

IV.3. CICLOS Y FLUJOS

La organización del sistema urbano se caracteriza por la entrada y salida de una serie de flujos, de los cuales depende la vida y el desarrollo de su actividad. Sin la materia y la energía, la ciudad no podría funcionar como tal, por ello el uso que de éstos se haga, debe ser eficaz ambientalmente garantizando la continuidad de aquello que permite a lo urbano ser. En el informe de Ciudades Sostenibles (1996:10), el Grupo de Expertos de Medio Ambiente Urbano examina con detenimiento esta realidad llamando la atención sobre las magnitudes del reto a que se enfrentan las ciudades en su camino hacia la sostenibilidad:

Las ciudades actuales no son sistemas cerrados autosuficientes porque dependen enormemente del espacio circundante. Las ciudades se pueden definir como sistemas que sobreviven en función de su capacidad para importar la mayor parte de lo que necesitan. Son muy pocas las necesidades que las ciudades satisfacen internamente. Las ciudades importan recursos naturales y, tras consumirlos, los exportan en forma de contaminación del aire y el agua y de residuos sólidos. En consecuencia, los flujos se dirigen hacia el interior de las ciudades pero no vuelven a sus fuentes originarias sino que acaban en residuos que se almacenan en el suelo o se propagan en el agua o en el aire. La circulación, pues, dista mucho de quedar completada. La labor tendente a cerrar los ciclos mediante la integración de los flujos en el ciclo ecológico y la devolución de los productos residuales a la fuente original contribuye a la consecución de un medio ambiente urbano más sostenible. En general es más fácil poner en práctica estos principios a pequeña escala, y por eso los ciclos ecológicos locales pueden ser perfectos para avanzar hacia la ciudad sostenible.

Este área trata de la eficacia dentro de la ciudad de Granada en la gestión de estos flujos, donde intervienen tanto la Administración, como las empresas y los ciudadanos. Los aspectos que están más relacionados con los dos últimos se analizan más profundamente en el área de Prácticas Sociales y Gestión Empresarial, interesando aquí la problemática asociada a las políticas ambientales de la Administración fundamentalmente. Con esto no pretendemos desglosar los comportamientos de los diferentes agentes y estudiarlos por

separado de un modo sectorial, todo lo contrario perseguimos comprender cuáles son las relaciones que entre las diferentes actuaciones se establecen y cuál es la implicación de éstas sobre los recursos naturales.

Con el fin de conocer dichas políticas ambientales y su estado de desarrollo, nos hemos centrado en la observación de los diferentes parámetros legislativos de calidad ambiental, de la planificación y de las tecnologías de control, prevención y corrección, cuya finalidad es mejorar la calidad ambiental del medio, llamando la atención allí donde aparecen deficiencias, conflictos o problemas en la gestión. Un punto fundamental en un diagnóstico ambiental para una Agenda Local 21, que ha sido también objeto de nuestra preocupación, es conocer cuáles son las competencias de las diferentes Administraciones en la aplicación de las políticas ambientales, así como la coordinación entre éstas.

La recopilación de datos es un proceso largo que nos ha llevado a mantener entrevistas con técnicos responsables de la gestión y a la observación de informes de calidad ambiental. Su elaboración se ve dificultada en algunas ocasiones porque éstos no se miden, o sólo se toman de manera puntual (por ejemplo, en caso de denuncias), en cuyo caso se evidencia una falta de control y seguimiento. Otras veces, la elaboración se ha hecho compleja debido a la dispersión de la información en diferentes Administraciones (por ejemplo, para comprender el ciclo del agua y lo que ocurre en las diferentes etapas nos hemos visto obligados a revisar informes o a mantener entrevistas con técnicos de Confederación Hidrográfica, del Instituto Tecnológico Geominero, Emasagra, Comunidades de Regantes y Ayuntamiento de Granada), esto ha puesto de manifiesto la utilidad de un documento de este tipo donde la integración de datos de diferentes fuentes hace más eficaz la utilización de la información en la gestión ambiental.

IV.3.1. AIRE

La atmósfera terrestre ha estado sometida desde sus orígenes a cambios en su composición, temperatura y capacidad de autolimpieza. Sin embargo, la influencia ejercida por el desarrollo de las actividades humanas ha provocado alteraciones en el ritmo y naturaleza de estos cambios. Así, el rápido crecimiento urbano y el tipo de actividades que lleva asociado, ha tenido como resultado la emisión a la atmósfera de enormes cantidades de sustancias nocivas que disminuyen la calidad del aire. Pero, ¿cuál es el alcance de este concepto calidad del aire?, ¿cuáles son las implicaciones entre calidad del aire y desarrollo sostenible?. Las diferentes definiciones o articulaciones del concepto están íntimamente ligadas a la problemática de la Contaminación Atmosférica:

Se entiende por calidad del aire la adecuación a niveles de contaminación atmosférica, cualesquiera que sean las causas que la produzcan, que garanticen que las materias o formas de energía, incluidos los posibles ruidos y vibraciones, presentes en el aire no impliquen molestia grave, riesgo a daño inmediato o diferido, para las personas y para los bienes de cualquier naturaleza. (Ley 7/1994 de Protección Ambiental de Andalucía).

Deberá entenderse por Contaminación Atmosférica la presencia en el aire de materias o formas de energía que impliquen riesgo, daño, o molestia grave para las personas y bienes de cualquier naturaleza. (Ley 38/1972 de Protección del Ambiente Atmosférico).

*La calidad del aire debe evaluarse en relación con **valores límite o umbrales de alerta**, y, respecto al ozono con valores objetivo o valores límite, teniendo en cuenta al tamaño de las poblaciones y de los ecosistemas expuestos a la contaminación atmosférica, así como al medio ambiente [...] las zonas y aglomeraciones urbanas de los Estados miembros deben tratar de conservar la mejor calidad del aire ambiente posible que sea compatible con un desarrollo sostenible (**Directiva 96/62/CE del Consejo de 27 de septiembre sobre Evaluación y Gestión de la Calidad del Aire Ambiente**).*

El grupo de expertos que trabaja, bajo la coordinación del Ministerio de Medio Ambiente, en la elaboración de una estrategia para la calidad del aire en España, articula el concepto reconociéndolo como una “resultante” de todo un conjunto de procesos: desde la emisión de contaminantes por las diferentes actividades antropogénicas fundamentalmente hasta su acumulación en el medio atmosférico, donde ejercen sus efectos sobre la salud, los ecosistemas y el patrimonio.

La problemática de la contaminación atmosférica tiene tres aspectos bien diferenciados:

- *La causa del problema, es decir el conjunto de **fuentes** (puntuales, lineales y difusas) donde se genera y produce (en superficie o en altura) la **emisión de contaminantes a la atmósfera**.*
- *El medio receptor donde son emitidos los contaminantes, **la atmósfera**, donde tienen lugar una serie de fenómenos de dispersión y transformación (advección, difusión, reacciones químicas, deposición, etc.) que en conjunto tienden a transportar y cambiar la concentración de las sustancias emitidas.*
- *Los **efectos** que se producen sobre los distintos elementos receptores (personas, animales, vegetales, materiales, etc.) sobre los que la inmisión, es decir la **calidad del aire resultante**, tiene consecuencias más o menos negativas en función de la concentración de los mismos, del tiempo de exposición y de la propia naturaleza del medio receptor.*
(Ministerio de Medio Ambiente, 2000).

Con relación a las respuestas institucionales a esta problemática en el ámbito europeo, las políticas comunitarias dirigidas a mejorar la calidad del aire ambiente existen desde principios de la década de los ochenta, habiéndose acumulado una experiencia a lo largo de este periodo que ha dejado patente la necesidad de una política nueva más holística sobre calidad del aire ambiente. El quinto programa de medio ambiente de la Unión Europea pone de manifiesto

la necesidad de trabajar para conseguir unas “ciudades sostenibles” en las que se alcance una buena calidad del aire, previendo cambios en la legislación vigente sobre contaminación atmosférica así como en el establecimiento de objetivos a largo plazo. En este marco se aprueba la Directiva 96/62/CE del Consejo de 27 de septiembre de 1996 sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente, que introduce importantes modificaciones en el ordenamiento jurídico español y andaluz en esta materia. En el informe de la Comisión Europea *Un aire limpio para las ciudades europeas* (Comunidades Europeas, 1998: 7) se recogen las líneas generales de la nueva Directiva:

- *Crea un sistema coherente en el ámbito europeo para el establecimiento de objetivos de calidad del aire vinculantes en relación con una serie de contaminantes concretos.*

- *Obliga a los Estados miembros o a las autoridades designadas por los Estados miembros a instaurar sistemas de evaluación de la calidad del aire ambiente en su territorio.*

- *Exige que los Estados miembros o las autoridades por ellos nombradas elaboren planes o programas para aquellos casos en que no se cumplan los criterios correspondientes de calidad del aire.*

- *Establece una serie de disposiciones sobre un sistema completo y coherente de recogida, comunicación y publicación de información en virtud del cual, por ejemplo, es necesario comunicar datos a la Comisión Europea e informar a la población.*

Los valores que miden la calidad del aire se establecen, en función de los conocimientos científicos actuales, atendiendo a las consecuencias que los niveles de inmisión pueden tener sobre los seres humanos y sistemas naturales. Sin embargo, aún existen lagunas, no solo en lo que se refiere al efecto que cada contaminante por separado puede tener para la salud de una forma inmediata, sino a los efectos que pueden producir sus valores acumulados y combinados con el resto de los contaminantes. De hecho la

Directiva 96/62/CE establece que *los valores límite numéricos de los valores límite y de los umbrales de alerta deben basarse en los resultados de la labor realizada por grupos científicos internacionales que se ocupan de esta materia y que la Comisión debe tener en cuenta los datos más recientes sobre epidemiología y medio ambiente obtenidos en los trabajos de investigación científica, así como los últimos avances en métodos de medición, para reexaminar los elementos en los que se basan los valores límite y los umbrales de alerta.* Por tanto se transmite, como aún existen lagunas y necesidad de avances en los trabajos científicos, y que por tanto las exigencias en cuanto a un aire de calidad pueden variar con el curso de la investigación.

En torno al concepto de calidad del aire, hay algo que está bien claro y que es bastante objetivo: **Uno de los elementos más importantes que sustentan la vida en la ciudad, es el aire**, de cuyo estado depende la salud de la naturaleza de la ciudad y de las construcciones urbanísticas, y de los propios ciudadanos. Los elementos que lo conforman, y por tanto las características que lo hacen respirable, están sometidos a ciclos naturales que están siendo alterados progresivamente por la actividad humana, ya sea perturbando las cantidades de aquellos compuestos que se encuentran normalmente en la composición del aire, como introduciendo otros compuestos tóxicos que afectan gravemente a dicho recurso. Como bien plantea el Grupo de Expertos de Ciudades Sostenibles de la Unión Europea (1996:120):

Se necesita aire de calidad y en cantidad suficiente y éste debe ser el objetivo de una gestión sostenible del recurso. Los esfuerzos en este sentido deben estar dirigidos a reducir las fuentes y el volumen de la contaminación y a impulsar la regeneración y filtración del aire.

A lo largo del diagnóstico a cerca de la sostenibilidad de la gestión del recurso aire en la ciudad de Granada tendremos en cuenta tanto las formas de contaminación por formas de materia (gases nocivos y partículas sólidas), como por formas de energía, particularmente el ruido, ya que contaminaciones como la electromagnética, la térmica y la lumínica, presentan en la actualidad un vacío normativo importante y están en proceso de conocimiento y articulación.

Así pues, en la primera parte del diagnóstico nos centraremos en el análisis de los aspectos relacionados con la calidad del aire de Granada y las estrategias para el control, prevención y reducción de la contaminación atmosférica por gases nocivos y partículas sólidas, ocupando la segunda parte el tratamiento de la problemática del ruido en la ciudad las principales fuentes que lo producen, sus efectos y las medidas encaminadas a reducirlo. Esta separación, es tan sólo un mero aspecto formal de estructuración del estudio, porque en la práctica con frecuencia encontramos tanto fuentes como estrategias de actuación comunes de cara a mejorar la calidad del aire.

Calidad del aire: concentraciones de contaminantes atmosféricos superiores a las permitidas por la legislación



La bondad de la calidad del aire que respiramos, así como de los efectos que éste produce sobre la salud y el medio ambiente, está relacionada con los niveles de inmisión, o concentraciones que alcanzan las sustancias contaminantes una vez que abandonan sus fuentes de emisión siguiendo procesos de dispersión, transformaciones químicas, deposiciones, etc. Este concepto de “niveles de inmisión” vertebrará el análisis que pretende hacer visible el diagnóstico sobre la calidad del aire que respiramos en Granada. Para dichos niveles, como se expuso en la introducción, la normativa europea y estatal establecen unos **valores de emergencia, valores límite y/o valores guía** sobre la base de las conclusiones de grupos de expertos que tienen en cuenta, entre otros, los aspectos epidemiológicos de las diferentes concentraciones de contaminantes. De la comparación de dichos valores normativos con aquellos que en la práctica se miden en Granada a través de la Red de Vigilancia de la Contaminación Atmosférica, puede obtenerse un diagnóstico orientativo de la calidad del aire de nuestra ciudad. Antes de adentrarnos en dicha tarea sería conveniente adelantar una de las conclusiones que el desarrollo del análisis refleja: **Se puede decir que el aire de Granada no es de una calidad buena, todo lo contrario, se dan superaciones importantes de los valores límite y guía en la mayor parte de los contaminantes medidos (es necesario recordar también que existen sustancias de las cuáles se desconocen sus valores de inmisión) y de forma preocupante en el caso del dióxido de nitrógeno y las partículas en suspensión.** Las dimensiones de nuestra ciudad no justifican unos niveles de emisión tales que originen esta situación de contaminación atmosférica, por ello tras exponer el análisis de los valores de inmisión,

desarrollaremos algunos comentarios sobre las fuentes de emisión en Granada y las características atmosféricas, topográficas y urbanísticas de ésta que favorecen situaciones de concentración de los contaminantes.

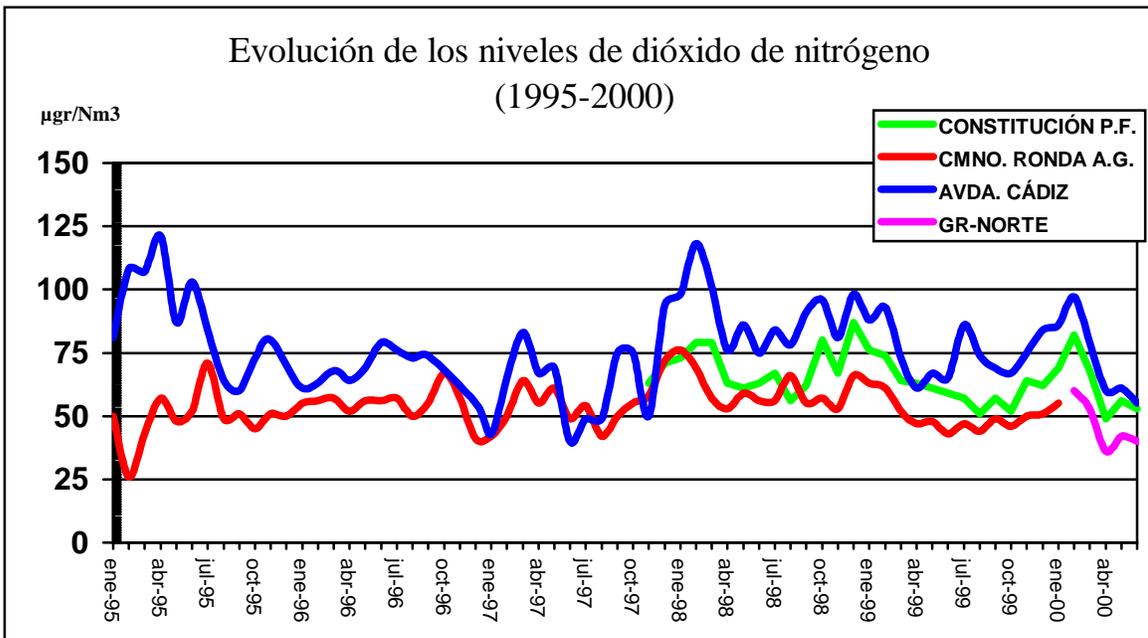
El dióxido de nitrógeno, el dióxido de azufre, el monóxido de carbono y las partículas en suspensión y el ozono, son los contaminantes medidos diariamente en la Red de Vigilancia de Contaminación Atmosférica de la Consejería de Medio Ambiente, a través de las tres cabinas que se encuentran ubicadas en la Av. de Cádiz, Av. de la Constitución (Parque de Fuentenueva) y Granada Norte, junto a la estación de autobuses (localizada hasta febrero del 2000 en el Camino de Ronda). A continuación se presenta una evolución de las medias mensuales desde el año 1995, en donde podemos apreciar las siguientes características, pasando después a un análisis detallado de cada uno de ellos:

Los niveles varían de forma paralela en las tres estaciones de medida registrándose normalmente los valores más altos en la Av. de Cádiz, seguidos por Constitución P.F. y Camino de Ronda A.G. o Granada Norte. Esto es debido a la distribución espacial de las estaciones, de manera que la cabina de la Av. de Cádiz se encuentra situada en un cruce con importantes flujos de vehículos, pudiéndose considerar representativa de los niveles de emisión del tráfico que respiramos en muchas calles de similares características a la Av. de Cádiz, y la cabina de Granada Norte se encuentra en un lugar más despejado, quizás más representativa de la contaminación de fondo de la ciudad. La cabina de Constitución P.F. presenta valores intermedios entre ambas, siendo, en términos generales, característica de los niveles de la zona centro. (ver mapa "*Ubicación de la Red de Vigilancia de la Contaminación Atmosférica en la Ciudad de Granada*").

- No parece observarse una tendencia clara en cuanto a la evolución (aumento o descenso) a lo largo de los años en los diferentes contaminantes, si bien cabe esperar una disminución progresiva de los niveles de dióxido de azufre seguido del monóxido de carbono, debido a las diferentes Directivas europeas de mejora de los combustibles.

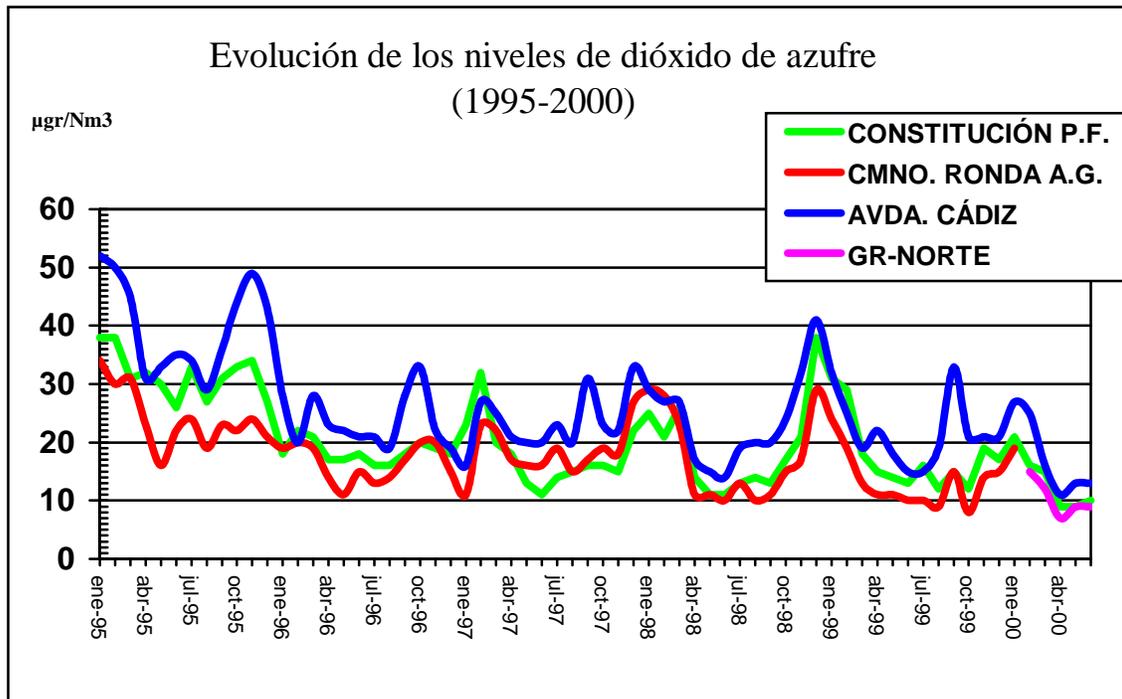
- Se evidencian mayores niveles de inmisión en las épocas invernales para el conjunto de los contaminantes, como efecto de la disminución de temperaturas asociada a las combustiones en frío, el aumento del uso de calefacciones, mayores niveles de tráfico e inversiones térmicas más frecuentes y significativas. La estacionalidad es bastante marcada en el caso del monóxido de carbono (picos en invierno) y del ozono (picos en verano).

Gráfico 1. Evolución de los niveles de dióxido de nitrógeno en el municipio de Granada



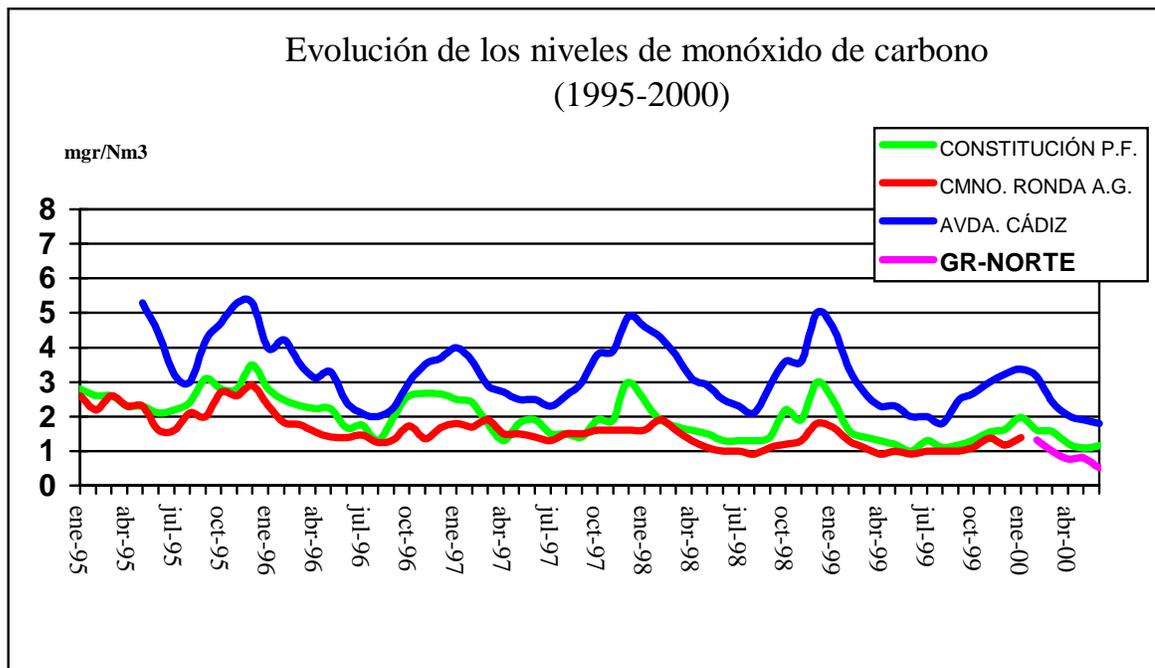
Fuente: Red de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente.

Gráfico 2. Evolución de los niveles de dióxido de azufre en el municipio de Granada



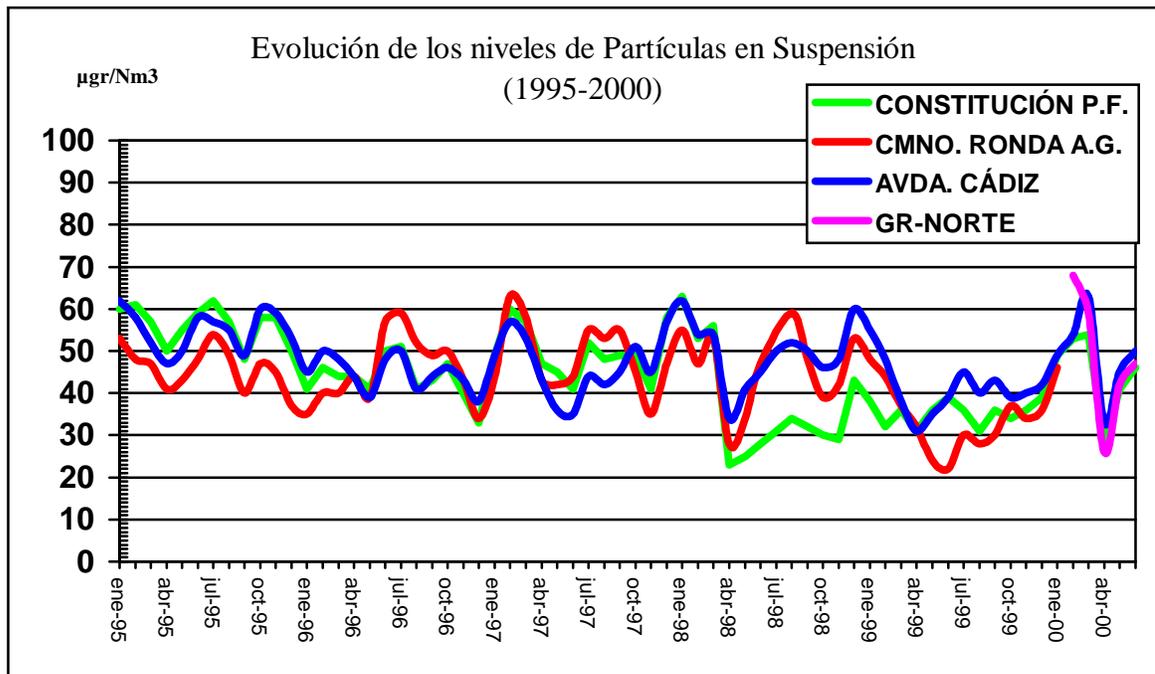
Fuente: Red de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente.

Gráfico 3. Evolución de los niveles de monóxido de carbono en el municipio de Granada



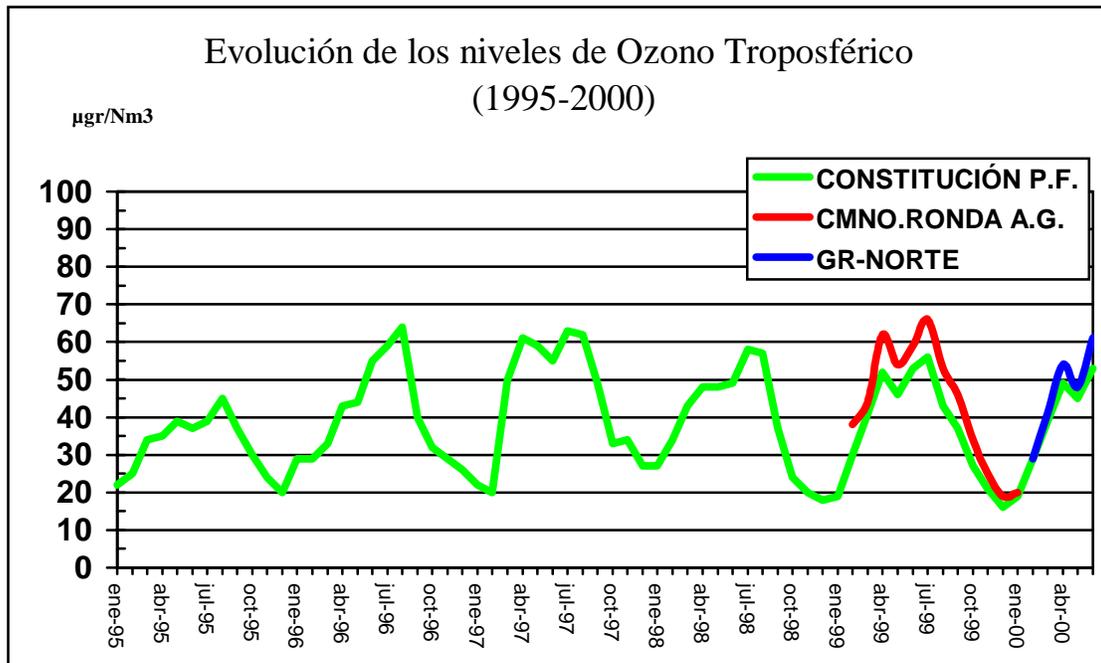
Fuente: Red de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente.

Gráfico 4. Evolución de los niveles de partículas en suspensión en el municipio de Granada



Fuente: Red de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica. Consejería de Medio Ambiente.

Gráfico 5. Evolución de los niveles de ozono troposférico en el municipio de Granada



Fuente: Red de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente.

Resultados obtenidos para el dióxido de nitrógeno

Los óxidos de nitrógeno se forman en los procesos de combustión, como consecuencia de la reacción a altas temperaturas del nitrógeno y del oxígeno. El dióxido de nitrógeno generado fundamentalmente por oxidación del óxido nitroso, es un gas muy tóxico que actúa como irritante de las vías respiratorias altas y bronquios. Afecta también a procesos vitales de las plantas, como la fotosíntesis y contribuye a la lluvia ácida y a la niebla tóxica, siendo responsable asimismo de la corrosión de edificios, estatuas, monumentos, y patrimonio cultural en general.

La calidad del aire en Granada en relación con este contaminante es bastante crítica debido a sus altas concentraciones registradas en todas las cabinas de la Red de Vigilancia.

Tabla 1. Valores de NO₂ (µg/m³) medidos en las diferentes cabinas de Granada para un periodo anual de 01/01-31/12

Cabina	1997				1998				1999			
	DCD	Máx.	P50	P98	DCD	Max.	P50	P98	DCD	Max.	P50	P98
Av. de Cádiz	337	237	60	147	358	393	87	195	365	355	73	159
Camino de Ronda	353	227	52	118	364	234	56	145	340	235	48	113
Constitución	336	235	65	130	365	270	68	145	362	304	60	129

Fuente: Informes de Contaminación Atmosférica de la Consejería de Medio Ambiente. Elaboración Propia.

DCD: días con datos. Máx.: máximos.

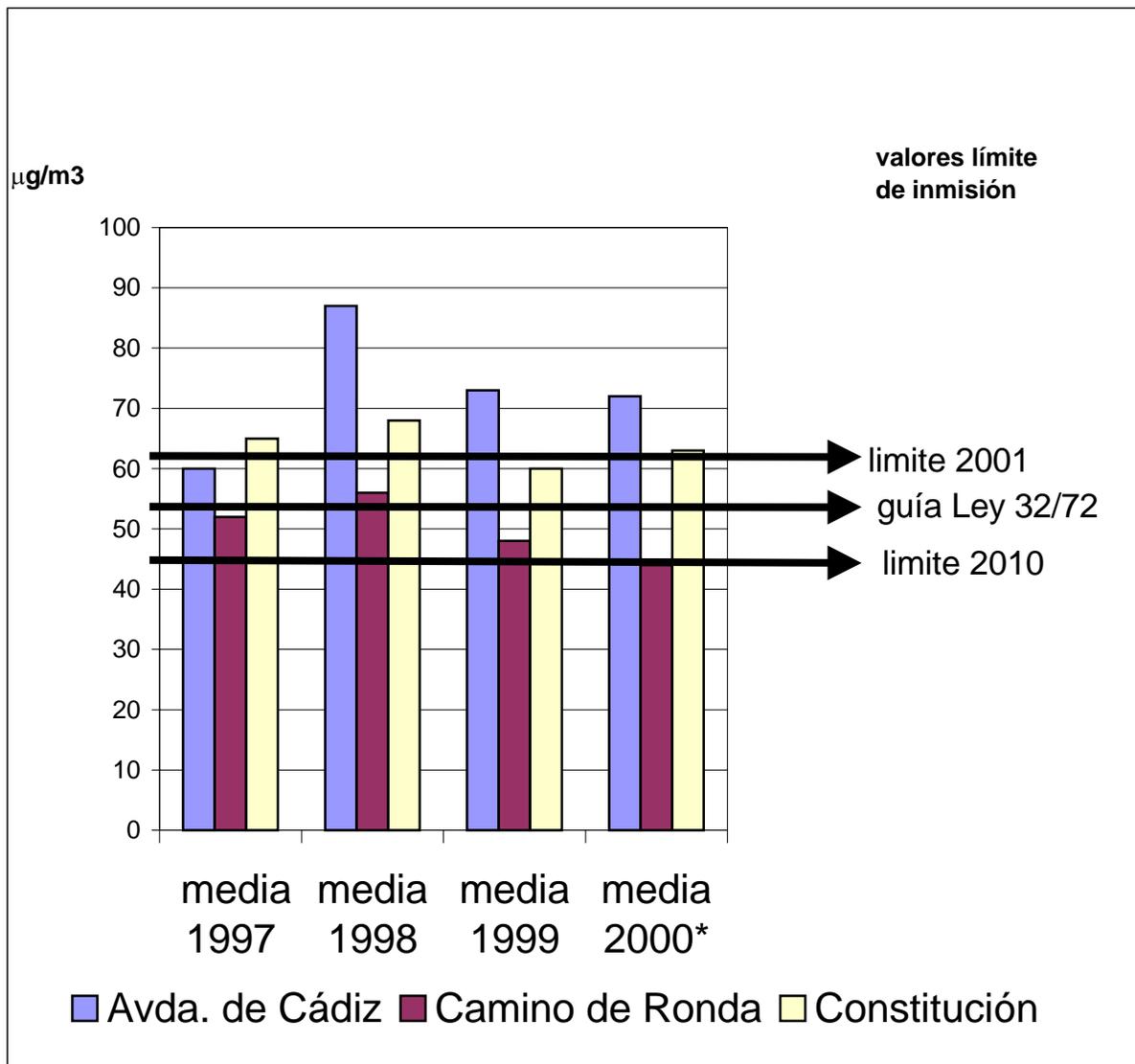
Al confrontar estos valores con los regulados llegamos a las siguientes conclusiones que se recogen de una manera gráfica más abajo:

- Observando la Ley 32/1972, **todos los niveles de inmisión medidos sobrepasan los límites establecidos.** Así, los valores correspondientes al P50 o mediana, asociados a los efectos a largo plazo producidos por el NO₂, debido a dosis recibidas durante amplios periodos, están muy por encima de 50 en las diferentes cabinas. Igual ocurre con los máximos y el P98, relacionados con situaciones puntuales con efectos a corto plazo, por estar ligados a episodios contaminantes de periodo corto. El valor guía para el P98 es de 135 y sin embargo, en los informes de legislación acumulada encontramos valores superiores siempre en el caso de la estación de la Av. de Cádiz para los tres periodos. Para el periodo de 1998, los valores fueron incluso superiores en las tres cabinas, y en los otros periodos, están muy cerca de 135. También se observa que los valores máximos están por encima del valor límite, habiéndose superado dicho valor límite 14 veces en el periodo 01/01/2000 a 30/09/2000.

- Con respecto la Directiva 1999/30/CE (Directiva Hija de la 96/62/CE) que deberá ser aplicada a partir del 19 de julio de 2001, se recogen niveles de inmisión mayores que el valor límite horario para la protección de la salud humana, con una frecuencia mucho mayor a la permitida a partir del año 2010, cuando ya no existirá margen de tolerancia, en dos de las estaciones: Av. de Cádiz y Constitución P.F.

- El nuevo valor límite anual para la protección de la salud humana se sobrepasa ampliamente en Av. de Cádiz y Constitución teniendo en cuenta el margen de tolerancia, de manera que en enero de 2010 cuando éste desaparezca, la superación se producirá además en la estación de Granada Norte que es la que normalmente recoge los valores más bajos, asimilables a la contaminación de fondo de la ciudad.

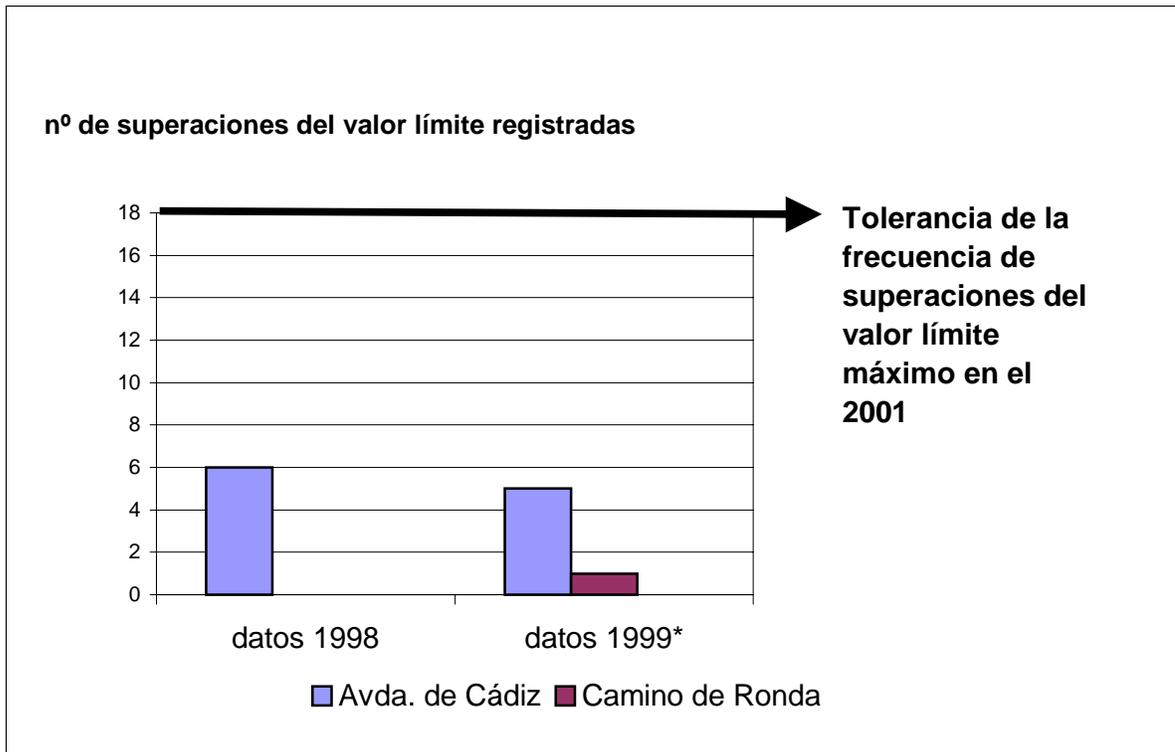
Gráfico 6. Dióxido de Nitrógeno. Medias anuales históricas registradas en las estaciones de medición frente a los nuevos límites de admisión (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Fuente: Informes de Contaminación Atmosférica de la Consejería de Medio Ambiente. Elaboración Propia.

* La cabina de Camino de Ronda se traslada a Granada Norte.

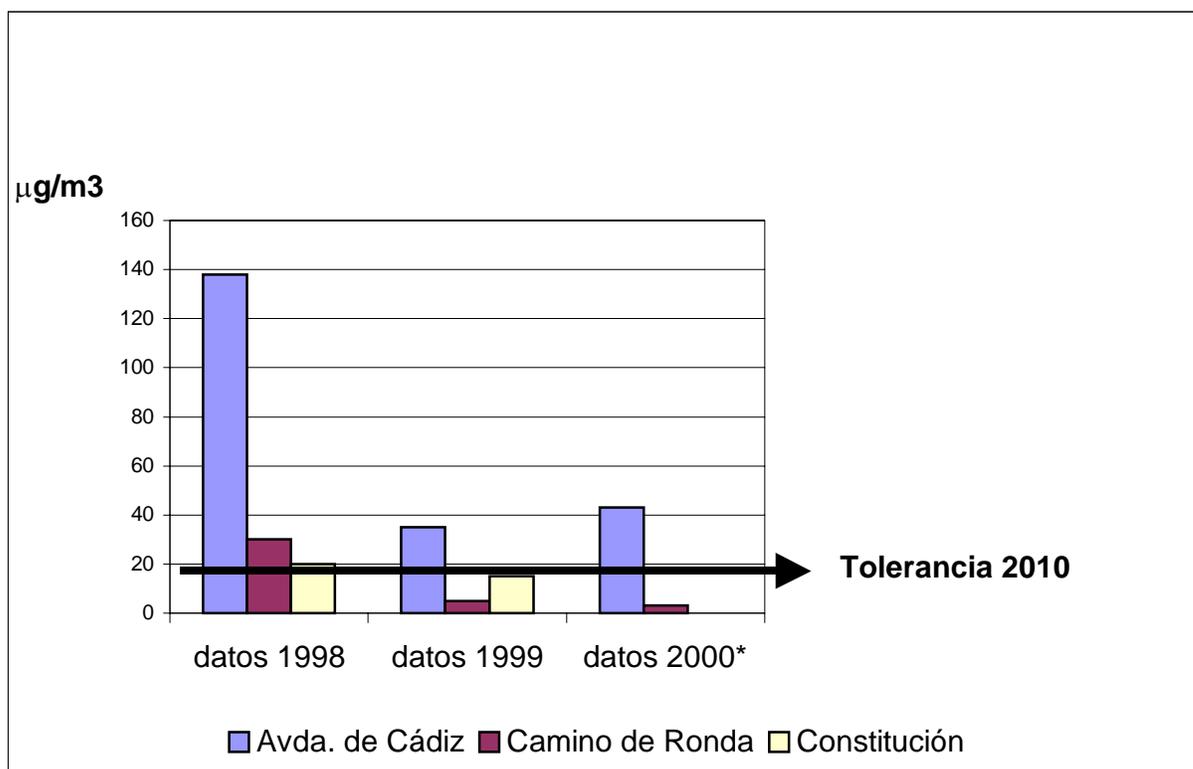
Gráfico 7. Dióxido de nitrógeno. Frecuencia de superaciones del límite horario que entra en vigor en el año 2001



Fuente: Informes de Contaminación Atmosférica de la C.M.A.. Elaboración Propia.

* El mes de diciembre, no ha sido contabilizado

Gráfico 8. Dióxido de nitrógeno. Frecuencia de superaciones del límite horario que entra en vigor en el 2010

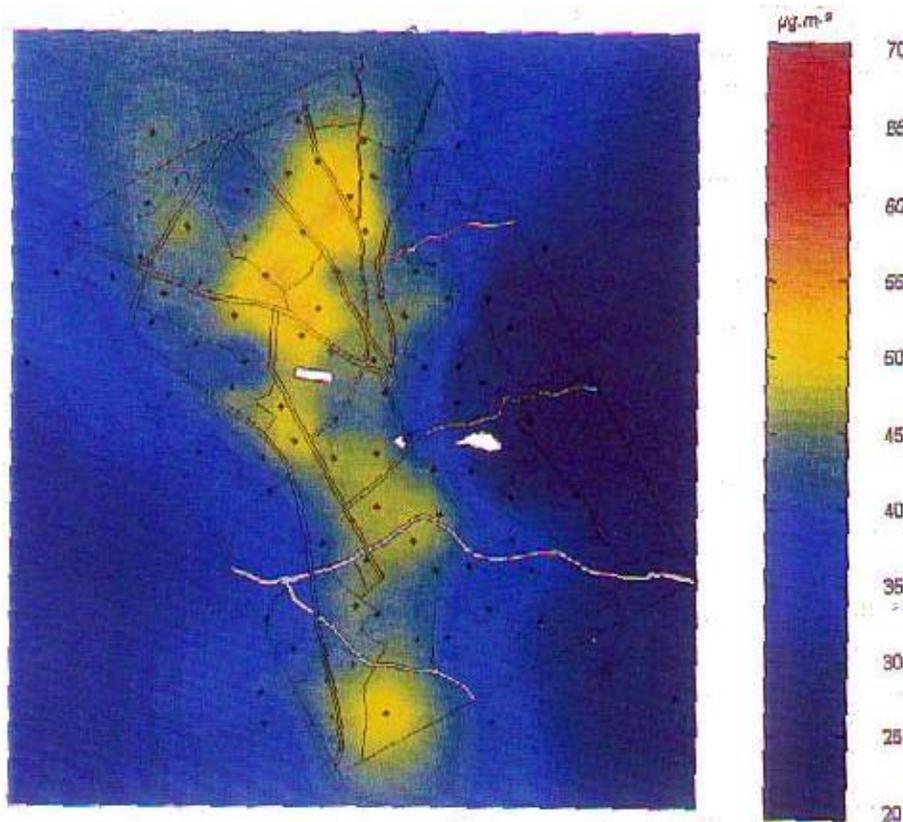


Fuente: Informes de Contaminación Atmosférica de la Consejería de Medio Ambiente y Elaboración Propia.

* La cabina de Camino de Ronda se desplaza a Granada Norte

A continuación presentamos tres mapas de la distribución espacial del dióxido de nitrógeno en la ciudad, que son el resultado del “*Estudio Piloto de la Contaminación Atmosférica en Granada*”, desarrollado por EGMASA (1998) en colaboración con la Consejería de Medio Ambiente, el grupo LED de la Universidad de París VII, el ERLAP (European Reference Laboratory for Air Pollution) del Centro de Investigación del ISPRA (Italia) y el grupo POM de la Universidad de Toulouse III. El primero de ellos corresponde a un periodo ciclónico donde la capa de mezcla del aire es grande, lo cuál influye en una mayor dispersión de este contaminante; el segundo es característico de periodos anticiclónicos donde el fenómeno de inversión térmica se acusa y se provoca la concentración del dióxido de nitrógeno, apareciendo valores de inmisión más elevados que en el anterior. El tercero representa una diferencia entre estas dos situaciones poniendo en evidencia las zonas más afectadas por el cambio de situación.

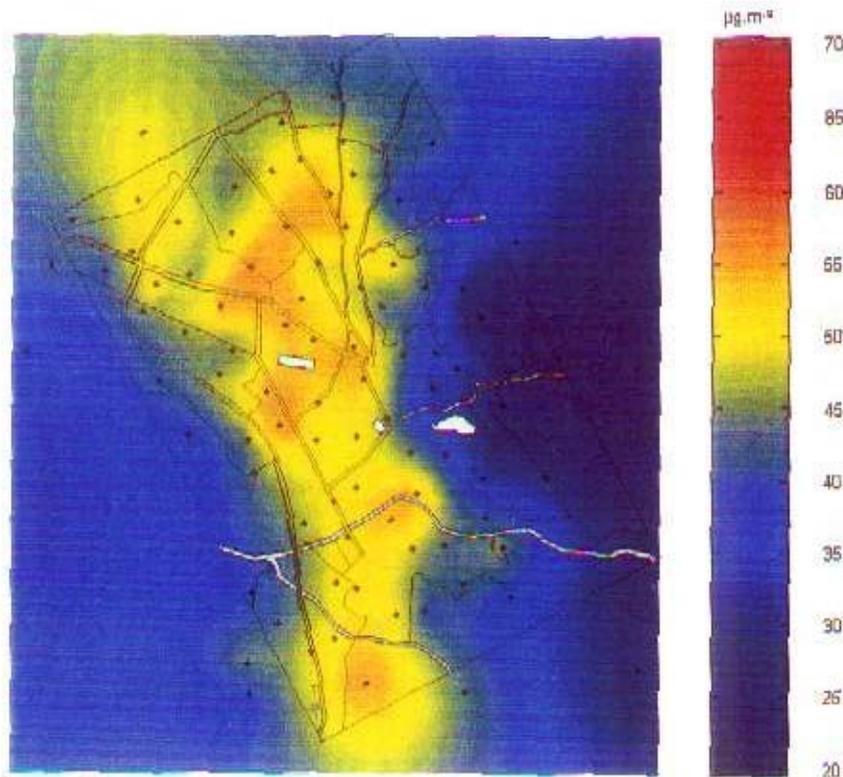
Mapa. Distribución municipal del dióxido de nitrógeno en periodos ciclónicos



Fuente: EGMASA, 1998.

El mapa correspondiente a la media de los tres primeros períodos presenta escasas manchas amarillas localizadas principalmente en la parte Norte de la ciudad. Sin embargo, existe un penacho de contaminación de color verde relativamente estrecho en la mitad Sur de la ciudad que se extiende posteriormente hacia la parte Norte de Granada. El recorrido del penacho empieza por la Av. de Cádiz y sigue más o menos el Camino de Ronda para ampliarse al pasar por la Calle de las Recogidas y por la zona del centro comercial Hipercor. Esta rama se une con una zona más extendida y de menor contaminación. La zona incluye la Barriada Pajaritos, la Plaza de toros, la Rosaleda y la Colonia San Francisco para acabar en la Barriada de la Paz y el Polígono de Cartuja. Es notable que la zona de Gran vía y la Av. Severo Ochoa quedan alejadas de la contaminación.

Mapa. Distribución municipal del dióxido de nitrógeno en periodos anticiclónicos



Fuente: Egmasa, 1998.

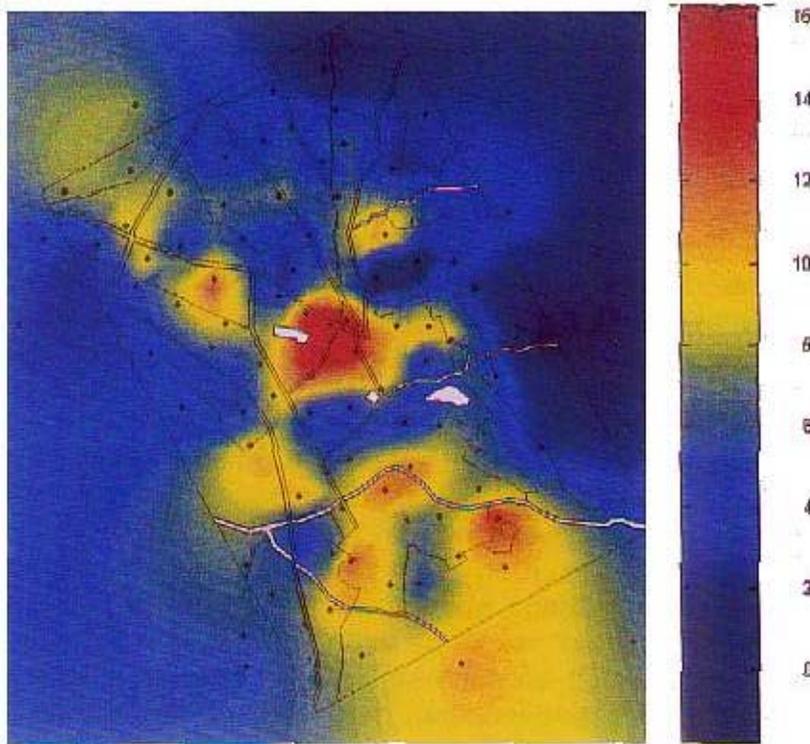
El mapa de la media de los tres últimos períodos muestra una amplia zona amarilla muy bien definida con dirección Sur-Norte, salpicada de varias manchas rojas. Estas manchas nos indican las verdaderas zonas de mayor emisión del dióxido de Nitrógeno en Granada.

En la extremidad Sur de la ciudad, encontramos una zona de alta concentración de dióxido de nitrógeno. La presencia de numerosas industrias pequeñas y medianas en esta zona debe explicar la fuerte presencia de los contaminantes. El otro foco significativo de la mitad Sur de la ciudad se encuentra en ambos lados del río Genil a la altura del Paseo de la Bomba y del Paseo del Violón. Es también notable que la zona de la Calle de las Recogidas y una gran porción del Camino de Ronda no presentan fuertes valores de [NO₂].

La mayor extensión de altos valores de [NO₂] se encuentra en la mitad norte de Granada. Esta zona va desde la conexión del camino de Ronda con la Av. Fuente Nueva hasta la Barriada de la Paz y el Polígono Cartuja, recorriendo toda la Av. de la Constitución vía la Barriada Pajaritos hasta la Av. de Andalucía, para luego subir hacia la Rosaleda, la Colonia San Francisco, la ampliación del polígono Cartuja y acabar a la Av. de Pulianas.

Podemos apreciar, una zona en la extremidad NW de Granada por la que se extiende toda la contaminación generada por la ciudad.

Mapa. Diferencia entre la distribución en periodos ciclónicos y anticiclónicos



Fuente: Egmasa, 1998.

Al comparar las dos medias, la fisonomía del mapa cambia totalmente. Estamos ahora en presencia de varios focos muy bien determinados donde se ha experimentado un notable crecimiento de la contaminación entre las dos medias que acabamos de presentar. La Zona Sur de Granada aparece amarilla mientras la Zona Norte presenta focos de fuerte crecimiento de contaminación a la excepción de la salida NW por la Av. de Andalucía y más sorprendente, la Zona de las facultades de letras. Esto nos demuestra que la contaminación es más constante (contaminación de fondo) en los Barrios Norte de Granada.

El mayor crecimiento ha ocurrido en la zona céntrica correspondiente al final de la Av. Constitución, al inicio de la Gran Vía y todo el recorrido de la Av. Severo Ochoa y Fuente Nueva.

El extremo Sur de Granada tiene varios focos de crecimiento del NO₂, algunos ya registrados y otros nuevos. La zona del río Genil (paseo de la Bomba y paseo del Violón) y la Av. de Cádiz muestran también un fuerte aumento como se había visto en el mapa anterior. La salida hacia Sierra Nevada presenta sorprendentemente un foco de crecimiento fuerte que podría atribuirse a las actividades de ocio y a los famosos atascos que genera Sierra Nevada en Invierno.

Resultados obtenidos para las partículas en suspensión

Las partículas son tan pequeñas que pueden permanecer en suspensión en el aire durante mucho tiempo. Proceden de la combustión de madera, gasóleo y otros combustibles, de las emisiones de instalaciones industriales y de la agricultura (el arado provoca polvo y la quema de terrenos provoca humo). En las ciudades, una de las fuentes más importantes es el tráfico rodado (sobre todo vehículos con motor diesel tales como camiones y autobuses). Las partículas se producen también por reacción química de gases como el SO₂ y el NO₂ con la humedad del aire. Este tipo de partículas se denominan partículas secundarias y son tan importantes, si no más, que las partículas primarias. Las partículas cuyo diámetro es inferior a diez millonésimas de metro (PM-10), son especialmente perjudiciales. Ha podido establecerse una conexión entre estas partículas y enfermedades respiratorias y cardiacas graves e incluso mortales, altas tasas de mortalidad infantil y casos de cáncer. Durante la combustión de combustibles fósiles se emite también hollín, al que se ha dado en llamar "humos negros", compuesto por partículas sumamente finas de carbono que, además de constituir una amenaza para la salud, son responsables del ennegrecimiento de edificios y otras estructuras exteriores en muchas ciudades.

(Comisión de las Comunidades Europeas, 1998: 4)

Tabla 2. Valores de partículas en suspensión (µg/m³) registrados en las estaciones de contaminación atmosférica de Granada

Cabina	Media1997			Media 1998			Media1999		
	DCD	Media	P95	DCD	Media	P95	DCD	Media	P95
Av. de Cádiz	362	47	78	365	47	80	366	43	76
Camino de Ronda	365	48	72	352	44	77	349	39	71
Constitución	365	50	81	365	32	57	52	62	88

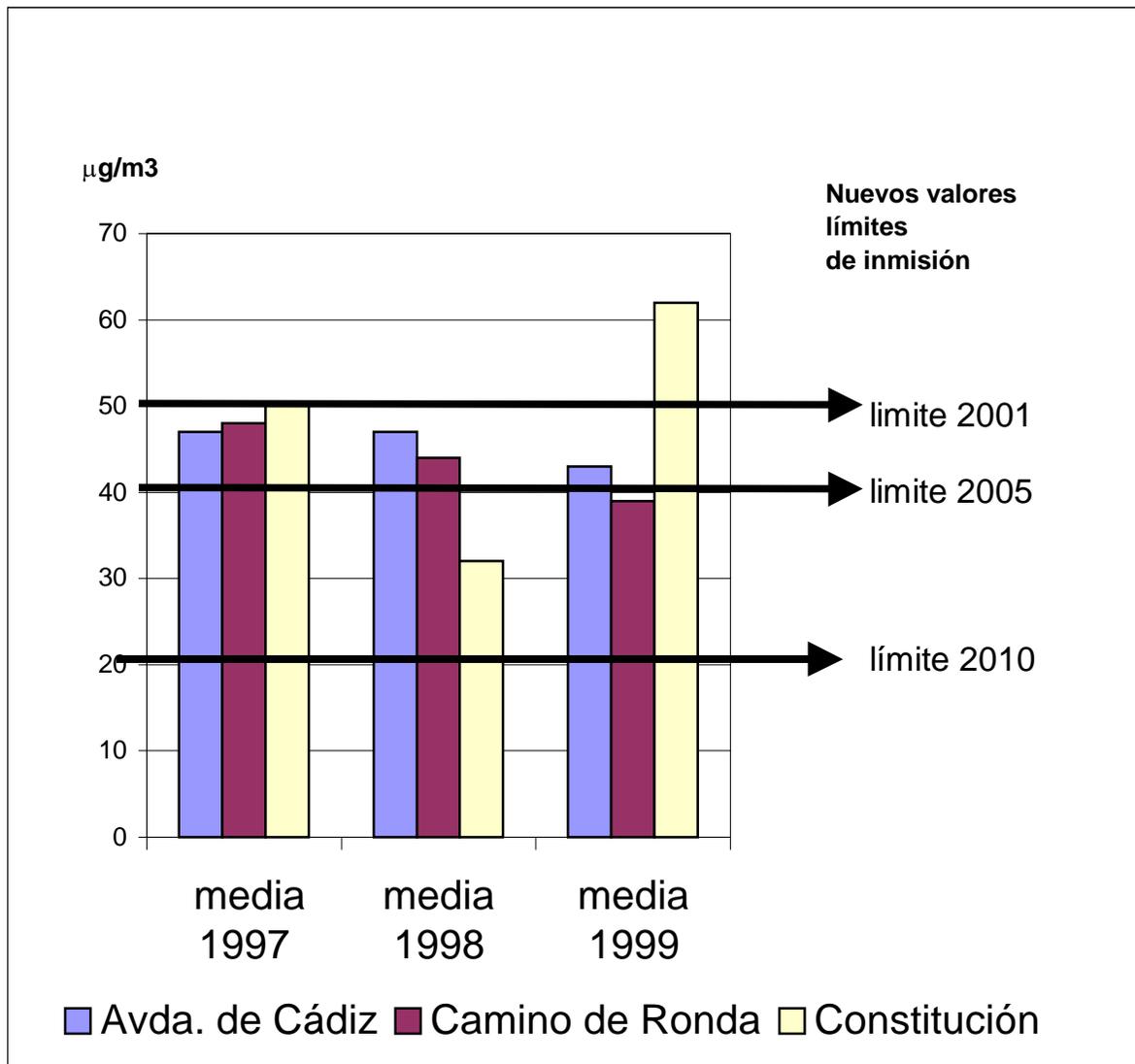
Fuente: Informes de Contaminación Atmosférica de la Consejería de Medio Ambiente. Elaboración Propia.

La nueva legislación de calidad del aire, supone una muy significativa revisión a la baja de los valores límite de inmisión para este contaminante, de tal forma que si bien los niveles de las medias diarias, registrados en las estaciones de medida, se encuentran por debajo de los límites marcados por la

Ley 32/1972, la situación cambia considerablemente si tenemos en cuenta las disposiciones de las nuevas Directivas.

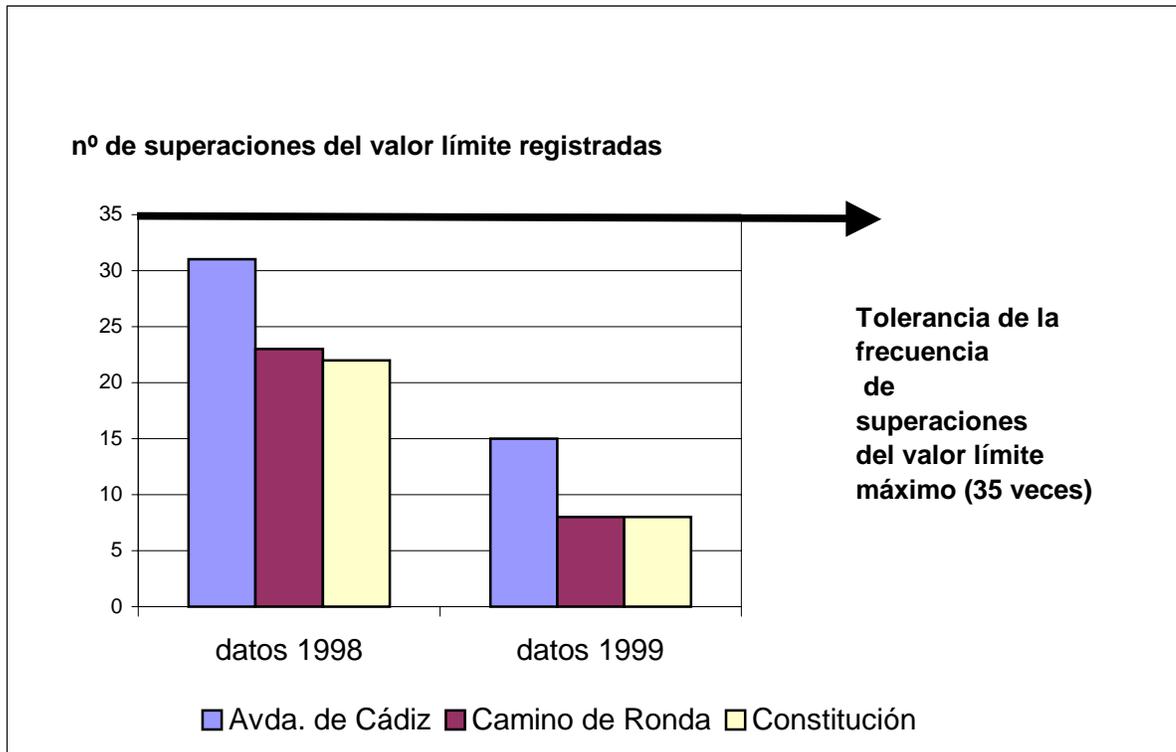
Teniendo en cuenta que el valor límite horario no podrá superarse en más de 35 ocasiones por año civil para el 2001 y el 2005 y en más de 7 ocasiones para el 2010, así como los valores de las medias históricas anuales, se considera muy probable que puedan producirse incumplimientos de la legislación. No obstante, una parte de la contaminación por partículas se debe a causas de origen natural, por lo que habrá que establecer los mecanismos necesarios para discriminar la fracción que corresponde a contaminación antrópica. En cualquier caso los resultados obtenidos son malos y preocupantes, máxime teniendo en cuenta los niveles del 2010, así como el hecho de que será obligatorio diferenciar las partículas de tamaño inferior a 2,5 micras, lo cuál en la actualidad no se está contemplando.

Gráfico 9. Partículas en Suspensión PM10. Medias anuales históricas registradas en las estaciones de medición frente a los nuevos límites de inmisión (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)



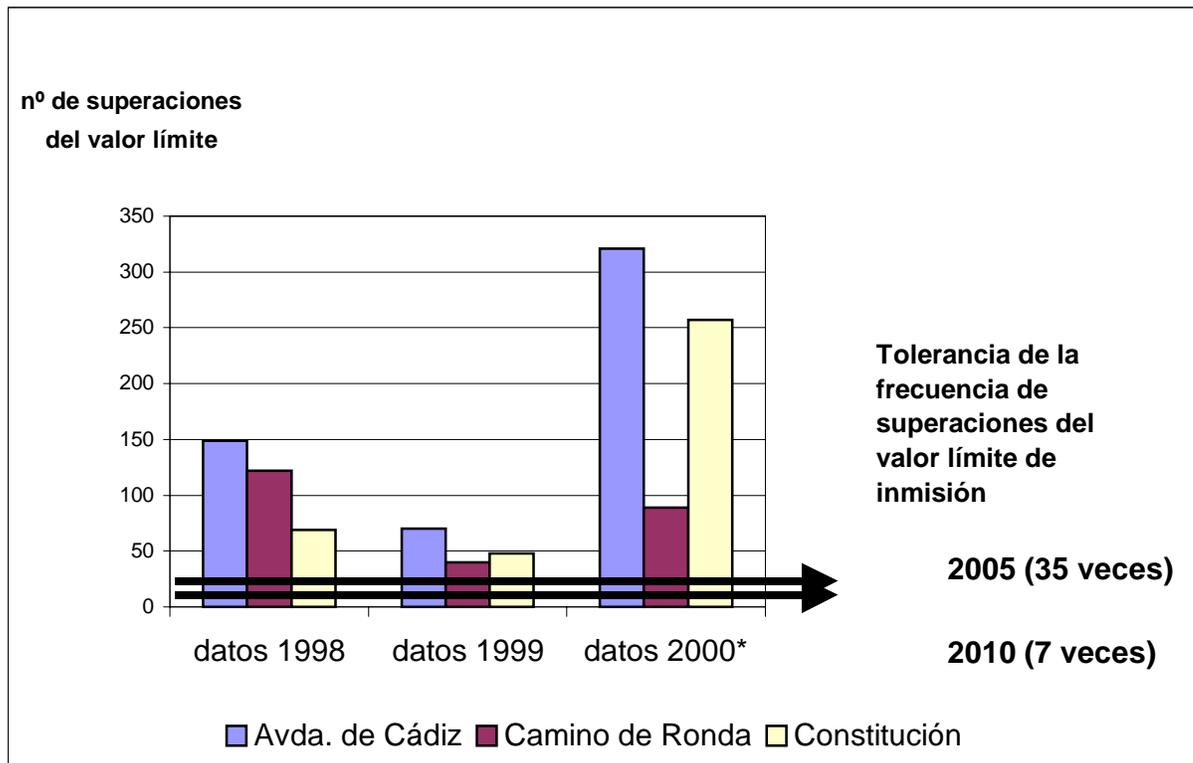
Fuente: Informes de Contaminación Atmosférica de la Consejería de Medio Ambiente. Elaboración Propia.

Gráfico 10. Partículas en Suspensión PM10. Frecuencia de superaciones del límite diario para el año 2001



Fuente: Informes de Contaminación Atmosférica de la Consejería de Medio Ambiente. Elaboración Propia.

Gráfico 11. Partículas en suspensión PM10. Frecuencia de superaciones del límite diario para el año 2005 y 2010



Fuente: Informes de Contaminación Atmosférica de la Consejería de Medio Ambiente y Elaboración Propia.

* En el 2000 la cabina de Camino de Ronda se traslada a Granada Norte. No están contabilizadas las superaciones de enero de 2000 para esta cabina.

Las superaciones son muy claras para las tres cabinas, de tal forma que aunque la cabina de la Av. de Cádiz sea trasladada, el problema se seguirá detectando en el resto de las estaciones.

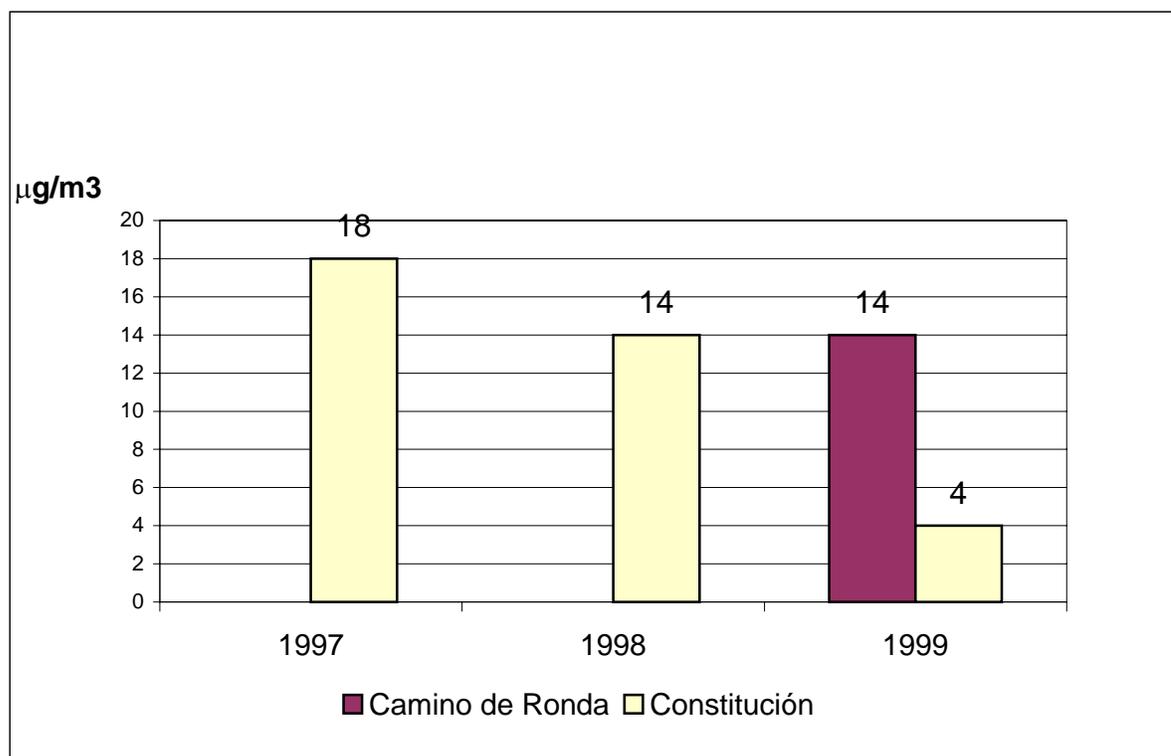
Resultados obtenidos para el Ozono Troposférico

El ozono estratosférico, que se encuentra a una altitud de 20 Km sobre la superficie terrestre es una protección vital contra la radiación ultravioleta. Sin embargo este gas en la troposfera, es decir en la capa en contacto con el desarrollo de las actividades urbanas, es muy perjudicial para la salud humana. Se trata de un contaminante secundario que se produce como consecuencia de reacciones de los óxidos de nitrógeno y otros vapores orgánicos favorecidas por la radiación solar, por lo que los máximos suelen darse hacia el medio día y en el verano. Reduce la capacidad pulmonar, provoca problemas respiratorios, asma, irritación ocular, congestión nasal y pone en peligro la resistencia al enfriamiento y otras infecciones. El ozono puede resultar especialmente peligroso para los ancianos y los niños. Además, es perjudicial para plantas y árboles y afecta al caucho y los tejidos.

(Comisión de las Comunidades Europeas, 1998).

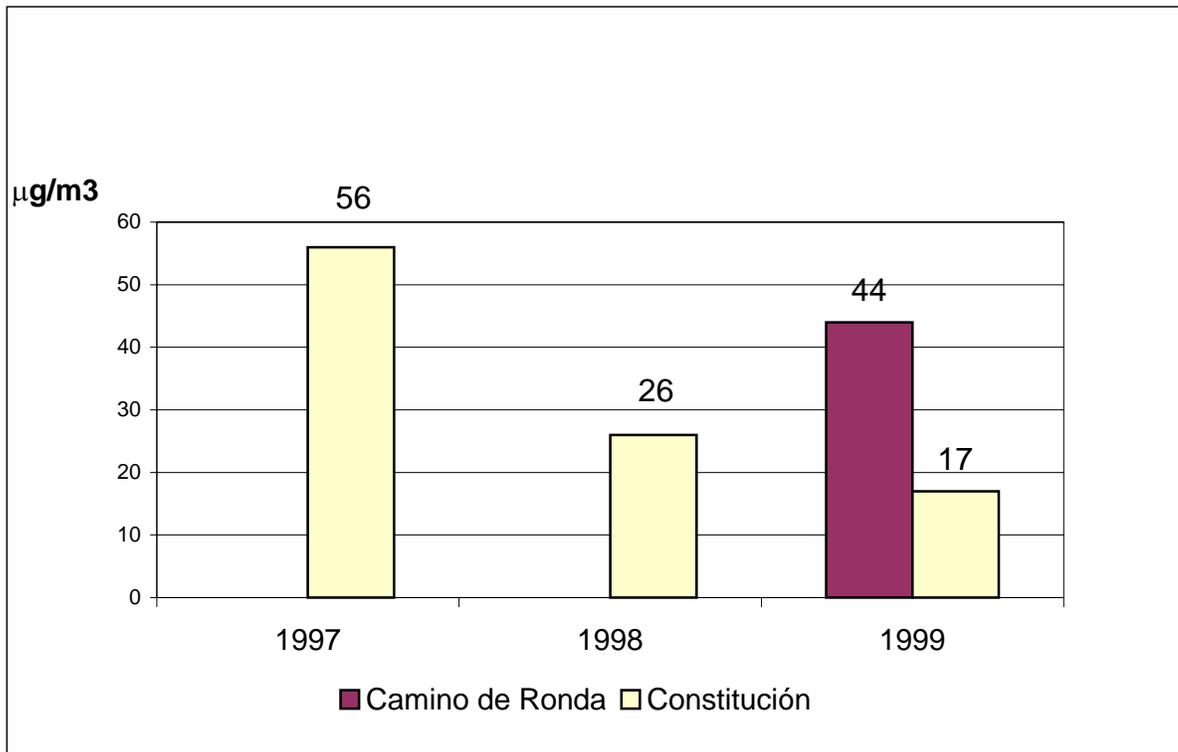
Los umbrales de protección para el ozono se establecieron recientemente a raíz de la Directiva 92/72/CE, por lo que la propuesta de Directiva Hija para el ozono apenas modifica dichos límites, haciéndose únicamente más restrictiva para los valores de protección de la vegetación y de los materiales. Existen sensores de ozono en la Av. de la Constitución y recientemente en Camino de Ronda o Granada Norte, los cuáles detectan superaciones del umbral de protección de la salud ($110 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y del umbral de protección de la vegetación (concentraciones diarias).

Gráfico 12. Ozono. Superaciones del umbral de protección de la salud



Fuente: Informes de Contaminación Atmosférica de la Consejería de Medio Ambiente.
Elaboración Propia.

Gráfico 13. Ozono. Superaciones del umbral de protección de la vegetación (concentraciones diarias)



Fuente: Informes de Contaminación Atmosférica de la Consejería de Medio Ambiente. Elaboración Propia.

Resultados obtenidos para el monóxido de carbono

Se produce en la combustión incompleta de combustibles sólidos y líquidos. El CO es un gas incoloro, inodoro e insípido, pero muy tóxico, ya que al combinarse con la hemoglobina de la sangre da lugar a un compuesto, la carboxihemoglobina, con una probabilidad de formación muy superior a la de la oxihemoglobina (responsable del transporte de O₂), que resulta desplazado en el proceso respiratorio. Puede producir alteraciones en la función visual, en la destreza manual y dificultades en el aprendizaje (para niveles bajos de concentración de la carboxihemoglobina en la sangre, niveles que pueden alcanzarse por ejemplo en ambientes donde hay mucho humo de tabaco),

niveles mayores pueden provocar náuseas, onnubilación mental, y para los muy altos incluso la muerte, si bien este tipo de valores son difíciles de alcanzar en procesos de contaminación urbana exterior.

Del análisis de los valores registrados en las cabinas se observan valores elevados fundamentalmente en invierno, que si bien no sobrepasan con tanta frecuencia los límites legislativos, como sucedía en el caso de otros contaminantes, en ocasiones en las que las condiciones atmosféricas son fuertemente favorables a la concentración de contaminantes de manera persistente, pueden darse superaciones del valor Máximo de Concentración Octohoraria establecido por la Ley 32/1972, como sucedió durante el invierno de 1998 en el mes de diciembre y de enero del año siguiente, donde en un periodo de dos meses se sobrepasó en 23 ocasiones dicho nivel. Asimismo hay que tener en cuenta que la nueva Directiva es más restrictiva, rebajando el valor del Máximo de Concentración Octohoraria a 10.000 mg/m³, con lo que la frecuencia de superaciones se haría mayor.

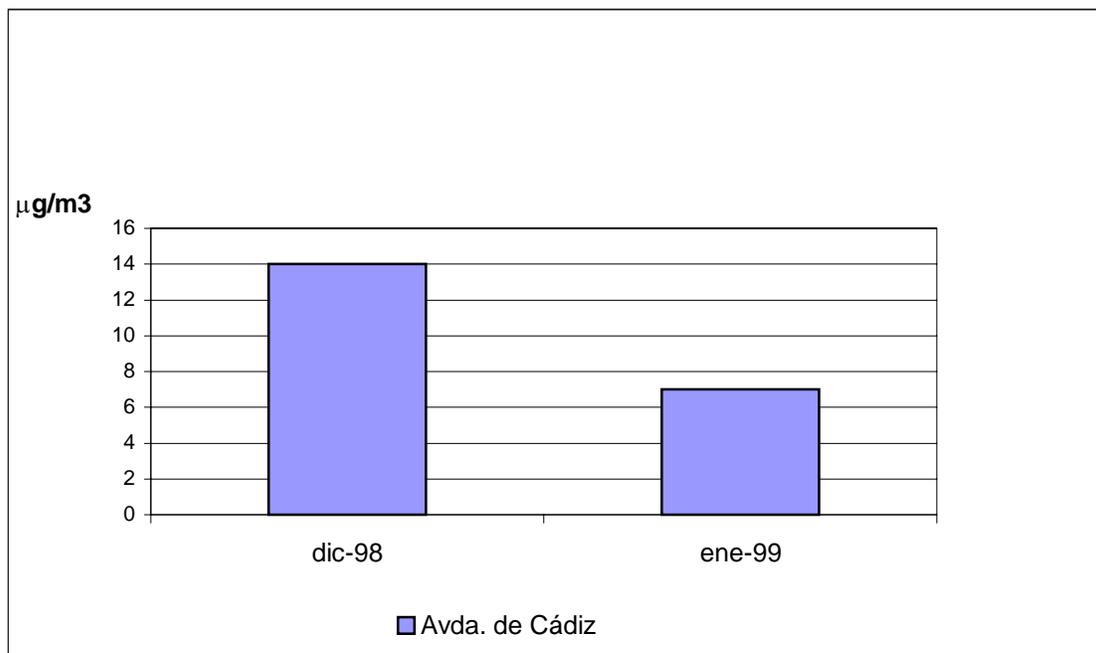
Tabla 3. Valores de partículas de monóxido de carbono registrados en las estaciones de contaminación atmosférica de Granada

Cabina	1997		1998		1999	
	MCSH	MCOh	MCSH	MCOh	MCSH	MCOh
Av. de Cádiz	26500	10819	41765	16637	38313	18677
Camino de Ronda	9400	5750	11505	4435	16903	6238
Constitución	10600	6488	20832	10020	23213	9281

Fuente: Informes de Contaminación Atmosférica de la Consejería de Medio Ambiente. Elaboración Propia.

Máximo Concentración Semihoraria = MCSH; Máximo Concentración Octohoraria= MCOh;

Gráfico 14. Monóxido de carbono. Superaciones de la concentración máxima octohoraria (15 mg/m³)



Fuente: Informes de Contaminación Atmosférica de la Consejería de Medio Ambiente. Elaboración Propia.

Resultados obtenidos para el dióxido de azufre

El dióxido de azufre, al ser uno de los acidificantes atmosféricos más importantes, es quizás el principal culpable de la destrucción gradual de edificios y otros objetos del patrimonio histórico y cultural expuestos al aire ambiente (Comisión de las Comunidades Europeas, 1998). Provoca daños y molestias en los seres humanos que pueden llegar a ser graves, en el aparato respiratorio, ojos y mucosas, donde actúa como irritante. A su vez afecta a los procesos de fotosíntesis, respiración y transpiración en las plantas.

Tabla 4. Valores de dióxido de azufre registrados en las estaciones de contaminación atmosférica de Granada

Estación de medida	1998		1999	
	Media (µg/m ³)	anual	Media (µg/m ³)	anual
Av. de Cádiz	24.67		23.16	
Constitución P.F.	17.72		19.16	
Camino de Ronda	20.33		15.3	

Fuente: Informes de Contaminación Atmosférica de la Consejería de Medio Ambiente. Elaboración Propia.

Los valores recogidos se encuentran notablemente por debajo del valor guía anual. Sin embargo puede observarse, igual que sucedía en el caso del monóxido de carbono, que cuando las condiciones atmosféricas son más desfavorables y en periodos invernales donde la emisión de dióxido de azufre es mayor, los problemas de contaminación no son despreciables, pudiéndose recoger valores de hasta 85 y 90 µg/m³.

Tabla 5. Frecuencia de superaciones del valor guía diario del dióxido de azufre

Estación de medida	Av. de Cádiz	Camino de Ronda	Constitución
Diciembre 98	8 (7)	1 (4)	7 (3)
Diciembre 99	1		(1)

Fuente: Informes de Contaminación Atmosférica de la Consejería de Medio Ambiente y elaboración propia.

Entre paréntesis el número de veces en que la media es superior a 40.

Con relación a la comparación con los niveles de inmisión regulados por la nueva Directiva puede la única superación del valor límite horario previsto para el 2005 no es relevante, considerando que la frecuencia de valores mayores es de 24 ocasiones por año civil. En general los resultados son muy buenos encontrándonos suficientemente alejados de los valores límite como

para prever la aparición de problemas en el futuro debidos a este contaminante. Además es necesario tener en cuenta que cabe asegurar un descenso futuro en la emisión de SO₂, ya que en los combustibles tendrán menor contenido de azufre y habrá un mayor consumo de gas natural. A pesar de ello, el valor límite anual para la protección de los ecosistemas está bastante cerca de los niveles registrados, superándose siempre en la Av. de Cádiz e incluso en la estación de Camino de Ronda o casi en la de Constitución, ubicada precisamente en un parque de vegetación.

Con respecto al **PLOMO** el análisis no es posible, ya que en la actualidad la Red de Vigilancia de la Contaminación Atmosférica no cuenta con resultados de mediciones para el plomo. Por lo tanto se deberán articular los medios necesarios para cumplir con las exigencias de la Directiva en cuanto a su medición, sin embargo sus previsiones son a la baja debido a un menor consumo de gasolina súper y mayor de gasolina sin plomo. Igual ocurre con el **BENCENO**, reconocido cancerígeno y depresor del sistema nervioso, cuyos valores límites han sido regulados recientemente en la Directiva, aunque por el momento no disponemos de datos de concentración en la ciudad.

No podemos olvidar además que se encuentran en preparación nuevas Directivas para los compuestos orgánicos policíclicos (importantes cancerígenos) y para metales muy tóxicos como el Cadmio, Arsénico, Níquel y Mercurio, por lo que habrá nuevas exigencias normativas cuyos valores límite probablemente pongan en evidencia la baja calidad del aire de Granada y la necesidad de acometer actuaciones que reduzcan el número de focos emisores de contaminantes atmosféricos. Teniendo en cuenta que las fuentes emisoras son las mismas que para los contaminantes ya regulados, las actuaciones que se pongan en marcha para reducir los actuales niveles podrán mejorar la situación también con respecto a estos contaminantes.

Estas fuentes emisoras están relacionadas con la utilización de combustibles fósiles, tanto en los procesos industriales, como en los transportes y en la generación de calor (la problemática de estos dos últimos ha sido ampliamente tratada en el área IV.2). Además, algunos procesos diferentes de

la combustión contribuyen considerablemente a las emisiones contaminantes altamente tóxicas (tintorerías, talleres de pintura, destilerías, etc.). **Con el fin de conocer la importancia relativa de las diferentes actividades y emisiones contaminantes en la ciudad de Granada, sería necesario disponer de un inventario de emisiones por actividad a escala municipal**, que nos permitiría observar la magnitud del problema al que nos enfrentamos aportando elementos de análisis para la formulación y puesta en marcha de programas de reducción y prevención de la contaminación. No obstante, al no disponer de un inventario específico para el municipio de Granada, podemos recurrir al ***Inventario de emisiones atmosféricas en Andalucía*** que se realizó bajo encargo de la Consejería de Medio Ambiente en 1998 (Caro, 1998). Este estudio, que se llevó a cabo en todo el territorio andaluz y a escala provincial, tuvo la finalidad de controlar las emisiones generadas por las diferentes fuentes contaminadoras de la atmósfera, habiéndose caracterizado por tanto, las emisiones industriales y las emisiones procedentes de fuentes difusas (tráfico, calefacciones, emisiones fugitivas, etc.). En la tabla 7 pueden observarse los resultados del inventario de emisiones para la provincia de Granada, que si bien no corresponden exactamente a los posibles valores municipales, por tratarse el estudio a un nivel provincial, sí que nos dan una idea de los diferentes contaminantes más representativos en relación con las fuentes que los producen y en cualquier caso nos acerca bastante a la realidad del municipio de Granada, si tenemos en cuenta el tipo de actividades que en él se desarrollan, ya que éste es un núcleo territorial significativo en el conjunto de la provincia. Es importante llamar la atención sobre el hecho de que las actividades que emiten contaminantes se deberían caracterizar a nivel de la aglomeración urbana y no sólo del municipio, ya que la distribución de industrias que afectan a la calidad del aire, excede del ámbito de Granada. Igualmente, como ya hemos visto la problemática ligada al tráfico tiene componentes indisolubles del área metropolitana, y, finalmente la inadaptación del urbanismo al medio, es algo generalizado.



Tabla 6. Emisiones totales (mg/l) en la provincia de Granada (1995-1996)

	SO2	NOX	COVNM	CH4	CO	CO2	N2O	PART	NH3	CL	FL	SH2	Pb
Transporte	1500	10.473	5726	215	37.193	1.046	54	218	570				52
Industria	4.647	2.470	79	17	1.323	374	10	3.544	46		20		
Doméstico	407	302	299	207	4.417	412	48	325					
Extracción													
Minerales								24848					
TOTAL	6.554	13.245	6.104	439	42.933	1.832	112	28.935	616		20		52

Fuente: Inventario de emisiones a la atmósfera en la Comunidad Autónoma Andaluza. 1998

Tabla 7. Emisiones relativas de los diferentes contaminantes para cada fuente

	SO2	NOX	COVNM	CH4	CO	CO2	N2O	PART	NH3	CL	FL	SH2	Pb
Transporte	2,6%	18,4%	10,0%	0,4%	65,2%	1,8%	0,1%	0,4%	1,0%				0,1%
Industria	37,1%	19,7%	0,6%	0,1%	10,6%	3,0%	0,1%	28,3%	0,4%		0,2%		
Doméstico	6,3%	4,7%	4,7%	3,2%	68,8%	6,4%	0,7%	5,1%					
Extracción													
Minerales								100,0%					

Fuente: Inventario de emisiones a la atmósfera en la Comunidad Autónoma Andaluza. Elaboración propia.

Tabla 8. Valores relativos de las diferentes fuentes para cada contaminante

	SO2	NOX	COVNM	CH4	CO	CO2	N2O	PART	NH3	CL	FL	SH2	Pb
Transporte	22,9%	79,1%	93,8%	49,0%	86,6%	57,1%	48,2%	0,8%	92,5%				
Industria	70,9%	18,6%	1,3%	3,9%	3,1%	20,4%	8,9%	12,2%	7,5%		100%		100%
Doméstico	6,2%	2,3%	4,9%	47,2%	10,3%	22,5%	42,9%	1,1%					
Minerales								85,9%					

Fuente: Inventario de emisiones a la atmósfera en la Comunidad Autónoma Andaluza, 1998 y elaboración propia

En la tabla 8 se puede apreciar cuál de los contaminantes es el de mayor representatividad en cada una de las actividades:

- El monóxido de carbono (CO), es característico del tráfico (86,6%), seguido del sector doméstico (10,3%).

- El dióxido de azufre (SO₂), es con mucho el más significativo de los procesos industriales.

- Los óxidos de nitrógeno (NO_x), son representativos del tráfico, seguidos del sector industrial.

- El dióxido de carbono (CO₂), es muy significativo en todos los procesos de combustión y especialmente emitido por la industria.

- Las partículas sólidas (PART.), son con mucho, el contaminante más representativo del sector de la extracción y tratamiento de minerales, seguido por la industria, si bien en el municipio de Granada la actividad de extracción de minerales no es representativa, y estarían más asociadas a industria, tráfico y calefacciones.

Granada: Condiciones atmosféricas, topográficas y urbanísticas favorables a la concentración de contaminantes



En cuanto a los factores que influyen en los niveles de inmisión de estos contaminantes, la climatología, la topografía y la estructura urbana, juegan un papel fundamental en los procesos que van a determinar la concentración o la dispersión. Pero la difusión es función también de factores específicos del contaminante como la velocidad de salida, temperatura, forma, tamaño, peso, etc. A estos factores hay que añadir una condición muy particular de los sistemas urbanos, y es que una ciudad supone una **modificación artificial de las condiciones topográficas** de la zona y de su **clima natural** apareciendo microclimas en diferentes partes de la ciudad. **Granada es una ciudad con condiciones atmosféricas, topográficas y urbanísticas que dificultan la dispersión de los contaminantes en el aire, por lo que si a los elevados niveles de emisión, le añadimos esta circunstancia, se explica que los niveles de inmisión superen los valores límite establecidos en la**

legislación, y que la calidad del aire sea por tanto mala. Conviene pues, disminuir estas tasas de emisión e incluir en la planificación urbanística esta realidad. A continuación describimos por qué en esta ciudad se favorece la concentración de los contaminantes.

Cuadro 1. Resumen de las condiciones climáticas que influyen en las variaciones de concentración de la contaminación

<p>Situación anticiclónica (Estratificación vertical de la atmósfera estable)</p>	<p>Se favorece la estratificación estable de la atmósfera y, asociado a la ausencia de vientos en superficie, se dificulta o impide totalmente el movimiento vertical del aire. Se originan los fenómenos de inversión térmica que imposibilitan las corrientes verticales. La altura de la capa de mezcla es menor.</p> <p>Situación negativa para la difusión, potenciándose los aumentos de los niveles de inmisión.</p>
<p>Situación ciclónica (Estratificación vertical de la atmósfera inestable)</p>	<p>Inestabilidad máxima de la atmósfera. Situaciones de estratificación inestable, donde la altura de la capa de mezcla es mayor. Movimientos ascensionales del aire. Lluvias frecuentes. Actúan como lavado de la atmósfera (sin embargo, trasladan el problema de contaminación al medio acuático y terrestre)</p> <p>Condiciones de difusión óptimas.</p>
<p>Vientos</p>	<p>Decisivo en el proceso de dispersión de los contaminantes. Dirección: indica el camino que recorrerán los contaminantes. Velocidad: su aumento favorece la dispersión Turbulencia: variaciones de la dirección y velocidad provocados por irregularidades superficiales muy frecuentes en la ciudad.</p>
<p>Radiación solar.</p>	<p>Influencia en las reacciones fotoquímicas a que se ven sometidos los contaminantes, de especial importancia en el caso de las reacciones fotoquímicas que originan el ozono.</p>

Fuente: López, 1994. Elaboración propia.

Algunos autores, como Escourrou, establecen diferencias entre la importancia de los diferentes factores a la hora de modelizar la evolución de la contaminación atmosférica diferenciando entre la contaminación que se

produce al nivel de los tejados (calefacciones e industria) y aquella que se origina al nivel de la superficie de las calles (tráfico). De modo que *“las emisiones contaminantes que se producen al nivel de **los tejados** son directamente dependientes de la circulación atmosférica ya que sus movimientos son por definición los mismos que los de la masa de aire que los contiene. Por tanto las tasas de emisión juegan un papel directo sobre la intensidad de los niveles de contaminación pero, si una buena dispersión vertical no es posible, las tasas de inmisión serán mucho más elevadas y dependientes de las condiciones meteorológicas. La contaminación atmosférica **al nivel de las calles** depende aún más de la intensidad del tráfico y de las características de las calles que de las condiciones atmosféricas, de modo que a medida que la calle se hace más estrecha y los edificios de ésta más altos, se agudizan los niveles de inmisión”*.(Escourrou, 1991:113-137). En cualquier caso, la probabilidad de encontrar **concentraciones altas** de los contaminantes aumenta cuando se impide parcialmente la ventilación natural y los procesos de depuración, es decir, cuando la altura de mezcla es baja y los vientos son leves, fundamentalmente cuando existe una estratificación estable que favorece la formación de capas de inversión, agudizándose esta situación en aquellas calles de alta densidad de circulación de tráfico e importantes efectos de apantallamiento por los edificios. *Este fenómeno es más acentuado en invierno que en verano debido a que en verano el anticiclón suele acompañarse de una intensa radiación solar que calienta el sol durante el día. Este calentamiento provoca una ligera ascendencia del aire, y por tanto una mejor dispersión de la contaminación* (Escourrou, 1991: 119). Al contrario en invierno, la influencia de la presión es más notable, al no ser la radiación solar tan intensa como en verano, lo cual va unido a una mayor emisión de contaminantes en esta época como consecuencia del funcionamiento de las calefacciones, y de mayor ineficiencia de las combustiones con el frío.

Disponer de un estudio de las condiciones climáticas, topográficas y urbanísticas que afectan a la evolución de la contaminación en Granada, es de máximo interés debido a su influencia en los valores de inmisión. Es preciso conocer cuáles son estas características físicas con las que cuenta la ciudad, de cara a tener elementos de análisis en los planes de lucha contra la

contaminación. **No existe ningún estudio específico con este fin**, es más, la Consejería de Medio Ambiente no dispone, de momento, de valores de parámetros climáticos de una forma continuada, que den información por ejemplo, sobre las formaciones e intensidades de las capas de inversión y de la evolución de la contaminación (sobre este problema volveremos más adelante cuando tratemos las deficiencias de Granada en cuanto a Sistemas Integrales de Evaluación de la Calidad del Aire).

No obstante, por observación de la atmósfera de Granada y leyendo diferentes descripciones climáticas sobre la depresión de Granada, se pone de manifiesto que se trata de una ciudad con unas condiciones topográficas y climáticas que favorecen la formación frecuente de capas de inversión (y en consecuencia, la concentración de los contaminantes cuyos niveles de emisión son además importantes), fundamentalmente como se expone en la descripción que aquí sigue, por su carácter continental que acentúa las bajas temperaturas en invierno, por estar rodeada de montañas, las importantes amplitudes térmicas, la escasez de fuertes vientos, la aparición de brisas de montaña y de valle y la escasez de precipitaciones durante amplios periodos, disminuyendo el lavado. Por otra parte, este clima extremo juega un papel fundamental en la necesidad de regular y adaptar energéticamente la vivienda, de tal forma que cuando esto no se hace, las diferencias de temperatura entre el interior y el exterior son enormes, y los procesos de combustión, o el uso de aparatos eléctricos, se incrementan al mismo tiempo que la contaminación del medio atmosférico. Sobre este aspecto se volverá en el apartado IV.3.3.

*El clima que afecta a la Depresión de Granada posee un claro matiz mediterráneo-continental. Su ubicación geográfica, la sitúa entre las regiones climáticas atlántica y mediterránea, de ahí que aparezcan **situaciones de frío y humedad frente a situaciones cálidas y secas**. La continentalidad que presenta la Depresión a pesar de ser una de las menos continentales debido a su situación, es debida en parte a la altitud de ésta, unos 670 metros de media, y al **aislamiento que le proporciona el cinturón de montañas** que la rodean. Ambos factores impiden que la suavidad climática del Mediterráneo llegue de lleno a la Depresión.*

El clima se ve afectado por dos situaciones atmosféricas: el dominio de las borrascas del Oeste de la Península y la disposición de los centros de acción. De ambas se pueden desprender temperaturas suaves o frías y precipitaciones. Pero estas características que afectan a la Depresión, se ven marcadas por los factores de altitud media y aislamiento. El resultado de la combinación de todos los elementos, tanto los climáticos como los constitutivos de la Depresión, favorecen la aparición de un clima que presenta unas características propias que más bien podríamos denominar microclimáticas, y serían:

- *Su formación como llanura cercada de montañas, y la aparición de un suelo que presenta un alto grado de humedad, favorece la aparición de frecuentes inversiones térmicas que dan lugar a las conocidas neblinas matinales.*
- *La influencia suave del Mediterráneo se ve cortada por el obstáculo orográfico que rodea la Depresión.*
- *La altitud media, 670 metros, produce descensos en el gradiente térmico.*
- *Gran duración de las dos estaciones extremas: invierno y verano. Las otras dos estaciones, primavera y otoño se consideran como prolongación de las primeras.*
- *Importantes amplitudes térmicas tanto diarias como anuales.*
- *Escasez de fuertes vientos que se ven atenuados por la barrera montañosa.*
- *Aparición de brisas de montaña y de valle.*
- *Sequía estival notoria que se prolonga durante cuatro o cinco meses. En el resto del año las precipitaciones se producen de forma equilibrada.*
- *Son igualmente relevantes en la Depresión las precipitaciones de tipo tormentoso.*
- *Frecuencia de heladas bien en forma de rocío o de escarcha. La presencia de éstas se manifiesta durante el invierno pero pueden extenderse hasta Mayo. (Plan Especial de Protección de las Cuencas de los ríos Beiro, Darro y Genil, 1992).*

En el “Estudio Piloto de la Contaminación Atmosférica en Granada” de EGMASA, ya mencionado, se aborda un análisis que contrasta la evolución en las concentraciones de dióxido de nitrógeno con los factores climatológicos y topográficos propios del municipio de Granada, correlacionando los resultados expuestos en la tabla 9 con los mapas de distribución espacial de la concentración de dióxido de nitrógeno presentados anteriormente.

Tabla 9. Aspectos Climáticos para los diferentes periodos de muestreo de dióxido de nitrógeno.

Periodo	Precipitación (mm)	Días de lluvia	Días de niebla	Viento (m/s)	Altura de mezcla (m)	Tipo meteorológico
1	35.5	8	7	3.62	491	Ciclónico
2	39	5	6	3.38	359	Ciclónico
3	70	8	2	3.9	400	Ciclónico
4	17.5	3	8	3.27	357	Anticiclónico
5	0.3	1	3	2.77	327	Anticiclónico
6	61	12	2	4.47	401	Anticiclónico

Fuente: EGMASA, 1998: 27.

*El periodo ciclónico presentó mayores valores de alturas de la capa de mezcla, lo que asociado con los vientos más fuertes, condujo a potenciar los procesos de **dispersión natural** de los contaminantes, habiendo sido asimismo más importantes los procesos de lavado por precipitaciones. En sentido contrario, el **periodo anticiclónico** aparece como **menos favorable a la dispersión de contaminantes** atmosféricos urbanos con pocas lluvias, reducida altura de mezcla por tener inversiones de temperaturas invernales y vientos más flojos. (EGMASA, 1998: 25).*

La información recogida en la tabla 9 puede compararse con la de los mapas de distribución espacial de la concentración de dióxido de nitrógeno presentados más arriba. Vemos dos tipos de distribución de la concentración de NO₂, uno donde predomina el color azul claro (mapa **Distribución municipal del dióxido de nitrógeno en periodos ciclónicos**), que corresponde a valores medios de concentración de NO₂ de 40 µg/m³, y el otro donde se evidencia el color amarillo salpicada de manchas rojas (mapa **Distribución municipal del dióxido de nitrógeno en periodos anticiclónicos**), con valores medios entorno a los 45 µg/m³.

La influencia de la **componente viento** puede observarse también, al comparar la rosa de vientos (nos informa de la dirección, frecuencia y velocidad del viento) con los mapas de distribución del NO₂. Así, según la descripción que

hace el estudio de EGMASA, se puede ver un aspecto general de la distribución de la contaminación de NO₂ que se asemeja a un penacho con origen en la parte Sur del área metropolitana, que conserva su estrechez al pasar por encima de la ciudad y que se extiende hacia los barrios Norte y Noroeste de Granada. Esta difusión de la contaminación generada por la ciudad hacia la zona N y NW, se debe a la dispersión ejercida por los vientos dominantes de componente fundamentalmente S, SE y SW.

La **topografía** y la **estructura urbana** son factores influyentes en la distribución de la contaminación, pudiéndose advertir sobre los mapas, el papel que éstas juegan en la distribución de la concentración de dióxido de nitrógeno en Granada:

Las cumbres que bordean la ciudad al Este actúan como una barrera que no deja escapar la contaminación presente más abajo. La zona de la Alhambra y del Albaicín, por ejemplo no aparecen como zonas afectadas por la contaminación para ninguno de los 6 periodos de muestreo. Llama la atención la zona Oeste donde la contaminación no parece sobrepasar mucho la zona delimitada por la Circunvalación del 1992 lo que supone que las circulaciones locales de aire provenientes de los valles no producen una fuerte dilución horizontal. (EGMASA, 1998: 31). Esta concentración de la contaminación hacia la zona oeste, podría estar también en relación con la presencia de edificios cuya altura media es elevada. En Granada son frecuentes las calles estrechas con intensidades de tráfico elevadas y con edificios cuyo efecto de apantallamiento dificulta la dispersión, de tal forma que los valores registrados en la estación de medida de la Av. de Cádiz, podrían ser un buen indicador de la concentración de contaminantes en estas zonas.

Estrategia para el control, prevención y reducción de la contaminación atmosférica I: ausencia de un Sistema Integral de Evaluación de la Calidad del Aire

Las políticas cuyo objetivo es la gestión sostenible del medio ambiente atmosférico, necesitan dotarse de un Sistema Integral de Evaluación de la Calidad del Aire, lo cuál es obligatorio en virtud de las disposiciones de la Directiva 96/62/CE (ver introducción) y especialmente en aquellos territorios donde los niveles de calidad se incumplen como es nuestro caso.

En la publicación *Un aire limpio para las ciudades europeas* (Comisión de las Comunidades Europeas, 1998), la Comisión describe cuáles son las herramientas que conforman este Sistema Integral de Evaluación de la Calidad del Aire:

Un programa típico de evaluación de la calidad del aire urbano consta de tres partes:

- *Un **programa de vigilancia** de la calidad del aire donde se realizan medidas directas de la calidad del aire.*
- *Un **inventario de emisiones**.*
- *Un **programa de modelización** de la contaminación atmosférica.*

La necesidad de estas tres componentes del sistema, se justifica si tenemos en cuenta cuáles eran los aspectos de la problemática de la contaminación atmosférica presentadas en la introducción, y que vuelven a ser retomadas por el grupo de trabajo de la Calidad del Aire en España (Ministerio de Medio Ambiente, 2000), asociando a cada uno de éstos la herramienta de gestión necesaria.

Cuadro 2. Gestión del medio ambiente atmosférico

Aspecto de la problemática Contaminación Atmosférica	Herramienta de gestión
Emisión. Fuentes	Estudios dirigidos a su reducción sobre la base de prevenir, minimizar o depurar los efluentes. Trabajos dirigidos a cuantificar y describir las emisiones: inventario de emisiones.
Medio Atmosférico. Dispersión	Trabajos dirigidos a estudiar el comportamiento de la atmósfera y de los contaminantes emitidos en ella: modelización de la contaminación atmosférica.
Inmisión. Calidad del aire.	Medida de las diferentes magnitudes implicadas: niveles de calidad del aire , variables meteorológicas que afectan a la dispersión.

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente, 2000. La calidad del aire en España.

Cuando en nuestro diagnóstico expresamos que uno de los problemas de la estrategia para el control, prevención y reducción de la contaminación atmosférica en Granada es la “ausencia de un Sistema Integral de Evaluación de la Calidad del Aire”, es porque de estas tres herramientas de gestión, programa de vigilancia, inventario de emisiones y programa de modelización, en la actualidad únicamente está presente el primero (no exento de necesidades) y no existe ninguno de los otros dos.

Programa de Vigilancia de la Calidad del Aire

La Vigilancia consiste en medir directamente la calidad del aire en puntos que se habrán elegido por su carácter representativo o por ser

puntos negros que registran concentraciones relativamente altas de contaminación. Los datos se utilizan para:

- detectar los problemas de contaminación;*
- comprobar si se cumplen las normas de calidad;*
- analizar las tendencias a largo plazo;*
- medir la eficacia de las políticas de control.*

(Comisión de las Comunidades Europeas, 1998).

En Andalucía, actualmente, la **Red de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica** depende de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, y está formada por 68 estaciones automáticas conectadas permanentemente a un complejo sistema de transmisión de datos. *La red está constituida, básicamente, por cabinas en cuyo interior se ubican analizadores, elementos de adquisición, control y transmisión, y equipos auxiliares. Todas las cabinas disponen de equipos automáticos de medida de partículas en suspensión, dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno, así como un captador de alto volumen. Otros tipos de analizadores varían en función de la problemática de cada zona de estudio, según se mida monóxido de carbono, ozono, hidrocarburos, sulfuro de hidrógeno, compuestos reducidos de azufre, partículas sedimentables y parámetros meteorológicos. Las cabinas situadas en entornos urbanos disponen también de sistemas de medida de la contaminación acústica* (Consejería de Medio Ambiente, 1996).

La red de Andalucía, que comienza a funcionar en 1986 en Huelva y Sevilla, es extendida a la Ciudad de Granada en 1989, dada la importancia de las emisiones procedentes de calefacciones domésticas junto con las del tráfico. Encontramos tres estaciones de medida, cuya ubicación actual puede observarse en el mapa.

Mapa. Ubicación de las estaciones de medida de la contaminación atmosférica en el municipio de Granada

Mapa. Ubicación de las estaciones de medida de la contaminación atmosférica en el municipio de Granada



Fuente: Consejería de Medio Ambiente



ESTACIÓN CONSTITUCIÓN PARQUE DE FUENTE NUEVA

Situada en la Av. de la Constitución, en el interior del Parque Fuentenueva esquina calle Marín Ocete, donde fue trasladada en 1994. Su localización puede calificarse de intermedia con respecto a la de Av. de Cádiz y Camino de Ronda o Granada Norte. Es representativa de la zona centro de la ciudad.



ESTACIÓN AV. DE CÁDIZ

Situada en el barrio del Zaidín, en la isleta confluencia de la Avenida de Cádiz y Avenida de Dílar. Ésta es la ubicación original desde 1992. No es representativa de la contaminación de todo la zona del Zaidín, como se piensa a menudo, sino de las emisiones de tráfico, al encontrarse ubicada en un cruce conflictivo, a poca distancia del paso de vehículos

motorizados. Su cercanía al tráfico, unido al apantallamiento, determinan que mida los valores máximos de inmisión, pudiéndose comparar con valores que se puedan alcanzar en otras calles de similar densidad de tráfico. A pesar de lo significativo de los valores que recoge, normalmente los máximos para Granada, existe interés por trasladarla justificando esto con razones de incumplimientos de tipo normativo. Se le achacan medidas de contaminación poco representativas y superiores a las que se obtendrían si la estación estuviese correctamente situada. No obstante sería necesario reiterar que los valores que mide, son valores que se respiran en muchas calles de Granada, caracterizadas por ser estrechas y con mucha densidad de tráfico, por lo que en nuestra opinión es interesante conservar su situación actual. Puesto que ya contamos con otras dos cabinas que son significativas para otro tipo de situaciones, sería absurdo invertir esfuerzo en medir más de lo mismo.



Las calles de características, urbanísticas y de tráfico, similares a la Av. de Cádiz son abundantes en Granada. En ellas se podrían registrar valores tan altos como los que se miden en la Estación Av. de Cádiz.



ESTACIÓN GRANADA NORTE

Dado que la zona norte de la ciudad no contaba con ninguna estación de medida, se decidió como destino de la cabina del Camino de Ronda, trasladada en Febrero del 2000. Se encuentra en lugar despejado, en la zona central de la mediana de la Av. Luis Miranda Dóvalos, junto a estación de autobuses, por lo que los niveles que recoge son los mínimos, es decir se refieren a la contaminación de fondo de la ciudad.

Las estaciones miden de manera permanente la concentración en el aire de ciertos contaminantes: partículas en suspensión, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono y ozono troposférico (solo en el caso de la estación de Constitución P.F. y Granada Norte). Con la aparición de la Directiva 96/62/CE, el universo de contaminantes atmosféricos que deberá vigilarse se amplía considerablemente, por lo que la Red de Vigilancia deberá incorporar estas exigencias.

Cuadro 3. Lista de los contaminantes atmosféricos que deben tenerse en cuenta en la evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente

Dióxido de azufre
Dióxido de nitrógeno
Partículas finas, como los hollines (incluido PM-10)
Partículas en suspensión
Plomo
Ozono
Benceno
Monóxido de Carbono
Hidrocarburos policíclicos aromáticos
Cadmio
Arsénico
Níquel
Mercurio

Fuente: Directiva 96/62/CE.

En cualquier caso las estaciones de medida nos ofrecen mucha información a lo largo del tiempo pero siempre referida al mismo lugar. Sin embargo, es un hecho constatado la variabilidad espacial que presenta la concentración de los contaminantes atmosféricos en una misma ciudad e incluso en un mismo barrio o avenida. Como se ha descrito, las condiciones locales juegan un papel determinante pero poco estudiado y por ello *sería necesaria una red densa de estaciones provistas de un equipamiento completo de medida, tanto en lo referente a aspectos meteorológicos como contaminantes, capaz de registrar en continuo los valores de superficie y en los 100 primeros metros de la atmósfera. Estas condiciones son raramente realizables* (Escourrou, 1991: 129), evidentemente porque requieren una

enorme inversión técnica, humana y financiera. Una solución intermedia y más factible sería contar con una unidad móvil de medición de la contaminación atmosférica, ya que sólo existe una sola unidad de este tipo para toda Andalucía, dificultándose la realización de campañas de medición de una forma periódica en un mismo territorio. Además la información proporcionada por un programa de modelización de la contaminación atmosférica, para diferentes puntos de la ciudad donde no existen mediciones directas, constituye otra vía interesante a tener en cuenta.

En lo referente a los rendimientos de las mediciones de la actual red, los informes mensuales de contaminación atmosférica suelen dar valores altos, estando las cabinas de medición sometidas a operaciones de mantenimiento periódicas. Por otra parte el Laboratorio de Referencia de Calidad del Aire de la Consejería de Medio Ambiente, está elaborando un sistema de control y calidad de los datos en las redes de vigilancia del aire ambiente de acuerdo con las exigencias de las directivas europeas.

Inventarios de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos

El inventario de emisiones está constituido por información sobre el volumen de emisiones procedentes de fuentes distintas en una zona dada, fundamentalmente industrias, calefacciones, tráfico y electricidad. Su contribución al Sistema de Evaluación de la Calidad del Aire, radica precisamente en el conocimiento de cuáles son las fuentes de emisión, así como cuál es la magnitud de su impacto sobre los niveles de inmisión o calidad del aire, pudiendo diseñar las políticas de control, prevención y reducción de la contaminación atmosférica, una vez conocida la situación de partida, que debe ser objeto de actualizaciones periódicas con el fin de evaluar la pertinencia y eficacia de las medidas emprendidas. Se trata, por tanto, de una herramienta con capacidades para integrar información sobre diferentes aspectos o problemas que afectan a la sostenibilidad de un municipio.

La Directiva 96/62/CE determina su carácter obligatorio fundamentalmente en aquellas aglomeraciones donde se rebasen los límites de

calidad establecidos, como es el caso de Granada, especialmente para los contaminantes NO₂ y PM-10. Así, dicha Directiva establece que en aquellas zonas donde se rebasen los límites deberán llevarse a cabo programas locales, regionales o nacionales para aumentar la calidad del aire ambiente, recogiendo toda una serie de exigencias en cuanto a los contenidos de estos programas, donde precisamente los inventarios de emisiones quedan contemplados:

5) Origen de la contaminación

Enumeración de las principales fuentes de emisión de contaminantes (con mapa).

Volumen de emisiones desde esas fuentes (en toneladas / año).

Información sobre la contaminación procedente de otras regiones.

(Directiva 96/62/CE. Anexo IV).

Otro documento de especial relevancia es la **Guía metodológica para el desarrollo de Planes y Programas de Mejora de la Calidad del Aire**, elaborada en el marco de los grupos de trabajo para una Estrategia de la Calidad del Aire en España, donde los Inventarios de Emisiones representan una etapa importante en la metodología seguida para controlar, prevenir y reducir la contaminación atmosférica. Paralelamente se elabora una **Guía Metodológica para el Desarrollo de Inventarios de Emisiones**, con el objetivo de ofrecer unas pautas normalizadas a seguir en los diferentes territorios. Precisamente uno de los inventarios de emisiones que supone un antecedente para la elaboración de la citada metodología, es el que se llevó a cabo en la ciudad de Zaragoza en el año 1996, como una iniciativa pionera del Servicio de Medio Ambiente del Ayuntamiento. Nombramos este Estudio de las **Emisiones a la Atmósfera en la Ciudad de Zaragoza** (Larraz, 1996) dentro del Diagnóstico Ambiental para la Agenda Local 21 de Granada, porque nos parece un buen ejemplo de una iniciativa municipal como respuesta a unas necesidades en cuanto a la gestión del recurso aire de la ciudad análogas a las de Granada. Los resultados además, suponen una base para la elaboración de Indicadores Ambientales dentro de la Agenda Local 21 de Zaragoza. La lectura de los objetivos general y específicos en base a los cuales se desarrolla el trabajo, recogen, en nuestra opinión, de una manera bastante clara cuál es la filosofía y cometido de un Inventario de Emisiones, y por qué es una

herramienta ineludible dentro de un Sistema Integral de Evaluación de la Calidad del Aire.

Objetivo general:

- Disponer de una **auditoría** precisa de la emisión de contaminantes a la atmósfera que permita conocer la **aportación de las diferentes fuentes**, así como su **distribución espacial**, al objeto de **sensibilizar** a los agentes implicados (industriales, locales, etc.) para que intervengan en la realización de **programas de reducción de la contaminación atmosférica**.

Objetivos específicos:

- Medición directa de las emisiones de los sistemas de combustión, de calefacción y agua caliente sanitaria, de edificios de viviendas y servicios.

- Preparación de los diversos inventarios parciales a partir de los que se obtendrá el inventario de emisiones a la atmósfera de la ciudad.

- Análisis y valoración de los inventarios parciales para **seleccionar prioridades y acciones en la adopción de medidas encaminadas a mejorar el medio ambiente urbano**, según el tipo de fuente, el tipo de contaminante, el combustible utilizado o la distribución de las emisiones en el tiempo o en el espacio.

- Preparación del inventario de emisiones a la atmósfera que ha de servir de base para la elaboración del correspondiente **mapa de emisiones de la ciudad de Zaragoza**.

Los Inventarios de Emisiones también han sido considerados como una herramienta fundamental para la gestión del recurso aire por la Xarxa, red de pueblos y ciudades para la sostenibilidad de Cataluña, quedando integrados dentro de su Sistema Municipal de Indicadores de Sostenibilidad (Sureda, 2000). Volveremos sobre ellos cuando presentemos la propuesta de Indicadores Ambientales para la Agenda Local 21 de Granada.

Programa de Modelización de la Contaminación Atmosférica

La Red de Vigilancia de la Contaminación Atmosférica en Granada, obtiene cuarenta y ocho medidas diarias de cinco contaminantes constituyendo **una información sobre niveles de calidad del aire que si bien es bastante considerable, posee una distribución espacial reducida (tres estaciones de medida en tres puntos concretos de la ciudad) y además, no permite realizar predicciones de contaminación al no integrar indicadores de la variabilidad de las condiciones atmosféricas y de emisión.** Esto en la práctica, limita los resultados que se consiguen con la actual evaluación que se realiza de la calidad del aire en Granada. Es por ello que la Directiva 96/62/CE aconseja la utilización de técnicas de modelización de la contaminación atmosférica. Se trata de una herramienta que nos permite pronosticar las concentraciones de la contaminación incluso en los diferentes puntos de la ciudad donde no hay estaciones de medición, al combinar información sobre datos de emisiones, niveles de inmisión y parámetros atmosféricos en un complejo proceso de aprendizaje.

Simultáneamente la modelización permite predecir el efecto que una serie de políticas puede tener sobre la calidad del aire, aspecto éste de especial relevancia en el marco de estrategias para el control, prevención y reducción de la contaminación atmosférica. La ***Guía Metodológica para la Elaboración de un Sistema de Evaluación de la Calidad del Aire en el marco de las nuevas Directivas***, así lo expresa cuando expone que “*el pronóstico de niveles sería una herramienta muy útil para el desarrollo y revisión de programas destinados a la mejora de la calidad del aire en aquellas zonas con superaciones de valores límite*” (Ministerio de Medio Ambiente, 2000).

La ***Guía para la Aplicación de Modelos de Calidad del Aire*** de la Estrategia para la Calidad del Aire en España (Ministerio de Medio Ambiente, 1998), señala que la utilización de modelos de calidad del aire puede tener los siguientes usos:

- Sistema de evaluación en zonas de bajos niveles de contaminación.

- **Interpolar y extrapolar los resultados** obtenidos en zonas cubiertas por estaciones de medida a puntos más distantes de las mismas (donde no se dispone de medidas).

- **Preparación de propuestas de adopción de medidas, planes o programas de reducción** en el caso de superación de los límites de calidad establecidos.

- **Soportar predicciones a corto plazo** sobre la posible evolución de la situación para poder realizar **avisos a la población**.

- **Conocer de una forma integrada los procesos que tienen lugar en una zona determinada** y cómo éstos interaccionan entre sí, o cuáles son los predominantes en la misma.

Estrategias para el control, prevención y reducción de la Contaminación Atmosférica II: Ausencia de Planes y Programas para la mejora de la calidad del aire.

A partir de la entrada en vigor de la Directiva 96/62/CE (la primera Directiva Hija lo hará el 19 de julio del 2001), se establece un nuevo escenario para las políticas de gestión del recurso aire, en el cual la elaboración e implementación de programas de mejora de la calidad del aire serán obligatorios si Granada no quiere pertenecer a la Lista de Ciudades Sucias de la Unión Europea, y prefiere apostar por una ciudad con un aire limpio. Esto contrasta con la **pasividad de la Administración ante las superaciones de los valores guía y valores límite, que se vienen sucediendo desde hace años especialmente en el caso del dióxido de nitrógeno.**

Sobrepasar los valores límites de inmisión, tiene una amplia repercusión a todos los niveles si se tienen en cuenta las imposiciones de los artículos 8 y 9 de la Directiva 96/62/CE, que exhortan a la **elaboración de listas de aglomeraciones contaminadas y no contaminadas y a la formulación de planes o programas que permitan regresar a valores permitidos.** Tanto las listas como los planes se podrán a conocimiento de la Comisión Europea, que publicará cada año una lista de las aglomeraciones contaminadas y cada tres años un informe de la calidad del aire ambiente de la comunidad (Art.11).

Los Estados miembros establecerán la lista de las zonas y aglomeraciones en que los niveles de uno o más contaminantes rebasen el valor límite incrementado por el margen de exceso tolerado (Art. 8.1).

Los Estados miembros establecerán la lista de las zonas y aglomeraciones en las que los niveles de uno o más contaminantes se encuentren comprendidos entre el valor límite y el valor límite incrementado por el margen de exceso tolerado (Art. 8.2).

Los Estados miembros tomarán medidas para garantizar la elaboración o la aplicación de un plan o programa que permita regresar al valor límite dentro del plazo fijado (Art. 8.3).

Los Estados miembros establecerán la lista de las zonas y aglomeraciones en las que los niveles de contaminantes sean inferiores a los valores límite (Art. 9)

La idea de que Granada aparezca en una de estas listas de ciudades sucias para cada contaminante puede tener una publicidad muy negativa para la ciudad con afecciones medioambientales, sanitarias, políticas, económicas, de imagen, turísticas,..., pudiendo impedir la concesión de fondos europeos así como el desarrollo económico. Además de todas estas repercusiones negativas, se estará obligado a poner en marcha planes específicos de reducción de la contaminación (ver Anexo IV de la Directiva 96/62/CE) **muy exigentes y de amplia repercusión social y económica, especialmente en lo que se refiere al inventariado de las principales fuentes de emisión de contaminantes (con mapa) y al volumen total de emisiones de esas fuentes (en toneladas / año), así como a las medidas tomadas para reducir dichos volúmenes.**

Cuadro 4. Información que deben incluir los programas locales, regionales o nacionales para aumentar la calidad del aire ambiente

- 1) Lugares donde la contaminación supera los valores límite
 - a) Región
 - b) Ciudad (plano)
 - c) Estación de medición (mapa y coordenadas geográficas)
- 2) Información general
 - a) Tipo de zona (ciudad, zona industrial o zona rural)
 - b) Estimación de la superficie contaminada (en km²) y de la población expuesta a la contaminación
 - c) Datos útiles sobre las condiciones climáticas
 - d) Datos pertinentes sobre la topografía
 - e) Información sobre los tipos de objetivos que requieren protección en la zona
- 3) Autoridades responsables
 - a) Nombre y dirección de las personas responsables del desarrollo y aplicación de los planes de mejora
- 4) Naturaleza y evaluación de la contaminación
 - a) Concentración registrada en años anteriores (antes de aplicar las medidas de mejora)
 - b) Concentración medida desde el comienzo del proyecto
 - c) Técnicas de evaluación aplicadas
- 5) Origen de la contaminación
 - a) Enumeración de las principales fuentes de emisión de contaminantes (con mapa)
 - b) Volumen de emisiones desde esas fuentes (en toneladas / año)
 - c) Información sobre la contaminación procedente de otras regiones
- 6) Análisis de la situación
 - a) Detalles de los factores responsables de las altas concentraciones de contaminantes
 - b) Detalles de posibles medidas de mejora de la calidad del aire
- 7) Pormenores sobre las medidas o proyectos de mejora previos a la entrada en vigor de la directiva marco sobre calidad del aire ambiente
 - a) Medidas locales, regionales, nacionales e internacionales
 - b) Efectos observados de esas medidas
- 8) Pormenores de las medidas o proyectos adoptados para reducir la contaminación después de la entrada en vigor de la directiva
 - a) Enumeración y descripción de todas las medias establecidas en el proyecto
 - b) Calendario de ejecución
 - c) Estimación de las mejoras de la calidad del aire previstas y del tiempo que se considera va a ser necesario para alcanzar esos objetivos
- 9) Pormenores de las medidas o proyectos a largo plazo previstos o que están siendo estudiados
Enumeración de los documentos utilizados para completar estas informaciones

Fuente: Directiva 96/62/CE

La elaboración de estos programas de mejora de la calidad del aire, será ineludible con la entrada en vigor de los límites de la Directiva 1999/30/CE el 19 de julio de este año, al superarse los valores de inmisión permitidos para partículas y dióxido de nitrógeno. Sin embargo, creemos que el que no se hayan aplicado este tipo de programas en el pasado, ha denotado una falta de

sensibilidad de los poderes públicos a la hora de tomar la iniciativa, ya que la calidad del aire ha sido y es igual de inadmisibles antes o después de dicha fecha: observando los niveles de inmisión regulados en la Ley 38/1972, los valores guía se han estado superando ampliamente para el dióxido de nitrógeno en las diferentes estaciones de medición; en ocasiones también se han superado los valores límite de dióxido de nitrógeno, ozono, monóxido de carbono, partículas en suspensión y dióxido de azufre. Así, cuando se recopile toda la información exigida en el Anexo IV de la Directiva 96/62/CE y se llegue a los apartados siete, sobre los “pormenores de las medidas o proyectos adaptados para reducir la contaminación antes de la entrada en vigor de la directiva”, la Administración Pública se enfrentará a la fría respuesta de “Ningún proyecto ha sido adoptado para reducir la contaminación”. Ni si quiera en este momento, según expusimos cuando se hablaba del inventario de emisiones, conocemos la información necesaria sobre el origen de la contaminación al nivel de la ciudad de Granada o del área metropolitana: enumeración de las principales fuentes de emisión (con mapa), así como el volumen de emisiones desde esas fuentes.

Tanto la Delegación de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Granada como la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, son los organismos administrativos que en principio serían responsables de la aplicación de estos planes y programas en la ciudad, sin embargo la complejidad de las causas, efectos, estudios y medidas a tomar es tal que se necesitaría la interacción e implicación de un sector más amplio como son Urbanismo, Tráfico, Consejería de Industria, Obras Públicas, Transportes, etc. E incluso, el ámbito territorial no debería limitarse en principio a la ciudad de Granada sino que debería abarcar al conjunto del área metropolitana, ya que una de las causas principales de contaminación atmosférica, es el alto índice de movilidad diaria en vehículos privados, encontrándose el origen de esta problemática asociada a la configuración y articulación territorial del área metropolitana (ver IV.2.3).

El artículo 86 del **Reglamento de Calidad del Aire** de Andalucía, establece una división de competencias en materia de vigilancia, control y medidas, para la Administración autonómica y la municipal, de modo que:

*Corresponde a la autoridad medioambiental de la **Comunidad Autónoma** la potestad sancionadora, así como la vigilancia y control y medidas cautelares, de la contaminación atmosférica por materia o energía incluidos los posibles ruidos o vibraciones de las actividades de los **Anexos primero y segundo** de esta Ley. Corresponde a los Ayuntamientos, la potestad sancionadora, la vigilancia y control y medidas cautelares de la contaminación atmosférica por materia o energía de las actividades del **anexo tercero** de esta Ley y **el resto** de actividades de cualquier naturaleza, así como las derivadas de **actividades domésticas y comerciales**.*

Dicho reglamento es de aplicación en el ámbito de la CCAA, a las industrias, actividades, medios de transporte, máquinas y, en general, a cualquier dispositivo o actuación, pública o privada, susceptible de producir contaminación atmosférica, tanto por formas de materia como de energía, incluidos los posibles ruidos y vibraciones, que impliquen molestia grave, riesgo o daño para las personas o bienes de cualquier naturaleza. (Art. 2.1).

Por lo tanto, existe la obligación de controlar, vigilar y tomar medidas para disminuir la contaminación atmosférica, siendo el Ayuntamiento competente en la gestión de buena parte de las actividades que representan la mayor contribución al conjunto de la contaminación atmosférica en Granada: tráfico y calefacciones, así como de otras actividades susceptibles de provocar emisiones tóxicas o molestas (talleres de pintura, hostelería, tintorerías, etc.). La **Guía metodológica para el desarrollo de planes y programas de mejora de la calidad del aire** (Ministerio de Medio Ambiente, 2000) agrupa toda una batería de medidas a tomar tanto en planes de actuación inmediata como a medio – largo plazo (ver cuadros 5 y 6), muchas de las cuáles deben aplicarse en el marco de las competencias de un Ayuntamiento. En la realidad, son muy pocos los Ayuntamientos que hacen uso adecuado de estas competencias; tal es el caso del Ayuntamiento de Granada, en lo que a contaminación atmosférica por formas de materia se refiere.

Otra de las cuestiones que merecen ser destacados en este diagnóstico, respecto a la gestión municipal, es el hecho de que **Granada no cuente con un plan a desarrollar en situaciones de emergencia**, el cuál podría agrupar actuaciones como algunas de las que se recogen en el cuadro de “*Medidas correctoras en Planes de Acción Inmediata para la Contaminación Atmosférica*”, entre otras, además de información a la población, y que no pueden tomarse de una forma arbitraria sin una programación previa y autoridades responsables. Inicialmente la Ley 38/1972, preconstitucional, atribuye la competencia para la declaración de esta situación al Gobernador civil de la provincia; en la actualidad esta competencia debería ser asumida por el Ayuntamiento de Granada, al encontrarse más directamente implicado en la gestión de las diferentes actividades fuentes de contaminación en la ciudad, como viene sucediendo en otros Ayuntamientos.

Finalmente queremos llamar la atención sobre **la necesidad de mejorar la coordinación entre el Ayuntamiento de Granada y la Consejería de Medio Ambiente**, en cuanto a la elaboración de los programas de mejora de la calidad del aire que se pongan en marcha en la ciudad. La Consejería de Medio Ambiente es la titular de la Red de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica de la ciudad y competente además de la vigilancia, control y medidas de las actividades industriales u otras incluidas en el Anexo I y II. Por otra parte, a pesar del papel primordial que deben jugar los Ayuntamientos, por su cercanía a la gestión de las principales causas de contaminación atmosférica, la última palabra para declarar las Zonas de Atmósfera Contaminada y para elaborar los Planes de Prevención y Corrección de la Contaminación Atmosférica, corresponde a la Consejería de Medio Ambiente; ya que si bien, el artículo 6 del Reglamento de Calidad del Aire recoge la posibilidad de que tanto la Consejería de Medio Ambiente, como el Ayuntamiento, puedan proponer dichos planes, en última instancia *la formulación de dichos planes habrá de ser acordada por el Consejero de Medio Ambiente (Art. 6.1.) y finalmente los Planes de Prevención se elaborarán por la Consejería de Medio Ambiente (Art. 8.1.)*.

En este panorama, en el que la ley hace responsables a los Ayuntamientos del control, vigilancia y seguimiento de buena parte de las actividades causantes de la contaminación, pero al mismo tiempo hace máximo responsable a la Consejería de Medio Ambiente del peso de la competencia en la formulación y elaboración de los Planes de Prevención y Corrección de la Contaminación Atmosférica, no queda otro medio para llegar a materializar estrategias eficaces de gestión sostenible de la calidad del aire, que un máximo entendimiento y coordinación entre ambas Administraciones, los cuales de momento han sido bastante débiles o por lo menos no lo suficientemente fuertes como para poner en marcha este tipo de actuaciones. Es deseable que esta coordinación se extienda al resto del área metropolitana en el ámbito territorial y al resto de los organismos administrativos e institucionales en el ámbito organizativo transdisciplinar.

Previendo el panorama al que se enfrenta Granada, la Delegación de Medio Ambiente ha pedido una subvención en 1999, ha través de un Proyecto LIFE, que pensamos puede ser de interés para paliar esta ausencia de herramientas de evaluación de la calidad del aire y estrategias de intervención. Los objetivos de este proyecto serían:

- Establecer el marco estratégico de evaluación y control de la calidad del aire ante la contaminación por formas de materia o energía.
- Poner en práctica las directrices establecidas en Directivas de la Unión Europea relativa a la calidad del aire ambiente y de concentraciones de determinados contaminantes.
- Servir de soporte al planeamiento urbano.
- Desarrollar procedimientos de actuación para la prevención de la contaminación y la intervención en situaciones de superación de umbrales de alerta.
- Servir de soporte en la redacción y actualización de las ordenanzas municipales.
- Establecimiento de un inventario de actividades con importantes afecciones acústicas y de contaminación en forma de materia.

- Consecución de elevados niveles de Educación Ambiental entre la población, así como de participación mediante la ejecución de campañas de información, formación y sensibilización ciudadana.

Cuadro 5. Medidas correctoras en planes de acción inmediata

Medidas correctoras en el transporte de superficie
<p>Medidas generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Restringir la utilización del vehículo privado y utilización de servicios públicos. - Limitación de horarios de carga y descarga en toda el área. - Recomendaciones de inicio de viajes en determinadas horas. - Recomendaciones o imposición de un número mínimo de viajeros por vehículo. - Medidas tendentes a la reducción en un 50% del número de vehículos privados (pares-impares, etc...). - Modificación de horarios de oficina, de clases o de la actividad laboral. - Informar respecto a la situación atmosférica y medidas adoptadas que afecten a la movilidad ciudadana <p>Medidas específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Control de emisiones de vehículos y actuación sobre los especialmente contaminantes. - Establecimiento de convenios y acuerdos con empresas de transportes de mercancías, de transporte público y empresas concesionarias de aparcamientos. - Inmovilización y retirada de vehículos. - Control estricto de prohibiciones de estacionamiento y ciertos casos de indisciplina vial (aparcamiento en doble fila,...). - Prohibición de estacionamiento en zonas normalmente autorizadas. - Limitación de disponibilidad de plazas de aparcamiento. - Limitación o incremento de velocidad en determinados viales. - Restricción a ciertos tipos de vehículos (diesel, sin dispositivos anticontaminantes,...). <p>Medidas territoriales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desviación tipológica de vehículos para que no accedan a ciertas zonas especialmente contaminadas. - Aplicación de planes semafóricos específicos para modificar el acceso y la salida de vehículos de ciertas zonas contaminadas. - Redistribución de líneas de transporte público. - Reducciones de la capacidad de algunos cruces de viales.
Medidas correctoras en los generadores de calor domésticos
<p>Generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Limitar el funcionamiento de calefacciones (horarios, temperatura ambiental), hasta su paralización en caso necesario. <p>Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Programa de inspección de calderas de calefacción. - Restricciones parciales (sólo de ciertos combustibles, sólo determinadas potencias). - Informar sobre la situación atmosférica y medidas adoptadas que afecten a la producción doméstica de calor.
Medidas correctoras en la industria
<p>Generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Limitar la utilización de determinados combustibles. - Modificación de la actividad de ciertos procesos de producción. - Adaptación de horarios y actividad laboral. - Informar sobre situación atmosférica y medidas adoptadas que afecten al sector. <p>Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Protocolos y convenios con las industrias con focos fijos potencialmente contaminantes, para que tomen las medidas establecidas para cada fase del Plan. - Inspecciones de calderas y procesos industriales y verificación del cumplimiento de los protocolos a que hace referencia el punto anterior.

Fuente: Guía Metodológica para el Desarrollo de Planes y Programas de Mejora de la Calidad del Aire (MIMAM, 2000)

Cuadro 6. Medidas en planes de acción a medio – largo plazo con carácter local, regional, nacional e internacional

CONTAMINANTE	MEDIDAS GENERALES (todas las fuentes, información al ciudadano)
Todos los contaminantes	<ul style="list-style-type: none"> - Campañas de concienciación y sensibilización ciudadana - Apoyo económico a la instalación de aislamiento térmico para reducir las pérdidas de calor en viviendas y edificios públicos - Promover el uso de energías renovables
VOC, O3	- Promover el empleo de materias primas exentas de VOC
Partículas, SOx	<ul style="list-style-type: none"> - Sustitución de los combustibles más contaminantes (carbón y gasóleos) por otros menos contaminantes (gas natural, LPG) - Medidas (actuaciones) primarias y secundarias en gases de proceso
CO2	- Generación y mantenimiento de grandes masas arbóreas que ejerzan un efecto sumidero de gases que producen efecto invernadero
MEDIDAS PARA LA INDUSTRIA	
Todos los contaminantes	<ul style="list-style-type: none"> -Establecimiento, seguimiento y control de mediciones de emisiones e inmisiones en continuo a realizar por la propia empresa en cumplimiento de la legislación - Campañas de medida con cierta periodicidad de unidades móviles - Establecimiento y seguimiento del estado de ejecución de las medidas correctoras impuestas con anterioridad - Revisión y actualización, en su caso, de las autorizaciones de las actividades potencialmente contaminantes de la atmósfera y de los niveles de emisión - Promover la implantación de Sistemas de Gestión Medioambiental con objetivos específicos destinados a facilitar la mejora de la calidad del aire - Introducción de instrumentos fiscales que graven tanto la contaminación producida por las empresas como el uso intensivo de energía con un sistema que revierta en la mejora de la eficacia ambiental y energética - Apoyo a beneficios fiscales que incentiven las mejoras en instalaciones industriales con el fin de reducir emisiones contaminantes
VOC, O3	<ul style="list-style-type: none"> - Recogida de vapores liberados durante la operación de repostado de vehículos - Fomentar el control de emisiones provenientes de fuentes fugitivas - Fomentar la reducción de emisiones mediante el empleo de tanques con techo flotante
NO3, O3	<ul style="list-style-type: none"> - Ajuste de los parámetros de combustión - Empleo de combustibles sustitutivos con menor contenido en nitrógeno
MEDIDAS RELATIVAS AL TRÁFICO	
Todos los contaminantes	<ul style="list-style-type: none"> - Mejoras en el planeamiento urbanístico: - Entrada en funcionamiento de autobuses con energías alternativas - Planificar minuciosamente los sistemas de transportes públicos en las grandes ciudades y en las áreas metropolitanas - Aumentar las áreas peatonales y apoyar la marcha a pie en el interior de las ciudades - Implantar y potenciar las redes ferroviarias de comunicación frente a cualquier otro modo en las áreas metropolitanas - Promover el transporte público: - Potenciación de la Inspección técnica de vehículos (ITV) medioambiental: - Ampliar el número de contaminantes para los que se realizan inspecciones - Potenciar las inspecciones sobre determinados modelos - Promover la instalación de unas líneas de inspección mejor equipadas en las que se realicen controles en condiciones normales de funcionamiento

Fuente: Guía Metodológica para el Desarrollo de Planes y Programas de Mejora de la Calidad del Aire (MIMAM, 2000)

La contaminación acústica: Superación de niveles máximos

Desde el principio de la humanidad el hombre ha convivido con el ruido, por lo tanto el problema de la contaminación acústica no es, en modo alguno, algo nuevo y podemos encontrar referencias de él en diversas situaciones históricas. Ya en el siglo XV en Berna (Suiza) se aprobó una normativa municipal por la que se prohibía circular con carretas en mal estado, que pudieran producir ruidos molestos a los vecinos.

Sin embargo, hasta no hace muchos años el ruido era considerado, únicamente, como un subproducto accidental de la actividad humana, que en ocasiones podía ser perjudicial o molesto. Se trataba como un mal menor difícil de caracterizar; no es constante en el tiempo ni en el espacio, no mata, no degrada el medio de modo tan evidente como lo hacen otros tipos de contaminación, como los vertidos de aguas residuales o los residuos sólidos. Fue en 1972 cuando la Organización Mundial de la Salud (OMS) catalogó el ruido como una forma más de contaminación. *Actualmente es considerado como uno de los contaminantes ambientales más molestos y que más inciden sobre el bienestar de los ciudadanos, pero sigue siendo la contaminación menos y peor regulada de todas las existentes.* (Larraz, 1998)

En las últimas décadas se percibe un cambio en las condiciones acústicas de las ciudades (incremento del parque móvil, mecanización de las actividades, cambio de usos de la vía pública, etc.), produciéndose un incremento en el nivel de ruido ambiental.

A la hora de abordar la contaminación acústica se presenta un problema, el de la definición del término ruido por el grado de subjetividad que lleva implicado, y por tanto resulta difícil de establecer que se considera ruido y que no. Existen muchas definiciones de ruido, por ejemplo:

- Según la Ordenanza municipal de protección del ambiente acústico del Excmo. Ayuntamiento de Granada ruido es *“la mezcla compleja de*

sonidos con frecuencias fundamentales diferentes. En un sentido amplio puede considerarse ruido cualquier sonido que interfiere en alguna actividad humana”.

- Para el Defensor del Pueblo Andaluz es *“en su aspecto físico, el ruido es un sonido y son las circunstancias subjetivas de los receptores las que determinan la calificación de ruido”.*

En un principio podría pensarse que un ruido es más molesto cuanto más fuerte sea (mayor nivel sonoro), sin embargo, sabemos que no siempre es así. Por ejemplo, ¿cómo podríamos explicar la desesperación que provoca el goteo de un grifo mal cerrado en el descanso de la noche? Esto no se podría comprender ni por el nivel de intensidad ni por la cantidad de información recibida, si no se introduce la variable de la subjetividad.

Así lo que para un receptor puede ser un sonido indeseable, para otro puede ser todo lo contrario. Por ejemplo, un determinado colectivo puede experimentar placer al asistir a un concierto de rock de las fiestas del Zaidín, mientras que otro grupo, los vecinos de esa zona, es objeto de la molestia que éste causa, con una presión sonora sensiblemente inferior a la del concierto.

Del mismo modo, para una misma persona una misma manifestación acústica puede resultar agradable, en otra situación puede resultarle ruidosa y si se produce en horas de sueño puede ser inexcusablemente ruidosa. Por ejemplo, el sonido del campanario de la Iglesia de Nuestra Señora de Las Angustias (>80 dBA) cuando estamos paseando por la Carrera del Genil nos puede resultar agradable escuchar la música de las campanas, si ese mismo sonido lo escuchamos cuando mantenemos una conversación con otra persona nos puede interferir en el diálogo y resultarnos molesto, aunque peor es si vivimos cerca de dicho campanario y suena mientras estamos descansando.

Otro factor que influye en la percepción del ruido es la continuidad y la regularidad, un ruido continuo suele ser menos molesto que el que sufre

alteraciones de nivel u otras alteraciones físicas (cambio de frecuencia) y los ruidos regulares menos que los inesperados, todo esto tiene que ver con la capacidad de adaptación del organismo a la variaciones en nivel y frecuencia de los ruidos.

Teniendo en cuenta estas consideraciones se establecen las valoraciones del ruido mediante índices energéticos durante un periodo de tiempo determinado y mediante análisis estadísticos de los datos que se han medido en los tiempos en consideración. Algunos de los más utilizados y que aparecerán más adelante son:

Cuadro 7. Definiciones

Nivel Continuo equivalente (Leq): Es el nivel de un ruido constante que tuviera la misma energía sonora de aquél a medir durante el mismo período de tiempo
Nivel Percentil: Indica los niveles de ruido lineal o ponderado A, que han alcanzado o sobrepasados en N% del tiempo: L ₁₀ Nivel de ruido, alcanzado o sobrepasado el 10% del tiempo L ₉₀ Nivel de ruido, alcanzado o sobrepasado el 90% del tiempo
Nivel sonoro Corregido Día-Noche. LDN. LeqD = Nivel continuo equivalente durante el día (7-23h) LeqN = Nivel continuo equivalente durante la noche (23-7h)
Nivel de emisión al exterior. N.E.E.: En el nivel de ruido medido en el exterior del recinto donde está ubicado el foco ruidoso, que es alcanzado o sobrepasado el 10% del tiempo de medida (L ₁₀), medido durante un período mínimo de 15 minutos, habiéndose corregido el ruido de fondo.

Fuente: Ordenanza municipal de protección del ambiente acústico en Granada. Celma, 1987. Elaboración Propia.

Según el estudio realizado por la Junta de Andalucía de Indicadores de Medio Ambiente Urbano los niveles que se registran en el municipio de Granada son los reflejados en la siguiente tabla:

Tabla 10. Niveles de ruido en Granada

LEQ			LDN	L10			L90		
24h	Diurno	Nocturno	LDN	24 h	Diurno	Nocturno	24h	Diurno	Nocturno
67,48	68,66	61,95	70,4	70,2	71,10	63,91	47,6	58,20	43,00

Fuente: Consejería de Medio Ambiente. Indicadores de Medio Ambiente Urbano. Datos básicos.

Estos niveles son altos, por lo que la población granadina ha de soportar en su vida cotidiana los problemas derivados de esta contaminación acústica (perturbación en el trabajo, descanso, estrés, etc.), disminuyendo el placer de vivir en esta ciudad.

La regulación de la contaminación acústica le corresponde a los municipios, por este motivo, el Ayuntamiento de Granada ha aprobado la Ordenanza de Protección del Medio Acústico en Granada, donde se establecen, entre otras medidas que comentaremos posteriormente, unos límites de emisión sonora. Estos límites se establecen dependiendo de distintas zonas en relación con las actividades que en ella se realizan, como podemos observar en la siguiente tabla:

Tabla 11. Límites de emisión sonora

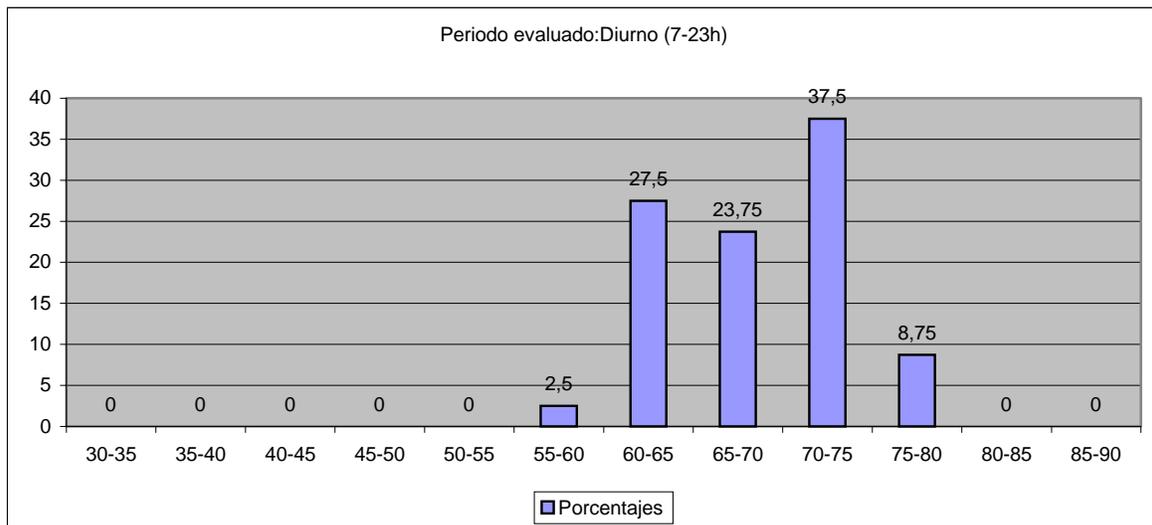
Situación actividad	Niveles límites (dBA) Leq	
	Día (7-23)	Noche (23-7)
Zona de equipamiento sanitario	60	50
Zona con residencia, servicios terciarios, no comerciales o equipamientos no sanitarios.	65	55
Zona con actividades comerciales	70	60
Zona con actividad industrial o servicio urbano excepto servicios de administración	75	70

Fuente: Ordenanza municipal de protección del ambiente acústico en Granada, 2000.

Si comparamos los valores proporcionados por la Consejería de Medio Ambiente con los valores de la Ordenanza podemos se pone en evidencia la necesidad de tomar medidas dirigidas a la disminución de estos niveles. Así,

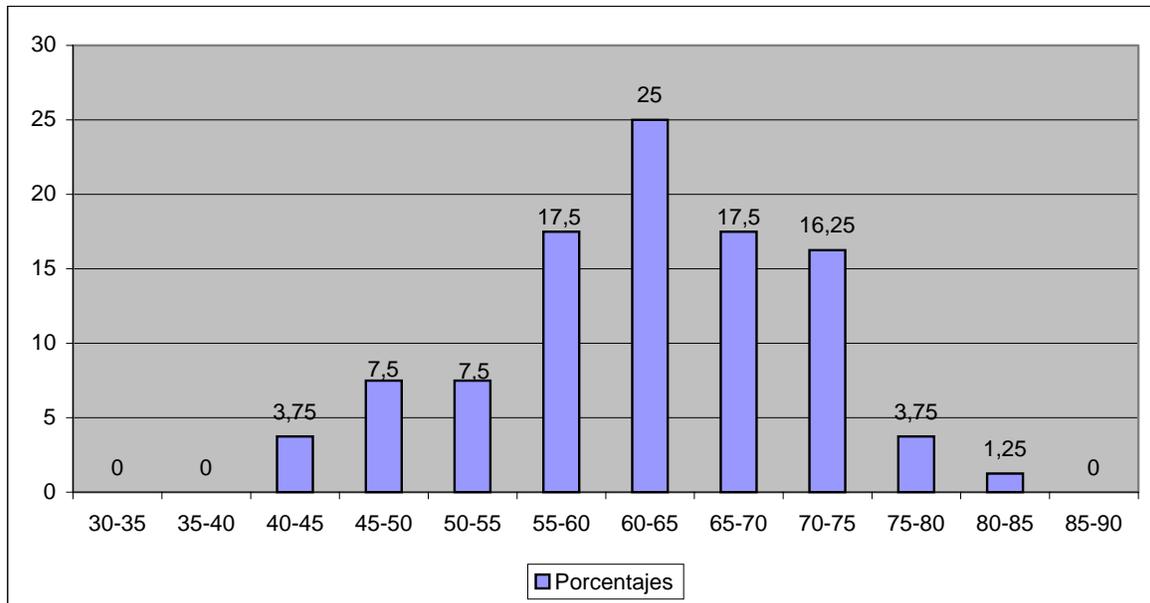
en las siguientes gráficas, extraídas del estudio realizado por Flores en 1993 sobre los niveles de ruido en la ciudad de Granada, se observa que la población está soportando niveles superiores a los indicados en la ordenanza durante la mayor parte del tiempo (valores de Leq Diurno > 70 dBA durante más del 45% del tiempo o Leq Nocturno > 60 dBA en más del 60% del tiempo).

Gráfico 15. Nivel continuo equivalente. Periodo evaluado – diurno (7-23h)



Fuente: Flores. 1993

Gráfico 16. Nivel continuo equivalente. Periodo evaluado – nocturno (23-7h)



Fuente: Flores. 1993

Además, en el estudio realizado por esta misma consejería sobre Análisis de los Niveles de Ruido Ambiental y su Evolución durante el período 1992-1998 en las ciudades de más de 50.000 habitantes de la comunidad autónoma de Andalucía, se pone de manifiesto que en Granada se registran los niveles más altos de contaminación acústica de las ciudades analizadas, como se recoge en el siguiente cuadro.

Cuadro 8. Niveles sonoros de las ciudades andaluzas más y menos ruidosas

VALORACIÓN CIUDADES DE ANDALUCÍA (>50.000)	CIUDADES MÁS RUIDOSAS		CIUDADES MENOS RUIDOSAS	MEDIA	
Nivel Continuo Equivalente 24Hr (Leq 24Hr)	Granada Línea de la Concepción* Córdoba	67,5 67,9 67	Marbella	63,4	65,95
Nivel Continuo Equivalente día. Leq D (7 –23)	Granada Línea de la Concepción* Córdoba	68,7 69,2 98,1	Marbella Linares	64,9 64,4	67,19
Nivel Continuo Equivalente Noche Leq N (23 – 7)	Granada Línea de la Concepción*	62 62,7	Sanlúcar de Barrameda	56,1	-
LDN	Granada Línea de la Concepción*	70,4 67,7	Marbella	63,7	66,07

*Menor grado de confianza por el nº de valoraciones realizadas (total 51 entre el periodo 93-98)
Fuente: Flores. 1998

El hecho de que Granada sea la ciudad más ruidosa de Andalucía y, posiblemente, una de las más ruidosas de España es debido a una serie de características peculiares que hacen que el problema del ruido tome unas dimensiones muy importantes. Estas peculiaridades son:

- La **alta densidad de tráfico** dentro del casco urbano, como se ha hecho referencia en el IV.2.2 en Granada se produce una gran movilidad, en la que un alto porcentaje corresponde a una movilidad motorizada. Esto lleva aparejado la generación de ruidos, que son mayores en las zonas que adsorben mayor cantidad de tráfico.

- La **mecanización** de la mayor parte de las actividades (la recogida de basura, las obras, la limpieza viaria, etc.)
- La gran cantidad de **obras** públicas o privadas.
- Su **configuración urbanística**, Granada ha ido creciendo sobre un casco histórico de calles estrechas y no pensadas para el volumen actual de tráfico, además el problema del ruido se potencia en esas calles estrechas. Las zonas más modernas de la ciudad no han sido planificadas teniendo en cuenta la disminución de la contaminación acústica.

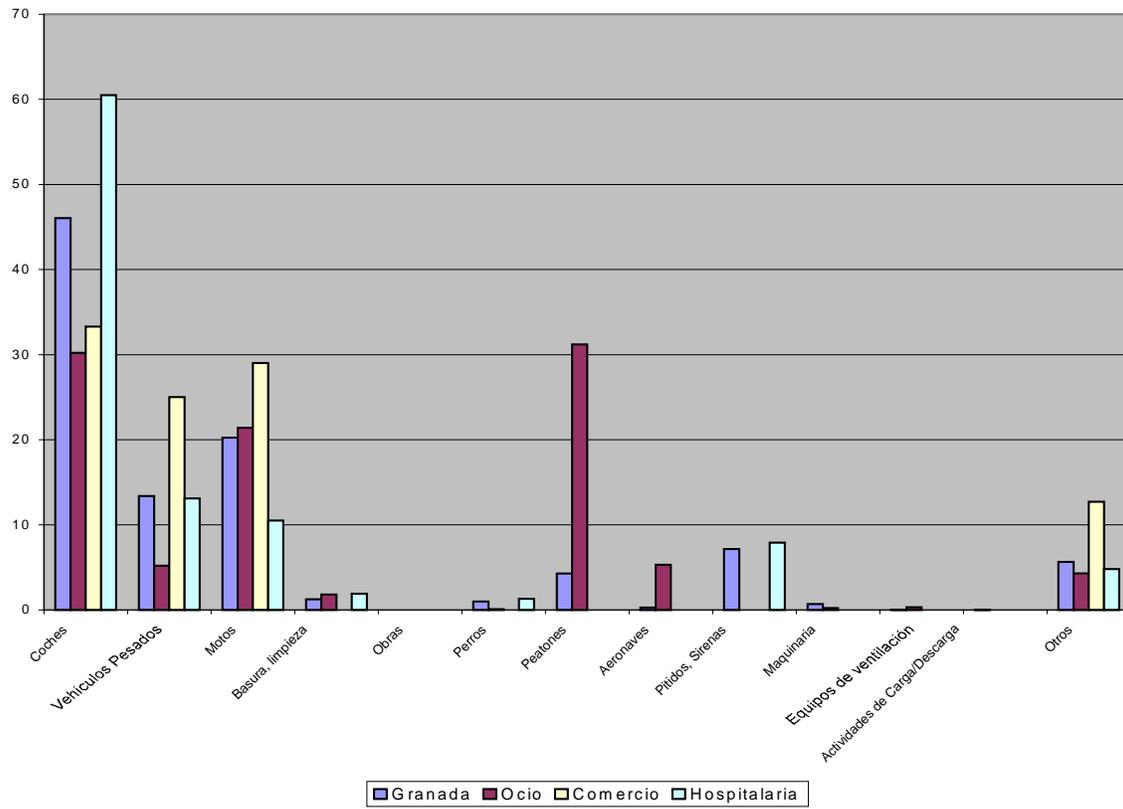
También agrava el problema de la contaminación acústica el crecimiento en difuso que está teniendo en los últimos años la ciudad, incremento de la movilidad motorizada, etc. como ya se ha tratado en el IV.2.1. La Ciudad.

- La distribución espacial de las principales **actividades de ocio**, sobre todo en referencia a la concentración de las actividades de ocio nocturno. Este es un grave problema que será tratado en el apartado IV.4.1. cuando se trate los estilos de los jóvenes: prácticas de ocio nocturno.
- Se trata de una **ciudad universitaria** con un elevado porcentaje de población estudiantil (60.000 universitarios) que hace que tome especial relevancia las actividades de ocio nocturnas, incremento de la movilidad motorizada (turismos y motocicletas), etc.

Por todo lo expuesto la contaminación acústica es un problema que ha de ser tratado conjuntamente con otros muchos problemas de la ciudad, y por tanto un estudio sectorial del tema no nos proporcionaría ninguna explicación de las causas o soluciones.

Las características anteriormente planteadas se hacen más patentes en determinadas zonas de la ciudad, existiendo zonas donde el problema de la contaminación acústica posee mayor gravedad.

Gráfico 17. Niveles de decibelios según zonas

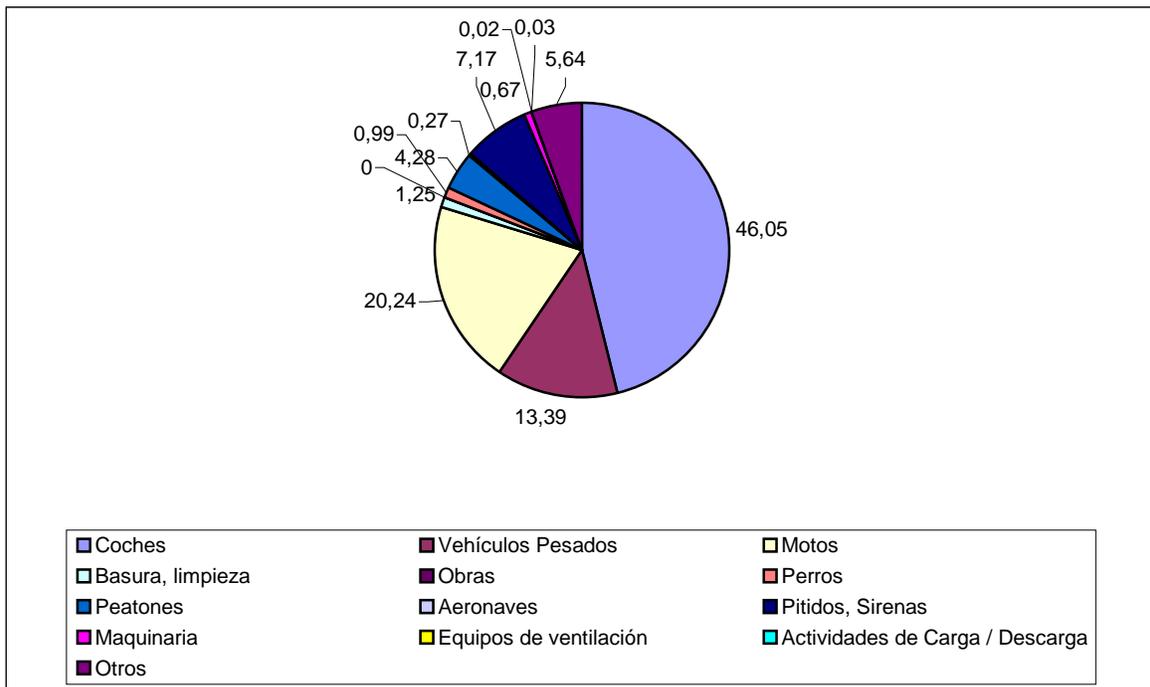


Fuente: Celma, 1998. Elaboración Propia

El tráfico y las actividades de ocio son las principales fuentes de ruido de Granada

En el estudio realizado por Flores en 1993 que las principales fuentes de la contaminación acústica en la ciudad de Granada son:

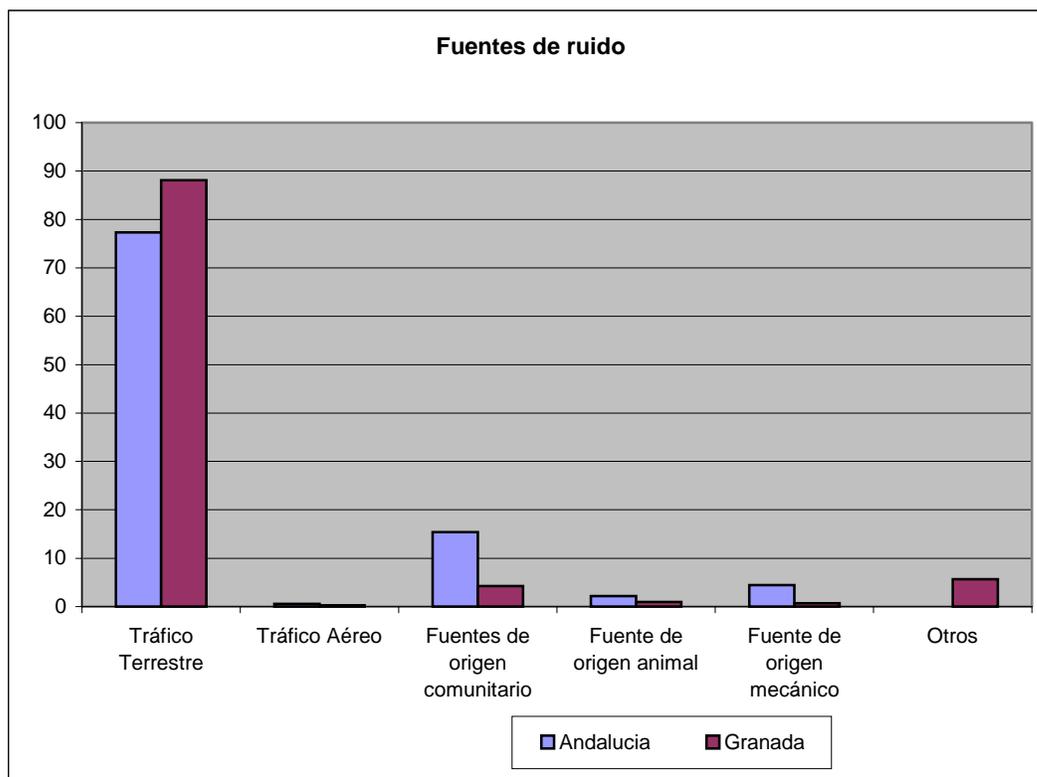
Gráfico 18. Fuentes de ruido en Granada



Fuente: Flores.1993

El tráfico terrestre es, con diferencia, la principal causa de contaminación acústica dentro del municipio de Granada (supone el 88,1% de las emisiones totales que provocan por ruidos según el ya citado estado de los niveles de ruido en la ciudad de Granada realizado durante los años 1992-1993).

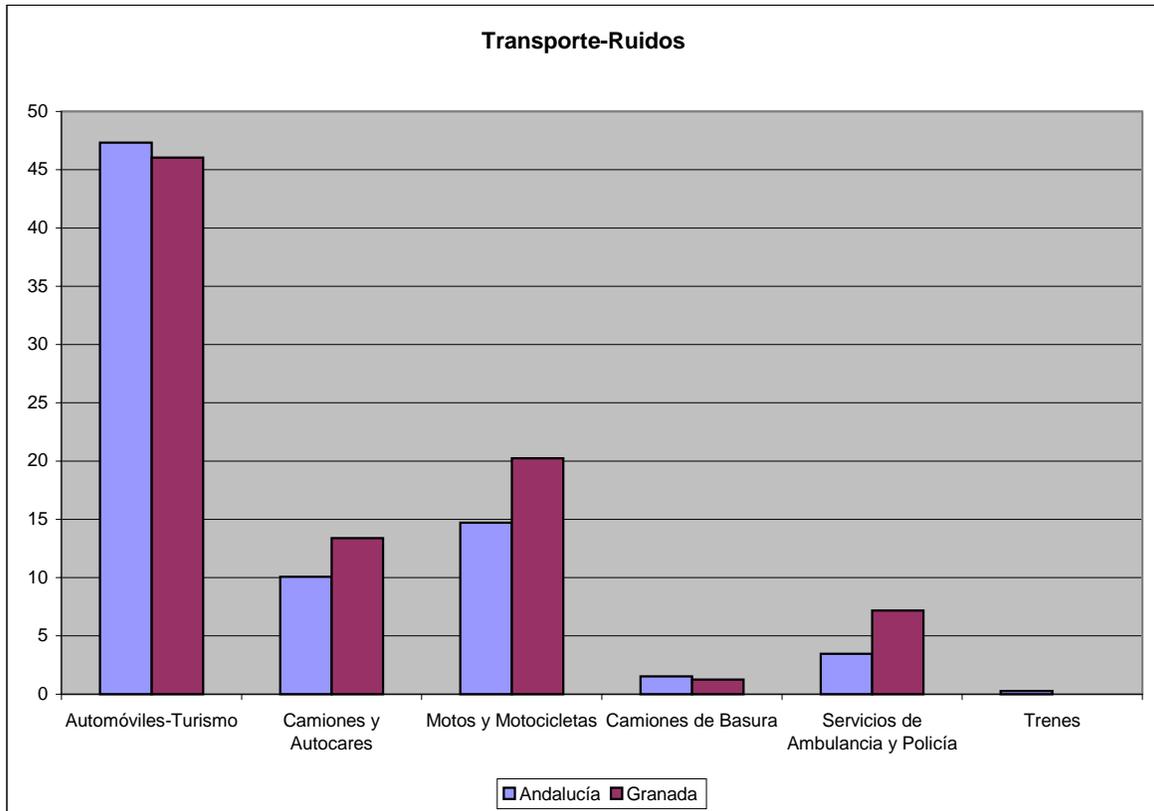
Gráfico 19. Fuentes de ruido de Andalucía y Granada



Fuentes: Flores. 1993.

Al desglosar estos datos podemos observar que son los automóviles los principales causantes de la contaminación acústica en la ciudad. Sin embargo el dato más significativo lo proporciona el volumen de ruido generado por motos y motocicletas, con un 20,24% del total de ruido producido en Granada. Este porcentaje se encuentra por encima de la media de andaluza (14,72%). A continuación le siguen los ruidos de camiones y autocares, seguidos de los servicios de ambulancias y policía y, finalmente, los camiones de basura.

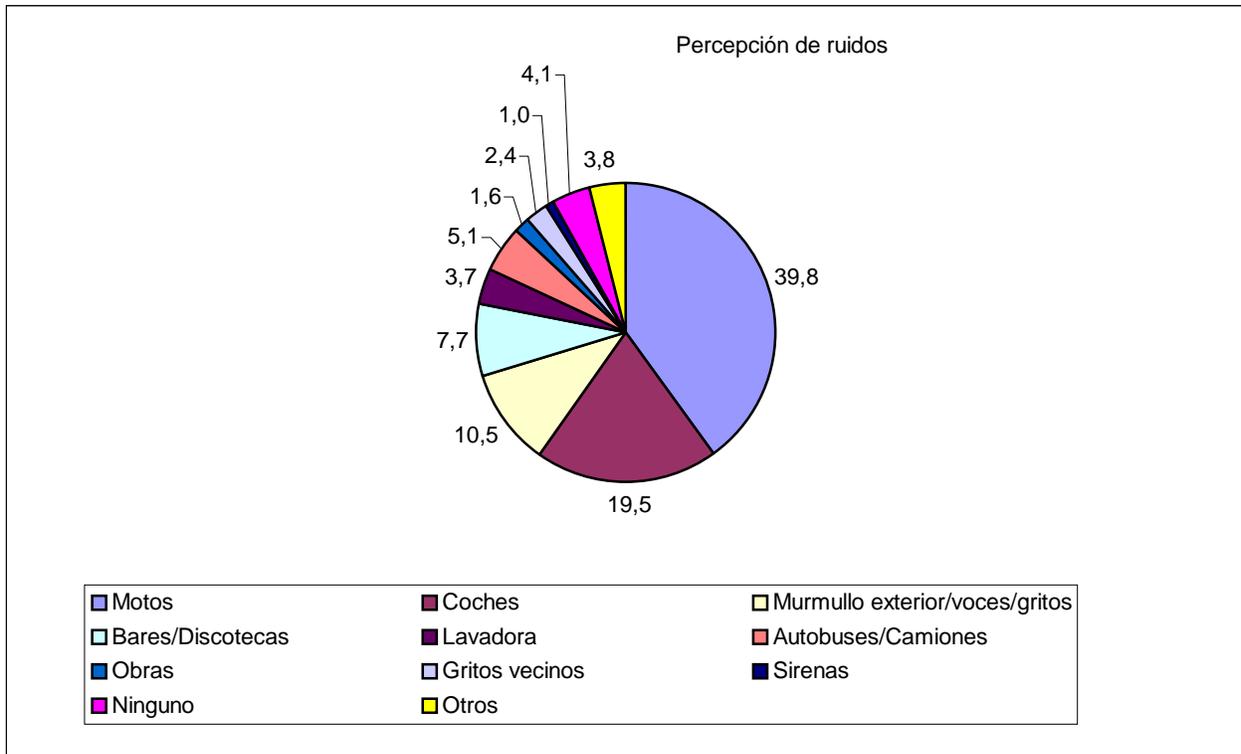
Gráfico 20. Fuentes del ruido por tráfico terrestre en Andalucía y Granada



Fuente: Flores. 1998. Elaboración Propia

Además, el tráfico terrestre es la fuente de ruido que más molesta a la población granadina dentro de la vivienda según nos muestra el Análisis de las Repercusiones Sociales y Económicas de los Niveles de Ruido en las Principales Ciudades de Andalucía publicado en 1996 por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. Siendo el ruido provocado por las motos el peor valorado.

Gráfico 21. Percepción del ruido por la población



Fuente: Arriaga, 1996. Elaboración Propia

Por este motivo, el problema de las motocicletas es uno de los más relevantes en nuestra ciudad, por el alto número de ellas que circulan por nuestras calles (como se puso de manifiesto cuando se trató el tema de la movilidad IV.2.3), y porque gran parte de ellas lo hacen con el escape libre produciendo mayores molestias a los ciudadanos al tratarse de sonidos discontinuos y con altos niveles de decibelios. Este es un problema característico de la ciudad de Granada;

En efecto, el tráfico, con la consecuencia de la inseguridad vial, el ruido y la contaminación atmosférica, con algunos de los graves problemas con los que se enfrentan nuestras ciudades. En el caso de Granada, que probablemente sea único en el mundo, este problema se agrava con las motos sonorizadas, a las que se quita o se potencia

el tubo de escape para que anden más y produzcan un ruido portentoso. Si el propósito es hacer una ciudad reconocible aunque no se vea, se ha conseguido, ya que cuando se cierran los ojos y se oyen los abejorros, ¡sin lugar a dudas, está en Granada! (Latiesa. 1999)

A este respecto en el artículo 37.1 de la Ordenanza Municipal de Protección del Ambiente Acústico del Ayuntamiento de Granada, donde se *prohíbe la circulación de vehículos a motor con silenciadores no eficaces, incompletos, inadecuados o deteriorados, y utilizar dispositivos que puedan anular la acción del silenciador.*

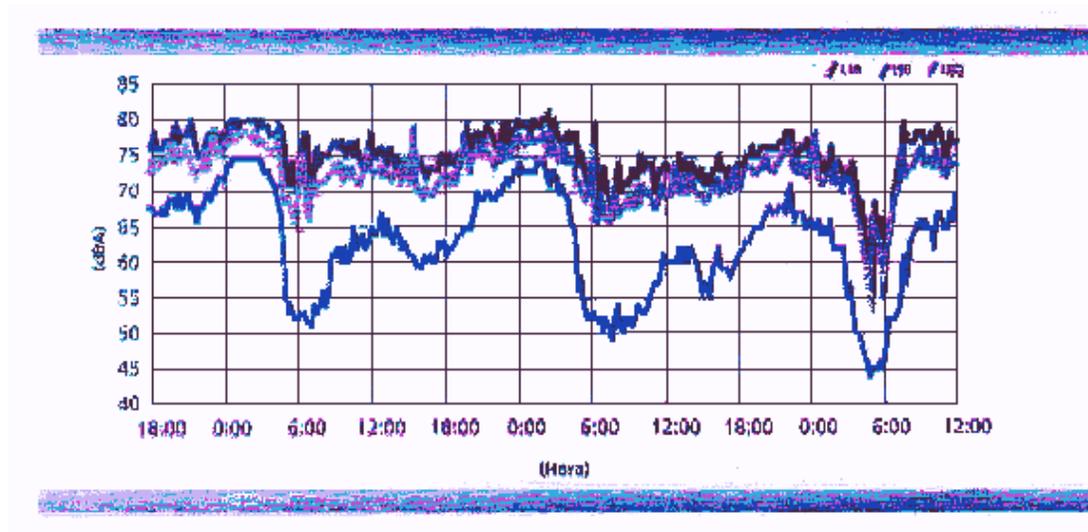
Existen zonas en la ciudad especialmente conflictivas debidas a la densidad de tráfico que tienen y por las características acústicas (las calles estrechas y con edificios altos potencian el ruido más que los espacios abiertos). Para la regulación del tráfico por motivos de contaminación acústica en la ordenanza, anteriormente citada, se incluye el artículo 38 que dice: *“Cuando en determinadas zonas o vías urbanas se aprecie una degradación notoria del medio ambiente urbano por exceso de ruido imputable al tráfico, el Ayuntamiento podrá prohibirla o restringirlo, salvo el derecho de acceso a los residentes de la zona”*

Otra fuente de ruido de gran importancia por el impacto social que produce es el ocio, más en concreto el ocio nocturno. Como comentábamos anteriormente Granada es una ciudad universitaria, y por lo tanto con un gran porcentaje de estudiantes que buscan la diversión en las calles de nuestra ciudad. Además, se ha producido un incremento de consumo de bebidas alcohólicas en las vías públicas, jardines y otros espacios públicos, molestando a los vecinos que en esos momentos se encuentran descansando (este problema se caracterizará en el apartado de prácticas sociales, cuando se trata los estilos de los jóvenes en los prácticas de ocio nocturno IV.4.1). Esto queda regulado en la citada ordenanza municipal en su artículo 48.2. en la que se expone que *en las vías públicas y otras zonas de concurrencia pública, no se podrán realizar actividades como cantar, proferir gritos, hacer funcionar aparatos de radio, televisores, instrumentos musicales, tocadiscos, mensajes publicitarios, altavoces, etc., que superen los valores N.E.E. establecidos en el Artículo 6 de la presente Ordenanza. En*

todo caso quedan prohibidas las anteriores actividades en horario nocturno, salvo autorización expresa.

Podemos observar a modo de ejemplo la evolución de los niveles sonoros ambientales durante un fin de semana en la calle Pedro Antonio de Alarcón, recogida del estudio antes citado de la Consejería de Medio Ambiente (Arriaga, 1993). Aunque estos niveles fueron recogidos hace siete años nos podemos hacer una idea de la magnitud del problema, y de la necesidad de realizar nuevos estudios de este tipo para poder conocer la situación actual.

Gráfico 22. Evolución de los ruidos provocados por la movida en Pedro Antonio



Fuente: Ayuntamiento de Granada.

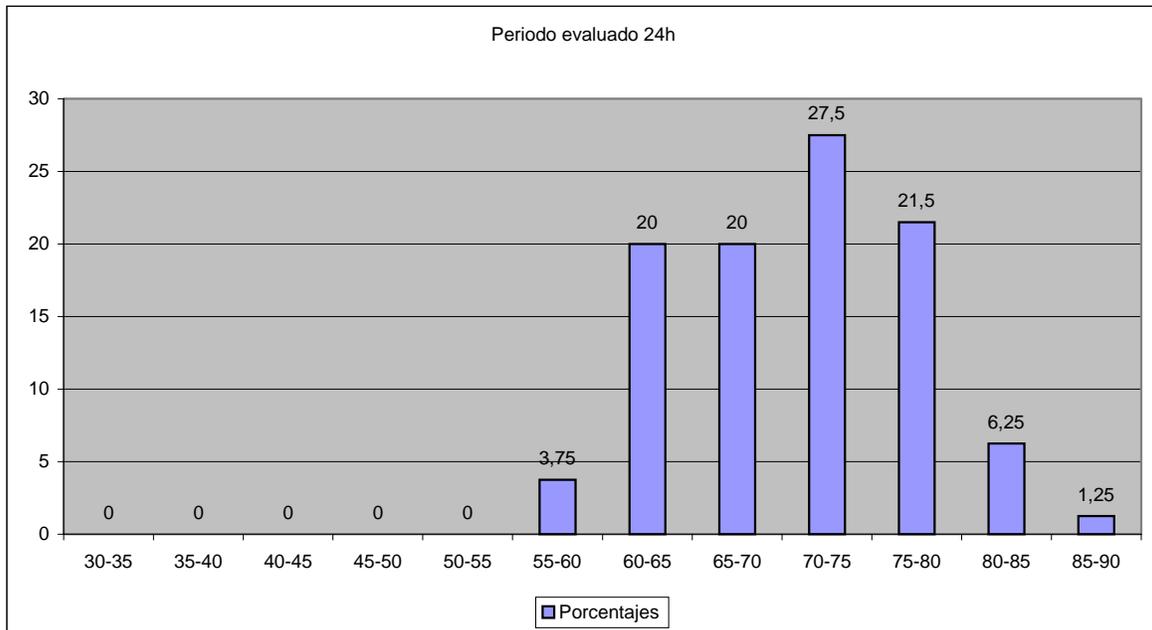
Pedro Antonio de Alarcón: las afecciones sonoras del lugar de medición están claramente condicionadas por su entorno, durante el día por el tráfico intenso y por la noche por las actividades de "la movida" en la calle, donde se aprecia una situación acústica alarmante. Durante los periodos diurnos en días laborables, el Leq oscila entre 72-78 dBA, valor éste debido al tráfico urbano, observándose como este nivel, debido a las actividades lúdicas del pública en la calle permanecen hasta las 4h de la madrugada del viernes al sábado, con un nivel de ruido de fondo desde las 0h hasta las 4h de 75 dBA, valor alarmante. Estas circunstancias vuelven a darse la noche del sábado al domingo y durante la noche del domingo decrecen sensiblemente. Se puede comprobar cómo los niveles de ruido de fondo en esta zona son muy superiores durante los periodos nocturnos del viernes a sábado que durante el día del sábado y domingo.

La concentración de establecimientos de ocio nocturno en zonas concretas de la ciudad (Calle Elvira, Plaza Nueva, Pedro Antonio de Alarcón, Campo del Príncipe, etc.) atraen a miles de personas durante las noches de los fines de semana, provocando altos niveles de ruido nocturno, y alterando el descanso de los vecinos. El Ayuntamiento tiene ha regulado en su ordenanza de ruidos las características que ha de poseer cualquier instalación productora de ruidos y vibraciones (aislamiento acústico, equipos limitadores-controladores de ruido, nivel de emisión, etc.). A pesar del cumplimiento de todos los requisitos exigidos, se siguen registrando un alto número de denuncias contra este tipo de locales de los vecinos a causa del ruido, aunque en algunas ocasiones los técnicos al realizar las correspondientes mediciones recogen que dichos establecimientos cumplen con la normativa. La anteriormente citada ordenanza establece una regulación especial a las zonas en las que existen múltiples actividades de ocio e instalaciones, debidamente autorizadas, que generan por efecto acumulativo unos niveles sonoros en el exterior que sobrepasan en más de 10 dBA los niveles límite de emisión sonora fijados en la ordenanza. A estas zonas las designa Zonas Acústicamente Saturadas. Actualmente, la delegación de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Granada está elaborando un mapa de Zonas Acústicamente Saturadas en Granada, y se están tomando medidas en este sentido no otorgando la licencia de apertura a los establecimientos con música si se encuentran a una distancia inferior a 75 metros de otro.

El ruido afecta a la población en su salud y en la realización de sus actividades

El ruido es un tipo de contaminación que afecta a la calidad de vida de la población, según estudios recientes, por debajo de 56 dB (A) no se perciben molestias, las cuales aparecen para un 10 por 100 de la población cuando se alcanzan los 55 dB (A) y todo el mundo las siente por encima de los 85 dB (A).

23. Nivel continuo equivalente. Periodo evaluado día/noche – 24h



Fuente: Flores. 1993

Los efectos del ruido sobre las personas dependen del límite de tolerancia de cada uno, así según el profesor Martín Mateo *“Los efectos del ruido sobre el hombre pueden graduarse en tres grupos: simples molestias causales por el ruido, provocadas por intensidad de 30 a 60 dB, cuyos efectos a lo más son puramente mentales: peligros para la salud, de efectos mentales y vegetativos, originados por el ruido de 60-90 dB; alteración de la salud con trastornos auditivos acaecidos por el efecto prolongado de ruidos de 90 a 120 dB”*.

Los niveles de ruido a los que se encuentra sometida la población granadina son muy altos, por lo que puede estar produciendo efectos sobre su salud. No existe ningún estudio que determine la magnitud de este problema dentro del municipio de Granada, aunque si se ha probado que la contaminación acústica produce:

Cuadro 9. Alteraciones del ruido a la salud humana

- Una perturbación del medio natural idóneo para el desarrollo de la vida humana y sus actividades cotidianas: trabajar, estudiar, dormir, descansar al perturbar la concentración mental: sobrecarga de estímulos, estado de fatiga, angustia, ansiedad.
- Sistema auditivo: pérdidas temporales y permanentes de la sensibilidad.
- Perdida del equilibrio.
- Un bocinazo a dos metros reduce la visión en un 25%
- El ruido excesivo o molesto genera reacciones fisiológicas (como incremento de la secreción de la adrenalina, acelera la frecuencia cardíaca y el ritmo respiratorio contrae la musculatura y los vasos sanguíneos, incrementa la concentración de lípidos en la sangre). Sin embargo, como en la mayoría de los casos no es posible superar la situación agresiva, los efectos se vuelven contra los afectados: mal humor, contrariedad, insomnio, estrés.
- Sobre el aparato digestivo puede producir úlceras gástricas, dispepsia, gastritis, daño en las paredes estomacales externas, alteración de la movilidad intestinal...
- Durante el sueño aunque este no se interrumpa, el ruido provoca que este no sea profundo, no consiguiendo el efecto reparador y no se consigue el descanso, por lo que al día siguiente se demuestra un mayor cansancio, apatía, irritabilidad, falta de concentración o menores reflejos.
- Altera las **relaciones** sociales
- **El ruido disminuye el placer de vivir en la ciudad.**

Fuente: Elaboración Propia

Se estima que en la actualidad, alrededor del 20% de los habitantes de Europa occidental están expuestos a niveles de ruido que los científicos y los profesionales de la salud consideran inaceptables.

En el 5º Programa de política y actuación medioambiental de 1993 se recoge que más de un 16% de la población comunitaria esta soportando niveles de ruido nocturno superiores a los 65 dBA.

Insuficientes de medidas encaminadas a reducir el ruido ambiental

Las entidades municipales poseen la principal responsabilidad en la regulación de la contaminación acústica, estas pueden ser medidas

preventivas o correctivas. Lo más importante es que se traten de **medidas integrales**.

La Junta de Andalucía aprobó la Orden de 3 de septiembre de 1998, por la que se aprueba el modelo tipo de ordenanza municipal de protección del medio ambiente contra ruidos y vibraciones, que el Ayuntamiento de Granada a adaptado para realizar su Ordenanza de Protección del Medio Acústico en Granada. De esta ordenanza hemos comentado anteriormente algunos de sus puntos más interesantes, a continuación presentamos su estructura:

Cuadro 10. Ordenanza de protección del medio ambiente acústico en Granada

<p><u>Ordenanza Municipal de Protección del Medio Ambiente Acústico en Granada</u></p> <p>TITULO I: DISPOSICIONES GENERALES</p> <p>TITULO II: NORMAS DE CALIDAD ACÚSTICA</p> <p> Capítulo 1º- Límites admisibles de Ruidos y Vibraciones</p> <p> Capítulo 2º- Normas de Medición y Valoración de Ruidos y Vibraciones</p> <p>TITULO III: NORMAS DE PREVECIÓN ACÚSTICA</p> <p> Capítulo 1º- Exigencias de Aislamiento Acústico en edificaciones donde se ubiquen actividades e instalaciones productoras de ruidos y vibraciones</p> <p> Capítulo 2º- Prescripciones técnicas que deben observar los proyectos de actividades e instalaciones productoras de ruidos y vibraciones</p> <p> Sección 1ª- Prescripciones técnicas generales</p> <p> Sección 2º- Elaboración del estudio acústico</p> <p> Capítulo 3º- ejecución técnica de las medidas de prevención acústica</p> <p> Capítulo 4º- Régimen especial para zonas acústicamente saturadas</p> <p> Capítulo 5º- Régimen de Actividades singulares</p> <p> Sección 1ª- Vehículos a Motor</p> <p> Sección 2ª- Normas para sistemas sonoros de alarmas</p> <p> Sección 3ª- Actividades de ocio, espectáculos, recreativas, culturales y de asociacionismo</p> <p> Sección 4ª- Trabajos en la vía pública y en las edificaciones</p> <p> Sección 5ª- Ruidos producidos en el interior de las edificaciones por las actividades comunitarias que pudieran ocasionar molestias</p> <p>TÍTULO IV: NORMAS DE CONTROL Y DISCIPLINA ACÚSTICA</p> <p> Capítulo 1º- Licencias Municipales</p> <p> Capítulo 2º- Vigilancia e inspección</p> <p> Capítulo 3º- Medidas Cautelares</p> <p> Capítulo 4º- Infracciones y Sanciones</p>

Fuente: Ayuntamiento de Granada

Una medida esencial para el control de la contaminación acústica sería el estudio sobre el estado en el que se encuentra mediante la realización de mapas acústicos, en los que se recogen los niveles que cada punto de la ciudad se ve sometido. Este sería el primer paso para poder caracterizar el problema. Actualmente, el Ayuntamiento está planificando la posibilidad económica de la realización de este mapa.

También sería interesante la realización de medidas periódicas de los niveles sonoros en distintos puntos de la ciudad, para caracterizar los focos emisores, su evolución en el tiempo y en el espacio.

En Granada se han tomado diversas medidas contra el ruido, por ejemplo la pantalla verde junto a la autovía a su paso por el Parque García Lorca, es una medida correctiva que persigue la disminución del ruido procedente de los automóviles que circulan por la autovía. Este tipo de medidas son generalmente poco efectivas, por lo que se debe intervenir en la planificación.

En la planificación granadina no se han recogido aspectos dirigidos a la disminución de la generación del ruido, aunque dentro del Plan de Ordenación Urbana que se aprobará en breve se recoge una Ordenanza reguladora de los usos y condiciones de los locales de espectáculo y reuniones, esta es una medida que debe ser completada con otras.

La intervención directa sobre los principales focos de ruidos de la ciudad como el tráfico y las actividades de ocio para la disminución de la contaminación acústica de la ciudad, ya comentadas anteriormente.

Pero todas estas las medidas no son posibles si la población no percibe el ruido como un grave problema que generamos con nuestras actividades, por este motivo tienen gran importancia las campañas de educación que se dirijan a este fin.