



Congreso Nacional del Medio Ambiente
Cumbre del Desarrollo Sostenible

COMUNICACIÓN TÉCNICA

El mapa estratégico de ruidos de Murcia

Autor: Fuensanta Vizquete Cano

Institución: Ayuntamiento de Murcia. Concejalía de Medio Ambiente y Calidad Urbana
E-mail: fuensanta.medioambiente@ayto-murcia.es

Otros autores: Adela Martínez-Cachá Martínez (Ayuntamiento de Murcia. Concejalía de Medio Ambiente y Calidad Urbana); Francisco Carpe Ristol (Ayuntamiento de Murcia. Concejalía de Medio Ambiente y Calidad Urbana); Alejandro Ochoa Martínez (Acre Ambiental S.L); José Ramón Gil de Pareja Martínez (Acre Ambiental S.L).



RESUMEN:

Hoy día el ruido es uno de los principales factores que inciden en la calidad de vida de las personas, y uno de los principales problemas ambientales que más preocupa a los ciudadanos. La elaboración de mapas de ruido permite conocer los niveles acústicos de una zona y constituyen un valioso instrumento de gestión ambiental. El Ayuntamiento de Murcia inició la elaboración del mapa de ruidos del municipio en el año 1995 efectuando mediciones durante los periodos diurno y nocturno. El Plan General de Murcia fué el primero en la Región en aportar datos del nivel sonoro ambiental tal y como establece el Decreto regional 48/1998 de protección del medio ambiente contra el ruido y en aplicar medidas de mejora acústica como exigir mayor aislamiento acústico al establecido en la NBE-CA-88 en los nuevos edificios situados en zonas donde se superan los niveles de ruido fijados por la normativa en el exterior, con el fin de cumplir en el interior los niveles fijados por ésta, adelantándose así a lo establecido por el CTE. La aparición de la Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, traspuesta al ordenamiento español por la Ley 37/2003, del Ruido, y su normativa de desarrollo, ha supuesto el establecimiento de un marco homogéneo a nivel europeo en lo relativo al ruido ambiental. Entre otras establece la obligación de elaborar según criterios de evaluación comunes a todos los Estados miembros mapas de ruido a aquellas aglomeraciones urbanas de más de 250.000 habitantes, en una primera fase y a las de más de 100.000, habitantes en una fase posterior. Su finalidad es conocer la exposición de la población a los diferentes niveles de ruido con criterios europeos unificados, y establecer las líneas necesarias para desarrollar Planes de Acción. En cumplimiento de esta normativa el Ayuntamiento de Murcia ha realizado el primer mapa estratégico de ruido del municipio, que cuenta con una población actual de 427.6180 habitantes. Dada su considerable extensión, 881,83 km², y a la complejidad de los estudios y cálculos a realizar, en primer lugar se ha abordado la zona de mayor densidad poblacional, el casco urbano de la ciudad de Murcia, siendo estos los resultados que se muestran, así como los diferentes estudios y consideraciones metodológicas que ha sido necesario abordar para su consecución.



1.- INTRODUCCIÓN

El ruido es uno de los principales factores que inciden en la calidad de vida de las personas, y uno de los problemas ambientales que más preocupa a los ciudadanos, por ello son diversas las iniciativas emprendidas en este campo.

Una de las herramientas más empleadas en la lucha contra el ruido es la elaboración de mapas acústicos con el fin de conocer los niveles de una determinada zona en función de un indicador de ruido, su distribución, conocimiento de las fuentes sonoras causantes de la contaminación acústica y su impacto en la población.

La aparición de la Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, traspuesta al ordenamiento español por la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, y su normativa de desarrollo, ha supuesto el establecimiento de un marco homogéneo a nivel europeo en lo relativo al ruido ambiental. Entre otras se establece la obligación de elaborar, según criterios de evaluación comunes a todos los Estados miembros, mapas estratégicos de ruido a aquellas aglomeraciones urbanas de más de 250.000 habitantes, en una primera fase y a las de más de 100.000, habitantes en una fase posterior así como en grandes ejes viarios, ferroviarios y grandes aeropuertos. Su finalidad es conocer la exposición de la población a los diferentes niveles de ruido con criterios europeos unificados. Una vez obtenidos los mapas se han de elaborar los Planes de Acción donde han de venir recogidas las medidas a adoptar para reducir o prevenir la contaminación acústica en cada aglomeración urbana

Los mapas estratégicos de ruido se convierten así en un valioso instrumento de gestión ambiental de cara a plantear actuaciones de lucha o prevención contra la contaminación acústica.

El municipio de Murcia con 427.618 habitantes figura entre las aglomeraciones urbanas que han de elaborar mapas estratégicos de ruido en la primera fase.

2.- ANTECEDENTES:

El Ayuntamiento de Murcia, con el fin de obtener información sobre los niveles acústicos existentes en las calles del municipio, inició a través de la Concejalía de Medio Ambiente la elaboración del mapa de ruidos en el año 1995. Desde entonces el Servicio de Protección Ambiental ha venido efectuando mediciones de los niveles de ruido ambiental durante los periodos diurno y nocturno, según los protocolos de medida establecidos en el Decreto regional 48/1998 de protección del medio ambiente contra el ruido y la Ordenanza municipal de Protección del medio ambiente contra la emisión de ruidos y vibraciones.

Con ello se consiguió disponer de una base de datos con 569 medidas en periodo día y 331 en periodo noche que puede ser consultada en la web municipal. Es importante señalar que el criterio principal para la realización de dicho mapa de ruidos fue seleccionar aquellas zonas más ruidosas con el fin de adoptar medidas para su mejora acústica. La información obtenida permitió la adopción por parte del Ayuntamiento de Murcia de diferentes medidas en la lucha contra la contaminación acústica. Entre estas destacan:



En el campo del Urbanismo:

- El **Plan General del municipio de Murcia, aprobado en el año 2001**, fue el primero en la región de Murcia en introducir datos del nivel sonoro ambiental tal y como establecía el Decreto regional 48/1998 de protección del medio ambiente contra el ruido y en aplicar medidas de mejora acústica como: la obligación de que los documentos de desarrollo del Planeamiento para los núcleos urbanos y urbanizables situados junto a autopistas, autovías, arterias de gran capacidad, polígonos industriales, estaciones aeropuertos, centros de transporte, etc. aporten un estudio acústico de la zona con el fin de adoptar criterios acústicos en su ordenación; exigir, a través de la licencia de obras, aislamiento acústico supletorio al exigido en la NBE-CA-88, con el fin de que los nuevos edificios situados en calles del municipio que superan en el exterior los límites fijados por la normativa cumplan al menos con los niveles de ruido fijados por la normativa para el interior de las edificaciones, adelantándose así a lo establecido en el actual Código Técnico de la Edificación, DB-HR Protección frente al ruido, de obligado cumplimiento a partir de octubre de 2008.
- Puesta en marcha en el año 2002 de una línea de subvenciones para incrementar el aislamiento acústico en aquellos edificios ya existentes situados en calles donde se superan los niveles de ruido fijados por la normativa.
- Aprobación de una nueva Ordenanza municipal de Protección del medio ambiente contra la emisión de ruidos y vibraciones (año 2.000), donde, entre otras medidas, se establecen siete Zonas de Especial Protección Medioambiental (ZEPM) en el casco urbano de Murcia, y se fijan medidas especiales que permitan mejorar o preservar su calidad acústica.

En el campo de la movilidad:

- Instalación de asfalto fonoabsorbente en las nuevas vías de tráfico y en aquellas que se van renovando.
- Controles de los niveles de ruido de los vehículos a motor. Desde el año 2004 técnicos del Servicio de Protección Ambiental en colaboración con la Patrulla Ecológica efectúan controles a nivel de calle de las emisiones de vehículos y especialmente de los ciclomotores. En el año 2006 se firmó un convenio con la ITV con el fin de comprobar el adecuado funcionamiento de los vehículos y al que además pueden acudir los ciudadanos de forma gratuita.
- Servicio compartir coche: El Ayuntamiento de Murcia cuenta con un servicio en su página web www.murcia.es para facilitar el contacto de aquellas personas que realizan los mismos desplazamientos y ofrecerles la oportunidad de compartir vehículo.
- Potenciación de modos de desplazamiento sostenible en detrimento del vehículo privado: peatonalización de calles y establecimiento de Zonas de Tráfico restringido, renovación, ampliación y protección de aceras, eliminación de barreras arquitectónicas, promoción del transporte público con la puesta en



marcha del tramo experimental del tranvía y la continua modernización de la flota de autobuses y de los servicios que ofrece.

3.- EL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DE MURCIA

El municipio de Murcia con más de 400.000 habitantes, es el municipio de la región con mayor población. Dada la complejidad del estudio a realizar y la amplitud de nuestro término municipal, con 882 km², la elaboración de este primer mapa de ruidos siguiendo las directrices europeas se ha abordado por fases, habiéndose concluido el de la zona de mayor densidad poblacional, el casco urbano de la ciudad de Murcia, con una superficie de 12,86 Km² y donde se distinguen 28 barrios en los que estaban censados un total de 179.964 habitantes en el año 2006, censo al que hace referencia la normativa. Actualmente se encuentra en contratación la elaboración del mapa de ruidos estratégico del resto del municipio.

Para la elaboración de esta primera fase se contrató a la empresa ACRE AMBIENTAL S.L., por resultar adjudicataria del concurso convocado por el Ayuntamiento de Murcia.

3.1.- OBJETIVOS

Con la elaboración del mapa estratégico de ruido se persiguen varios objetivos:

- Enviar al Ministerio de Medio Ambiente los datos requeridos por la Comisión, en el marco de la **Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental** y la **Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido**.
- Determinar el grado de exposición de la población en la zona de estudio al ruido ambiental producido por las diferentes fuentes de ruido existentes, mediante la aplicación de métodos de evaluación que figuren entre los recomendados por la **Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental** y sus posteriores recomendaciones, así como con la **Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido** y normativa de desarrollo.
- Servir de soporte técnico para las nuevas edificaciones que se desarrollen en la zona de estudio: determinación de la distancia de edificación, determinación de la necesidad de aislamientos acústicos en fachadas, distribución del tráfico, creación de zonas verdes, etc.
- Disponer de las herramientas necesarias para predecir la variación de los niveles sonoros que supondría una actuación concreta en una zona determinada: implantación de actividades industriales, comerciales, zonas verdes, desarrollo de una zona residencial, apertura de carreteras, etc.
- Determinar zonas en las que se incumplen los objetivos de calidad acústica.



- Evaluar la conformidad de las diferentes fuentes de ruido estudiadas con la normativa vigente.
- Disponer de la información y herramientas necesarias para poder adoptar Planes de Acción con vistas a prevenir y reducir el ruido ambiental, así como mantener la calidad del entorno acústico cuando éste sea satisfactorio.
- Poner a disposición de la población información adecuada sobre el ruido ambiental, en los términos establecidos por la **Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental**, la **Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido** y la **Ley 1/1995 de Protección del Medio Ambiente de la Región de Murcia**.

3.2.- ASPECTOS A CONSIDERAR EN LA ELABORACIÓN DEL MAPA DE RUIDOS

Su elaboración se ha realizado siguiendo las directrices y criterios establecidos en la normativa de referencia así como de las diferentes normas y recomendaciones internacionales:

Legislación Europea:

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

Legislación Nacional:

- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.
- Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003 del Ruido.

Legislación Autonómica y Municipal:

- Decreto regional número 48/1998, de 30 de julio, de protección del medio ambiente contra el ruido.
- Ordenanza municipal de Protección del Medio Ambiente contra la Emisión de ruidos y vibraciones.
- Plan General de Ordenación Urbana del Ayuntamiento de Murcia.
- **ISO 9613-2:** <<Acoustics – Attenuation of sound propagation outdoors, part 2: General method of calculation>>.
- **EN ISO 3744: 1995** "Acústica - Determinación de los niveles de potencia sonora de fuentes de ruido utilizando presión sonora. Método de ingeniería para condiciones de campo libre sobre un plano reflectante".
- **EN ISO 3746: 1995** "Acústica - Determinación de los niveles de potencia acústica de fuentes de ruido a partir de presión sonora. Método de control en una superficie de medida envolvente sobre un plano reflectante".
- **Método nacional de cálculo francés** <<NMPB-routes-96 (SETRA-CERTULCPC-CSTB)>>, mencionado en el <<Arrête du 5 mai 1995 au bruit des infraestructuras routières, Journal officiel du 10 mai 1995, article 6>> y en la norma francesa <<XPS 31-133>>. (método de cálculo para ruido de tráfico rodado)



- **Método nacional de cálculo de los Países Bajos**, publicado en <<Reken – en Meervoorschrift Railverkeerslawaaai ´96, Ministerie Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 20 November 1996>>. (Método de cálculo para el ruido de tráfico ferroviario)
- **“Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure**. Version2, WG-AEN, 2006”.
- **Instrucciones para la entrega de los datos asociados a los Mapas Estratégicos de Ruido - Aglomeraciones**. Madrid, Octubre de 2006. Ministerio de Medio Ambiente
- **Fichero “ Directiva_informe2007_aglomeraciones_ccaa.xls”**

Los aspectos más significativos y utilizados para la elaboración del mapa de ruidos estratégico de Murcia son:

- los indicadores de ruido pueden determinarse bien mediante cálculos predictivos basados en modelos matemáticos de simulación (basados en cálculos de física acústica) o bien mediante mediciones. El presente trabajo se ha realizado mediante los métodos recomendados por la normativa aunque también se han efectuado mediciones “*in situ*” a fin de poder contrastar los valores obtenidos con valores de referencia.

- **Método nacional de cálculo francés** <<NMPB-routes-96>> - norma francesa <<XPS 31-133>>: método de cálculo para ruido de tráfico rodado.
- **Método nacional de cálculo de los Países Bajos**: método de cálculo para el ruido de tráfico ferroviario.

El software utilizado para la elaboración del mapa estratégico de Murcia ha sido PREDICTOR PLUS 7810-A versión 5 de la casa Bruel&Kjael, reconocido como uno de los software más avanzados en este campo, que cumple con todos los requisitos fijados en la normativa arriba referenciada. Este software permite seleccionar entre distintos métodos de cálculo entre los que se encuentran el método de cálculo francés para ruido de tráfico rodado y el método de cálculo de los Países Bajos para el ruido de tráfico ferroviario.

Otros programas utilizados para la elaboración del presente trabajo han sido:

- Autocad 2006
Software para realizar tareas de delineación por ordenador.
- Noise Explorer Type 7815 – Versión 4.4
Software de descarga y procesamiento de datos para sonómetros marca Brüel & Kjær).
- Capture Studio SC-30
Software de descarga y procesamiento de datos para sonómetros marca CESVA.
- ArcView-ArcGIS: ESRI ArcMap 9.1
Software para tratamiento y manipulación de Sistemas de Información Geográfica.



- QUANTUM GIS Version 0.9.0.
Software para visualización de Sistemas de Información Geográfica.

- Índices de ruido:

- **Lden**: nivel de ruido en dB existente durante las 24 horas del día. Contempla unos factores de penalización para los niveles de ruido existentes por la tarde y por la noche. Se determina aplicando la siguiente fórmula:

$$L_{den}=10 \text{ Log } (1/24) (12 \times 10^{L_{day}/10} + 4 \times 10^{(L_{evening}+5)/10} + 8 \times 10^{(L_{night}+10)/10})$$

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

- Periodos temporales para el cálculo de los diferentes índices de ruido:

- Día: le corresponden 12 horas, de 07:00 a 19:00
- Tarde: le corresponden 4 horas, de 19:00 a 23:00
- Noche: le corresponden 8 horas, de 23:00 a 07:00

- El sonido que se tiene en cuenta es el sonido incidente, es decir, no se considera el sonido reflejado en la fachada de una determinada vivienda (en general ello supone una corrección de 3 dB en caso de medición).

- La altura que se ha tomado del punto de evaluación de los índices de ruido es de 4 metros.

- El año de referencia es 2006.

- Se ha realizado el cálculo creando una cuadrícula/rejilla de 5x5 metros (equivalente a decir que se ha colocado un sonómetro cada 5 metros formando una rejilla de 5x5), cuyo perímetro coincide con el límite de la zona de estudio considerada.

3.3.- DESARROLLO Y RESULTADOS

Las fases en las que se han dividido los trabajos necesarios consideradas para la elaboración del mapa estratégico de ruidos de Murcia son:

- **FASE I: Evaluación previa:**

- Descripción y planificación del proyecto.
- Concreción de la delimitación del ámbito de estudio.
- Análisis de la información necesaria para la realización del proyecto y recopilación de la ya existente.



- Análisis de la situación, detección de problemas y planificación de los trabajos a realizar.

- **FASE II: Estudio de Campo:**

- Obtención de datos a pie de calle.
- Tratamiento y análisis de los datos disponibles.
- Actualización de cartografías.

Tras analizar la información y datos disponibles se pone de manifiesto la insuficiencia de los mismos para simular con precisión las condiciones acústicas en la zona de estudio. Por ello se decide realizar los correspondientes trabajos de campo que permitan completar la información necesaria para la alimentación del programa de simulación acústica (distribución e intensidad de tráfico por los diferentes viales distinguiendo entre vehículos ligeros (turismos, motocicletas y furgonetas) y pesados (autobuses y camiones), velocidad media, tipología de calles, tipo de asfalto, número de carriles, anchura de aceras y altura de edificios, tipo de fachadas, actualización de cartografía, etc.).

En el caso de las intensidades de tráfico, el Ayuntamiento puso a disposición de Acre Ambiental medidas de intensidad de vehículos en 134 puntos significativos de la ciudad (los viales principales), siendo necesario por tanto obtener información del resto de viales de la zona de estudio. Para ello se seleccionaron aquellas calles en las que no se disponía de datos y se consideran viales necesarios para generar el modelo predictivo y se contaron los vehículos durante 15 minutos en distintas franjas horarias, extrapolando posteriormente para obtener los vehículos a la hora. En algunas de las calles en las que se dispone de datos de IMD proporcionados por el Ayuntamiento, se han realizado también conteos in situ, con el fin de utilizar los resultados como control del método de muestreo realizado en las calles en las que no se dispone de IMD's municipales.

Se tomaron datos en un total de 223 puntos significativos de la ciudad distribuidos por toda la superficie de estudio.

En alguno de estos puntos se efectuaron además mediciones de ruido ambiental en las diferentes franjas horarias.

En esta fase se identificaron también las fuentes de ruido existente en las distintas zonas de la ciudad, estudiando la afección sonora sobre cada punto de las distintas fuentes de ruido que establece la normativa se deben de tener en cuenta: el ruido procedente de tráfico rodado y ferroviario (en el casco urbano de Murcia no se encuentran instalaciones industriales ni aeropuertos).

Fue necesario además llevar a cabo un importante trabajo de actualización y tratamiento de la cartografía de la que se disponía, ya que además de encontrarse desfasada con respecto al año de referencia (2.006), se encontraba en un formato no reconocible por el software de predicción.

- **FASE III: Obtención de los mapas de ruido:**

- Implementación de modelos (interurbano, grandes ejes y ferroviario).
- Cálculo y exportación de modelos.



Una vez actualizadas y modificadas las cartografías de modo que PREDICTOR es capaz de importarlo a su espacio de trabajo, ya se dispone de la topografía de la ciudad en el programa de predicción. El siguiente paso consiste en alimentar los modelos con la información correspondiente de las diferentes fuentes de ruido consideradas. Dado que es preciso analizar independientemente la afección producida por cada una de las fuentes de ruido contempladas en la zona de estudio, se realizan tres modelos distintos, el primero de ellos contempla el tráfico rodado interurbano, el segundo contempla el tráfico de los grandes ejes y el último contempla el tráfico ferroviario.

Para alimentar al software es preciso introducirle los datos obtenidos en las fases anteriores para cada una de la calles de la ciudad: vehículos pesados a la hora y velocidad de los mismos, vehículos ligeros por hora y velocidad de los mismos, tipo de asfalto, coeficientes de absorción de edificios, etc.

Modelo de Tráfico Interurbano:

El modelo de tráfico Interurbano calcula el ruido producido por los vehículos que circulan por el viario de la zona de estudio. Se utiliza el método de cálculo francés basado en la norma <<XPS 31-133>> que es el método recomendado por la Directiva 2002/49/CE para los Estados miembros que no cuentan con método nacional de cálculo.

Para alimentar este modelo se comenzó por introducir los viales en los que se conocían los datos de IMD facilitados por el Ayuntamiento. Se introducen un total de 134 calles en las que PREDICTOR, después de introducir los datos de intensidad de vehículos en los periodos de día, tarde y noche junto con otros parámetros como tipo de flujo de vehículos, pendiente, tipo de asfalto, etc, devuelve un valor de potencia lineal de la fuente asociada a dicha calle. El mismo procedimiento se realiza posteriormente para el caso de las carreteras medidas “in-situ” mediante trabajo de campo.

Introducidas todas las intensidades de vehículos de los viales de los que se disponen datos se pone de manifiesto la necesidad de alimentar el programa con información de otros viales de los que no se poseen los marcadores de tráfico, a fin de parametrizar con mayor precisión el ruido producido. Para ello se empleó el método recomendado por el WG-AEN (European Commission’s Working Group - Assessment of Exposure to Noise) denominado el “Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure”, que consiste en establecer diferentes categorías de calles y asignar una categoría a las calles de las que no se disponen de datos en función de la similitud de las características de dicha calle con otros viales de los que sí se conocen los datos.

De este modo obtenemos una parametrización de la totalidad de los viales existentes bien de forma directa con datos conocidos, bien por similitud con éstas cuando no se dispone de los datos necesarios.

Se establecieron cuatro categorías de calles según la potencia lineal, en periodo diurno, que Predictor asignó a las calles introducidas.

Categoría 1: Potencia mayor a	80 dB
Categoría 2: Potencia entre	75-80 dB



Categoría 3: Potencia entre	70-75 dB
Categoría 4: Potencia menor a	70 dB

Posteriormente se crearon las calles cuyos datos se desconocían, se le asignó una categoría por similitud con calles de datos conocidos y se les asignó un valor de potencia dentro de la franja de potencias de dicha categoría.

Una vez introducidos todos parámetros requeridos por el programa se introducen en el modelo una serie de receptores o puntos de validación en los cuales se han hecho o se dispone de mediciones “in-situ” con sonómetro. La finalidad de estos puntos es poder comparar el nivel de presión sonora que calcula PREDICTOR en dichos puntos con los valores medidos “in-situ” previamente. En este apartado hay que considerar que la comparación entre los resultados obtenidos con el modelo predictivo y aquellos datos obtenidos mediante mediciones “in situ” en determinadas horas, momentos y situaciones acústicas específicas no deben ni pueden ser comparados de forma directa, ya que cuando se produce una medición acústica “se obtiene una fotografía” de un lugar y momento concreto, mientras que cuando utilizamos un método predictivo estamos “rodando una película” del mismo lugar pero durante todo un año (el valor obtenido es equivalente al valor medido por un sonómetro durante un año entero en el mismo lugar midiendo en continuo), por lo que no pueden obtenerse los mismos resultados, pero si nos sirven para obtener una idea de la magnitud de los niveles de ruido que podemos encontrar en la zona y “validar” el modelo predictivo.

Comparando los resultados obtenidos con el método predictivo y los obtenidos con las mediciones “in situ”, las desviaciones generales que se han obtenido son consideradas satisfactorias (menores de 3 dB(A)).

Para el cálculo del mapa de ruidos se considera una cuadrícula de 5x5 metros (equivalente a decir que hemos situado con el software de predicción un receptor o sonómetro cada 5 metros de cualquier punto del casco urbano). La altura de cada receptor es de 4 metros, tal y como establece la normativa.

Modelo de Tráfico de los grandes ejes:

La **Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental** y la **Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido**, define como gran eje viario cualquier carretera regional, nacional o internacional, definida por el Estado miembro, con un tráfico superior a tres millones de vehículos por año.

Dentro del ámbito de estudio del presente proyecto la única carretera que satisface la definición de gran eje viario es la autovía A-30 (Cartagena-Murcia), también denominada como Ronda Oeste. Por lo tanto, fue preciso generar un modelo de cálculo en el que la única fuente generadora de ruido considerada fuera dicha autovía.

El procedimiento de modelado es análogo al descrito para el caso del tráfico interurbano.



Modelo de Tráfico Ferroviario:

Para el modelado del ruido producido por el tráfico ferroviario se emplea el Método nacional de cálculo de los Países Bajos, recomendado por la comisión europea <<Reken – en Meervoorschrift Railverkeerslawaaai '96, Ministerie Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 20 November 1996>>. Este método de cálculo utiliza múltiples parámetros para definir la emisión y propagación del ruido, de los cuales el más significativo es el de categoría de trenes, que implica clasificar los trenes que afectan a la zona de estudio dentro de una de las siguientes categorías.

Categoría	Descripción
1	Tren diesel de pasajeros con frenos de zapata (shoe-braked)
2	Tren eléctrico de pasajeros con frenos de disco o zapata
3	Tren diesel de pasajeros con frenos de disco
4	Tren de mercancías con frenos de zapata
5	Trenes combinados Diesel/eléctrico con frenos de zapata
6	Trenes combinados Diesel/eléctrico con frenos de disco
7	Disc-braked metro- and express tram carriages
8	Trenes interurbanos con freno de disco
9	Trenes de alta velocidad

Además de la categoría de los trenes, el método de cálculo contempla otros parámetros como:

- Altura de la fuente.
- Tipo de vía.
- Velocidad de paso.
- Velocidad de parada.
- Nº de trenes de cada categoría que pasan.
- Nº trenes de cada categoría que paran.
- Nº trenes de cada categoría en cada franja horaria.

Para obtener los datos necesarios para cumplimentar el modelo se establecieron contactos con las empresas ADIF y RENFE. Debido a que la información facilitada no fue suficiente para desarrollar el modelo predictivo, ésta tuvo que completarse mediante trabajo de campo.

Una vez obtenidos los datos necesarios se introducen en el modelo y se calcula utilizando una cuadrícula de 5 x 5 metros y 4 metros de altura.

Modelo Global (todos los focos):

Una vez obtenidos los modelos individuales para cada tipo de fuente se hace necesario generar un modelo que contemple la acción conjunta de las diferentes fuentes de ruido consideradas.

Para ello se exportan los dos modelos realizados (modelo de tráfico rodado que incluye interurbano y grandes ejes y modelo de tráfico ferroviario) al programa Analyst incluido en el paquete de Predictor el cual es capaz de, una vez introducidos varios modelos



procedentes de diversas fuentes, fusionarlos y calcular las sumas y medias logarítmicas de niveles de ruido a fin de mostrar sobre una cartografía el efecto producido por la actuación simultánea de todas las fuentes consideradas.

- **FASE IV: Estudio de población afectada:**

Entre la información que deben incluir los mapas estratégicos de ruido se encuentra la población afectada a diferentes niveles de ruido y para cada una de las fuentes consideradas. Los parámetros o indicadores que se deben evaluar son Lden, Ldía, Ltarde y Lnoche.

En nuestro caso el cálculo de la población afectada se realizó cruzando los datos devueltos por Predictor y Analyst con la base de datos del censo de población de 2006, de manera que cada edificio de la cartografía tuviera asociado el número de habitantes censados en el mismo. Posteriormente se analizan los niveles de ruido que llegan a cada fachada de edificio y se asignan porcentajes, de modo que si un edificio cuyo perímetro de fachada esta expuesto en un 10% a niveles entre 65-75, en un 20% a niveles entre 60-65 y en un 70% a niveles entre 55-60, la población residente en dicho edificio estará expuesta en los mismos porcentajes a los mismos niveles de ruido. Sabiendo los porcentajes de exposición y la población residente en cada edificio se puede calcular fácilmente el número de habitantes afectados por cada nivel en cada periodo y para cada fuente de ruido.

4.- RESULTADOS:

Las cartografías resultantes de cada una de las diferentes fuentes de ruido, para cada uno de los índices y periodos temporales considerados, se pueden consultar en www.murcia.es/medio-ambiente.

Los resultados obtenidos reflejan que Murcia, desde el punto de vista acústico, sigue la tónica de otras ciudades europeas de las mismas características en cuanto a la principal fuente causante de ruido y los niveles registrados. Como corresponde a una ciudad con un importante desarrollo de servicios y comercios, motivado principalmente por ser capital de la región y el municipio de mayor población, el tráfico rodado es nuestra principal fuente de contaminación acústica. Es por tanto en las vías que soportan mayor densidad de vehículos donde se dan los niveles más altos de ruido.

Durante el día el límite fijado por la normativa para zonas residenciales es de 65 dB(A). A nivel de fachada las calles del municipio donde se registran mayores niveles (superiores a 75 dB(A)) son escasas si comparamos con el total del viario del casco urbano. La mayor extensión de la zona de estudio, se encuentra en niveles de ruido por debajo de los 65 dB(A), cumpliendo por tanto con lo establecido por la normativa

En cuanto al periodo nocturno, los niveles de ruido sufren un considerable descenso a consecuencia de la disminución del tráfico en este periodo. El límite fijado por la normativa es de 55 dB(A). Durante este periodo la única vía que supera los 70 dB(A) es la Ronda Oeste, encontrándose el resto de vías principales considerablemente por debajo de estos niveles. El casco urbano que se encuentra fuera de estas vías de tráfico principales, y que corresponde a la mayor extensión de la zona de estudio se encuentra en niveles de ruido por debajo de los 55 dB(A).

En cuanto al estudio de población afectada, las siguientes tablas muestran los resultados obtenidos para cada uno de los indicadores de ruido y fuentes consideradas en centenas:

Lden

	Trafico rodado	Trafico ferroviario	A-30	Total
< 50	327,6	1789,5	1297,3	331,5
50-55	386,5	8,0	192,5	388,6
55-60	510,8	2,1	192,8	510,8
60-65	394,6	0,0	79,7	394,6
65-70	157,1	0,0	31,3	157,1
70-75	22,4	0,0	5,8	22,4
> 75	0,5	0,0	0,2	0,5

Lnoche

	Trafico rodado	Trafico ferroviario	A-30	Total
< 50	1165,5	1799,2	1580,3	1173,4
50-55	435,4	0,4	147,5	435,4
55-60	165,4	0,0	53,6	165,4
60-65	31,6	0,0	17,0	31,6
65-70	1,6	0,0	1,3	1,6
70-75	0,0	0,0	0,0	0,0
> 75	0,0	0,0	0,0	0,0

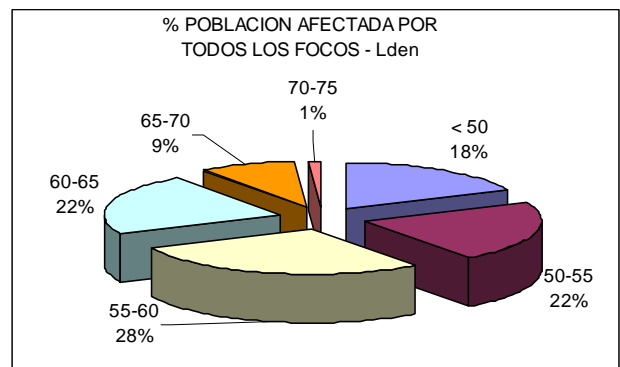
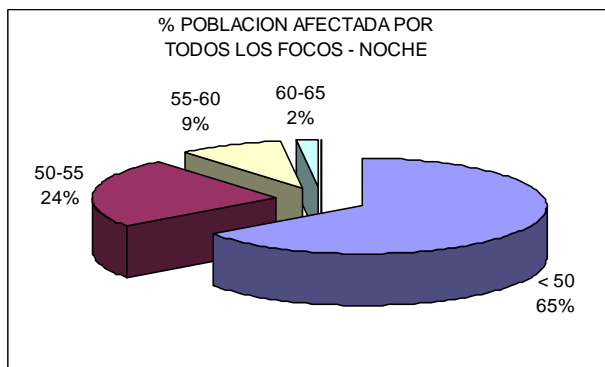
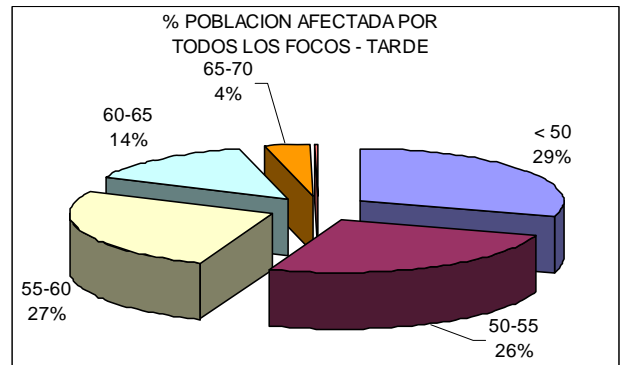
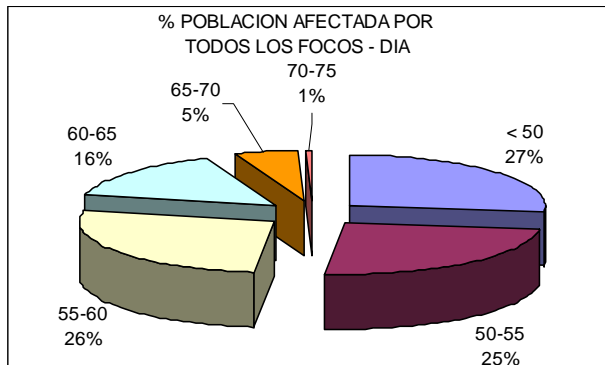
Ldia

	Trafico rodado	Trafico ferroviario	A-30	Total
< 50	474,0	1792,3	1510,6	480,2
50-55	454,3	6,3	174,1	454,3
55-60	478,4	1,0	74,5	478,4
60-65	286,1	0,0	32,1	286,1
65-70	96,6	0,0	7,9	96,6
70-75	10,0	0,0	0,5	10,0
> 75	0,4	0,0	0,0	0,4

Tarde

	Trafico rodado	Trafico ferroviario	A-30	Total
< 50	528,9	1799,4	1452,5	536,2
50-55	470,7	0,2	204,7	470,6
55-60	480,8	0,0	95,4	480,8
60-65	249,7	0,0	37,5	249,7
65-70	65,7	0,0	9,1	65,7
70-75	3,8	0,0	0,5	3,9
> 75	0,0	0,0	0,0	0,0

En cuanto a su distribución porcentual en cada nivel y considerando todas las fuentes los resultados obtenidos son:



5.- PROPUESTAS DEL PLAN DE ACCIÓN

Una de las principales finalidades de la elaboración de los mapas estratégicos de ruido es la elaboración en una fase posterior de planes de acción en materia de contaminación acústica en los que se determinen actuaciones a realizar para la mejora acústica en aquellas zonas en las que se superen los límites fijados por la normativa o para proteger aquellas zonas tranquilas desde el punto de vista acústico. En la actualidad el Ayuntamiento de Murcia se encuentra elaborando dicho Plan en base a las directrices marcadas por la normativa. Actualmente el Ayuntamiento lleva a cabo una serie de medidas en este campo como son las ya indicadas en el apartado 2 y otras de reciente puesta en marcha, entre las que figuran:

- Promoción de la bicicleta como medio de transporte habitual en el municipio. Las medidas adoptadas en este campo son::
 - Actualmente se está redactando el Plan Director de la Bicicleta. Su elaboración y ejecución permitirá disponer de las medidas necesarias que permitan el uso generalizado de la bicicleta como



medio de transporte alternativo al uso del vehículo privado en un plazo máximo de 4 años. De entre las medidas destaca el diseño de una red de vías ciclables por el municipio.

- Implantación de sistemas de alquiler de bicicleta pública. El Ayuntamiento va a sacar a concurso próximamente la implantación de estos sistemas para facilitar al ciudadano el uso de este medio de transporte.
 - Instalación de aparcabicis en diferentes puntos del municipio.
 - Habilitación de carril bici desde la ciudad de Murcia a las Universidades.
 - Proyecto Vías Amables. Tiene como objetivo establecer y señalar vías alternativas a las carreteras principales, que sean seguras y tranquilas para el uso de la bicicleta y que unan la ciudad de Murcia con núcleos de población limítrofes. Se facilita así que personas que a diario realizan estos trayectos en vehículo privado puedan utilizar la bicicleta. Para ello se aprovechan carriles de huerta, vías secundarias, etc. A las ventajas de salud y eficiencia en el desplazamiento se unen los valores paisajísticos y culturales que conservan los diversos lugares de la huerta. Actualmente se a inaugurado ya la vía amable Murcia-Alcantarilla.
- Sendero Local Urbano SL-MU 10 “Camina 10.000 pasos”: El Ayuntamiento, en colaboración con la Federación de Montañismo de la Región de Murcia quiere promover la práctica del senderismo urbano. Para ello va a poner en marcha itinerarios peatonales que recorran la ciudad de Murcia por espacios de interés cultural y zonas verdes, conectando el centro con los barrios periféricos y con zonas de aparcamiento disuasorio. Estos contarán con paneles informativos sobre los itinerarios a realizar, los valores a observar y propuesta de ejercicios que podrá llevar a cabo el transeúnte. Para su señalización se utilizarán marcas homologadas que permitirán que formen parte del Registro Oficial de Senderos de la Federación Española.
 - Promoción del transporte público donde destaca la puesta en marcha del tranvía. Durante el año 2007 se ha puesto en marcha un tramo experimental en Juan Carlos I, estando previsto su ampliación hasta 44 kilómetros distribuidos en 4 líneas que unirán los núcleos de población más importantes del municipio.