



# GENERALITAT VALENCIANA

## CONSELLERIA D'INFRAESTRUCTURES I TRANSPORT

# Obres Públiques

### ELABORACIÓN DE LOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO DE LAS CARRETERAS DE LA GENERALITAT DE CÓDIGO CV-8 y CV-9

TRAMOS DE LAS CARRETERAS:  
CV-81, CV-84, CV-91, CV-95, CV-820, CV-821, CV-865, CV-870, CV-911, CV-914

EMPRESA  
CONSULTORA

**GESMAN** ●●  
INGENIERÍA DE GESTIÓN, S.L.

PROVINCIA DE  
**VALENCIA**  
**ALICANTE**

AÑO  
**2008**

CLAVE  
**2006/09/338**

Pressupost de licitació  
Presupuesto de licitación

**-€**

Data de redacció  
Fecha de redacción

**SEPTIEMBRE - 2008**

**TOMO I**  
**MEMORIA Y ANEJOS Nº 1 A Nº 4**

INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO:

**JAVIER VALERO OLMOS**

INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO:

**BARBARA GONZALEZ MELIA**

**Divisió de Carreteres**

**Oficina del Pla**

## 2. ANEJO II: METODOLOGÍA

### 2.1. DATOS DE ENTRADA

La información base utilizada es la cartografía en formato digital 3D, del Instituto Cartográfico Valenciano a escala 1/5.000 del año 2005 para todas las UME's, excepto para la CV-81 que se ha utilizado una cartografía en formato digital 3D, a escala 1/10.000 del Instituto Cartográfico Valenciano.

La elección de la cartografía a escala 1/5.000 se debe a la mayor actualización que presenta con respecto a la 1/10.000. No obstante, dado que de la CV-81 no se disponía de cartografía 1/5.000, se optó por mantener la escala 1/10.000.

#### 2.1.1 CARTOGRAFÍA

A continuación se expone para cada uno de los elementos de la cartografía, cuáles han sido las fuentes de información, cómo se han solventado los problemas de trazado y de antigüedad.

##### Plataforma y eje:

Para la fase A, se ha modelizado la plataforma y el eje de la carretera mediante la información extraída de la cartografía a escala 1/5.000, a excepción de la CV-81, donde se ha utilizado cartografía 1/10.000. No obstante, para la CV-81 existía un tramo que no estaba incluido en la cartografía y para su definición se utilizó una ortofoto de la zona proporcionada por el Instituto Cartográfico Valenciano. Se ha estimado adecuado el grado de precisión, en todos los casos, para el alcance de los trabajos desarrollados.

Como ya se ha comentado, para la CV-81, debido a que no se disponía de cartografía 1/5.000, se ha mantenido la modelización de la plataforma de la cartografía a escala 1/10.000.

##### Curvas de nivel:

Tanto para la fase A como para la fase B, en cuanto a las curvas de nivel, se ha utilizado la misma cartografía a escala 1/5.000, excepto para la CV-81, donde se disponía de cartografía a escala 1/10.000. Sin embargo, en todos los casos, se ha reproducido con adecuación a la realidad la topografía del terreno existente. Por tanto, y dado que la escala de la cartografía empleada, con curvas de nivel cada 5 metros, posee la precisión necesaria, no se ha requerido completar con otra información curvas de nivel referentes a desmontes o terraplenes. Para el caso de la CV-81, se disponía de información de curvas de nivel cada 10 metros.

Se ha verificado, en todos los casos, que las curvas de nivel no interferían con la plataforma ni con los taludes.

##### Edificaciones:

La información relativa a las edificaciones, se ha obtenido tomando como base la cartografía 1/5.000, a excepción de la CV-81 donde se ha utilizado cartografía a escala 1/10.000.

En general se ha revisado toda la cartografía, y se han completado aquellas zonas que presentaban carencia de algunas edificaciones recientes, mediante el reconocimiento visual del terreno con visitas de campo y fotografías aéreas. Asimismo, se han eliminado los elementos no existentes.

A continuación se muestra un cuadro resumen en el que se expone para cada una de las carreteras en estudio la cartografía empleada.

CARRETERA	CARTOGRAFÍA EMPLEADA	REQUIERE ORTOFOTO	FECHA EDICIÓN	2D ó 3D
CV-81	1/10.000	SÍ (2006)	1991-2002	3D
CV-84	1/5.000	NO	2005	3D
CV-91	1/5.000	NO	2005	3D
CV-95	1/5.000	NO	2005	3D
CV-820	1/5.000	NO	2005	3D
CV-821	1/5.000	NO	2005	3D
CV-865	1/5.000	NO	2005	3D
CV-870	1/5.000	NO	2005	3D
CV-911	1/5.000	NO	2005	3D
CV-914	1/5.000	NO	2005	3D

### 2.2. TRÁFICO

Los datos de tráfico disponibles se corresponden con datos del año 2007 para todas las UME's.

Para cada uno de los tramos de las UME's objeto de estudio se han obtenido las Intensidades Medias Horarias de cada período día, tarde y noche para vehículos ligeros y pesados y la velocidad media característica. Sin embargo, debido a que en algunos tramos no se disponía de la clasificación por velocidades ni por tamaño, se han utilizado los datos de tráfico de tramos afines, según la "Memoria Anual de Aforos del 2007" de la Conselleria de Infraestructura y Transportes.

Con respecto a los datos de las velocidades medias calculadas, éstos han sido validados con la velocidad límite permitida para cada tramo. Para ello se hizo uso del reportaje fotográfico realizado en el trabajo de campo y del programa de carreteras aportado por Conselleria. En aquellos casos en los que la velocidad media calculada superaba la velocidad límite de la vía, se mantenido la límite. Mientras que si la velocidad media calculada era inferior a la velocidad límite de la vía, se ha seleccionado la primera.



## 2.3. PREPARACIÓN DEL MODELO

### 2.3.1 CURVAS DE NIVEL

Partiendo de la cartografía que se disponía para cada una de las carreteras en estudio, se ha reproducido con adecuación a la realidad la topografía del terreno existente. Por tanto, no se ha requerido completar dichas curvas de nivel con otra información referente a desmontes o terraplenes, ya que el grado de precisión utilizado, con curvas cada 5 metros, incluía todas las posibles irregularidades del terreno. Para el caso de la CV-81, se disponía de información de curvas de nivel cada 10 metros, siendo esta precisión también válida.

Para la modelización de dichas curvas se recurre a la herramienta GIS. Para ello, se transformó a formato "shape". El software de predicción reconoce este formato y permite una vez importadas las curvas de nivel en shape, efectuar una vista 3D del modelo, de tal forma que se puedan identificar irregularidades o zonas anómalas en la cartografía.

Posteriormente se procedió a verificar, en todos los casos, que las curvas de nivel no interferían con la plataforma ni con los taludes, puesto que este hecho generaría un error en el modelo digital del terreno del software de predicción.

### 2.3.2 LÍNEAS DE ELEVACIÓN

Al igual que en el caso de las curvas de nivel, las líneas de elevación correspondientes a la plataforma se obtuvieron de la cartografía 1/5.000 proporcionada por el Instituto Cartográfico de Valencia. Únicamente en el caso de la CV-81 se disponía de cartografía 1/10.000 y se requirió completar parte del trazado de la plataforma mediante el uso de una ortofoto de la zona.

Una vez identificadas y completadas todas las líneas de elevación, se procedió a su modelización. Para ello se utiliza la herramienta GIS, y se transforma el formato de autocad a formato "shape". Este formato se exporta al software de predicción, mediante el cual se genera una vista 3D del modelo, junto con las curvas de nivel, para comprobar que la plataforma se adecúa perfectamente al terreno en todos los casos.

### 2.3.3 EJES DE LAS CARRETERAS

La única fuente de emisión sonora que se tiene en cuenta es la propia carretera. Para caracterizar los tramos de carretera en estudio, se considera como fuente de emisión sonora el eje de la misma.

De la cartografía a escala 1/5.000 se obtuvo la información referente al eje de cada carretera, como polilínea 3D, ya que para proceder a la modelización del mismo se requería la altura. Para la CV-81, dado que se disponía de cartografía a escala 1/10.000 más antigua y por tanto el trazado de la carretera no se correspondía con el actual, se definió el eje a partir de la ortofoto proporcionada por el Instituto Cartográfico Valenciano. Para definir la altura, se utilizaron los datos de cota del eje cada 10 metros, proporcionados por Conselleria.

Para la Fase A del estudio, se digitalizó un eje por carretera, por tanto el trazado de éste correspondía con la mediana de los viales, punto medio de la plataforma, y por tanto, los datos de tráfico que se le asignaron corresponden a los datos de ambos sentidos de la carretera.

No obstante, existen dos casos de posible desdoblamiento del eje. Éstos son:

La mediana entre viales de ambos sentidos supere los 15 metros de anchura.

La pendiente en algún tramo sea mayor de 3%

Dado que en ningún caso la mediana entre viales de ambos sentidos supera los 15 metros, no se ha realizado desdoblamiento del eje según este criterio.

Sin embargo, a partir de la información obtenida del visor proporcionado por Conselleria y del recorrido de campo, se dedujeron los tramos de carretera en los que la pendiente superaba el 3%. En estos casos se realizó un desdoblamiento del eje, mediante una paralela y se asignó la mitad del tráfico a cada línea de eje. Asimismo, en el software de predicción se asignó el parámetro de pendiente ascendente y descendente respectivamente.

Para los casos en los que la carretera presentara rotondas, únicamente se modelizaron, para la Fase A, las rotondas de inicio y fin.

Si finalizado el tramo en estudio de una carretera, continuaba su trazado, el eje se prolongó hasta que la influencia del ruido llegara a los 45 dB(A) nocturnos, teniendo en cuenta no sobrepasar los 800 metros, con el objetivo de tener en cuenta la continuidad de la emisión acústica de la carretera.

Para la Fase B del estudio, se digitalizaron dos ejes por carretera, uno por cada sentido de circulación. Por tanto el trazado de éstos discurría paralelo por el punto medio de los carriles de cada sentido, y los datos de tráfico que se le asignaron corresponden a los datos de cada sentido de la circulación. Asimismo, se digitalizaron todas las rotondas pertenecientes a las carreteras en estudio, tramificando los ejes en aceleración y deceleración, poniendo la correspondiente velocidad.

Para la modelización del eje de cada carretera, se hizo uso de herramientas GIS. Para ello, se transformó a formato "shape" y se tramificó según los datos de tráfico y velocidad. A continuación se le asignaron una serie de atributos a cada tramo. Algunos de estos atributos son de carácter informativo y otros son necesarios como datos de entrada para el software de predicción acústica.

Los atributos que se asignaron a cada tramo del eje son los que se muestran a continuación:

En concreto, para el estudio que nos ocupa, estos parámetros tomaron los siguientes valores:

CAMPO	SIGNIFICADO	TIPO DE DATO
OBJECTICS	Identificación del tramo.	Texto
COD_ESTUDIO	Código que identifica el tipo de estudio.	Texto
TIPO CARR	Tipo de vía	Texto
COD_TIPO_EST	Identificación del tipo de estudio	Texto
COD_TRAMO	Identificación del tramo	Texto
COD_UME	Código que identifica cada unidad de mapa estratégico	Texto
P.K. INI_CARR	Punto Kilométrico de inicio de la carretera	Doble
P.K. FIN_CARR	Punto Kilométrico final de la carretera	Doble
P.K. INI_TRAMO	Punto Kilométrico de inicio del tramo	Doble
P.K. FIN_TRAMO	Punto Kilométrico final del tramo	Doble
ANCHO_PLAT	Anchura en metros de la plataforma de la carretera	Doble
N_CARRILES	Número de carriles de la carretera	Entero corto
IMD	Intensidad Media Diaria	Doble
IMHLDIA	Intensidad Media Horaria de vehículos ligeros en el período día	Doble
IMHLTARDE	Intensidad Media Horaria de vehículos ligeros en el período tarde	Doble
IMHLNOCHE	Intensidad Media Horaria de vehículos ligeros en el período noche	Doble
IMHPDIA	Intensidad Media Horaria de vehículos pesados en el período día	Doble
IMHPTARDE	Intensidad Media Horaria de vehículos pesados en el período tarde	Doble
IMHPNOCHE	Intensidad Media Horaria de vehículos pesados en el período noche	Doble
VLDIA	Velocidad de ligeros en el período día	Doble
VLNOCHE	Velocidad de ligeros en el período noche	Doble
VPDIA	Velocidad de pesados en el período día	Doble
VPTARDE	Velocidad de pesados en el período tarde	Doble
VPNOCHE	Velocidad de pesados en el período noche	Doble
INPUT	Método utilizado para el cálculo	Entero corto
SLOPE2	Pendiente del tramo	Entero corto
FLOWTYPE	Tipo de flujo del tramo	Entero corto
RSURF_CODE	Firme de la carretera	Entero corto
HDEF	Definición de altura	Entero corto

Los atributos necesarios como entrada para el software de predicción acústica pueden tomar varios valores, en función del método de cálculo utilizado, la pendiente, el tipo de flujo, el firme de carretera y cómo esté definida la altura.

CAMPO	VALOR	SIGNIFICADO
INPUT	4	Método 2 de cálculo: "Period values, traffic flow"
SLOPE2	0	Pendiente ascendente
	1	Pendiente horizontal
	2	Pendiente descendente
FLOWTYPE	0	Flujo constante
RSURF_CODE	1	Asfalto de tipo bituminoso
HDEF	0	Altura en coordenadas relativas

#### 2.3.4 SUELO

El suelo es un elemento que puede alterar la propagación del sonido, y por tanto ha de ser incluido en el modelo de tal forma que se reproduzcan las condiciones de propagación reales.

En función del uso del suelo se han asignado los siguientes coeficientes:

TIPO DE SUELO	FACTOR ABSORCIÓN
Forestal/Agrícola	1
Parques	1
Urbano	0
Acumulación de agua	0
Zonas mixtas	0,5

Para definir cada zona según el tipo de suelo, se ha considerado el terreno por defecto como absorbente (factor de absorción  $G=1$ ) en el modelo. Las zonas urbanas y las grandes acumulaciones de agua se han definido como reflectantes (factor de absorción  $G=0$ ). Para ello, se ha utilizado una herramienta proporcionada por el software de predicción, que permite definir mediante una "ground region" la zona donde el factor de absorción es diferente a la del terreno base.

#### 2.3.5 EDIFICIOS

Tal y como se ha comentado en puntos anteriores, se ha revisado la cartografía mediante el reconocimiento visual del terreno con visitas de campo y fotografías aéreas. En algunos casos se ha completado con edificios más recientes.

Para la modelización de los edificios, se hizo uso de herramientas GIS. Para ello, se transformaron a formato "shape". A continuación se le asignaron una serie de atributos a cada tramo. Algunos de estos

atributos son de carácter informativo y otros son necesarios como datos de entrada para el software de predicción acústica, tal es el caso de la altura de éstos.

Partiendo de dicha información, se ha determinado en planta la localización y el contorno de cada una de las edificaciones. No obstante, la altura de dichas edificaciones se ha introducido posteriormente utilizando una conexión "WMS" a la Dirección General de Catastro, (<http://ovc.catastro.meh.es/Cartografia/WMS/ServidorWMS.aspx>). De dicha fuente se obtuvo el número de plantas de cada edificio y posteriormente se asignaron 3 m por planta. Sin embargo, para los edificios industriales de una planta se asignó una altura mayor (6 m).

Por tanto, se ha diferenciado según su uso en residencial, industrial, docente, sanitario y otros, a partir de la información proporcionada por el Catastro+SIGPAC y con las visitas de campo. Asimismo para identificar los colegios y hospitales se hizo uso de las páginas web de la Conselleria de Educación y Sanidad.

En las edificaciones destinadas a uso residencial, se ha diferenciado la tipología de vivienda, distinguiendo entre viviendas de tipo multifamiliar, adosada y aislada.

Para la fase B, dado que se trata de una fase de detalle, los polígonos que correspondían a manzanas de edificaciones, se han definido más en profundidad, asignando diferentes alturas en una misma manzana. Asimismo, se ha revisado con más detalle el tipo de fachada asignado a cada edificio, así como los usos de las edificaciones.

Dicha información se ha obtenido de la visitas de campo y de la conexión "WMS" a la Dirección General de Catastro.

En función del tipo de fachada se han asignado los siguientes coeficientes:

TIPO DE FACHADA	FACTOR ABSORCIÓN
Acrystalada	0
Tabique con fachada plana	0,2
Tabique con balcones	0,4
Material absorbente	0,6

Dicho factor se asigna en el parámetro "abschoice" de cada edificio. Para ello, se ha hecho uso de la información obtenida del inventario de campo de las edificaciones.

El número de reflexiones consideradas a efectos de propagación acústica ha sido 2 y la máxima distancia de propagación tras la primera reflexión ha sido 30 metros, factores que se han introducido en los parámetros de cálculo del software de predicción.

Asimismo, se ha considerado la última reflexión en las fachadas para los mapas de isófonas, mientras que no se ha tenido en cuenta para los mapas de exposición.

### 2.3.6 BARRERAS

Es necesario reproducir las barreras acústicas que se localizan a lo largo de la traza de las carreteras con el fin de considerar el efecto apantallamiento que producen en la propagación acústica. Sin embargo, del recorrido de campo que se hizo de todas las carreteras en estudio, se observó que no existía ninguna pantalla instalada y por tanto, no se procedió a su modelización.

### 2.3.7 VIADUCTOS

A partir de la información obtenida en las visitas de campo y la cartografía disponible, se han identificado los viaductos existentes por los que discurren las carreteras en estudio. Un vez localizados, se procedió a su modelización en el software acústico.

Para ello se utilizaron diversas herramientas incluidas en el software acústico que permitieron generar un curva de nivel paralela al tramo del viaducto, lo más cercana posible a éste pero sin tocarlo y se le asignó la altura de la curva de nivel más cercana, de tal forma que se reprodujo el efecto del viaducto en el modelo digital del terreno.

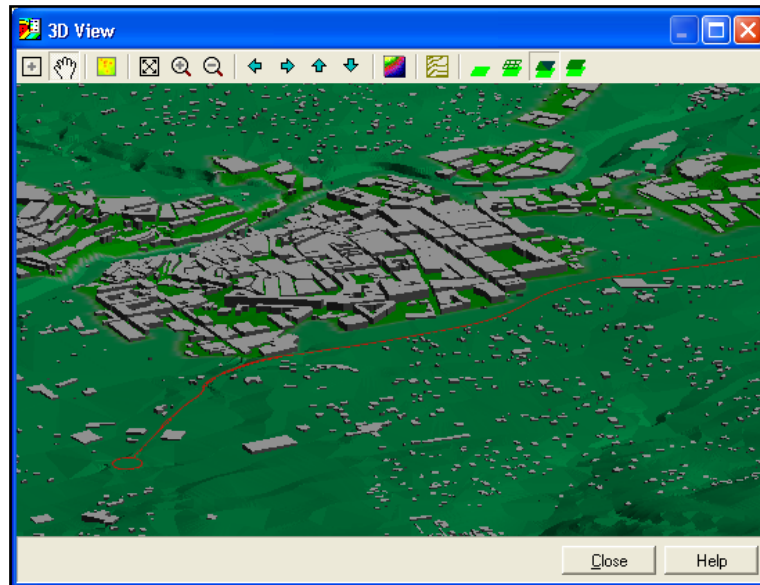
### 2.3.8 MODELO DIGITAL DEL TERRENO

El modelo digital del terreno se genera, tal y como se ha visto en los apartados anteriores, a partir de los datos obtenidos de la cartografía y los datos complementarios de las ortofotos, visores, etc.

Todos los elementos que forman el modelo digital del terreno han sido expuestos en los puntos anteriores.

A modo de resumen, se puede decir que la modelización digital presenta dos fases. Por un lado, el tratamiento mediante herramienta GIS de todos los datos de entrada al modelo procedentes de la cartografía, tales como curvas de nivel, plataformas, ejes y edificios para exportarlos posteriormente al software acústico. Por otro el uso de las herramientas que presenta el software de predicción para incorporar al modelo aquellos elementos no incluidos en la cartografía tales como túneles, viaductos y barreras, así como ciertos parámetros de cálculo.

Una vez se dispone de toda la información en el software de predicción con los atributos necesarios para que el modelo de cálculo se ejecute correctamente, se genera una vista 3D del modelo digital del terreno, herramienta muy útil para identificar elementos anómalos en la modelización.



Ejemplo de vista 3D del modelo digital del terreno

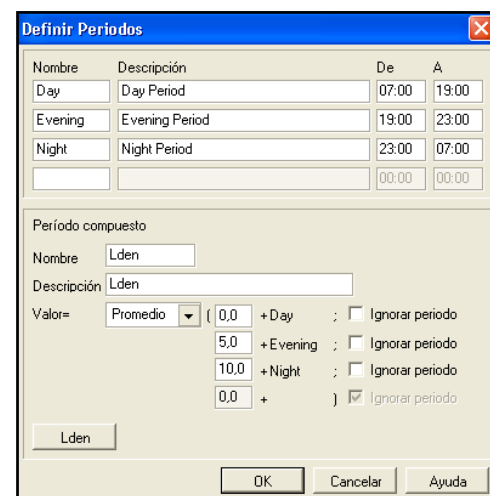
### 2.3.9 PERIODOS DE EXPOSICIÓN

Tal y como define el Real Decreto 1367/2007 se han diferenciado tres períodos de exposición:

Ldia: 12 horas comprendidas entre las 7:00 a.m. y las 19:00 p.m.

Ltarde: 4 horas comprendidas entre las 19:00 p.m. y las 23:00 p.m.

Lnoche: 8 horas comprendidas entre las 23:00 p.m. y las 7:00 a.m.



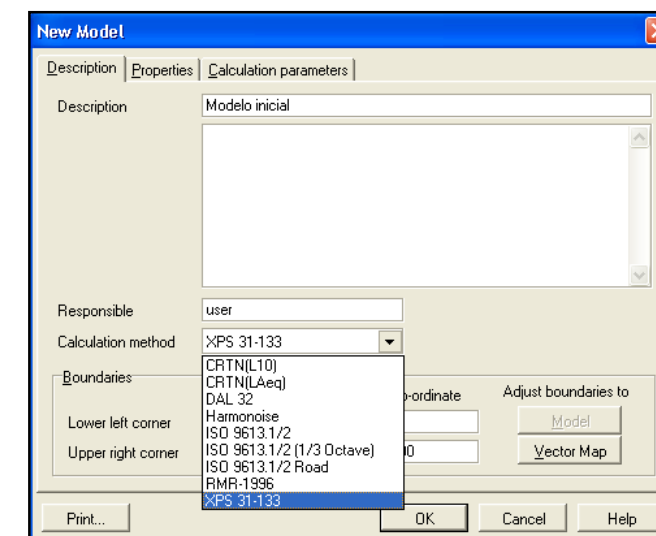
Ventana del software para la selección de los períodos de exposición

## 2.4. MÉTODO DE CÁLCULO

El método de cálculo, recomendado por la Directiva Europea 2002/49/CE de Gestión y Evaluación de Ruido Ambiental, y utilizado en el presente estudio, es el Método Francés "NMPB-Routes-96", mencionado en el "Arrête 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 método describe un procedimiento detallado para calcular los niveles sonoros causados por el tráfico rodado en las inmediaciones de una vía, teniendo en cuenta los efectos meteorológicos sobre la propagación.

El software de predicción que se utiliza para el cálculo del presente estudio, tiene implementado dicho método de cálculo. En concreto, el programa utilizado fue el Predictor Type 7810 B versión 6.1 de la casa Brüel&Kjaer. En la siguiente imagen se puede ver la selección de la norma francesa "XPS 31-133".



Ventana del software para seleccionar el Método Francés de cálculo

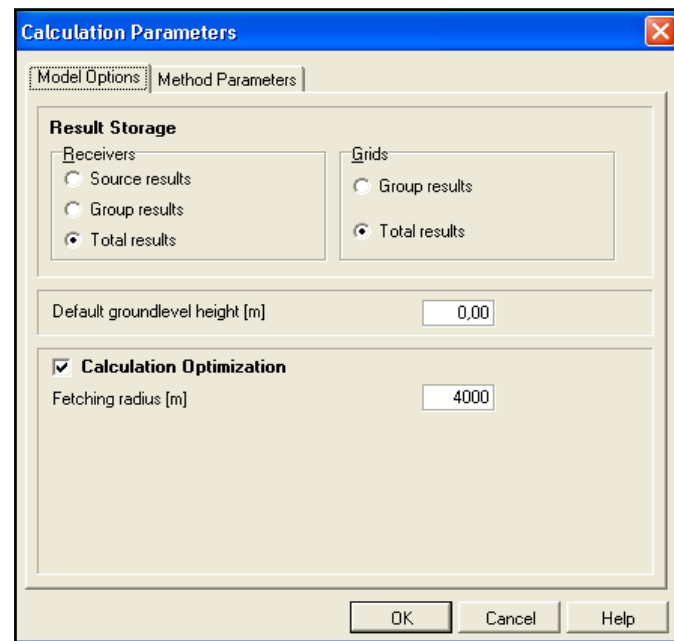
### 2.4.1 PARÁMETROS DE CÁLCULO

Las opciones de cálculo que presenta el modelo son las que se muestran a continuación:

- Almacenamiento de resultados ("Result Storage"): con esta opción es posible seleccionar el nivel de detalle para el almacenamiento de los resultados, tanto para los receptores como para las mallas. Las opciones que permite son:
  - Source results: con esta opción la atenuación total para todas las combinaciones de receptor/fuente serán almacenadas.
  - Group results: con esta opción, únicamente los resultados totales por grupo, receptor y período serán almacenados.
  - Total Results: con esta opción, sólo los resultados totales por receptor y por período serán almacenados.



- Optimización del cálculo ("Calculation Optimisation"): con esta opción se permite reducir el tiempo de cálculo para modelos grandes, con muchas fuentes o con largos tramos de carretera o vías férreas.
- Radio de búsqueda ("Fetching radius"): con esta opción, únicamente los elementos que se encuentren dentro de dicha distancia de un receptor, serán tenidos en cuenta. Para el presente estudio se escogió un valor de 4000 metros.

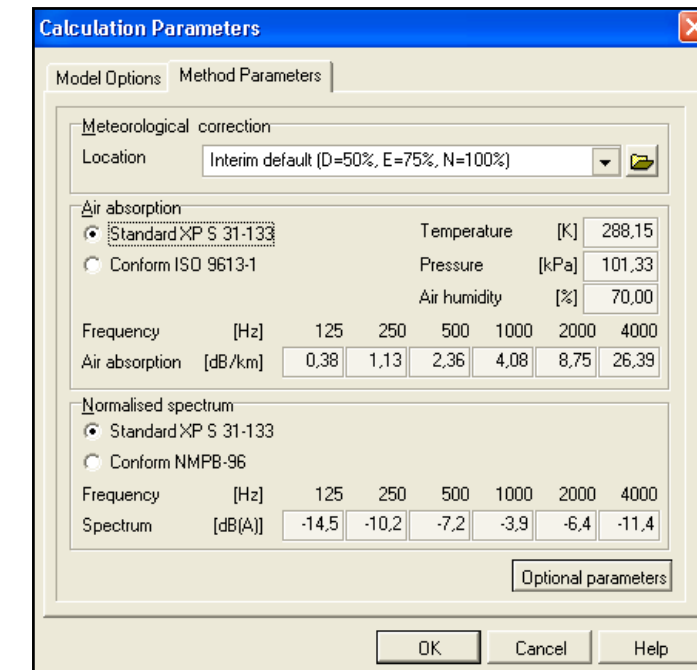


Ventana del software para seleccionar las opciones del modelo

Los parámetros asociados al método que el software de predicción permite seleccionar son los que se muestran a continuación:

- Corrección meteorológica ("Meteorological correction"): la norma XPS 31-133 introduce ciertas correcciones meteorológicas según porcentajes de condiciones favorables a la propagación del sonido en cada uno de los períodos en estudio y para cada dirección de propagación. Para el presente estudio se escoge:
  - Día: 50%
  - Tarde: 75%
  - Noche: 100%
- Absorción del aire ("Air absorption"): este parámetro se escoge según estándar de la norma XP S 31-133, para el cual las condiciones climáticas son:
  - Temperatura: 15°C
  - Presión: 101,33 KPa
  - Humedad relativa: 70%

- Espectro normalizado ("Normalised spectrum"): este parámetro se escoge para el espectro normalizado de tráfico rodado, según el estándar de la norma XP S 31-133.



Ventana del software para seleccionar los parámetros del método

#### 2.4.2 PARÁMETROS OPCIONALES DE CÁLCULO

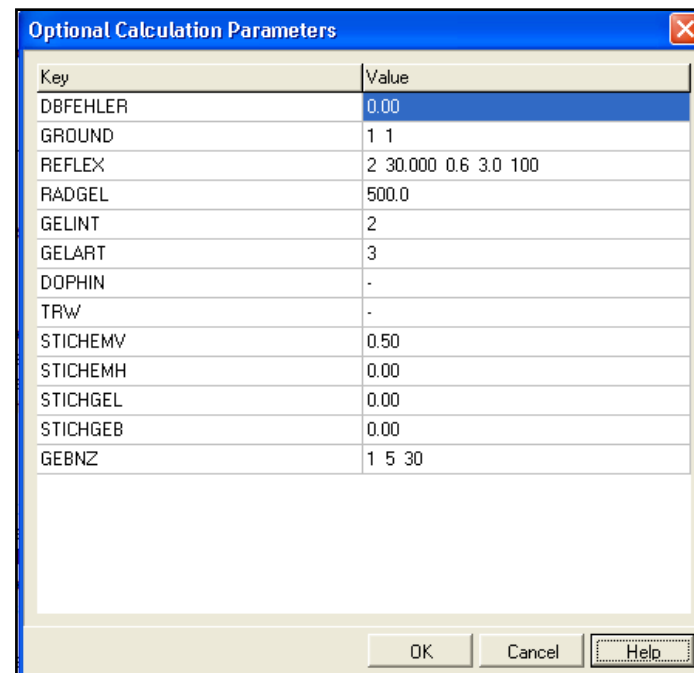
Los parámetros opcionales de cálculo que se seleccionaron para el presente estudio son los que se muestran a continuación:

- Error dinámico ("DBFEHLER"): es el margen de error dinámico en decibelios. Las especificaciones para este estudio eran un error máximo permitido en resultados de:
  - Fase A: 0,9 dB
  - Fase B: 0,5 dB

En concreto, se ha escogido un error dinámico de 0 dB para ambas fases.

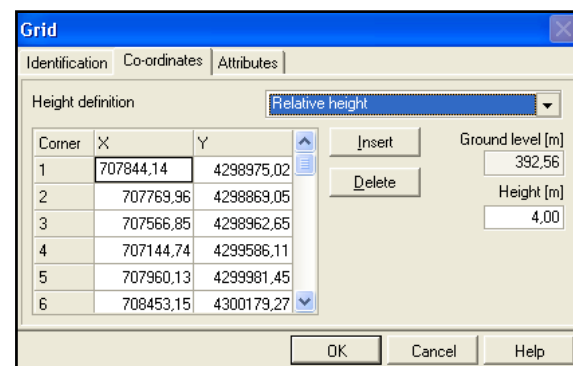
- Factor de absorción del suelo ("GROUND"): es la definición del factor de absorción del suelo. Se ha considerado el terreno base como absorbente, correspondiendo un factor de G=1. Sin embargo, en las zonas urbanas y en las grandes acumulaciones de agua se ha definido el terreno como reflectante, correspondiendo un factor de G=0.
- Reflexiones ("REFLEX"): este parámetro define las condiciones de cálculo para las reflexiones. Los valores que se han escogido son los que se muestran a continuación:
  - Orden de reflexión: el número de reflexiones a considerar es de 2.
  - Radio de reflexión: la máxima longitud de propagación tras la primera reflexión considerada es 30 metros.

- Última reflexión: para los mapas de isófonas sí que se considera mientras que para los mapas de exposición en fachada no.



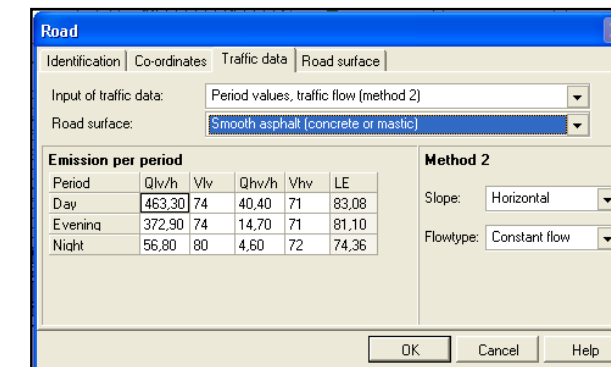
Ventana del software para seleccionar los parámetros de cálculo opcionales

- Tamaño de celda: para la Fase A se ha asignado un tamaño de celda de 30x30. Sin embargo, el tamaño de celda se ha reducido en el entorno del eje, y en general en aquellas zonas en las que las isófonas presentaban falta de definición, a un tamaño de 5x5 ó 10x10, según el caso. Posteriormente se han juntado los resultados de todas las mallas mediante el software de predicción para cada carretera en estudio. Para la Fase B, se ha asignado un tamaño de celda de 10x10.
- Altura de la malla: la altura de los receptores de las mallas ha sido en todos los casos de 4 metros.



Ventana del software para seleccionar la altura de la malla

- Limitación del cálculo por distancia: este parámetro se ha establecido de modo particular para cada caso pero en general se ha incluido la isófona de  $L_n=45$  dBA y 1500 metros a cada lado del eje.
- Coeficiente pavimento carretera: en general se ha escogido el pavimento convencional ya que no existía ningún tramo de las carreteras en estudio con pavimento de superficie porosa. La opción seleccionada en el software de predicción correspondiente al tipo de pavimento seleccionado es "smooth asphalt".



Ventana del software para seleccionar el pavimento



## 2.5. RESULTADOS

### 2.5.1 PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE LOS MAPAS

Para la **Fase A**, se han elaborado tres tipos de mapas de ruido: mapas de niveles sonoros, mapas de exposición y mapas de afección. Los mapas estratégicos básicos han sido calculados a una escala única de 1:25.000, elaborándose a esta escala los tres tipos de mapas.

Los indicadores que se aplican para la elaboración de los mapas estratégicos de ruido son:  $L_{den}$  (indicador de ruido de 24 horas), y el  $L_n$  ( $L_{night}$ , indicador de ruido para el período nocturno de 23 a 7 horas), tal y como se definen en la Directiva 2002/49/CE. Además se presentan también los indicadores  $L_d$  ( $L_{day}$ ) y  $L_e$  ( $L_{evening}$ ).

La altura del punto de evaluación de los indicadores  $L_{den}$ ,  $L_n$ ,  $L_d$ ,  $L_e$  es de 4 metros sobre el nivel del suelo.

Los **mapas de niveles sonoros** son mapas de líneas isófonas obtenidos a partir de los niveles de ruido calculados a través de un programa de modelización, en puntos receptores a lo largo de toda la zona de estudio.

Se han elaborado utilizando los siguientes indicadores de ruido y rangos:

INDICADOR	RANGOS DE ISÓFONAS
$L_{DEN}$	55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75 (dB)
$L_{día}$	55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75 (dBA)
$L_{tarde}$	50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70 (dBA)
$L_{noche}$	45-49, 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70 (dBA)

Tabla 1: Indicadores de ruido y rangos de isófonas utilizados

Los **mapas de exposición al ruido** indican la población expuesta a los rangos de niveles  $L_{DEN}$ ,  $L_{día}$ ,  $L_{tarde}$ ,  $L_{noche}$  de la tabla 1 en centenas. Tienen por objeto, por tanto, presentar los datos que relacionan los niveles de ruido en fachada de edificios de viviendas con el número de viviendas y personas que habitan en ellas. Para el conteo de la población expuesta se ha tomado como criterio asignar una centena a partir de 50 habitantes y redondeando a la centena superior.

Dichos mapas incluyen el número total estimado de personas (expresado en centenas), cuya vivienda está expuesta a cada uno de los rangos de la tabla 1, a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo.

Para el cálculo de los niveles de ruido en fachada de estos mapas, se considera únicamente el sonido incidente sobre la fachada del edificio que se analiza en cada caso, pero teniendo en cuenta las posibles reflexiones en el resto de edificios y obstáculos (orden de reflexión 2). Los receptores se situarán a 0,1 metros de la fachada.

En cuanto al número de receptores de fachada, se colocarán en edificios con una altura mínima de 2 metros y una longitud de fachada mayor de 2 metros siendo la distancia mínima entre los receptores de 3 metros.

Los **mapas de afección** presentan los datos de superficies totales ( $Km^2$ ) expuestas a valores de  $L_{DEN}$  superiores a 55, 65 y 75 dB respectivamente, así como las respectivas isófonas; incluye además el número estimado de viviendas y personas (en centenas), centros educativos y hospitales expuestos a estos niveles de  $L_{DEN}$ . Para el conteo de la población afectada se ha tomado como criterio asignar una centena a partir de 50 habitantes y redondeando a la centena superior.

Para la Fase B, se han elaborado dos tipos de mapas de ruido: mapas de niveles sonoros y mapas de exposición al ruido. Los mapas estratégicos de detalle han sido calculados a una escala única de 1:5.000, elaborándose a esta escala los dos tipos de mapas.

Para la elaboración de estos mapas, se utilizan los mismos indicadores que para la obtención de los mapas básicos.

Para la obtención de todos los mapas, se exportaron los resultados obtenidos en cada receptor de las diversas mallas, a formato "txt" y mediante una aplicación del software acústico se unieron los tramos calculados y se exportaron a formato "shape". Posteriormente se importaron mediante herramientas GIS las capas correspondientes a los niveles sonoros, sirviendo como punto de partida para la presentación de los mapas.

### 2.5.2 ASIGNACIÓN DE POBLACIÓN A EDIFICIOS

De acuerdo con la finalidad de los mapas estratégicos, es imprescindible conocer la población que reside habitualmente en los edificios afectados por el ruido del tráfico rodado de la carretera en estudio.

Dado que las bases de datos de población y vivienda existentes están poco detalladas y en muchos casos poco actualizadas, se procedió de la forma que se indica a continuación para asignar la población a los edificios.

#### 2.5.2.1 Datos de partida

Para llevar a cabo este procedimiento se requería disponer de la siguiente información:

- Población por municipios. Datos obtenidos del INE (Instituto Nacional de Estadística) para el año 2007.
- Tabla de población incluyendo el término municipal y los núcleos afectados. Datos obtenidos del INE (Instituto Nacional de Estadística) para el año 2007.
- Tamaño medio de viviendas. Superficie útil. Datos obtenidos del INE para el año 2001.
- Número total de viviendas construidas en cada municipio. Datos obtenidos del INE para el año 2001.

#### 2.5.2.2 Procedimiento general

Para la asignación de población a los edificios, se procedió de la siguiente forma:

1. Cálculo de la Población en Zona de Estudio

Conforme a los datos obtenidos del censo de población y vivienda: "Tamaño Medio de Viviendas. Superficie útil, (INE)", se obtuvo la Superficie Media de la vivienda por municipio. Dependiendo del tipo de vivienda este dato se obtuvo de la siguiente forma:

- Para los bloques de viviendas, tomando el centro de cada rango de superficies, se calcula la media ponderada de los porcentajes de las viviendas con diferentes superficies. El dato obtenido correspondía a superficie útil.
- Para los adosados, se calcula en base a la superficie tipo de una vivienda adosada media. Para ello se escogieron al azar 3 polígonos representativos y se obtuvo la superficie media.
- Las viviendas típicas de pueblo se asemejaron a los adosados en cuanto al cálculo de superficie media de vivienda se refiere.

Del mismo modo se obtuvieron del censo de población y vivienda: "Tamaño Medio de Viviendas. Superficie útil, (INE)", el número total de viviendas construidas en cada municipio objeto de estudio.

Multiplicando, el número total de viviendas de cada municipio por la superficie útil del mismo, se obtuvo la superficie total de viviendas construidas en todo el término municipal de cada municipio objeto de estudio.

Mediante el SIG, se calculó la superficie construida del municipio englobada dentro de la Zona de Estudio (Z.E). Para ello se tuvo en cuenta el número de plantas de cada edificio. A esta superficie se le restó un 20% para así obtener la Superficie Útil construida del municipio englobada dentro de la Zona de Estudio.

Con esta aproximación se calculó la población incluida dentro del área de estudio. Para ello, se obtuvo la relación entre la superficie útil construida en la zona de estudio y la superficie útil construida en todo el término municipal, y este porcentaje se multiplicó por la población censal.

Mediante la aplicación de este procedimiento, se observó que en los municipios en los que la Zona de Estudio representaba un pequeño porcentaje con respecto al total del término municipal, los resultados obtenidos eran incoherentes, ya que los porcentajes eran extremadamente altos.

El motivo de estas incoherencias era que los datos obtenidos del Censo de Población y vivienda: "Tamaño Medio de Viviendas. Superficie útil, (INE)" son datos referidos al año 2001, y la cartografía en la que se basa el presente estudio es del año 2007, y por tanto existen grandes diferencias tanto en la Superficie construida en el término municipal, como en la población de los municipios afectados por el presente estudio.

Para los casos que presentaban dichas incoherencias se aplicó el procedimiento que se detalla a continuación:

- Mediante SIG se digitalizaron los edificios construidos dentro del término municipal y que no pertenecen a la Zona de Estudio hasta completar totalmente la cartografía del municipio, para ello se utilizó una conexión "WMS" a la Dirección General del Catastro, (<http://ovc.catastro.meh.es/Cartografia/WMS/ServidorWMS.aspx>).
- Mediante SIG se calculó la Superficie total construida en todo el término municipal, teniendo en cuenta el número de plantas de cada edificio y se le restó la ponderación del 20%, para obtener la superficie total construida útil.

- Mediante SIG, se calculó la superficie construida del municipio englobada dentro de la Zona de Estudio. A esta superficie se le restó un 20% para así obtener la Superficie Útil construida del municipio englobada dentro de la Zona de Estudio.
- Con esta aproximación se calculó la población incluida dentro del área de estudio, multiplicando el porcentaje obtenido y la población censal.

Para comprobar que los datos obtenidos eran coherentes, se hizo una estimación del incremento tanto de población como de superficie construida, sufrido por los municipios afectados por el estudio, en el periodo 2001-2006. Para ello se utilizaron los datos del Censo de Población y Vivienda (INE).

## 2. Cálculo de la Ocupación Media por Vivienda

Se calculó la ocupación media por vivienda que es igual a:

$$\text{Ocupación Media por Vivienda} = \text{Población en la Z.E.} / \text{N}^{\circ} \text{ viviendas}$$

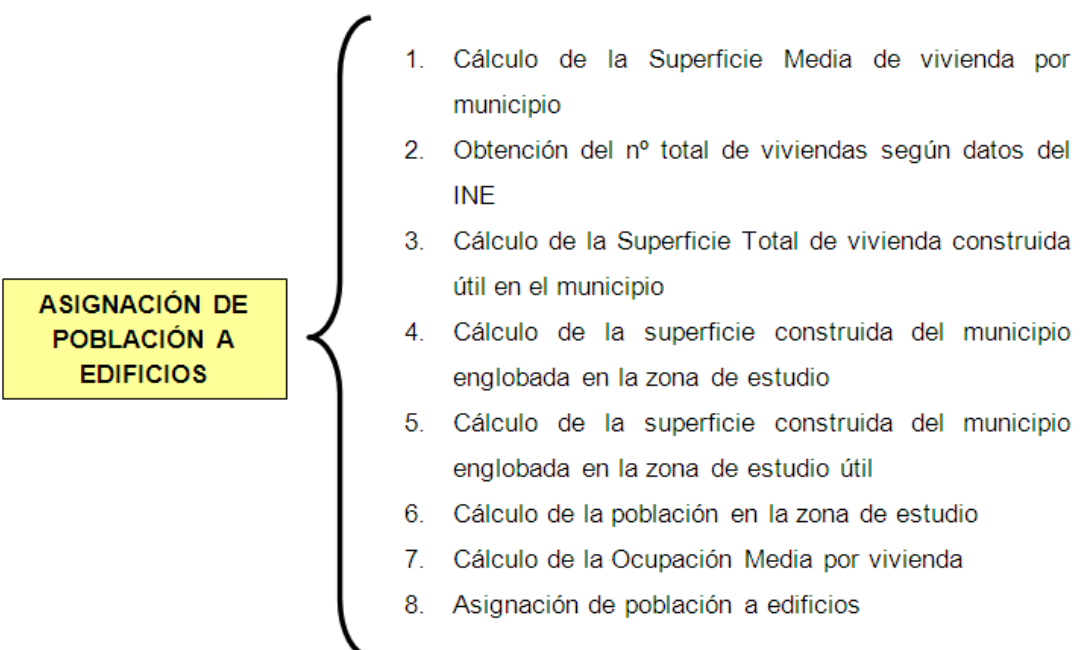
El número de viviendas se calculó de la siguiente forma, dependiendo del tipo de vivienda:

- Unifamiliares: 1 vivienda / edificio
- Adosados: superficie planta / superficie media de adosados
- Bloques: (superficie en planta x nº de plantas) / superficie media de viviendas

## 3. Asignación de Población a Edificios

Finalmente se asignó la población a cada edificio. Para ello se multiplicó el nº de viviendas de cada edificio por la ocupación media.

A continuación se muestra un esquema resumen de la asignación de población a edificios:



### 2.5.3 CENTROS EDUCATIVOS Y HOSPITALARIOS

#### 2.5.3.1 Centros educativos

Con el fin de valorar el nivel de ruido procedente del tráfico rodado de la carretera en estudio, al que están sometidos los diferentes centros educativos se procedió de la siguiente forma:

En primer lugar se identificaron en la cartografía los edificios correspondientes a centros educativos. En el shape de edificios se asignó el código "Docente" (D) en el campo "USO\_EDIF".

Para llevar a cabo esta tarea se utilizaron las siguientes fuentes de información:

Catastro

Visitas de campo

Página web oficial de la Conselleria de Educació de la Generalitat Valenciana

Como resultado de este proceso, se obtuvo un listado de la relación de centros educativos, incluyendo el nombre del centro, el término municipal al que pertenecen y las plazas del centro.

Cabe destacar que se consideró Centro Educativo todo aquel en el que se imparte algún tipo de enseñanza reglada.

A continuación se muestra el listado de la relación de centros educativos incluidos en la zona de estudio para cada carretera.

CARRETERA	NOMBRE COLEGIO
CV-81	CEIP MAESTRO CARMELO RIPOLL
CV-81	IES POU CLAR
CV-81	CEIP PUREZA DE MARÍA
CV-81	CEIP LUIS VIVES
CV-81	CEIP SANT VICENT FERRER
CV-81	CEIP MARTINEZ VALLS
CV-81	IES L'ESTACIÓ
CV-81	IES JAUME I
CV-81	CEIP VICENTE GIRONES MORA
CV-81	CEIP LLUIS VIVES
CV-81	CEIP BONAVISTA
CV-81	CEIP RAFAEL JUAN VIDAL
CV-81	CEIP SANTA MARÍA
CV-81	IES SAN JUAN BOSCO
CV-81	CEIP LA MILAGROSA
CV-84	COLEGIO INFANTA ELENA
CV-84	COLEGIO VISTAHERMOSA
CV-84	COLEGIO INFANTIL

CARRETERA	NOMBRE COLEGIO
CV-84	COLEGIO EL CASTILLO
CV-84	COLEGIO DOCTOR CALATAYUD
CV-84	COLEGIO GENERAL MOSCARDÓ
CV-84	IES LA NIA
CV-84	IES Nº2
CV-95	CEIP AMANECER
CV-95	CEIP ROMUALDO BALLESTER
CV-91	IES ANTONIO SEQUEROS
CV-91	CEIP CANALES Y MARTÍNEZ
CV-91	COLEGIO MARÍA PATERNINA
CV-91	CEIP MANUEL DE TORRES
CV-91	CEIP PRÍNCIPE DE ESPAÑA
CV-91	ESCUELA DE MÚSICA MAESTRO RODRIGO
CV-91	ESCUELA INFANTIL LOS DUENDES
CV-91	ESCUELA INFANTIL MUNICIPAL
CV-91	CEIP ANTONIO SEQUEROS
CV-91	ESCUELA DE DANZA MUNICIPAL
CV-91	CEIP MIGUEL DE CERVANTES
CV-91	ESCUELA DE MÚSICA
CV-91	IES LA ENCANTA
CV-820	CEIP GÓMEZ NAVARRO
CV-820	ORATORIO FESTIVO
CV-820	IES LA MOLA
CV-820	CEIP SÁNCHEZ ALBORNOZ
CV-820	CEIP SAN JOSÉ DE CLUNY
CV-865	IES PEDRO IBARRA RUÍZ
CV-865	GUARDERÍA
CV-865	CEIP LUÍS CHORRO
CV-865	CEIP CARLOS III
CV-865	COLEGIO MIGUEL HERNANDEZ
CV-865	IES VICTORIA KENT
CV-821	UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ
CV-821	UNIVERSIDAD DE ALICANTE
CV-821	PARVULARIO SIERRA DE BÈRNIA
CV-821	IES VIRGEN DEL REMEDIO
CV-821	IES MUTXAMEL
CV-821	IES LUIS GARCÍA BERLANGA



CARRETERA	NOMBRE COLEGIO
CV-821	IES LLOIXA
CV-821	IES HAYGON
CV-821	IES GAIA
CV-821	GRUPO ESCOLAR SANTA FAZ
CV-821	GRUPO ESCOLAR JUAN BAUTISTA LLORCA
CV-821	ESCUELA INFANTIL ELS XIQUETS
CV-821	ESCUELA DE ARTES Y OFICIOS
CV-821	COLEGIO SANTA FAZ
CV-821	COLEGIO SAN RAIMUNDO DE PEÑAFORT
CV-821	COLEGIO REYES CATÓLICOS
CV-821	COLEGIO NUESTRA SRA. DE LA VICTORIA
CV-821	COLEGIO NUESTRA SRA. DE LA PAZ
CV-821	COLEGIO JESÚS Y MARÍA
CV-821	COLEGIO ESPÍRITU SANTO
CV-821	COLEGIO CEBAT
CV-821	COLEGIO AIRE LIBRE
CV-821	CENTRO INFANTIL NATURA
CV-821	CEIP SANTA ISABEL
CV-821	CEIP ROMERO
CV-821	CEIP RAJOLETES
CV-821	CEIP MANUEL ANTÓN
CV-821	CEIP LUCENTUM
CV-821	CEIP L'HORTA
CV-821	CEIP JUAN RAMÓN JIMÉNEZ
CV-821	CEIP JAUME I
CV-821	CEIP EMILIO VALERA
CV-821	CEIP EMILIO VALERA
CV-821	CEIP EL SALVADOR
CV-821	CEIP AZORÍN
CV-911	FPA MUNICIPAL DE RAFAL
CV-911	IES RAFAL
CV-911	TRINITARIO SEVA

### 2.5.3.2 Centros hospitalarios

Para poder valorar el nivel de ruido al que están sometidos los diferentes centros hospitalarios, se procedió de la siguiente manera:

En primer lugar se identificaron en la cartografía los edificios correspondientes a centros hospitalarios. En el shape de edificios se asignó el código "Sanitario" (S) en el campo "USO\_EDIF".

Para llevar a cabo esta tarea se utilizaron las siguientes fuentes de información:

Visitas de campo

Página web de residencias geriátricas de España

Páginas web sobre sanidad

Como resultado de este proceso, se obtuvo un listado de la relación de centros hospitalarios, incluyendo el nombre del centro, el término municipal al que pertenecen y el número de camas.

Se consideró uso hospitalario aquellos usos sanitarios en los cuales existía régimen de internamiento, es decir, aquellos donde podían producirse pernотaciones.

A continuación se muestra el listado de la relación de centros hospitalarios incluidos en la zona de estudio para cada carretera.

CARRETERA	NOMBRE HOSPITAL
CV-81	CENTRO DE SALUD DE ONTINYENT
CV-81	HOSPITAL GENERAL DE ONTINYENT
CV-84	ASILO VIRGEN DE LAS NIEVES
CV-84	CENTRO DE SALUD DE ASPE
CV-91	CENTRO DE SALUD ROSALES
CV-91	CENTRO DE SALUD ALMORADÍ
CV-91	CONSULTORIO AUXILIAR BENEJÚZAR
CV-95	HOSPITAL DE TORREVIEJA
CV-820	CENTRO DE SALUD NOVELDA
CV-820	INSALUD
CV-865	HOSPITAL UNIVERSITARIO DE ELCHE
CV-911	HOSPITAL VEGA BAJA
CV-911	CENTRO DE SALUD BENITO ÁLVAREZ RIVA
CV-914	HOSPITAL DE LA VEGA BAJA
CV-865	UNIDAD DE PSIQUIATRÍA ALCOHÓLICOS
CV-865	SANIDAD Y BENEFICIENCIA
CV-865	RESIDENCIA GERIÁTRICA
CV-865	HOSPITAL UNIVERSITARIO SANT JOAN
CV-865	HOSPITAL PSIQUIÁTRICO DE LA DIPUTACIÓN
CV-865	COTOLENGO PADRE ALEGRE
CV-865	CLÍNICA CAZORLA
CV-865	CENTRO PSIQUIÁTRICO

CARRETERA	NOMBRE HOSPITAL
CV-865	CENTRO PSICOPEDAGÓGICO SAN JUAN DE DIOS
CV-865	CENTRO DE TRANSFUSIONES
CV-865	CENTRO DE SALUD SANT JOAN
CV-865	CENTRO DE SALUD CIUDAD JARDÍN
CV-865	CENTRO DE SALUD
CV-865	AMBULATORIO

#### 2.5.4 ASIGNACIÓN DE POBLACIÓN A FACHADAS

De acuerdo con la finalidad de los mapas de exposición, es necesario distribuir la población de los edificios de los núcleos estudiados en la Fase B, entre las fachadas que los componen, con la finalidad de valorar más finamente la población en centenas, expuesta a los diferentes niveles de ruido generado por el tráfico rodado de las carreteras en estudio.

##### 2.5.4.1 Datos de partida

Para llevar a cabo este procedimiento se requería disponer de la siguiente información:

- Capa de edificios en formato shape, siendo uno de los atributos, el número de habitantes de cada uno de ellos.
- Niveles sonoros obtenidos para cada uno de los receptores asignados a las fachadas.

Ambos datos se obtienen como resultado de la Fase A.

##### 2.5.4.2 Procedimiento general

Para la asignación de población a fachadas, se procedió de la siguiente forma:

1. Obtener las líneas de fachada a partir de los polígonos de los edificios

Mediante el uso de herramientas GIS, se convierten los polígonos correspondientes a edificios en varias líneas de fachadas, determinando la longitud de cada línea y el perímetro por tanto del edificio.

2. Determinar el número de habitantes por fachada

Dado que se conoce en número total de habitantes por edificio, y el perímetro del mismo, se puede calcular realizando su cociente, el número de habitantes asignados por metro lineal de fachada. Posteriormente, el número de habitantes por cada fachada, será el producto del número de habitantes por metro lineal y la longitud de cada fachada.

$N^{\circ}$  habitantes por metro lineal =  $N^{\circ}$  total habitantes edificio / Perímetro del edificio

$N^{\circ}$  habitantes por fachada =  $N^{\circ}$  habitantes por metro lineal \* Longitud de la fachada

3. Obtener los niveles sonoros de los receptores

Tal y como se ha expuesto en el procedimiento de obtención de los mapas, se determinan los niveles sonoros en los receptores situados a 0,1 metros de la fachada, siempre que ésta tenga una longitud mayor de 2 metros y para edificios con alturas superiores a los 2 metros, siendo la separación entre receptores de 3 metros.

Se obtiene, finalmente, un shape de puntos con la localización de los receptores y los niveles sonoros de los índices Lden, Ldía, Ltarde y Lnoche para cada receptor.

4. Asociación de los puntos a las fachadas

Mediante herramientas GIS, se asocian los puntos de los receptores con la información de los niveles sonoros de cada índice, a las fachadas más cercanas y por tanto, se obtienen las fachadas con un campo asociado que corresponde a los niveles sonoros que les afectan para cada índice y otro campo con el número de habitantes que le corresponden a esa fachada, obtenido en el punto 2 de este procedimiento.