



V SEMINARIO

CONTAMINACIÓN ACÚSTICA Y CONTROL DE RUIDO AMBIENTAL

PONENCIA:

MAPA DE RUIDO Y SISTEMA DE MONITOREADO DE LA CIUDAD DE MADRID

Ponente :

Plácido Perera Melero
Jefe de Sección de Niveles Sonoros
Departamento de Calidad Ambiental
Ayuntamiento de Madrid



Sección de Niveles Sonoros

LOS MAPAS DE RUIDO Y SU INFORMACIÓN.-

Los mapas acústicos son uno de los elementos que con más frecuencia se han utilizado para conocer el ambiente sonoro de un determinado entorno. Los podemos definir como una fotografía sonora, es decir, nos determina cual es la realidad acústica de un determinado espacio y en un determinado momento. Sobre esto deberemos insistir más adelante.

Aceptando dicha definición, se deberá tener muy en cuenta la selección del espacio y el momento elegido para su realización, pues de una buena selección depende que los resultados obtenidos y el mapa resultante sean realmente representativos de los objetivos buscados. Si deseamos saber cual es la realidad acústica de una nave industrial y realizamos la toma de datos en los días de mínima actividad, el mapa resultante únicamente será representativo de la mínima actividad de la nave. Esto que parece evidente en este ejemplo, muchas veces no se toma en consideración a la hora de comparar unos mapas acústicos urbanos con otros y se obtienen conclusiones verdaderamente aberrantes. Por tanto es condición necesaria que toda representación gráfica de cualquier tipo de plano acústico, indique claramente cuales son las condiciones en las que se ha realizado.

Realmente se pueden realizar planos acústicos de numerosas circunstancias y con diferentes objetivos. Se pueden determinar mapas acústicos de locales de trabajo especialmente ruidosos con el objetivo de proteger al trabajador, mapas de influencia de una determinada actividad en el entorno que la rodea, de infraestructuras concretas como carreteras, aeropuertos, estaciones ferroviarias, puertos, etc. No obstante nos vamos a referir a los mapas urbanos por ser los que en la actualidad más se están reclamando. Estos mapas suelen ser especialmente completos pues cubren una gran extensión, consideran la totalidad de fuentes sonoras presentes en el ambiente urbano y deben referirse a espacios temporales diferentes.

A la hora de diseñar un estudio de mapa acústico es necesario definir previamente cuatro elementos fundamentales:

- Índice de valoración seleccionado en función de los objetivos marcados y efectos que se quieren alcanzar.

- Criterio de muestreo de medida apropiado.
- Selección de la instrumentación en función de los parámetros seleccionados.
- Definición de los puntos de medición.

Cuando se trata de un mapa acústico urbano, quizás el problema más importante se plantee a la hora de seleccionar los **puntos de medición**, por cuanto existen dos teorías enfrentadas, una que defiende la definición de puntos de medición mediante la superposición a la zona a estudiar de una cuadrícula de dimensiones proporcionales a la superficie de dicha área, y la que defiende que los puntos de medida se deberán tomar a lo largo de las fuentes sonoras más importantes en las ciudades, que son las calles.

Ambas teorías tienen sus pros y contras, pero, si se explica claramente el procedimiento seguido, son igualmente válidas y valiosas.

En relación con los **criterios de valoración**, hoy en día para mapas urbanos, los más frecuentes son los $L_{Aeq\text{día}}$, $L_{Aeq\text{noche}}$ y $L_{Aeq\text{24horas}}$, aunque los criterios Nivel día-noche y algunos percentiles también son utilizados.

Afortunadamente hoy en día la **instrumentación** a seleccionar no presenta ningún problema, aunque hay que prestar atención a su calidad. No toda la que existe en el mercado cumple con las exigencias de las Normas, por más que en sus catálogos indiquen que están certificadas por distintos laboratorios aparentemente oficiales.

Por la importancia que tuvo en su día y las repercusiones posteriores sobre los estudios realizados en la misma línea, creemos interesante reflejar los aspectos más importantes del estudio sobre ruido urbano **London Noise Survey**, que se llevó a cabo en la parte central de Londres, en los años 1961 y 62, por parte de la corporación metropolitana del Gran Londres y la Building Research Station.

Como método de muestreo espacial, tras un estudio piloto, se escogió una malla recta de 500 yardas(458 m) de lado, con la cual se midió un área de 36 millas cuadradas (93 km²), con un total de 540 puntos de medición.

Para determinar con exactitud la localización de los puntos se sobrepuso la cuadrícula anteriormente definida sobre un mapa de la zona, y se marcaron las intersecciones como estaciones de medida. En cada una de ellas se realizó un registro en cinta magnetofónica de los niveles de ruido a lo largo de las 24 horas, con un criterio de muestreo de dos minutos cada hora, haciendo representativos los valores obtenidos durante los dos minutos de medida de la totalidad de la hora en la que se encontraban.

La instrumentación utilizada, (hay que tener en cuenta la época en la que se realizó el estudio) fue un micrófono protegido contra la lluvia y el viento mediante las correspondientes pantallas, un amplificador de margen dinámico de 70 dB y un registrador de cinta magnética de dos canales, uno con un margen de 30 a 80 dB y el otro de 50 a 100 dB.

El micrófono se situó a nivel de calle, en la ubicación más próxima posible al punto determinado por la cuadrícula y a una altura sobre el suelo de 2,40 m.

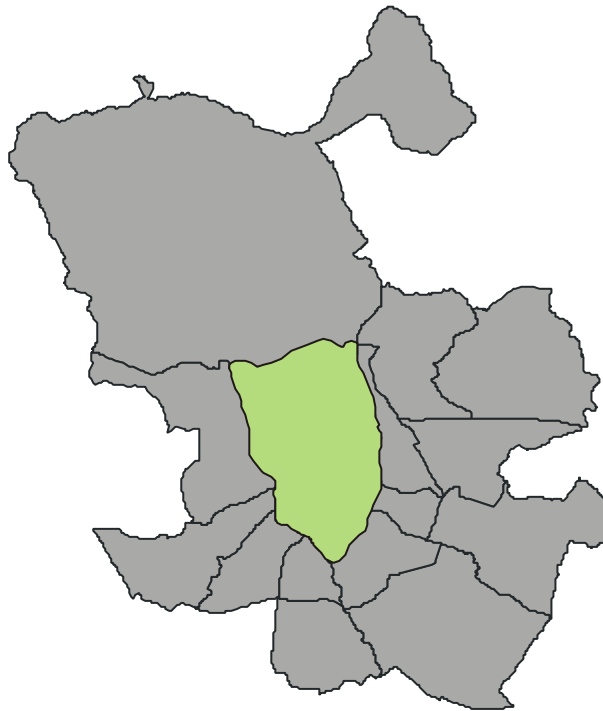
Para el análisis de los registros se utilizó la ponderación frecuencial A, determinándose las distribuciones estadísticas y los percentiles L_{10} y L_{90} .

En **Madrid**, tenemos diversas experiencias en mapas acústicos.

La primera fue el trabajo realizado por el Instituto de Acústica del CSIC, como desarrollo del Acuerdo Marco de colaboración entre el Ayuntamiento y dicha Institución (1980), para la realización de estudios acústicos, consistente en la realización del mapa acústico de la zona interior a vía de circunvalación M 30, que corresponde, como es lógico a la zona central y más antigua de Madrid.

ALMENDRA CENTRAL DE MADRID

Zona interior a la M-30



El Estudio se planteó para conocer el nivel real del ruido urbano exterior, fundamentalmente originado por el tráfico rodado, y se desarrolló a lo largo de cinco años.

Tras un examen de las características urbanas, se decidió utilizar el procedimiento de cuadrícula recta estableciendo una dimensión de 250 metros de lado en las zonas de ciudad densamente construidas y con la posibilidad de agrandar la cuadrícula a 500 metros en las zonas menos densas o con pocas vías de circulación.

La instrumentación utilizada consistió en un micrófono intemperie de media pulgada de la firma Bruel&Kjaer tipo 4921 conectado a un registrador de cinta magnética Nagra 4D, de dos canales mas canal de voz.

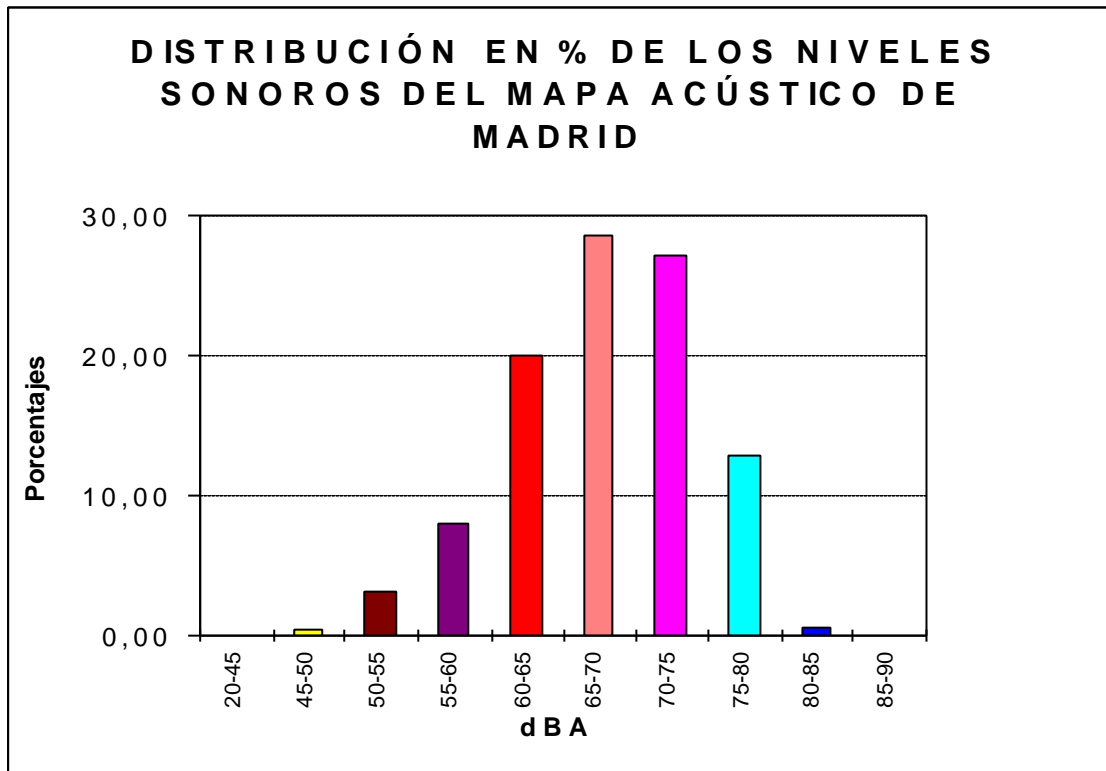


Las cintas fueron posteriormente analizadas en el Laboratorio mediante un analizador estadístico Bruel&Kjaer 4426 permitiendo calcular los parámetros L_{eq} y los percentiles L_1 , L_5 , L_{10} , L_{50} , L_{90} , L_{95} y L_{99} , todos ellos expresados en dBA.

Por cuanto se refiere a los períodos de muestreo, y tras un estudio detallado de la variación del tráfico rodado en la ciudad se decidió:

- * medir los días centrales de la semana.
- * excluir los meses de verano e invierno más crudo.
- * período de medida entre las 10 horas y las 17 horas
- * muestreo de los cinco primeros minutos de cada media hora.

Los resultados obtenidos después de haber medido en unos 850 puntos son los que se representan en el gráfico adjunto



Con posterioridad los Servicios Técnicos del Ayuntamiento han realizado numerosos planos acústicos concretos, como consecuencia de estudios encaminados a determinar la veracidad o no de reclamaciones presentadas por vecinos en relación con algún tipo de transporte. Dichos estudios nos han permitido determinar si la situación acústica de la zona estudiada entra dentro de los que el Plan General de Ordenación Urbana establece como Zona de Actuación Acústica, y definir las posibles medidas correctoras.

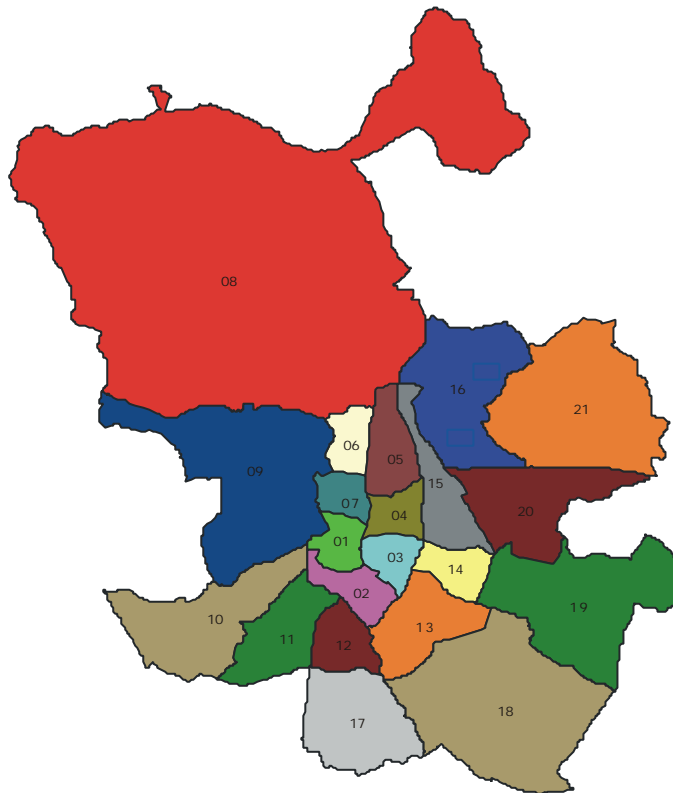
Para estos casos en concreto se ha utilizado el sistema de puntos a lo largo de la fuente sonora en lugar del sistema de cuadrícula, y la instrumentación moderna nos ha permitido poder controlar de forma continua a lo largo de períodos significativos (una semana) los niveles sonoros ambientales segundo a segundo y la posible existencia de episodios especialmente ruidosos.

Hoy en día el Departamento de Contaminación Atmosférica está trabajando en dos estudios especialmente importantes:

- El estudio de Niveles Ambientales del Distrito Centro
- El nuevo Plano Acústico de Madrid.

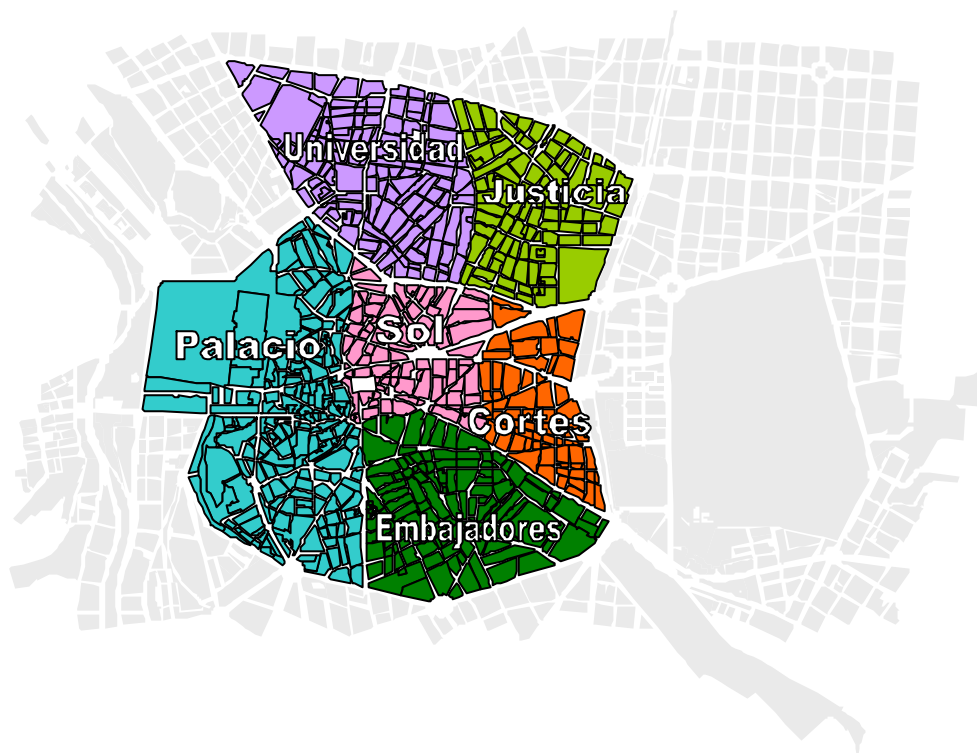
El **Estudio de Niveles Ambientales del Distrito Centro** es el trabajo más detallado e importante de los realizados por el Ayuntamiento de Madrid. Surge por acuerdo de todos los Grupos Políticos y como consecuencia de que en dicho Distrito se han concentrado las actividades de ocio, pública concurrencia y funcionamiento nocturno, además de haber sido especialmente elegido por la juventud para desarrollar su nuevo sistema de diversión, reunirse en la vía pública en gran número y permanecer en ella hasta la madrugada siguiente.

TÉRMINO MUNICIPAL DE MADRID



01 CENTRO	08 FUENCARRAL-EL PARDO	15 CIUDAD-LINEAL
02 ARGANZUELA	09 MONCLOA-ARAVACA	16 HORTALEZA
03 RETIRO	10 LATINA	17 VILLAVERDE
04 SALAMANCA	11 CARABANCHEL	18 VILLA DE VALLECAS
05 CHAMARTÍN	12 USERA	19 VICÁLVARO
06 TETUÁN	13 PUENTE DE VALLECAS	20 SAN BLAS
07 CHAMBERÍ	14 MORATALAZ	21 SARRIENA

Es el Distrito que concentra la zona más antigua de Madrid y cuyas características más importantes son:



LÍMITES	
Puente de Segovia, Segovia, Ronda de Segovia, Plaza Puerta de Toledo, Ronda de Toledo, Glorieta de Embajadores, Ronda de Valencia, Ronda de Atocha, Plaza del Emperador Carlos V, Paseo del Prado, Plaza de Cibeles, Paseo de Recoletos, Plaza de Colón, Génova, Plaza de Alonso Martínez, Sagasta, Glorieta de Bilbao, Carranza, Glorieta de Ruiz Jiménez, Alberto Aguilera, Princesa, Calzadas este y sur de la Plaza de España, Cuesta de San Vicente, Avenida de Portugal, Puente del Rey, Río Manzanares y Puente de Segovia	

POBLACIÓN (Hab.)			SUPERFICIE (Ha.)			DENSIDAD (Hab/Ha.)	
Madrid	Distrito		Madrid	Distrito		Madrid	Distrito
2.866.850	122.615	4.27 %	60.708,66	523,73	0.86 %	47	234

Para el estudio se ha seleccionado una cuadrícula de 100 X 100 metros, lo que supondrá a la conclusión del estudio haber medido en más de 400 puntos.

Como instrumentación se ha seleccionado una red de 12 unidades móviles de la firma Bruel&Kjaer y conectadas con la estación central mediante comunicación vía telefónica.

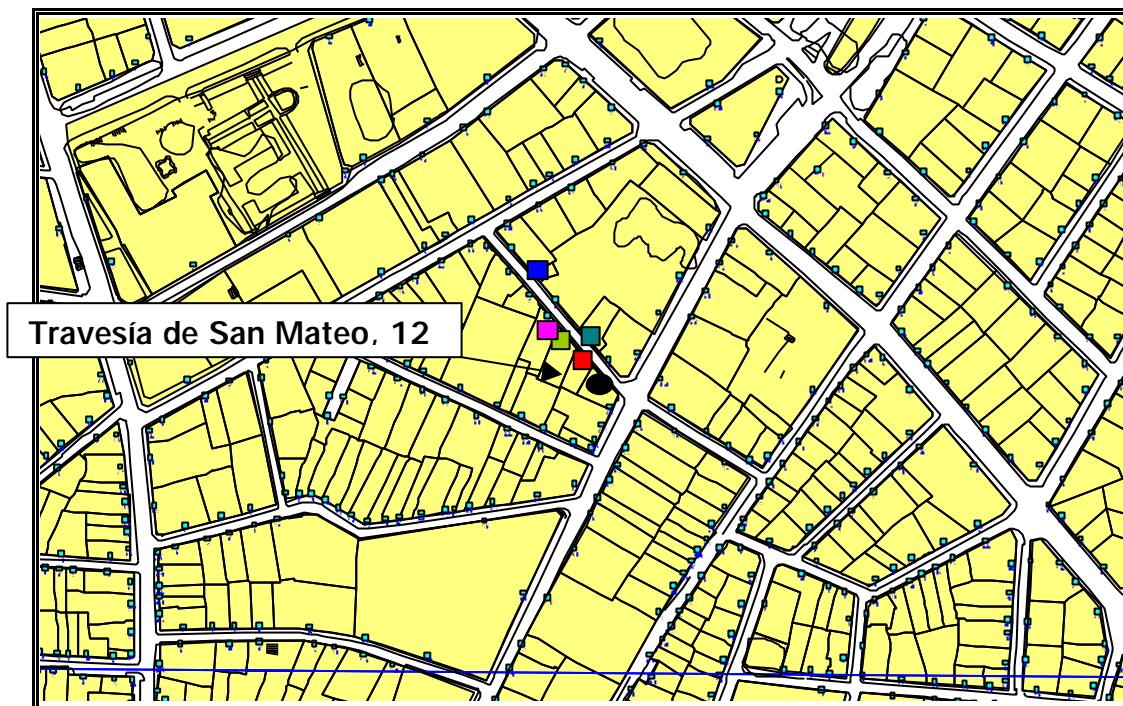


Cada unidad permanece en el punto de medición durante una semana completa y con el objetivo de determinar la influencia de las actividades de ocio (incluyendo entre ellas, la de permanecer en la calle durante toda la noche), se tiene intención de estudiar fundamentalmente la variación entre los niveles existentes durante el período nocturno de festivos y fines de semana y los del resto de la semana, .

Para cada punto de medida seleccionado, ha sido preciso localizar una vivienda cuyo dueño accediera a que en una de sus ventanas se instalase la instrumentación, y una vez instalada, se ha realizado una comprobación visual de las actividades que existen en los alrededores del punto de medida y que pudieran incidir en los resultados.

Todos los datos del punto de medición se reflejan en la hoja representativa, en la que se incluye plano de situación del punto de medida y de las distintas actividades que pueden influir en el estudio, las coordenadas del punto respecto a la cuadrícula seleccionada, la ubicación exacta del punto, la unidad móvil utilizada y la fecha de instalación y retirada de la instrumentación.

Con posterioridad se determinarán las gráficas que determinen la variación de los Niveles Sonoros a lo largo de todo el periodo de medición, así como durante el período nocturno de cada día y la conjunta de toda la semana.








PUNTO DE MEDICIÓN		X	Y
SITUACIÓN		VIVIENDA	
Travesía de San Mateo, 12			

Unidad Móvil	UM-03	Instalada	03-02-99	Retirada	10-02-99
--------------	-------	-----------	----------	----------	----------

OBSERVACIONES :
 A la vista de los resultados obtenidos, podemos decir, que es una *Zona Contaminada y Muy Saturada*.
 La recogida de basuras se realiza a la 1 de la madrugada.

ACTIVIDADES CON INFLUENCIA ACÚSTICA EN EL PUNTO

Actividad	Situación	Distancia
 Bar de copas "Dos Rombos"	Travesía de San Mateo, 7	10 m
 "La Termita"	Travesía de San Mateo, 10	15 m
 "Sonora"	Travesía de San Mateo, 8	20 m
 "Frío"	Travesía de San Mateo, 8	25 m
 "Vaivén"	Travesía de San Mateo, 3	30 m

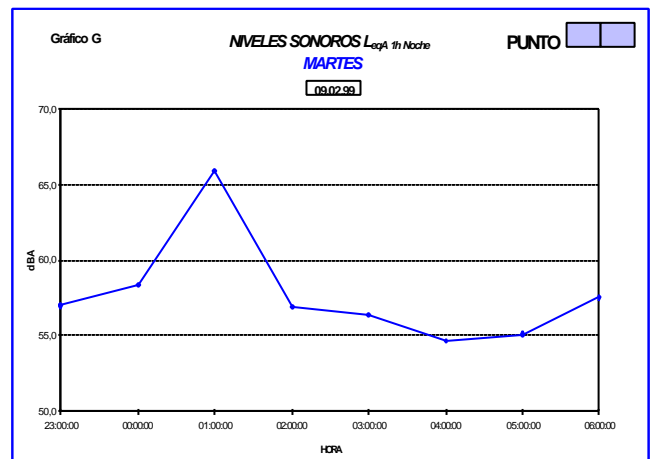
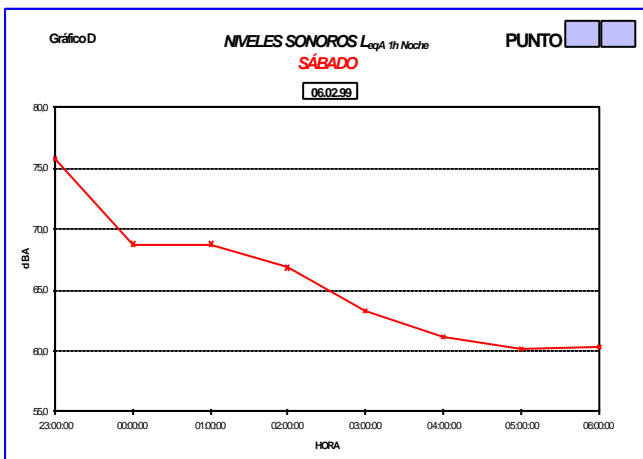
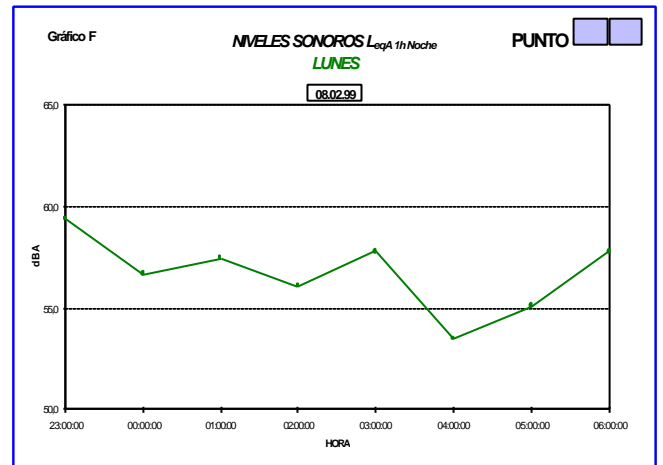
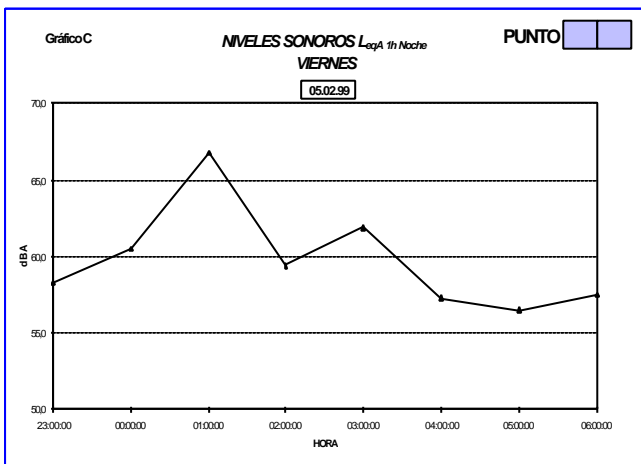
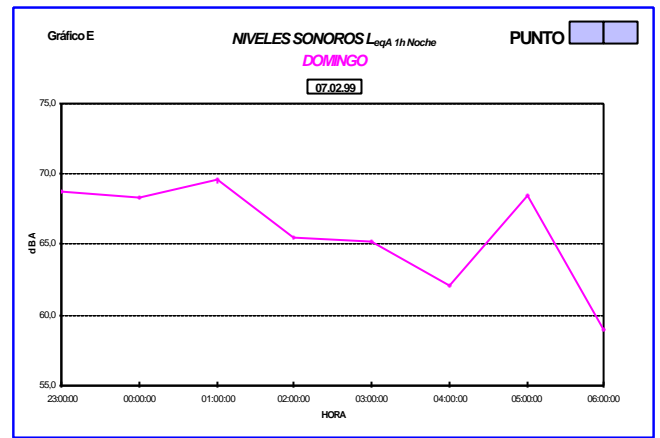
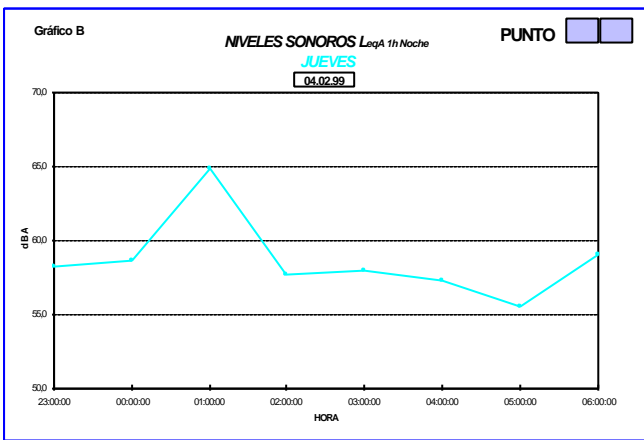
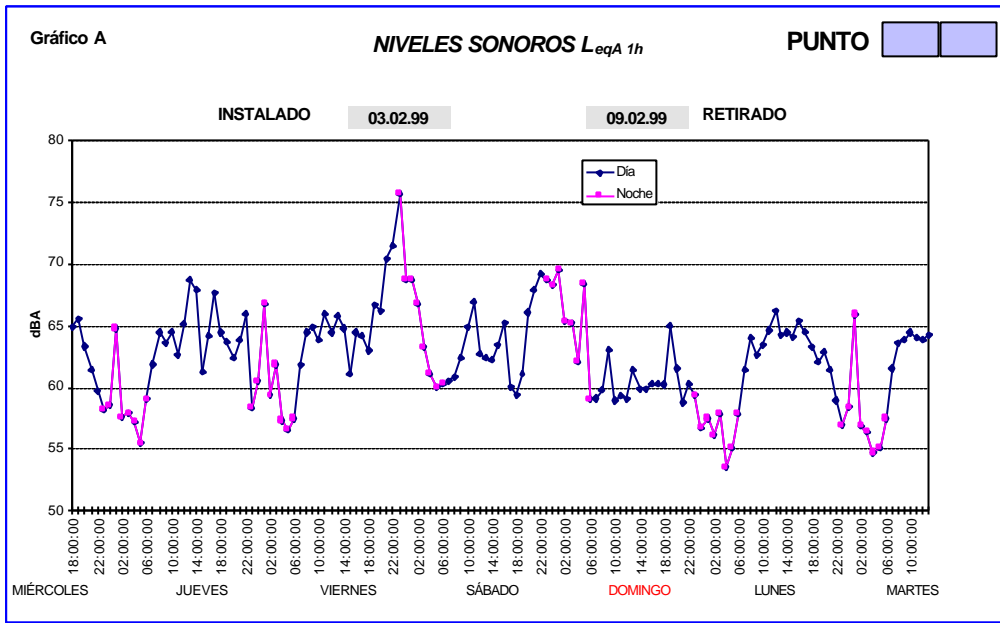


Gráfico H

NIVELES SONOROS L_{eqA} 1h Noche

PUNTO



03.02.99 al 09.02.99

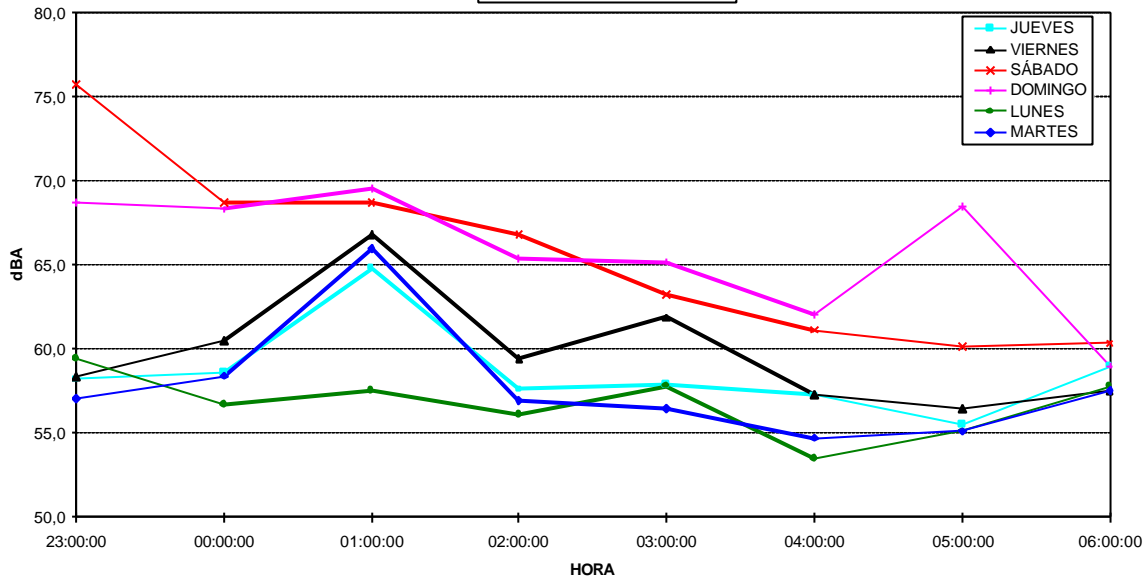
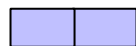


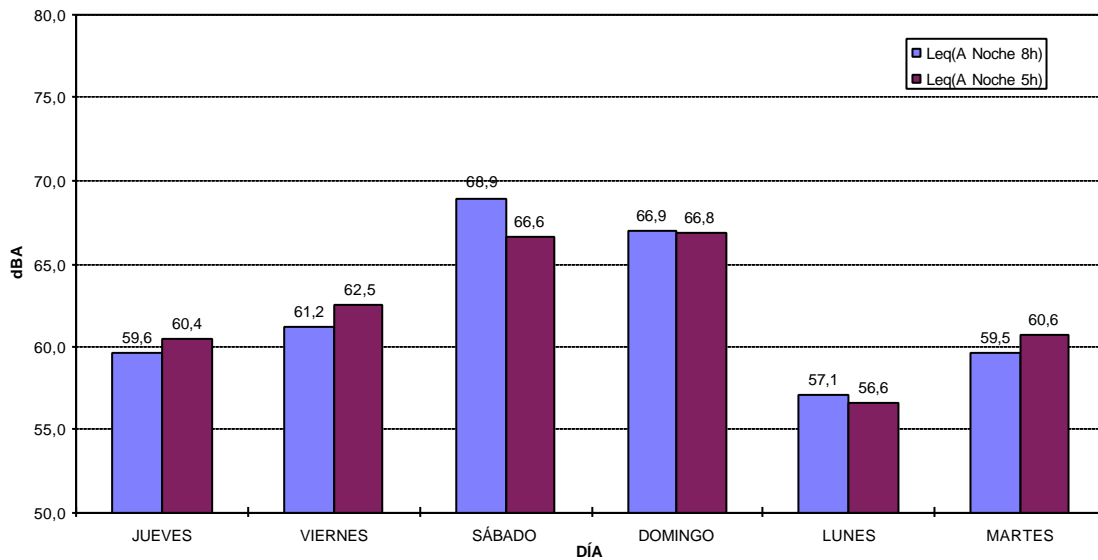
Gráfico I

NIVELES SONOROS L_{eqA} Noche

PUNTO



03.02.99 al 09.02.99



El estudio se ha programado de manera que se terminen tantos estudios parciales como Barrios tiene el Distrito (6 barrios), de cada uno de ellos se proporcionará un plano acústico parcial del período nocturno, para al final del estudio realizar el Plano de todo el Distrito.

Simultáneamente a la realización del estudio propiamente dicho, y en función de los resultados, se ha diseñado un Programa de destinado a mejorar la situación y que va desde la simple vigilancia rigurosa de los criterios establecidos en las Ordenanzas Municipales y las Prescripciones establecidas en las Licencias Municipales, medidas de templanza de tráfico, hasta la mejora del aislamiento de las fachadas subvencionadas o a costa del Ayuntamiento. Para ello se han reservado en los Presupuestos del Ayuntamiento del año actual 200 millones de pesetas.

El nuevo **Plano Acústico de Madrid**, es un nuevo trabajo encomendado al Instituto de Acústica por un valor de 100 millones de pesetas y con los objetivos de:

- *actualizar y ampliar el actual Plano Acústico de Madrid entre los años 1986 y 1991.
- *tratar de definir un procedimiento de modelización de los niveles sonoros ambientales existentes en la ciudad de Madrid.

Las razones de este nuevo estudio son:

- El Plano actual se circunscribía a la zona interior de la M-30 y para el período comprendido entre las 10 horas y las 17 horas.
- La ciudad ha cambiado urbanísticamente y los niveles sonoros emitidos por los vehículos actuales han experimentado una significativa mejora, en especial los vehículos pesados.
- La U.E. está recomendando de forma expresa la realización y actualización de Planos Acústicos, como base de partida para la redacción de Directivas encaminadas a fijar límites recomendados a los niveles sonoros ambientales. Esta recomendación, que figura en el Libro Verde del Ruido, establece que el procedimiento a seguir debería ser el de modelización

Con el fin de alcanzar los objetivos anteriormente indicados, se establece la siguiente Organización del Estudio:

- Se realizarán una serie de medidas en puntos similares a los que en su día fueron utilizados para la definición del actual Plano Acústico, en medición continua, días representativos de la semana, con el fin de poder actualizar la totalidad de los puntos medidos en su momento,
- Se dividirá el Plano Acústico total en 21 Planos Parciales por Distritos, aprovechando para el Distrito Centro el Estudio de Niveles Ambientales que en la actualidad está realizando el Departamento de Contaminación Atmosférica.
- Se efectuarán mediciones en continuo a lo largo de las principales vías de circulación de la ciudad.
- Se investigarán fórmulas matemáticas en función de la tipología urbanística de la zona y tipo de circulación que serán validadas mediante los resultados de las medidas indicadas anteriormente.
- Se aplicarán las fórmulas obtenidas a las zonas de la ciudad que se ajusten a las tipologías definidas.
- Para el resto de la ciudad y en función de las características del Distrito, se efectuarán medidas mediante el procedimiento de cuadrícula recta, ajustando las dimensiones de ésta a la densidad de población de la zona.
- De la aplicación de todos estos criterios se formulará el Plano Acústico de la ciudad y las fórmulas de modelización obtenidas.

El plazo para su realización será de dos años.

Al comienzo de este trabajo, se indicaba que los mapas acústicos los podemos definir como una fotografía acústica, es decir, determina cual es la realidad acústica de un determinado espacio, en un determinado momento, y esto es realmente importante porque la falta de normas internacionales que determinen cuales son los criterios que se deben cumplir a la hora de realizar este tipo de trabajos, cada estudio se ha realizado con criterios muy diferentes y por tanto no se pueden comparar de una forma directa. La comparación por personal no especializado, puede llegar a conclusiones tan aberrantes como que Madrid es la ciudad que se lleva el honor de ser la más ruidosa del mundo y España es el segundo país, después de Japón, más ruidoso del mundo.

Esa afirmación absolutamente falsa, es el resultado de facilitar datos de planos acústicos sin especificar cuales eran las condiciones en las que se realizaron.

Precisamente para tratar de evitar este problema de falta de armonización en la realización de planos acústicos, la UE, a la vista de las múltiples críticas recibidas de su Libro Verde del Ruido, ha determinado crear unos grupos de trabajo encargados de estudiar y proponer normas a la Comisión para su aprobación, Uno de los grupos de trabajo está especialmente dedicado a planos acústicos.

Los planos acústicos urbanos son necesarios, pero adolecen de su temporalidad, caducan con suma facilidad. Por ello el sistema que se impondrá en un futuro, como medio más importante para controlar la evolución de los niveles sonoros, serán las redes de control y las fórmulas de predicción diseñadas específicamente en función de estudios específicos.

Así lo ha entendido Madrid y en la actualidad ha ampliado su red de Vigilancia de la Contaminación Acústica.

1ª RED DE CONTROL DE NIVELES SONOROS AMBIENTALES

Las redes de control de niveles sonoros ambientales surgen en Europa como consecuencia del incremento experimentado a finales de los años 60 y principio de los 70, en el tráfico aéreo, sumado al crecimiento de las ciudades en las proximidades de los aeropuertos, que obliga a las autoridades competentes a establecer una valoración de forma continuada, de cómo las diferentes operaciones de los aviones afectan a la población situada en la vecindad de estas instalaciones.

Los avances experimentados en la instrumentación acústica y especialmente en la informática, permiten que en la actualidad este tipo de redes de control, que hace unos años únicamente se podían aplicar a espacios reducidos, puedan ser aplicadas sin limitaciones de superficie a controlar.

No obstante, es necesario indicar que la Red de Madrid, es la primera Red de control acústico ambiental de una ciudad o de parte significativa de ella. Y, además, al estar integrada en la red de control de la contaminación existente en el Departamento de Calidad Ambiental, es, sin lugar a dudas a primera Red integral de Control de la Contaminación Química y Física.

Los elementos fundamentales de la Red son:

- los terminales de monitorado de ruido, distribuidos en forma y número suficiente como para abarcar el área de interés;

- el sistema de transmisión de la información generado en los terminales, mediante la red telefónica conmutada, a través de un módem;
- una estación central que recibe, gestiona y almacena toda la información transmitida por los terminales y que, además, realiza los tratamientos y procesados sean requeridos;
- un laboratorio móvil equipado convenientemente para la realización de las medidas complementarias que se requieran, en aquellos lugares y momentos necesarios, así como para las calibraciones de los terminales.

Como se puede observar, los elementos de la Red son los mismos que para las redes de control de la contaminación atmosférica, pero tienen una diferencia fundamental en las características del monitorado. Mientras que en las redes de contaminación atmosférica las estaciones de medición son siempre fijas, en las redes de ruido ambiental son necesarios terminales de monitorado móviles o de fácil transporte e instalación, dado que la dispersión por distancia de la contaminación acústica es mucho menor y su apantallamiento más fácil, por tanto, los puntos de medida deben estar más cerca de las fuentes sonoras que en el caso de la contaminación química.

De los posibles procedimientos existentes para el tratamiento de la información, tiempo real y tiempo diferido, en la 1ª Red de Madrid se escogió el procedimiento de tiempo diferido, por las ventajas de seguridad en los datos y bajo coste de transmisión. Para ello cada terminal de monitorado dispone de una extensa memoria RAM que permite almacenar de forma automática todos los datos hasta un máximo de siete días, enviándolos a la Central en el momento apropiado.

Periódicamente, mediante la red telefónica conmutada, cada terminal es interrogado por la estación central, para que envíe la información comprimida y cronológicamente ordenada de todos los datos acústicos y de estado de que disponga desde la última llamada.

El procedimiento de tiempo diferido no impide que en un momento determinado se pueda solicitar información en tiempo real de alguno de los terminales, sin que por ello se vea afectado el almacenamiento de los datos habituales. Esto permite conocer de forma instantánea los niveles que se están produciendo en alguno de los puntos de control, debido aun suceso puntual

Resumiendo, la 1ª Red de Control Permanente de Ruido Ambiental de Madrid, se ha diseñado a partir de las siguientes premisas:

- integrada e instalada en el Departamento de Calidad Ambiental.

- sistema de comunicación en tiempo diferido, con posibilidad de información directa desde la Estación Central de cualquier punto de monitorado.
- alto grado de movilidad.
- la información proporciona datos de los siguientes valores básicos:
 - * percentiles seleccionables en función de las necesidades de cada momento.
 - * Leq de los períodos diurno, nocturno y 24 horas.
 - * número de eventos superiores a valores de niveles sonoros y duración programables.
 - * definición gráfica de los eventos representativos.
 - * distribuciones estadísticas de valores seleccionables.
 - * T.N.I., NEF, WECPNL, clima sonoro
 - * con independencia de los valores indicados anteriormente, se puede tratar la información de forma conveniente para la elaboración de informes periódicos.
 - * es una red abierta, es decir, con posibilidad de ampliaciones sucesivas en función de las necesidades.

De acuerdo con las premisas indicadas, se ha instalado una Red para el control del ruido ambiental en la almendra central de Madrid, constituida por:

- 1 Unidad central
- 6 Estaciones fijas.
- 7 Estaciones semimóviles.
- 2 Estaciones móviles.
- 1 Laboratorio móvil.

ESTACIÓN CENTRAL

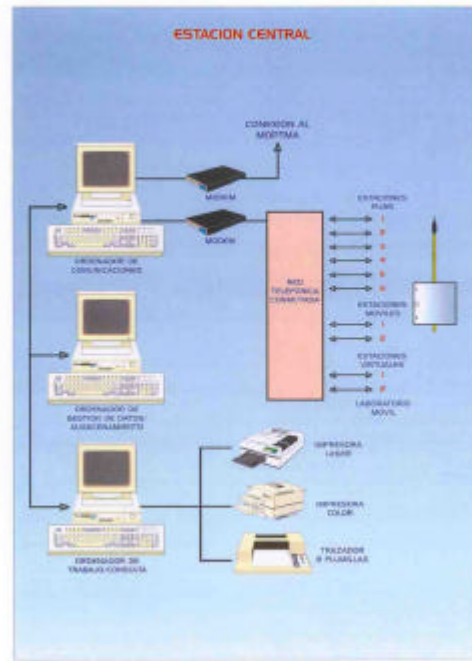
La Estación Central, situada en el Departamento de calidad Ambiental, está constituida por:

- un ordenador central 486 con 500 Mbytes, HD, XVGA, 33 Mhx.
- un ordenador de apoyo, tratamiento de información y visualización de la información en tiempo real de cualquiera de los puntos de monitorado.
- Módems de comunicación.
- Plotter gráfico de 8 colores.
- Software de gestión, almacenamiento de datos y control de ruidos.

Esta Estación Central solicita la información de cada uno de los puntos de monitorado una vez al día. Dicha comunicación se realiza en período nocturno con el fin de reducir los costos de comunicación.

La comunicación con los puntos de monitorado se realiza mediante telefonía móvil, para evitar las interferencias que pudieran dar origen a errores de transmisión o desvirtúen la información.

La comunicación con los puntos de control se realiza de forma automática y programable, por lo que no es necesario, mantener personal especialmente dedicada a esta labor.



ESTACIONES DE MONITORADO FIJAS



Estas estaciones se han ubicado en dependencias municipales y también en estaciones de la red de control de la contaminación, para así tener facilidad en los suministros de energía eléctrica como de seguridad.

Cada una de las estaciones fijas, está dotada de micrófono de intemperie, analizador de niveles sonoros, módem de comunicación y baterías de back-up.

Estas estaciones, teóricamente, no tienen ningún mantenimiento. Las baterías de que están dotadas tienen por finalidad proporcionar energía en caso de avería de la instalación eléctrica de la dependencia en la que se encuentran instaladas.

Lógicamente, el micrófono está situado en el exterior, sobre un mástil o trípode fijo y conectado mediante cable apantallado al analizador estadístico.

UNIDADES SEMIMÓVILES

Este tipo de unidades está concebido para que pueda ser instalada en aquellos puntos en los que por alguna circunstancia deban ser controlados durante un período de tiempo más o menos largo, pero cuyo control no tiene que ser permanente y continuo en el tiempo. Por ejemplo, cuando se tenga intención de realizar alguna actuación urbanística que modifique significativamente el comportamiento acústico de una determinada zona, se instalarán temporalmente antes de su ejecución y una vez terminada ésta para comparar los resultados acústicos de la misma. De igual manera, puede ser interesante comprobar cómo algunas actividades de la ciudad (manifestaciones, actos públicos, actos culturales en la vía pública, huelgas de transportes, etc) interfieren en su ambiente acústico.



Este tipo de estaciones dispone de un armario de transporte de poco peso y con un sistema de anclaje a algún elemento fijo (local municipal, quiosco, cabina telefónica, etc) que permite su instalación y en su caso de toma de corriente, aunque va dotada de baterías que le permiten funcionar en caso de no disponer de ella. Cada una va equipada con micrófono de intemperie, analizador de niveles sonoros, módem de comunicación, trípode, telefonía móvil y baterías de back-up.

UNIDADES MÓVILES

Estas unidades están destinadas a la toma de datos en aquellos puntos en los que se precisa realizar mediciones temporales para el estudio de episodios de corta duración. Pueden ir instaladas sobre vehículos móviles y son el complemento de las medidas realizadas por las estaciones semimóviles.

Otra de las funciones de estas estaciones es la de ir ampliando el Plano Acústico de Madrid, en aquellas zonas exteriores a la M-30 y de gran densidad de población.

Con independencia de esta última función, también pueden realizar levantamientos de planos acústicos en zonas de ampliación de las infraestructuras de la ciudad, en las que no exista posibilidad de instalación de estaciones semimóviles.

Están dotadas de micrófono de intemperie, analizador de niveles sonoros, módem de comunicación, telefonía móvil, mástil telescópico, contador de vehículos,. Baterías back-up y armario antivibratorio.



LABORATORIO MÓVIL

El laboratorio móvil es el patrón de la Red y el elemento que completa, en los casos de necesidad, la información que suministran las unidades de monitorado. Por ello, dispone de instrumentación complementaria a la que disponen las unidades, para comprobar su correcto funcionamiento y calibrado.

Además, y con el fin de poder determinar los distintos parámetros complementarios en todo estudio acústico, originado por el tráfico o por cualquier otro tipo de fuente sonora, dispone de equipos de medida de los aforos de tráfico, sus velocidades y para la determinación de las condiciones meteorológicas.

El laboratorio va equipado con micrófono de intemperie, analizador de niveles sonoros, micrófono de condensador, módem de comunicación, telefonía móvil, dos mástiles telescópicos, analizador espectral bicanal en tiempo real, radar taquímetro, estación meteorológica y dirección del viento, temperatura y humedad relativa del aire, ordenador portátil, baterías back-up y armarios antivibratorios. El laboratorio va montado sobre una furgoneta eléctrica especialmente acondicionado para albergar tanto el instrumental como el personal técnico responsable de los estudios.

Importante decisión fue la determinación de la ubicación de las distintas estaciones fijas. En la decisión final primó los intereses técnicos por conocer el comportamiento acústico de los distintos servicios de que se debe dotar a la ciudad, que los políticos, y así se determinó una distribución de las estaciones que permitiera controlar:

Estación 1:

Zona de ocio

Estación 2:

Intercambiador de transporte

Estación 3:

Parque de Bomberos

Estación 4 :

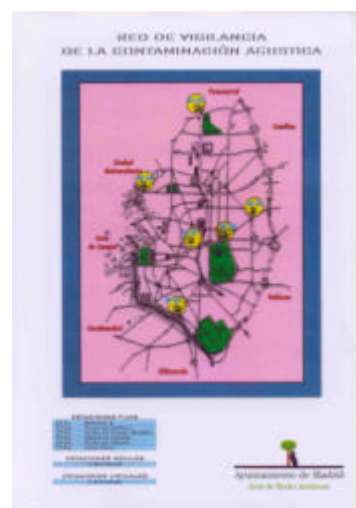
Tráfico urbano ligero

Estación 5:

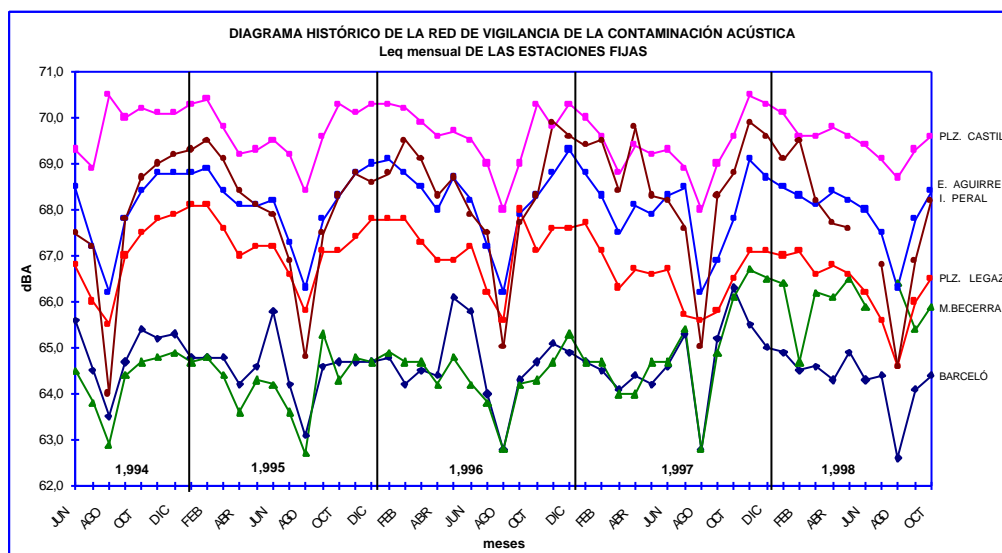
Tráfico urbano pesado

Estación 6:

Zona hospitalaria



Los resultados que se obtuvieron durante el funcionamiento de la 1ª Red se representan en el gráfico adjunto





A la vista del buen resultado de la 1ª Red de Vigilancia y aprovechando la remodelación de la Red de Control de la Contaminación Atmosférica de Madrid, se toma la decisión de ampliar el número de estaciones fijas de la Red de Contaminación Acústica a 25, y las móviles a 12 e integrarla totalmente en el Sistema Integral de Vigilancia, Predicción e Información de la Contaminación Atmosférica de la Ciudad de Madrid.

Es un paso mas en el Control de la Contaminación, al incorporar:

- la información mediante terminales situadas en los lugares más transitados (estaciones de ferrocarril, aeropuertos, etc) para una mayor concienciación de la población,
- la predicción como medio de gestión que permita anticipar medidas a los episodios de contaminación peligrosos.

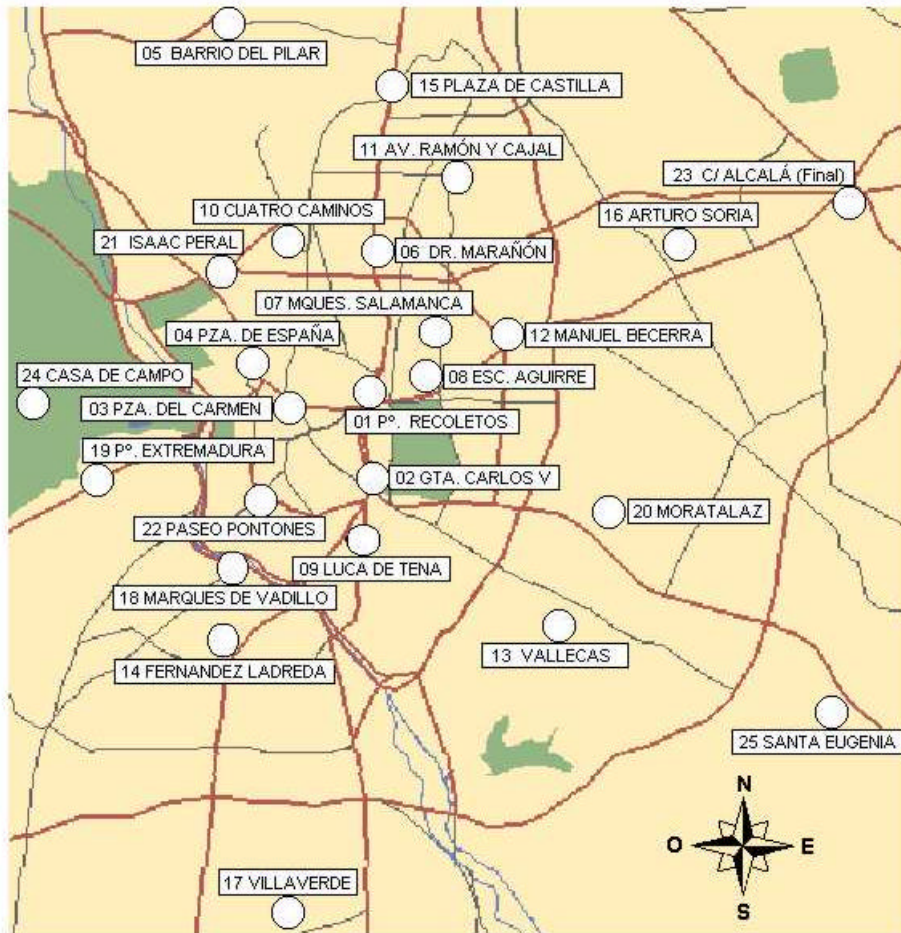
El sistema de funcionamiento de la nueva Red es básicamente igual al descrito para la antigua. Solamente se pueden mencionar las siguientes modificaciones que, por otro lado, han mejorado el buen funcionamiento del sistema y mejorado las posibilidades de intercomunicación y tratamiento d datos:

*La nueva Red sustituye el sistema de línea telefónica conmutada por un sistema RDSI (Red Digital de Servicio Integrado)

* Posibilita el determinar en cada uno de los terminales el $L_{eq 1s}$

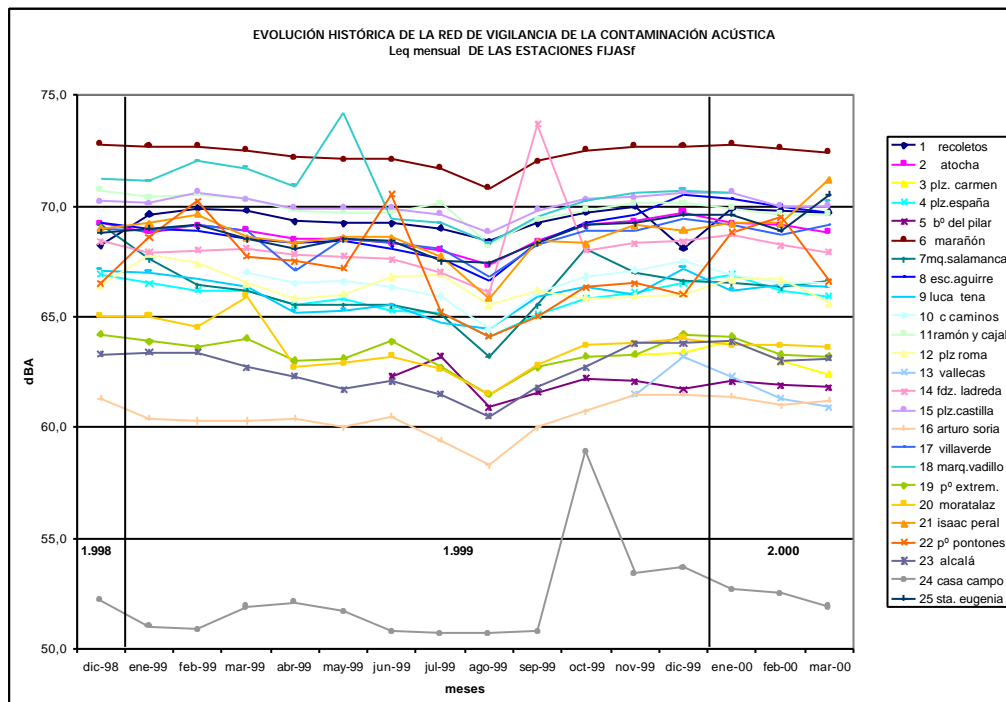
*Tratamiento de datos para que sean accesibles desde cualquier vía de comunicación, incluida internet.

La gran dimensión de la nueva Red ha aconsejado dividirla en dos redes totalmente independientes, una, la integrada en el Sistema Integral, constituida por las 25 estaciones fijas y la otra por las 12 unidades móviles. La ubicación de las nuevas estaciones, fijada por la UE cuando homologó la Red de Madrid, se indican en el mapa siguiente:



Como se puede comprobar, el control actual es realmente importante, aunque no completo.

Los resultados de la Red moderna son los siguientes:



La preocupación actual del Ayuntamiento es el aumentar el número de estaciones virtuales. La estación virtual es un diseño de la Sección de Niveles Sonoros, según el cual en determinados lugares de la ciudad, se pueden determinar los niveles sonoros utilizando únicamente la medida de la intensidad de tráfico. De esta forma pueden, por un lado, sustituir las estaciones remotas de la red por aforadores de tráfico mucho más baratos, y por otro, aprovechar los aforadores que el Departamento de Transportes del Ayuntamiento posee.

De esta forma se podría multiplicar, sin casi costo añadido, los puntos de control de la contaminación acústica en aquellos puntos en los que el tráfico sea la fuente fundamental.

Por último, indicar que la política futura de la Unión Europea irá dirigida al control de los niveles sonoros ambientales de las ciudades mediante planimetría acústica. Esto supone, no solo la realización de mapas acústicos mediante procedimientos normalizados (y en este sentido un Grupo de Trabajo creado por la UE esta definiendo las primeras propuestas), también se deberá establecer un procedimiento de actualización permanente, o al menos periódica, y en este campo las Redes de Vigilancia y Control parecen ser las mas apropiadas.