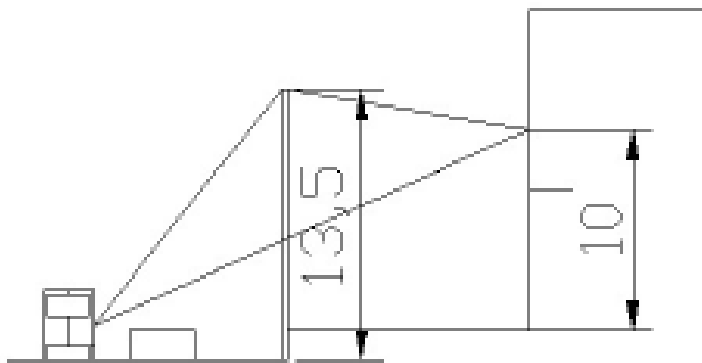
Como acabamos de ver los limites establecidos en la normativa, son sobrepasados en la **C/Cami Nou**, ya que se trata de una vía que atraviesa y conecta muchos de los pueblos de la periferia, y se encuentran la mayoría de comercios del municipio.

La manera que vemos posible reducir el nivel sonoro, es descendiendo la intensidad de trafico, y para ello se debería limitar el acceso a dicha vía, para que fuera utilizada para uso residencial y usada para desplazarse por dentro del pueblo, y no para atravesarlo, desviando el resto del trafico a la **CV-400**, que ya conecta el resto de pueblos de la periferia por la parte oeste.

Aunque el sonido producido por el tren se encuentra dentro de los márgenes establecidos por la ley, observamos la posibilidad de crear una barrera acústica y así descender los niveles de ruido; pero debido a la disposición de la vía, que encuentra a menos cota -0, la anchura de los andenes y la distancia hasta las edificaciones, nos resultaba, en sentido acústico, inútil el recurso de la colocación de una barrera.



Como se puede observar en esta imagen colocando una barrera de 6m de altura, prácticamente la barrera no serviría apenas, ya que el sonido casi incidiría directamente sobre el edificio.



Si aumentamos la barrera de manera considerable(13,5m), para que tenga utilidad, quedaría a una altura del tercer piso tapando prácticamente toda la visibilidad del edificio. Por lo tanto teniendo en cuenta que el periodo mas molesto es el nocturno, en el cual no circulan trenes, y el ruido emitido se encuentra dentro de los límites, por todo esto, descartamos la colocación de una barrera acústica.



ANEXO 1: PARÁMETROS ACÚSTICOS DE EVALUACIÓN.



Nivel Sonoro Continuo Equivalente($L_{Aeq,T}$)

Su definición viene recogida en la norma ISO 1996 y lo define como “El valor del nivel de presión sonora con ponderación A de un sonido continuo y constante que, dentro de un intervalo de tiempo T dado, tiene la misma presión sonora eficaz que el sonido bajo consideración cuyo nivel varíe con el tiempo.”

Representa la media energética del nivel de ruido promediado en el intervalo de tiempo medida. Es el ruido continuo que tendría el mismo contenido en energía acústica que el ruido real variable en el mismo intervalo de tiempo.

Su expresión matemática es:

$$L_{Aeq,T} = 10 \cdot \log \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \cdot \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} \cdot dt \right] = 10 \cdot \log \frac{1}{T} \cdot \int_0^T \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} \cdot dt$$

$L_{Aeq,T}$ es el nivel continuo equivalente de presión sonora en la red de ponderación A en un intervalo de tiempo T con inicio en T_1 y final en T_2

p_0 es la presión sonora de referencia(20 uPa).

$p_{A(t)}$ es la presión sonora instantánea en la red de ponderación A de la señal sonora.

Cuando se disponga de la distribución de los niveles de presión sonora instantánea se podrá calcular con la siguiente expresión:

$$L_{Aeq,T} = 10 \cdot \log \left[\frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N 10^{0,1 \cdot L_{pAi}} \right]$$

Donde:

N es el número total de muestras.

Δt es intervalo de tiempo en el cual se han recogido dos muestras consecutivas.

L_{pAi} es el valor del nivel de presión sonora de cada muestra en la red de ponderación A.



Nivel Equivalente Día-Tarde-Noche (L_{DEN})

El nivel sonoro equivalente puede ser promediado para distintos periodos de tiempo, obteniendo así, los valores medios matutinos, vespertinos, diurno y nocturno, o bien los valores medios de 24 horas.

El L_{DEN} mide el nivel de ruido que se produce en 24 horas.

El índice de ruido día-tarde-noche, L_{DEN} , se expresa en decibelios (dB) y se determina mediante la expresión siguiente:

$$L_{DEN} = 10 \cdot \log \frac{1}{24} \cdot \left(12 \cdot 10^{\frac{L_{dia}}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{L_{tarde}+5}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{noche}+10}{10}} \right)$$

Donde :

L_{dia} es el nivel sonó medio a largo plazo ponderado en A definido en la norma ISO 1996-2:1987, determinado a lo largo de todos los periodos diurnos de un año.

L_{tarde} es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2:1987, determinado a largo de todos los periodos vespertinos de un año.

L_{noche} es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2:1987, determinado a largo de todos los periodos nocturnos de un año.

OTROS PARAMETROS.

Nivel de Presión Máximo Ponderado($L_{A,MAX}$)

Es el más alto nivel de presión sonora ponderado A, en decibelios, con constante de integración Fast, LAFmax, definido en la norma ISO 1996:2003, registrado en el periodo temporal de evaluación. Es el máximo nivel RMS alcanzado durante el periodo de medición.

Nivel de Presión Máximo Ponderado($L_{A,Min}$)

ES el mas bajo nivel de presión sonora ponderado A, en decibelios, con constante de integración Fast, LAFmin, definido en la norma ISO 1996:2003, registrado en el periodo temporal de evaluación. Es el mínimo nivel RMS alcanzado durante el periodo de medición.



ANEXO 2: CERTIFICADOS DE EQUIPOS



**CERTIFICAT DE VERIFICACIÓ PERIÒDICA D'INSTRUMENTS
DESTINATS A MESURAR EL NIVELL DE SO AUDIBLE
CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN PERIÓDICA DE INSTRUMENTOS
DESTINADOS A MEDIR EL NIVEL DE SONIDO AUDIBLE**

Número: 10 28 CS V 000025

Pàgina 1 d' 1
Página 1 de 1

VERIFICACIÓ PERIÒDICA / VERIFICACIÓN PERIÓDICA:

A l'empara de l'article 33 de l'Estatut d'Autonomia de la Comunitat Valenciana.
Al amparo del artículo 33 del Estatuto de Autonomía de la Comunidad Valenciana.

Titular: / <i>Titular:</i>	UNIVERSIDAD POLITÈCNICA VALENCIA Camino de Vera s/n 46022 VALENCIA-VALENCIA
Instrument: / <i>Instrumento:</i>	CALIBRADOR SONORO
Fabricant: / <i>Fabricante:</i>	Brüel & Kjaer Sound & Vibration Measurement A/S
Marca: / <i>Marca:</i>	Brüel & Kjaer
Model: / <i>Modelo:</i>	4231
Núm. de sèrie: / <i>Nº de serie:</i>	2351158

Realitzats amb data 19-02-2010 els assajos i les comprovacions estipulats en l'Ordre ITC/2845/2007, de 25 de setembre, B.O.E. nº 237 de 03/10/2007, per la qual es regula el control metrològic de l'Estat per als instruments destinats a mesurar el nivell de so audible, es certifica que l'instrument objecte del present document ha superat els assajos corresponents a la verificació indicada.

En conseqüència, es declara el mencionat instrument conforme per a efectuar la mesura pròpia de la seua finalitat, durant el termini d'un any comptador des de la data anteriorment indicada, en la qual es realitzaren els assajos de verificació.

Realizados en fecha 19-02-2010 los ensayos y las comprobaciones estipulados en la Orden TC/2845/2007, de 25 de septiembre, B.O.E. nº 237 de 03/10/2007, por la que se regula el control metrológico del Estado sobre los instrumentos destinados a medir niveles de sonido audible, se certifica que el instrumento objeto del presente documento, ha superado los ensayos correspondientes a la verificación indicada.

En consecuencia, se declara a dicho instrumento conforme para efectuar la medición propia de su finalidad, durante el plazo de un año a contar desde la fecha anteriormente citada, en la que se realizaron los ensayos de verificación.

Quart de Poblet, 19 de Febrero de 2010
Quart de Poblet, 19 de Febrer de 2010



MANUEL SOLER
Responsable tècnic
Responsable técnico

INGEIN: Entitat adjudicatària del Servei de Verificació Metrològica a laComunitat Valenciana (DOGV núm. 3.459 de 23/03/99).
Entidad adjudicataria del Servicio de Verificación Metrológica en laComunidad Valenciana (DOGV núm. 3.459 de 23/03/99).

INGENIERIA DE GESTIÓN INDUSTRIAL, S.L. - Inscrita en Registro Mercantil de Valladolid - Tomo 1052, Libro 0, Folio 0, Sección 8ª, Hoja VA-14675, Inscripción 1ª. - C.I.F. B-13102009



**CERTIFICAT DE VERIFICACIÓ PERIÒDICA D'INSTRUMENTS
DESTINATS A MESURAR EL NIVELL DE SO AUDIBLE
CERTIFICADO DE VERIFICACION PERIÓDICA DE INSTRUMENTOS
DESTINADOS A MEDIR EL NIVEL DE SONIDO AUDIBLE**

Número: 10 28 SI V 000032

Página 1 d' 1
Página 1 de 1

VERIFICACIÓ PERIÒDICA / VERIFICACIÓN PERIÓDICA:

A l'empara de l'article 33 de l'Estatut d'Autonomia de laComunitat Valenciana.
Al amparo del artículo 33 del Estatuto de Autonomía de la Comunidad Valenciana.

Titular:

Titular:

UNIVERSIDAD POLITECNICA VALENCIA
Camino de Vera s/n
46022 VALENCIA-VALENCIA

Instrument: / Instrumento:

Fabricant: / Fabricante:

Marca: / Marca:

Model: / Modelo:

Núm. de sèrie: / N° de serie:

SONÓMETRO INTEGRADOR
Brüel & Kjaer Sound & Vibration Measurement A/S
Brüel & Kjaer
2260
2180564

Instrument: / Instrumento:

Fabricant: / Fabricante:

Marca: / Marca:

Model: / Modelo:

Núm. de sèrie: / N° de serie:

MICRÓFONO
Brüel & Kjaer Sound & Vibration Measurement A/S
Brüel & Kjaer
4189
2143258

Realitzats amb data 19-02-2010 els assajos i les comprovacions estipulats en l'Ordre ITC/2845/2007, de 25 de setembre, B.O.E. n° 237 de 03/10/2007, per la qual es regula el control metrollògic de l'Estat per als instruments destinats a mesurar el nivell de so audible, es certifica que l'instrument objecte del present document ha superat els assajos corresponents a la verificació indicada.

En conseqüència, es declara el mencionat instrument conforme per a efectuar la mesura pròpia de la seua finalitat, durant el termini d'un any comptador des de la data anteriorment indicada, en la qual es realitzaren els assajos de verificació.

Realizados en fecha 19-02-2010 los ensayos y las comprobaciones estipulados en la Orden ITC/2845/2007, de 25 de septiembre, B.O.E. n° 237 de 03/10/2007, por la que se regula el control metrollògic del Estado sobre los instrumentos destinados a medir niveles de sonido audible, se certifica que el instrumento objeto del presente documento, ha superado los ensayos correspondientes a la verificaci3n indicada.

En consecuencia, se declara a dicho instrumento conforme para efectuar la medici3n propia de su finalidad, durante el plazo de un a1o a contar desde la fecha anteriormente citada, en la que se realizaron los ensayos de verificaci3n.

Quart de Poblet, 19 de Febrer de 2010

Quart de Poblet, 19 de Febrer de 2010



INGEN: Entitat adjudicatària del Servei de Verificació Metrollògica a laComunitat Valenciana (DOGV núm. 3.459 de 23/03/99).
Entidad adjudicataria del Servicio de Verificaci3n Metrollògica en laComunidad Valenciana (DOGV núm. 3.459 de 23/03/99).

La presente documentaci3n no pertenece a los son3metros utilizados, ya que los utilizados se emplean para el uso acad3mico, los cuales no se requiere dicha acreditaci3n para la firma de proyectos.



BIBLIOGRAFIA:

- Ley 37/3003. Ley del Ruido.
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de Octubre.
- Ley 7/2002 de la Generalitat Valenciana
- Decreto 104/2066. Planificación y gestión en materia de contaminación acústica:
- Material Docente aportado en el área de Acústica Arquitectónica.

Web:

Ayuntamiento de valencia:

http://www.valencia.es/ayuntamiento/maparuido.nsf/vDocumentosTituloAux/Mapa%20Ruido-Introducci%C3%B3n?opendocument&lang=1&nivel=8_1

Mapas Aforos CV:

<http://www.cit.gva.es/cast/carreteras/mapas-car/carreteras-cv-car/>

Otros enlaces:

<http://www.almacenldcperu.com/data/Estudio%20de%20Impacto%20ambiental%20del%20proyecto/Apendice/Apendice%20H%20-%20Model%20Ruido%20Amb.pdf>

http://www.labcat.cat/attachments/File/AAM_002.pdf

<http://www2.ign.es/iberpix/visoriberpix/visorign.html>