

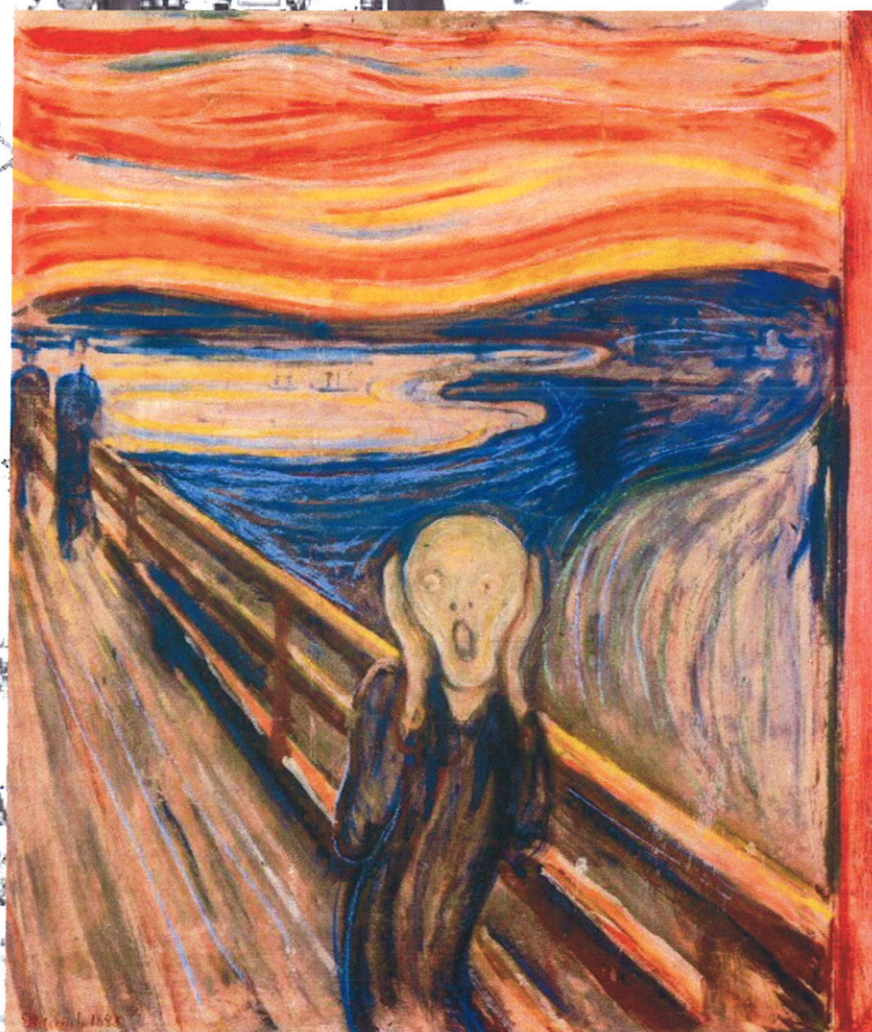


**GOBIERNO
de
CANTABRIA**

CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN



Proyecto de Innovación Tecnológica en Formación Profesional



CONTAMINACIÓN ACÚSTICA

2010/2011

ÍNDICE

A.- Presentación	2
B.- Introducción	3
B.1.- Histórico	5
B.2.- Normativa actual	5
C.- Efectos sobre el ser humano	7
C.1.- El alcance de la contaminación acústica, agentes que la provocan y personas afectadas	7
C.2.- Sensibilización ante los efectos nocivos en la salud	10
D.- Sensibilización de la ciudadanía	19
D.1.- introducción	19
D.2.- Algunos datos para situar el problema	19
D.3.- La percepción del ruido ambiental por los ciudadanos	20
D.4.- La Nueva Normativa sobre Ruido	21
D.5.- ¿Quién debe realizar los mapas de ruido y las mediciones acústicas?	25
D.6.- La Ley del Ruido y los ciudadanos	26
D.7.- De los diferentes estudios y encuestas de sensibilización sobre la Contaminación Acústica estudiados, destacamos las siguientes conclusiones:	27
D.7.1.- Sensibilización ante el ruido ambiental en la vivienda	27
D.7.2.- Sensibilización ante el ruido ambiental en la ciudad	28
D.7.3.- Sensibilización ante los efectos del ruido ambiental en la salud	29
D.7.4.- Sensibilización ante la reclamación de derechos de los ciudadanos frente al ruido ambiental	29
E.- Estudio de la Contaminación Acústica en el IES Zapatón. Mapa de Ruido	31
E.1.- Introducción	31
E.2.- Metodología	31
E.3.- Resultados	34
E.4.- Conclusiones	39
F.- Estudio de la Contaminación Acústica en Torrelavega. Mapa de Ruido	41
F.1.- Introducción	41
F.2.- Metodología	41
F.3.- Resultados	44
F.4.- Conclusiones	48
F.5.- Comparación con otras ciudades. Reflexiones finales	50
F.5.1.- Introducción	50
F.5.2.- Un apunte metodológico	52
F.5.3.- Comparativa entre ciudades	54
ANEXO I. Gráficas de ruido IES Zapatón	59
ANEXO II. Gráficas de ruido de Torrelavega	71
APÉNDICE A. Grado de consecución de los objetivos del anteproyecto del 22 de febrero de 2010	83
APÉNDICE B. Productos alcanzados	85
APÉNDICE C. Memoria económica	99
Bibliografía	103

A.- PRESENTACIÓN

Denominación del Proyecto de Innovación Tecnológica en Formación Profesional: CONTAMINACIÓN ACÚSTICA

Coordinador del Proyecto: Eduardo Solís Muñoz.

Participantes: Pedro Fernández Rey.

Juan Carlos Jorge Monllor.

Jesús Elías Urbistondo Pérez.

Colaboradores: Alumnado de Equipos de Sonido del Ciclo Formativo de Grado Medio Equipos Electrónicos de Consumo:

Sergio Casal Santamaría.

Óscar Díaz Sáinz-Maza.

Miguel Mediavilla Díaz.

Manuel Sámano Puebla.

José Serna Santos.

B.- INTRODUCCIÓN

B.1.- HISTÓRICO

Prácticamente todas las actividades del hombre influyen de una u otra forma sobre su entorno natural. De hecho, esto sucede desde los primeros días de la humanidad. Sin embargo, la influencia negativa de la actividad humana sobre el medio ambiente se ha multiplicado de forma espectacular en un período de tiempo relativamente corto y ha alcanzado tales dimensiones que supone una seria amenaza para la salud e incluso para la vida.

El crecimiento demográfico y la expansión industrial son dos de los principales factores que han contribuido a degradar el medio ambiente. Consecuencia directa de ambos hechos ha sido el crecimiento urbano sin precedentes en la historia. En relación con todo ello, se han desarrollado amplias redes de carreteras, enlaces ferroviarios y aéreos y, en general toda una infraestructura de comunicaciones que ha perjudicado también gravemente el medio ambiente y la naturaleza. En particular todo este proceso ha contribuido a elevar de forma considerable los niveles de ruido existentes en la mayoría de los países industrializados, tanto en el interior como en el exterior de las viviendas y de los centros de trabajo.

La contaminación producida por el ruido, o contaminación acústica, con ser posiblemente una de las más antiguas, ha recibido escasa atención hasta hace poco tiempo. Ello es debido principalmente a tres factores. En primer lugar se trata de una contaminación localizada, es decir, afecta a un entorno limitado a las cercanías de la fuente sonora. En segundo lugar, los efectos perjudiciales, en general, no aparecen hasta pasado un período de tiempo prolongado, es decir que su peligrosidad no es inmediata. En tercer lugar, a diferencia de otros contaminantes, es frecuente que la presencia del ruido se asocie al progreso de la comunicación, considerándolo, en el mejor de los casos, como un mal inevitable y, en el peor, como un símbolo de desarrollo y prosperidad.

Sin embargo, está citado en la literatura que en la ciudad de Síbaris, junto al golfo de Tarento en Calabria, perteneciente a la antigua Magna Grecia, y conocida por sus costumbres refinadas; ya en el año 600 antes de Cristo, se dieron antecedentes de los que posiblemente sea una de las primeras normativas para controlar este tipo de contaminación: estaba prohibido poseer gallos que perturbaran el reposo nocturno de los ciudadanos (los sibaritas) y artesanos que trabajaban con el martillo o que ejercían algún otro tipo de oficio ruidoso eran obligados a residir fuera de los muros de la ciudad.

Asimismo, existen muchas referencias al ambiente ruidoso en la antigua Roma, del que deja constancia el poeta Marcial (38/41-102 d.C.) en uno de sus Epigramas. Existían ya normativas legales que prohibían la circulación de carros durante determinadas horas del día para que el tráfico no fuera demasiado caótico y para reducir, en la medida de lo posible, la presencia del ruido. En el siglo I, Plinio el Viejo, laborioso naturalista romano, dejó escrito en su tratado *Historia natural* la observación que hizo de que muchas de las personas que vivían junto a las cataratas del Nilo sufrían sordera. Además se hizo construir un dormitorio con paredes dobles para evitar ser molestado por las voces de los esclavos y por los diferentes ruidos procedentes de la calle.

En algunas ciudades de Europa medieval no se permitía usar carruajes ni cabalgar durante la noche para asegurar el reposo de la población.

Más recientemente, durante el siglo XIX, se publicaron los primeros trabajos en los que se reconocía uno de los principales efectos perjudiciales del ruido sobre la salud: la pérdida de capacidad auditiva. De este modo, fueron varios los investigadores que asociaron las pérdidas de audición con la exposición prolongada a ruidos de elevada intensidad característica de determinadas profesiones, como herreros, caldereros o tejedores.

Sin embargo, no será hasta la segunda mitad de este siglo cuando se reconozca de forma generalizada la importancia de la contaminación acústica, no sólo en relación con determinadas actividades laborales, sino como un problema de salud pública que afecta a una parte muy importante de la población.

A.2.- NORMATIVA ACTUAL

El tratamiento del ruido (“conjunto de fenómenos vibratorios aéreos que, percibidos por el sistema auditivo, puede originar molestias o lesiones de oído”, según los especialistas) como un contaminante ha adolecido desde siempre de muchas lagunas legales.

La primera declaración internacional que contempló las consecuencias del ruido se remonta a 1972, cuando la Organización Mundial de la Salud (OMS) decidió catalogarlo genéricamente como un tipo más de contaminación. Siete años después, la Conferencia de Estocolmo clasificaba al ruido como un contaminante específico.

Aquellas primeras disposiciones oficiales fueron ratificadas posteriormente por la entonces emergente CEE, que requirió a los países miembros un esfuerzo para regular legalmente la contaminación acústica. Más tarde, un informe publicado en 1990 presentaba a España como el segundo país con mayor índice de ruidos del mundo después de Japón, y estimaba que el 74% de la población estaba sometida a niveles superiores a los tolerables.

En 1995 se publica por la Universidad de Estocolmo y el Karolinska Institute el documento “*Community Noise*”, preparado para la OMS y donde se realiza un estudio sobre el ruido urbano. Este estudio ha sido la base de las *Guías para el ruido urbano*, trabajo realizado por un grupo de expertos convocados por la OMS y presentado en Londres en marzo de 1999.

Paralelamente la Comisión Europea en 1996 publica el Libro Verde “Política futura de lucha contra el Ruido” donde se explica que el ruido ambiental, causado por el tráfico y las actividades industriales y recreativas, constituye uno de los principales problemas medioambientales en Europa y es el origen de un número cada vez mayor de quejas por parte del público. Sin embargo, por regla general, las acciones destinadas a reducir el ruido ambiental han sido menos prioritarias que las destinadas a combatir otros tipos de contaminación, como por ejemplo la atmosférica o la del agua.

El Libro Verde representa el primer paso para desarrollar un programa contra la Contaminación Acústica y aspira a estimular el debate público sobre el

planteamiento futuro de la política sobre el ruido. Pasa revista a la situación global del ruido y las medidas comunitarias y nacionales adoptadas hasta ahora y establece un marco de actuación que permitirá mejorar la información y su comparabilidad y examinar las opciones futuras para la reducción del ruido procedente de diversas fuentes.

El 25 de junio de 2002, se publica la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, donde se definen indicadores de ruido, su evaluación y los requisitos mínimos para la realización de mapas estratégicos de ruido.

Teniendo en cuenta toda la documentación anterior, por fin España toma conciencia de la necesidad de aclarar y homogeneizar el entorno normativo del ruido, reconociendo que con anterioridad: "la escasa prioridad dada al ruido se debe en parte al hecho de que el ruido es fundamentalmente un problema local, que adopta formas muy variadas en diferentes partes de la Comunidad en cuanto a la aceptación del problema". Esta reflexión se encuentra en la LEY 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, desarrollada por los Reales Decretos 1513/2005, de 16 de diciembre y 1367/2007, de 19 de octubre. El primero desarrolla la evaluación y gestión del ruido ambiental y el segundo hace referencia a la zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

B.- EFECTOS SOBRE EL SER HUMANO

B.1.- EL ALCANCE DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA, AGENTES QUE LA PROVOCAN Y PERSONAS AFECTADAS

La contaminación acústica, término que hace referencia al ruido cuando éste se considera como un contaminante, es decir, un sonido molesto que puede producir efectos fisiológicos y psicológicos nocivos para una persona o grupo de personas. La causa principal de la contaminación acústica es la actividad humana: el transporte, la construcción de edificios y obras públicas, la industria, entre otras. Los efectos producidos por el ruido pueden ser fisiológicos, como la pérdida de audición, y psicológicos, como la irritabilidad exagerada. El ruido se mide en decibelios (dBA); los equipos de medida más utilizados son los sonómetros. Un informe publicado en 1995 por la Universidad de Estocolmo para la Organización Mundial de la Salud (OMS), considera los 50 dBA como el límite superior deseable. Se puede afirmar, que las cifras medias de las legislaciones europeas, marcan como límite aceptable 65 dBA durante el día y 55 dBA durante la noche.

La Organización Mundial de la Salud (OMS), agencia especializada de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), establecida en 1948, es la autoridad directiva y coordinadora en materia de labor sanitaria mundial, siendo responsable de ayudar a todos los pueblos a alcanzar el máximo nivel posible de salud. En lo referente a los perjuicios que el ruido provoca en la salud, la OMS ha publicado unas Guías sobre el Ruido que servirán de referencia a toda la normativa Europea y Española actuales.

El ruido es un sonido, fenómeno físico que estimula el sentido del oído. En los seres humanos, esto ocurre siempre que una vibración con frecuencia comprendida entre unos 20 y 20.000 hercios llega al oído interno. El hercio (Hz) es una unidad de frecuencia que corresponde a un ciclo por segundo. Estas vibraciones llegan al oído interno transmitidas a través del aire, y a veces se restringe el término 'sonido' a la transmisión en este medio. Sin embargo, en la física moderna se suele extender el

término a vibraciones similares en medios líquidos o sólidos. Los sonidos con frecuencias superiores a unos 20.000 Hz se denominan ultrasonidos.

Diferentes estudios concluyen que el ruido en el centro de la ciudad es muy alto y supera los niveles establecidos oficialmente como máximos.

- La principal actividad productora del ruido es el tránsito, primeramente los medios de transporte como los autobuses (superan los 100 dBA), segundo los automóviles con motores en mal estado o sin silenciador en el tubo de escape, tercero las motocicletas siempre ruidosas y por último el automóvil en buen estado.
- Hay aceleraciones de autobuses que superan el umbral permitido de nivel de ruido, llegando en ocasiones a superar los 120 decibelios.
- Los picos máximos de ruido se registran los días de semana laborables (de lunes a viernes) entre las 11 y 13 horas y entre las 17 y 19 horas (Promedios máximos de 90 a 100 dBA).
- Los sábados se percibe ruido sólo por la mañana debido a la actividad comercial y por la noche. Los domingos se percibe un bajo nivel general de ruido. (Promedios máximos de 70 a 80 dBA).

Las vibraciones y el ruido pueden generar efectos crónicos sobre los vasos arteriales y capilares y dependerán del tipo de exposición medioambiental a ellas, aunque generalmente guardan más relación con ciertos ambientes laborales. Es necesaria pues su valoración, para instaurar medidas preventivas que protejan a la salud de personas concretas.

La contaminación acústica producida por la actividad humana ha aumentado de forma espectacular en los últimos años. Según la O.C.D.E., 130.000.000 de habitantes de sus países miembros, se encuentran con nivel sonoro superior a 65 decibelios (dBA), límite aceptado por la O.M.S. y otros 300.000.000 residen en zonas de incomodidad acústica entre 55-65 dBA.

España, detrás de Japón, es el segundo país con más índice de población expuesta a altos niveles de ruido. Casi 9.000.000 de españoles, soportan niveles medios superiores a 65 dBA.

En las grandes ciudades españolas, la tercera preocupación, tras la inseguridad ciudadana y falta de aparcamiento, es el alto nivel de ruidos que soportan como problema medioambiental, según encuesta del M.O.P.T. En las ciudades medias es la primera y en las ciudades pequeñas la cuarta preocupación.

Dependiendo generalmente de la estructura socioeconómica y geográfica de un asentamiento humano, en términos generales el 80% del nivel medio de ruidos, es debido a vehículos a motor, el 10% a las industrias, el 6% a ferrocarriles y el 4% a bares, locales públicos, pubs, talleres industriales... aunque el actual cambio de vida social de la juventud, con el efecto botellón, lleva altos niveles de ruido en ciertas horas de días no laborales y en determinadas áreas geográficas de las ciudades, que están ocasionando la revisión de leyes permisivas o no aplicadas, como expresión de un problema medioambiental que incide sobre la salud y que generan las propias poblaciones.

El actual parque automovilístico de España, con más de 28.000.000 de vehículos, genera un ruido especialmente intenso, como consecuencia del roce del neumático con la calzada.

Extrapolando estos datos a la Comunidad de Cantabria y teniendo en cuenta sus núcleos de población y estructura socioeconómica, se considera que en algún momento de la semana el 60 % de su población tiene riesgo de sufrir índices de exposición a ruido, con niveles medios superiores a 65 dBA. Esto supone unas 350.000 personas.

C.2.- SENSIBILIZACIÓN ANTE LOS EFECTOS NOCIVOS EN LA SALUD

En la escala de intensidad sonora, nuestro campo auditivo está limitado, por abajo, por el umbral de audición, y por arriba, por el umbral de dolor. Los especialistas otólogos y audiólogos hablan también de un umbral de riesgo, nivel sonoro máximo al que un oído humano no debería verse sometido por la grave e irreversible consecuencia que podrían derivarse. A partir de este nivel de 90 dBA, los ruidos son como mínimo molestos, y sus consecuencias sobre todo psicológicas o psicosomáticas. Por encima de los 100 dBA entramos en zona roja, en la que el riesgo para el oído es real. La naturaleza del peligro en cuestión depende de la combinación de tres factores: intensidad del ruido, duración de la exposición al ruido y resistencia de nuestro organismo.

Los efectos patológicos del ruido en el ser humano pueden ser pérdida auditiva que hacen al paciente padecer: ansiedad, aislamiento, vergüenza, molestias, alteraciones fisiológicas, pitidos internos, vértigos, interferencias en la comunicación, etc. El ruido puede interferir la comunicación verbal, bien directa, telefónicamente o por megafonía, hasta hacerla imposible. Además, el ruido puede causar efectos sobre: sistema cardiovascular, con alteraciones del ritmo cardíaco, riesgo coronario, hipertensión arterial y excitabilidad vascular por efectos de carácter neurovegetativo, glándulas endocrinas, con alteraciones hipofisiarias y aumento de la secreción de adrenalina, aparato digestivo, con incremento de enfermedad gastroduodenal por dificultar el descanso, otras afecciones, por incremento inductor de estrés, aumento de alteraciones mentales, tendencia a actitudes agresivas, dificultades de observación, concentración, rendimiento y facilitando los accidentes, sordera por niveles de 90 dBA y superiores mantenidos.

Los efectos psicológicos que produce el ruido ocasionan en el hombre dolores de cabeza, pérdida del sueño y del apetito, así como insatisfacciones y molestias; en los trabajos en que los hombres están expuestos a un ruido intenso les puede provocar un rendimiento más bajo de lo normal. Además el ruido causa alteraciones síquicas, estrés y problemas nerviosos que afectan cada día más a los empleados

de las grandes y pequeñas industrias de las zonas urbanas. Los efectos fisiológicos y patológicos que causa el ruido son sorderas profesionales, fatiga auditiva, traumatismos acústicos y el encubrimiento.

La fatiga auditiva provoca un aumento temporal de la audición y es causado por ruidos que miden de 90 decibelios en adelante. La disminución auditiva es cada día un problema más frecuente que ataca principalmente a los hombres mayores de 30 años; la contaminación auditiva es una de las más peligrosas para la vida del hombre, pues le provoca una gran agresividad, así como varias enfermedades físicas como alteraciones digestivas de la presión arterial, del sistema respiratorio y del ritmo cardíaco.

La actividad normal del ser humano provoca un nivel de ruido de 55 decibelios. Cuando se superan los 65, el ruido comienza a ser molesto, y si se sobrepasan los 85 decibelios puede ser perjudicial para la salud. No obstante, el ser humano no puede descansar con niveles de ruido superiores a los 35 o 40 decibelios.

Según la Psicóloga experta en ruido ambiental, Clara Martimortugués, los efectos o auditivos del ruido son complejos y sutiles. Muchos de los efectos de la contaminación acústica son el resultado de la interacción de diversas variables psicosociales y ambientales.

Desde el punto de vista de la Psicología Ambiental, para evaluar los efectos del ruido en la salud no sólo se tiene en cuenta la exposición sonora valorada en decibelios y en otras propiedades físicas de los sonidos, tales como su intensidad, duración y frecuencia, sino que se consideran, y en muchas ocasiones tienen más importancia, otros aspectos tales como la edad, el control sobre la fuente sonora, la predicción del estímulo acústico, las actitudes y creencias respecto al ruido. Dicho en otras palabras, no sólo se tiene que tomar en cuenta las dimensiones físicas del sonido, sino también otros factores relacionados con la situación y el contexto particular en que es percibido y con las características socioculturales de quienes perciben las ondas sonoras.

El ruido puede producir una diversidad de emociones negativas: sentirse insatisfechos, irritados, ansiosos, agresivos e indefensos para dar solución al problema. Existe un cuadro que podríamos denominar la “depresión de los sufridores del ruido”. Según la experta, el ruido produce interferencias en el procesamiento de la información: básicamente se ven afectadas la atención y la memoria, reduciendo el rendimiento en tareas complejas cuando la intensidad del ruido sobrepasa los 70/90 dBA, siempre dependiendo de la personalidad (personas más irritables y ansiógenas) y la sensibilidad al ruido o predisposición a verse afectado por el ruido que se manifiesta de forma fisiológica y psicológica. Generalmente, tiene efectos sobre el aprendizaje, sobre todo, en ruidos crónicos. Las personas más vulnerables son los niños ya que decrece el rendimiento escolar.

Cuanto mayor es la contaminación acústica, mayor es la insatisfacción con la vivienda, los vecinos, el entorno físico y social, el Ayuntamiento, etc. Se produce lo que se llama “estrés ambiental”, con repercusiones fisiológicas y psicológicas ante la percepción de la amenaza y la falta de recursos para afrontar el problema de la contaminación acústica.

El malestar lo produce tanto el aumento de los niveles de presión sonora como el aumento del número de veces que ocurre ese ruido y las actividades que se ven afectadas.

Los sonidos inesperados, sin orden, sin regularidad, se convierten generalmente en algo indeseable, pero hay ruidos de baja frecuencia como los de compresores, motores diesel, el del frigorífico, etc., que afecta de diferentes maneras. Los ancianos que tienen sordera de transmisión lo viven muy mal porque perciben mucho las vibraciones. No se puede evitar ni con tapones, ya que se transmiten de la estructura del edificio a la estructura ósea. El malestar tiene que ver con cómo se percibe el ruido y esta percepción está afectada por diferentes aspectos, tales como: condiciones de vida, actitudes hacia la fuente del ruido (según se la considere necesaria o superflua, propia o ajena), exposiciones previas al ruido, momento del día, variables personales (el nivel de sensibilidad, la personalidad, el estado de ánimo) y sociodemográficas (edad y género). Por este motivo, el Presidente de PEACRAM (Plataforma Estatal de Asociaciones contra el Ruido y las

Actividades Molestas) opina que no se debe permitir instalar actividades que incrementen los niveles sonoros existentes en una zona: si se instala una actividad que transmite ruidos de 30 dBA (permitidos por la ley) al lado de unas viviendas que tienen normalmente un ruido de fondo de 22 ó 23 dBA, ese incremento de 7 u 8 decibelios les supondrá un nivel de molestia enorme.

Según el Doctor Daniel Bernabéu, un ruido brusco alerta de que pasa algo, estimulando nuestros sistemas inconscientes de alerta y el sistema simpático para prepararnos para la “acción”. Por este motivo las poblaciones sometidas a ruido tienen mayor nivel de tensión arterial. Ese aumento de tensión arterial, sumado a otros factores, aumenta la incidencia de enfermedades cardiovasculares. El ruido es un agente estresante. El estrés orgánico supone una serie de cambios hormonales y estructurales, un aumento de la adrenalina, una estimulación de neurotransmisores, etc. Toda esta sobrecarga producida por el estrés es una “bomba de relojería”.

El ruido debilita nuestro sistema inmune, porque baja nuestras defensas para prepararnos para otro tipo de agentes externos. Agrava cualquier patología existente y puede hacer aflorar una enfermedad que en otra circunstancia no afloraría, por tanto, cada individuo presenta una respuesta diferente. Por un ejemplo, a un asmático esa situación de estrés le va a producir un agravamiento de sus problemas respiratorios. A otro una úlcera de estómago, a otro una cardiopatía... Para el Doctor Ignacio Sánchez, especialista en Prevención de Riesgos y Salud Pública del Hospital Ramón y Cajal de Madrid, a la escasa conciencia que tiene la población sobre la influencia del ruido en la salud hay que sumarle la de los propios profesionales de la salud.

El propio médico no interroga al paciente sobre el ambiente de ruido en el que se desenvuelve, salvo que tenga problemas auditivos. En los casos en que la sintomatología es, por ejemplo, ansiedad, nerviosismo, insomnio, fatiga cerebral, se pregunta por otros aspectos de la vida del paciente, pero no sobre el ruido que lo rodea.

Es verdad, apunta el Doctor Sánchez, que es difícil relacionar el ruido con los síntomas y que es raro que sea el factor único. En general, suele ser un factor contribuyente que se suma a otros factores.

Hay investigaciones que evidencian deterioros fisiológicos que pasan desapercibidos por los sujetos que están inmersos en ambientes ruidosos cotidianos. Pero, aunque hay personas más susceptibles que otras y cada una lo manifiesta de una manera, todas las personas con estrés por ruido lo definen de la misma forma: sensación de malestar, de disgusto, de estar incómodo. No es una enfermedad, pero disminuye la calidad de vida. Este malestar luego se traduce en enfermedades mentales (depresión) o se somatiza (en enfermedades físicas derivadas del estrés): irritabilidad, dolor de cabeza, agresividad, apatía, problemas de conciliación de sueño.

Los autores García y Garrido coinciden en estas apreciaciones: “Existen datos científicos suficientes y contrastados que permiten considerar el ruido como un agente desencadenante de un conjunto de reacciones en el organismo que se manifiestan a nivel fisiológico en enfermedades cardiovasculares, alteraciones del aparato digestivo, cambios hormonales y reducción del sistema inmunitario de defensa”.

En este mismo trabajo se cita un estudio realizado en Francia en el que se comprobó que, entre las personas sometidas a niveles de ruido superiores a los 85 dBA, se produce un 12% más de problemas cardiovasculares, un 37% más de problemas neurológicos y un 10% más de problemas digestivos, respecto a la población que no se encuentra sometida a tales niveles de ruidos.

Los ruidos nocturnos, como el estruendo de aviones o del tráfico, pueden causar un aumento de la tensión arterial de las personas, incluso sin despertarlas. Esta es la conclusión de un nuevo estudio del Proyecto HYENA (Hypertension and Exposure to Noise near Airports), financiado con Fondos Comunitarios y publicado recientemente en la revista *European Heart Journal*. Los resultados revelaron que la tensión arterial aumentaba notablemente después de un evento de ruido superior a los 35 decibelios, incluso si el voluntario seguía durmiendo.

“Sabemos que el ruido del tráfico aéreo puede ser un motivo de irritación, pero nuestra investigación muestra que también puede ser perjudicial para la salud de las personas”, comentó el Doctor Lars Jarup, del Imperial College de Londres, uno de los autores del estudio. “Nuestros estudios muestran que el ruido de aviones nocturno puede afectar la tensión arterial instantáneamente y aumentar el riesgo de tener hipertensión. Para mí está claro que es necesario tomar medidas para reducir los niveles de ruido de los aviones, especialmente durante las horas nocturnas, para proteger la salud de las personas que viven cerca de los aeropuertos”.

Se han publicado en la revista británica New Scientist los resultados de un estudio realizado por la Organización Mundial de la Salud en el 2006 en el que se investiga la relación que existe entre la muerte de algunas personas y la exposición a fuertes ruidos. Los resultados revelan que la exposición a largo plazo o permanente a los ruidos causados por cosas tan cotidianas como el tránsito, sirenas u otras fuentes, son los responsables de aproximadamente el 3% de los ataques cardíacos que han acabado con la muerte de miles de personas. Sobre 101.000 muertes en UK por enfermedades coronarias, 3.030 pueden estar causadas por exposición crónica al ruido, incluyendo ruido de tráfico.

En el trabajo “Ruido, tráfico y salud”, realizado por Julio Díaz, de la Escuela Nacional de Sanidad del Instituto de Salud Carlos III, se menciona que por cada decibelio por encima de 65 dBA aumentan los ingresos hospitalarios un 5,3%, especialmente por causas cardiovasculares.

Hay perfiles claramente definidos de vulnerabilidad. Los ancianos y los niños son más vulnerables. Los primeros porque, en general, tienen disminuidas las capacidades físicas debido a la edad y les afecta a la salud. Con mayor motivo si tienen algún problema físico considerable, como alteraciones cardiovasculares. Los niños, porque no han superado el período de desarrollo evolutivo, tanto de las capacidades físicas como psicológicas.

El Profesor Julio Díaz señala también que existen pocos estudios realizados sobre qué efectos adversos induce el ruido en la salud de los niños y a qué edades estos efectos comienzan a aparecer. Sin embargo los niños pueden tener más

molestias o ser perjudicados de forma diferente por el ruido que los adultos por una percepción distinta del mismo. Trabajando con grupos escolares, se ha demostrado que el ruido general falta de atención y concentración, aumento de errores, imprecisión en las respuestas, falta de calidad de las mismas, estados de ansiedad, fatiga mental y, como resultado general, bajo rendimiento escolar.

En lo que al sexo respecta, los investigadores no se ponen de acuerdo. En algunos casos se piensa que las mujeres son más sensibles a los efectos del ruido, pero otros opinan que no se trata de una mayor sensibilidad, sino que las mujeres son en general más comunicativas a la hora de exponer las molestias ocasionadas, comparten socialmente más sus problemas.

Para el Doctor Sánchez, la sanidad ambiental está poco desarrollada en España. Están trabajando grupos a nivel de Ayuntamientos y de algunas Comunidades Autónomas, como el País Vasco, siguiendo las normativas europeas, pero todavía falta mucho camino que recorrer. Según dice, se debe trabajar en varios frentes: en la legislación, es decir, el marco regulador; en la disminución de la generación de ruido y la protección con diferentes medios, como las pantallas acústicas, y a nivel de los profesionales sanitarios, para que tomen conciencia de que la contaminación acústica produce trastornos en la salud.

Los problemas de audición se detectan en individuos con edades comprendidas entre los 30 y los 45 años, cuando hace unos años estas dolencias no eran habituales hasta los 60 años. Un nivel sonoro a partir de los 85 decibelios produce la mencionada fatiga auditiva, y a partir de los 100 se puede lesionar seriamente el oído, los excesos de ruidos pueden provocar un aumento de la presión arterial e infartos de miocardio en personas sometidas a altos niveles; así, los individuos expuestos a los 90 decibelios pueden presentar alteraciones de la circulación coronaria, similares a las provocadas después de una prueba de esfuerzo.

La presión sonora de la voz humana es de unos 60 dBA, mientras que la contaminación acústica puede producir ruidos tan intensos como el de un avión, que a veces supera los 140 dBA.

Escala de ruidos y efectos que producen

dBA	Ejemplo	Efecto.
		Daño a largo plazo
10	Respiración - Rumor de hojas - Pájaros trinando	Gran tranquilidad
20	Susurro	Gran tranquilidad
30	Campo por la noche	Gran tranquilidad
40	Biblioteca	Tranquilidad
50	Conversación tranquila	Tranquilidad
60	Conversación en el aula	Algo molesto
70	Aspiradora - Televisión alta	Molesto
80	Lavadora - Fábrica	Daño posible
85	Tráfico rodado	Daño posible
90	Moto - Camión ruidoso - claxon	Muy molesto Daños
100	Cortadora de césped - Claxon autobús	Muy molesto Daños
110	Bocina a 1 m - Grupo de rock – Interior discotecas	Muy molesto Daños
120	Sirena cercana - Taladradores	Algo de dolor
130	Cascos de música estrepitosos - Avión sobre la ciudad	Algo de dolor
140	Umbral de dolor - Cubierta de portaaviones	Dolor
150	Despegue de avión a 25 m	Rotura del tímpano

Hoy la mejor solución puede consistir en incorporar un estudio de niveles acústicos a la planificación urbanística, con el fin de crear "islas sonoras", es decir espacios con el menor ruido posible y otra solución es, insonorizar los edificios próximos a los "puntos negros" de contaminación acústica, pero ello conlleva coste elevadísimo. Es más eficaz adoptar medidas preventivas, ya que son más rentables,

económica y socialmente. Hay que potenciar campañas de educación medio ambiental, para que todos contribuyan y exijan disminución de los niveles de ruido si es preciso.

Las Ordenanzas Municipales regulan estos aspectos en muchos municipios y en ellas se indican "niveles máximos de ruidos aceptables" procedentes de exteriores y para horario diurno y nocturno. A título orientativo las citamos por su valor:

1. El máximo de ruidos emitidos procedentes de exteriores no sobrepasará estos límites en dBA:

Hospitales	25 dBA
Bibliotecas y Museos	30 dBA
Cines, teatros y Salas de conferencias	40 dBA
Centros docentes y Hoteles	40 dBA
Oficinas y despachos públicos	45 dBA
Grandes almacenes, restaurantes y bares	55 dBA

2. En inmuebles-viviendas: no podrán existir máquinas o aparatos que emitan más de 80 dBA. Se prohíbe el trabajo nocturno si el nivel sonoro sobrepasa 30 dBA. Los aparatos domésticos no podrán emitir por encima de 70 dBA durante el día y de 40 dBA por la noche.

3. Los vehículos: también están sometidos a niveles de emisión de ruidos. Como hemos visto el ruido puede ser perjudicial para la salud humana y ha requerido atenciones e incluso fijaciones legales.

D.- SENSIBILIZACIÓN DE LA CIUDADANÍA

D.1.- INTRODUCCIÓN

La contaminación del aire y las aguas, las basuras, la suciedad en general ocuparon históricamente un primer plano en la preocupación ciudadana, y es respecto a estas cuestiones que se produjeron la mayoría de las denuncias sociales.

Pero últimamente observamos que los ciudadanos están cada vez más sensibilizados por el ruido ambiental. El ruido está considerado un factor negativo para la calidad de vida, y ya se habla de “contaminación acústica”. Se multiplican los estudios para su conocimiento y delimitación y se realiza un esfuerzo a nivel de legislación para combatirlo.

Desde las Asociaciones de Ciudadanos y expertos en el tema, se denuncia el estado de dejación general sobre la problemática del ruido, la falta de atención que este problema ha tenido, tanto por parte del sector político como de los medios de comunicación. No se ha cuidado la calidad de las edificaciones para garantizar un adecuado aislamiento y las infraestructuras no han ido acompañadas de medidas para reducir el impacto acústico.

D.2.- ALGUNOS DATOS PARA SITUAR EL PROBLEMA

En apartados anteriores hemos comentado que España es el segundo país más ruidoso del mundo, después de Japón. Según datos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico-OCDE, 9 millones de españoles están sometidos a un nivel superior a los 65 dBA. Por otro lado, hemos encontrado que según la Mutua de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales-FREMAP, en España existen cuatro millones de personas que trabajan en entornos con unos niveles de ruido superiores a los 85 decibelios.

El ruido provocado por el tráfico y el provocado por las obras del vecindario son los que más molestan a los españoles. Así lo han manifestado un 43% y un

45%, respectivamente, de las personas que han participado en una encuesta realizada por GAES-Centros Auditivos, con motivo del Día Mundial Contra el Ruido. En esta misma encuesta, un 48% de los entrevistados califica su ciudad como muy ruidosa y un 37% como bastante ruidosa.

Desde el punto de vista medioambiental el ruido más importante es el del tráfico, sin embargo, no es el que genera más denuncias. Según un estudio del Instituto Nacional de Estadística-INE del año 2005, el 37% de las denuncias las originan el ruido por ocio nocturno, y sólo un 6% el ruido por tráfico.

D.3.- LA PERCEPCIÓN DEL RUIDO AMBIENTAL POR LOS CIUDADANOS

Se considera que, a pesar de que el ruido por tráfico es el que más molesta, es el que menos denuncias produce porque los ciudadanos no sienten que se pueda hacer nada para solucionarlo. Además, el ruido por tráfico se reduce por la noche, lo que lo hace más soportable. Esta es la dimensión subjetiva del ruido, tan difícil de controlar.

En los últimos años han comenzado a proliferar movimientos ciudadanos contra el ruido, que han incrementado el nivel de conciencia del problema y han puesto en primer plano la descoordinación existente entre administraciones y el vacío legal que ha permitido que se realizara todo tipo de actuaciones, en perjuicio de la calidad de vida de miles de ciudadanos.

Tal como se comenta en el libro “La contaminación acústica en nuestras ciudades”, de Benjamín García Sanz y Francisco Javier Garrido, publicado por la Colección de Estudios Sociales de la Fundación La Caixa, “el ruido, que se percibía como un acompañante socialmente necesario, ha pasado a ser algo molesto y un factor grave de contaminación”. “El ruido no sólo nos molesta, nos desequilibra, nos desasosiega, sino que, además se ha revelado como muy perjudicial para la salud humana y la calidad de vida”. Y continúan: “La lucha contra la contaminación acústica se ha de considerar, pues, como un reto necesario y prioritario. Si no se

establecen medidas correctoras, en el futuro, el ruido será mayor y más molesto que ahora, principalmente por dos razones: la primera, porque crece el número y expansión de las fuentes de ruido, y la segunda, porque aumenta la sensibilidad hacia él. En consecuencia, la reducción de la contaminación acústica ha de ser tomada en cuenta en toda planificación que afecte a la salud y a la calidad de vida; en definitiva, es uno de los objetivos a conseguir simultáneamente con el desarrollo económico y social”.

Según la Psicóloga experta en temas de ruido, Clara Martimortugués, hay ciudades más y menos ruidosas en función del clima (por las actividades de tiempo libre que se realizan en la calle), en función de que tengan más o menos turismo, que cuenten con mayor o menor parque móvil, etc. Sin embargo, los indicadores objetivos del nivel de contaminación acústica de una ciudad no tienen por qué coincidir con lo que piensan sus habitantes. Claramente, el componente psicológico determina si un sonido es considerado ruido.

En opinión del Ministerio de Medio Ambiente, no hay diferencias de resultados al analizar las encuestas entre las ciudades pequeñas y grandes, a no ser que haya un aeropuerto o foco de ruido grande.

D.4.- LA NUEVA NORMATIVA SOBRE RUIDO

La nueva Ley del Ruido tiene como objetivo prevenir, vigilar y reducir los niveles de contaminación acústica, para evitar molestias y daños a la salud y al medioambiente, y garantizar así los derechos constitucionales en relación con la emisión de ruidos molestos.

La ley clasifica el territorio habitado español en áreas acústicas en función del predominio del uso del suelo: residencial, industrial, recreativo y de espectáculos, terciario (distinto del anterior), sanitario y docente, afectado por infraestructuras de transporte y determinados espacios naturales. Para cada área acústica, el Gobierno fija unos objetivos de calidad teniendo en cuenta los valores de los índices de emisión, el grado de exposición de la población y, especialmente, de los grupos

sensibles, la sensibilidad de la fauna y de sus hábitats, la presencia de patrimonio histórico y la viabilidad técnica y económica.

Se declararán Zonas de Protección Acústica Especial aquellos lugares que incumplen los objetivos de calidad acústica. En éstas se elaborarán planes zonales para la mejora acústica progresiva del medio ambiente hasta alcanzar los objetivos deseados. Si fuera imposible cumplir estos objetivos, se declarará Zona de Situación Acústica Especial y se establecerán medidas correctoras para garantizar un ambiente interior con calidad acústica.

La función de esta ley es evitar que surjan problemas, por ejemplo, por construir viviendas a diez metros de una carretera; que se realice una adecuada planificación acústica para todo aquello nuevo que se vaya a construir, y que se haga teniendo en cuenta el ruido que existe en esa zona y utilizando los materiales aislantes acústicamente necesarios para prevenir y evitar.

Esta ley excluye la contaminación acústica originada en la práctica de actividades domésticas o en las relaciones de vecindad, siempre y cuando no exceda los límites tolerables de conformidad con los usos locales.

La ley no hace un tratamiento del ruido de vecindad, porque la normativa que se ha elaborado se basa fundamentalmente en el ruido ambiental... y el ruido ambiental es el que viene de fuera: el ruido de grandes arterias, de vías, de aeropuertos, de ferrocarril...

Sin embargo, lo que más denuncian los vecinos son los ruidos de ocio. El "botellón" no entra en la Ley del Ruido, es un problema de orden público y no un problema medioambiental, según consideran desde el Ministerio de Medio Ambiente.

La actividad aeroportuaria sí se recoge en la Ley del Ruido. Cuando hay un aeropuerto se ponen limitaciones de usos de suelo, para que no se construya bajo la trayectoria de los aviones o cerca del aeropuerto. Cuando las viviendas ya existían y se construye posteriormente un aeropuerto cercano, se debe poner un plan de acción para disminuir el ruido, planes de aislamiento acústico y, en última instancia, se debe trasladar a las familias a otros lugares alejados del foco de ruido.

Esta ley básica se debe desarrollar y aplicar en el marco de todas las Comunidades Autónomas, ya que son ellas las que tienen la competencia de poner en marcha la aplicación de esta normativa básica.

Según Eva Santos, miembro de Brüel & Kjaer Ibérica, fabricantes de equipos de audiometría: “Lo primero es que las Comunidades Autónomas deberán transponerla, es decir, los decretos autonómicos que había hasta ahora en cuanto a control y evaluación del ruido en el entorno deberán actualizarse. Había decretos autonómicos muy antiguos. Los instrumentos que había entonces no son los que hay ahora. Va a obligar a que las Comunidades Autónomas se actualicen y, además, ha producido que se hablara más del ruido, en general, y en los medios de comunicación en particular. También se actualizarán las ordenanzas municipales y servirá para armonizar todos los niveles”.

Estas empresas de ingeniería, especializadas en el tema de acústica, han notado más demanda de información y más venta de equipos, aunque no ha sido un crecimiento espectacular.

La Ley del Ruido es una ley para prevenir, controlar y vigilar la contaminación acústica en aquellos casos en que se superen, y prevé sanciones máximas de hasta 300.000 euros para las infracciones graves.

La Ley del Ruido contempla dos aspectos:

- La trasposición de una directiva comunitaria sobre gestión del ruido ambiental. Consiste en crear mapas estratégicos de ruidos y planes de acción en determinadas aglomeraciones, en determinadas infraestructuras de transportes y en unos plazos determinados.
- Una vez que estén realizados los mapas de ruido, se comenzará con la segunda fase que consiste en la puesta en marcha de los planes de acción. En aquellas zonas donde los mapas de ruido detecten superaciones de los objetivos de calidad o donde se detecten zonas que haya que proteger contra el incremento del ruido se pondrán en marcha una serie de actuaciones.

El último decreto (según el Ministerio de Medio Ambiente) va más allá de la directiva comunitaria: lo que establece son objetivos de calidad, tanto en exterior como en interior, y valores límites a las infraestructuras y actividades.

Establece, por lo tanto, dos formas de actuación: una sobre la calidad del clima acústico, sonoro, en el exterior; y otra sobre la forma en que ese clima acústico influye en el interior, a través del aislamiento que tengan los edificios.

Marca objetivos de calidad en el interior, condicionando el Código Técnico de la Edificación. Las empresas constructoras deben tener en cuenta esta ley al construir sus edificaciones. Si no se respeta el límite de calidad acústica en el interior de la vivienda, el comprador tiene derecho a exigir al vendedor que repare el defecto, y se define como la obligación de saneamiento de vicios o defectos ocultos.

Pero, según Ignacio Sáenz, Presidente de la Plataforma Estatal de Asociaciones contra el Ruido y las Actividades Molestas (PEACRAM), el Código Técnico de Edificación sólo es válido para viviendas que se construyen de ahora en adelante, pero qué hacer con las viviendas que ya están construidas y que no están convenientemente aisladas. La actual Ley del Ruido deja fuera los ruidos vecinales, lo único que dice es que hay que cuidar el medioambiente y da unas normas muy técnicas, y si no hay medición por medio, no hay ruido. De ahí el escepticismo de las Asociaciones frente a su utilidad. Según Jesús Gil, Director de la empresa de estudios, proyectos, mediciones y certificaciones, Acustel, es "defraudante" que en la redacción inicial del Borrador de la Ley se decía que todos los edificios que se construyeran tenían que llevar una medición que garantizara su aislamiento, y en la redacción final, solamente aquellos en los que lo soliciten la comunidad de vecinos o el Ayuntamiento.

Por dejadez de la Administración y falta de planificación se han producido casos complicados pero ahora hay más control y exigencias a la hora de instalar o construir lo que sea. El problema es que los Ayuntamientos pequeños no tienen medios.

D.5.- ¿QUIÉN DEBE REALIZAR LOS MAPAS DE RUIDO Y LAS MEDICIONES ACÚSTICAS?

La ley indica dónde hay que hacer los mapas de ruido, da los indicadores que hay que utilizar y los métodos de evaluación. La directiva obligaba a las ciudades de más de 250.000 habitantes y a los grandes ejes de comunicaciones y aeropuertos a disponer de mapas de ruido como máximo en 2007; pero, todavía faltan algunas que están ya en desarrollo. Las poblaciones con más de 100.000 habitantes e infraestructuras de menores dimensiones están obligadas a elaborar mapas de ruido antes de 2012.

Los mapas de ruido dan información sobre contaminación acústica calle a calle, fachada a fachada.

Cuando la aglomeración está en un término municipal, es el Ayuntamiento el responsable de hacer el mapa de ruido, de elaborarlo y aprobarlo. Cuando el mapa comprenda más de un término municipal, la elaboración le corresponde a la Comunidad Autónoma.

La directiva también dice que hay que hacer mapas de ruido de infraestructuras de transportes (carreteras, ferrocarriles y aeropuertos). En este caso la ley dice que cuando la carretera, ferrocarril o aeropuerto es competencia del Estado, es el Estado el que realiza el mapa de ruido, es decir, el Ministerio de Fomento. Cuando un aeropuerto o carretera es competencia de la Comunidad Autónoma, es ésta la que debe hacer el mapa de ruido. Por lo tanto, va a haber mapas de ruido de Ayuntamientos, mapas de ruido de Comunidades Autónomas y mapas de ruido del Estado. Estos mapas de ruido estratégicos son mapas globales que van a servir luego para desarrollar planes de acción, para identificar prioridades. También hay mapas de ruido más detallados para conocer más en profundidad la situación en una zona determinada.

Respecto a quién debe realizar las mediciones acústicas, la ley sólo indica que deben ser técnicos competentes. Es un tema no resuelto y difícil de resolver. Cada Comunidad Autónoma debe establecer las condiciones mínimas de las entidades de evaluación. La ley sólo dice que el que haga la evaluación tiene que

ser competente y tiene que estar preparado para realizar esa evaluación, y que la autoridad que exige esa evaluación debe velar porque eso se cumpla.

Según el Presidente de PEACRAM, hay muy pocos especialistas en acústica y, por lo tanto, la mayoría de las mediciones que se realizan no son fiables. Cuando se hace una denuncia se acude a la Policía Municipal, que hace una medición que no suele estar bien realizada, porque no saben hacerla, y que no mide la fuente real del ruido, porque con el ruido de la calle es muy difícil determinar claramente cuál es la fuente.

En cuanto a la validez legal de las mediciones que realiza la Policía Municipal, existe cierta confusión: algunas sentencias aceptan las mediciones hechas por la Policía, pero otras no. Una cosa es que la Policía sirva como una primera fuerza de choque pero, luego, los servicios técnicos especializados deben ratificarlo con una medición correcta. Además, dice que realizar una medición es un proceso caro, porque requiere el empleo de equipos caros, con un continuo mantenimiento y que hay que verificar cada año.

D.6.- LA LEY DEL RUIDO Y LOS CIUDADANOS

El Presidente de PEACRAM opina que la ley es ilegible para el ciudadano normal, sólo es entendible para especialistas. Es una ley muy complicada y falta saber qué soporte estructural la va a acompañar. Es también bastante farragosa y que cumple a medias su función, ya que hay una contaminación acústica que no se puede achacar a nadie en concreto y otra generada por actividades concretas, y estas dos cosas la ley debería haberlas separado de una forma clara: una cosa es realizar un mapa de ruido del tráfico, que es algo aséptico (se ponen sensores en diversos puntos y no hay, en principio, ningún culpable del ruido que genera, no habrá nadie intentando malear el mapa de ruido), y otra cosa es cuando se mide en zonas en las que hay personas que tienen interés en obtener un resultado determinado.

D.7.- De los diferentes estudios y encuestas de sensibilización sobre la Contaminación Acústica estudiados, destacamos las siguientes conclusiones:

D.7.1- Sensibilización ante el ruido ambiental en la vivienda

- A casi la mitad de los entrevistados el ruido ambiental en su vivienda le molesta, siendo casi un 20% el porcentaje de los que les molesta en gran medida.
- En las ciudades pequeñas y medianas, más de la mitad de los entrevistados no percibe apenas molestias. Por el contrario, en las ciudades grandes, a más de la mitad el ruido ambiental en su vivienda le molesta bastante.
- La percepción de ruido ambiental está relacionada con la calidad de las ventanas, paredes y techos de la vivienda: a mejor calidad, menor molestia.
- Los más jóvenes y los mayores son los menos sensibles a estas molestias y los de edades intermedias, los más sensibles.
- Las principales fuentes que originan el ruido ambiental son el tráfico rodado general, seguido del ruido de las motocicletas y el ruido que generan los propios vecinos. Sin embargo, los bares y zonas de ocio sólo son mencionados por un 12,8% de los entrevistados.
- Para dos tercios de los entrevistados, el ruido ambiental en su vivienda casi no interfiere en su actividad cotidiana, por ejemplo, en leer, conversar o ver la tele. Y casi a un 20% le interfiere bastante.
- Los jóvenes y mayores son los grupos de edad que menos ven afectada su actividad cotidiana por el ruido.
- Sobre todo, el ruido ambiental interfiere en el sueño, ya que cuando más molesta a los entrevistados es por la noche y a más de un 20% les despierta con frecuencia.
- Más de la mitad de los entrevistados no ha tomado, ni va a tomar, ninguna medida para reducir o evitar el ruido ambiental en su vivienda.

- Entre los que sí han tomado o van a tomar alguna medida, las principales son el aislamiento a través de ventanas de doble cristal, de persianas y cortinas.
- Casi ningún entrevistado no se ha planteado cambiar de domicilio a causa del ruido ambiental de su vivienda. Aunque casi un 10% al menos lo ha pensado.

D.7.2.- Sensibilización ante el ruido ambiental en la ciudad

- A diferencia de lo que ocurre con la vivienda, el ruido ambiental en la ciudad es percibido como más molesto.
- En cuanto a las diferencias por el tamaño de la ciudad, no hay prácticamente diferencias entre ciudades pequeñas o medianas. Los de ciudades grandes, en cambio, opinan que el ruido ambiental de su ciudad es bastante molesto.
- De nuevo, cuanto peor es la calidad de los cerramientos de la vivienda, más molesto resulta el ruido de la ciudad.
- Los jóvenes y los mayores son otra vez más permisivos con el ruido ambiental de su ciudad, que los de edades intermedias.
- El ruido ambiental de la ciudad está originado principalmente por el tráfico rodado general, por el de motocicletas, por el de camiones, por las obras urbanas y por las sirenas, alarmas, etc. En menor medida, por los bares y locales de ocio.
- Casi la mitad de los entrevistados ve afectada su actividad cotidiana (pasear o charlar en la calle) a causa del ruido ambiental (más de lo que interfiere el ruido ambiental en la vivienda).
- A casi la mitad de los entrevistados de ciudades grandes le interfiere bastante el ruido en su actividad cotidiana, en más medida que a los de ciudades pequeñas o medianas.

- El ruido ambiental de la ciudad molesta principalmente durante la mañana, que es cuando el volumen de tráfico rodado es mayor, y poco durante la noche, cuando desciende el volumen de tráfico rodado.
- Casi dos tercios de los entrevistados no toman o van a tomar ninguna medida para reducir o evitar el efecto del ruido ambiental de su ciudad. Entre los que sí toman o van a tomar alguna medida, predomina evitar pasear por ciertas calles, no sentarse en un banco público o en una terraza de la calle y no hablar por teléfono móvil en la calle.
- La inmensa mayoría de los entrevistados no ha pensado (y menos, decidido) cambiar de ciudad de residencia a causa del ruido.

D.7.3.- Sensibilización ante los efectos del ruido ambiental en la salud

- Casi dos tercios de los entrevistados están de acuerdo con que el ruido ambiental es perjudicial para la salud de las personas.
- A más de la mitad de los entrevistados el ruido ambiental no les afecta a su salud. Sin embargo, más de un cuarto dice sufrir a causa del ruido ambiental ansiedad o estrés, falta de concentración e irritabilidad o agresividad. En menor medida, sufren alteraciones del sueño o insomnio.

D.7.4.- Sensibilización ante la reclamación de derechos de los ciudadanos frente al ruido ambiental

- Un 40% de los entrevistados no sabe de la existencia de una ley que ampara a los ciudadanos frente a los problemas del ruido ambiental en la vivienda y en la ciudad. Los entrevistados con una formación académica mayor son los que más saben de la existencia de la Ley de Ruido.
- De los que conocen la existencia de la Ley, tres cuartos dicen que regula el ruido que producen los bares, discotecas, terrazas y locales de ocio; y, en menor medida, dicen que regula el que produce el vecindario, el tráfico rodado y los ferrocarriles o aviones.

- Para la mayoría de los que conocen la existencia de la Ley, el organismo responsable de su aplicación es el propio Ayuntamiento, y para más de la mitad la Ley no se está aplicando.
- Son muy pocos los entrevistados que han solicitado alguna vez una medición de ruido de su vivienda. De ellos, casi la mitad se lo solicitó al Ayuntamiento y, en menor medida, a una empresa especializada en dichas mediciones.
- Con independencia de que hayan realizado alguna vez una medición o no, la mayoría de los entrevistados la solicitaría a su Ayuntamiento o a la Policía Municipal.
- Son también muy pocos los entrevistados que han realizado alguna vez una denuncia sobre el ruido ambiental de su vivienda o de su ciudad. De ellos, más de la mitad la realizó en la Comisaría y, en menor medida, en el Ayuntamiento.
- En las ciudades grandes, el porcentaje de entrevistados que ha presentado alguna vez una denuncia es mayor que en las ciudades medianas o pequeñas.
- Con independencia de que hayan interpuesto alguna vez una denuncia o no, la mayoría de los entrevistados la realizaría a su Ayuntamiento o en la Comisaría.

E.- ESTUDIO DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN EL IES ZAPATÓN. MAPA DE RUIDO

E.1.- INTRODUCCIÓN

Los mapas acústicos se realizan con la finalidad de mostrar, en unas determinadas condiciones ambientales, temporales y de actividad, el ambiente sonoro de la zona a estudiar.

La pretensión del estudio se dirigió, desde su planteamiento inicial, a intentar plasmar la realidad acústica de un aula, posteriormente se consideró que sería más interesante realizarlo en el Aula de Tecnología y finalmente se consideró más ambicioso hacer el trabajo en el Instituto de Educación Secundaria Zapatón, en toda su extensión y complejidad, así como contemplar las situaciones diferentes que fueran de especial interés para el conocimiento de la contaminación acústica en el Centro, teniendo en cuenta la gran diferencia que se produce según los tramos horarios; diferencia, que lógicamente, influye en la vida del IES y, por tanto, es uno de los factores que inciden en la calidad de vida de sus miembros, el ruido.

E.2.- METODOLOGÍA

Idealmente, la medición de ruido se debería hacer de forma continua para recoger todas las fluctuaciones, pero, extendido a muchos puntos de medida, resulta muy laborioso. El método empleado en la realización del Mapa del IES Zapatón consiste en un estudio estadístico, donde se utiliza una técnica de muestreo temporal, mediante la cual, se mide el nivel de ruido presente durante intervalos de tiempo, relativamente cortos y en diferentes tramos horarios, incluidos en las 6 horas de actividad docente por la mañana, con el fin de recoger las posibles variaciones de las actividades escolares.

Por tanto, se establecieron unos tramos horarios para la toma de las muestras, como se detalla a continuación:

Primer tramo: 10:15 a 10:35 horas. Primer recreo.

Segundo tramo: 11:00 a 11:15 horas. Periodo de clase.

Tercer tramo: 11:25 a 11:30 horas. Cambio de clases.

Cuarto tramo: 12:20 a 12:40 horas. Segundo recreo.

Quinto tramo: 14:20 a 14:30 horas. Salida del IES.

La duración de cada muestra al día es: en los tramos de recreo 20 minutos, durante las clases 1 minuto, en el cambio de clase 5 minutos y en la salida del IES 10 minutos; en total 36 minutos al día. Se considera que el tiempo utilizado en cada tramo es suficientemente representativo.

El estudio se realizó de octubre a diciembre, las medidas se interrumpieron en periodos vacacionales y festivos, y sólo se efectuaron en días laborables de lunes a viernes. En total 10 semanas = 50 días = 1800 minutos medidos.

Nuestra zona de estudio abarca todos los edificios del IES Zapatón.

Distinguimos cuatro tipos de espacios:

- Tipo 1: Aulas generales, Aulas-Materia, Laboratorios para la ESO y Bachillerato y Dependencias de Administración, Coordinación y Dirección.
- Tipo 2: Laboratorios de Prácticas de Formación Profesional, Gimnasio, Aula Ámbito Práctico y Aula de Tecnología.
- Tipo 3: Pasillos y vestíbulos.
- Tipo 4: Espacios exteriores de recreo.

Las mediciones se realizaron en dBA y utilizando la posición de tiempo de respuesta rápida (FAST) de los medidores de ruido, en el exterior se hicieron bajo condiciones atmosféricas favorables (ausencia de viento y precipitaciones).

El micrófono se debe colocar a una altura de 1,5 m sobre la superficie del suelo. También hay que tener en cuenta la presencia de superficies próximas que puedan reflejar el sonido y guardar una separación mínima de 0,5 m.

En los espacios de tipo 1 se recogieron muestras de diferentes aulas, laboratorios y despachos, comprobándose desde el principio, que las medidas eran iguales en todos ellos, por lo que el muestreo sólo continuó en el Aula 1, Laboratorio de Biología y Secretaría.

Tipo 2: hubo muestreos aleatorios en los diferentes Laboratorios. El micrófono se colocó en diferentes puntos de un mismo laboratorio.

En pasillos y vestíbulos (tipo 3) se utilizaron tres puntos de medida: extremos y centro.

En el exterior (tipo 4) se media siempre en puntos diferentes.

Los índices empleados para representar el ruido ambiental fueron el nivel de presión sonora continuo equivalente (L_{eq}) y los niveles percentiles (L_n), ya que con ellos se pueden evaluar los niveles de ruido existentes en cada punto durante un periodo de tiempo determinado.

De los posibles niveles percentiles se utilizaron aquellos más representativos y más utilizados en el campo del ruido ambiental, es decir, L_{10} , L_{50} y L_{90} , siendo estos respectivamente, los niveles sonoros sobrepasados durante el 10%, 50% y 90% del tiempo medido. El L_{90} se emplea para indicar el nivel ruido de fondo y el L_{10} para señalar los niveles más altos.

Según lo expuesto, para el total del Mapa de Ruido del IES Zapato:

Nº de espacios tipo 1: 63.

Nº de espacios tipo 2: 14.

Nº de espacios tipo 3: 13.

Nº de espacios tipo 4: 3.

Nº de puntos de medición: 33.

Tiempo total de medición: 1800 minutos.

Tiempo de medida total/punto: 52,94 min.

Se dispuso de los siguientes equipos de medida:

- Sonómetro Analizador Clase 1 CESVA, modelo SC310.
- Calibrador acústico Clase 1 CESVA, modelo CB-5.
- Sonómetro HIBOK, modelo 412.

Todos los aparatos se calibraron antes y después de cada medida. Igualmente, se tomaron las precauciones necesarias para este tipo de medidas, en

cuanto a distancia, altura del trípode, incidencias meteorológicas adversas y otras que supusieran alteraciones importantes en las mediciones.

E.3.- RESULTADOS

En el IES Zapatón hay 93 espacios, utilizándose 33 puntos de medida para el estudio completo y realización del Mapa de Ruido. Del total de los espacios estudiados, 42 (45,16%) superan el nivel de 65dBA, límite aceptable durante el día según las diferentes legislaciones europeas, aunque según un informe publicado por la Universidad de Estocolmo para la Organización Mundial de la Salud (OMS), considera los 50 dBA como el límite superior deseable.

Después de analizar todas las medidas realizadas, vemos que el valor máximo alcanza un nivel de Leqmax de 100,9 dBA, medido en el vestíbulo principal del IES durante el segundo recreo del viernes 26 de noviembre de 2010.

Con respecto a los diferentes tipos de espacios los resultados han sido los siguientes:

Espacios Tipo 1 (Aulas generales, Aulas-Materia, Laboratorios para la ESO y Bachillerato y Dependencias de Administración, Coordinación y Dirección): el 66 % de los espacios están por debajo de los 65 dBA, el resto no llega a 70 dBA (ruido molesto).

Espacios Tipo 2 (Laboratorios de Prácticas de Formación Profesional, Gimnasio, Aula Ámbito Práctico y Aula de Tecnología): Sólo 3 espacios están por debajo de 65 dBA. El 100% de peluquería, el 80 % de electrónica, el 50% de electricidad y las Aulas de Ámbito Práctico y tecnología junto con el Gimnasio están por encima de los 65 dBA. El 50 % superan los 70 dBA (ruido molesto) y el laboratorio de peluquería T2B llega a los 88,3 dBA (ruido muy molesto con posibles daños de oído a largo plazo).

Espacios Tipo 3 (Pasillos y vestíbulos): El 61,54 % (8 espacios de 13) superan los 65 dBA. En estas zonas es donde mayor índice de ruido se ha medido. Existen tres puntos que superan los 80 dBA (Porche de entrada, vestíbulo principal y

pasillo de Jefatura de Estudios), incluso en el vestíbulo principal en tres ocasiones se han superado los 100 dBA.

Espacios Tipo 4 (Espacios exteriores de recreo): En todos los puntos se superan los 80 dBA, habiendo picos máximos de 110 dBA.

Todas las medidas realizadas (1800 minutos) quedan recogidas en soporte informático anexo a esta memoria. Para su exploración se necesita el programa CESVA Capture Studio. Un gráfico representativo de cada punto de medición queda recogido en el Anexo I.

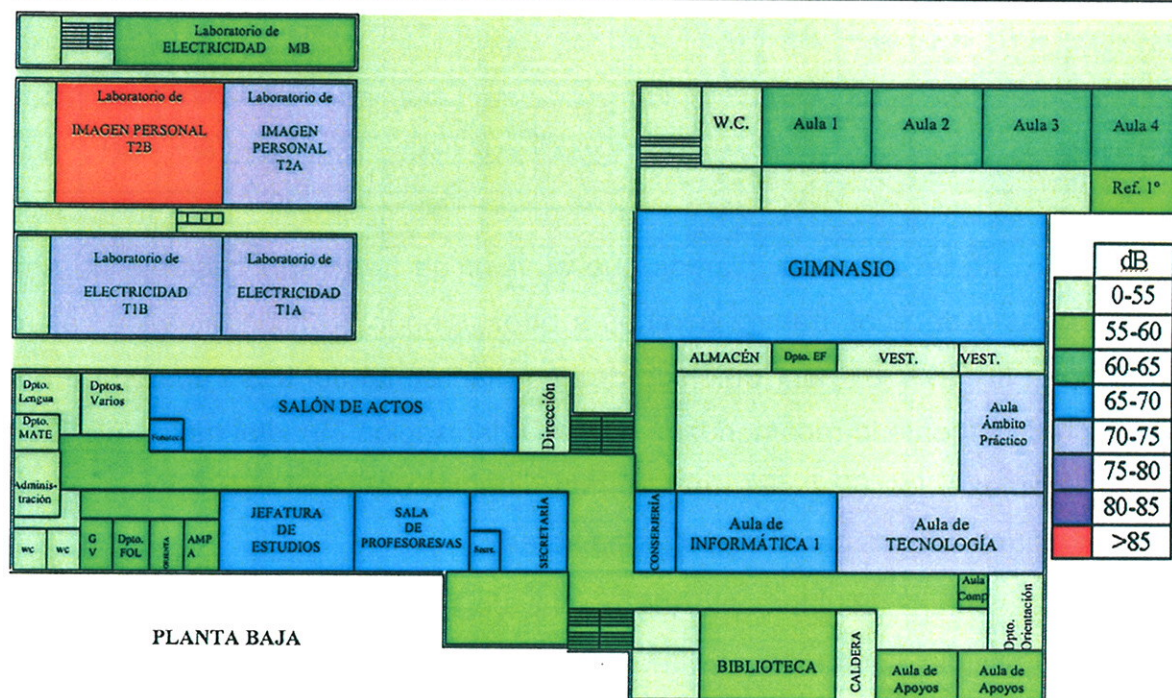
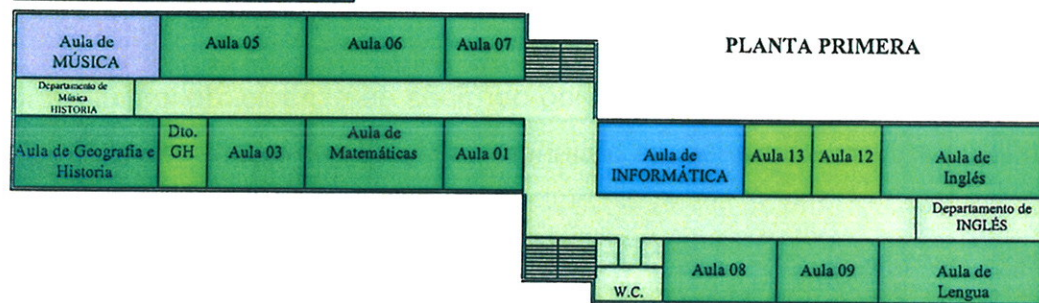
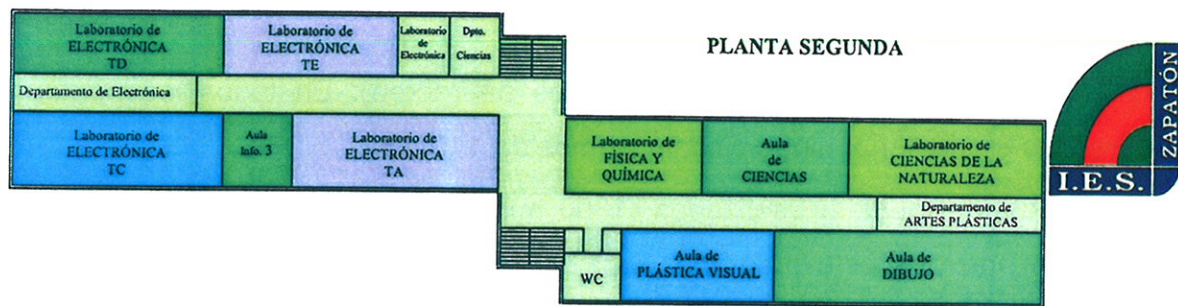
Observando las diferentes mediciones en el tiempo, se comprueba que es necesario confeccionar tres Mapas de Ruido del IES Zapatón. El primero se realiza promediando todos los niveles de ruido de los diferentes puntos medidos durante el tramo horario de clase. El segundo durante los recreos y el tercero durante los cambios de clase y salida del Centro.

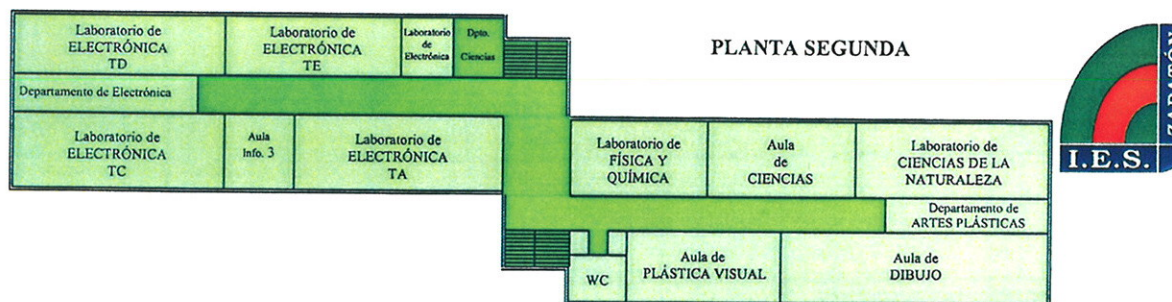
Promediando todos los niveles de ruido por tipos de espacio, de los diferentes puntos medidos por tramos horarios, se obtienen los siguientes valores dBA:

	Horario de Clase				Horario d Recreos				Horario de Salida				Promedio de Mañana				Promedio
Espacios	Tipo1	Tipo2	Tipo3	Tipo4	Tipo1	Tipo2	Tipo3	Tipo4	Tipo1	Tipo2	Tipo3	Tipo4	Tipo1	Tipo2	Tipo3	Tipo4	IES
Leqmax	75,7	95,7	50,1	49,1	45,7	49,8	100,9	110,0	46,9	46,7	100,9	101,1	75,7	95,7	100,9	110,0	83,3
LEQ	62,27	69,42	48,7	49,5	44,7	46,3	85,4	88,6	45,6	45,6	87,6	75,4	62,27	69,42	69,49	85,07	65,1
L10	64,5	71,6	50,7	51,3	47,6	49,9	88,7	91,4	50,0	50,0	89,8	77,6	64,9	78,8	79,5	85,7	69,7
L50	59,6	66,3	45,6	46,7	44,5	45,9	84,1	87,2	45,4	45,4	85,2	72,1	59,1	68,7	69,1	76,9	62,5
L90	55,3	60,1	45,6	45,6	44,5	45,8	80,7	82,4	45,4	45,4	83,6	69,5	54,1	55,5	56,7	60,1	54,9

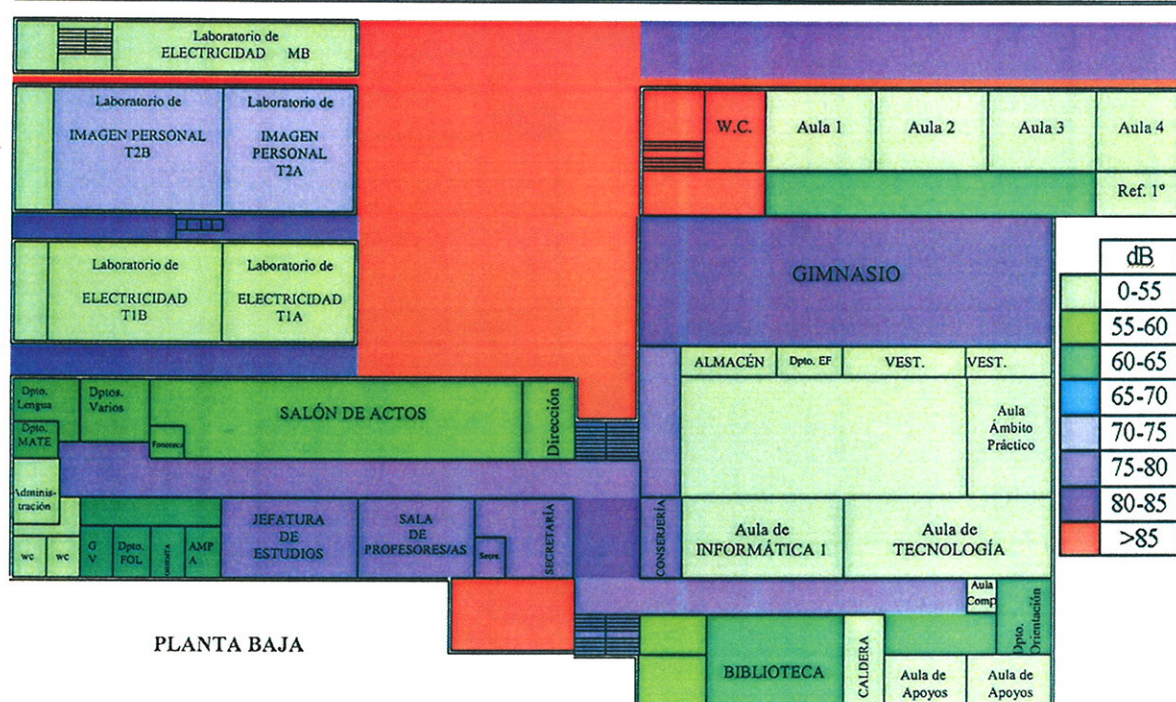
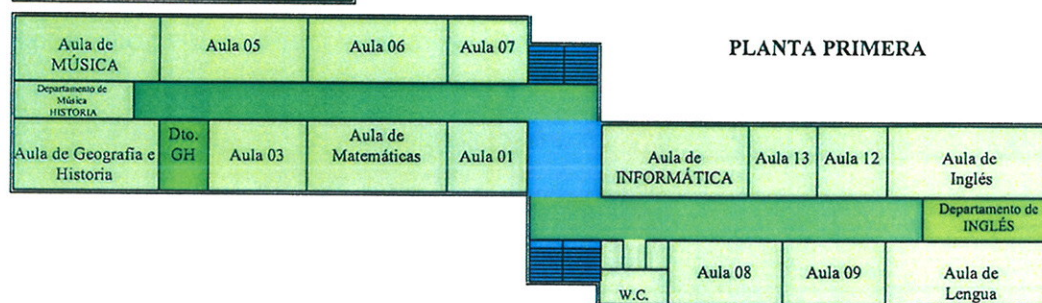
Dentro de la tabla observamos que el valor de Leq varía bastante de unas zonas a otras y de unos tramos horarios a otros, siendo preocupantes los valores superiores a 80 dBA. El valor obtenido de Leq diario total del IES Zapatón de 65,1 dBA es prácticamente lo recomendado por la Organización Mundial de la Salud. Los 83,3 de Leqmax y los 69,7 dBA de L10 dan muestra del bajo nivel de confort que existe en algunas zonas del IES y a ciertas horas.

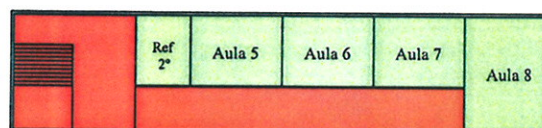
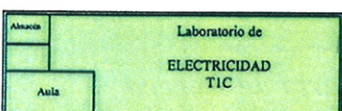
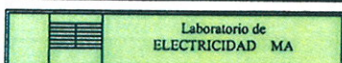
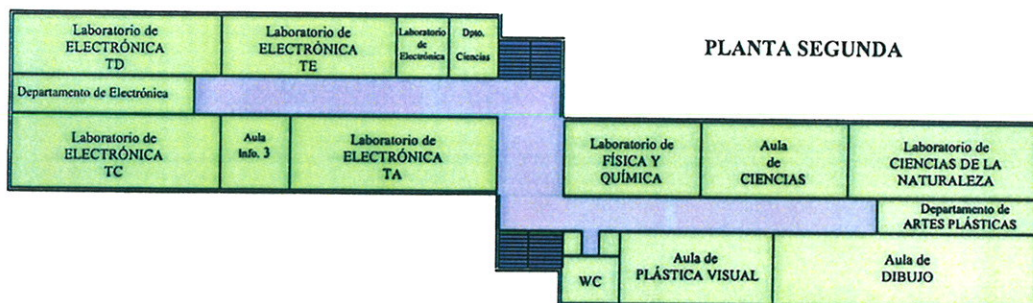
Se presentan seguidamente los mapas de ruido del IES Zapatón para los tramos horarios: clase, recreos y salida.



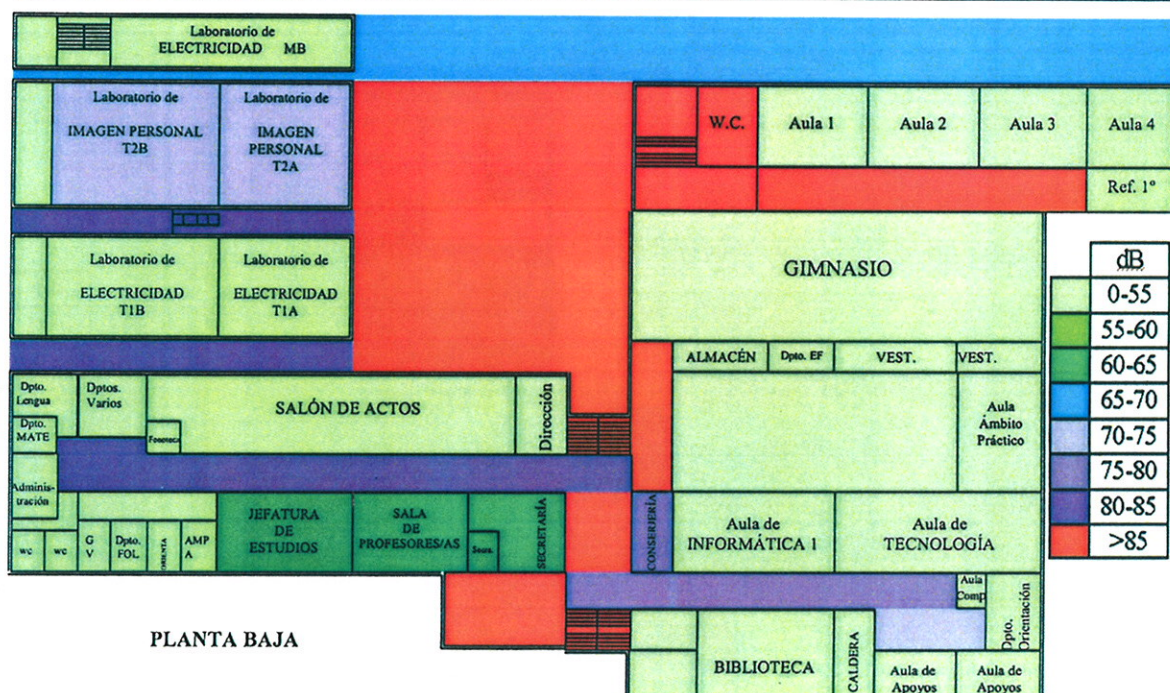
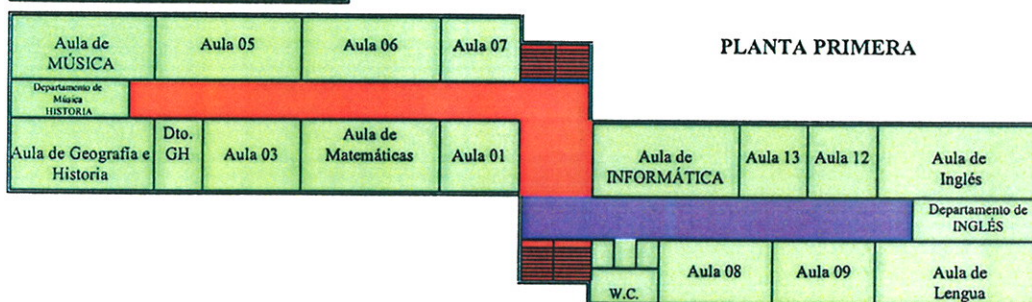


Mapa de Ruido en Horario de Recreo

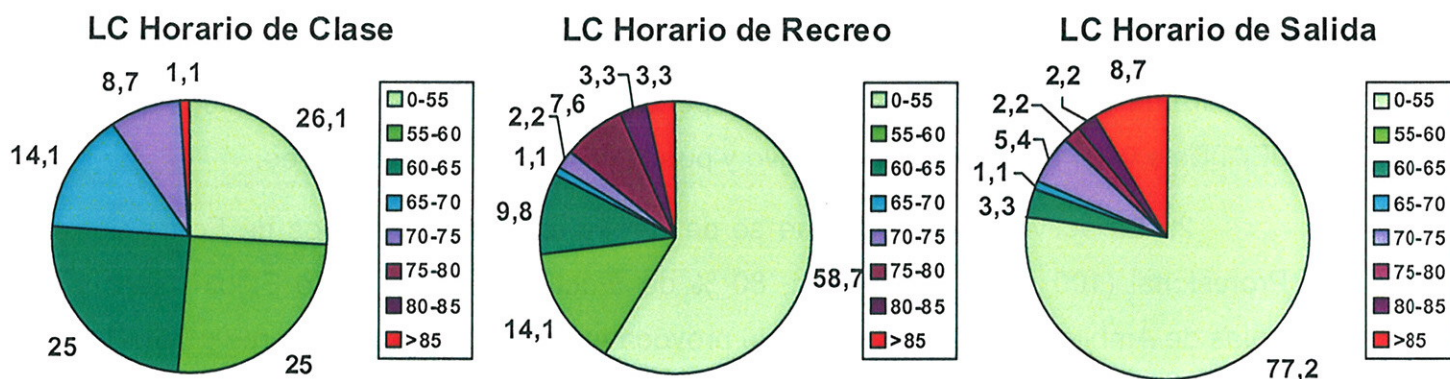




Mapa de Ruido en Horario de Salida



Observando los datos de los Mapas de Ruido del IES Zapatón de Leq en intervalos de 5 en 5 dBA obtenemos las siguientes gráficas en %:



Donde podemos observar que en los tres tramos horarios, más del 75 % de los espacios tienen un nivel de ruido Leq inferior a 65 dBA y que un 1,1 % en horario de clase, un 14,2 % en el recreo y un 13,1 % a la salida son superiores a los 75 dBA, nivel excesivo correspondiente principalmente a los espacios de recreo, Laboratorio T2B de peluquería y a los accesos de salida.

D.4.- CONCLUSIONES

Teniendo en consideración los tramos horarios y los niveles educativos que se imparten en el Instituto, los índices de ruido durante los recreos, los cambios de clase y la salida del Centro, aunque excesivos en algunas zonas, son normales debido a la actividad que se desarrolla. Por otro lado, la exposición a niveles superiores a 75 dBA no es larga ni continua, por lo que el efecto crítico sobre la salud será de ciertas molestias sin producirse daños auditivos.

En cuanto al tramo de horario de clase, el 76,1 % de los espacios está por debajo de 65 dBA, límite superior aceptable según las legislaciones europeas. Pero hay que hacer las siguientes matizaciones: Un informe publicado en 1995 por la Universidad de Estocolmo para la Organización Mundial de la Salud (OMS), considera los 50 dBA como el límite superior deseable. Y por otro lado una

conversación en un Aula llega a 60 dBA. Teniendo esto en cuenta se puede llegar a la siguiente conclusión: **el Instituto de Educación Secundaria Zapatón es moderadamente ruidoso** con excepciones por exceso que son:

1.- La actividad desarrollada en Conserjería, Secretaría, Sala de Profesores y Jefatura de Estudios provoca índices superiores a 65 dBA, con algunos picos de 80 dBA. Este valor se considera excesivo y puede provocar molestias leves.

2.- La actividad docente que se desarrolla en los Laboratorios de Formación Profesional (100 % de Peluquería, 80 % de Electrónica y 50 % de Electricidad) y Aulas de Ámbito Práctico y Tecnología provoca índices de ruido superiores a 75 dBA. Son valores altos y una exposición prolongada podría provocar molestias auditivas.

3.- Cabe reseñar las mediciones realizadas en los Laboratorios de Peluquería, con niveles de ruido muy alto, destacando el Laboratorio T2B en donde se supera los 85 dBA. La utilización de secadores y la densidad alta de personas entre alumnado y modelos provoca un excesivo nivel de ruido. La exposición prolongada a este nivel de ruido podría causar daños leves auditivos.

F.- ESTUDIO DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN LA CIUDAD DE TORRELAVEGA. MAPA DE RUIDO

F.1.- INTRODUCCIÓN

Los mapas acústicos se realizan con la finalidad de mostrar, en unas determinadas condiciones ambientales, temporales y de actividad, el ambiente sonoro de la zona a estudiar.

La pretensión del estudio se dirigió, desde su planteamiento inicial, a intentar plasmar la realidad acústica de la ciudad de Torrelavega, en toda su extensión y complejidad, así como a contemplar las situaciones diferentes que fueran de especial interés para el conocimiento de aquella y teniendo en cuenta la gran transformación ocurrida en Torrelavega en los últimos años, transformación, que lógicamente, ha influido en su vida cotidiana y, por tanto, en uno de los factores que más inciden en la calidad de vida de sus vecinos, el ruido.

F.2.- METODOLOGÍA

Idealmente, la medición de ruido se debería hacer de forma continua para recoger todas las fluctuaciones, pero, extendido a muchos puntos de medida, resulta muy laborioso. El método empleado en la realización del Mapa de Torrelavega consiste en un estudio estadístico, donde se utiliza una técnica de muestreo temporal, mediante la cual, se mide el nivel de ruido presente durante intervalos de tiempo, relativamente cortos y en diferentes tramos horarios, con el fin de recoger las posibles variaciones de las actividades comunitarias. Nuestras posibilidades han sido limitadas y los tramos horarios fueron sólo de 12 a 22 horas y durante seis meses, por lo que consideramos el proyecto como una aproximación a la realidad, siendo conscientes que un estudio completo necesita una duración mínima de un año y la medición debe cubrir las 24 horas al día.

Por tanto, se establecieron unos tramos horarios para la toma de las muestras, como se detalla a continuación:

Primer tramo: 12:00 a 15:00 horas

Segundo tramo: 18:00 a 19:00 horas.

Tercer tramo: 21:00 a 22:00 horas.

La duración de cada muestra es de 10 minutos de forma continua y sin interrupciones. Se considera que el tiempo utilizado en cada tramo es suficientemente representativo.

El estudio se realizó de noviembre a marzo, las medidas se interrumpieron en periodos vacacionales escolares. El alumnado se fue alternando en las mediciones y recogió datos los siete días de la semana. En total fueron 15 semanas = 105 días = 3150 minutos.

Nuestra zona de estudio abarca las redes viarias más importantes de Torrelavega. Distinguimos tres tipos de calles:

- Las calles de circunvalación, con sus rotondas, que conforman lo que coloquialmente denominamos “ruta del colesterol”, formada por las calles Avenida Antonio Bartolomé Suárez, Avenida Eduardo López Pisano, Avenida Pedro Sobrado, Avenida Rufino Peón, Avenida Eulalio Ferrer, Calle Manuel Pondal y Avenida de Lucio Marcos. En estas calles se realizaron las medidas en las diferentes rotondas.
- Cuatro Caminos y sus calles: Calle José María Pereda, Calle Julián Ceballos con la Avenida de Bilbao, Calle Joaquín Cayón con la Avenida del Besaya y Calle José Posada Herrera con Paseo Julio Hauzeur.
- Barrios: Se ha medido en las cuatro zonas en que queda dividida Torrelavega por las calles que confluyen en la Glorieta de Cuatro Caminos y exteriormente se delimita por la circunvalación antes descrita.

Las mediciones se realizaron en dBA y utilizando la posición de tiempo de respuesta rápida (FAST) de los medidores de ruido, bajo condiciones atmosféricas favorables (ausencia de viento y precipitaciones).

El micrófono se debe colocar a una altura de 1,5 m sobre la superficie del suelo. También hay que tener en cuenta la presencia de superficies próximas que puedan reflejar el sonido y guardar una separación mínima de 1,5 m.

Las superficies de carreteras mojadas dan unos niveles incrementados de ruido. Lo ideal hubiera sido esperar al secado de las calles, pero el límite de tiempo del estudio lo impidió.

Los índices empleados para representar el ruido ambiental fueron el nivel de presión sonora continuo equivalente (L_{eq}) y los niveles percentiles (L_n), ya que con ellos se pueden evaluar los niveles de ruido existentes en cada punto durante un periodo de tiempo determinado.

De los posibles niveles percentiles se utilizaron aquellos más representativos y más utilizados en el campo del ruido ambiental, es decir, L_{10} , L_{50} y L_{90} , siendo estos respectivamente, los niveles sonoros sobrepasados durante el 10%, 50% y 90% del tiempo medido. El L_{90} se emplea para indicar el nivel ruido de fondo y el L_{10} para señalar los niveles más altos.

Según lo expuesto, para el total del Mapa de Ruido de la ciudad de Torrelavega:

Nº de calles y vías estudiadas: 32.

Nº de puntos de medición: 36.

Tiempo total de medición: 3150 minutos.

Tiempo de medida total/punto: 87,5 min.

Se dispuso de los siguientes equipos de medida:

- Sonómetro Analizador Clase 1 CESVA, modelo SC310.
- Calibrador acústico Clase 1 CESVA, modelo CB-5.
- Sonómetro HIBOK, modelo 412.

Todos los aparatos se calibraron antes y después de cada medida. Igualmente, se tomaron las precauciones necesarias para este tipo de medidas, en cuanto a distancia, altura del trípode, incidencias meteorológicas adversas y otras que supusieran alteraciones importantes en las mediciones.

F.3.- RESULTADOS

Del total de los puntos medidos el 75,86 % superan los 65 dBA, límite aceptable durante el día en ambiente externo según las diferentes legislaciones europeas, aunque según un informe publicado por la Universidad de Estocolmo para la Organización Mundial de la Salud (OMS), considera los 50 dBA como el límite superior deseable.

Después de analizar todas las medidas realizadas, vemos que el valor máximo promediado al cabo del día, alcanza un nivel Leq de 78,7 dBA medido en la rotonda del IES Miguel Herrero. En este mismo punto es donde hemos encontrados el pico más alto Leqmax = 94,6 dBA, medido a las 12 horas del 17 de enero de 2011. Cabe destacar la complejidad de dicha rotonda con una densidad de tráfico muy grande.

Como se describió anteriormente, la ciudad de Torrelavega la hemos dividido en tres tipos de calles, obteniendo los siguientes datos:

- Circunvalación: El 64 % de sus tramos superan los 70 dBA. La zona oeste es la que soporta índices más elevados con valores que superan los 75 dBA, mientras que en el sur hay zonas que no llegan a los 60 dBA.
- Cuatro Caminos y sus Calles: Es la zona más ruidosa de la ciudad. En todos los puntos medidos, menos en uno, se superan los 70 dBA, llegando en innumerables ocasiones a superar los 80 dBA. Las medidas en toda esta zona ha sido uniforme sin diferencias entre unas calles y otras.

- Barrios: Observando las cuatro zonas en que queda dividida Torrelavega por las calles que confluyen en Cuatro caminos, la que soporta un índice mayor de ruido es la sureste, superando los 70 dBA. El 50 % de los puntos medidos no llega a los 65 dBA.

Todas las medidas realizadas (3150 minutos) quedan recogidas en soporte informático anexo a esta memoria. Para su exploración se necesita el programa de CESVA Capture Studio. Un gráfico representativo de cada punto de medición queda recogido en el Anexo II.

Observando los diferentes tramos horarios, se comprueba que es necesario confeccionar dos Mapas de Ruido de la Ciudad de Torrelavega. Se comprueba que los índices de ruido medidos en el tramo de 12 a 15 horas son claramente superiores al resto.

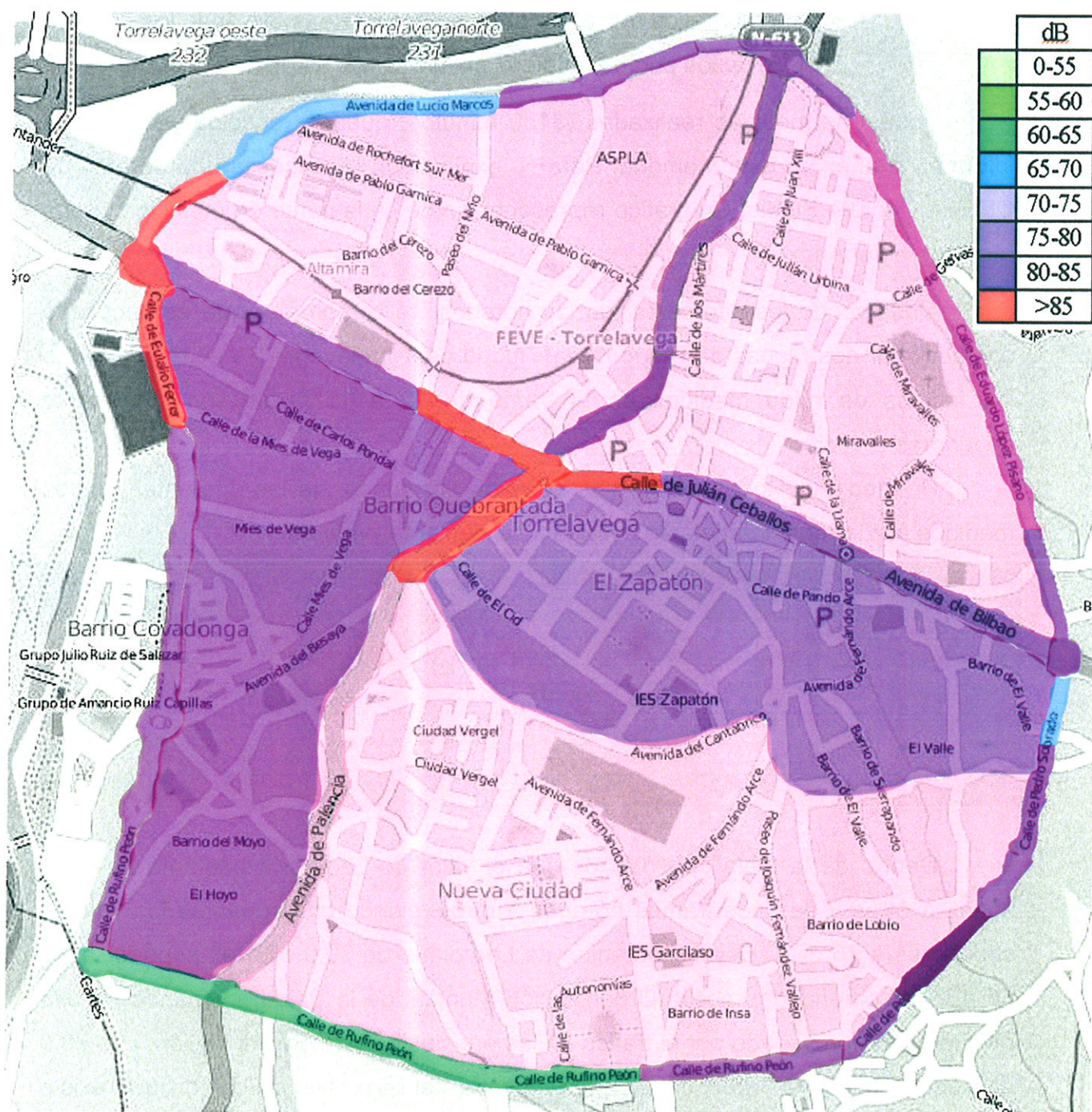
Promediando todos los niveles de ruido por zonas, de los diferentes puntos medidos por tramos horarios, se obtienen los siguientes valores dBA:

	Circunvalación				Cuatro Caminos y sus Calles				Barrios				Promedio			
	12-15	18-19	21-22	Pro.	12-15	18-19	21-22	Pro.	12-15	18-19	21-22	Pro.	12-15	18-19	21-22	Tvga
Leqmax	86,2	75,8	76,7	79,6	88,7	80,1	77,4	82,1	82,7	73,1	72,9	76,2	85,9	75,2	75,7	78,9
LEQ	76,7	67,8	66,9	70,5	80,1	75,8	70,1	75,3	74,3	63,5	62,7	66,8	77,0	69,0	66,6	70,9
L10	78,1	71,4	70,4	73,3	82,5	72,0	73,5	76	77,9	69,2	68,7	71,9	79,5	70,9	70,9	73,8
L50	67,8	57,4	58,2	61,1	70,5	60,8	59,6	63,6	69,9	58,3	58,3	62,2	69,4	58,8	58,7	62,3
L90	64,4	52,4	51,9	56,2	66,2	59,8	58,7	61,6	67,8	55,6	56,7	60,0	66,1	55,9	55,8	59,3

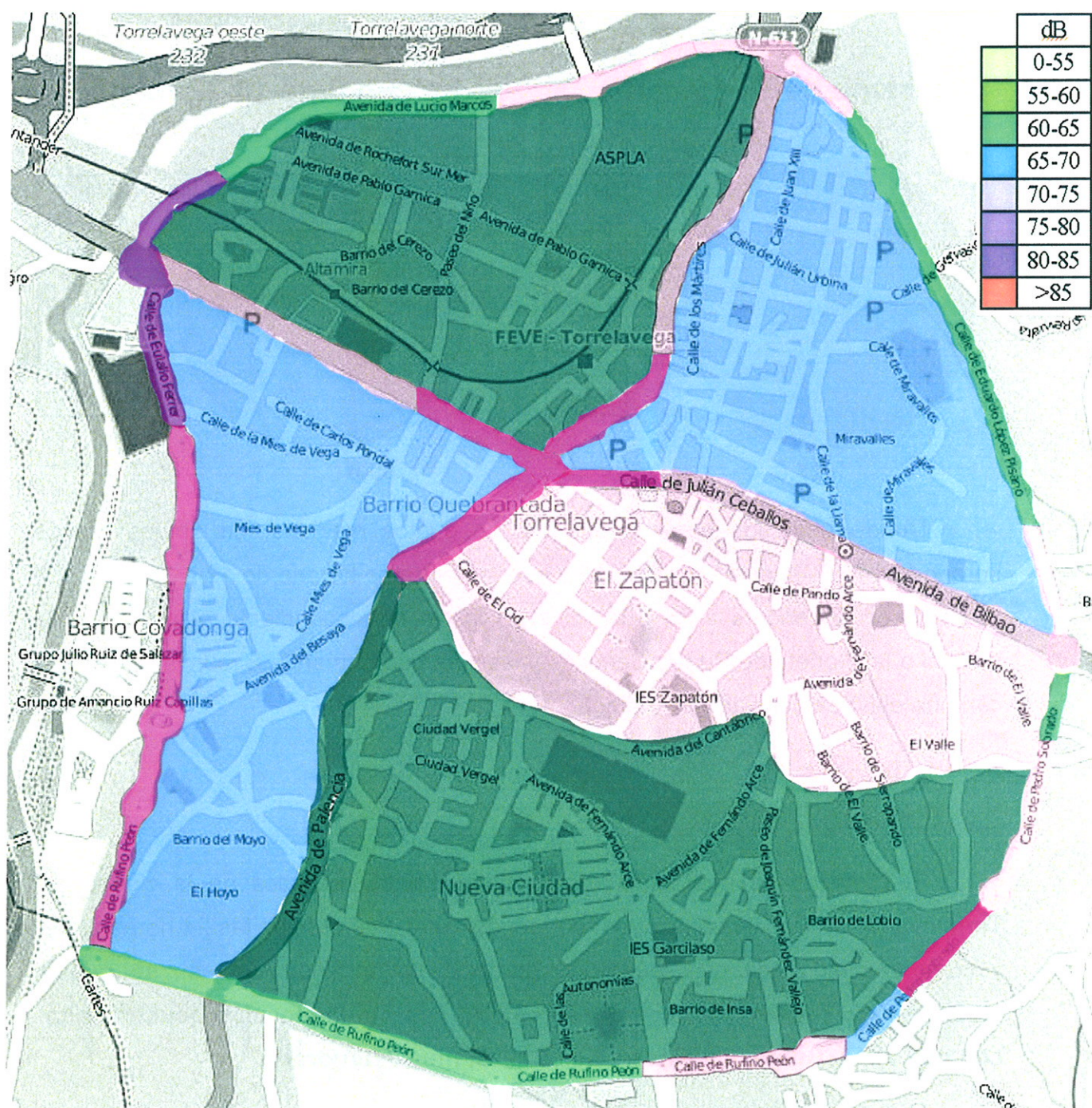
Dentro de la tabla observamos que el valor de Leq varía bastante de unas zonas a otras y de unos tramos horarios a otros, siendo preocupantes los valores superiores a 75 dBA. El valor obtenido de Leq diario de 70,9 dBA es superior a los 65 dBA recomendados por la Organización Mundial de la Salud, indicando un alto nivel de ruido provocado por el tráfico en las principales vías de circulación. Los 78,9 de Leqmax y los 73,8 dBA de L10 dan muestra del bajo nivel de confort que existe en la ciudad.

Se presentan seguidamente los mapas de ruido de la Ciudad de Torrelavega en tramos diurnos de Leq.

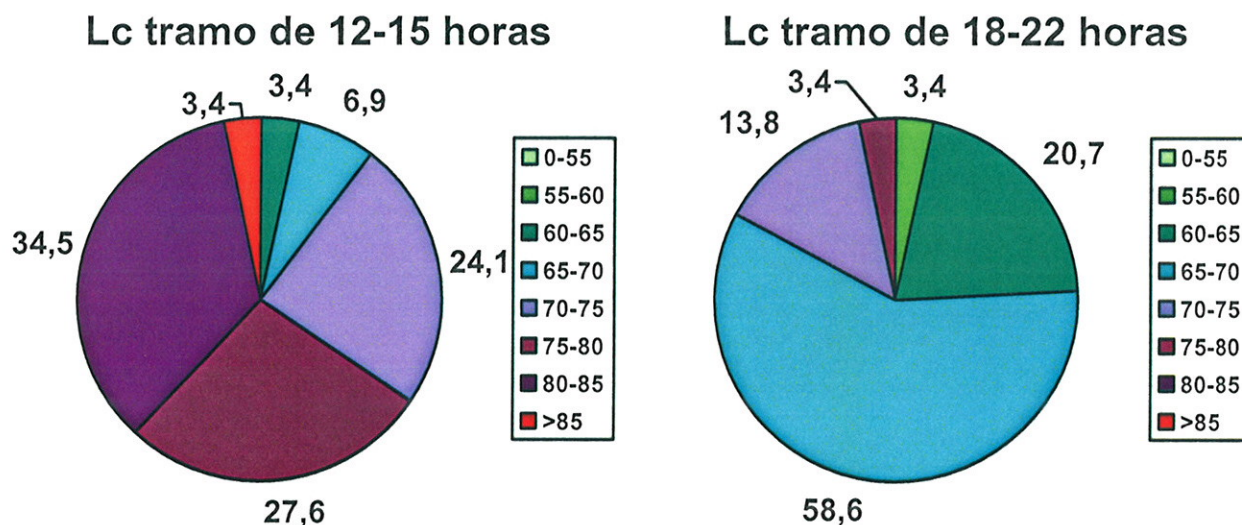
MAPA ACÚSTICO DE TORRELAVEGA TRAMO DE 12 A 15 HORAS



MAPA ACÚSTICO DE TORRELAVEGA TRAMO DE 18 A 22 HORAS



Observando los datos de los Mapas de Ruido de la Ciudad de Torrelavega de Leq en intervalos de 5 en 5 dBA obtenemos las siguientes gráficas en %:



Donde podemos apreciar que de los puntos medidos, en ambos tramos horarios, el 75 % superan los 65 dBA y que, en el tramo horario de 12 a 15 horas, un 65,5 % son superiores a 75 dBA, nivel excesivo correspondiente a las calles de acceso a la Glorieta de Cuatro Caminos y las vías que forman la Circunvalación, vías con una elevada densidad de tráfico.

E.4.- CONCLUSIONES

El proyecto es una aproximación a la realidad acústica de la ciudad de Torrelavega. Un trabajo completo debe recoger muestras durante las 24 horas al día y como mínimo tiene que tener una duración de un año. Aún así, **se puede considerar a Torrelavega, como una ciudad con contaminación acústica alta, con una zona, Cuatro Caminos y sus Calles, muy deteriorada.**

La causa predominante de la contaminación acústica es la circulación de vehículos, y en menor medida la aglomeración de personas conversando en voz alta en zonas determinadas.

Con respecto a la circulación de vehículos, cabe distinguir las causas de los picos escasos de las de los picos frecuentes. Los picos frecuentes se deben en su

mayoría a vehículos pequeños, como automóviles, motocicletas y furgonetas. Los picos escasos, de mayor nivel, se deben, por un lado a los vehículos dando acelerones o frenazos y por otro lado, motocicletas, autobuses y otros vehículos con el escape en malas condiciones.

Se han detectados los picos máximos de contaminación acústica en las diferentes rotondas de la ciudad y en el cruce de Cuatro Caminos. La existencia de rotondas descongestiona el tráfico y lo hace más fluido, lo cual debería resultar beneficioso desde el punto de vista acústico, ya que disminuyen los niveles de ruido al no haber estacionalidad permanente de vehículos, como sucede en el caso de semáforos. Por el contrario los niveles de ruido son altos debido a la gran densidad de tráfico y a la excesiva velocidad.

El nivel de ruido en Cuatro Caminos y sus Calles es excesivamente alto (> 75 dBA) y por lo tanto preocupante. Calles con edificios de gran altura, calzadas estrechas y vías de doble sentido de circulación son factores que contribuyen enormemente al incremento global de los niveles de ruido.

En algunas zonas es habitual además el estacionamiento antirreglamentario, lo que provoca picos de ruido al obstaculizar el flujo normal de tráfico. Un ejemplo claro es la contaminación acústica que se produce a la salida de todos los Centros Educativos.

En los horarios de descarga de mercancía, los camiones o furgonetas correspondientes suelen mantener los motores en funcionamiento, incrementando el nivel de ruido ambiente. Este problema se verifica también en casos de embotellamientos o de proximidad de semáforos y rotondas, donde las bocinas cobran también un papel importante en la elevación del nivel de ruido.

Para finalizar, incidir en la importancia que tienen la planificación urbanística, el tipo de asfalto, la velocidad y la educación vial en la disminución de los niveles de ruido urbano.

F.5.- COMPARACIÓN CON OTRAS CIUDADES. REFLEXIONES FINALES.

F.5.1.- Introducción

Hasta ahora hemos hecho una aproximación importante al ruido como factor de contaminación, señalando los efectos negativos que tiene sobre los seres humanos, acotando unos conceptos generales que ayuden a entender la magnitud del problema, señalando y profundizando en las fuentes que lo generan y su tendencia futura, y recopilando la normativa que regula, desde las diferentes instancias –la comunitaria, la nacional, la autonómica y la local–, este problema. Un paso más es dejar de elucubrar sobre el ruido y descender a la realidad, para conocer cuáles son los niveles de ruido que se producen en nuestras ciudades. Una primera limitación es que todavía son muy pocas las ciudades que tienen un mapa de ruido y, menos aún, las que permiten establecer comparaciones para ver cómo ha evolucionado el problema a lo largo de los últimos años.

Desde luego, nos quedamos a medio camino si contamos con una legislación muy avanzada, pero no tenemos datos concretos de cómo se comportan nuestras ciudades en este campo. Más aún, difícilmente se pueden plantear políticas sobre el ruido si no partimos de un conocimiento de los hechos en los términos en los que se plantea en la normativa. Decir que no se pueden sobrepasar los niveles de ruido de una determinada zona por estar ubicado en ella un centro escolar, un hospital u otro servicio, está muy bien, pero hay que saber, también, cuáles son los niveles de ruido que se producen en esos lugares a lo largo de las 24 horas del día. Precisamente por esto es de suma importancia esta comparación entre ciudades, que nos va a dar una visión real de los niveles de ruido de la ciudad de Torrelavega. Se trata, en definitiva, de pasar de la presunción a la realidad, de la conjetura a los hechos, de las opiniones a los datos.

En una mesa redonda de unas jornadas internacionales sobre contaminación acústica en las ciudades, el profesor D. Amando García sintetizaba de esta manera el conocimiento que teníamos de este problema:

«Hace unos años, realizamos un análisis muy completo de los resultados obtenidos en las medidas de niveles sonoros realizadas en diferentes ciudades españolas por diferentes autores e instituciones. La tarea de recopilación de información fue bastante difícil, debido a que muy pocos de los datos obtenidos habían sido publicados en revistas científicas de difusión regular. Buena parte de esta información sólo ha sido dada a conocer en congresos especializados (en su mayoría nacionales), y, frecuentemente, de forma parcial e incompleta. Los resultados de buena parte de estos trabajos no han sido publicados nunca y se conservan en forma de informes técnicos de carácter más o menos interno, generalmente de difícil acceso».

Han pasado unos años y parece que no han mejorado sensiblemente las cosas, tal como reconoce el citado autor:

«Recientemente hemos procedido a realizar un nuevo análisis de los datos disponibles, más amplio que el anterior, entre los que se incluyen los resultados obtenidos en las medidas de niveles sonoros diurnos realizadas en Valencia (1979/1981 y fechas posteriores) Alcoy (1983), Gandía (1984), Madrid (1986/1991 y fechas posteriores), Álava (1987), Barcelona (1988), Zaragoza (1988/1999), Valladolid (1989), Bilbao (1990), Villena (1991), Paterna (1991), Aldaya (1991), Eibar (1992), Mondragón (1992), León (1993), Pozuelo de Alarcón (1994), Salamanca (1999), Algemés (1999), Cáceres (2000), Ávila (2000) y Bañeres (2000), entre otros. A estos trabajos se han añadido otros como los obtenidos por el Ministerio de Obras Públicas (1993) en una muestra de 12 ciudades diferentes; los efectuados por la Universidad de Valencia en ese mismo año en un total de 180 municipios de esa comunidad, y los realizados durante la década de los noventa a instancia de la Junta de Andalucía en muchas ciudades de esa comunidad».

Si bien hay muchas dificultades para homogeneizar los datos, puesto que no se ha utilizado la misma metodología de medición, hay abundante información para avanzar algunas conclusiones. La primera es la amplia variabilidad de los niveles sonoros encontrados. El espectro de variabilidad, medido en Leq diurno, oscila entre 40 y 85 dBA, que es como decir que nuestras ciudades, o ciertos espacios, los que tienen niveles bajos, son muy silenciosos, y los que los tienen altos, muy ruidosos.

Hay autores que se atreven a calcular una media que sitúan en el intervalo entre 65 y 75 dBA. Estamos totalmente de acuerdo con su juicio que afirma que «este valor medio resulta bastante elevado, si recordamos que diferentes organismos internacionales han establecido que en las zonas residenciales los niveles sonoros equivalentes diurnos no deberían superar nunca los 65 dBA». Para nuestra normativa, que es aún más estricta, estos niveles podrían ser calificados de abusivos; estar martilleados de forma habitual por ruidos de 65 a 75 dBA, cuando nuestra normativa sólo permite 55 a 65 dBA, es un verdadero atentado contra nuestra salud. Observando todos los datos, en un 60% de los emplazamientos de medición, el nivel de ruido alcanzado ha sido inaceptable. Trasladando este dato a la población, se puede concluir que dos de cada tres residentes en ciudades españolas medias o grandes viven en ambientes sonoros considerados generalmente como inaceptables.

Pero avancemos un paso más y veamos con mayor precisión cómo se manifiesta el problema. Vamos a comparar Torrelavega con aquellas ciudades que actualmente han levantado mapas de ruido, y tienen una información abundante que permite separar los niveles de ruido del día y de la noche, así como el ruido por espacios o zonas. Serán objeto de nuestro análisis comparativo las grandes ciudades como Madrid, Barcelona, Valencia y Zaragoza; una ciudad media como Bilbao, que también mide de forma habitual el ruido de sus cascos urbanos; y Ávila, Palencia, Salamanca, Segovia, Zamora, Cáceres, Badajoz y las ciudades entre 20.000 y 50.000 habitantes de la Comunidad Andaluza, que han publicado recientemente información sobre este tema. Comparar estos tres grupos de ciudades con Torrelavega constituye uno de los objetivos de este trabajo.

F.5.2.- Un apunte metodológico

Uno de los problemas con los que se suele encontrar cualquier estudioso sobre el ruido es saber lo que se quiere medir, con qué método se hace, y cuál es el significado que se da a los diferentes valores que se obtienen. Desgraciadamente

nunca, o casi nunca, los métodos que se aplican son uniformes, por lo que tampoco los resultados son estrictamente comparables.

Existen dos métodos básicos para levantar mapas acústicos sobre el ruido: a través de la predicción de niveles sonoros mediante un programa específico de simulación o modelización, que sería el caso de los mapas de Zaragoza y Bilbao; y el método de sonometría, que fija los puntos de medición por retícula para confeccionar posteriormente un mapa sonoro mediante cada uno de los vértices de cada una de las retículas regulares previamente establecidas; este sería el caso de Madrid y de Barcelona. Una variante es el mapa acústico de Valencia o el que hemos realizado de Torrelavega que, en lugar de dividir el territorio por retículas, fija previamente los puntos de medición, (por ejemplo, las calles que tienen un tráfico más intenso), con objeto de reflejar todas las fuentes de ruido ambiental. Esta metodología proporciona una información valiosa sobre los niveles de contaminación sonora de las calles que se han medido, pero no ofrece una visión general de toda la ciudad, ya que ha dejado fuera de su medición amplias zonas que, por lo general, suelen ser menos ruidosas.

A los diferentes métodos que se utilicen, se pueden introducir diferentes variables de medición, en función de lo que se quiere medir. Unos mapas sólo pretenden recoger el ruido durante un determinado período de tiempo, como puede ser el día (mas o menos nuestro caso) o la noche, pero otros son más exigentes y combinan mediciones más generales; por ejemplo, el ruido durante veinticuatro horas, con otras más puntuales, como la distribución del ruido a lo largo de los diferentes días de la semana, o las distintas horas del día, o el carácter laboral o festivo. Mientras algunos se limitan a levantar mapas con los niveles acústicos obtenidos, otros se interesan directamente por la población afectada. Obviamente, a mayor número de indicadores, más complejo y más costoso se hace el sistema de análisis, pero los resultados son mejores. Por este motivo, la mayoría de las ciudades medianas o pequeñas sólo disponen de mapas sonoros diurnos que, en algunos casos, se completan con mediciones de 24 horas en algunos puntos estratégicos, con problemas de tráfico nocturno, por ser zonas de ocio.

Todo ello hace necesario, como ya contempla la Nueva Directiva Comunitaria y la nueva Ley Española sobre el ruido, aplicar metodologías de evaluación e índices comunes y homogéneos para las diferentes ciudades europeas. Sólo así se puede pensar en establecer un marco común de actuación que responda a los problemas concretos que tiene cada ciudad.

F.5.3.- Comparativa entre ciudades

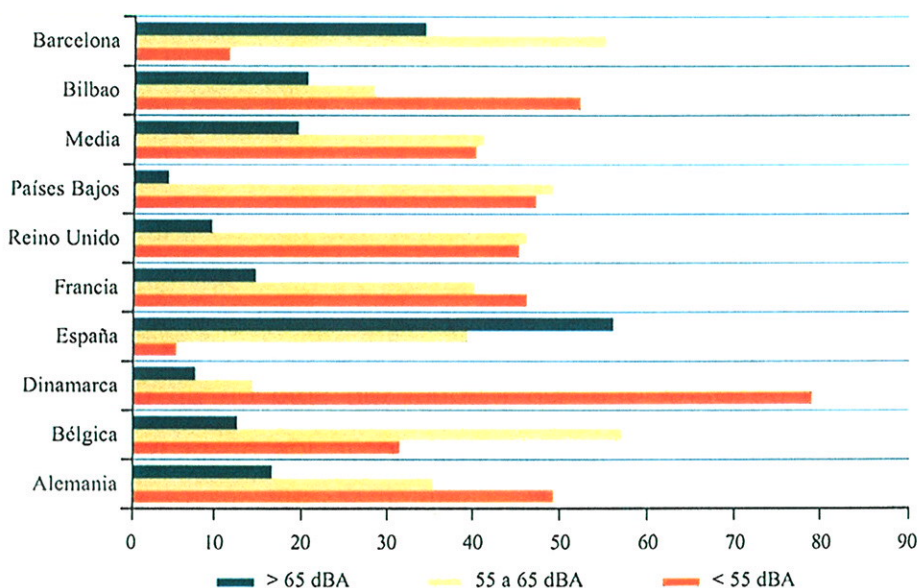
Después de manejar mucha información por Internet, hemos llegado al siguiente compromiso para finalizar el trabajo:

Para seleccionar las ciudades a comparar con Torrelavega hemos estado condicionados por los datos. Hoy por hoy, sólo las grandes ciudades tienen un compromiso de levantar mapas de ruido y en el resto, de momento, no existe tal compromiso. Éste ha sido un hecho que ha condicionado la selección.

Madrid y Barcelona representarían a las grandes ciudades; Valencia y Zaragoza serían modelos, también de grandes ciudades, pero algo diferentes a las anteriores; Bilbao sería el prototipo de ciudad media, situación que podría hacerse extensible a Salamanca y, en menor medida, a Badajoz y, el resto, Ávila, Cáceres, Palencia, Zamora, Segovia, Soria y Torrelavega, serían las representantes de ciudades pequeñas.

Una primera conclusión es que nuestras ciudades son muy ruidosas. Podemos suavizar los datos, hacer interpretaciones benévolas de las cifras, justificar la situación ante los demás, pero así no se soluciona el problema. Nuestros niveles de ruido son muy altos, más altos que la media europea, y por encima de países a los que nos deberíamos parecer, como Francia, Inglaterra o Alemania. Estamos en niveles de ruido muy por encima de los que marca la normativa internacional y nacional, y algo tendremos que hacer para adaptarnos a las normas. Reconocemos que se trata de un problema nuevo, que padecíamos desde hace años, pero del que apenas habíamos tomado conciencia. Este es un argumento que puede servir para echar un velo sobre el pasado, pero no para inhibirnos en el futuro.

PORCENTAJE DE POBLACIÓN EXPUESTA EN DIFERENTES PAÍSES



Fuente: Lambert and Vallet; tomado del Mapa de Ruidos de Bilbao, Documento resumen, pág.12, enero 2000.

Esta visión negativa del problema no impide que introduzcamos algunas matizaciones. Desde luego que, por lo que hemos visto, el ruido no es el mismo en las grandes ciudades que en las pequeñas, aunque por supuesto éstas no están exentas de violar la normativa.

Sería arriesgado decir que una ciudad es más ruidosa que otra, pero, dentro de las limitaciones que imponen la forma de obtención de los datos y su presentación, no siempre comparable, podemos señalar algunas matizaciones y contrastes. De los mapas analizados, Valencia es la ciudad que arroja los peores resultados, y Zaragoza y Bilbao, los mejores. En los puntos de observación, en Valencia, tan sólo un 1% ha dado niveles por debajo de los 65 dBA, en Torrelavega el 20 %, mientras que esta situación es general en Zaragoza, 73%, y en Bilbao, 74%. La comparación sigue perjudicando a Valencia, si se consideran los intervalos con más niveles de contaminación. En Valencia, un 34% de las mediciones realizadas superan los 75 dBA, igual que en Torrelavega, que son niveles intolerables; en Zaragoza baja la proporción hasta el 3%, y en Bilbao no hay datos para este intervalo.

Madrid y Barcelona tienen en general niveles muy similares de contaminación acústica, si la medición se extiende a lo largo de 24 horas. En Madrid el nivel más bajo, el de 65 dBA, es algo más alto que en Barcelona, pero el más alto, el de 75 dBA, tiene porcentajes más bajos, 2% en Madrid y 13% en Barcelona. Ahora bien, si se desagregan las mediciones en período diurno y nocturno, los niveles de contaminación son algo más benévolos en Barcelona que en Madrid. En Barcelona tan sólo en un 7% de los puntos se superan los 75 dBA, en cambio en Madrid la proporción se eleva hasta el 14% de puntos. También la noche madrileña es algo más ruidosa que la de Barcelona. En Madrid, tan sólo en un 6% de los puntos medidos se obtienen niveles buenos, por debajo de los 55 dBA, mientras que en Barcelona el porcentaje es mayor, 21%. También Madrid supera a Barcelona en el otro extremo, en las llamadas situaciones intolerables; en Madrid estos puntos suponen el 44%, y en Barcelona el 26%. Las dos tienen porcentajes que superan lo tolerable.

No está del todo claro que las ciudades más pequeñas sean menos ruidosas que las grandes, por lo menos, no todas. El ejemplo lo tenemos en Cáceres, ciudad pequeña, cuyos niveles de contaminación acústica están muy por encima de los de Madrid, Barcelona y, por supuesto, de los de Zaragoza y Bilbao. Son niveles que, como indica el estudio que hemos citado, se aproximan a la media de ruidos de Valencia. La situación de Cáceres es muy similar a la de Torrelavega, pero bastante diferente a la de Ávila, Zamora o Segovia. Desde luego, la validez de la comparación es muy relativa. Mientras los estudios sobre el ruido de Madrid, Barcelona, Valencia, Zaragoza o Bilbao parten de unos puntos de muestreo y de una red de vigilancia, ya consolidados, que permiten conocer con bastante precisión el ruido de la ciudad, no ocurre lo mismo con estudios puntuales como los que se han llevado a cabo en Extremadura, Torrelavega o en Castilla y León. En estos casos se trata de estudios muy particulares que, aunque sean representativos, se refieren a períodos muy concretos y a zonas determinadas. Quede, no obstante, como hipótesis, que también las ciudades pequeñas viven situaciones de ruido no tolerables, aunque, en conjunto, no sean tan altos como en las grandes. El problema del ruido es general y una de las diferencias entre ciudades grandes o pequeñas es el número de

habitantes que vive en una o en otra. El ruido de Madrid afecta a unos tres millones de personas, mientras que el de Torrelavega a tan solo 56.000. Pero tanto uno como otro es molesto, y el mismo derecho tiene el que vive en las ciudades pequeñas que el que reside en las grandes de que se tome conciencia del problema y se trate de erradicar como un mal que repercute en la salud de las personas.

CUADRO COMPARADO DE DATOS DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA DE ALGUNAS CIUDADES ESPAÑOLAS

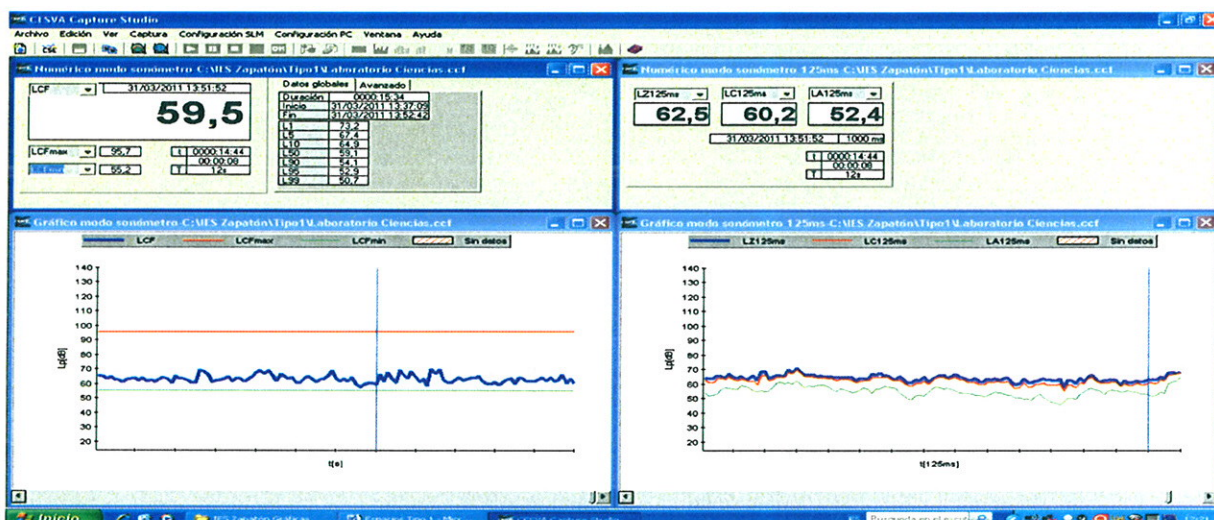
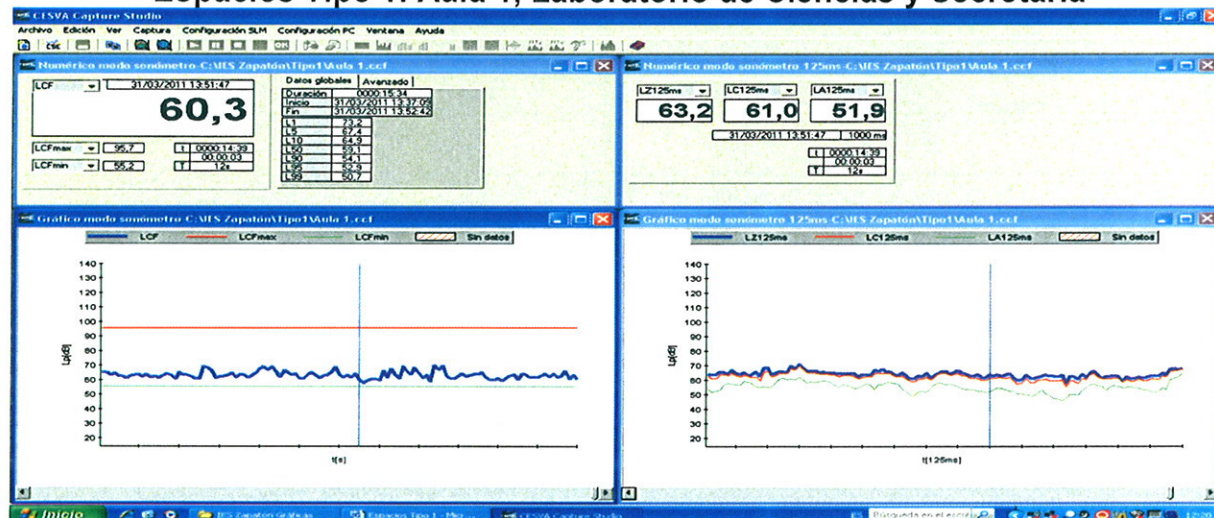
En % de los puntos de observación

		< 65 dBA	65 a 75 dBA	> 75 dBA
Torrelavega	Diurno	20	46	34
Madrid	Diurno	31	55	14
Barcelona	Diurno	46	47	7
Valencia	24 horas	1	65	34
Zaragoza	Diurno	73	24	3
Cáceres		9	81	10
Bilbao	Diurno	74	26	
Ávila	Diurno	66	34	
Palencia	Diurno	60	40	
Salamanca	Diurno	66	34	
Segovia	Diurno	70	30	
Zamora	Diurno	72	28	

De las ciudades Andaluzas sólo tenemos niveles sonoros, el 80% tienen un Leq diurno entre 65 y 70 dBA.

ANEXO I.- Curvas de nivel de ruido del Instituto de Educación Secundaria Zapatlón

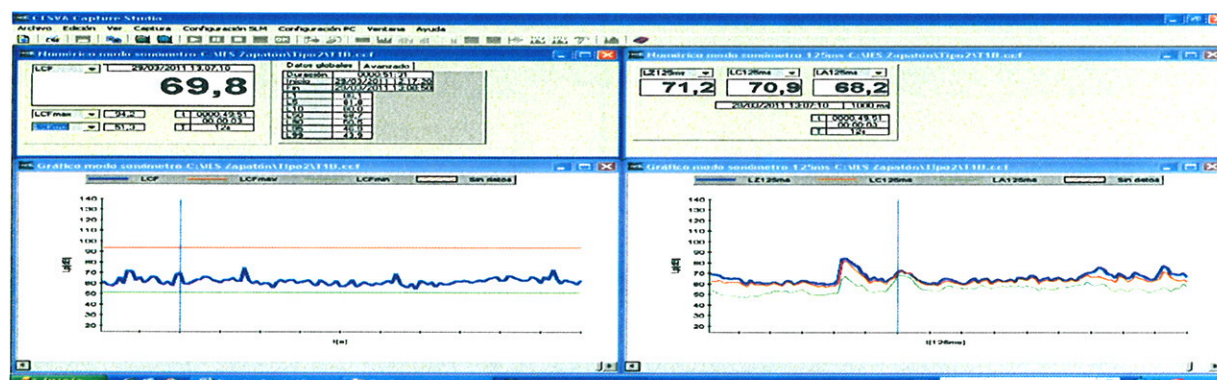
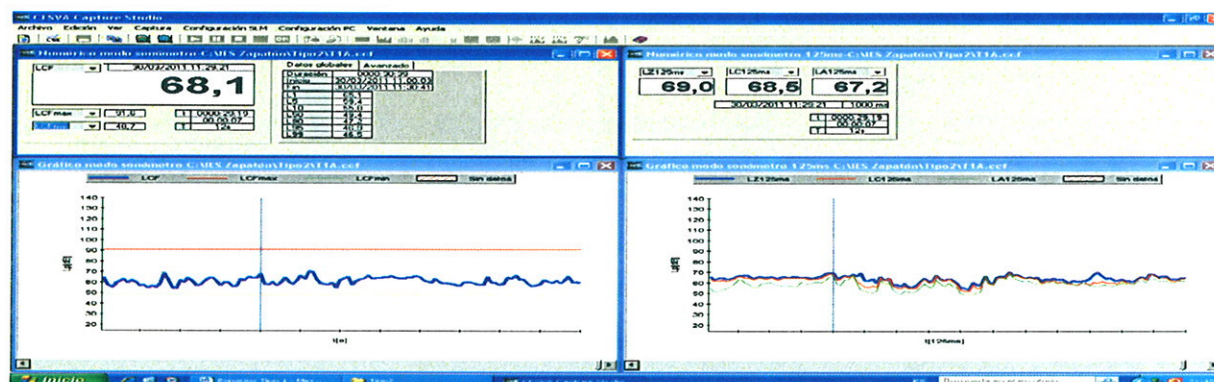
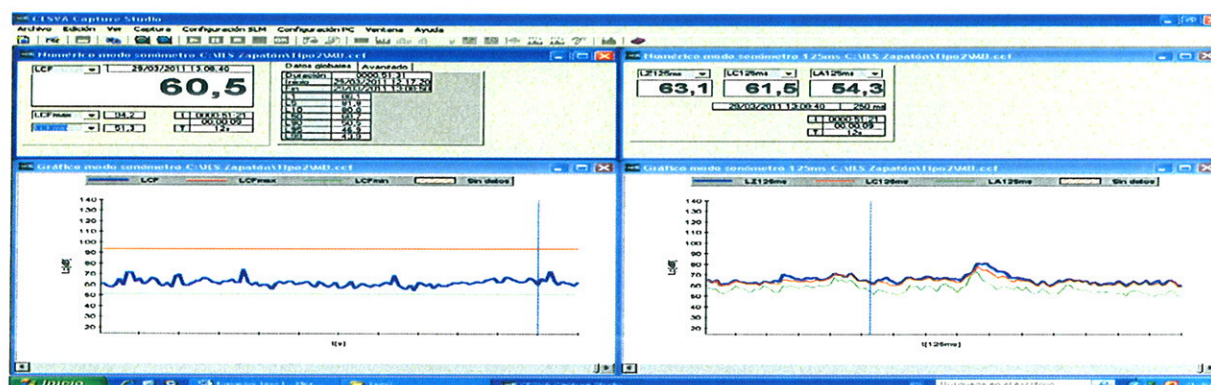
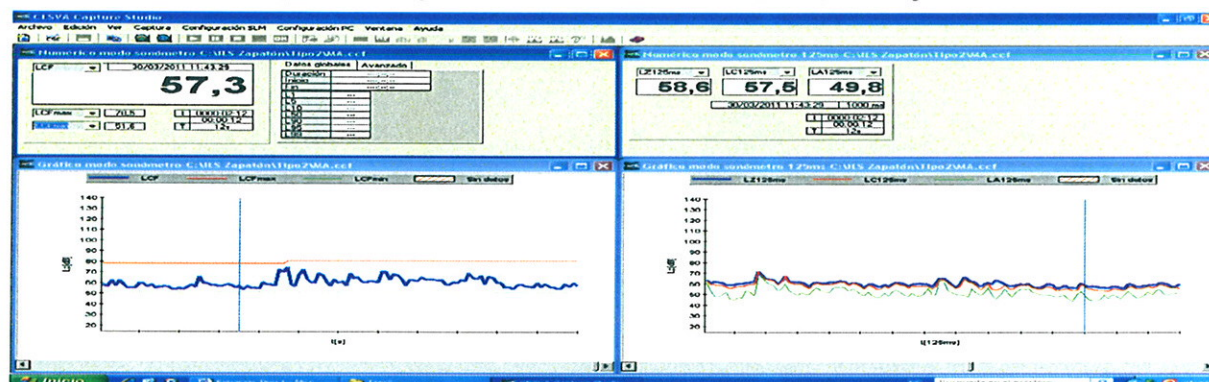
Espacios Tipo 1: Aula 1, Laboratorio de Ciencias y Secretaría



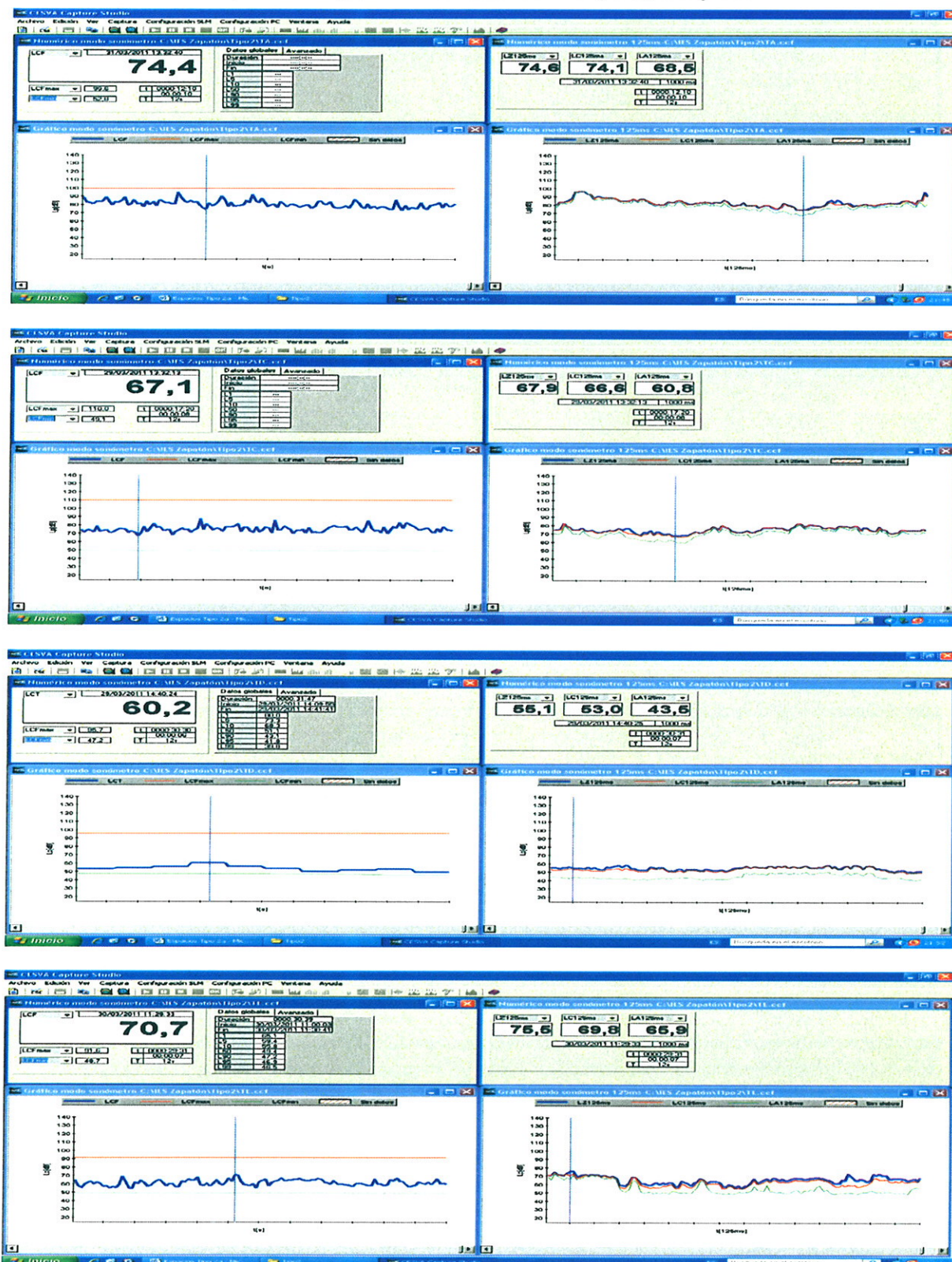
Espacios Tipo 2: Aula de Ámbito Práctico, Aula de Tecnología y Gimnasio



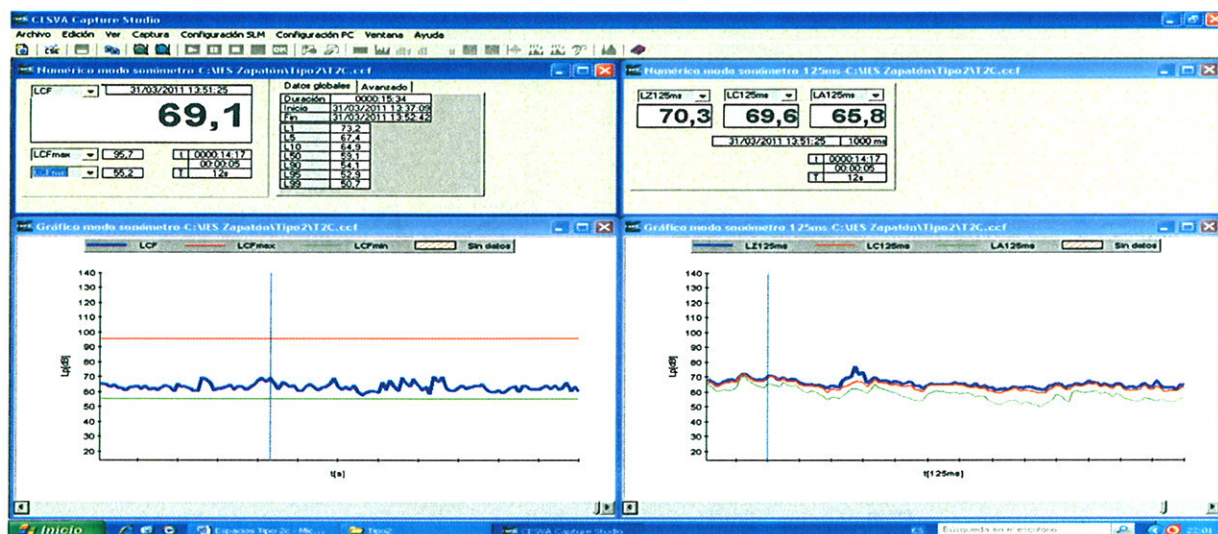
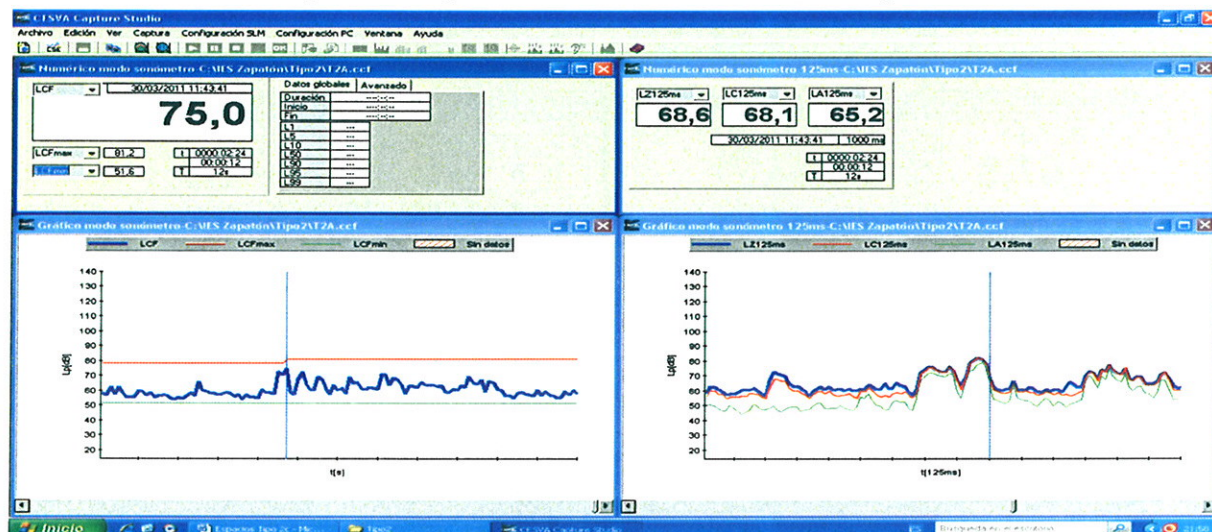
Espacios Tipo 2: Laboratorios MA, MB, T1A y T1B



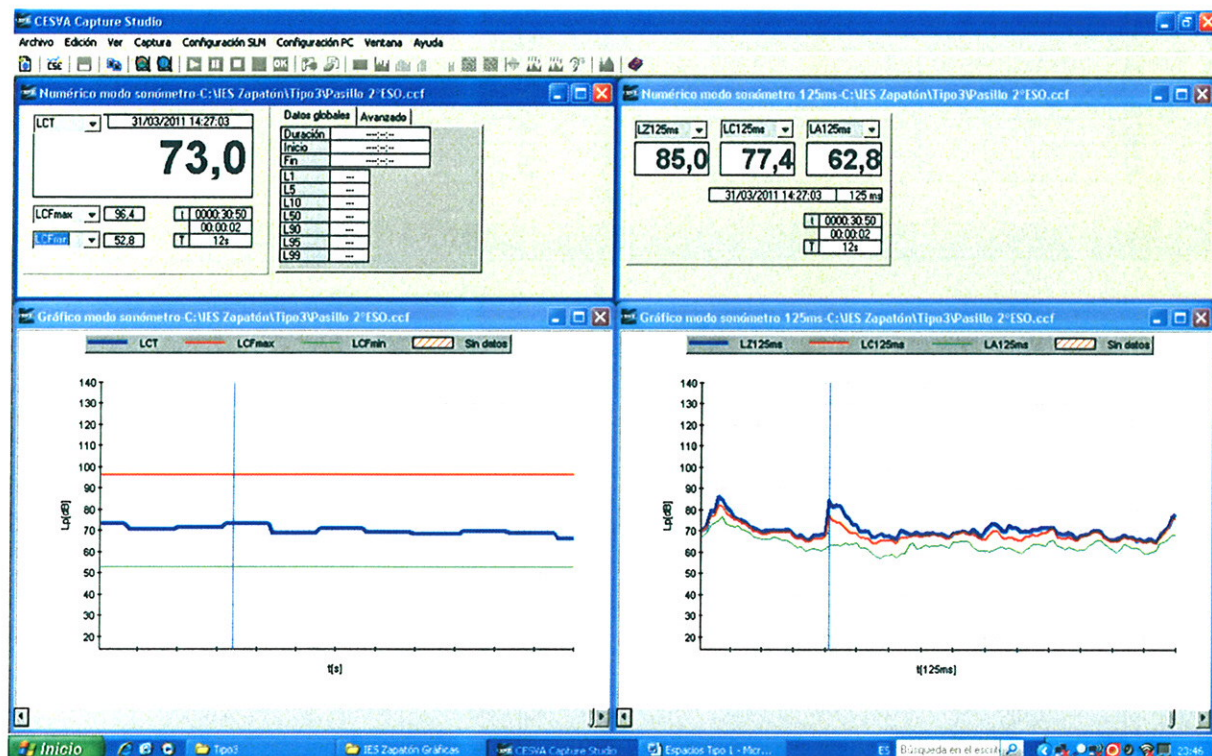
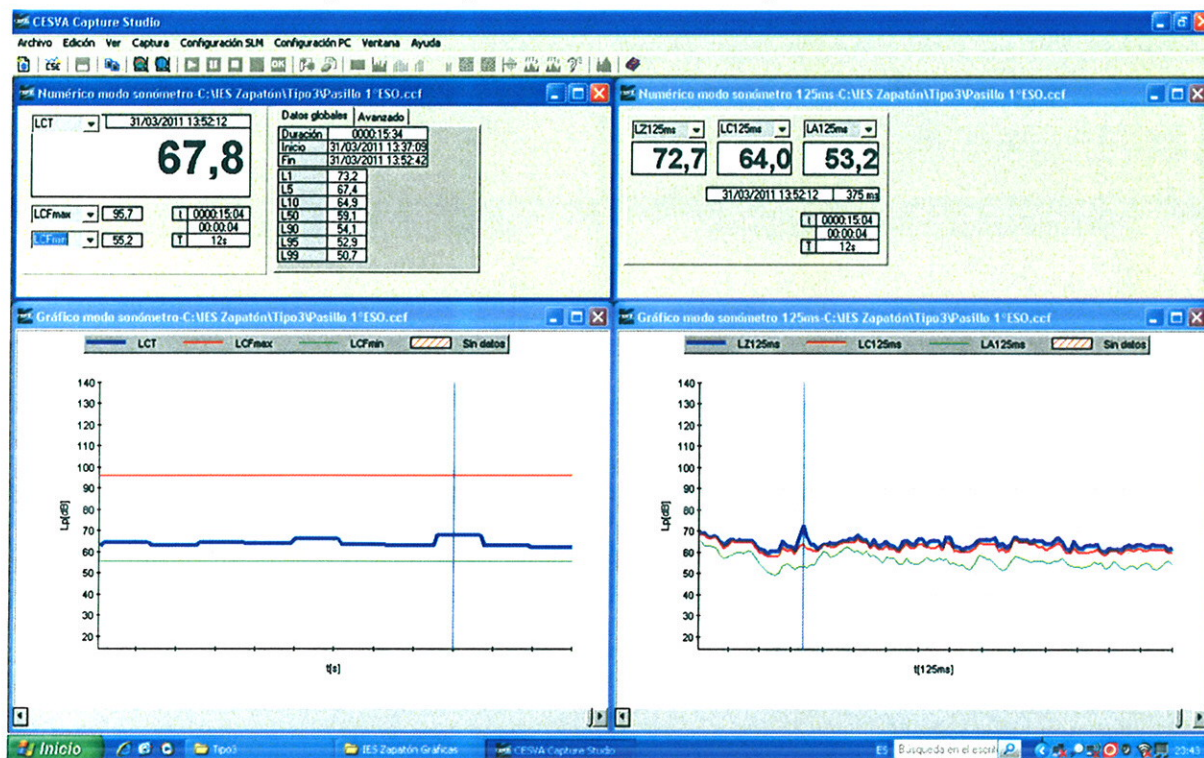
Espacios Tipo 2: Laboratorios TA, TC, TD y TE



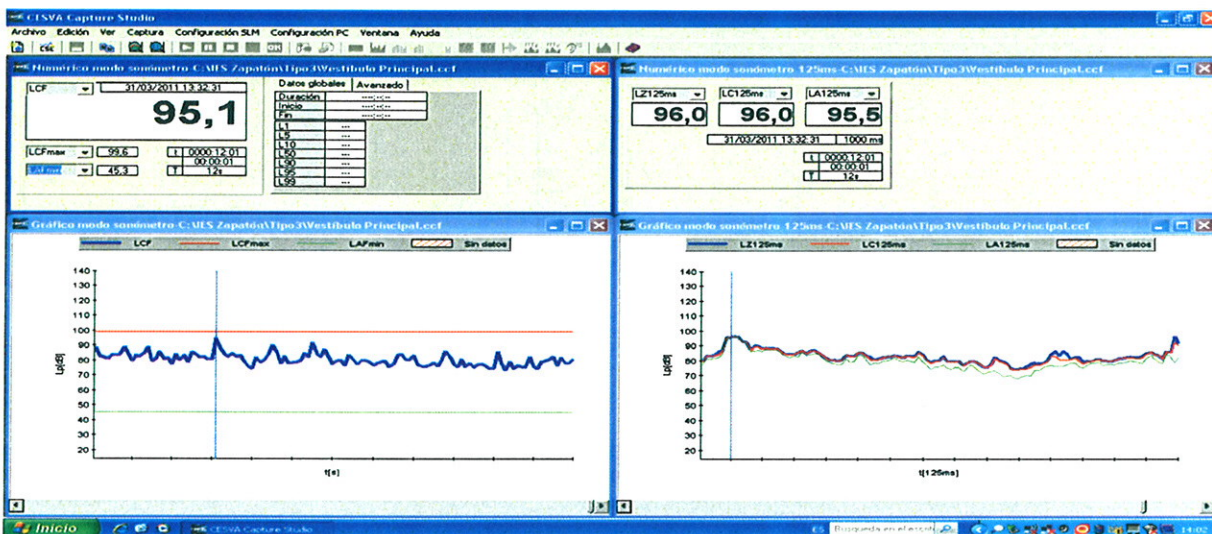
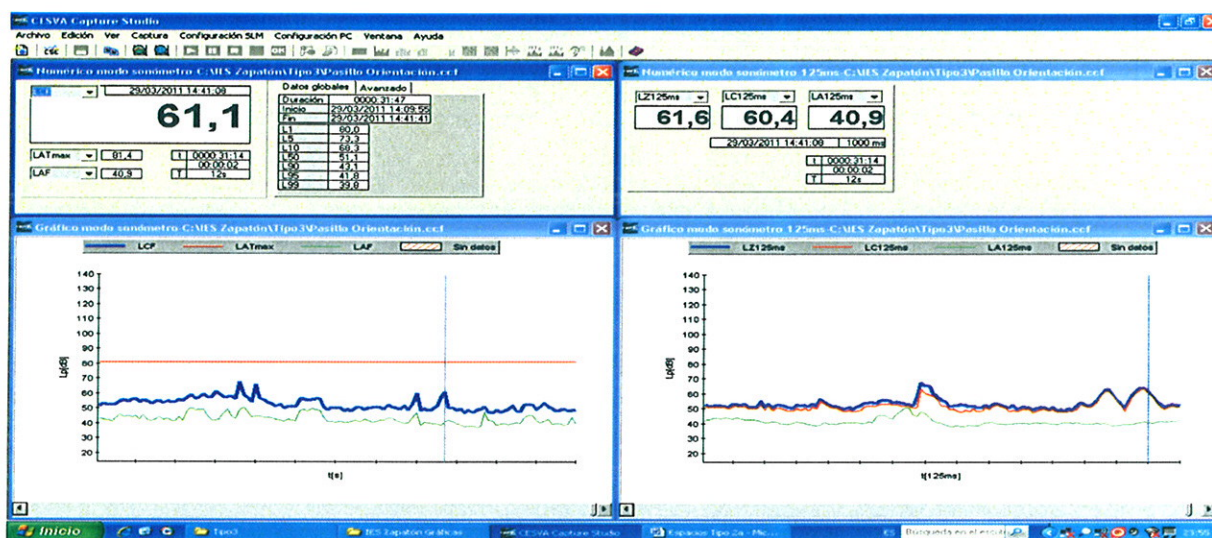
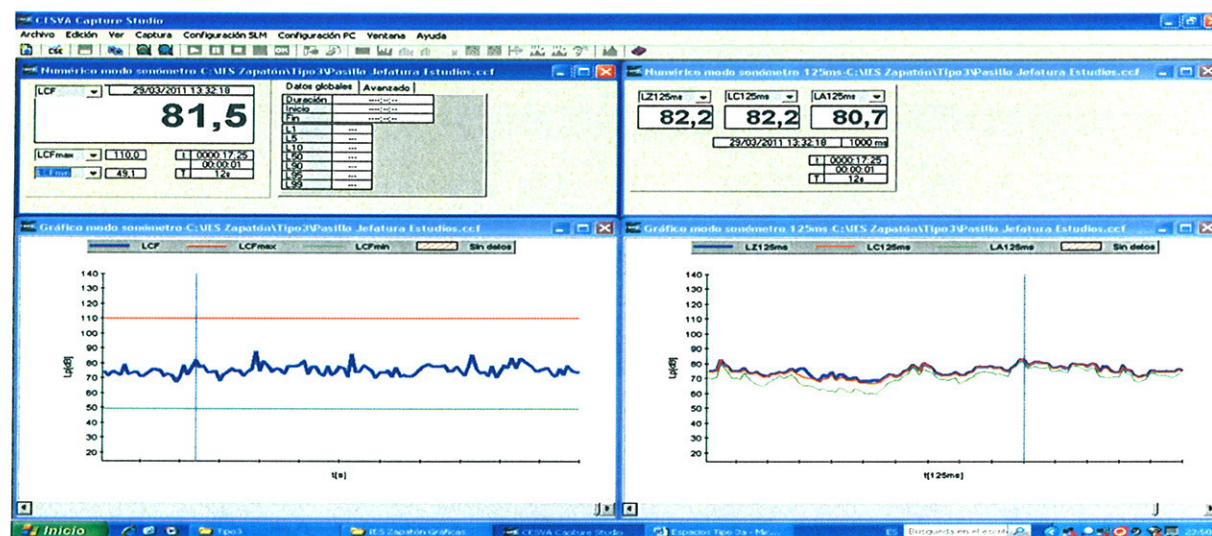
Espacios Tipo 2: Laboratorios T2A, T2B y T2C



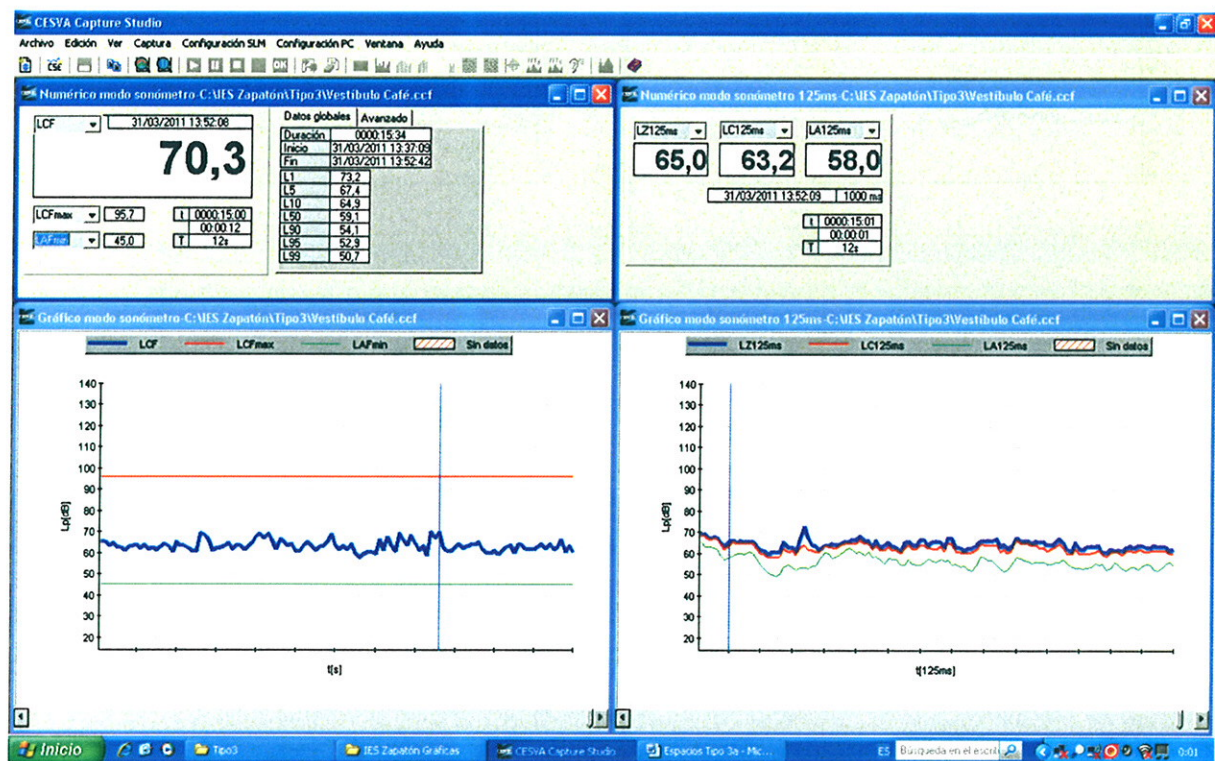
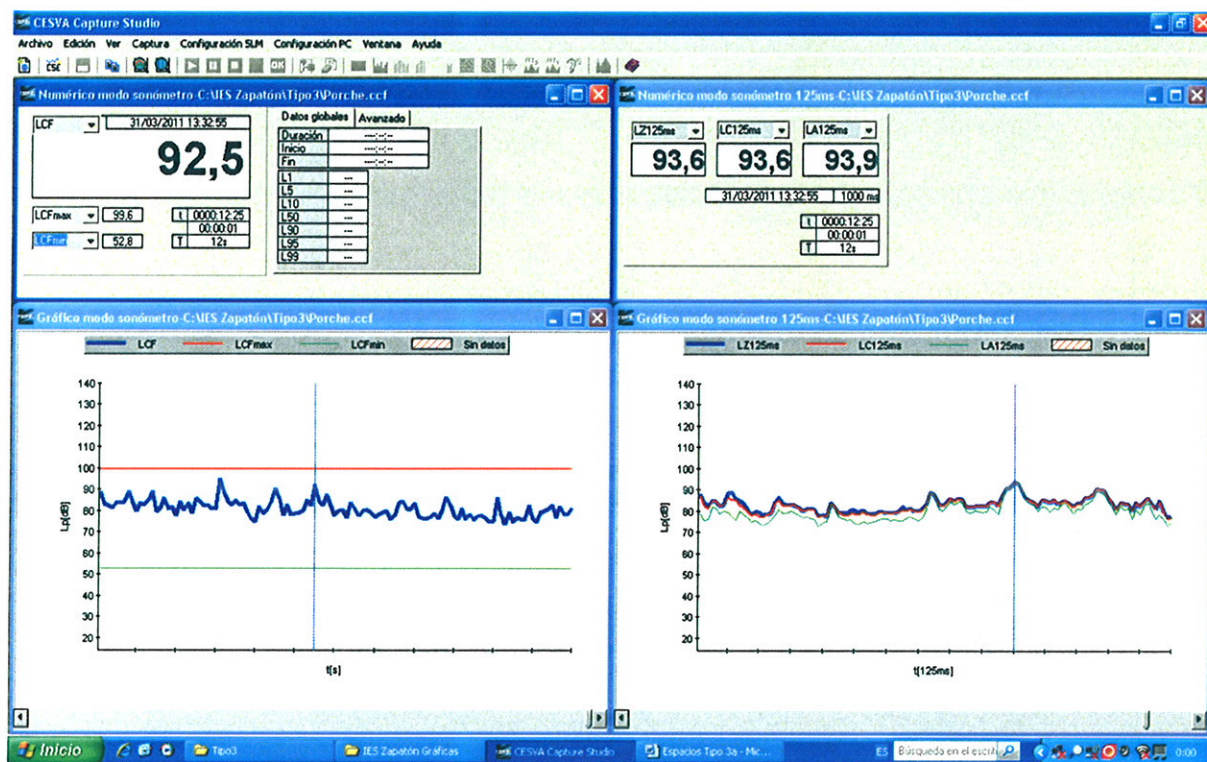
Espacios Tipo 3: Pasillos de 1º y 2º de ESO



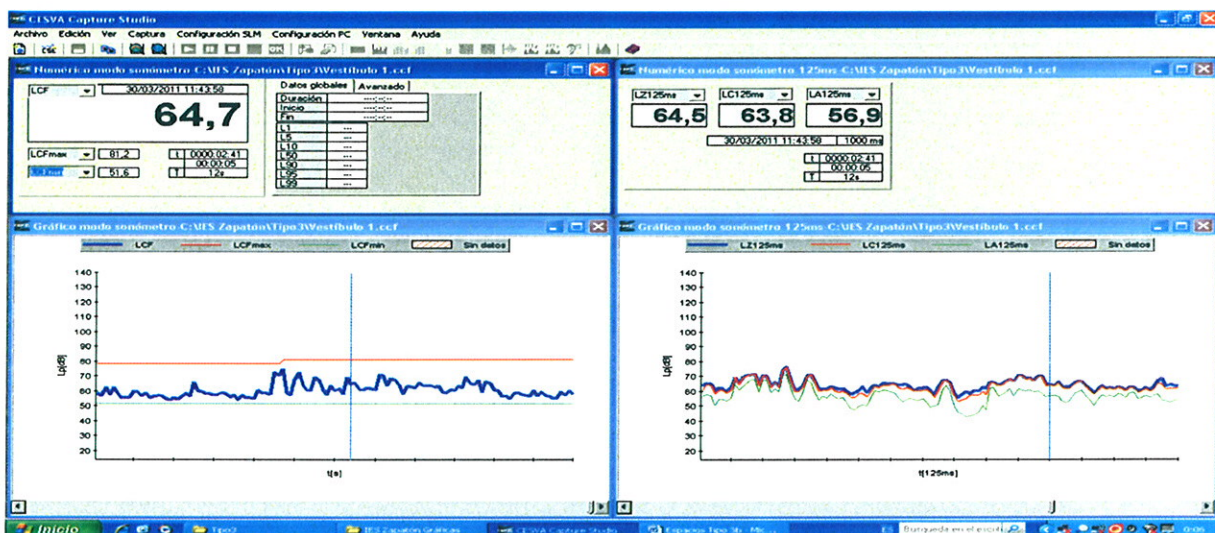
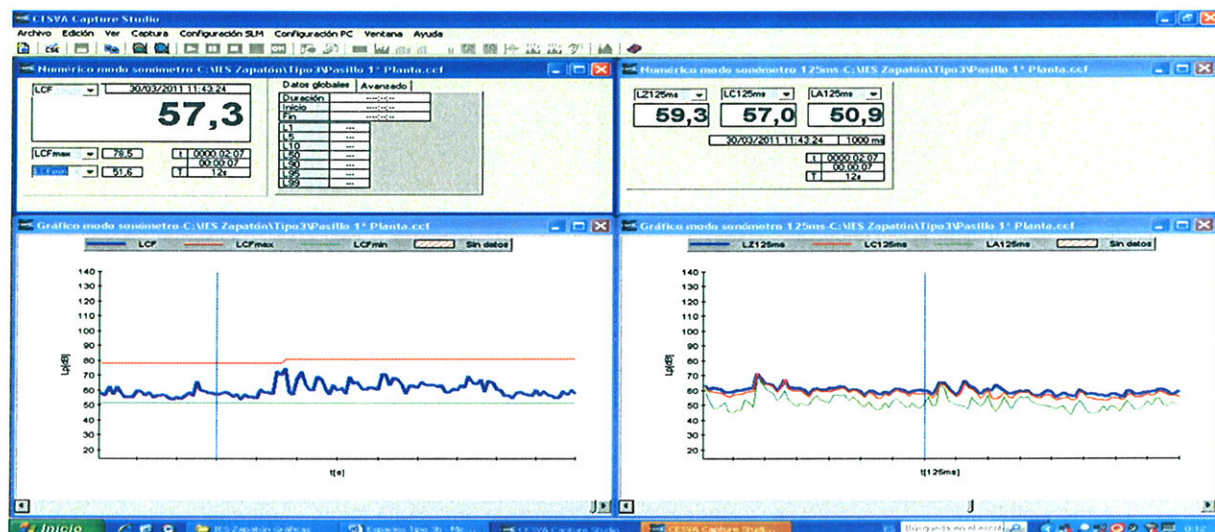
Espacios Tipo 3 Pasillos de Jefatura y Orientación y Vestíbulo Principal



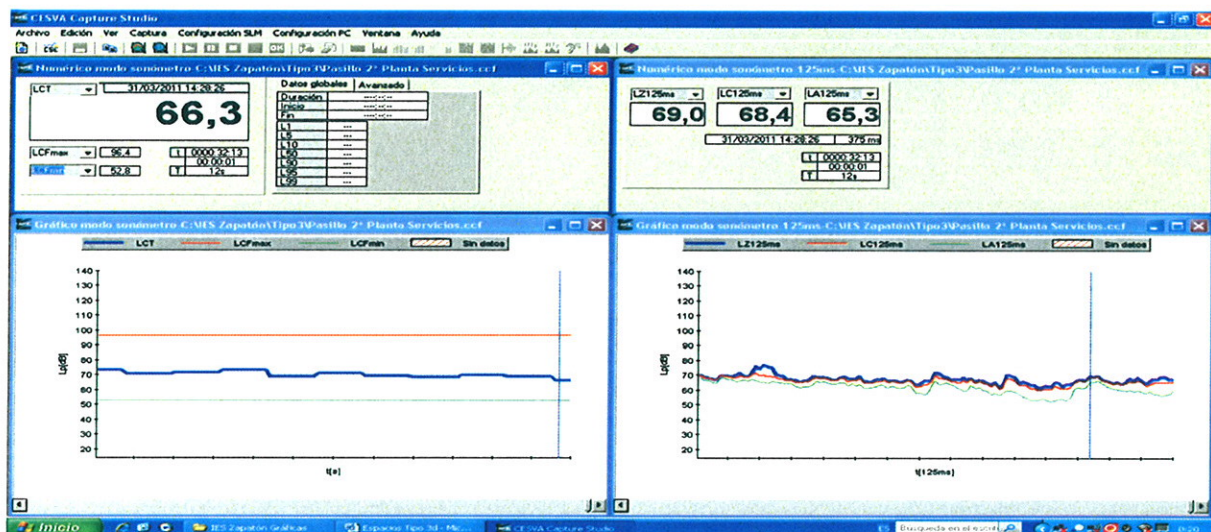
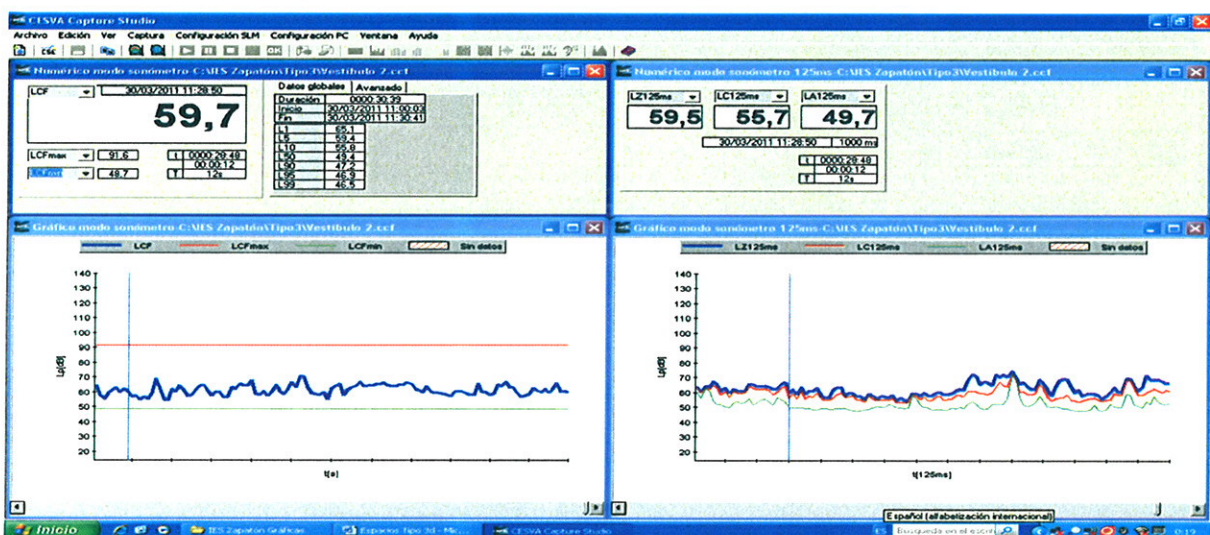
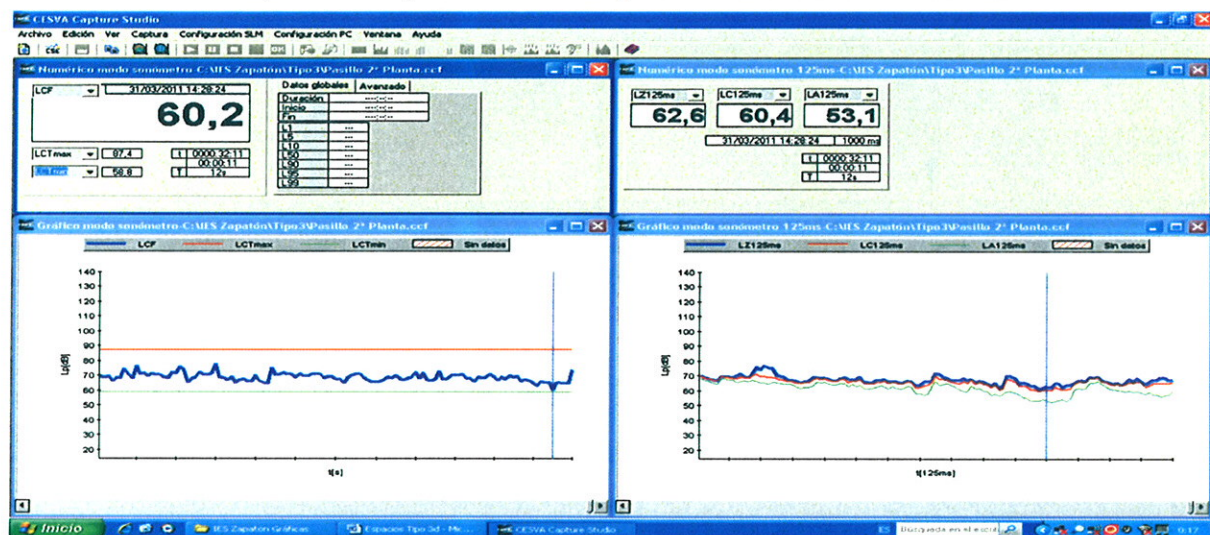
Espacios Tipo 3: Porches de Entrada y de Máquina del Café



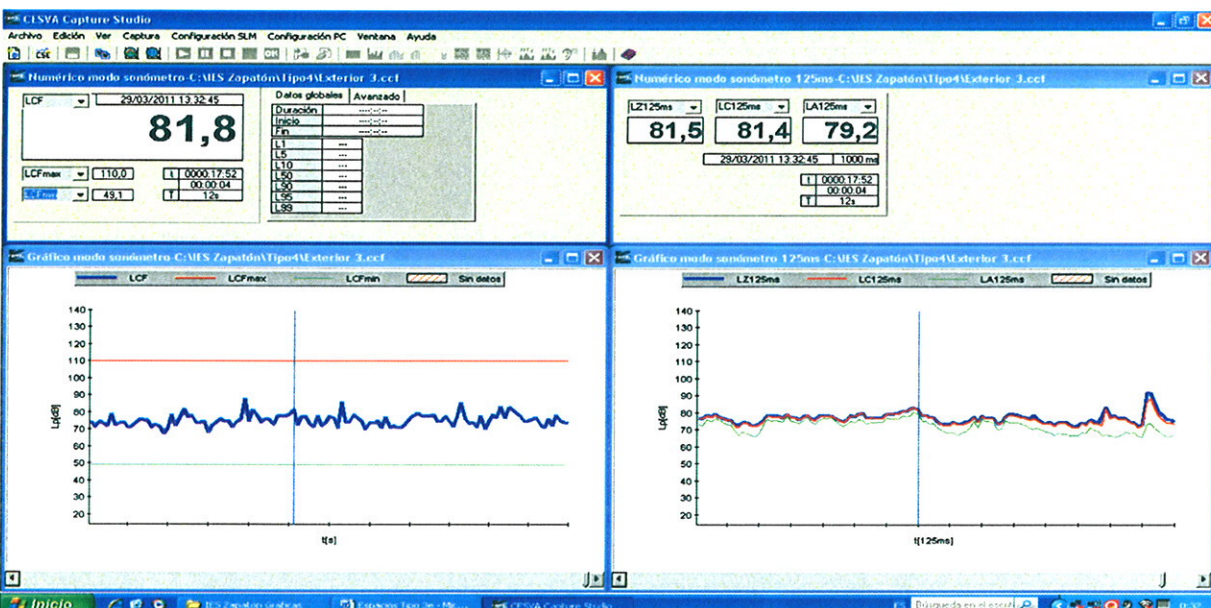
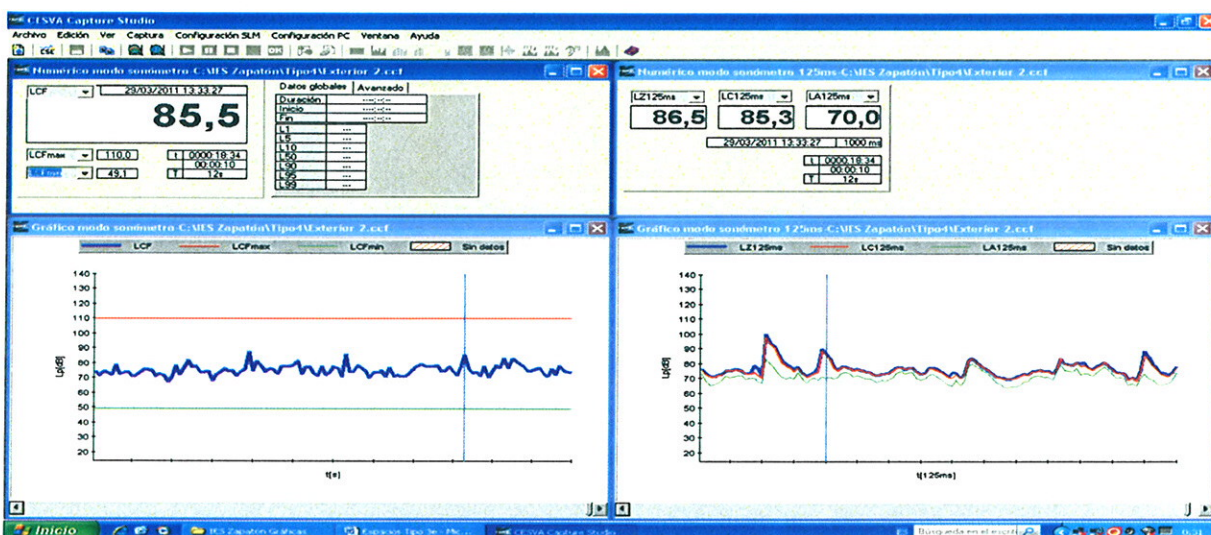
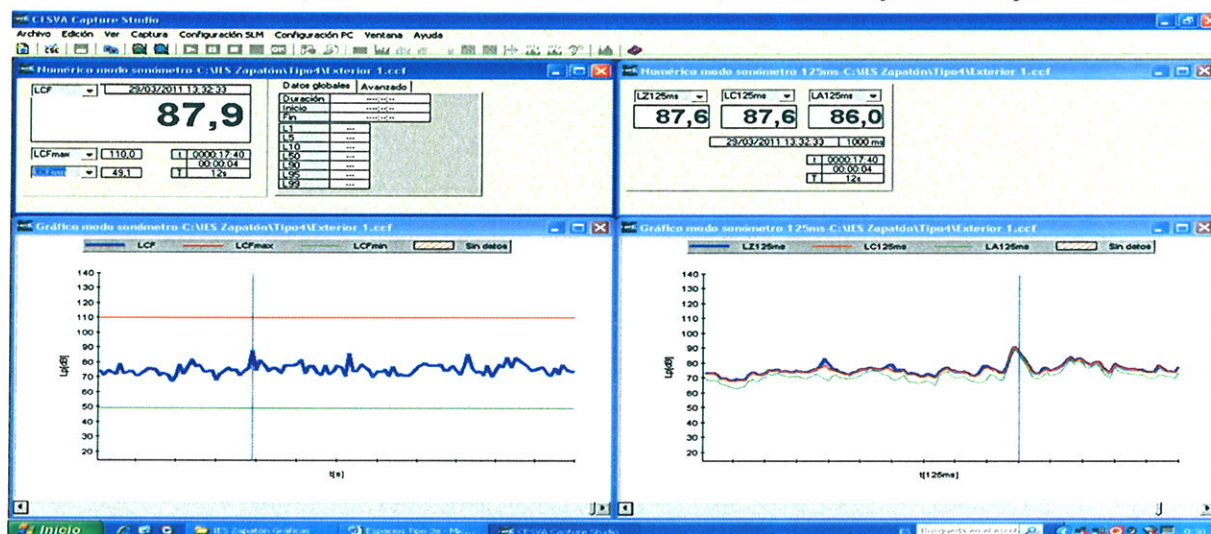
Espacios Tipo 3: Pasillos y vestíbulo de la 1ª Planta



Espacios Tipo 3: Pasillos y vestíbulo de la 2ª Planta

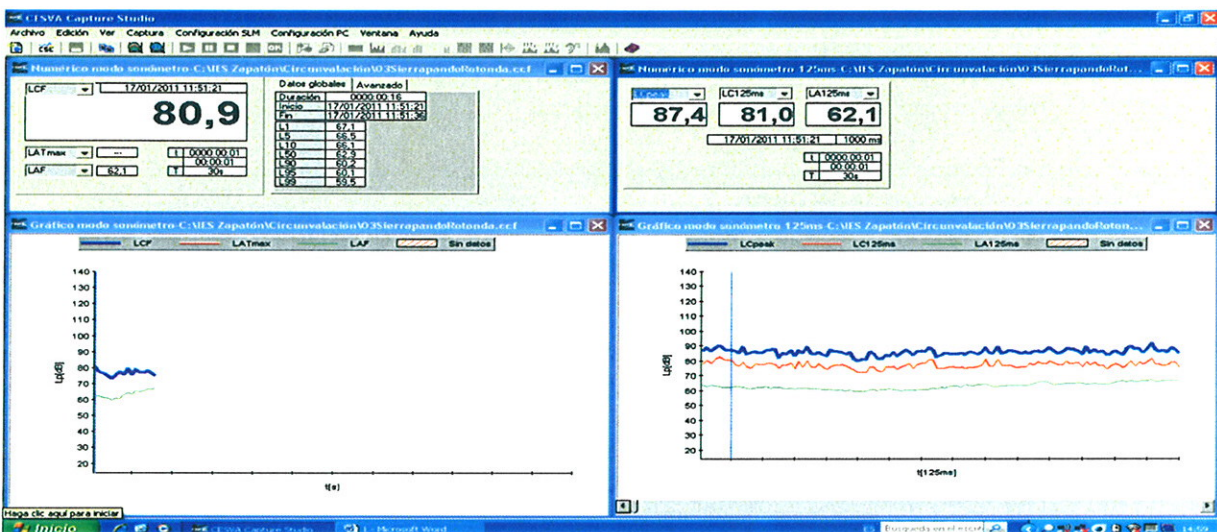


Espacios Tipo 4: Exteriores: Columnas, Pistas Deportivas y Huerto

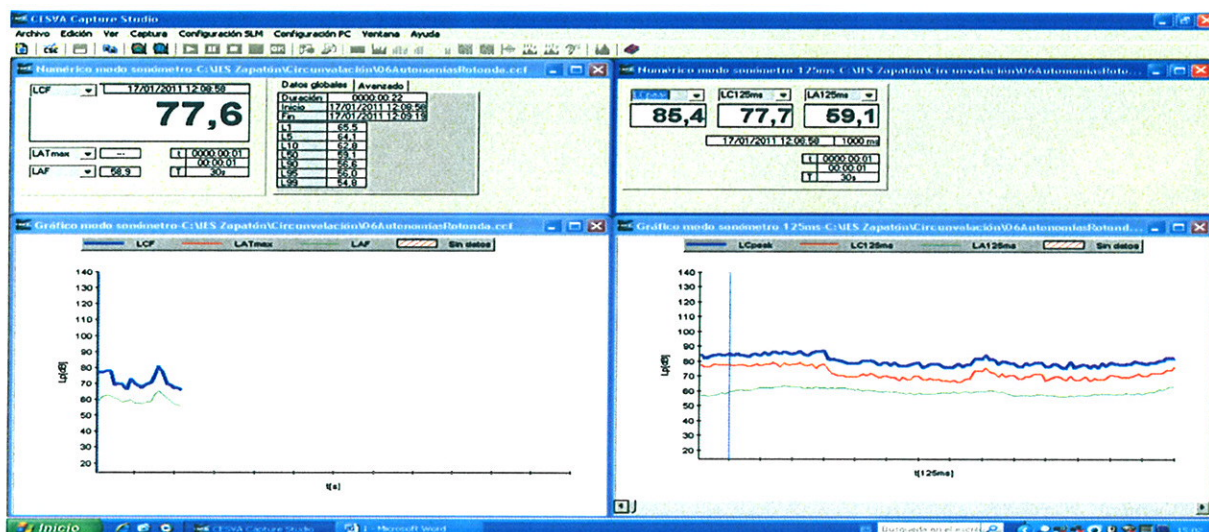
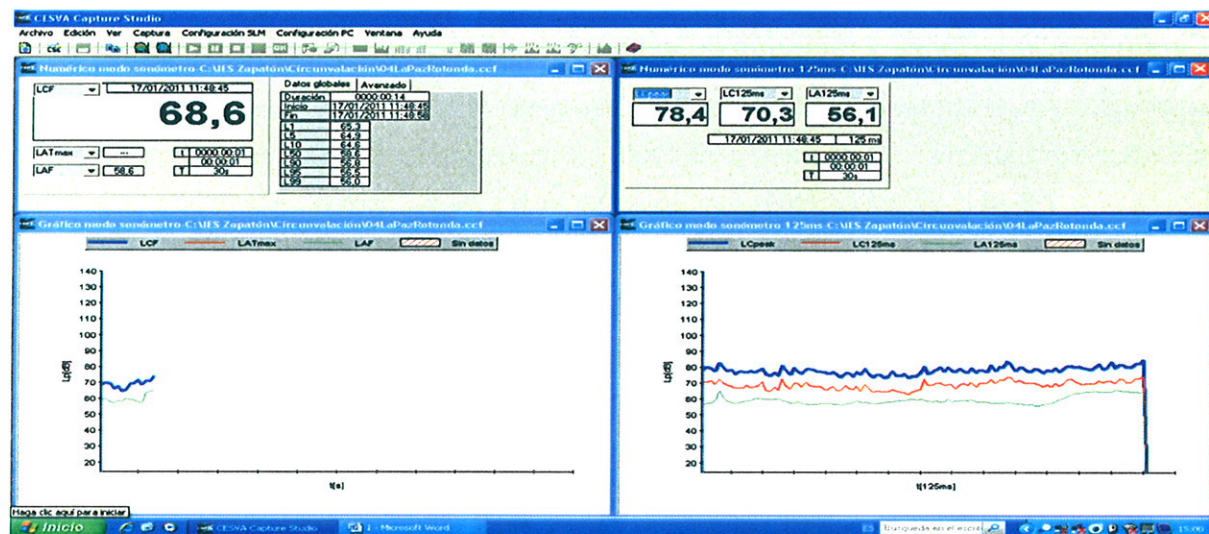


ANEXO II.- Curvas de nivel de ruido de la ciudad de Torrelavega

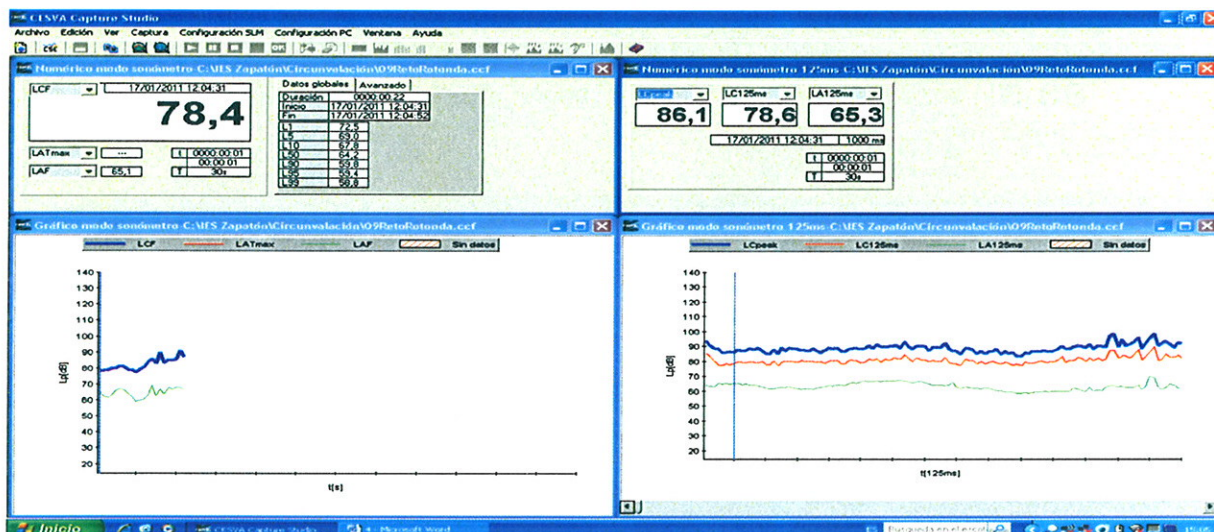
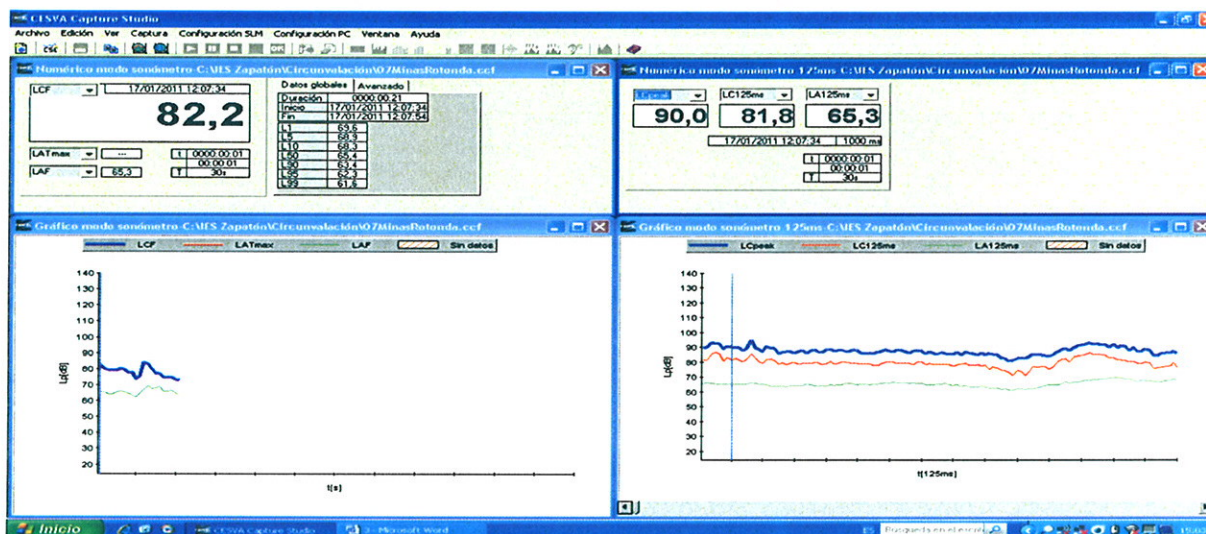
Circunvalación: Calles y rotondas de la Havana, Inmobiliaria y Sierrapando



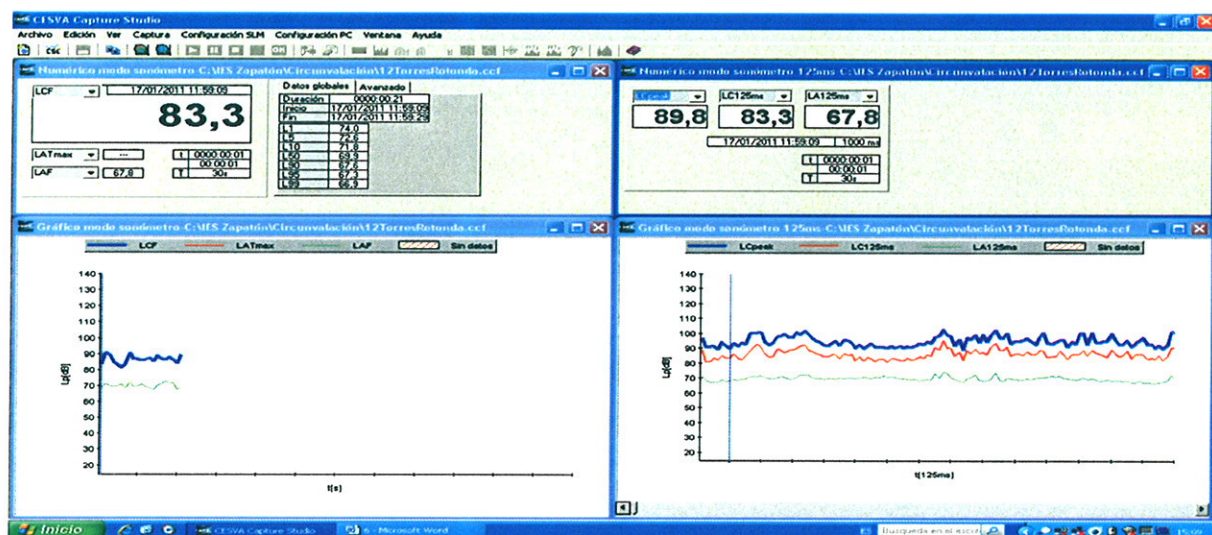
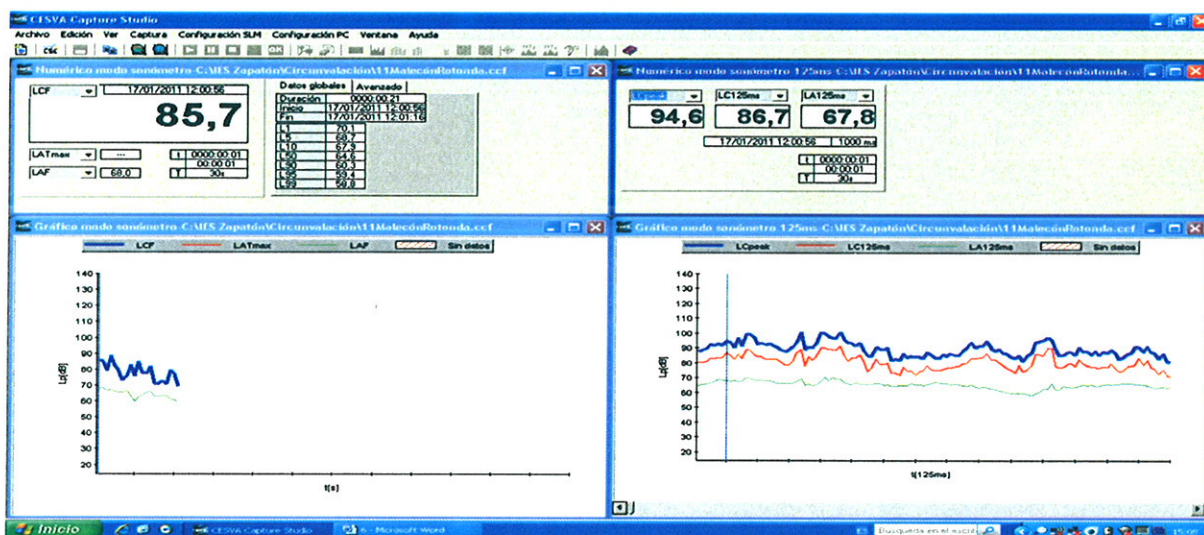
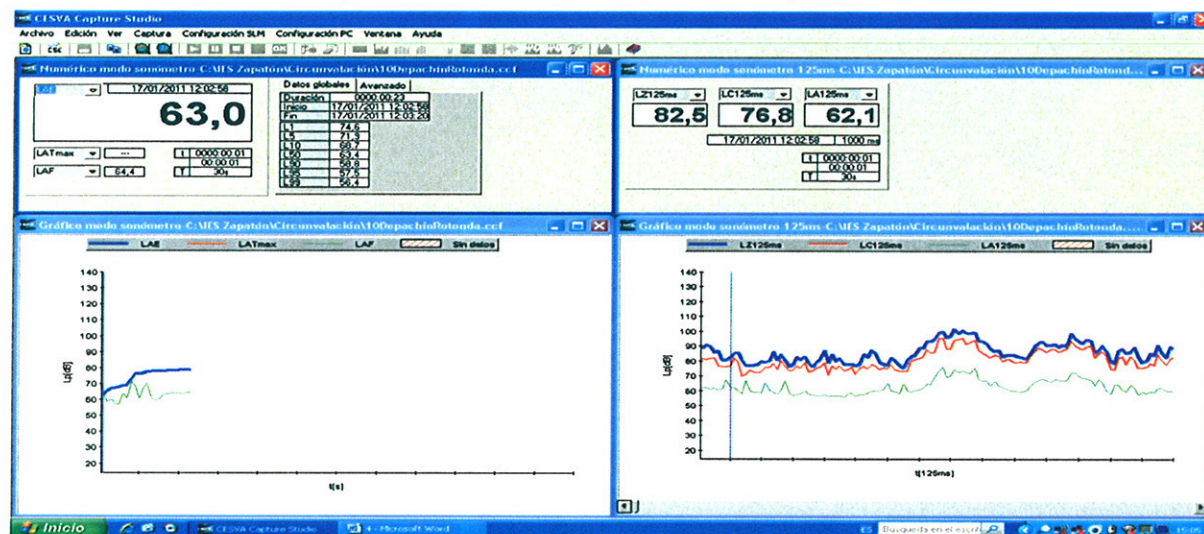
Circunvalación: Calles y rotondas de La Paz, Tanos y Autonomías



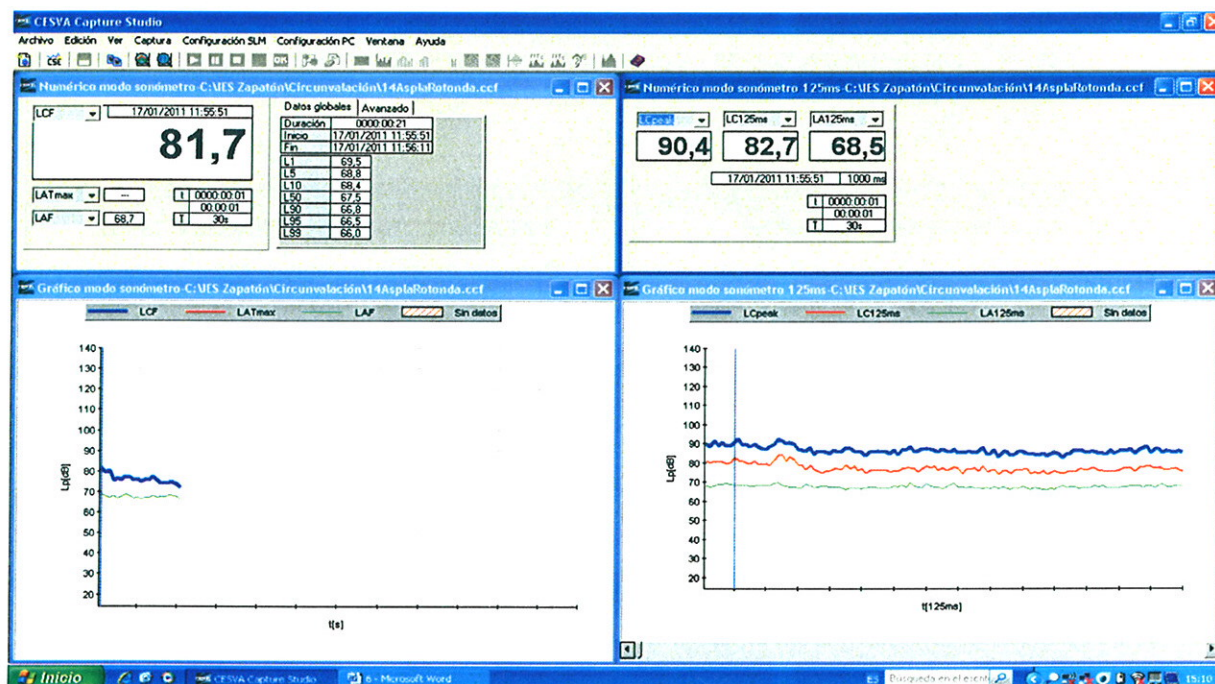
Circunvalación: Calles y rotondas de IMinas, Citroes y Reto.



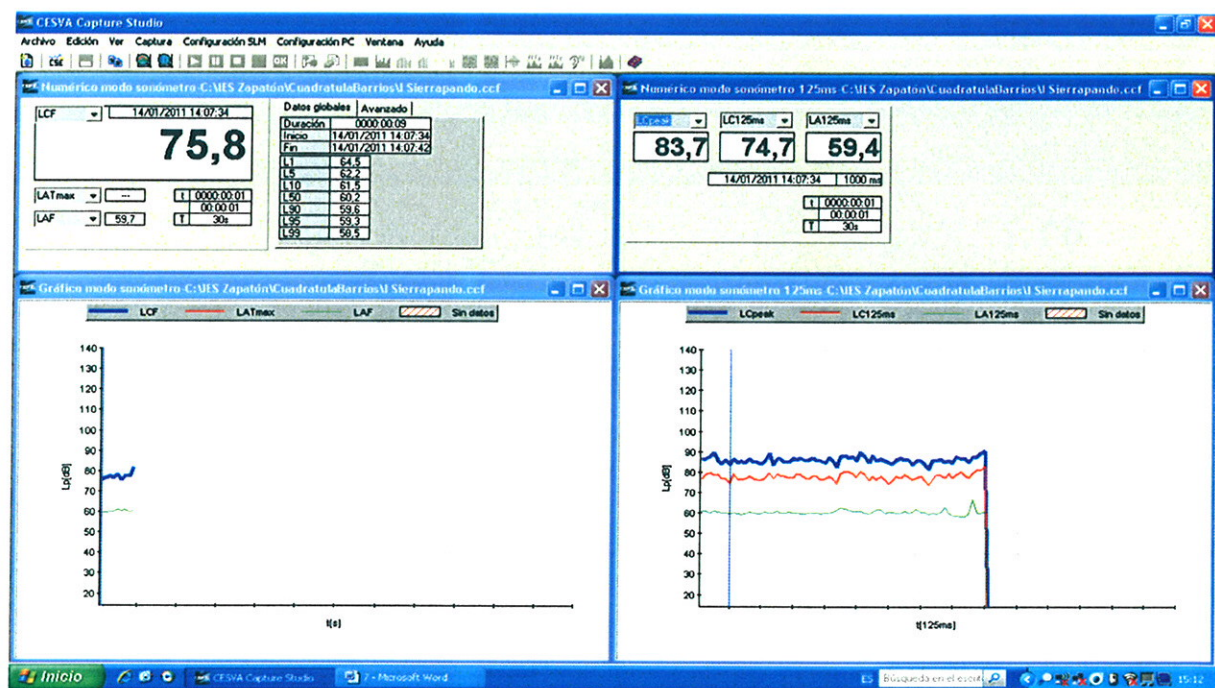
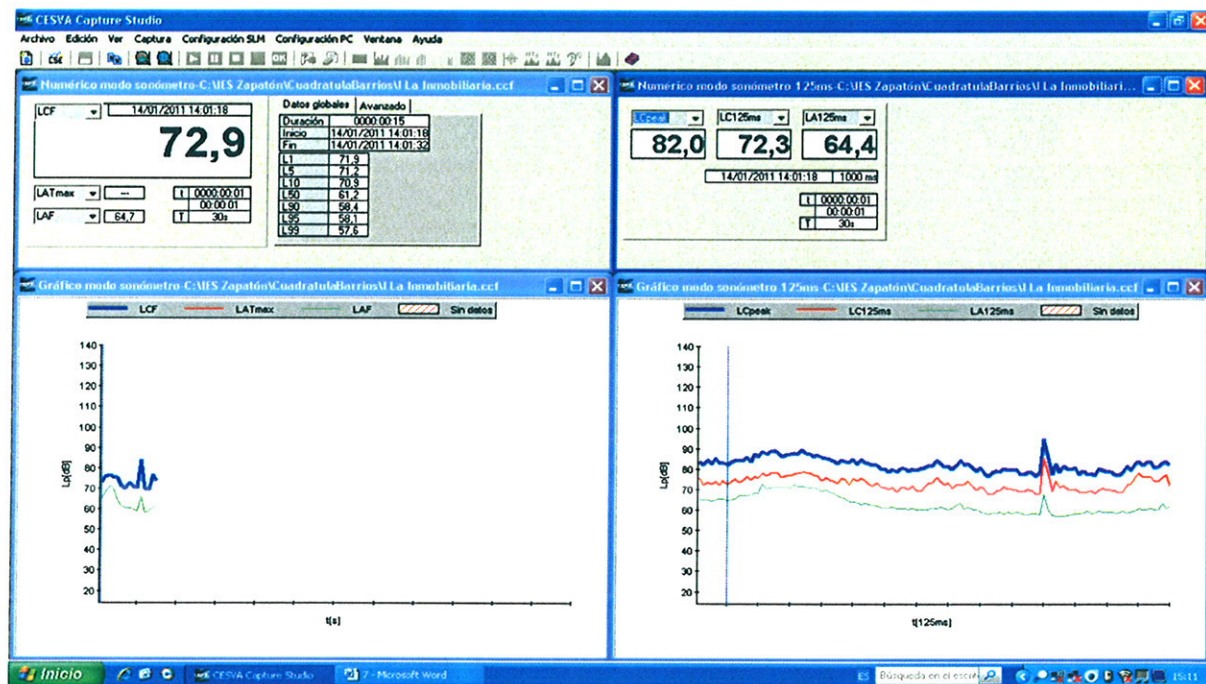
Circunvalación: Calles y rotondas de Pachín, Malecón y Torres.



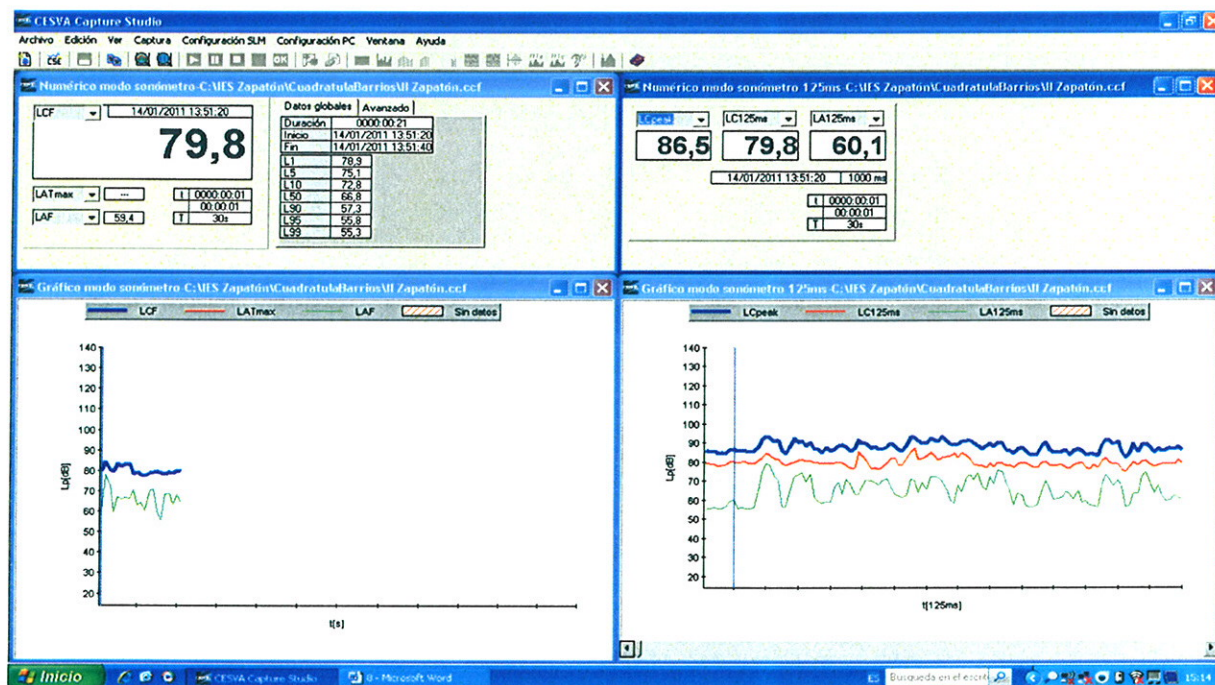
Circunvalación: Calles y rotondas de La Lechera y Aspla



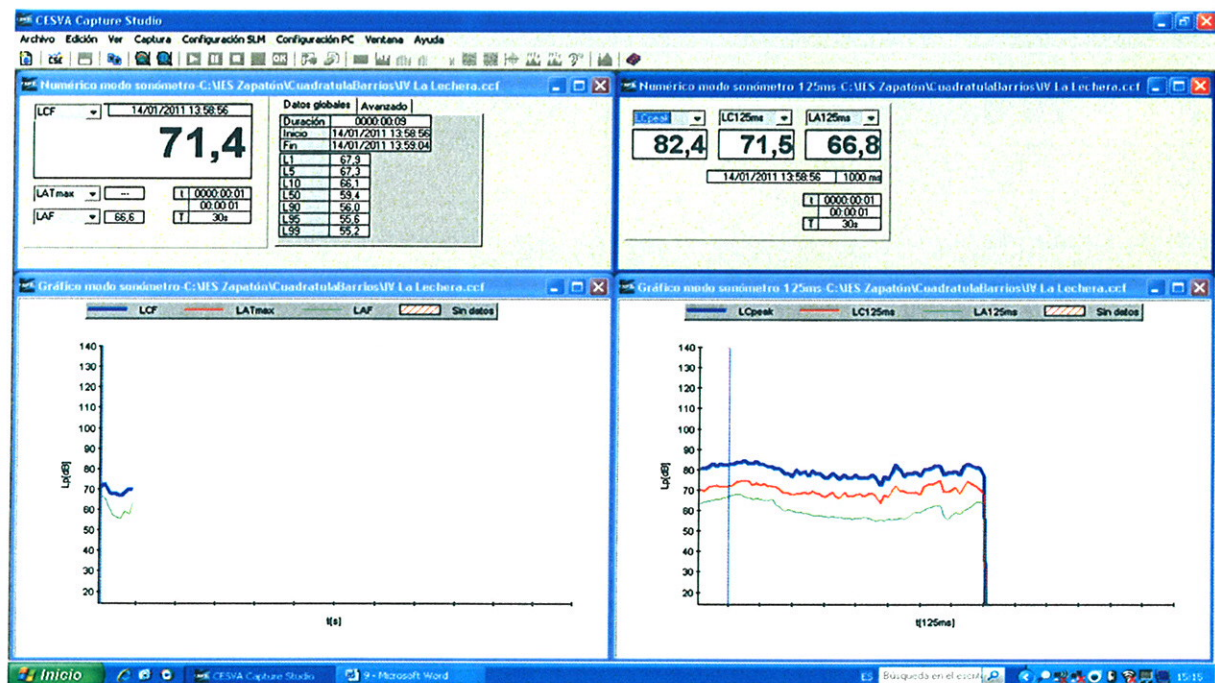
Barrios: La Inmobiliaria y Sierrapando



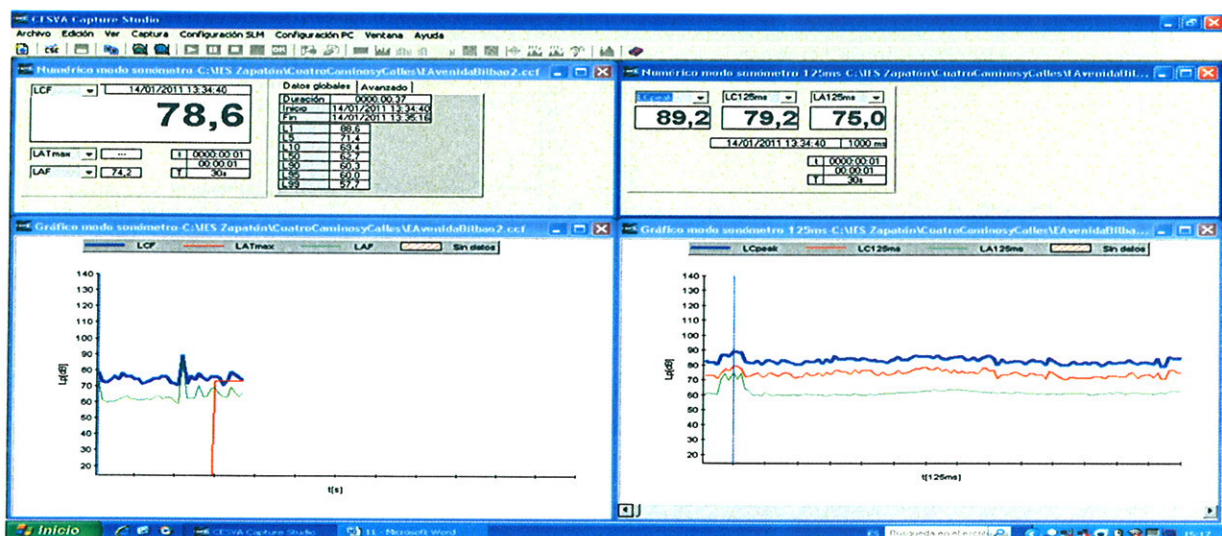
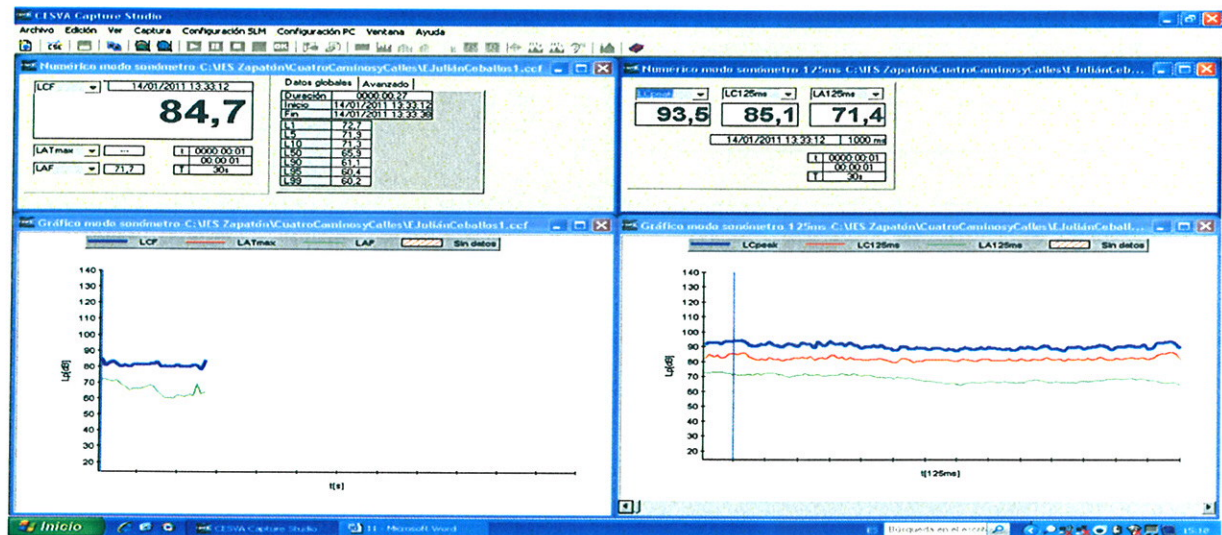
Barrios: Nueva Ciudad y El Zapatón



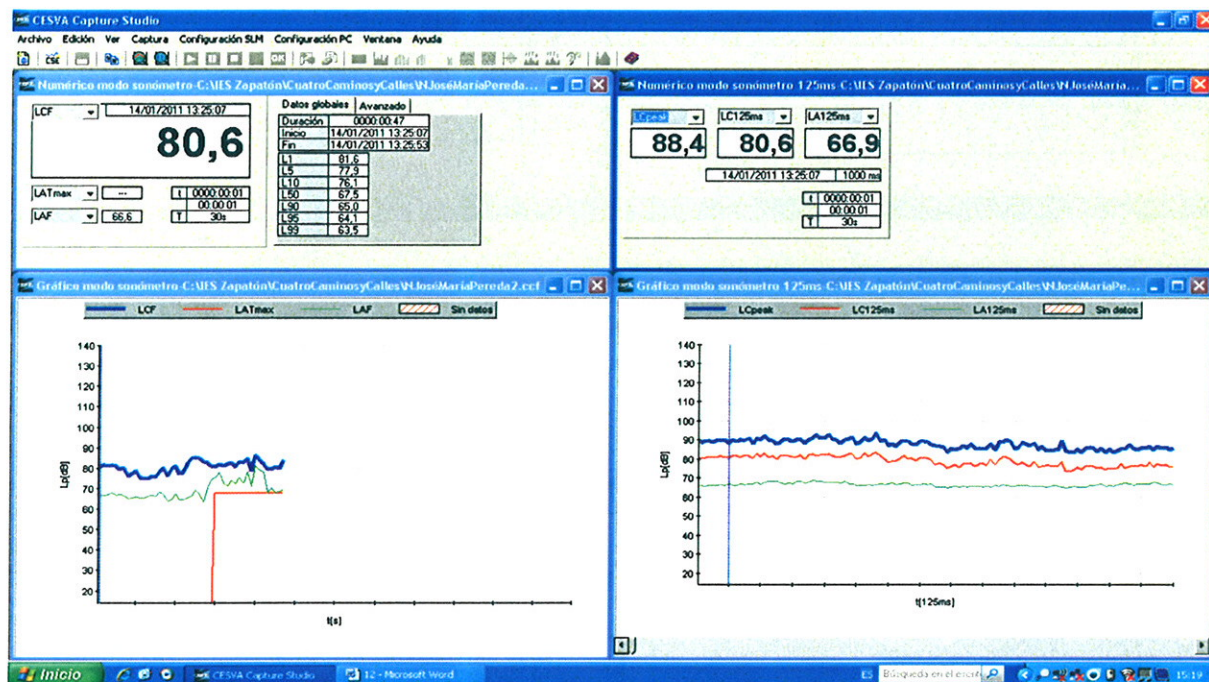
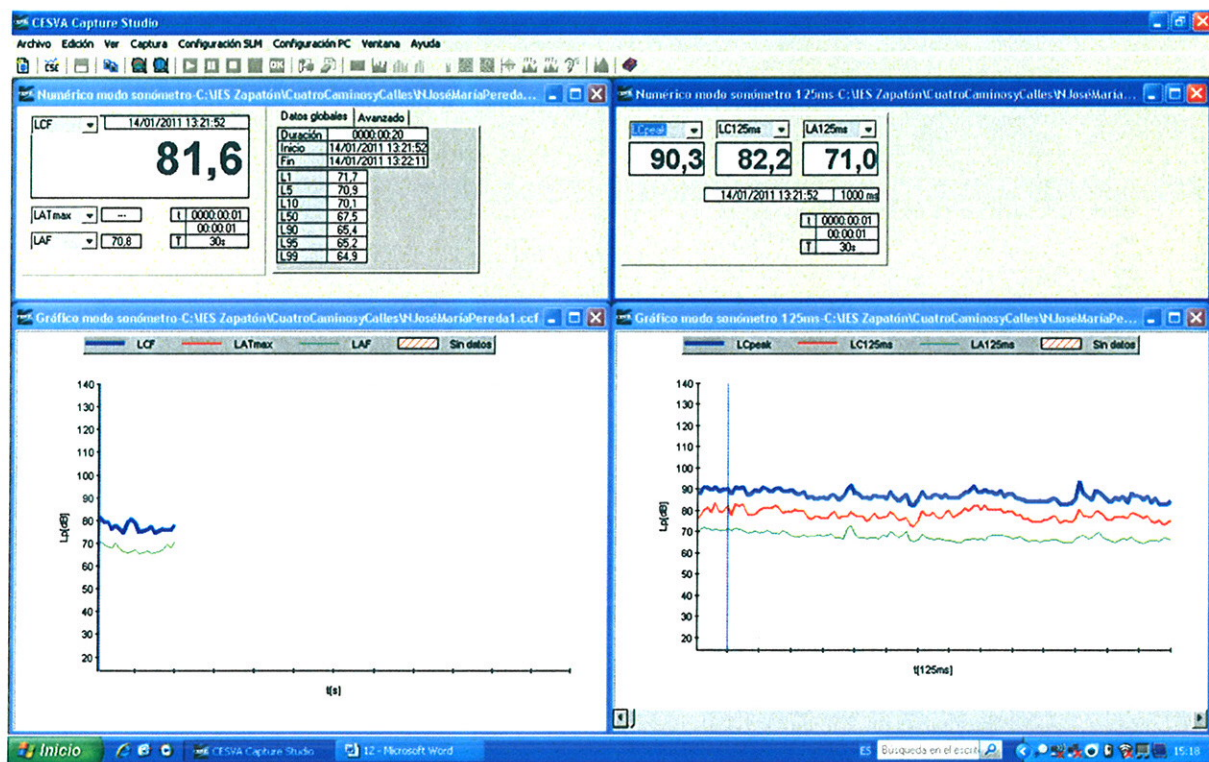
Barrios: Covadonga y La Lechera



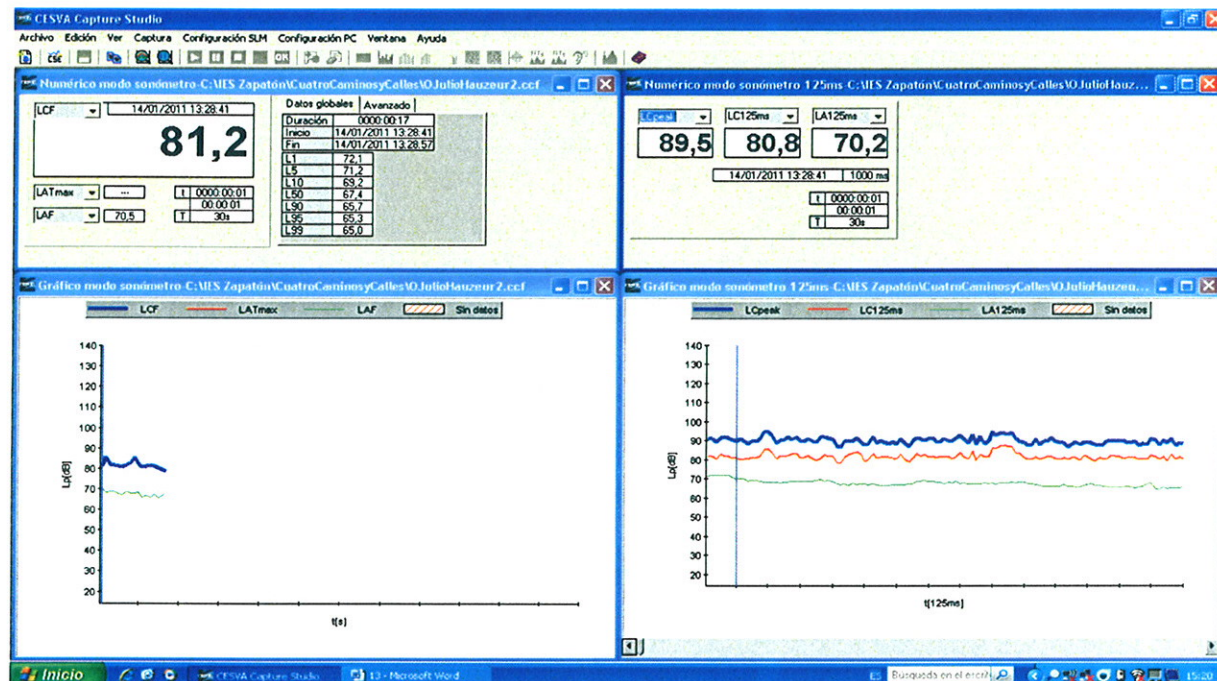
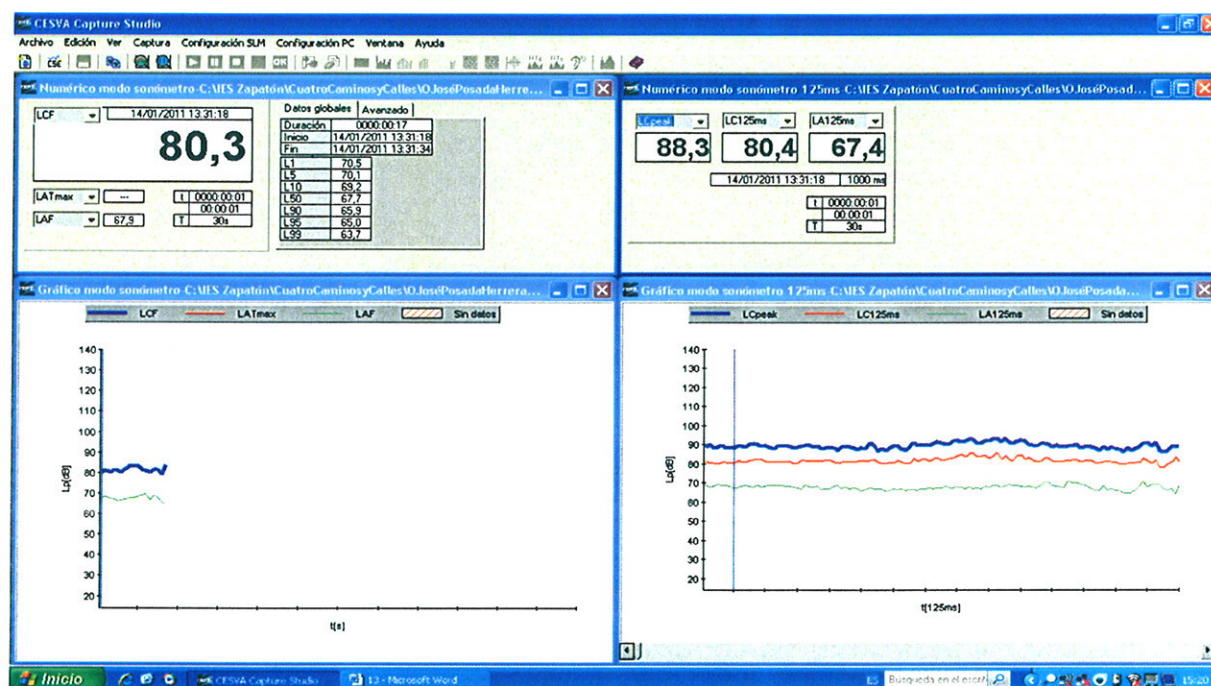
Cuatro Caminos y sus Calles: Cuatro Caminos, Julián Ceballos y Avenida de Bilbao



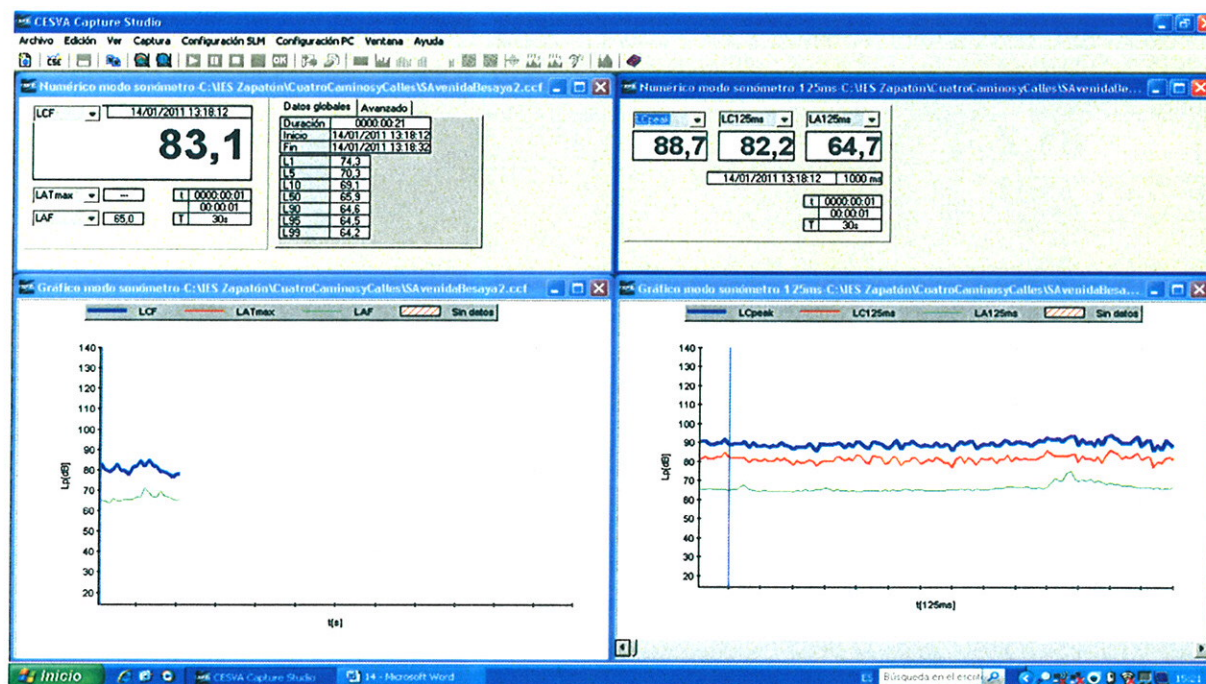
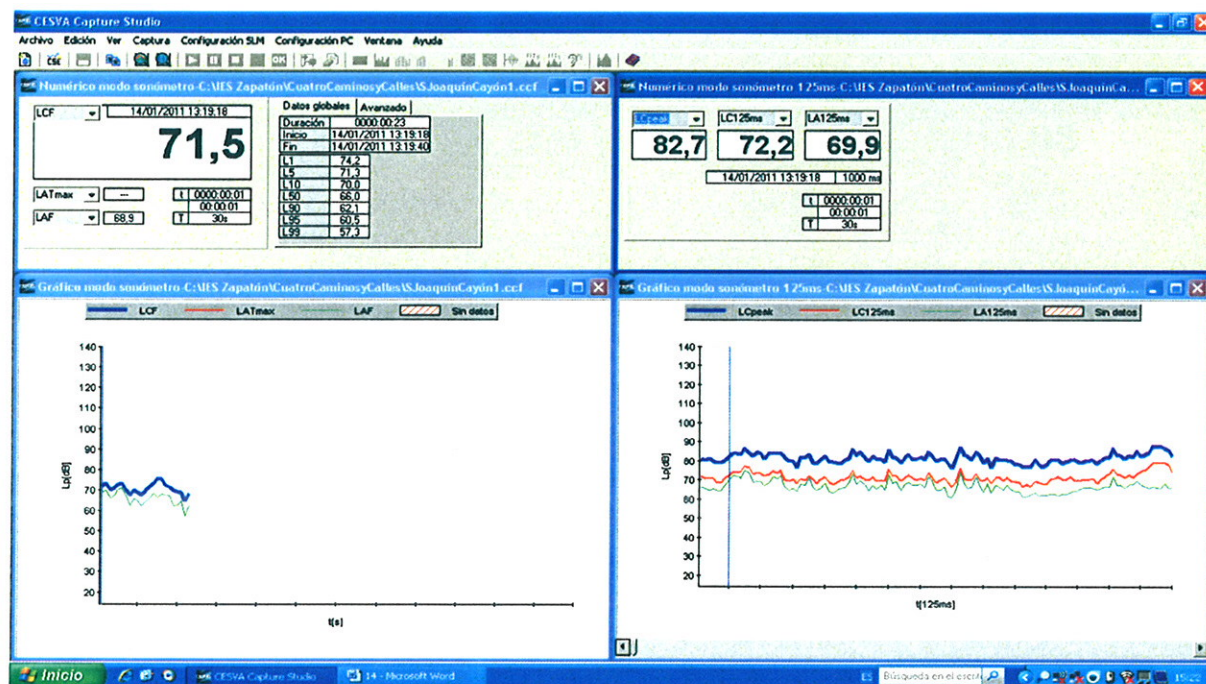
Cuatro Caminos y sus Calles: José María Pereda 1 y 2



Cuatro Caminos y sus Calles: José Posada Herrera y Julio Hauzeur



Cuatro Caminos y sus Calles: Joaquín Cayón y Avenida Besaya



APÉNDICE A.- Grado de consecución de los objetivos planteados en el anteproyecto de 22 de febrero de 2010.

- Sensibilizar al alumnado sobre la Contaminación Acústica. **Satisfactorio.**
- Sensibilizar a la sociedad sobre la Contaminación Acústica. **Se pretende conseguirlo con la difusión del presente trabajo.**
- Adquirir destrezas sobre el manejo de diferente aparatología y en concreto del Sonómetro y el Analizador de Espectro de Audio. **Satisfactorio.**
- Realizar un estudio de Contaminación Acústica de un Aula. **Muy satisfactorio.**
- Realizar un estudio de Contaminación Acústica de un IES. **Muy satisfactorio.**
- Realizar un estudio de Contaminación Acústica de Torrelavega. **Satisfactorio.**
- Confeccionar un mapa de Contaminación Acústica de Torrelavega. **Satisfactorio.**
- Manejo de Internet como base de datos para realizar comparativas de Contaminación Acústica. **Muy Satisfactorio.**

APÉNDICE B.- Productos alcanzados.

Se han conseguido los siguientes productos:

- 1.- Estudio y Mapas de Ruido del Instituto de Educación Secundaria Zapatón.
- 2.- Estudio y Mapas de Ruido de la ciudad de Torrelavega.
- 3.- Experiencias prácticas para incluirse en la Programación del Módulo de Instalaciones de Magafonía y Sonorización del Ciclo Formativo de grado medio de Instalaciones de Telecomunicaciones:
 - 3.1.- Sistema de ecualización de un recinto
 - 3.2.- Mediante el Analizador SC310: Medición del Tiempo de Reverberación de un recinto.

3.1.- Sistema de ecualización de un recinto

La finalidad primordial de la ecualización es corregir las deficiencias acústicas del recinto de escucha, igualando las irregularidades que se presentan en él y tratando de conseguir que la respuesta total del sistema sea la que nos interesa (idealmente plana). En sistemas grandes, una ecualización cuidadosa puede dar la diferencia entre una calidad sonora buena o excelente.

En los recintos en los que la acústica de la sala es buena, es posible que no sea necesaria la ecualización. Ésta se dirige principalmente a las situaciones en las que la ecualización es necesaria, como en el caso de una sala reverberante o un ambiente de escucha crítico.

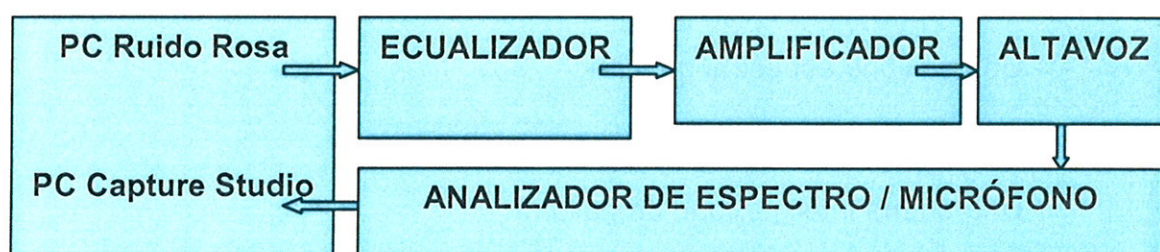
Con la ecualización se consiguen estos fines:

- Un equilibrio espectral general.
- Eliminación de picos molestos en la respuesta.
- Una buena inteligibilidad de palabra.

La ecualización de un recinto se puede realizar por varios métodos. En esta práctica vamos a utilizar el siguiente material:

- Un analizador de espectro de audio en tiempo real, SC310 de CESVA, que cubra toda la banda de audio y que se encuentra dividido en varias bandas normalizadas de acuerdo a la norma ISO con un paso de banda de una octava o 1/3 de octava. Esta última división es más precisa y detecta más fielmente las posibles deficiencias acústicas del local.
- Ruido rosa conseguido de internet.
- Ordenador portátil para emitir el ruido rosa y conseguir la curva espectral de audio mediante el programa CESVA Capture Studio.
- Un amplificador de baja frecuencia con respuesta lineal en todo el espectro de audio. JVC RX 558R
- Un altavoz que reproduzca con linealidad de respuesta todo el espectro de audio (Idealmente omnidireccional). ADAM ANF 10
- Un micrófono omnidireccional, incluido en el SC310, para que integre el sonido directo con el reflejado desde las distintas superficies del recinto y posea una gran fidelidad. AKG
- Un ecualizador de 1/3 de octava. Fonestar FEQ 31.

Con estos elementos montaremos un circuito de análisis, idéntico al esquema de la figura siguiente, para realizar una ecualización del recinto en tiempo real.



Antes realizar la ecualización se comprueban todos los equipos y cableados. Después se realiza un barrido de ondas senoidales que descubra cualquier zumbido, crujido o vibración causado por el altavoz, los instrumentos u otros objetos presentes en el circuito. Hay más problemas audibles en los rangos de frecuencias bajas y medias.

Con los dispositivos montados adecuadamente actualremos de la siguiente forma:

1.- El ruido rosa generado por el ordenador se aplica integramente al amplificador, sin que sufra modificación por parte del ecualizador. Para ello pulsar el by-pass del ecualizador.

2.- En estos momentos captamos en el analizador de espectro la respuesta del recinto. En el ordenador y mediante el programa CESVA Capture Studio observaremos todas las deficiencias mediante crestas y valles a lo largo de todo el espectro de audio. Guardar esta medición del espectro de audio con el nombre de Señal sin Ecualización.

3.- Una vez observadas las deficiencias producidas en distintas zonas del recinto, las promediaremos y pulsaremos el by-pass del ecualizador para integrarlo en el circuito.

4.- Iremos combinando la acción de los diferentes mandos, filtros paso banda, que componen el ecualizador para obtener la respuesta acústica deseada (normalmente plana). Guardar el espectro de audio con el nombre Señal con Ecualización.

5.- Una vez obtenida la curva de respuesta deseada, observar y fotografiar la línea imaginaria que describen los diferentes mandos del ecualizador gráfico, que representan la curva inversa de respuesta del local (Señal sin Ecualización).

Es preciso advertir de las limitaciones que presenta este tipo de ecualización:

- Los dispositivos utilizados para la realizar la ecualización tienen sus limitaciones de respuesta, que modifican sustancialmente la ecualización realizada.
- La respuesta acústica obtenida es válida sólo para las condiciones en que se realiza la prueba, es decir, para el local con las personas, los muebles, etc. Existentes en el momento de realizar la prueba.
- La respuesta es válida para el lugar en el que se ha colocado el micrófono. Las distintas zonas del local donde se ponga el micrófono darán distintas respuestas. Será necesario realizar varias pruebas en distintos puntos del local para obtener la ecualización media a utilizar.
- La ecualización se ha realizado con el altavoz de referencia. Al colocar los altavoces definitivos tendremos que realizar unas pequeñas correcciones para compensar las deviacioes que éstos introducen.

3.2.- Medición del Tiempo de Reverberación de un recinto

Para la realización de esta práctica seguiremos los pasos que el Manual del SC310 nos presenta en su apéndice B.

7. APÉNDICE B: Módulo de medición del Tiempo de Reverberación

El módulo de medición del tiempo de reverberación (TR) del sonómetro **SC310** incorpora 2 nuevos modos de medición: Medición del TR por bandas de octava (1/1) (63 Hz a 4 kHz) **R1/1** y medición del TR por bandas de tercio de octava (1/3) (50 Hz a 5 kHz) **R1/3**, para cada uno de estos modos se realiza:

- La medición simultánea del tiempo de reverberación T_{20} y T_{30} por el método del ruido interrumpido para las bandas especificadas.
- La adquisición automática de la curva de caída y la evaluación de su pendiente mediante estimación por mínimos cuadrados.
- La posibilidad de guardar los resultados en memoria: Valores de T_{20} , T_{30} y curvas de caída, para cada banda de octava.

El módulo de medición del TR no se incluye con el SC310. Es un módulo opcional y puede adquirirse en el momento de comprar el SC310 o posteriormente. Para incorporarlo, simplemente, contacte con su distribuidor oficial **CESVA** y proporcione el número de serie de su sonómetro y gestione los trámites de adquisición del módulo. En pocos días recibirá un CD con el programa de activación.

7.1 Activación del Módulo de Tiempo de Reverberación

NOTA: Una vez activado un módulo, éste no puede ser desactivado.

Para activar el módulo de tiempo de reverberación (TR):

- Inserte el CD que ha recibido en la unidad de CD-ROM. El programa de activación 'SC310 RT module Activator' se ejecutará automáticamente. Si no fuese así ejecute el archivo SETUP.EXE de la unidad de CD-ROM.
- Siga los pasos indicados.

Para verificar que su sonómetro ya tiene el módulo de TR activado.

Verifique que el sonómetro está encendido y parado (■), pulse la tecla , pulse secuencialmente hasta que aparezcan los nuevos modos. Los podrá identificar por el rótulo que aparece en pantalla al cambiar de modo "T. REVERBERACIÓN 1/1" o "T. REVERBERACIÓN 1/3" o por la indicación presente en la parte superior derecha de la pantalla **R1/1** o **R1/3**.

7.2 Uso del teclado

TECLAS SC310 modo TIEMPO DE REVERBERACIÓN 1/1 y 1/3:	
	Tecla para empezar o detener una medición de Tiempo de Reverberación
	Tecla para pasar al tramo anterior de bandas de tercio de octava
	Tecla para pasar al tramo siguiente de bandas de tercio de octava
	Tecla para confirmar los diferentes pasos en el proceso de medición del TR
	Tecla para cambiar de modo, cuando el SC310 está en ■

7.3 Manejo del SC310

7.3.1 Puesta en marcha del SC310

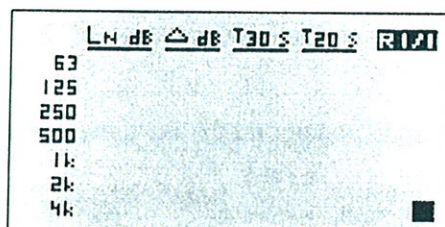
Para encender el SC310 pulsar la tecla: 

Aparecerá en pantalla el logotipo **CESVA** junto al modelo del sonómetro **SC310**, seguidamente aparecerá la pantalla inicial predeterminada en la opción configuración del menú del SC310.

En caso de que el SC310 no se encienda, compruebe que esté correctamente alimentado.

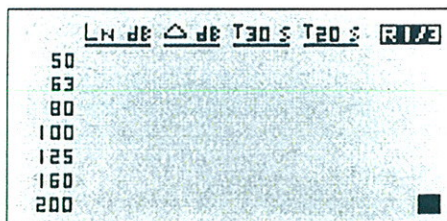
7.3.2 Acceso al modo de Tiempo de Reverberación 1/1

Encienda el SC310 y compruebe que no hay ninguna medición en curso (■), pulse secuencialmente la tecla  hasta que aparezca el rótulo "T. REVERBERACIÓN 1/1". Seguidamente aparecerá la pantalla del modo Tiempo de Reverberación. Se distingue este modo por la indicación **R1/1** que aparece en la parte superior derecha de la pantalla.



7.3.3 Acceso al modo de Tiempo de Reverberación 1/3

Con el SC310 encendido y sin ninguna medición en curso (■) se puede acceder al modo tiempo de reverberación 1/3 pulsando la tecla  hasta que aparezca el rótulo "T. REVERBERACIÓN 1/3". Par identificar este modo, aparece la indicación **R1/3** en la parte superior derecha de la pantalla.



7.3.4 Apagado del SC310

Para apagar el SC310, comprobar que no tenga ninguna medición en curso (■) y pulsar:



7.3.5 Menú del SC310

Mientras no hay ninguna medición en curso (■) se puede acceder al menú del SC310 pulsando:



Todas las opciones del menú están disponibles.

Para regresar al modo de medición pulsar



7.4 Medición del tiempo de reverberación por bandas de octava

7.4.1 Midiendo el tiempo de reverberación

El modo TIEMPO DE REVERBERACIÓN 1/1 del **SC310** mide simultáneamente el tiempo de reverberación (T_{20} y T_{30}) para todas las bandas de octava (de 63 Hz a 4 kHz) por el método del ruido interrumpido.

Este método consiste en la obtención de la caída del nivel de presión sonora en función del tiempo dentro de la sala bajo estudio. Este decaimiento se obtiene excitando la sala con ruido aleatorio de banda ancha o de ancho de banda limitado y registrando la caída del nivel de presión sonora al interrumpir bruscamente la emisión de ruido.

Para hacer dicha medición necesitará una fuente de presión omnidireccional (FP120) que emita un ruido de banda ancha (ruido rosa).

Entre las aplicaciones de este modo destacan la medición del tiempo de reverberación de salas, la medición de los coeficientes de absorción en cámara reverberante, la medición del aislamiento en edificios y de los elementos constructivos.

7.4.2 Inicio de la medición

En primer lugar, asegúrese de que el sonómetro no tiene ningún proceso de medición en curso (■). Si lo tuviese (▶ o ||) pulsar



hasta detenerlo.

Seguidamente, disponga el SC310 en modo TIEMPO DE REVERBERACIÓN 1/1 y siga los siguientes pasos:

- Asegúrese de que la emisión de ruido de la fuente de presión está parada.



- Pulse  para empezar el proceso de medición. Primero se medirá el nivel de presión sonora L_N correspondiente al ruido de fondo. En pantalla aparecerá dicho nivel para cada banda de octava (Nivel equivalente de 1 segundo en dB).

	L_N dB	Δ dB	T_{30} s	T_{20} s	R1/I1
63	42.0				
125	35.3				
250	38.1				
500	36.1				
1k	31.2				
2k	25.7				
4k	20.1				

- Pulse  para validar dicha medición. Comprobará que estos valores quedan fijos dejando de oscilar. Estos valores son los que se tomarán como nivel de ruido de fondo para el cálculo del TR. En pantalla aparecerá una nueva columna de valores correspondientes al aumento de nivel de presión sonora con respecto al ruido de fondo Δ (en dB).

	L_N dB	Δ dB	T_{30} s	T_{20} s	R1/I1
63	42.0	---			
125	35.3	---			
250	38.1	---			
500	36.1	12.4			
1k	31.2	---			
2k	25.7	---			
4k	20.1	24.4			

- Aumente progresivamente el nivel de la fuente de presión hasta obtener un nivel de presión sonora 35 dB superior al ruido de fondo para calcular el T_{20} y 45 dB superior al ruido de fondo para calcular el T_{30} , en las bandas de interés.
- Una vez la fuente esté emitiendo el nivel de presión sonora necesario, espere unos segundos para que el campo acústico alcance el estado estacionario.
- Pulse  para validar dicho nivel. Comprobará que estos valores quedan fijos dejando de oscilar. A partir de estos valores se obtendrán los niveles máximos iniciales para el cálculo del TR.

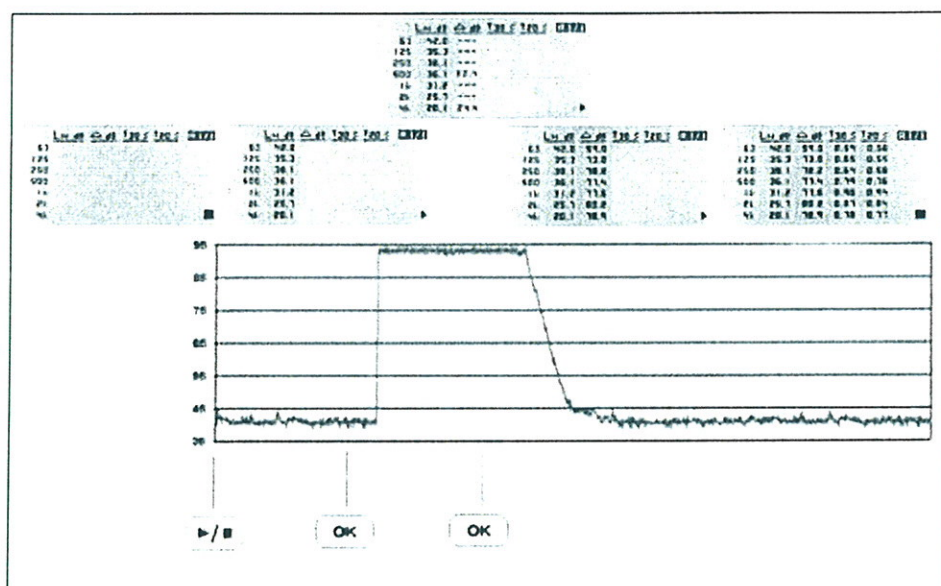
	L_N dB	Δ dB	T_{30} s	T_{20} s	R1/I1
63	42.0	59.0			
125	35.3	73.0			
250	38.1	78.2			
500	36.1	77.4			
1k	31.2	77.6			
2k	25.7	80.2			
4k	20.1	78.9			

- A partir de este instante, el SC310 esperará a que usted interrumpa la emisión de ruido.
- Pare la emisión de ruido.
- Transcurridos unos segundos, después de cesar la emisión de ruido, aparecerán en pantalla los valores de T_{30} y T_{20} y la medición terminará automáticamente apareciendo el símbolo .

LN dB	Δ dB	T30 s	T20 s	R101
63	42.0	59.0	0.69	0.56
125	35.3	73.0	0.65	0.55
250	38.1	78.2	0.64	0.58
500	36.1	77.4	0.79	0.76
1k	31.2	77.6	0.90	0.94
2k	25.7	80.2	0.87	0.84
4k	20.1	78.9	0.78	0.77

El SC310 también mide las curvas de caída del nivel de presión sonora, pero estas solo pueden ser visualizadas guardando el resultado final de la medición y volcando estos datos a un ordenador mediante la aplicación software **CESVA CAPTURE Studio**.

En el siguiente gráfico se puede observar todo el proceso de medición del Tiempo de Reverberación:



7.4.3 Parar la medición

Mientras la medición esta en curso, esta puede pararse pulsando . El indicador de estado de la medición pasará de ► a ■.

7.4.4 Indicador de Saturación (overload)

El **SC310** tiene indicador de saturación para cada función. Si durante la medición se produce una saturación, se añadirá el signo ^ delante del valor de la función que haya sido afectada por esta.

Mientras tiene lugar la saturación, aparece en pantalla la indicación  en la parte inferior derecha de la pantalla.

Si durante la medición aparece la indicación de saturación, el SC310 no dejará validar los valores medidos y no se podrá pasar a la fase siguiente de medición.

Si la saturación tiene lugar durante la medición de la curva de caída, la medición se abortará automáticamente.

7.4.5 Indicador (---)

Si al finalizar una medición aparece el indicador ---, puede ser debido a que:

- El nivel de presión sonora alcanzado por encima del ruido de fondo no es suficiente para calcular el parámetro ($T_{20} \rightarrow \Delta > 35$ dB y $T_{30} \rightarrow \Delta > 45$)
- No se puede calcular el tiempo de reverberación.

	LN dB	Δ dB	T_{30} s	T_{20} s	R1/A1
63	42.0	59.0	---	---	
125	35.3	73.0	---	---	
250	38.1	78.2	---	---	
500	36.1	77.4	---	---	
1k	31.2	77.6	---	---	
2k	25.7	80.2	---	1.8	
4k	20.1	78.9	---	---	

7.5 Medición del tiempo de reverberación por bandas de tercio de octava

7.5.1 Midiendo el tiempo de reverberación

El modo TIEMPO DE REVERBERACIÓN 1/3 del **SC310** mide simultáneamente el tiempo de reverberación (T_{20} y T_{30}) para todas las bandas de tercio de octava (de 50 Hz a 5 kHz) por el método del ruido interrumpido.

Este método consiste en la obtención de la caída del nivel de presión sonora en función del tiempo dentro de la sala bajo estudio. Este decaimiento se obtiene excitando la sala con ruido aleatorio de banda ancha o de ancho de banda limitado y registrando la caída del nivel de presión sonora al interrumpir bruscamente la emisión de ruido.

Para hacer dicha medición necesitará una fuente de presión omnidireccional (FP120) que emita un ruido de banda ancha (ruido rosa).

Entre las aplicaciones de este modo destacan la medición del tiempo de reverberación de salas, la medición del coeficiente de absorción en cámara reverberante, la medición del aislamiento en edificios y de los elementos constructivos.

7.5.2 Visualización de las bandas de tercio de octava

El **SC310** muestra los datos medidos para todas las bandas de tercio de octava en tres tramos distintos (50 – 200 Hz), (250 Hz – 1 kHz) y (1,25 kHz – 5 kHz) para acceder a la visualización de estos tramos pulsar  y . Se puede cambiar de tramo tanto con el sonómetro parado (■) como durante un proceso de medición (▶).

LN dB	Δ dB	T_{30} s	T_{20} s	R1/A1
50	39.9	46.6	1.01	1.15
63	44.1	51.8	0.43	0.52
80	32.3	62.9	0.30	0.35
100	33.9	63.8	0.42	0.30
125	38.0	64.2	0.60	0.67
160	35.5	68.7	0.81	0.86
200	36.8	74.6	0.82	0.96

LN dB	Δ dB	T_{30} s	T_{20} s	R1/A1
250	37.4	72.0	0.60	0.55
315	32.9	72.8	0.51	0.46
400	36.5	71.3	0.76	0.69
500	33.9	72.6	0.72	0.52
630	35.4	67.8	0.89	0.70
800	31.7	72.3	0.85	0.76
1k	28.1	72.0	0.85	0.76

LN dB	Δ dB	T_{30} s	T_{20} s	R1/A1
1.25k	28.0	72.1	0.90	0.92
1.6k	26.3	76.7	0.94	0.92
2k	27.4	69.8	0.86	0.83
2.5k	25.9	70.9	0.85	0.71
3.15k	22.9	71.3	0.82	0.94
4k	20.7	69.8	0.76	0.81
5k	20.3	69.9	0.70	0.66

7.5.3 Inicio de la medición

En primer lugar, asegúrese de que el sonómetro no tiene ningún proceso de medición en curso (■). Si lo tuviese (▶ o ||) pulsar  hasta detenerlo.

Seguidamente, disponga el SC310 en modo TIEMPO DE REVERBERACIÓN 1/3 y siga los siguientes pasos:

- Asegúrese de que la emisión de ruido de la fuente de presión está parada.
- Pulse  para empezar el proceso de medición. Primero se medirá el nivel de presión sonora L_N correspondiente al ruido de fondo. En pantalla aparecerá dicho nivel para cada banda de tercio de octava (Nivel equivalente de 1 segundo en dB).

	L_N dB	Δ dB	T_{30} s	T_{20} s	R/T/F
50	39.9				
63	44.1				
80	32.3				
100	33.9				
125	38.0				
160	35.5				
200	36.8				

- Pulse  para validar dicha medición. Comprobará que estos valores quedan fijos dejando de oscilar. Estos valores son los que se tomarán como nivel de ruido de fondo para el cálculo del TR. En pantalla aparecerá una nueva columna de valores correspondientes al aumento de nivel de presión sonora con respecto al ruido de fondo Δ (en dB).

	L_N dB	Δ dB	T_{30} s	T_{20} s	R/T/F
50	39.9	---			
63	44.1	---			
80	32.3	12.4			
100	33.9	---			
125	38.0	---			
160	35.5	24.4			
200	36.8	---			

- Aumente progresivamente el nivel de la fuente de presión hasta obtener un nivel de presión sonora 35 dB superior al ruido de fondo para calcular el T_{20} y 45 dB superior al ruido de fondo para calcular el T_{30} .
- Una vez la fuente esté emitiendo el nivel de presión necesario, espere unos segundos para que el campo acústico alcance el estado estacionario.
- Pulse  para validar dicho nivel. Comprobará que estos valores quedan fijos dejando de oscilar. A partir de estos valores se obtendrán los niveles máximos iniciales para el cálculo del TR.

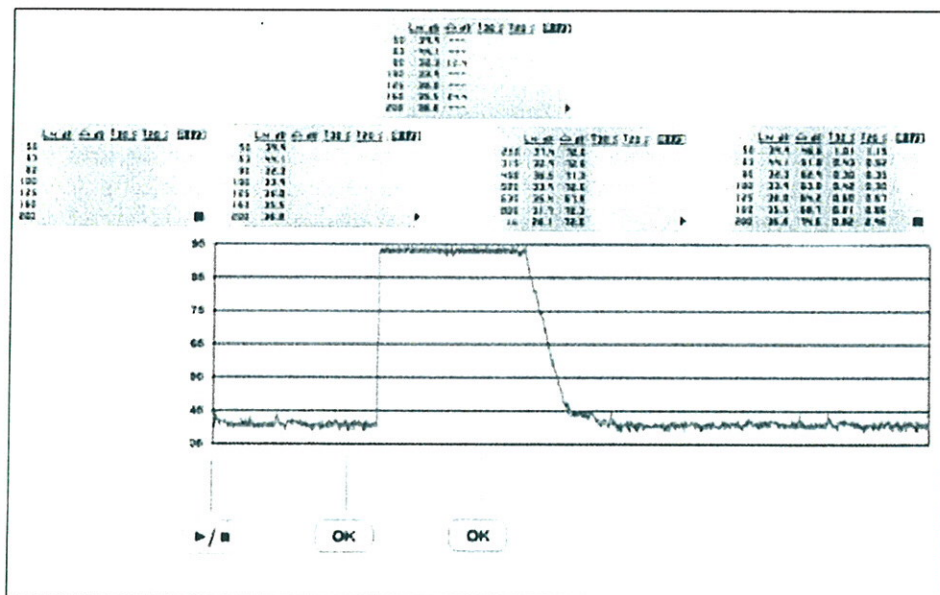
	L_N dB	Δ dB	T_{30} s	T_{20} s	R/T/F
250	37.4	72.0			
315	32.9	72.8			
400	36.5	71.3			
500	33.9	72.6			
630	35.4	67.8			
800	31.7	72.3			
1k	28.1	72.0			

- A partir de este instante, el SC310 esperará a que usted interrumpa la emisión de ruido.
- Pare la emisión de ruido.
- Transcurridos unos segundos, después de cesar la emisión de ruido, aparecerán en pantalla los valores de T_{30} y T_{20} y la medición terminará automáticamente apareciendo el símbolo (■).

	$L_{w,dB}$	Δ_{dB}	$T_{30}s$	$T_{20}s$	R/T/E
50	39.9	46.6	1.01	1.15	
63	44.1	51.8	0.43	0.52	
80	32.3	62.9	0.30	0.35	
100	33.9	63.8	0.42	0.30	
125	38.0	64.2	0.60	0.67	
160	35.5	68.7	0.81	0.86	
200	36.8	74.6	0.82	0.96	■

El SC310 también mide las curvas de caída del nivel de presión sonora, pero estas solo pueden ser visualizadas guardando el resultado final de la medición y volcando estos datos a un ordenador mediante la aplicación software **CESVA CAPTURE Studio**.

En el siguiente gráfico se puede observar todo el proceso de medición del Tiempo de Reverberación:



7.5.4 Parar la medición

Mientras la medición esta en curso, esta puede pararse pulsando . El indicador de estado de la medición pasará de ► a ■.

7.5.5 Indicador de Saturación (overload)

El **SC310** tiene indicador de saturación para cada función. Si durante la medición se produce una saturación, se añadirá el signo ^ delante del valor de la función que haya sido afectada por esta.

Mientras tiene lugar la saturación, aparece en pantalla la indicación  en la parte inferior derecha de la pantalla.

Si durante la medición aparece la indicación de saturación, el SC310 no dejará validar los valores medidos y no se podrá pasar a la fase siguiente de medición.

Si la saturación tiene lugar durante la medición de la curva de caída, la medición se abortará automáticamente.

7.5.6 Indicador (---)

Si al finalizar una medición aparece el indicador ---, puede ser debido a que:

- El nivel de presión sonora alcanzado por encima del ruido de fondo no es suficiente para calcular el parámetro ($T_{20} \rightarrow \Delta > 35$ dB y $T_{30} \rightarrow \Delta > 45$)
- No se puede calcular el tiempo de reverberación.

	L _W dB	L _p dB	T ₂₀ s	T ₃₀ s	R _{1/3}
250	37.4	72.0	---	---	
315	32.9	72.8	---	---	
400	36.5	71.3	---	---	
500	33.9	72.6	---	---	
630	35.4	67.8	---	1.8	
800	31.7	72.3	---	---	
1k	28.1	72.0	---	---	

7.6 Registro de datos

El **SC310** puede registrar en su memoria interna los resultados finales de una medición. Al apagarlo, los datos guardados no se pierden y pueden ser recuperados y visualizados directamente desde el mismo **SC310** o transmitidos a un ordenador personal. La memoria puede ser borrada directamente desde el mismo **SC310**.

7.6.1 Guardar resultados

Una vez se ha terminado una medición () los resultados pueden guardarse en memoria seleccionando la opción GUARDAR RESULTADOS del menú principal. El SC310 indica el número del registro en la que graba los datos.

El **SC310** guarda en memoria, en el modo TIEMPO DE REVERBERACIÓN 1/1 para las bandas de octava centradas en las frecuencias 63, 125, 250, 500, 1000, 2000 y 4000 Hz y en el modo TIEMPO DE REVERBERACIÓN 1/3 para las bandas de tercio de octava centradas en las frecuencias 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500, 3150, 4000 y 5000 Hz la siguiente información:

- Tiempo de reverberación T_{20} y T_{30} .
- Nivel de presión sonora del ruido de fondo.
- Nivel de presión sonora máximo inicial.
- Curva de caída: evolución temporal del decaimiento del nivel de presión sonora.

El SC310 puede guardar más de 7900 resultados finales en modo TIEMPO DE REVERBERACIÓN 1/1 y más de 2600 en modo TIEMPO DE REVERBERACIÓN 1/3.

APÉNDICE C.- Memoria Económica.

La memoria económica del proyecto se compone de tres documentos: la aprobación de gastos por parte de la Dirección General de Formación Profesional y Educación Permanente y dos facturas tramitadas por el IES Zapatón.

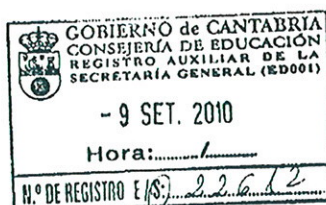
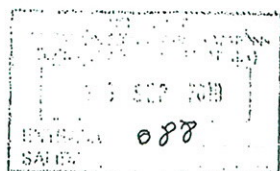
Presupuesto aprobado	4.090,00 €
Analizador, software y calibrador	3.863,32 €
Bluetooth y trípode	447,46 €

Hay una diferencia de – 220,78 € que sufragó el IES Zapatón.



UNIDAD: GESTIÓN ECONÓMICA

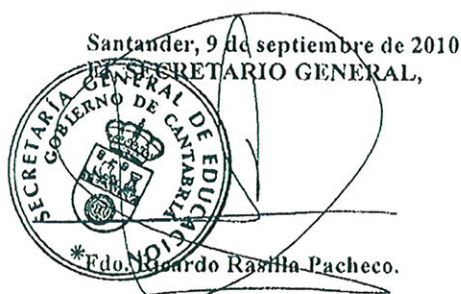
Destinatario:
SR/A. DIRECTOR/A
IES "ZAPATÓN"
AVDA. CONSTITUCIÓN 7
39300 TORRELAVEGA



Le comunico que recibirá próximamente la cantidad de 4.090,00 € euros, concepto 229, Programa 422C, a fin de sufragar gastos para la realización de proyectos de Innovación Tecnológica en Formación Profesional en el presente curso escolar 2010/2011.

Dicha cantidad deberá incluirse en el Presupuesto y en la Cuenta de Gestión del Centro.

Santander, 9 de septiembre de 2010
SECRETARIO GENERAL,
*Edo. Ricardo Rasilla Pacheco.



VETSON

IMAGEN Y SONIDO PROFESIONAL

I.E.S. ZAPATÓN
Q3968065G
AVDA. CONSTITUCIÓN N° 7
39300 TORRELAVERGA

749
I.E.S. ZAPATÓN
AVDA. CONSTITUCIÓN N° 7
39300 TORRELAVERGA
CANTABRIA

Factura N°000114

Fecha 04/11/2010

Cantidad	Concepto	Precio ud.	Dto.	Importe
	Albarán: 000040 25/10/2010			
1	SONÓMETRO ANALIZADOR CESVA SC-310 (precio especial versión demo)	2.400,00		2.400,00
1	MODULO TIEMPO DE REVERBERACIÓN RT-310 (n° serie T-219961)	549,00		549,00
1	CALIBRADOR CESVA MOD. CB-5 (precio especial versión demo)	325,00		325,00

Importe	Descuento	Pronto pago	Portes	Base imponible	I.V.A. 18 %	TOTAL FACTURA
3.274,00				3.274,00	589,32	3.863,32

Vencimientos

VETSON

IMAGEN Y SONIDO PROFESIONAL

I.E.S ZAPATÓN
Q3968065G
AVDA. CONSTITUCIÓN N° 7
39300 TORRELAVEGA

749
I.E.S ZAPATÓN
AVDA. CONSTITUCIÓN N° 7
39300 TORRELAVEGA
CANTABRIA

Factura N°000121

Fecha **25/11/2010**

Cantidad	Concepto	Precio ud.	Dto.	Importe
	Albarán: 000066 25/11/2010			
1	BLUETOOTH TRANSMISION DATOS PC BT002	69,00		69,00
1	BLUETOOTH TRANSMISION DATOS PC BT003	249,00		249,00
1	TRIPODE PARA SONÓMETRO MOD. TR40	68,00	10,00	61,20



Importe	Descuento	Pronto pago	Portes	Base imponible	I.V.A. 18 %	TOTAL FACTURA
379,20				379,20	68,26	447,46

Vencimientos

BIBLIOGRAFÍA

- Guías para el ruido urbano. Organización Mundial de la Salud. Ginebra 1999.
- Community Noise, Stockholm University y el Karolinska Institute 1995.
- I Conferencia de ruido ambiental, Ministerio de Medio Ambiente 2007.
- Mejorar la ecología humana y el asentamiento. Unitat de Recerca Respiratoria i Ambiental. Institut Municipal d'Investigació Mèdica, Barcelona 1991.
- Análisis sobre el ruido. Universidad de Guadalajara 2006.
- Estudio de la Contaminación Acústica y Salud, Junta de Andalucía 2007.
- Estudio anual sobre los efectos del ruido ambiental en la sociedad y su percepción por parte de la ciudadanía. El Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación (COITT). Madrid 2008.
- El ruido, ¿sólo una molestia?, Gobierno de Aragón 2005.
- Evaluación y gestión del ruido ambiental. Directiva del Parlamento Europeo 2002.
- Política futura de lucha contra el ruido. Libro verde de la Comisión Europea. Bruselas 1996.
- REAL DECRETO 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.
- REAL DECRETO 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

