
MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO
DE LA AGLOMERACIÓN URBANA
DE CARTAGENA

MEMORIA RESUMEN

Julio – 2012
ACRE AMBIENTAL, S.L.
AYUNTAMIENTO DE CARTAGENA

ÍNDICE

1.- ANTECEDENTES.	3
2.- DESCRIPCIÓN DE LA AGLOMERACIÓN	4
2.1.- TÉRMINO MUNICIPAL	
2.2.- ÁREA DE ESTUDIO	
2.3.- FUENTES DE RUIDO	
2.3.1.- TRAFICO RODADO	
2.3.2.- TRAFICO FERROVIARIO	
2.3.3.- TRAFICO AÉREO	
2.3.4.- RUIDO INDUSTRIAL	
3.- AUTORIDAD RESPONSABLE.	14
4.- PROGRAMAS DE LUCHA CONTRA EL RUIDO EJECUTADOS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTES.	15
4.1.- GESTIÓN MUNICIPAL.	
4.2.- MOVILIDAD.	
4.3.- URBANISMO Y EDIFICACIÓN.	
4.4.- ACTIVIDADES.	
5.- MÉTODOS DE MEDICIÓN Y CÁLCULO EMPLEADOS.	19
5.1.- MÉTODOS DE MEDICIÓN	
5.1.1.- MEDIDAS DE CORTA DURACIÓN	
5.1.2.- MEDIDAS DE LARGA DURACIÓN	
5.2.- MÉTODOS DE CÁLCULO	
5.3.- ELABORACIÓN DE MODELOS PREDICTIVOS	
6.- RESULTADOS OBTENIDOS - POBLACIÓN EXPUESTA	30
7.- RESUMEN DEL PLAN DE ACCIÓN PROPUESTO.	36
7.1.- GESTIÓN MUNICIPAL	
7.2.- MOVILIDAD	
7.3.- URBANISMO Y EDIFICACIÓN	
7.4.- ACTIVIDADES.	
8.- CONCLUSIONES.	40

1. ANTECEDENTES

El ruido ambiental está considerado un agente contaminante de primer orden. Las primeras estrategias de lucha contra el ruido de la Comisión Europea estuvieron basadas en la limitación de las emisiones acústicas de distintas fuentes de ruido, a través de Directivas Comunitarias que establecen niveles máximos de emisión para vehículos, motocicletas, aeronaves, maquinaria de uso al aire libre o aparatos domésticos. Sin embargo, esta estrategia se ha mostrado claramente insuficiente, habida cuenta de que el ruido al que se encuentra expuesta diariamente la población tiene su origen en fuentes diversas. Por esta razón, se ha realizado un nuevo enfoque de la estrategia comunitaria de lucha contra el ruido que ahora tiene como objetivos la prevención, reducción y eliminación de los efectos nocivos de la exposición al ruido ambiental, incluyendo las molestias generadas por éste.

Con este fin, se aprobó la Directiva Europea 2002/49/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental, la cual ha sido transpuesta a nuestro derecho interno a través de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, y los Reales Decretos 1513/2005, de 16 de diciembre, y 1367/2007, de 19 de octubre, que la desarrollan.

Esta normativa establece la obligación de elaborar, según criterios de evaluación comunes a todos los Estados miembros, mapas de ruido de aquellas aglomeraciones urbanas de más de 250.000 habitantes, en una primera fase (2.007) y de las de más de 100.000 habitantes en una segunda fase (2.012), así como de los 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, así como establecer las líneas necesarias para desarrollar Planes de Acción que permitan la mejora acústica en aquellas zonas en las que se superen los niveles fijados por la normativa.

El municipio de Cartagena se encuentra incluido dentro del grupo de aglomeraciones de más de 100.000 habitantes, por lo que debe elaborar y aprobar el Mapa Estratégico de Ruidos de la aglomeración urbana en la segunda fase de aplicación de la Directiva (2.012).

El presente documento recoge una síntesis de los trabajos que se han realizado para la confección del Mapa Estratégico de Ruidos de la Aglomeración Urbana de Cartagena, en base a lo establecido en la Ley 37/2003 de Ruido (artículo 14.1) y en el Real Decreto 1513/2005 que desarrolla la Ley del Ruido en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental y la información que debe comunicarse al Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (artículos. 8, 9 y 10, así como Anexo VI).

El presente estudio se centra exclusivamente en la aglomeración de la ciudad de Cartagena, habiéndose excluido otros núcleos de población del municipio en los que no se cumplen los criterios de proximidad y/o densidad de población que se establecen en la normativa de referencia para poder considerarlos como parte integrante de la aglomeración urbana principal.

Por otro lado, el marco normativo de referencia establece que los mapas de ruido se centrarán en los siguientes focos emisores:

- o El tráfico rodado.
- o El tráfico ferroviario.
- o Los aeropuertos.
- o La actividad industrial.

Así pues, en la elaboración del Mapa Estratégico de Ruido de Cartagena no se han contemplado otros emisores acústicos presentes en la ciudad, como son las actividades de ocio, el ruido de vecindad, el ruido generado por maquinas y aparatos, etc.

2. DESCRIPCIÓN DE LA AGLOMERACIÓN

2.1.- TÉRMINO MUNICIPAL

El municipio de Cartagena se encuentra situado en el sureste de la Península Ibérica, en el extremo suroriental de la Región de Murcia. Ocupa una superficie de 558,08 Km² y, a fecha de 1 de enero de 2.012, posee una población de 217.998 habitantes.

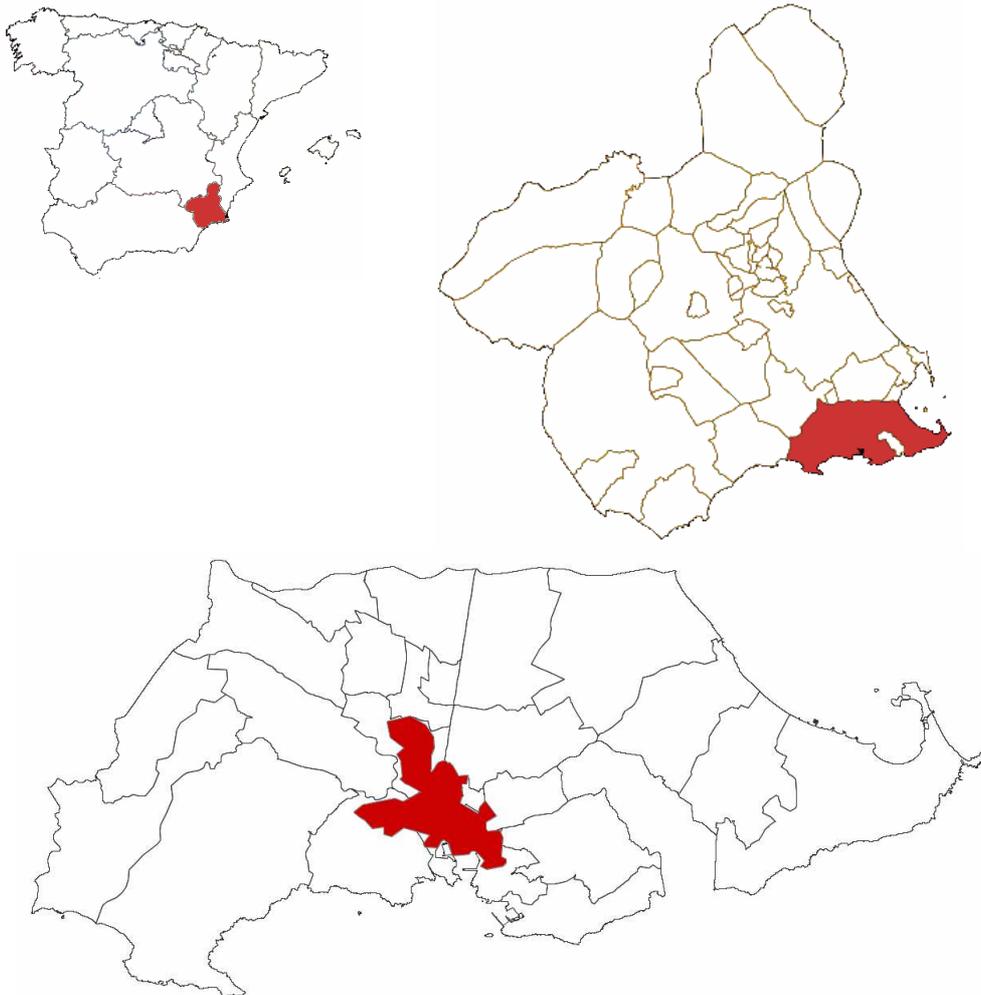


Ilustración 1: Localización Geográfica Región de Murcia / Término Municipal / Aglomeración

El municipio de Cartagena se encuentra limitado por el norte por los municipios de Torre Pacheco, Murcia, San Javier y Los Alcázares; por el oeste, por los municipios de Fuente Álamo y Mazarrón; por el sur, por el municipio de La Unión y el Mar Mediterráneo; y por el este, por el Mar Menor.

El núcleo principal de población se encuentra localizado en la zona central del término municipal, está constituido por la ciudad y un conjunto de barrios periféricos que se encuentran en contacto con aquella y concentra una población aproximada de 122.796 habitantes (el 56% del total de la población del término municipal). El resto de habitantes del municipio se reparten entre diferentes núcleos de población de pequeño y mediano tamaño distribuidos por el término municipal.

2.2.- ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se corresponde con la aglomeración urbana principal del municipio de Cartagena. El artículo 3 del R.D. 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental define las aglomeraciones como *“la porción de un territorio, con más de 100.000 habitantes, delimitada por la administración competente, aplicando los criterios básicos del Anexo VII, que es considerada zona urbanizada por dicha administración”*.

El Anexo VII *“Criterios para la delimitación de una aglomeración”* del Real Decreto 1513/2005, establece los criterios a considerar para la delimitación de la aglomeración.

El punto 1 *“Determinación de la aglomeración”* de dicho anexo establece que la entidad territorial básica sobre la que se definirá una aglomeración será el municipio. No obstante, el ámbito territorial de la aglomeración podrá ser inferior al del municipio, por aplicación de los criterios que se describen en el apartado d) del anexo, el cual establece que para determinar los sectores del territorio que constituyen una aglomeración se aplicarán, al menos, los criterios de densidad de población y proximidad siguientes:

- Se considerarán todos aquellos sectores del territorio cuya densidad de población sea igual o superior a 3.000 personas por Km².
- Para la estimación de la densidad de población se utilizará preferentemente los datos de población y extensión territorial de las correspondientes secciones censales.
- Si existen dos o más sectores del territorio en los que, además de verificarse la condición del punto anterior, se verifica que la distancia horizontal entre sus dos puntos más próximos sea igual o inferior a 500 metros.
- Si la suma de los habitantes comprendidos en los sectores del territorio que cumplen con los requisitos de los puntos anteriores es mayor de 100.000, estos sectores del territorio constituyen una aglomeración.

El punto 2 *“Delimitación del ámbito territorial de la aglomeración”* establece que el ámbito territorial de la aglomeración se delimitará trazando la línea poligonal cerrada que comprende a todos los sectores del territorio que conforman la aglomeración en función de su densidad de población.

El Ayuntamiento de Cartagena, atendiendo a los criterios de densidad de población y proximidad que establece el Anexo VII del R.D. 1513/2005, ha realizado la delimitación geográfica de la aglomeración urbana principal que constituirá el ámbito geográfico del presente estudio.

De este modo, la aglomeración urbana de Cartagena ha quedado definida por una línea que encierra un polígono de forma irregular que tiene un perímetro de 34,4 Kms. y una superficie de 22,7 Km². Dentro de esta zona, se encuentra incluida la ciudad de Cartagena y los barrios periféricos más poblados, entre los que cabe destacar: Ensanche, Virgen de la Caridad, Los Dolores, El Bohío, Barriada Hispanoamérica, Fuente Cubas, San José Obrero, San Antón, Barriada Cuatro Santos, Urbanización Mediterráneo, Nueva Cartagena, Barrio de La Concepción, Torreciega, Santa Lucía, Barrio Peral, José María de Lapuerta, San Félix, Urbanización Nueva Cartagena, Urbanización Nueva Santa Ana y La Vaguada.

La imagen de la página siguiente muestra el límite de la aglomeración urbana de Cartagena que ha sido definida de acuerdo con los criterios de Anexo VII del Real Decreto 1513/2005.

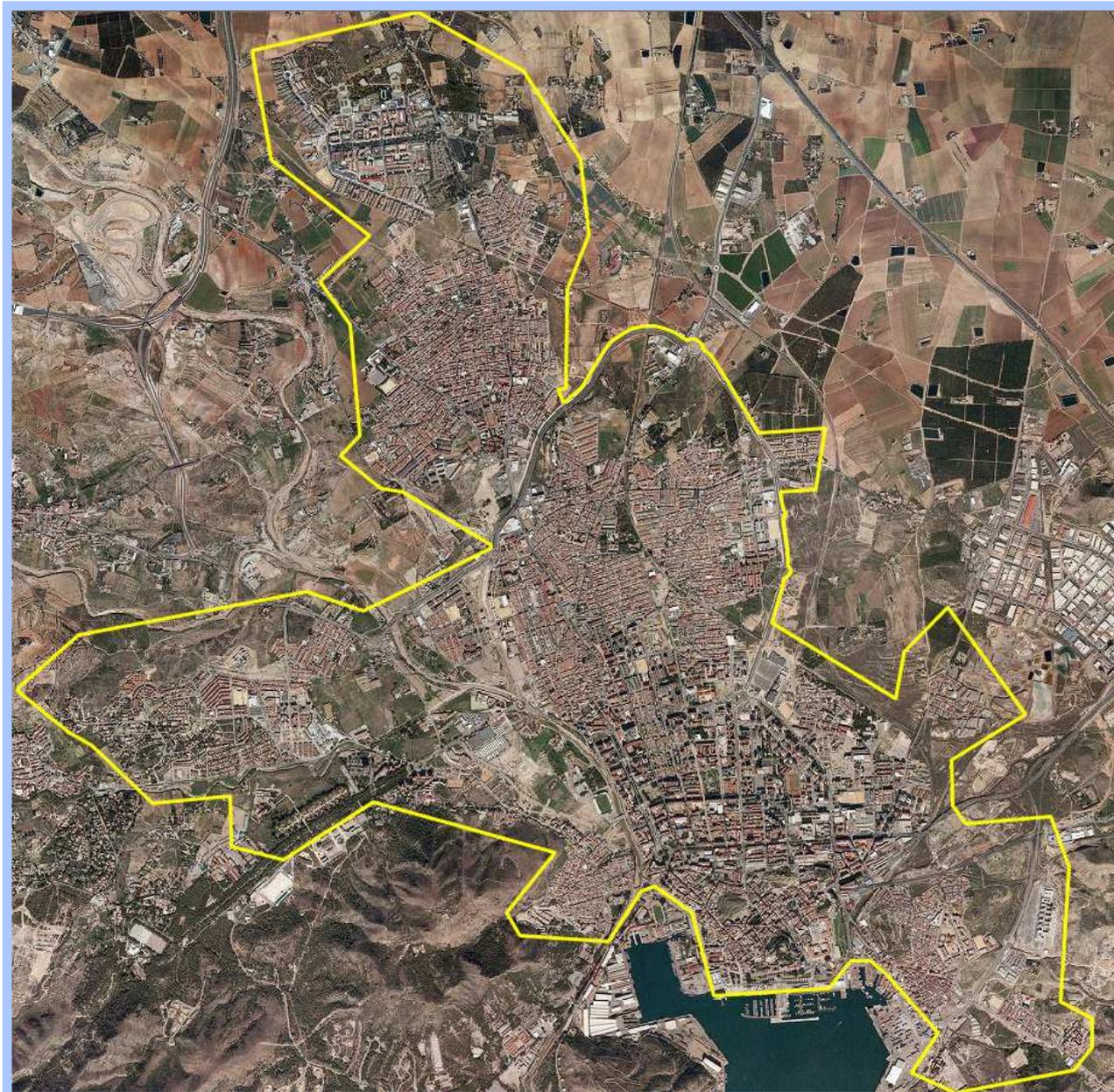


Ilustración 2: Ámbito de estudio – Delimitación de la Aglomeración

2.3.- FUENTES DE RUIDO

Según establece el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental, el objetivo final del Mapa Estratégico de Ruidos de la Aglomeración Urbana de Cartagena es ofrecer una información de carácter público en el que se cuantifique el número de personas expuestas a ruido, diferenciando el generado por el tráfico rodado, el tráfico ferroviario, el tráfico aéreo y las fuentes industriales. Así pues, estos cuatro focos de ruido son los que han sido comprendidos en este estudio.

2.3.1.- TRAFICO RODADO

El tráfico rodado constituye la fuente de ruido más importante y extendida en el municipio de Cartagena y la que mayores molestias genera en la población. Los estudios de movilidad y tráfico realizados por el Ayuntamiento de Cartagena revelan una tendencia creciente, durante los últimos diez años, en cuanto a los desplazamientos realizados por los ciudadanos con vehículos privados, en el número de matriculaciones, en los índices de motorización municipal y en la intensidad media de tráfico en las carreteras y viales del municipio (Sistema de Indicadores de Sostenibilidad en el Municipio de Cartagena, ICESA).

Desde 2.010 a esta parte, el ritmo de crecimiento del tráfico rodado en el municipio ha experimentado una notable desaceleración y una tendencia a la estabilización, aunque simultáneamente se está produciendo un envejecimiento del parque automovilístico que también tiene una incidencia directa en el incremento de los niveles de ruido asociados al tráfico rodado.

El crecimiento experimentado por el tráfico rodado en el municipio durante dicho periodo ha llevado emparejado un incremento en los niveles de ruido ambiente asociados al mismo, aunque actuaciones como la peatonalización del casco histórico, las medidas de pacificación del tráfico llevadas a cabo en algunas calles y plazas y la construcción de nuevas infraestructuras viarias han llevado emparejadas una sustancial reducción de los niveles de ruido en determinadas zonas.

La aglomeración urbana de Cartagena posee una extensa red viaria en la que destacan un conjunto de viales de primer orden que son los que soportan una mayor intensidad de tráfico y que se encuentran conexonados entre sí formando varios polígonos yuxtapuestos. Estos viales se corresponden con las grandes avenidas (Paseo Alfonso XIII, Alameda San Antón, Jorge Juan, Capitanes Ripoll, Ronda Ciudad de La Unión, Paseo Alfonso XII, Real, Cuesta del Batel, Reina Victoria, Ángel Bruna, etc.), los accesos a la ciudad (A-30, Ciudad de Oran, Sebastián Feringan, Víctor Beltrí, Avenida San Juan Bosco, Cabo de Aguas, Carretera N-332, etc.), las vías que conectan entre si los distintos barrios existentes dentro de la aglomeración urbana (Avenida Juan Carlos I, Avenida de Colón, Juan Fernández, Submarino, Vereda de San Félix, Floridablanca, Peroniño, etc.) y la Ronda Transversal que atraviesa la aglomeración urbana.

Dentro de los polígonos que conforman los viales de primer orden aparece una densa red de viales de menor entidad, jerarquizados y conectados con los anteriores, que son los encargados de repartir el tráfico rodado en el interior de cada barrio de la ciudad y que soportan una intensidad de tráfico menor que los primeros.

La red viaria de la aglomeración urbana presenta una morfología mixta, alternándose en ella zonas que posee una distribución regular de viales (Ensanche, Urbanización Nueva Santa Ana, Cuatro Santos, etc.) con otras en las que el trazado viario es enormemente irregular (Casco Histórico, San Antón, Santa Lucía, etc.).

La red viaria del Casco Histórico de Cartagena, situado junto al puerto, en el extremo sur de la aglomeración urbana, ha sufrido una profunda remodelación durante el periodo 2.005-2.010, encontrándose actualmente peatonalizada casi en su totalidad.

Dentro del ámbito del presente estudio, únicamente la A-30 (Autovía Murcia-Cartagena) y la RM-F36 (enlace de la A30 con Glorieta Los Barreros) responden a la definición de gran eje viario, según lo que se establece en el artículo 3 de la Ley 37/2.003, de 17 de noviembre, del Ruido.

Estas vías, dependientes respectivamente del Ministerio de Fomento y de la Dirección General de Carreteras de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, disponen de sus correspondientes Mapas Estratégico de Ruidos aprobados.

En el caso de la A-30, los mapas de esta infraestructura han sido considerados en la elaboración del Mapa Estratégico de Ruidos de la Aglomeración Urbana de Cartagena, ya que un pequeño tramo de la misma se encuentra dentro de la aglomeración. Debido a ello, se elaboraron los correspondientes mapas de ruido a fin de valorar la población afectada. Cabe destacar en este punto que se comprobó como existía una correspondencia prácticamente total entre los mapas arrojados por ambas entidades en la zona de la ciudad que pudiera verse afectada por esta vía.

En el caso de la F-36, esta vía termina en el límite norte de la aglomeración, sin que exista tramo alguno que se introduzca en el interior del ámbito de estudio por lo que no se ha realizado el estudio acústico de la misma.

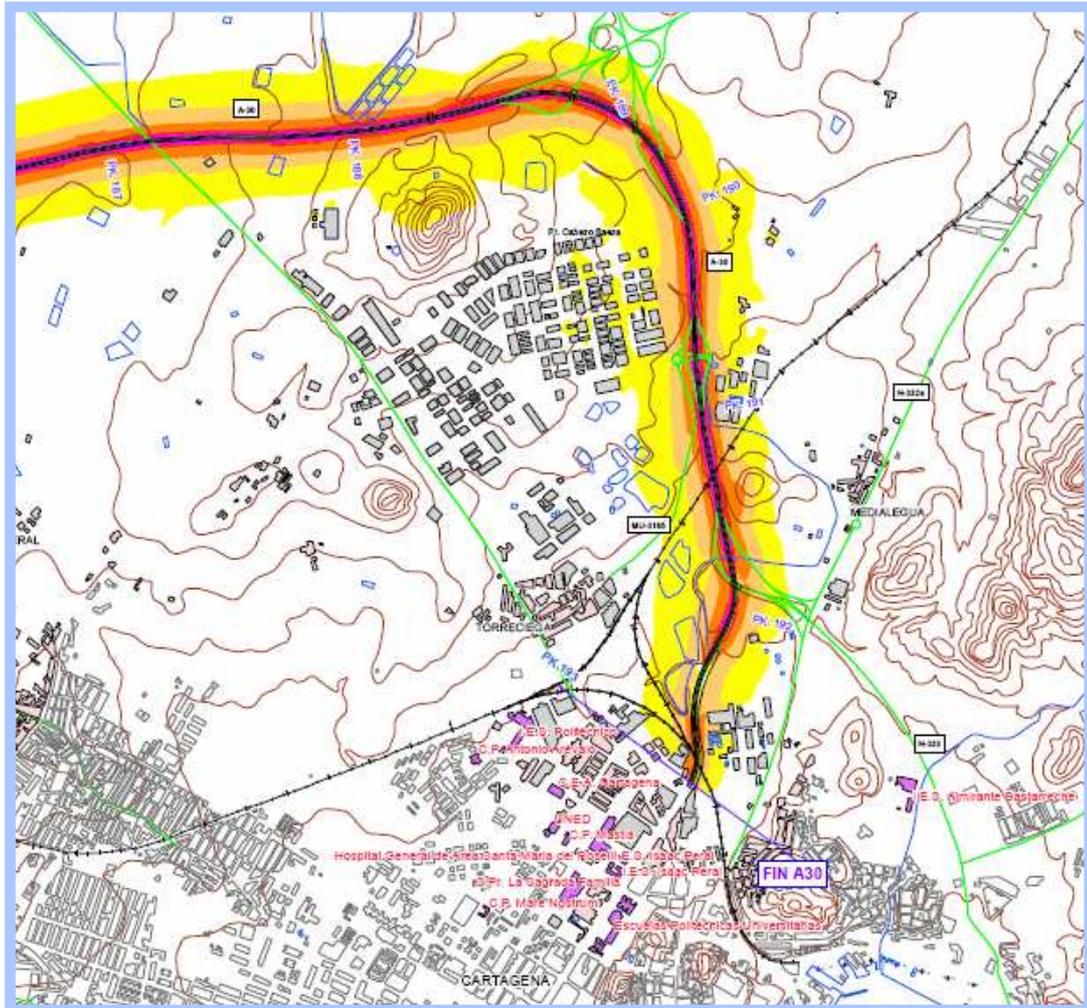


Ilustración 4: Mapa Isófonas – Ld - Gran Eje – A30 – Elaborado por el Ministerio de Fomento

2.3.2.- TRAFICO FERROVIARIO

El municipio de Cartagena dispone de dos tipos de infraestructuras ferroviarias, una red de pasajeros y de mercancías dependiente de ADIF y una línea de Ferrocarriles de Vía Estrecha (FEVE) que conecta la ciudad de Cartagena con La Unión y Los Nietos.

Cartagena constituye el final de la línea de ferrocarril para transporte de pasajeros que conecta esta ciudad con Madrid y Barcelona. La estación final se encuentra situada en la Plaza de Méjico, dentro del perímetro de la aglomeración urbana. Esta línea es utilizada tanto por trenes de larga distancia como por los de cercanías que operan en esta zona. El número de movimientos diarios de trenes de pasajeros en esta estación es de 24, teniendo en cuenta las salidas y las llegadas. La franja horaria en la que operan preferentemente es la comprendida entre las 7,00 y las 00'00 horas, existiendo únicamente un tren que tiene su salida a las 5'30 horas.

El trazado de la línea de ferrocarril discurre paralelo al extremo oriental de la aglomeración urbana de Cartagena, sin llegar a atravesarla en ningún momento. El único tramo de esta línea que atravesaba la aglomeración urbana por el Barrio Peral fue desviado a final de la década de los noventa. La vía discurre en esta zona parcialmente por el interior de una trinchera que contribuye a reducir los niveles de ruido producidos por el paso de los ferrocarriles.

Durante los próximos años, está previsto soterrar el tramo final de la línea de ferrocarril de pasajeros a su llegada a Cartagena, aprovechando las obras de construcción de la línea del AVE, lo que también contribuirá a reducir los niveles de ruido generados por el actual trazado del ferrocarril en dicha zona.

La línea de transporte de mercancías por ferrocarril tiene su estación final en el Valle de Escombreras, aunque el trazado de esta se une con la de pasajeros en la zona oriental de la aglomeración urbana. La frecuencia circulatoria de los trenes de mercancías es muy variable, ya que depende de la actividad industrial y portuaria en dicha zona.

Por su parte, la línea del Ferrocarril de Vía Estrecha (FEVE) tiene su estación en la Plaza de Bastarreche que se encuentra situada dentro del perímetro de la aglomeración urbana de Cartagena. Diariamente, operan una media de 44 trenes en esta estación, considerando las salidas y las llegadas. La franja horaria en la que operan es la comprendida entre las 7'00 y las 23'00 horas. Las zonas de la aglomeración urbana más próximas al trazado de esta línea de ferrocarril son los barrios de Santa Lucía y Los Mateos.

La imagen de la página siguiente muestra el trazado de las distintas líneas de ferrocarril y la localización de las estaciones.



Delimitación Aglomeración	
Línea Ferrocarril Mercancías	
Línea Ferrocarril FEVE	
Línea Ferrocarril Larga/Media Distancia	

Ilustración 5: Líneas de Ferrocarril

2.3.3.- TRAFICO AÉREO

El aeropuerto operativo más próximo se encuentra en el municipio de San Javier, a unos 25 kilómetros aproximadamente de la ciudad de Cartagena.

Este aeropuerto no dispone de Mapa Estratégico de Ruidos, ya que el número de movimientos de aeronaves que se registra anualmente en el mismo no supera las cifras establecidas en el artículo 3 de la Ley 37/2003 del Ruido para que pueda considerarse como un gran aeropuerto.

La huella acústica producida por este aeropuerto no afecta a la aglomeración urbana de Cartagena, debido a la importante distancia que separa ambos puntos.

2.3.4.- RUIDO INDUSTRIAL

La actividad industrial se encuentra repartida por distintas zonas del término municipal. El principal polígono industrial del municipio, en el que se encuentra instalada la mayor parte de la industria pesada, está localizado en el Valle de Escombreras, a unos 4 kilómetros de distancia de la aglomeración urbana de Cartagena y separada de esta por una cadena montañosa.

Otra importante zona industrial del municipio lo constituye el emplazamiento de la industria de plásticos SABIC en la diputación de La Aljorra, a más de 12 kilómetros de distancia de la aglomeración urbana principal de Cartagena.

La zona occidental del puerto de Cartagena también alberga una importante industria naval (Navantia), que se encuentra situada a menos de 1 kilómetro de la aglomeración urbana, en una zona que posee un marcado carácter militar.

El resto de zonas industriales del municipio se encuentran distribuidas en diferentes polígonos industriales de menor entidad, como son los de La Palma, Vista Alegre, Los Camachos y Cabezo Beaza. Este último, en el que predominan las actividades de servicios, se encuentra situado al Este de la aglomeración urbana, a menos de 1 kilómetro del Barrio de Torreciega que constituye el límite oriental de la zona de estudio. El ruido predominante en estas zonas es el generado por el tráfico rodado, ya que el producido por las actividades industriales es muy inferior a aquel.

Ninguna de las zonas industriales existentes en el municipio de Cartagena cumple los requisitos establecidos en el R.D. 1513/2005 para ser incluidas en la aglomeración urbana principal, ya sea por la distancia existente hasta las zonas pobladas o por la densidad de población asociada a las zonas residenciales próximas, por lo que todas ellas han sido excluidas del ámbito de estudio.

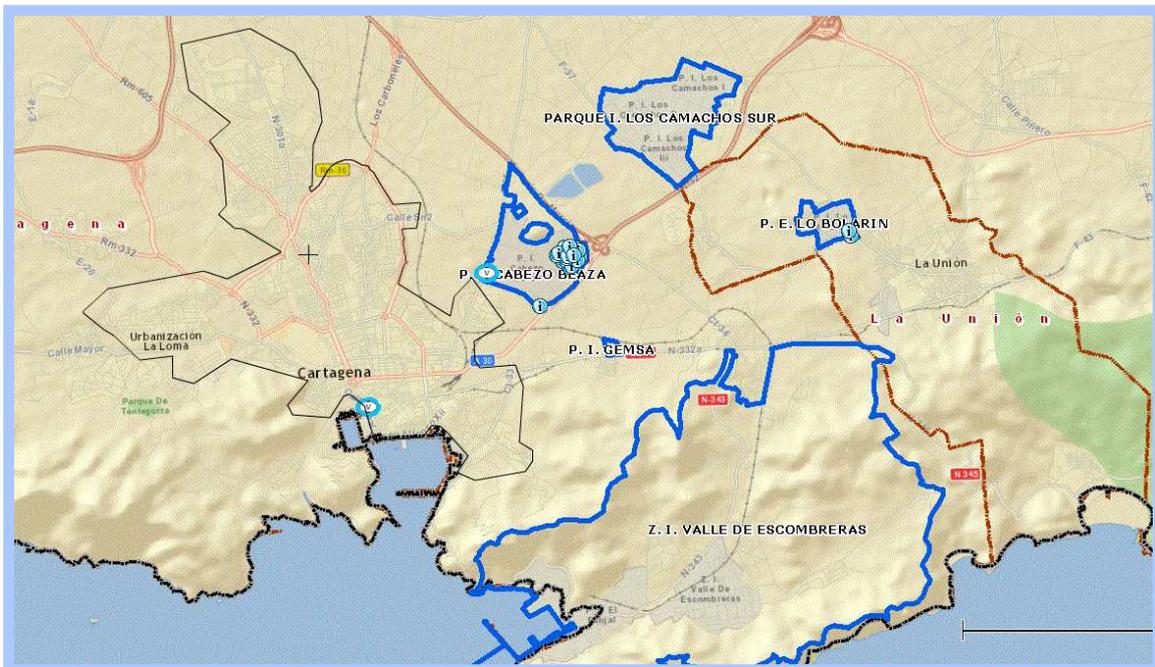


Ilustración 6: Zonas Industriales Próximas

3. AUTORIDAD RESPONSABLE.

El Mapa Estratégico de Ruidos de la Aglomeración Urbana de Cartagena ha sido elaborado por el Ayuntamiento de Cartagena, de acuerdo con lo que establece el artículo 4 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre del Ruido.

El ámbito territorial de la aglomeración urbana principal corresponde íntegramente al término municipal de Cartagena, no existiendo ninguna zona dentro del área de estudio que supere el ámbito geográfico de éste.

Así pues, el Ayuntamiento de Cartagena es el responsable de la elaboración del Mapa Estratégico de Ruidos de la Aglomeración Urbana de Cartagena, de su aprobación y de su presentación ante las administraciones competentes (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, y Comisión Europea).

El proceso de aprobación del Mapa Estratégico de Ruidos comprenderá su aprobación por parte de la Junta de Gobierno Local del Ayuntamiento de Cartagena, un periodo de exposición pública durante un periodo de un mes que se dará a conocer a través de un anuncio en el Boletín Oficial de la Región de Murcia y la aprobación final del documento elaborado.

El servicio municipal que se encargará de coordinar las tareas de elaboración del Mapa Estratégico de Ruidos es la Concejalía de Medio Ambiente, que es la que ostenta las competencias municipales en materia de protección y conservación del medio ambiente.

La Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido también otorga estas otras responsabilidades al Ayuntamiento de Cartagena:

- Poner a disposición de los ciudadanos toda la información relativa al Mapa Estratégico de Ruidos de la Aglomeración Urbana de Cartagena y los niveles de ruido a los que están expuestos.
- Elaborar los Planes de Acción necesarios para minimizar los niveles de ruido en la aglomeración urbana, con especial atención a aquellas zonas de conflicto en las que los niveles de ruido existentes superen los objetivos de calidad acústica establecidos en función de los usos del suelo predominantes.

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

La lucha contra la contaminación acústica ha constituido, durante los últimos años, uno de los pilares básicos de la política municipal de protección del medio ambiente del Ayuntamiento de Cartagena. En los últimos veinte años, se han desarrollado numerosas actuaciones que han contribuido a mejorar el conocimiento y el control de la contaminación acústica en el municipio, a corregir determinadas situaciones de conflicto existentes y a prevenir la aparición de nuevos problemas asociados al ruido ambiental. Entre las actuaciones desarrolladas en los diferentes ámbitos, cabe destacar las siguientes:

4.1.- GESTIÓN MUNICIPAL

- a) Aprobación de la Ordenanza Municipal de Protección del Medio Ambiente frente a los Ruidos y Vibraciones (2.003).
- b) Elaboración de un estudio de diagnóstico de la situación acústica del municipio de Cartagena, enmarcado en el proceso de implantación de la Agenda Local 21. Dicho estudio llevó asociada la elaboración de una cartografía del ruido en todos los núcleos de población del municipio, tanto en horario diurno como nocturno, y la identificación de los principales puntos negros existentes (2.005-2.006).
- c) Incremento de la dotación de medios instrumentales, tanto por parte de los servicios técnicos municipales de medio ambiente como por parte de policía local. Actualmente, el Ayuntamiento de Cartagena dispone de un total de tres sonómetros, un calibrador, un equipo para producción de ruido rosa, una maleta para medición en intemperie, un medidor de revoluciones para motocicletas y diversos software asociados a la gestión y control del ruido. Asimismo, se han adquirido varios aforadores automáticos para el conteo de vehículos en las vías circulatorias que constituyen la trama urbana.
- d) Mejora de la formación en materia de contaminación acústica de los técnicos municipales y policías locales, mediante la participación de los mismos en diversas actividades formativas organizadas por otras administraciones e instituciones (Escuela de Administración Local, Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos, Ministerio de Medio Ambiente, etc.) y por empresas especializadas del sector (Brüel & Kjaer, Cesva, etc.)
- e) Desarrollo de programas de educación, información y sensibilización en materia de contaminación acústica. En este sentido, se han realizado talleres en centros educativos, campañas a través de los medios de comunicación, se han elaborado materiales divulgativos y se han organizado charlas dirigidas a determinados grupos o colectivos. Asimismo, se ha incluido información relativa a este tema en la web municipal.
- f) Puesta en marcha de varios instrumentos de participación ciudadana, como son una mesa de trabajo en la que están representados los principales actores locales vinculados con el tema de la contaminación acústica, y la realización de varias consultas ciudadanas en relación al ruido, la movilidad y otros aspectos medioambientales.

4.2.- MOVILIDAD.

- a) Desvío de la línea de ferrocarril Cartagena-Chinchilla con el objeto de eliminar el tramo de la misma que atravesaba el Barrio Peral (1.998), el cual constituía el principal foco de ruido asociado al tráfico ferroviario en el municipio. El nuevo trazado circunvala dicho barrio y discurre parcialmente en trinchera, con lo que se reduce sustancialmente el impacto acústico asociado al paso de trenes. El espacio que ocupaba el antiguo trazado se ha transformado en una vía verde de uso exclusivo peatonal y ciclista (2.011).
- b) Peatonalización del casco histórico de la ciudad de Cartagena (2.003-2.011) que era una de las zonas del municipio expuesta a unos mayores niveles de ruido como consecuencia del intenso tráfico rodado que soportaba y las singulares características urbanísticas y arquitectónicas de esta zona. Esta zona comprende tanto vías exclusivamente peatonales como calles de uso compartido para peatones, bicicletas y ciclistas.
- c) Pacificación del tráfico en diversas calles y plazas de la ciudad (Calle Luis Calandre, Calle Real, Calle del Aire, etc.), utilizando distintas estrategias para conseguir la reducción de velocidad de circulación de los vehículos (señalización vertical, pavimentos diferenciados, modificación del trazado, instalación de mobiliario urbano y jardinería, resaltes, etc.).
- d) Mejora de la red viaria de la ciudad de Cartagena. Entre las actuaciones llevadas a cabo, destacan la construcción de los nuevos accesos a la ciudad y la ronda transversal; la sustitución de semáforos por rotondas para imprimir mayor agilidad a la circulación rodada; la reurbanización de la Calle Real, alejando el tráfico rodado de la fachada de los edificios y mejorando los accesos al Arsenal Militar; y la mejora de asfaltado de buena parte del viario urbano.
- e) Puesta en marcha de varios aparcamientos disuasorios de vehículos en la zona perimetral del casco histórico de la ciudad, con el objeto de disminuir la circulación de vehículos por el interior de dicha zona. Los aparcamientos se encuentran situados en el Paseo de Alfonso XII, Plaza del Rey, Plaza del Par, Plaza de España y Plaza de la Lonja. Actualmente, se encuentra en construcción otro aparcamiento en Avenida de América.
- f) Promoción de la movilidad ciclista en la ciudad con el objeto de reducir los desplazamientos urbanos en vehículos privados, como son la puesta en marcha de un servicio de préstamo de bicicletas, la construcción de varios carriles-bici, la instalación de aparcamientos para bicicletas, la incorporación de la bicicleta a la flota municipal de vehículos y la organización de diversas campañas de información y sensibilización dirigidas a los ciudadanos.
- g) Elaboración de diversos estudios de movilidad sostenible, tanto de la ciudad como de los grandes centros de actividad, con el objeto de tratar de corregir los déficits asociados al actual modelo de movilidad (Plan de Movilidad Sostenible del Polígono Industrial Cabezo Beaza, 2.007; Estudio de Movilidad del Casco Urbano de Cartagena, 2.005; y Estrategia Local para la Movilidad Sostenible de Cartagena, 2.009). Además, el Ayuntamiento de Cartagena ha participado en la elaboración de los planes de movilidad promovidos por las empresas del Valle de Escombreras y Navantia.

-
- h) Elaboración de un estudio sobre vibraciones en la edificación producidas por el tráfico rodado (Laboratorios Cavendish, 2.010).
 - i) Mejora de la red de transporte público en el municipio (modernización de la flota, ampliación de rutas, incremento de la frecuencia, mejora de la información a los usuarios, instalación de sistemas de apertura automática de apertura de semáforos, etc.).
 - j) Puesta en marcha de servicios destinados a la promoción de sistemas alternativos de movilidad sostenible, como son “Compartir coche” y “Compartir parking”, destinados respectivamente a fomentar el uso compartido de los vehículos privados y de las plazas de aparcamiento existentes en la ciudad.
 - k) Organización de campañas periódicas de control del ruido de vehículos, mediante mediciones realizadas en la vía pública por la patrulla de medio ambiente de la policía local de Cartagena. Esta actuación se ha visto complementada con la organización de una campaña informativa sobre el ruido, en colaboración con la Asociación Regional de Venta y Reparación de Motocicletas y Ciclomotores de Murcia (AVREMOTO), a través de los talleres y tiendas de motos del municipio de Cartagena.
 - l) Organización de varios cursos teórico-prácticos de conducción de turismos, a través de un centro de formación especializado (Autoescuela San Nicolás), con los que se pretende dar a conocer unas pautas generales para reducir los diferentes impactos ambientales asociados a la circulación de vehículos, incluido el ruido.

4.3.- URBANISMO Y EDIFICACIÓN

- a) Traslado de actividades industriales implantadas en la ciudad a polígonos industriales. La creación de varias bolsas de suelo industrial en el exterior de la ciudad ha permitido trasladar a ellos numerosas actividades que eran importantes fuentes de ruido, tanto por los procesos propios de cada una de ellas como por la intensa circulación de vehículos pesados que generaban. Los polígonos industriales que han absorbido la mayor parte de estas industrias son los de Cabezo Beaza, Los Camachos, el Valle de Escobreras y La Palma.
- b) Control de las condiciones de aislamiento acústico en la edificación, de acuerdo con lo que establece el Documento Básico HR del Código Técnico de la Edificación, a través de las correspondientes licencias de obras.
- c) Elaboración y aprobación de la zonificación acústica del municipio, a la que se refiere el Real Decreto 1513/2005, dentro del proceso de revisión del Plan General de Ordenación Urbana de Cartagena (2.012).
- d) Control del ruido asociado a los instrumentos de desarrollo del planeamiento urbanístico (planes parciales, planes especiales, etc.), mediante estudios acústicos específicos.
- e) Control de las medidas correctoras y preventivas de la contaminación acústica asociadas a los proyectos de obras de urbanización, a través de la licencia municipal, mediante estudios específicos en materia de movilidad y de ruido ambiental, de

acuerdo con lo que establecen las normas urbanísticas del Texto Refundido del Plan General de Ordenación Urbana de Cartagena.

4.4.- ACTIVIDADES

- a) Control del ruido generado por actividades potencialmente ruidosas, a través del estudio acústico aportado junto con la documentación técnica requerida para la obtención de la licencia de actividad. Entre los contenidos de este estudio, se incluye el análisis de las molestias por el ruido generado por el tráfico inducido por estas actividades.
- b) Instalación de limitadores-registradores acústicos en establecimientos de ocio con equipos de reproducción sonora, con el objeto de limitar la emisión acústica de dichos equipos a los niveles establecidos por la normativa. Entre los establecimientos controlados mediante estos equipos también se encuentran los instalados temporalmente en el recinto de las fiestas de los cartagineses y romanos. Actualmente, se está desarrollando un sistema de control telemático de los limitadores instalados en dichos establecimientos a través de internet.
- c) Estudio sobre los niveles de ruido en la zona de ocio del Barrio Peral, para ser utilizado en la toma de decisiones respecto a la declaración de este espacio urbano como zona acústicamente saturada.

5. MÉTODOS DE MEDICIÓN Y CÁLCULO EMPLEADOS.

5.1.- MÉTODOS DE MEDICIÓN

Las mediciones de ruido ambiental disponibles en el Ayuntamiento de Cartagena y los datos de tráfico urbano e interurbano aportados por la red de aforadores de la Policía Local han resultado insuficientes para la elaboración del mapa estratégico de ruidos de la aglomeración urbana de Cartagena, ya que los primeros son muy antiguos (año 2.005) y los segundos escasos y poco representativos.

Por esta razón, se han realizado nuevas mediciones de ruido en los distintos intervalos del día y simultáneamente muestreos de tráfico rodado para determinar el número de vehículos/hora que circulan por las distintas calles de la ciudad, así como la proporción de vehículos ligeros y vehículos pesados.

Las mediciones de ruido que se han efectuado son de dos tipos:

- Mediciones de corta duración.
- Mediciones de larga duración (Períodos entre 24 h y 72 h en continuo).

5.1.1.- MEDIDAS DE CORTA DURACIÓN

Se han efectuado mediciones de ruido "in situ" durante días laborables y en franja diurna y nocturna, manejando valores promedio a lo largo del día, lo cual exceptúa en todo momento valores ruidosos "pico" algo superiores a los reflejados, y que se concentrarían en aquellos momentos de tráfico denso y en hora punta. Asimismo, no se han considerado aquellos tramos horarios valle, donde los niveles sonoros son prácticamente despreciables debido a la mínima densidad de tráfico existente en la zona. Estas mediciones son las que se han utilizado para la validación y comprobación del modelo elaborado.

Las mediciones de ruido se han organizado en dos fases, una primera que se corresponde con la zona de la aglomeración urbana comprendida entre la Avenida Víctor Beltrí, Ronda Transversal, Jorge Juan, Avenida Nueva Cartagena y Sebastián Feringán; y una segunda que se corresponde con el resto de la aglomeración urbana de Cartagena.

Durante una primera fase, se han seleccionado 300 puntos de medición y, en cada uno de ellos, se han efectuado mediciones de 15 minutos en distintos intervalos del día (mañana, tarde o noche) con las que se ha obtenido una relación adecuada de las variables de tráfico, fuentes identificadas, etc.

En la segunda fase, se han seleccionado un total de 150 puntos de medida y, en cada uno de ellos, se han realizado varias mediciones de ruido conforme a la metodología que se describe más adelante para obtener unos niveles de ruido equivalentes día/tarde/noche convenientemente parametrizados que permitan validar el modelo predictivo diseñado.

En estos puntos, las medidas se han realizado siguiendo el proceso descrito en el Artículo 18 del Capítulo IV ("*Medidas y Calificación de los Niveles Sonoros como resultado de Inspecciones o Estudios*") del Decreto 48/1998, de 30 de julio, de Protección del Medio Ambiente frente al Ruido, el cual se ajusta a las especificaciones establecidas en el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas, para la evaluación por medición de los índices de ruido. Dicho artículo especifica que para expresar el Nivel Equivalente Leq de un periodo debe medirse en continuo durante todo el período de estudio o bien realizar un muestreo atendiendo a los siguientes criterios:

- Durante el día, se han dos mediciones de entre 5 y 10 minutos, cada 5 horas.
- Durante la noche, se deben realizar medidas de 10 minutos, cada 2 horas.

El Decreto 48/1998 establece que la franja horaria diurna es la comprendida entre las 07:00 y las 22:00 horas y la franja nocturna la comprendida entre las 22:00 y las 07:00 horas del día siguiente. El Real Decreto 1367/2007, por su parte, establece como franja horaria *diurna* el periodo comprendido entre las 07:00 y las 19:00, la franja horaria *tarde* la comprendida entre las 19:00 y las 23:00 y la franja horaria *nocturna* el periodo desde las 23:00 hasta las 07:00 del día siguiente. Con el fin de compatibilizar ambas normativas se optó por efectuar 2 mediciones en horario diurno y 1 en horario de tarde. De este modo, en cada punto seleccionado se han realizado las siguientes medidas:

FRANJA	Nº DE MEDICIONES
DIA	2
TARDE	1
NOCHE	5

Las mediciones nocturnas únicamente se han efectuado en aquellos puntos considerados representativos en base a los niveles registrados durante las franjas horarias día/tarde o bien por su importancia a la hora de parametrizar y validar el modelo predictivo.

Debido a que ambas normativas (Decreto 48/1998 y R.D. 1367/2007) difieren en el periodo horario asignado para la noche, se optó por efectuar las mediciones nocturnas atendiendo a lo establecido en el Real Decreto 1367/2007 por ser una normativa de mayor rango y más actual.

Finalmente, en base a esos criterios, en cada uno de los puntos definidos, se han efectuado las siguientes medidas:

FRANJA	Nº DE MEDICIONES	Nº DE PUNTOS	TOTAL MEDICIONES
DIA	2	150	300
TARDE	1	150	150
NOCHE	5	48	240

Así pues, considerando las mediciones efectuadas durante la primera y la segunda fase de este estudio, se ha contado con un total de 990 mediciones de ruido realizadas para la validación de los modelos predictivos.

La distribución de los puntos de medida se muestra en el plano de la siguiente pagina.

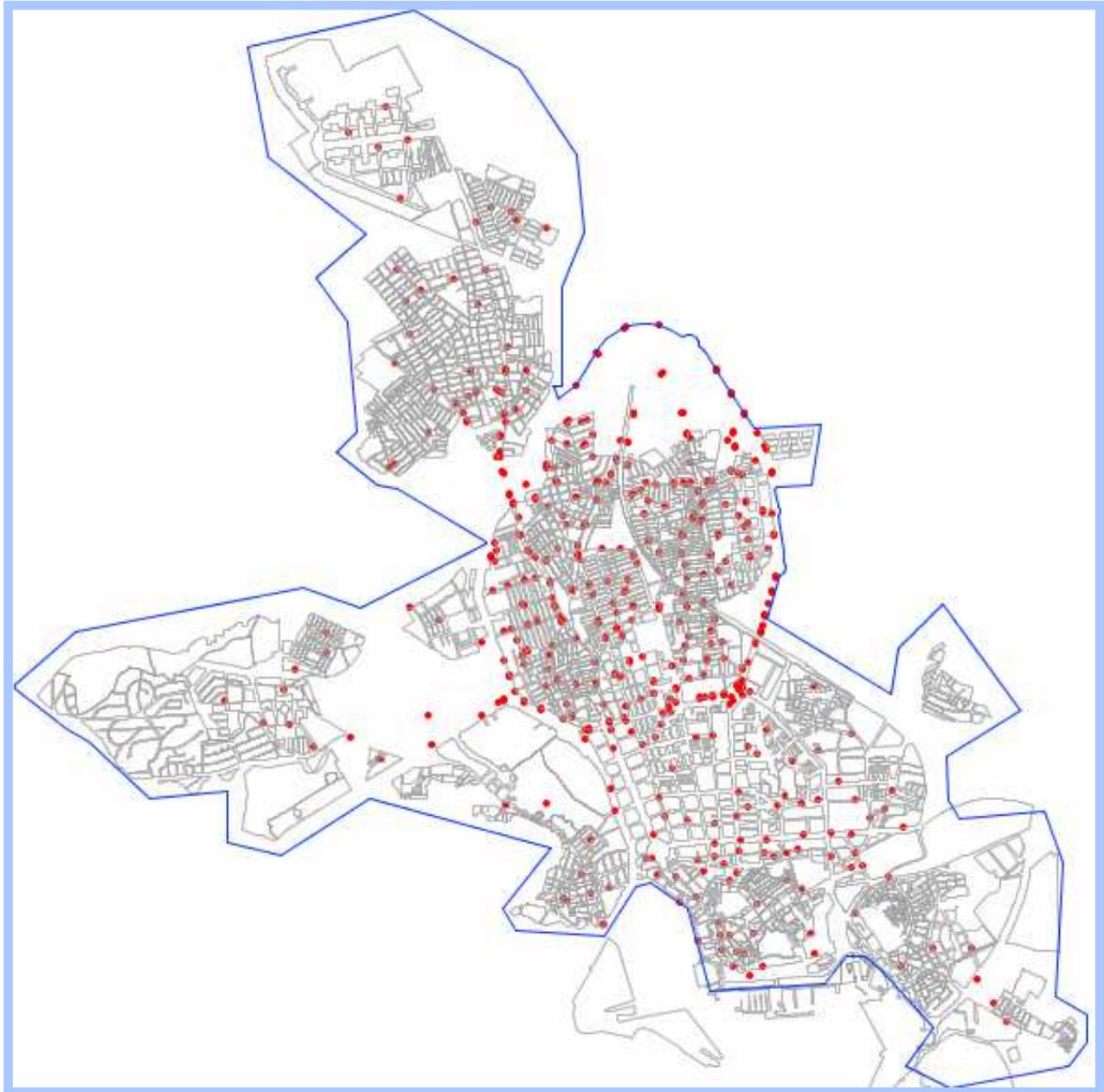


Ilustración 7: Distribución de Puntos de Muestreo

5.1.2.- MEDIDAS DE LARGA DURACIÓN

Se han realizado mediciones con una duración superior a 24 horas en un total de 63 puntos distribuidos por toda el área de estudio. Estos puntos han sido seleccionados atendiendo a los siguientes criterios:

1.- Criterio de homogeneidad superficial.- Se han seleccionado puntos de medición de forma homogénea y regular, atendiendo exclusivamente a criterios espaciales (división del área de estudio en cuadrículas). De esta manera, se obtienen datos bajo criterios de uniformidad espacial.

2.- Criterio por interés zonal.- Se han seleccionado puntos de medición en función de las distintas tipologías de calles identificadas y de las zonas de especial interés.

Los puntos también se han seleccionado haciendo especial hincapié en aquellas zonas de mayor interés de protección contra la contaminación acústica, esto es, zonas hospitalarias, zonas docentes, zonas residenciales y zonas de especial interés. Es de destacar, que todos los puntos de medición de 24 horas en continuo, se han realizado siguiendo las prescripciones de la serie normativa UNE ISO 1996 (1 y 2), a una altura $4,0 \pm 0,2$ m. y a una distancia entre 1 y 2 m. de las fachadas.

Se han instalado los equipos junto con sus kits de intemperie y mástiles contando con la colaboración desinteresada de más de 60 familias.

5.2.- MÉTODOS DE CÁLCULO

Todos los trabajos realizados para la obtención de los mapas de ruido estratégicos se han basado en las definiciones y especificaciones de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental; la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido; los Reales Decretos que la desarrollan; y las Instrucciones para la entrega de los datos asociados a los Mapas Estratégicos de Ruido de aglomeraciones elaboradas por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

El Anexo II “Métodos de Evaluación para los Indicadores de Ruido” de la Directiva 2002/49/CE y sus posteriores recomendaciones establecen que 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 valido del método predictivo aunque también se han efectuado mediciones “*in situ*” a fin de poder contrastar los valores obtenidos con valores de referencia y poder comprobar su bondad.

Uno de los objetivos de la Directiva es el uso de métodos comunes de evaluación en todos los estados miembros. Por ello, en la elaboración de los mapas de ruido se emplea un software predictivo (PREDICTOR) que contempla los métodos recomendados por la Directiva Europea para la determinación de ruido originado por el tráfico de carreteras, el ferrocarril y las fuentes de ruido industrial.

Los métodos recomendados para los Estados miembros, a falta de disponer de un método común europeo para el cálculo de niveles de ruido ambiental actualmente en desarrollo (CNOSSOSS-EU), son los siguientes:

- Ruido de tráfico rodado: método francés, NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTULCPC-CSTB), mencionado en el “Arreté du mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal officiel du 10 mai 1995, article 6” y en la norma francesa “XPS 31-133”.
- Ruido de ferrocarril: El método nacional de cálculo de los Países Bajos, publicado como «Reken-en Meetvoorschrift Railverkeerslawaaï'96» («Guías para el cálculo y medida del ruido del transporte ferroviario 1996»), por el Ministerio de Vivienda, Planificación Territorial, 20 de noviembre 1996.
- Ruido industrial: ISO 9613-2: “Acoustics-Abatement of sound propagation outdoors, Part 2: General Method of calculation”. Para la aplicación del método establecido en esta norma, pueden obtenerse datos adecuados sobre emisión de ruido (datos de entrada) mediante mediciones realizadas según alguno de los métodos descritos en las normas siguientes:
 - ISO 8297: 1994 «Acústica-Determinación de los niveles de potencia sonora de plantas industriales multifuente para la evaluación de niveles de presión sonora en el medio ambiente–Método de ingeniería».
 - 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».
- Ruido de aeronaves: ECAC CEAC Doc. 29. Informe sobre el método estándar de campo de niveles de ruido en el entorno de aeropuertos civiles. 1997.

La metodología empleada en la elaboración del Mapa Estratégico de Ruidos es acorde a las directrices de la Ley 37/2003 del Ruido y el Real Decreto 1513/2005 que la desarrolla en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental; la Recomendación de la Comisión de 6 de Agosto de 2003 relativa a las Orientaciones sobre modelos de cálculo de ruido provisionales revisados y el documento Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated on Noise Exposure elaborados por el grupo de trabajo de la Comisión Europea sobre evaluación de la exposición al ruido (WG-AEN).

Dada las características del núcleo urbano, se ha procedido a la simulación del principal foco de contaminación acústica de la ciudad, el tráfico rodado, combinando estos resultados con registros sonoros reales que incluyen la influencia acústica del resto de fuentes ruidosas existentes.

En el Mapa Estratégico se ha empleado una metodología que combina estos métodos de predicción sonora con la realización de medidas in situ, utilizadas en las fases previas del mapa de ruidos, que permiten además de completar la información, validar la representatividad del modelo y comprobar su exactitud.

Otras Observaciones:

El sonido que se ha tenido 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 del punto de evaluación de los índices de ruido se ha fijado en 4m.

Se realiza el cálculo creando una cuadrícula/rejilla de 5x5 metros, cuyo perímetro coincide con el límite de la zona de estudio considerada.

El Método de Corrección Meteorológica utilizado es el indicado por defecto por Predictor: Interim default (Day-50%, Evening-75%, Nigth-100%).

Para el "Ground Factor", se ha tomado un valor medio de 0,3, excepto en zonas muy absorbentes, en las que se han generado las correspondientes "Ground Regions"; con su GF específico.

El resto de parámetros no se han modificado, dejando los que propone el programa por defecto para cada método.

5.3.- ELABORACIÓN DE LOS MODELOS PREDICTIVOS

CONSIDERACIONES PREVIAS

El software utilizado para la elaboración del mapa estratégico de Cartagena ha sido PREDICTOR PLUS 7810-A VERSIÓN 7 de la firma Brüel & Kjær. Este software permite seleccionar entre distintos métodos de cálculo, entre los que se encuentra 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. Por otro lado, se ha utilizado la herramienta PREDICTOR ANALYST V3.22, también de la firma Brüel & Kjær, que realiza la suma logarítmica de isófonas procedentes de distintas fuentes, para la obtención de modelos totales.

El programa utilizado para el cálculo de población afectada ha sido gvSIG 1.9. Se trata de un Sistema de Información Geográfica de libre disposición que cuenta con un amplio número de herramientas para trabajar con información de naturaleza geográfica (herramientas de consulta, creación de mapas, geoprocésamiento, redes, etc.).

No siempre ha sido posible obtener datos exactos y en estas ocasiones se ha seguido en todo momento las indicaciones aportadas en la “Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure” elaborada por la “European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise”.

La obtención de los datos de entrada a los modelos ha sido el mayor inconveniente para la realización del mapa de ruidos de la ciudad. Muchos de los datos que se encontraban disponibles no se adecuaban a las exigencias de los modelos empleados, por lo que ha sido necesario realizar un exhaustivo trabajo de campo para obtener los datos necesarios para la elaboración del mapa de ruidos.

En la modelización del ruido ambiental es de especial relevancia el tráfico rodado. La escasez de datos relativos a esta fuente, como la intensidad, el tipo y velocidad de los vehículos, etc., se ha suplido con muestreos en distintas vías de la ciudad. Por criterios de longitud, número de sentidos y ubicación de la vía, los valores de las muestras se han hecho extensibles al resto de las vías de la ciudad. Posteriormente, ha sido necesario un filtrado de los datos y la obtención de nuevas muestras para aumentar la exactitud de los datos de origen y por lo tanto la exactitud de la predicción.

El tráfico ferroviario se ha modelado a partir de los atributos correspondientes a los distintos tipos de trenes y a los correspondientes a las vías del tren. Esta información junto con el número de movimientos ha sido aportada por ADIF y FEVE e implementada en el de cálculo.

Podemos dividir la fase seguidas para la elaboración de los modelos predictivos en las siguientes:

- FASE 1: Recopilación de Información.
- FASE 2: Trabajo de Campo
- FASE 3: Adaptación de la documentación existente al formato necesario.
- FASE 4: Alimentación del Software de Predicción Sonora.
- FASE 5: Cálculo de los Modelos Predictivos y validación de resultados.
- FASE 6: Obtención de los niveles totales (suma de fuentes).
- FASE 7: Cálculo de población afectada.

A continuación se realiza una descripción que pretende resumir los trabajos realizados en cada una de las fases.

FASE 1: Recopilación de Información.

La documentación de partida con la que se contaba para la implementación de los modelos predictivos era la cartografía vectorial del municipio de Murcia (edificios y ejes de carreteras), datos de censo de población del año 2011, valores de aforo en algunas de las principales vías de la ciudad y valores de tráfico ferroviario proporcionados por ADIF.

FASE 2: Trabajo de Campo

Se seleccionan puntos representativos del ámbito de estudio en los que se efectuaron mediciones de ruido "in situ" conforme a las metodologías descritas en apartados anteriores y se tomaron valores de aforo de tráfico rodado.

FASE 3: Adaptación de la documentación existente al formato necesario.

Las cartografías existentes se encontraban desfasadas y en formatos no reconocibles por la herramienta de simulación y cálculo predictivo. Por tanto, se realizó la ardua tarea de actualizar y modificar las mismas para adaptarla a los requerimientos del software predictivo. Estos trabajos consistieron principalmente en transformar los vectores que delimitan los edificios en polilíneas cerradas, dotar a esas polilíneas de altura en base a la altura de cada edificio así como generar nuevos edificios no incluidos en la cartografía.

Dado que la información relativa a la orografía del terreno era deficiente se obtuvieron coberturas gráficas (formato ECW) de la web <http://www.murcianatural.carm.es/geocatalogo> que fueron procesadas con GVSIG para obtener coberturas vectoriales (formato SHP) que permitieron obtener las curvas de nivel de la zona y realizar el levantamiento topográfico.

FASE 4: Alimentación del Software de Predicción Sonora.

Para el desarrollo del modelo de tráfico rodado se utiliza el método de cálculo francés basado en la norma <<XPS 31-133>>. Los datos introducidos son los siguientes:

- Aforos de vehículos: se introducen los valores de flujo de vehículos para cada periodo definido (día, tarde, noche) discriminando entre vehículos ligeros y pesados.
- Velocidades de vehículos: se introducen valores de velocidad por periodo. El método distingue entre vl (velocidad ligeros) y vh (velocidad pesados).
- Tipo de superficie del vial: el software propone varias posibilidades desde superficie porosa hasta adoquinada. En caso de seleccionar "definida por el usuario", el programa permite la introducción de coeficientes de absorción independientes para distintos rangos de velocidad y tipología de vehículos.
- Pendiente: permite variar entre ascendente / horizontal / descendente.

Una vez introducidos todos los viales en los que se dispone de datos, se pone de manifiesto la necesidad de alimentar el programa con la información de aquellos viales de los que no se poseen marcadores de tráfico, a fin de parametrizar con mayor precisión el ruido producido. Para solucionar esta deficiencia se emplea el método recomendado por el WG-AEN (European Commission's Working Group Assessment of Exposure to Noise) extraído de la guía "Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure". Dicho método consiste en establecer diferentes categorías de calles y asignar una categoría a las calles que no disponen de datos en función de la similitud de las características de dicha calle con otros viales parametrizados durante el trabajo de campo.

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.

Así pues, se establecieron seis categorías de calles según el aforo:

	< 15 vehiculos / hora
	< 15 veh / h - 60 veh / h
	60 veh / h - 180 veh / h
	180 veh / h - 600 veh / h
	600 veh / h - 1200 veh / h
	> 1200 veh / h

Ilustración 8: Categorías de calles para asignación de datos por similitud.

Posteriormente se determinaron las características de las calles cuyos datos se desconocían, se les asignó una categoría por similitud con calles de datos conocidos, y se introdujeron los datos correspondientes a la asociación. De esta forma, una vez introducidas las calles por asignación de categoría, se consideró que existían suficientes datos para simular con precisión la evolución del ruido provocado por el tráfico rodado a lo largo de los tres periodos del día.

Las zonas con mayor densidad de tráfico y población han necesitado de una mayor densidad de calles, mientras que en las zonas con menos tráfico y población se ha precisado un menor número de calles para simular el ruido producido y la población afectada por el mismo.

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 Meervoorschriften Railverkeerslawaaai '96' (RMV'96), Ministerie Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 20 November 1996). Este método utiliza múltiples parámetros para definir la emisión y propagación del ruido, de los cuales el más significativo es el de la categoría de trenes.

Independientemente de la categoría de los trenes, el método de cálculo contempla los siguientes parámetros:

- Altura de la Fuente: para el caso general de vías en terraplén, como es el caso en la aglomeración urbana de Cartagena, la definición geométrica del modelo a partir de la topografía de la zona, permite adaptar la altura de la fuente al terreno (Relative height).
- Método de entrada de datos: permite el cálculo a partir de datos de flujo de trenes, o bien introduciendo directamente datos de potencia de las máquinas.
- Tipo de vía: posibilidad de elección entre: definida por el usuario / traviesas de madera / cemento / no unidas al suelo / empotradas en el suelo /... y otras tipologías.
- Velocidades de vehículos: el modelo considera tanto la velocidad de paso como la de parada para el cálculo. Se deben introducir las correspondientes a cada tipo de tren.
- Aforos de vehículos: se deben introducir los distintos flujos (o frecuencias de paso) por periodo para cada tipo de tren.

FASE 5: Cálculo de los Modelos Predictivos y validación de resultados.

Una vez introducidas las fuentes de ruido y demás parámetros requeridos por el programa, se llevó a cabo una simulación inicial con el fin de hacer una primera aproximación al modelo definitivo. Para ello, el software requiere la definición de un recinto o "grid" que delimite la zona a modelizar, y en el cual hay que definir una resolución de malla. Inicialmente se ha tomado una malla de 25m x 25m (lo que equivaldría a colocar un sonómetro en cada nodo de esta malla), dejando para el modelo final la resolución de 5m x 5m, que requiere mucho más tiempo de cálculo.

Para el cálculo se utilizan los siguientes métodos:

- Ruido de tráfico rodado: método francés, NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTULCPC-CSTB), mencionado en el “Arreté du mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal officiel du 10 mai 1995, article 6” y en la norma francesa “XPS 31-133”.
- Ruido de ferrocarril: El método nacional de cálculo de los Países Bajos, publicado como «Reken-en Meetvoorschrift Railverkeerslawaaï'96» («Guías para el cálculo y medida del ruido del transporte ferroviario 1996»), por el Ministerio de Vivienda, Planificación Territorial, 20 de noviembre 1996.

El hecho de haber realizado conteos de vehículos simultáneamente a las mediciones de ruido permitirá posteriormente validar los modelos predictivos comparando los valores devueltos por el software en los mismos puntos en los que se tienen valores de dBA medidos (receptores).

La introducción en el modelo de receptores o puntos de validación en los cuales se han hecho mediciones en campo, ha permitido poder comparar el nivel de presión sonora calculado respecto del medido en cada uno de los puntos de muestreo. Se introdujeron un total de 150 puntos de validación en los distintos viales, los cuales se consideraron suficientes para validar el mapa de ruido, ya que cubren la zona de mayor densidad de tráfico y poblacional así como los viales principales y otros puntos significativos.

Los modelos fueron corregidos en aquellas zonas con un notable desfase entre los valores calculados por el software en los 150 puntos (receptores) y los niveles medidos “in situ”.

Finalmente se introdujeron las cartografías de edificios y curvas de nivel lo que permitió generar un modelo 3D de la aglomeración:

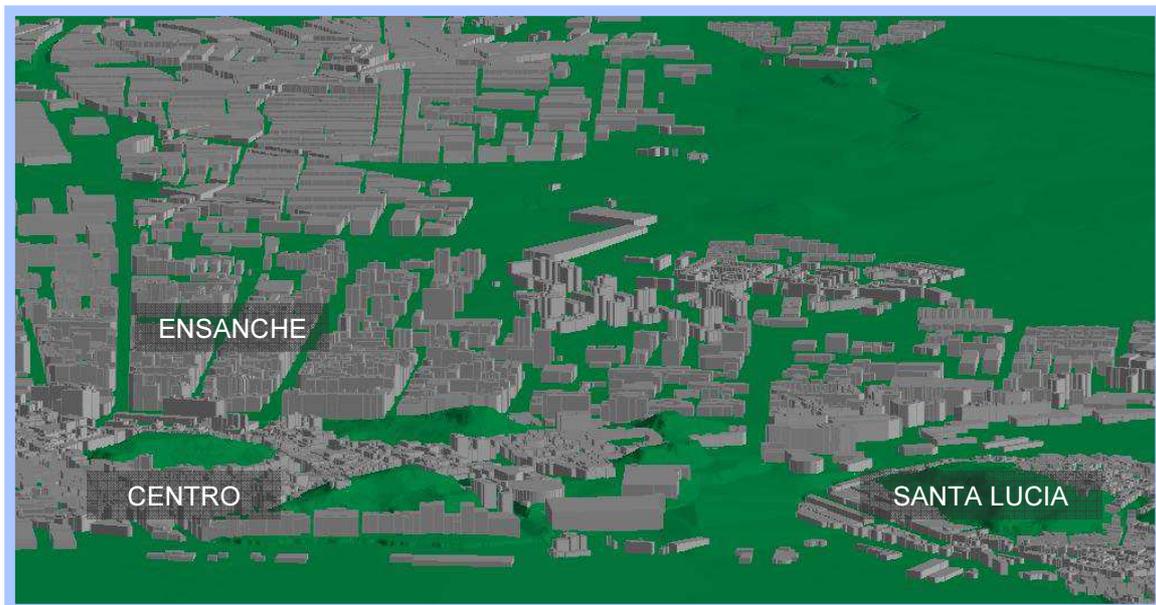


Ilustración 8: Levantamiento topográfico y vista 3D de los edificios.

FASE 6: Obtención de los niveles totales (suma de fuentes).

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: tráfico rodado y ferroviario.

Finalmente se realiza la suma de los dos focos sonoros principales estudiados, el tráfico rodado y el tráfico ferroviario. Para ello se exportan los dos modelos realizados, es decir, el modelo de tráfico rodado y el modelo de tráfico ferroviario al programa Analyst que calcula el nivel sonoro total producido por la actuación simultánea de todas las fuentes consideradas.

FASE 7: Cálculo de población afectada.

La Directiva 2002/49/CE exige realizar un estudio de la población afectada por las fuentes de ruido y se solicita como parte final de los estudios acústicos especificar cuantas personas (en centenas) están afectadas para cada una de las fuentes e intervalos acústicos considerados, referido todo a una altura de 4m.

En nuestro caso, el cálculo de la población afectada se ha realizado cruzando los mapas de isófonas obtenidos mediante Predictor y Analyst con los datos de población asociados a cada edificio, calculados a partir de la base de datos del censo de población y la aplicación de un algoritmo que tiene en cuenta la distribución de las distintas franjas ruidosas que establece la normativa sobre los edificios que ocupan el ámbito de estudio.

En primer lugar, se discriminaron todos aquellos edificios no residenciales. Posteriormente y utilizando algebra de mapas se analizan los niveles de ruido que llegan a cada edificio y se asignan porcentajes, de modo que si un edificio está 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 el número de habitantes afectados por cada nivel en cada periodo y para cada fuente de ruido.

6. RESULTADOS OBTENIDOS - POBLACIÓN EXPUESTA

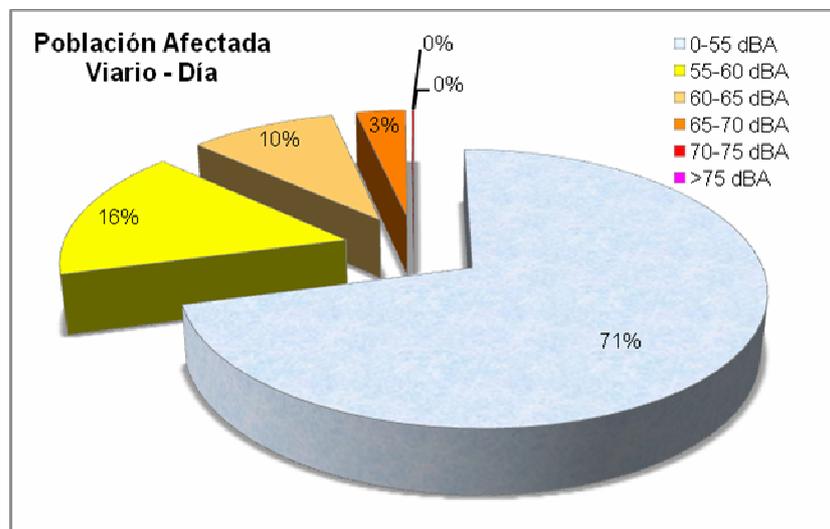
El objetivo final del mapa estratégico de ruidos es conocer la población de la aglomeración urbana de Cartagena que se encuentra expuesta, durante los distintos intervalos del día (mañana, tarde y noche), al ruido producido por cada una de las fuentes de ruido que han sido consideradas en este estudio de manera independiente (tráfico viario, tráfico ferroviario y grandes ejes) y por la conjunción de todas ellas (nivel de ruido total).

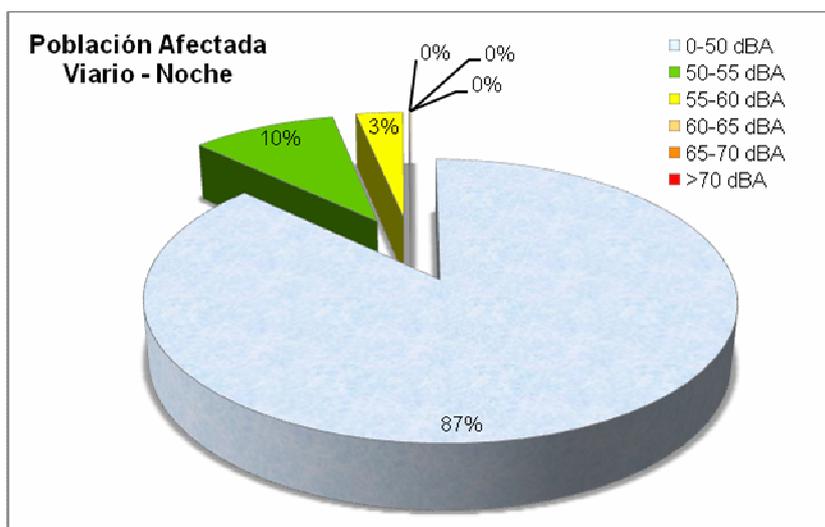
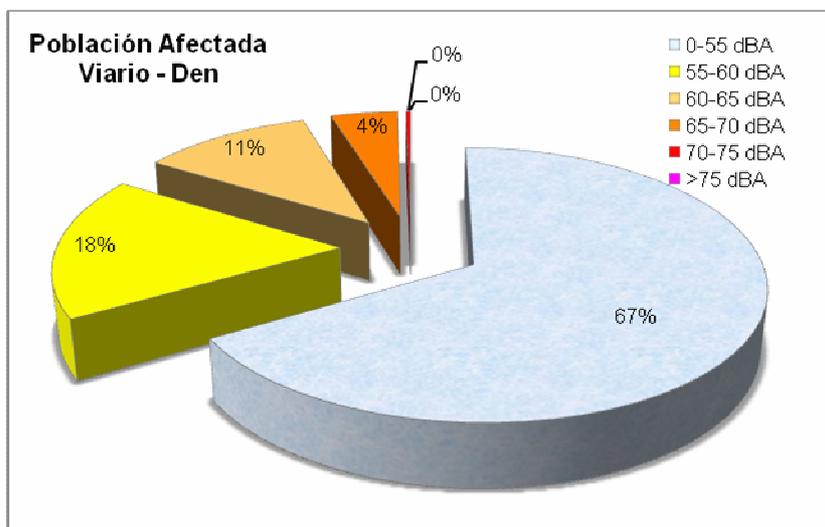
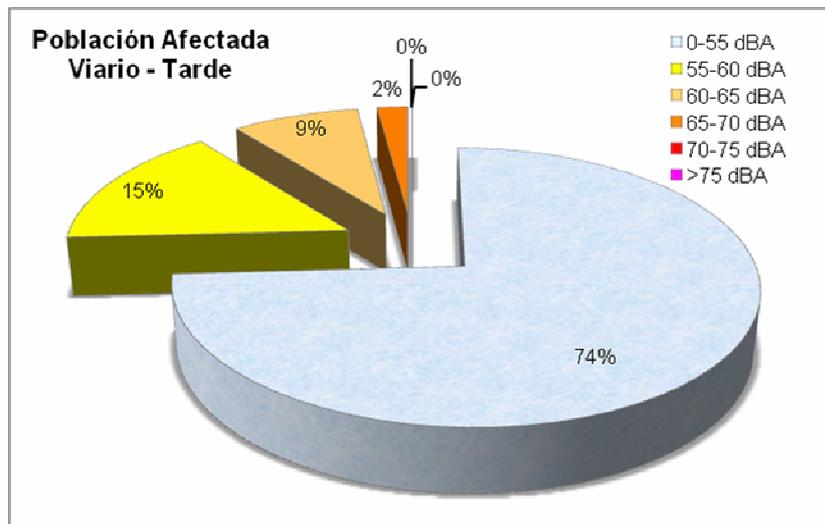
Los resultados se presentan indicando, para cada fuente de ruido y para la suma de todas ellas, el número de habitantes de la aglomeración urbana (expresados en centenas) que se encuentran expuestos durante los distintos intervalos del día a cada nivel de ruido (expresados mediante sus correspondientes índices acústicos y organizados en intervalos de 5 dBA).

Los índices de ruido que han sido considerados en la elaboración del mapa de ruidos y en el análisis de la población expuesta son los siguientes: Ld (índice de ruido del periodo de día); Le (índice de ruido del periodo de tarde); Ln (índice de ruido del periodo de noche); y Lden (índice de ruido global correspondiente al periodo día-tarde-noche).

TRAFICO VIARIO – Ld, Le, Ln, Lden

Centenas Habitantes Afectados - TRAFICO VIARIO					
Intervalo	Día	Tarde	Den	Intervalo	Noche
0-55 dBA	870	910	816	0-50 dBA	1070
55-60 dBA	196	188	215	50-55 dBA	118
60-65 dBA	120	104	139	55-60 dBA	39
65-70 dBA	41	25	55	60-65 dBA	1
70-75 dBA	2	0	3	65-70 dBA	0
>75 dBA	0	0	0	>70 dBA	0





TRAFICO FERROVIARIO – Ld, Le, Ln, Lden

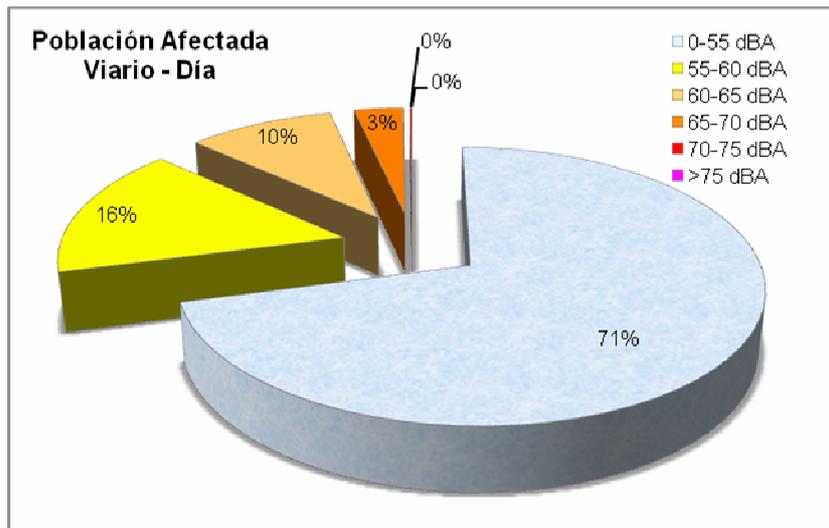
Centenas Habitantes Afectados - TRÁFICO FERROVIARIO					
Intervalo	Día	Tarde	Den	Intervalo	Noche
0-55 dBA	1228	1228	1228	0-50 dBA	1228
55-60 dBA	0	0	0	50-55 dBA	0
60-65 dBA	0	0	0	55-60 dBA	0
65-70 dBA	0	0	0	60-65 dBA	0
70-75 dBA	0	0	0	65-70 dBA	0
>75 dBA	0	0	0	>70 dBA	0

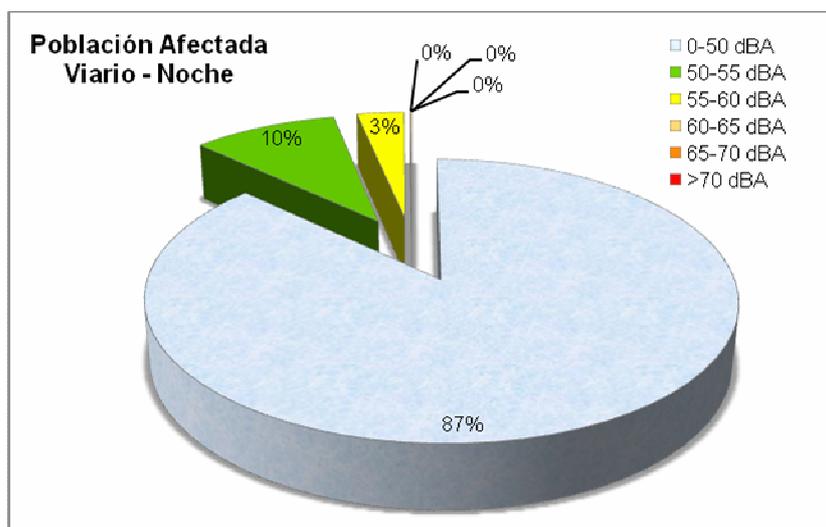
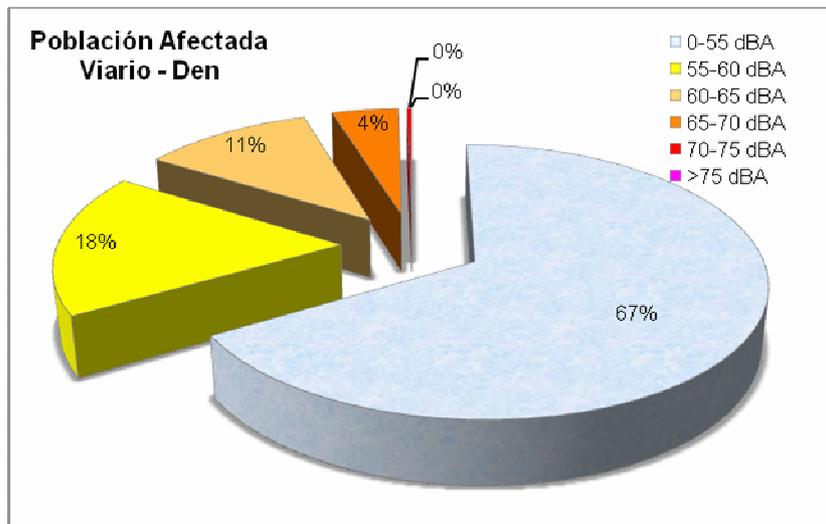
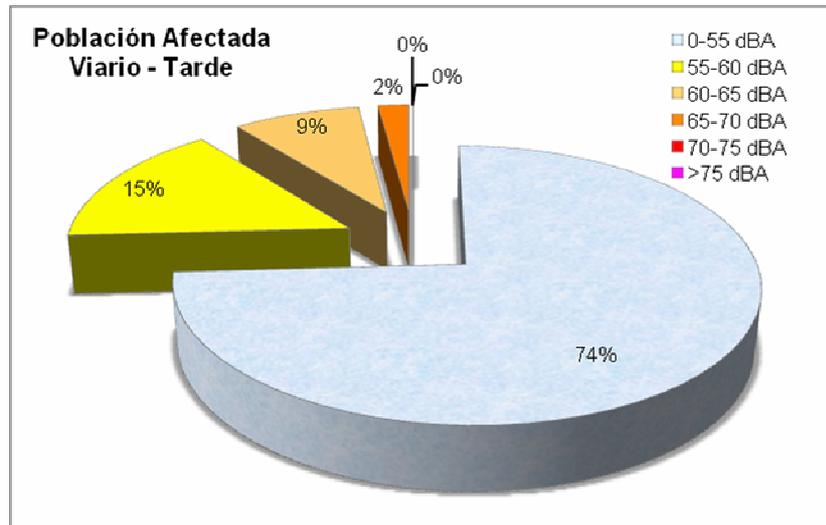
TRAFICO GRANDES EJES – Ld, Le, Ln, Lden

Centenas Habitantes Afectados - TRÁFICO GRANDES EJES					
Intervalo	Día	Tarde	Den	Intervalo	Noche
0-55 dBA	1228	1228	1228	0-50 dBA	1228
55-60 dBA	0	0	0	50-55 dBA	0
60-65 dBA	0	0	0	55-60 dBA	0
65-70 dBA	0	0	0	60-65 dBA	0
70-75 dBA	0	0	0	65-70 dBA	0
>75 dBA	0	0	0	>70 dBA	0

TOTAL – Ld, Le, Ln, Lden

Centenas Habitantes Afectados - TOTAL					
Intervalo	Día	Tarde	Den	Intervalo	Noche
0-55 dBA	870	910	816	0-50 dBA	1070
55-60 dBA	196	188	215	50-55 dBA	118
60-65 dBA	120	104	139	55-60 dBA	39
65-70 dBA	41	25	55	60-65 dBA	1
70-75 dBA	2	0	3	65-70 dBA	0
>75 dBA	0	0	0	>70 dBA	0





NOTA INFORMATIVA – POBLACIÓN AFECTADA

En las INSTRUCCIONES PARA LA ENTREGA DE LOS DATOS ASOCIADOS A LOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO DE LA SEGUNDA FASE elaborado por el MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, Y MEDIO RURAL Y MARINO se indica que solamente se admiten números enteros, debiéndose redondear los resultados a la centena más próxima.

Los datos de población obtenidos con una cifra decimal son los siguientes:

Centenas Habitantes Afectados - TRÁFICO VIARIO						Centenas Habitantes Afectados - TOTAL					
Intervalo	Día	Tarde	Den	Intervalo	Noche	Intervalo	Día	Tarde	Den	Intervalo	Noche
0-55 dBA	869,5	910,2	816,2	0-50 dBA	1069,7	0-55 dBA	869,6	910,6	816,2	0-50 dBA	1069,7
55-60 dBA	196,1	188,0	214,7	50-55 dBA	118,4	55-60 dBA	196,2	187,8	215,0	50-55 dBA	118,3
60-65 dBA	119,9	104,2	139,0	55-60 dBA	38,6	60-65 dBA	119,6	104,0	138,6	55-60 dBA	38,7
65-70 dBA	40,6	25,3	54,6	60-65 dBA	1,3	65-70 dBA	40,7	25,3	54,7	60-65 dBA	1,3
70-75 dBA	1,9	0,3	3,4	65-70 dBA	0,0	70-75 dBA	1,9	0,3	3,4	65-70 dBA	0,0
>75 dBA	0,0	0,0	0,0	>70 dBA	0,0	>75 dBA	0,0	0,0	0,0	>70 dBA	0,0

Este hecho explica que la suma de centenas de las tablas con el formato solicitado (con números enteros) no coincida en algunos casos.

7. PROPUESTA DE PLAN DE ACCIÓN

La fuente de ruido más importante y extendida en el municipio de Cartagena y la que mayores molestias genera en la población es el tráfico rodado, por lo que las actuaciones incluidas en el Plan de Acción se orientarán preferentemente hacia dicho ámbito. El Plan de Acción quedará estructurado del siguiente modo:

6.1.- GESTIÓN MUNICIPAL

- a) Redacción de una nueva Ordenanza Municipal de Protección del Medio Ambiente contra los Ruidos y las Vibraciones, adaptada a las disposiciones establecidas en la Ley 37/2.003, de 17 de noviembre, del Ruido y los Reales Decretos que la desarrollan.
- b) Creación de una unidad administrativa de acústica ambiental, adscrita al Servicio Municipal de Medio Ambiente, destinada al desarrollo de programas y actuaciones asociadas a la gestión del ruido ambiental en el municipio. Asimismo, se mejorará la formación en materia de acústica ambiental de los técnicos adscritos a esta unidad y se incrementará la dotación de recursos materiales de la misma.
- c) Puesta en marcha de la Comisión Municipal del Ruido, constituida por técnicos municipales de las distintas áreas administrativas del Ayuntamiento de Cartagena que desarrollan programas y actuaciones con incidencia directa o indirecta en el ruido ambiental (Medio Ambiente, Transportes, Infraestructuras, Urbanismo, Festejos, Policía Local, etc.).
- d) Desarrollo de un programa de educación, información y sensibilización en materia de contaminación acústica. Este programa incluirá la puesta en marcha de un portal específico sobre el ruido en la página web municipal, la elaboración de diversos materiales informativos y divulgativos sobre el ruido, la organización de varias jornadas técnicas monográficas dirigidas a determinados sectores profesionales, la oferta de un programa de educación ambiental en relación al ruido para los centros educativos del municipio y la celebración de unas jornadas regionales sobre gestión del ruido ambiental para dar a conocer las estrategias empleadas en los distintos municipios de la Región de Murcia y algunas experiencias singulares desarrolladas en otras zonas del país.
- e) Incorporación de la variable acústica a los pliegos de condiciones de todos aquellos contratos públicos realizados por el Ayuntamiento de Cartagena con empresas, ya sean de obras o de suministros, con el objeto de priorizar y favorecer aquellas alternativas y soluciones técnicas que menor incidencia tengan en el ruido ambiental de la ciudad.
- f) Reactivación de la Mesa de Participación Ciudadana sobre el Ruido que estará constituida por todas aquellas instituciones, empresas, organizaciones y particulares cuya actividad esté relacionada con el ruido. Este órgano de participación dispondrá de un reglamento de funcionamiento, se reunirá al menos una vez al año y tendrá entre sus funciones el seguimiento de los programas de control del ruido, la propuesta de actuaciones que contribuyan a mejorar la situación acústica en la ciudad y el análisis de proyectos que pudieran tener una especial incidencia en el ruido ambiental.

- g) Confección de un sistema de indicadores en materia de contaminación acústica para ser utilizado como instrumento de seguimiento de la situación acústica del municipio y evaluar el rendimiento de los distintos programas y actuaciones ejecutados.
- h) Ampliación del ámbito territorial del Mapa Estratégico de Ruidos del Municipio de Cartagena con la inclusión de los núcleos de población que tengan una población residente superior a los 2.000 habitantes, ya sea con carácter permanente o estacional.

6.2.- MOVILIDAD

- a) Desarrollo de nuevos proyectos de peatonalización y/o pacificación del tráfico en la ciudad y mejora de las condiciones de utilización y servicios de las ya existentes.
- b) Construcción de nuevas infraestructuras viarias en el municipio para contribuir a descongestionar determinadas carreteras y los accesos a la ciudad. Entre las nuevas infraestructuras previstas, cabe citar el nuevo acceso a la ciudad por la zona este (Alfonso XIII), la conexión de la carretera de La Aparecida y el P.I. Cabezo Beza con la Avenida Víctor Beltrí (acceso norte), y el nuevo acceso a la ciudad por la zona oeste.
- c) Puesta en marcha de un programa de actuaciones destinadas a la promoción del vehículo eléctrico. Entre estas medidas, cabe destacar la incorporación de algunas unidades a la flota municipal de vehículos, la instalación de puntos de recarga y la organización de unas jornadas técnicas.
- d) Puesta en marcha de un programa de monitorización del tráfico rodado en las vías urbanas e interurbanas de titularidad municipal, mediante una red de aforadores automáticos fijos y móviles, con el objeto de mejorar la información disponible de cara a los procesos de revisión del mapa estratégico de ruidos.
- e) Mejora de la red de transporte público, mediante la incorporación de vehículos más silencioso y la adecuación progresiva de las rutas y frecuencias de paso a las necesidades actuales de la población. Asimismo, se desarrollarán programas destinados a fomentar el uso del transporte público y se mejorará el acceso a la información de la red de autobuses urbanos.
- f) Elaboración de un Plan Director de la Bicicleta en el Municipio de Cartagena que establezca las directrices básicas para el desarrollo de todas las actuaciones a llevar a cabo para impulsar la movilidad ciclista a nivel local. Además, se continuarán construyendo nuevas infraestructuras ciclistas, se tratará de impulsar el servicio municipal de bicicleta pública con nuevos puntos de préstamo y se desarrollarán actuaciones de promoción del uso de la bicicleta en el entorno urbano.
- g) Intensificación de las campañas de control del ruido producido por los vehículos que circulan por las vías del municipio. Simultáneamente, se realizará una campaña de información a los usuarios a través de la web municipal, los medios de comunicación y los talleres de reparación de vehículos.
- h) Mejora de los sistemas de gestión y control del tráfico rodado en la ciudad de Cartagena por parte de la Policía Local mediante la utilización de nuevas tecnologías y sistemas de telecontrol aplicados a la regulación semafórica.

- i) Elaboración de un Plan de Movilidad Sostenible de Cartagena en el que se integren todas las actuaciones a llevar a cabo en el municipio, a corto, medio y largo plazo, para tratar de minimizar el impacto ambiental, social y territorial asociado al tráfico rodado y al actual modelo de movilidad urbana.
- j) Puesta en marcha de un programa de cursos teórico-prácticos de conducción eficiente, tanto de turismos como de vehículos industriales, para tratar de reducir el impacto ambiental asociado a la circulación de los mismos.
- k) Utilización de asfaltos y pavimentos fonoreductores en vías con velocidades medias y altas de circulación que se encuentren próximas a viviendas y zonas que alberguen otros usos sensibles del suelo.

6.3.- URBANISMO Y EDIFICACIÓN

- a) Establecimiento de medidas de carácter obligatorio tendentes a favorecer la movilidad sostenible en el municipio, a través de las normas de protección del medio ambiente que incorpora el Texto Refundido del Plan General de Ordenación Urbana de Cartagena (BORM, nº 173 de 27 de julio de 2.012). Entre estas medidas, se incluyen obligaciones en relación a la construcción de carriles bici en los nuevos proyectos urbanísticos que se vayan a desarrollar o la reserva de espacio para aparcamiento de bicicletas en nuevas edificaciones.
- b) Control preventivo del ruido en los nuevos proyectos de urbanización, a través de un anexo técnico de carácter medioambiental que deberá aportarse junto con el resto de la documentación necesaria para la obtención de la correspondiente licencia municipal, de acuerdo con lo que establece el Texto Refundido del Plan General de Ordenación Urbana.
- c) Control preventivo del ruido asociado a los instrumentos de desarrollo (Planes Parciales, Planes Especiales, etc.), a través de la presentación de un estudio acústico específico que deberá ser aportado junto con el resto de la documentación necesaria para la obtención de la licencia municipal.
- d) Impulso de los sistemas de certificación acústica de edificios de nueva construcción, mediante mediciones in situ realizadas por entidades de control ambiental. El procedimiento específico de certificación se establecerá a través de la nueva Ordenanza Municipal de Protección del Medio Ambiente contra el Ruido y las Vibraciones.

6.4.- ACTIVIDADES

- a) Implantación de un sistema de control y gestión telemática de los limitadores acústicos instalados en los equipos de reproducción sonora de los locales de ocio a través de internet.
- b) Establecimiento de un sistema de certificación municipal de la calidad acústica de establecimientos de ocio instalados en el municipio de Cartagena destinado a reconocer el buen comportamiento de los mismos en relación al control y prevención del ruido.

-
- c) Desarrollo de un procedimiento para la declaración de Zonas Acústicamente Saturadas (ZAS), que contemple tanto la tramitación administrativa aplicable como los criterios técnicos a considerar para su declaración.
 - d) Puesta en marcha de un programa de inspecciones periódicas a actividades potencialmente ruidosas para comprobar el correcto funcionamiento de las medidas correctoras adoptadas y detectar posibles incumplimientos en relación a las condiciones establecidas en la licencia de actividad.

8. CONCLUSIONES

A la vista de los resultados expuestos, la primera conclusión es que la principal fuente de ruido existente en la aglomeración urbana es el tráfico rodado, el cual supera tanto en extensión, como en niveles sonoros y población expuesta al ruido al ruido producido por el ferrocarril.

El ruido procedente del ferrocarril, dada la distribución de la red ferroviaria, se encuentra muy localizado, y delimitado. En el interior de la aglomeración las características del tráfico ferroviario (número de trenes, velocidades, tipo, etc). motivan que los niveles sonoros sean de escasa relevancia.

En lo que se refiere al tráfico rodado, podemos discriminar entre el ruido aportado por los grandes ejes (tramo de acceso desde la A-30 hasta paseo Alfonso XIII) y el propio tráfico de la ciudad. A la vista de los resultados arrojados podemos concluir que la afección sonora del gran eje es mínima.

Los niveles sonoros más importantes aparecen en las grandes avenidas (Paseo Alfonso XIII, Alameda San Antón, Jorge Juan, Capitanes Ripoll, Ronda Ciudad de La Unión, Paseo Alfonso XII, Real, Cuesta del Batel, Reina Victoria, Ángel Bruna, etc.), los accesos a la ciudad (A-30, Ciudad de Oran, Sebastián Feringan, Víctor Beltrí, Avenida San Juan Bosco, Cabo de Aguas, Carretera N-332, etc.), las vías que conectan entre si los distintos barrios existentes dentro de la aglomeración urbana (Avenida Juan Carlos I, Avenida de Colón, Juan Fernández, Submarino, Vereda de San Félix, Floridablanca, Peroniño, etc.) y la Ronda Transversal que atraviesa la aglomeración urbana.

En el período nocturno (Ln), el 97% de la población queda expuesta a niveles sonoros por debajo de los 55 dBA. Esto significa que el 3 % de la población se ve expuesta durante la noche a niveles sonoros superiores a los 55 dBA

En el período diurno (Ld) nuevamente el 97% de la población queda expuesta a niveles sonoros por debajo de los 65 dBA, por lo que 3 % de la población se ve expuesta a niveles superiores a los 65 dBA.

Se hace necesario afrontar esta problemática y ofrecer planes de acción que mitiguen esta situación.

Cartagena, 11 de septiembre de 2.012

EL DIRECTOR TÉCNICO



ACRE AMBIENTAL S.L.

Fdo. José Ramón Gil de Pareja Martínez
Acre Ambiental, S.L.