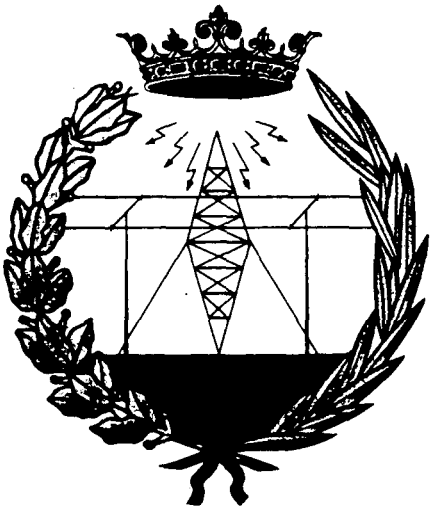
UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA

TECNICA DE TELECOMUNICACION



TRABAJO FIN DE CARRERA

TITULO : ***MEDIDAS DEL NIVEL DE RUIDO EN LA CIUDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA. SECTOR III.***

ESPECIALIDAD : ***IMAGEN Y SONIDO***

AUTOR : ***JUAN ALFONSO MARTINEZ BAÑOS***

TUTOR : ***EDUARDO HERNANDEZ PEREZ***

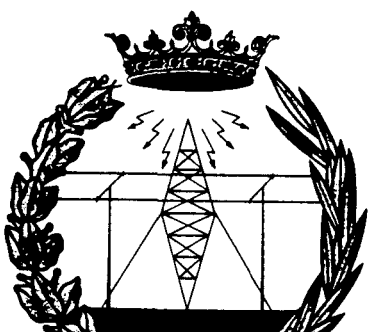
FECHA : ***29 DE MAYO DE 1990***

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA

TECNICA DE TELECOMUNICACION



TRABAJO FIN DE CARRERA

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

TITULO : ***MEDIDAS DEL NIVEL DE RUIDO EN LA CIUDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA. SECTOR III.***

ESPECIALIDAD : ***IMAGEN Y SONIDO***

AUTOR : ***JUAN ALFONSO MARTINEZ BAÑOS***

TUTOR : ***EDUARDO HERNANDEZ PEREZ***

FECHA : ***29 DE MAYO DE 1990***

Firma Autor: *Firma tutor:* *Firmas Tribunal:*

A mis Padres y Hermanos.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

INDICE

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

CAPITULO I

NATURALEZA FISICA DEL SONIDO.

página

1.0.- Introducción. 2

1.1.- Formación de Ondas. 2

1.1.1.- Ondas Transversales y Longitudinales. ... 3

1.1.2.- Ondas Sonoras. 6

1.1.3.- Parametros de un Mov. Ondulatorio. 9

1.1.4.- Leyes de Propagación de las Ondas Sonoras. 12

1.1.5.- El Sonido. 13

1.1.6.- Clases de Perturbaciones Acústicas. 14

1.2.- Potencia, Intensidad y Presión. 15

1.2.1.- Potencia Acústica. 15

1.2.2.- Intensidad Acústica. 16

1.2.3.- Presión Acústica. 17

1.3.- El Plano de la Fuente. 18

1.3.1.- Fuente Puntual. 19

1.3.2.- Fuente Lineal. 21

1.4.- Propagación del Sonido en el Aire. 24

1.4.1.- Efecto del Viento. 24

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

página

1.4.2.- Gradiente de Temperatura. 27

1.4.3.- Efecto de la Presión Barométrica. 30

1.4.4.- Humedad y precipitación. 31

1.4.5.- Absorción de formas Naturales. 31

1.5.- Expresión Logarítmica de Variables Acústicas. El decibelio. 32

1.6.- Campos Acústicos. 35

1.7.- Espectro de un Sonido. 36

1.8.- Magnitudes Psicofisiológicas. 38

CAPITULO II

EL APARATO FONADOR Y AUDITIVO.

2.0.- Introducción. 41

2.1.- El aparato Fonador. 42

2.1.1.- Características en intensidad y Frecuencia de los sonidos emitidos. 46

2.2.- El Aparato Auditivo. 50

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

página

2.2.1.- Fisiología de oido. 50

2.2.2.- Proceso de Conversión de la Vibración mecánica en sensaciones sonoras. 51

2.2.3.- Sensibilidad del oido para las Frecuencias. 57

2.2.4.- Efectos de distorsión en la Audición. 59

2.2.5.- Enmascaramiento. 60

2.2.6.- Sonoridad. 66

2.2.7.- Umbral de Audibilidad y sensación de Dolor. 76

2.2.8.- Comportamiento con los Decibelios. 82

CAPITULO III

EL EQUIPO DE MEDIDA.

3.0.- Introducción. 87

3.1.- El Sonometro. 87

3.1.1.- Modulo BZ 7101 para el analisis Estadístico. 89

3.1.2.- Descripción del Teclado del Sonometro. 91

3.1.3.- El Microfono. 98

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

página

3.1.4.- El Calibrador. 98

3.1.5.- Pantalla Antiviento. 99

3.1.6.- Las Pilas. 99

3.2.- La Impresora. 100

3.3.- El Filtro. 101

CAPITULO IV

NORMATIVAS Y LEGISLACION.

4.0.- Introducción. 104

4.1.- Normativas. 105

4.2.- Legislación. 108

4.2.1.- Legislación Internacional. 108

4.2.2.- Legislación Española. 111

4.2.2.1.- Ordenanzas Municipales. 114

CAPITULO V

EL MAPA SONORO.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

página

5.0.- Introducción. 118

5.1.- Metodología. 120

5.1.1.- Fuentes de Ruido. 120

5.5.2.- Espacio y Tiempo de las Medidas. 121

5.2.- Descriptores del Ruido Ambiental. 125

5.3.- Predicción de Niveles Sonoros. 127

5.4.- Mapa Sonoro del Sector III de la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria. 129

5.4.1.- Presentación de los Datos. 133

CAPITULO VI

DATOS

6.0.- Datos. 135

CAPITULO VII

PLANIFICACION URBANA Y CONTROL DEL RUIDO

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

página

7.0.- Introducción. 227

7.1.- Necesidad de elaborar mapas sonoros Municipales. 227

7.2.- Acciones de la planificación. 230

7.2.1.- Zonificación. 231

7.2.2.- Actuación sobre la vía. 232

7.2.3.- Actuación sobre la circulación. 234

7.2.4.- Actuaciones urbanisticas. 235

7.3.- Control del ruido. 240

7.3.1.- Elaboración de ordenanzas de protección contra el ruido. 243

CAPITULO VIII

EFECTOS DEL RUIDO.

8.0.- Introducción. 246

8.1.- Efectos auditivos del ruido.

8.1.1.- Trauma sonoro agudo. 247

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

página

8.1.2.- Elevación temporal del umbral auditivo. 248

8.1.3.- Trauma sonoro crónico. 250

8.2.- Efectos no auditivos del ruido. 250

8.2.1.- Definición de ruido. 250

8.2.2.- Vias de transmisión del ruido. 253

8.2.2.1.- Sistema especifico. 253

8.2.2.2.- Sistema inespecifico. 253

8.2.3.- Efectos no auditivos (ENA). 254

8.2.3.1.- Efectos fisiopatológicos. 255

8.2.3.2.- Efectos psicopatológicos. 260

8.2.3.2.1.- Molestias. 260

8.2.3.2.2.- Efectividad. 263

8.2.3.2.3.- Estado de animo. 264

8.2.3.2.4.- Alteraciones psicológicas. 264

BIBLIOGRAFIA. 266

APENDICE I. 272

APENDICE II. 280

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

página

APENDICE III. 282

APENDICE IV. 284

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

INTRODUCCION

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

La ciudad y el fenómeno urbano que de ella se deriva es uno de los acontecimientos más relevantes de la historia de la humanidad. Desde la Revolución Industrial y como consecuencia de los cambios tecnológicos y sociales que se han experimentado, las ciudades han ido adquiriendo una mayor relevancia y hoy son soporte fundamental de nuestra civilización. Esto ha traido como consecuencia que los que las habitamos, queramos vivir todos en espacios urbanos y hacer las mismas cosas, en los mismos lugares y a las mismas horas, desarrollandose los " atascos ", así la nueva tierra de promisión en la que se han convertido las ciudades, ha potenciado el ruido ambiental, este es uno de los factores que con más claridad califica el medio ambiente presente en cada una de las zonas de la urbe.

El caracter perturbador del ruido ha sido una constante histórica, desde tiempos de Julio Cesar que prohibió la circulación de carros durante la noche. Pero hasta fechas recientes su consideración no ha pasado del rango de lo molesto.

El ruido es por lo que vemos el contaminante más ligado al hombre tanto en su generación como en sus efectos.

Distintos estudios aseveran que una adecuada ordenación territorial y una planificación urbana que contemple las implicaciones de unas u otras decisiones, en el ruido ambiental son imprescindibles a la hora de reducir no sólo la exposición al ruido de la comunidad, sino también las zonas

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

expuestas.

Entre otros datos, la realización del mapa acústico de la ciudad permite conocer la localización de las zonas especialmente ruidosas (facilitando la actuación posterior si se desea mejorar la situación) o de los enclaves particularmente silenciosos (apoyando la adopción de las medidas pertinentes para tratar de preservar esa situación privilegiada). En este sentido, los trabajos de cartografía del ruido urbano se pueden convertir en una fuente de información valiosísima para los técnicos en planificación urbanística (apertura de nuevas calles, establecimiento de zonas verdes o zonas peatonales, ubicación de polígonos industriales, reordenación del tráfico, etc.).

Lo que se pretende con este proyecto es conocer los niveles de ruido de un sector de la ciudad, y así de esta forma poder completar el mapa sonico de toda la ciudad, siendo por lo tanto un estudio piloto, dando origen o la realización de otros proyectos similares. Espero que además de dar a conocer el nivel de ruido de este sector, se sensibilicen los organismos a los que le competa esta tarea y se complete este trabajo que he iniciado, sirviendo así a la sociedad Canaria en la obtención de una mejor calidad del medio ambiente.

En este aspecto la colaboración del Ayuntamiento con otras entidades públicas como Cabildo Insular, Gobierno Autónomo, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, puede

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

ser importante para la realización de estos estudios, ya no solo a nivel local sino de todo el Archipielago. En este aspecto la Universidad ya esta realizando estudios con sus correspondientes Mapas Acústicos en la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria, y este proyecto es un ejemplo de ello.

Este proyecto como su nombre indica es un mapa sonoro de un sector de la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria, y por ello puede parecer un proyecto pequeño e insignificante, pero para los medios de que se dispusieron es bastante grande.

En el capítulo 1, nos introducimos en la naturalza de sonido, como se ve afectado por los factores atmosfericos y como hay que trabajar con el , las unidades, etc. En el capítulo 2, vemos la importancia del sonido para las comunicaciones del hombre, y estudiamos como es el aparato fonador y el auditivo y como se ven afectados por el ruido en la comunicación. En el capítulo 3, vemos el equipo utilizado para realizar las medidas y sus características. En el capítulo 4, tratamos las normativas y la lesgislación, que aunque ya se vera más adelante son insuficientes. En el capítulo 5, estan las reglas utilizadas para la elección de los puntos de medida, horario de medidas, características de la medición y el formato de los datos que se presentan en el capítulo 6. En el capítulo 7 vemos la planificación urbana y el control del ruido y en el capítulo 8 los efectos que

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

produce el ruido en el hombre, que no solo afectan al aparato auditivo sino que van más lejos de los que podemos imaginarnos. En los apendices tenemos la ordenanza municipal de nuestro ayuntamiento así como tres planos, el primero con los puntos seleccionados para realizar las medidas y los otros dos con los resultados de estas, uno diurno y otro nocturno.

Espero que este proyecto sea el principio de un control serio del ruido en nuestra ciudad, que se conciencie a la población, que se agilice el sistema de denuncias y actuación de la policia, en fin se podria decir muchas cosas sobre este tema pero creo que todos debemos trabajar.....

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

CAPITULO I

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

CAPITULO 1.- NATURALEZA DEL SONIDO. EL RUIDO.

1.0.- INTRODUCCION.

Como todos sabemos el sonido tiene una naturaleza ondular, veamos pues como se forman las ondas, tipos de ondas según su propagación. Las ondas sonoras, sus parametros, características y leyes que las rigen.

1.1.- FORMACION DE ONDAS.

Una partícula de un cuerpo cualquiera nunca puede considerarse totalmente libre y aislada de las demas. Se comprende pues que cuando esta partícula sufre una perturbación del tipo que fuera no queda referida o localizada en la mencionada particula sino que es transmitida, de ella a las vecinas y así sucesivamente. La velocidad de propagación así como la extensión a la que alcanza la transmisión, estan intimamente relacionadas con las caracteristicas de cohesión y elasticidad del medio en cuestión.

De la manera más breve quizas diremos : se llama movimiento ondulatorio a la propagación de un movimiento vibratorio (que a su vez es un movimiento rectilineo de un punto, a uno y otro lado de su posición de equilibrio) en un medio elástico. Esto quiere decir que cuando hacemos entrar

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

en vibración a un punto, éste llega a hacer ondular el medio que le rodea. El nombre de este movimiento se debe al hecho de que la perturbación de que se trate avance por ondas.

1.1.1.- ONDAS TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES.

Según la relación existente entre la dirección de propagación del movimiento vibratorio la dirección de la vibración de cada particula vibrante, resultan dos tipos de ondas :

Se llama onda transversales a aquellas en las que la vibración es perpendicular a la dirección de propagación, y ondas longitudinales a las que tienen ambas direcciones coincidentes.

Para entender mejor esto, representaremos las partículas como esferitas suspendidas y unidas entre sí por resortes

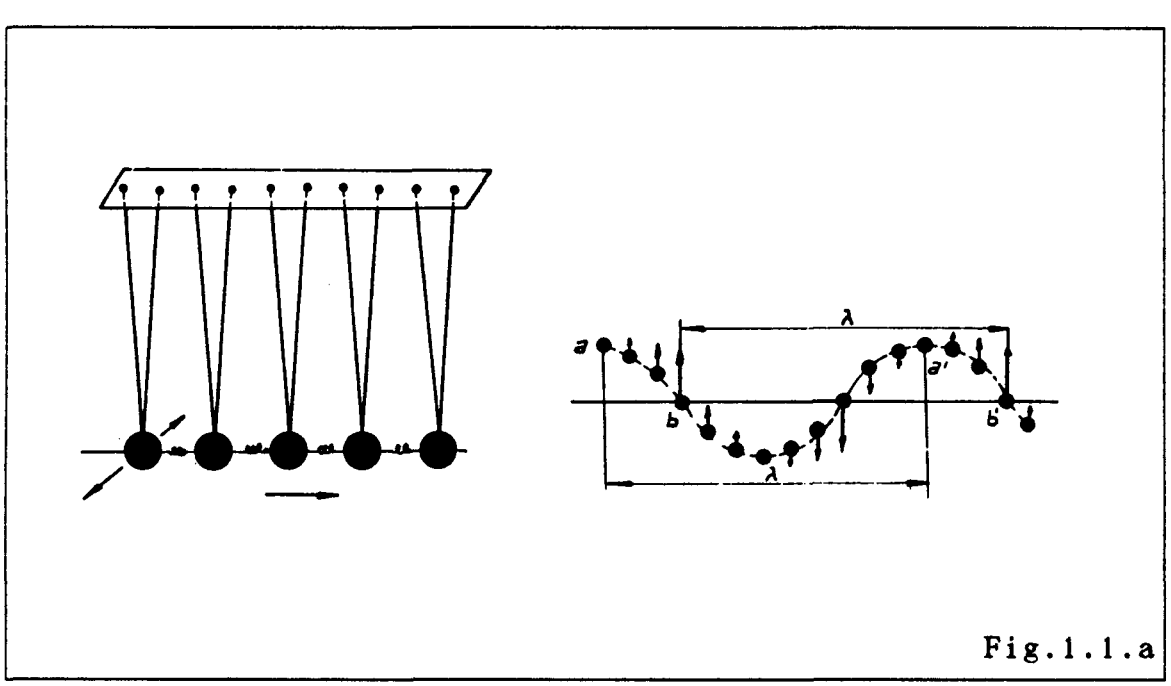


Fig.1.1.a

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

como se indica en la figura 1.1. En la fig.1.1.a podemos observar la ondas transversales en un instante dado y su representación en el plano.

Observamos como las partículas a y a',b y b' etc., se encuentran en el mismo "estado de vibración", lo que en terminos físicos se expresa diciendo que se encuentra en la misma fase; pues bien, la distancia que existe entre dos partículas próximas que se encuentran en concordancia de fase se denomina "longituád de onda", que designaremos por (λ). El

tiempo transcurrido para que el movimiento ondulatorio avance desde a hasta a', b hasta b', etc., o sea el tiempo empleado para avanzar una longitud de onda, se llama periodo T, de modo que si designamos por υ a la velocidad (constante para cada medio) de propagación resultará:

$$\lambda = \upsilon\ T = \upsilon\ 1/f$$

Analogamente en la fig.1.1.b podemos observar a las llamadas ondas longitudinales.

Fijemonos que en las ondas longitudinales se producen casos de apretamiento o condensación de materia (casos a y a') y de enrarecimiento (casos b y b'). Esto quiere decir que hay unas fuertes variaciones de densidad en el medio.

Teniendo en cuenta todo lo dicho se comprende que las ondas transversales solo pueden propagarse en los medios sólidos, ya que en los fluidos las fuerzas de cohesión (los resortes de nuestro ejemplo) son practicamente inexistentes, no pudiendo producirse las reacciones elasticas que son la

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

causa de la propagación, por ejemplo las vibraciones de las cuerdas y diapasones.

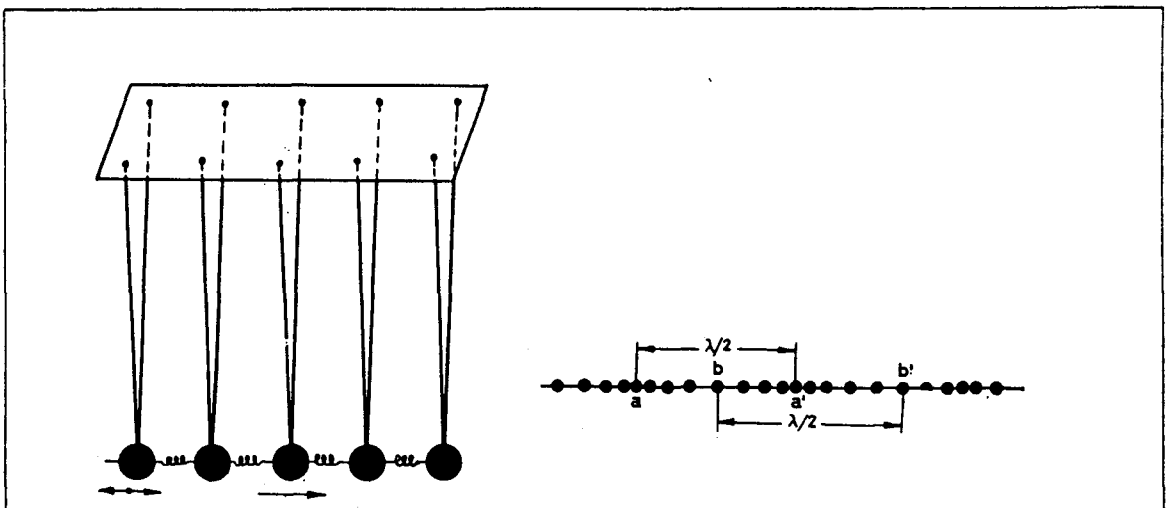


Fig.1.1.b

Las ondas longitudinales pueden propagarse en cualquier medio, aunque en general, tanto más fácilmente cuanto más compresible es aquel, por ejemplo las ondas sonoras y en las vibraciones de tubos y barras metálicas originadas por frotamiento longitudinal de los mismos.

Cuando el movimiento ondulatorio se propaga sobre una superficie plana, lo hacemos con lineas de avance circulares, concentricas y de radio creciente, denominadas por ello ondas circulares. Si la propagación tiene lugar en el espacio y el medio es isótropo (mismas propiedades en todas direcciones) , la velocidad es constante en todas direcciones, en cuyo caso el lugar geométrico de los puntos en concordancia de fase es una superficie esferica, por lo que se denominan a este tipo de ondas como ondas esféricas.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

1.1.2.- ONDAS SONORAS.

Todo sonido tiene su origen en un cuerpo que vibra (cuerdas vocales, de un piano, etc.). Ese cuerpo que, al vibrar, produce variaciones de presión en el aire circundante, las cuales dan lugar al movimiento de ondas sonoras. Estas pueden incidir sobre nuestros organos auditivos dandonos la sensación de oir. Se ve, pues, que hay tres elementos esenciales en acústica : un cuerpo vibrante, un medio transmisor de las ondas sonoras y un receptor.

Un medio puede transmitir ondas sonoras porque es elástico, como explicamos anteriormente, un ejemplo seria una goma elástica, se estira y al soltarla vuelve a su posición de equilibrio inicial.

Los gases también son elásticos, pero de modo diferente. Si una capa de gas, tal como el aire disminuye de volumen porque una fuerza ejerce presión sobre ella, al cesar dicha fuerza volverá a ocupar el mismo volumen que en un principio. A esta propiedad se debe a que el aire transmita las vibraciones de un cuerpo sonoro en forma o movimiento ondulatorio.

Tomando como fuente sonora una lengueta, veamos como se producen las ondas. La figura 1.2 muestra como la lengueta vibra a uno y otro lado de su posición de reposo. Primero se inclina hacia A, luego regresa pasando por la linea de reposo y llega a B , de donde vuelve otra vez hac i a A . El ciclo se repite así una y otra vez. Cuando la lengueta se

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

mueve hacia A, la masa de aire que rodea a aquella experimenta una alteración. Las partículas de aire de enfrente de la lengueta son empujadas contra las otras partículas que tienen delante y así se comprimen. Las partículas de detras se dispersan hasta llenar mayor volumen, y de este modo el aire se rarifica. Debido a la elasticidad del aire, estos cambios que se producen entorno a la lengueta irán afectando a más y más capas, de manera que por un lado de la lengueta se propagará una compresión y del otro lado, una rarefacción.

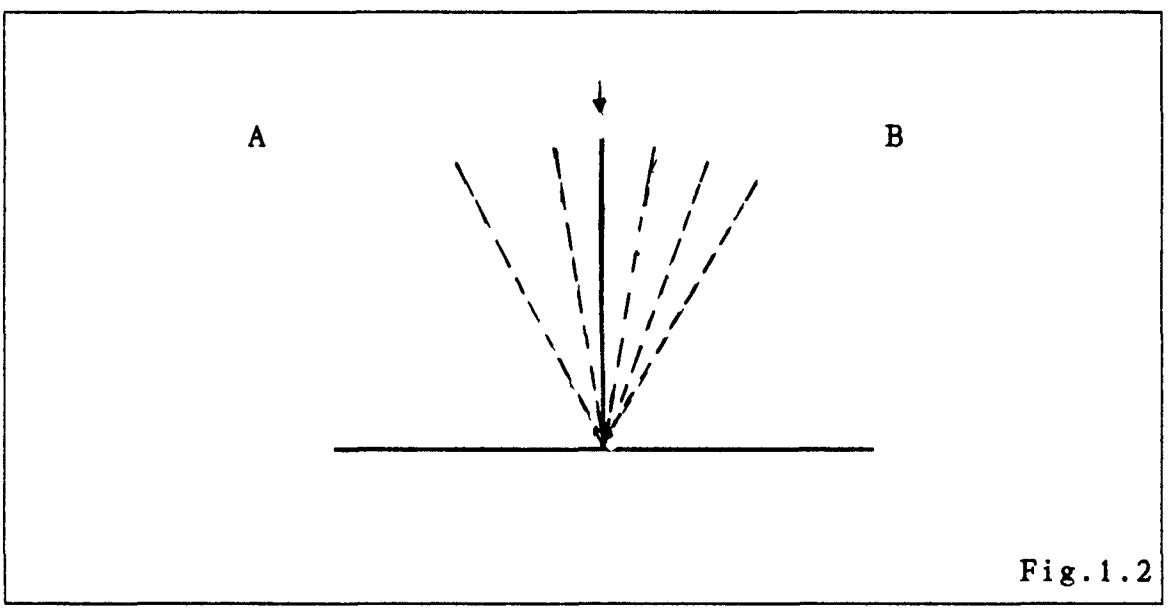


Fig.1.2

Cuando la lengueta se desplaza de A a B, sucede lo contrario. En el lado B aparecerá una compresión y en el A una rarefacción. Al vibrar continuamente la lengueta se producen a ambos lados de ella compresiones y rarefacciones alternadas. Estas variaciones de presión del aire es lo que constituyen la onda sonora.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

La figura 1.3 presenta la forma en que las variaciones de presión están superpuestas a la presión atmosférica constante (un millon de unidades por cm^2, mientras que las variaciones de presión correspondientes a las ondas sonoras audible van desde 0,0002 a 1.000 unidades, que son unidades de fuerza, o sea dinas, la fuerza que acelera una masa de 1 gramo a 1 cm por segundo cada segundo).

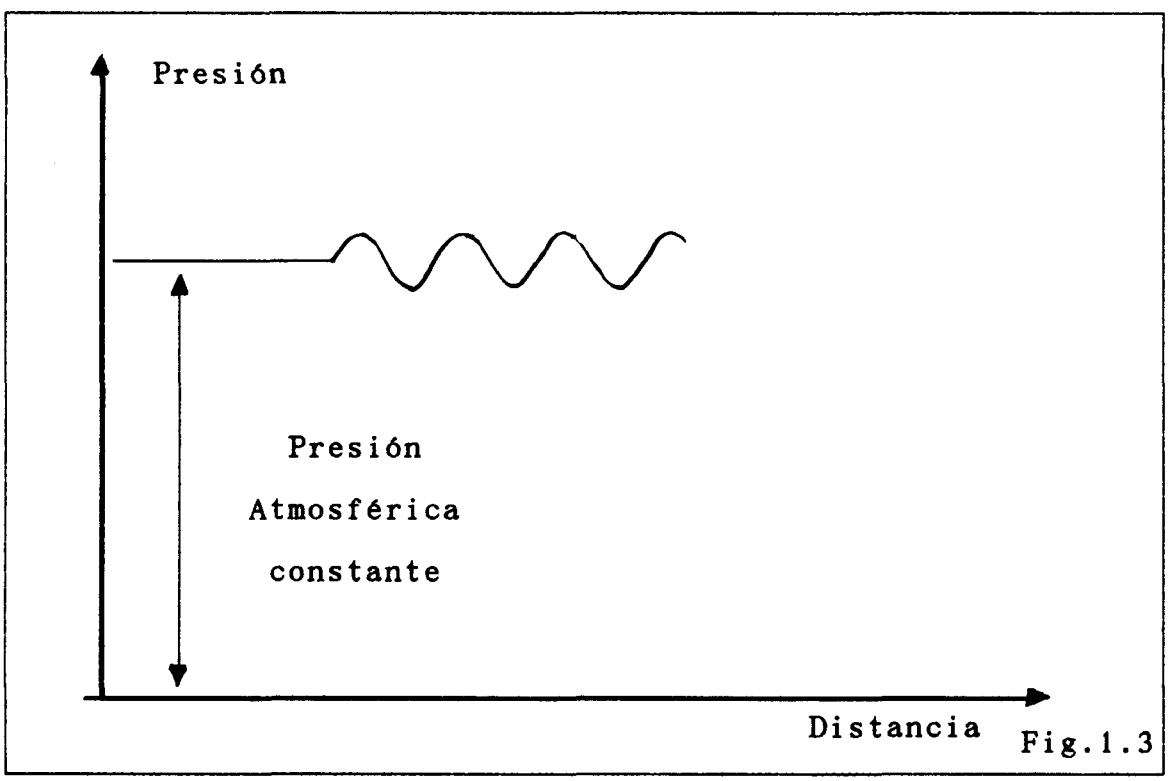


Fig.1.3

Otro modo de considerar las ondas sonoras es imaginar que las partículas de aire son esferas que, en condiciones normales, estan distribuidas regularmente en el espacio, como vimos en la definición de ondas longitudinales y transversales.

Hay dos puntos muy importantes que señalar respecto a

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

cualquier tipo de movimiento ondulatorio:

1.- Se propaga energía.

2.- No se produce desplazamiento del medio transmisor tomado como conjunto (o sea que las partículas solo vibran alrededor de su posición normal).

1.1.3.- PARAMETROS DE UN MOVIMIENTO ONDULATORIO.

Sea la figura 1.4, tenemos :

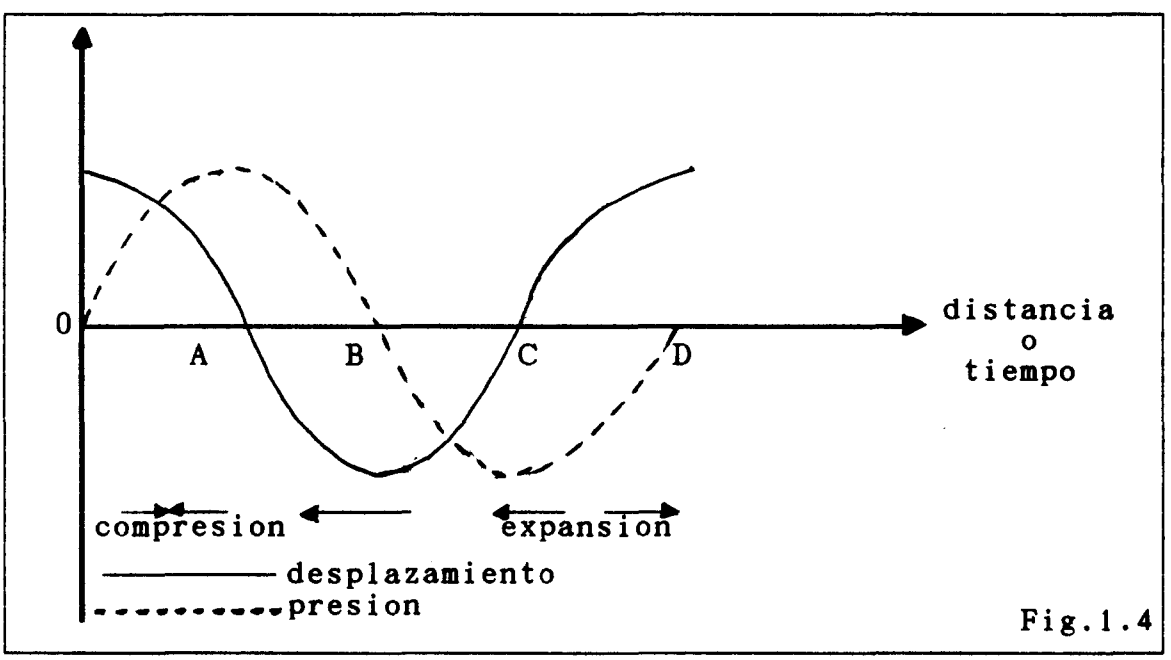


Fig.1.4

Amplitud.

La amplitud es el valor máximo del movimiento de una onda. Así por ejemplo, la distancia máxima a que una partícula se aleja de su posición de equilibrio, es la amplitud de desplazamiento.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

Longitud de onda.

Volviendo a considerar la onda en el espacio, la distancia entre dos compresiones o entre dos expansiones se denomina longitud de onda (λ).

$$\lambda = c\,T \qquad\qquad \lambda = \frac{c}{f}$$

Período.

Y si se imagina a la onda pasando por un punto dado en el espacio, y si se empieza a contar justamente cuando una compresión pasa por ese punto, el tiempo que transcurre hasta producirse el paso de otra compresión se llama período (T).

Frecuencia.

Se define la frecuencia como el número de cambios (de una compresión a otra, por ejemplo) que ocurren en un lugar dado en el transcurso de un segundo. Se mide en ciclos por segundos (Hz.) y para expresarla nos servimos del simbolo (f) . Las frecuencias y el período se relacionan como sigue:

$$f = \frac{1}{T}$$

Velocidad del sonido.

Las ondas sonoras se propagan en el aire con una cierta velocidad, la cual en la siguiente relación con la longitud de onda y con el período.

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda\, f$$

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

Adviertase que " v " es la velocidad a la que la onda se propaga por el aire, y no se confunda con la velocidad de las partículas.

En condiciones normales se acepta que la velocidad del sonido es de 344 metros por segundo en el aire.

Entre los factores que determinan la velocidad se cuenta la temperatura. A 0°C es de 331 m/s. Al elevarse la temperatura, aumenta la velocidad según la siguiente formula:

$$v_t = v_o \sqrt{1 + \frac{t}{273^\circ}}$$

en la que "v_t" es la velocidada la temperatura "t", y v_o es la existente a 0°C.

Cuando "t" es inferior a 273°, como es lo normal, sirve la siguiente aproximación:

$$v = 33.100 + 60\ t$$

De modo que por cada grado que sube la temperatura, la velocidad aumenta 60 cm/seg . He aquí ahora, a manera de comparación, las velocidades de las ondas sonoras en otros medios distintos del aire:

Oxigeno.....	317 m/s
Hidrogeno.....	1.270 "
Agua salada.....	1.504 "
Acero.....	5.000 "

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Bibliotecas Universitaria, 2006

Es interesante calcular las longitudes de onda de dos frecuencias , una baja y otra alta, que caen dentro de la gama de frecuencias audibles. A 50 Hz, la longitud de onda es de " 6,98 " metros, y a 15.000 Hz es de " 2,3 " cm. Esta amplia gama de longitudes de onda complica el diseño de los microfonos y altavoces.

1.1.4.-LEYES DE PROPAGACION DE LAS ONDAS SONORAS.

Es conocido que sin la presencia de un medio la propagación de las ondas sonoras es imposible, y que todo material solido con elasticidad es capaz de transmitir ondas sonoras. Para estudiar la propagación hay que tener en cuenta sus condiciones reales:

- Las propiedades de un medio varian con la distancia, la presión estática, la temperatura y la composición del medio.

- Los medio no son ilimitados.

- Existen impurezas en los medios que se traducen como perdidas.

Para el estudio de la propagación y transmisión entre medios se considera generalmente que un rayo sonoro, cogido de forma indivudual, constituye el camino de propagación de la energía acústica. Este metodo recibe el nombre de Acústica Geométrica, y en la misma se trata a los rayos sonoros como si de rayos luminosos se tratara, admitiendose las leyes utilizadas en optica :

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

a) La dirección de propagación de las ondas reflejadas y refractadas estan en el mismo plano de incidencia.

b) los ángulos de incidencia y reflexión son iguales.

d) La relación del seno del ángulo de incidencia al seno del ángulo de refracción es una cantidad constante.

1.1.5.- EL SONIDO.

Hemos visto que el sonido es un movimiento vibratorio de las partículas del aire o de otro medio elástico, que puede producir sensación de audición al llegar al oído.

Contrariamente a las ondas electromagnéticas necesita un medio para propagarse; no se propaga en el vacio. Requiere por tanto la existencia de una fuente sonora, un medio en el que propagarse y un receptor.

Considerado en un punto determinado, el sonido es una variación rápida, alrededor de un valor constante, de la presión del medio en dicho punto, y se puede definir como toda variación de presión (en el aire, agua, etc.) que puede ser detectada por el aparato auditivo humano.

Puesto que la energía acústica resulta de vibraciones mecánicas que hacen que las partículas del medio se muevan

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

fuera de su posición de equilibrio o reposo, podemos afirmar que se trata de una forma de energía mecánica.

Se propaga en los fluídos por ondas longitudinales (las vibraciones se producen en la misma dirección que la propagación de la onda) y en los sólidos por ondas transversales (las vibraciones se producen en dirección perpendicular a la propagación de la onda), figura 1.1.a.

1.1.6.- CLASES DE PERTURBACIONES ACUSTICAS.

Las perturbaciones acústicas pueden ser periódicas como por ejemplo, los tonos puros y no periódicas, como es el caso de la palabra o el ruido.

El caso más simple de oscilación periódica es el movimiento armónico simple, que es el representado en la figura 4. Su función matemática es :

$$P = A \operatorname{sen} \omega t$$

donde:

$\omega = 2 \pi f$.

P = Presión sonora instantánea.

A = Amplitud de la vibración.

t = tiempo.

f = frecuencia.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

Los tonos puros pueden sumarse , figura 1.5.

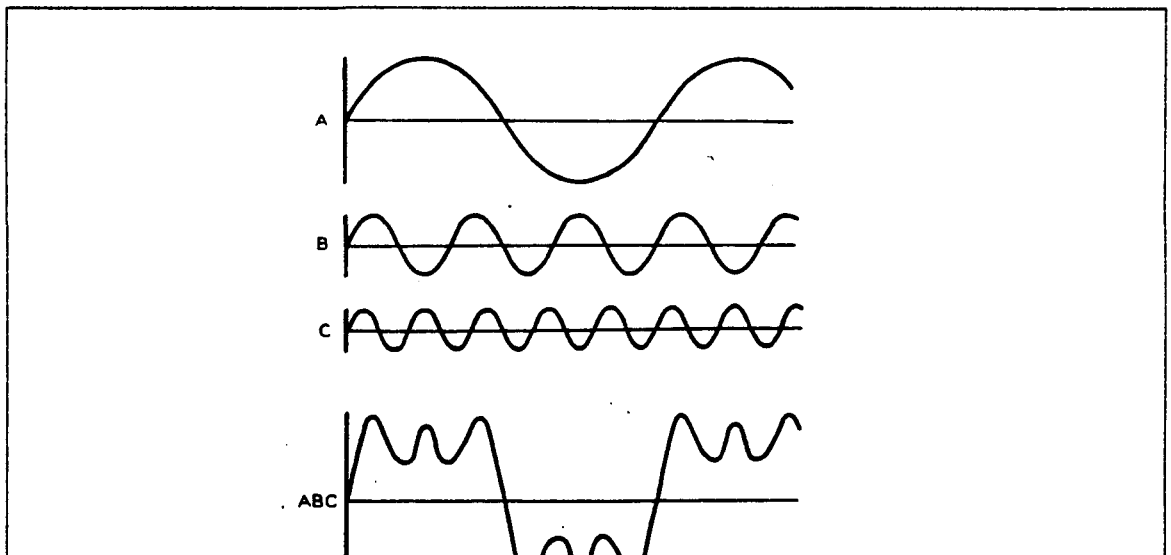


Fig.1.5

Inversamente, cualquier función que dependa de la presión y del tiempo, se puede descomponer en suma de tonos puros, según la Teoria de Fourier.

1.2.- POTENCIA, INTENSIDAD Y PRESION.

1.2.1.- POTENCIA ACUSTICA.

Cualquier fuente de sonido tiene una potencia sonora característica, una medida básica de la salida acústica de la fuente, pero el nivel de presión sonora originado por la fuente va a depender de varios factores externos, los cuales incluyen la distancia y orientación del receptor, la temperatura y gradiente de velocidad en el medio, y en los alrededores. La potencia sonora desde otro punto de vista es

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Bibliotecas Universitaria, 2006

fundamentalmente una propiedad física exclusiva de la fuente, y es de todas maneras un importante parametro absoluto el cual es muy usado para evaluar y comparar fuentes sonoras.

1.2.2.-INTENSIDAD ACUSTICA.

La intensidad acústica de un onda de presión en un punto del espacio, es el valor medio por unidad de tiempo del flujo de energía acústica, transmitida a traves de la unidad de superficie normal a la dirección de propagación de la onda.

Es decir, viene medida por la energía media transmitida por la onda en la unidad de tiempo por centímetro cuadrado, del frente de onda.

Se puede definir por el ritmo al cual la energía mecánica fluye a través de la unidad del area perpendicular a la dirección de propagación.

Dada una fuente omnidireccional radiando en un medio isótropo, la intensidad acústica " I ", en un punto situado a una distancia " r " de fuente será:

$$(1) \qquad I = \frac{W}{4 \pi r^2}$$

donde : W es la potencia acústica que emite la fuente.

$4\pi r^2$ es el área de una esfera de radio r, centrada en la fuente omnidireccional; es la superficie esférica a traves de la cual fluye la energía sonora.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

W	ergios/seg. cm^2	watios
r	cm	cm
I	ergios/seg. cm^2	watios/cm^2

De la acuación (1) se desprende que si el sonido no está obstaculizado por ningún objeto, la intensidad acústica varía de acuerdo con la inversa del cuadrado de la distancia.

En el caso en que la fuente sonora esté generando una presión sonora " P " que se superponga a la ambiental:

$$W = \frac{P^2 \; 4 \; \pi \; r^2}{\rho \; c}$$

donde : ρ = densidad del medio.

c = velocidad de propagación del sonido $\left[I = \frac{P^2}{\rho \; c} \right]$

el producto ρ c se denomina impedancia acústica o de radiación del medio. Se mide en ohmios acústicos.

1.2.3.- PRESION ACUSTICA.

Ya se dijo anteriormente que en un punto determinado del aire, el sonido es una variación rápida de la presión en ese punto, alrededor de un valor costante.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

Al existir perturbación sonora a la presión atmosférica instantanea variará a lo largo del tiempo, en fluctuaciones alrededor del valor medio fijado por la presión atmosférica en el mismo lugar cuando no existe sonido. Las fluctuaciones instantaneas de presión reciben el nombre de presión acústica.

El sistema auditivo, como se vera más adelante, del hombre capta presiones que van desde 2 10^{-5} New/m^2 o Pascal hasta 200 New/m^2.

1.3.- EL PLANO DE LA FUENTE.

Considerese un cilindro, tal y como se indica en la figura 1.6 , con una sección de area unidad y una longitud igual a la distancia recorrida por una onda sonora en un segundo, numéricamente la velocidad del sonido (c). Si un piston como fuente de potencia "W" es construido por una pared rígida para radiar toda su potencia dentro del tubo elemental para producir una onda en el plano, el tubo contendrá una cantidad de energía numérica igual a la potencia de salida de la fuente. Suponiendo que no hay perdidas, la intensidad (la energía acústica fluye a traves del area unidad en cualquier parte a lo largo del tubo en la unidad de tiempo) es independiente de la distancia desde la fuente y numericamente igual a la potencia sonora. Por otro lado dado el sistema conductor, el plano de ondas y el plano de la fuente se encuentran raramente en situaciones

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

normales de medida del sonido.

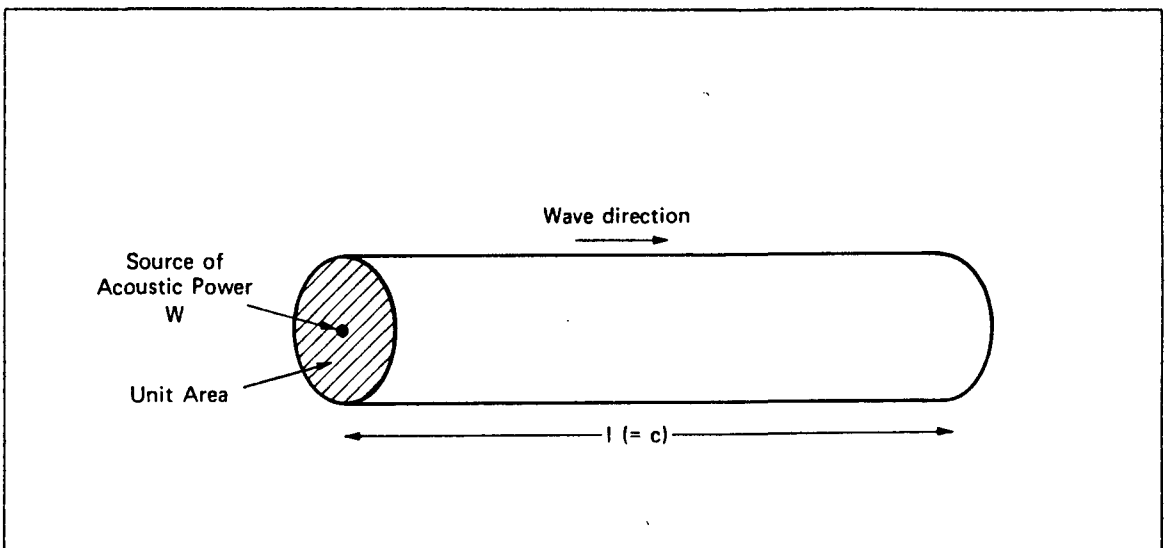


Fig.1.6

1.3.1.- FUENTE PUNTUAL.

Las fuentes sonoras pueden ser consideradas como fuentes puntuales si sus dimensiones son pequeñas en relación con la distancia al receptor, y muy comunes, incluyendo plantas industriales, aviones, y vehículos que circulan por una carretera que normalmente son tratados como una via. Como se puede observar en la fig.1.7 una fuente puntual ideal puede ser considerada para producir una serie de frentes de ondas esféricas resultado de sucesivas perturbaciones de una fuente puntual. Para una perturbación sinusoidal pura, la distancia entre los frentes de ondas representando los sucesivos picos de presión por supuesto son longitudes de onda, de hecho el

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

cual es importante cuando consideramos los efectos de reflexión dentro del campo sonoro.

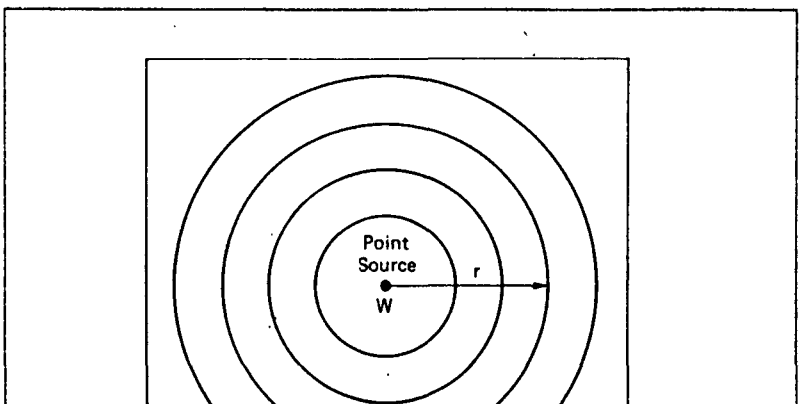


Fig.1.7

Como se puede observar en la figura 1.8, la energía sonora se extiende igualmente en todas direcciones de modo que como viaja más y más desde la fuente esta energía es recibida en una larga y grande area esférica. Si el medio es asumido como no disipativo entonces el poder completo de salida de la fuente pasa a traves de una superficie esférica de radio "r". La intensidad es por lo tanto la potencia de la fuente dividida por el area de la superficie. Según la formula:

$$I = \frac{W}{4 \pi r^2}$$

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

Como se puede ver la intensidad es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre la fuente y el receptor, esto es atenua 6 dB para el doble de la distancia.

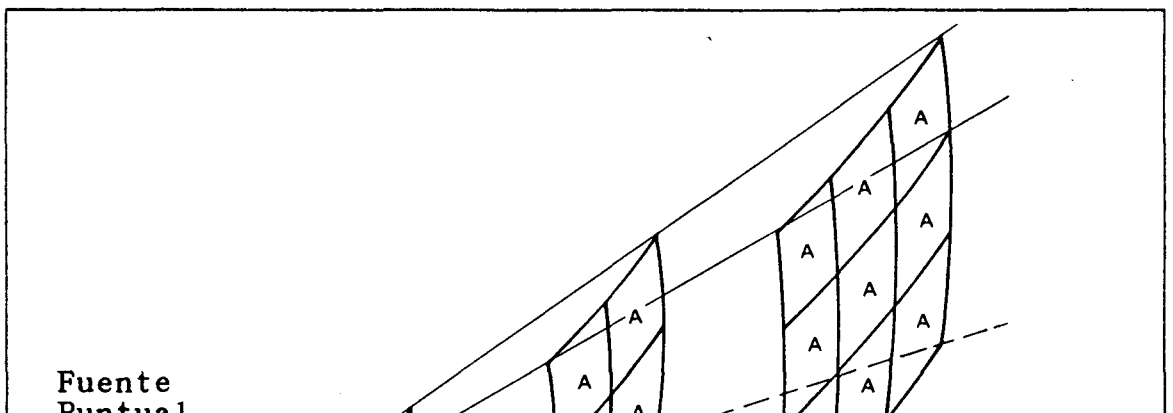


Fig.1.8

1.3.2.- FUENTE LINEAL.

Una fuente lineal puede estar radiando continuamente, como si de un tubo transportando un fluido turbulento, o podría estar compuesto por un largo número de fuentes puntuales tan cerca en el espacio que sus emisiones podrían ser considerados como emitiendo continuamente como si una linea imaginaria los uniera. En esta categoria estan incluidos las fabricas ya que las máquinas estan tan cerca unas de otras y cintas transportadoras, y dos extremadamente importantes fuentes de ruido medioambiental, llamadas

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

carreteras y vias de tren. Una carretera la cual tiene un tráfico fluido intenso suficiente para ser un ruido molesto puede usualmente ser considerado como una fuente lineal más que una sucesión de simples eventos. Las vias de tren son amenudo tratadas como fuentes lineales a distancia de los railes los cuales son usualmente el más importante desde el punto de vista de las molestias a la comunidad. Muy cerca de o muy lejos de los railes, el campo es bastante más complejo. Consideremos el diagrama de la figura 1.9 como parte de una infinita fuente lineal la cual tiene una constante potencia por unidad de longitud. El frente de ondas se extiende desde la linea en solo una dimensión perpendicular a la dirección del trayecto, de esta manera dos puntos cualquiera a la misma distancia desde la linea estan en el mismo frente de ondas y tienen las mismas propiedades. Los frentes de ondas por esto forman una superficie cilíndrica concéntrica junto a la fuente lineal como eje.

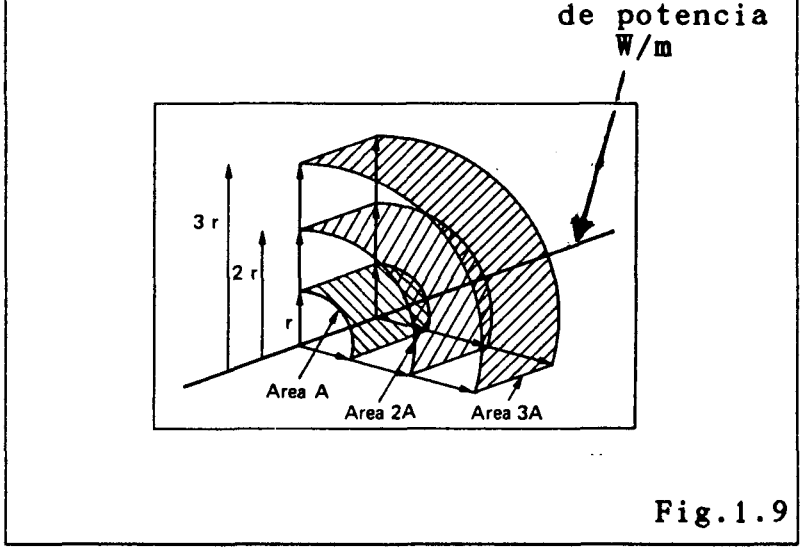


Fig.1.9

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

La energía liberada desde una longitud unidad de la fuente en la unidad de tiempo pasa a traves de la misma longitud de un superficie cilíndrica de todos los radios. La intensidad viene dada por el radio es por esto la potencia emitida por este elemento, dividida por el area del elemento cilindrico. Esto es :

$$I = \frac{W}{2 \pi r \times l}$$

La intensidad es por esto inversamente proporcional a la distancia desde la fuente, figura 1.10, por ejemplo atenua 3 dB para el doble de distancia.

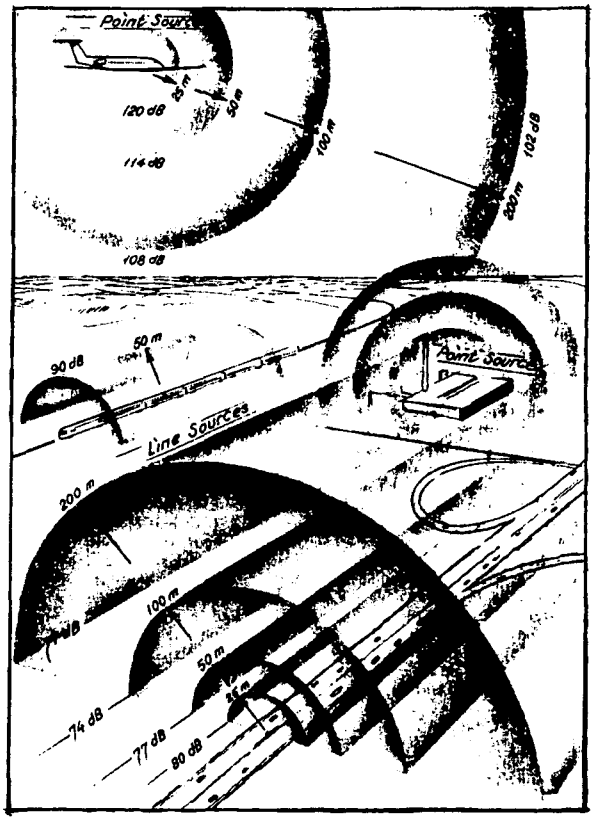


Fig.1.10

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

1.4.- PROPAGACION DEL SONIDO EN EL AIRE.

En suma por la reducción en intensidad con la distancia, vista anteriormente, hay otros muchos factores los cuales pueden afectar significativamente a la propagación del sonido en un medio como la atmósfera. Velocidad y gradiente de temperatura alteran la dirección de la onda, distorsiones turbulentas y viscosidad causan absorción. Este efecto es mayor para la mayoría de las altas que para las bajas frecuencias, así la atmósfera tiende a actuar como un filtro paso bajo, atenuando las altas frecuencias y distorsionando el espectro de frecuencia de un sonido, también como reductor de energía, cambiando el camino de la propagación. En suma, la mayoría de las medidas estan hechas cerca del nivel del suelo donde la gente vive y trabaja y donde el ruido es invariablemente recibido y, con la notable excepción del ruido que los aviones producen. Por esta razón la reflexión y absorción de la tierra bajo el camino entre fuente y receptor es muy importante y debe ser tomado en cuenta como materia de curso cuando se estudia la transmisión del sonido en exteriores.

1.4.1.- EFECTO DEL VIENTO.

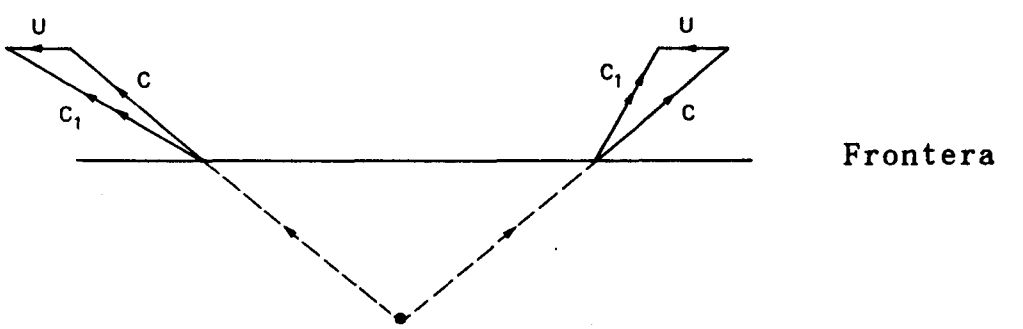
La atmósfera esta en estado de continuo movimiento sobre la superficie terrestre y es casi un fluido real con todas las propiedades físicas incluyendo la densidad. Porque el

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

aire es denso la velocidad de las partículas sobre la tierra debe ser cero y el estrato fronterizo esta formado cerca de la superficie, en la cual la velocidad del viento aumenta gradualmente con la altura hasta que la velocidad de la masa principal de aire es alcanzada. Esta región podría ser como muchos aseguran de unos cien metros de espesor también puede, y lo hace, afectar a las medidas hechas de la mayoría de las fuentes sonoras. Cuando una onda sonora choca con una capa de aire la cual tiene una velocidad diferente, la dirección de propagación de la onda presenta cambios, como representa los rayos sonoros en la construcción vectorial de la figura 1.11. Esto ocurre porque la velocidad del sonido depende solamente del medio en el cual se propaga, tanto es así que cualquier movimiento del medio debe necesariamente imponer un movimiento similar a la onda sonora como se ve desde el suelo. Si esta tiene una componente en la misma dirección del viento, el rayo representando la dirección de la propagación es de este modo refractado hacia la frontera entre las dos regiones de diferentes velocidades cuando entra con la más alta velocidad, o alejado de la frontera cuando entra en una región de velocidad inferior. Los efectos son simplemente opuestos si la dirección de la propagación sonora es contraria a la del viento. Si bien la parte baja de la atmósfera no esta compuesta de una serie discreta de capa con velocidades fijas, pero una región de transición en la cual la velocidad cambia continuamente con la altitud, se puede observar desde esta simple aproximación como los rayos

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

sonoros seran continuamente refractados así ellos progresan atraves del estrato fronterizo.



U es la velocidad del viento
C es la velocidad original del rayo sonoro
C_1 es la velocidad del rayo sonoro en la capa en movimiento

Fig.1.11

El efecto global hasta donde a un observador en el suelo le interesa, es doblar el rayo bajante hacia la Tierra y doblar el ascendente lejos de ella tal y como se muestra en la figura 1.12. Una región de ruido reforzado es de esta manera formado por los rayos bajantes de la fuente y una sombra sonora, como una región de reducción en la intensidad ocurre en el lado ascendente, El efecto de refracción puede solamente ocurrir porque hay un gradiente de velocidad, por ejemplo porque la velocidad del viento varia con la altitud, y no es el resultado de que el sonido esta siendo transportado por el viento. Las magnitudes de cambios en la

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

intensidad del sonido pueden ser atribuidos a este fenomeno dependen solamente en proporción a los cambios de velocidad con la altitud. La atenuación en la región de sombra sonora puede ser tan alta como de 30 dB pero el incremento el cual es debido al reforzamiento del viento bajante de la fuente son usualmente bastante menores.

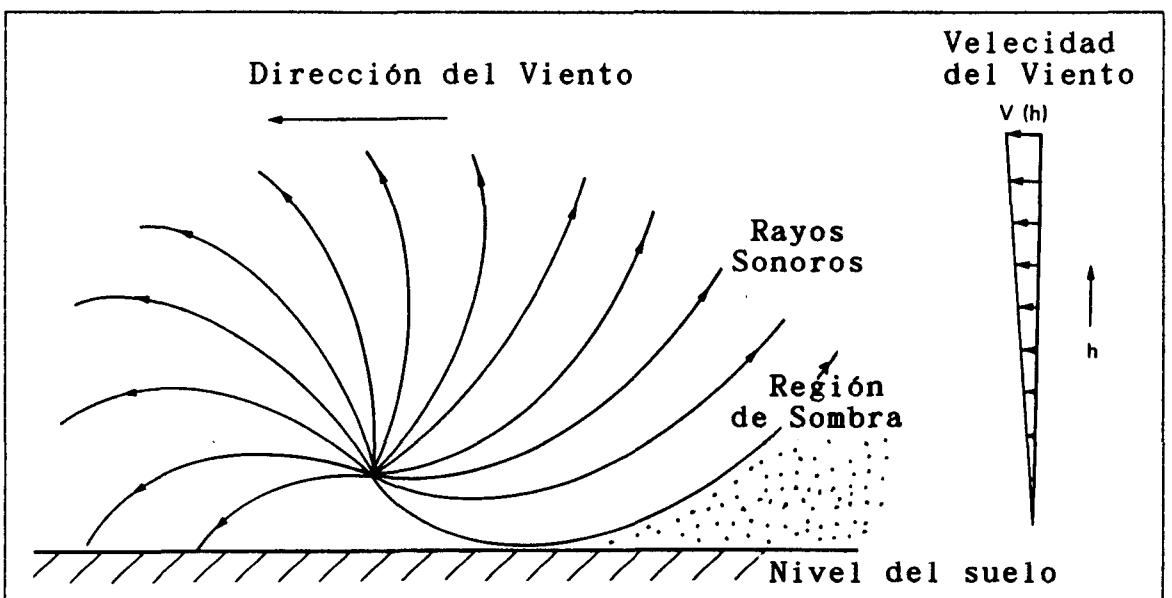


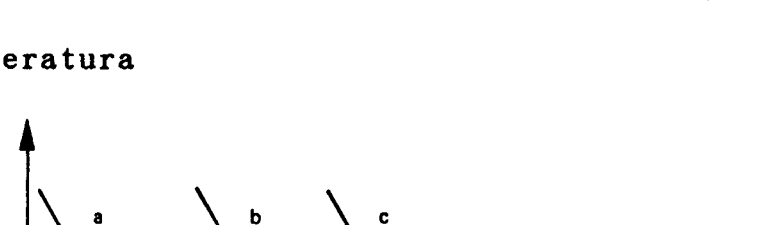
Fig.1.12

1.4.2.- GRADIENTE DE TEMPERATURA.

La velocidad del sonido en el aire aumenta con la temperatura, y en una atmósfera normal la temperatura decrece con la altura como muestra la figura 1.13 (a). Un rayo sonoro ascendente, o toda una capa a baja temperatura, experimenta una reducción en la velocidad de propagación y es refractada

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

lejos de la frontera entre las dos capas. El resultado es este, en ausencia de viento, los rayos son continuamente doblados hacia afuera de la superficie como muestra la figura 1.14 (a) y una región de sombra se forma al principio a una distancia de la fuente la cual depende de la solidez del gradiente de temperatura. Como con el gradiente de viento, los efectos del gradiente de temperatura son menos claro por la inhomogeneidad de la atmósfera en estado normal, con turbulencia y calor local cambia dispersandose el sonido dentro de la región de sombra.



a) Proporción en un lapso normal.

b) Inversión de temperatura.

c) Canal sonoro.

Fig.1.13

Algunas veces, sin embargo, el gradiente de temperatura cerca del suelo es positivo, por ejemplo el incremento de temperatura con el calentamiento hacia arriba del punto donde

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

esto revierte en una proporción de lapso normal como se muestra en la figura 1.13 (b). Esta situación llama a una inversión de temperatura y lleva a efectos opuestos a aquella descrita sobre una proporción de lapso normal. Un rayo sonoro convenido refractado hacia abajo, hacia el suelo como progresando atraves de una capa caliente de aire, refuerza el campo sonoro en el nivel superficial alrededor de la fuente, y como muestra la figura 1.14 (b), no se formaran regiones de sombra.

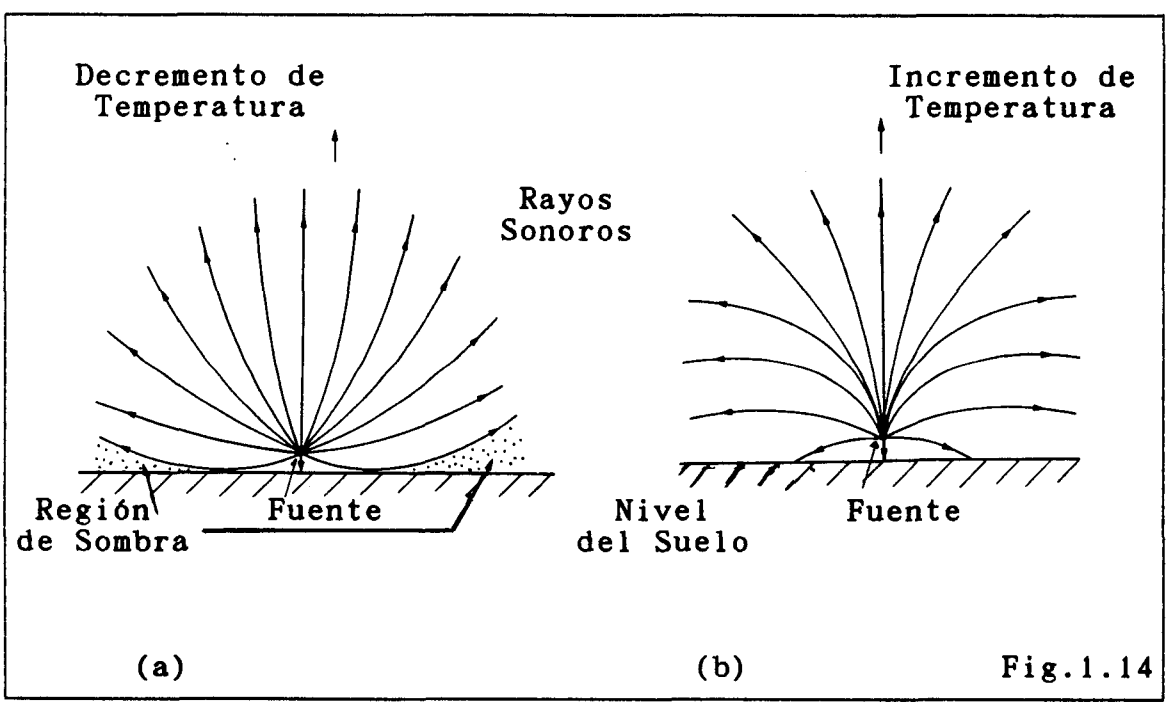


Fig.1.14

Un doble gradiente de temperatura tal y como se muestra en la figura 1.13 (c) se encuentra raramente, pero puede atrapar en un canal ligeramente inclinado a las ondas sonoras en una capa de inversión llevandolas a considerables distancias con solamente una baja atenuación.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

1.4.3.-EFECTOS DE LA PRESION BAROMETRICA.

La altitud y la presión barométrica son significativos para los ingenieros de sonido particularmente para la calibración de micrófonos.

La mayoria de los barómetros estan calibrados al nivel del mar. Si la altitud no se conoce, se puede obtener de la oficina meteorológica local y las correciones se pueden hacer para altitudes diferentes de las del nivel del mar.

Estas correciones son función de la altitud, la temperatura y presión, siendo el factor principal la altitud, que reduce la lectura a razón de 1 pulgada (25,5 mm.) de mercurio por cada 1000 pies (304 m.) por encima del nivel del mar.

En la figura 1.15 podemos observar la relación entre la presión barométrica y el nivel de presión sonora en decibelios.

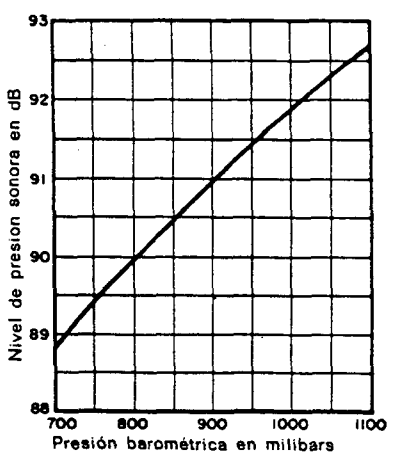


Fig.1.15

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

1.4.4.- HUMEDAD Y PRECIPITACION.

La absorción del sonido en el aire varia con la frecuencia, humedad y temperatura en una extremada y complicada forma; siendo ello el único rumbo general es más alto a las altas frecuencias, y muestra una tendencia a incrementarse con la temperatura pero desciende a humedades relativamente altas. Si ello es imperativo para incluir este efecto cuando lleva a la busqueda en la distancia de fuentes sonora, la corriente literatura sobre el sujeto y las tablas obtenidas las cuales contienen la relación entre todos los parametros, deberían ser consultadas. La amenuda mencionada habilidad del sonido para ser transportado en la niebla o con simple lluvia de cualquier tipo no es debido a cambios en las propiedades físicas del medio el cual esta conduciendo a una mejor propagación. La reducida actividad humana y la inmoviles condiciones del aire a menudo combinadas para producir un más bajo de lo normal retroceso del nivel de ruido durante estos períodos.

1.4.5.- ABSORCION POR FORMAS NATURALES.

Si la superficie terrestre por debajo de una onda sonora esta perfectamente plana y reflectante, la onda podría propagarse sin ningúna excesiva atenuación sobre ese atributo por la extensión de la energía acústica a lo largo de un

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

continuo incremento de volumen. Incluso una superficie dura hecha por el hombre tal como el hormigón no es perfectamente reflectante, como quiera que, la cobertura natural del suelo tiene una importante absorción. Estas causan una importante reducción en la intensidad la cual es más marcada cuando la fuente o el receptor, o ambos, estan cerca del suelo y relativamente distantes, Como era de esperar, la atenuación se incrementa para las altas frecuencias que para las bajas y depende de una larga extensión de terreno rugoso en la superficie, por ejemplo el radio entre la longitud de onda y las dimensiones de las irregularidades del terreno. Los valores son, de este forma, bajos para la hierba normal, pero podrían ser tales como de 20 dB por 100 metros de hierba alta, maizales o matorrales y arboles.

1.5.- EXPRESION LOGARITMICA DE VARIABLES ACUSTICAS. EL DECIBELIO.

Son varias las razones que aconsejan el uso de escalas logarítmicas en Acústica. Dado el enorme márgen de valores que cubre el sistema auditivo humano, tanto en intensidades, frecuencias y presiones, seria necesario manejar cantidades desmesuradas, y esto se evita recurriendo a escalas logarítmicas.

Recordemos que el oido aprecia frecuencias del orden de 20 Hz. a 20.000 Hz.; que es sensible a presiones desde 2 10^{-5}

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

N/m^2 hasta 200 N/m^2 y que soporta intensidades desde 10^{-2} W/m^2, hasta 100 W/m^2.

Por otra parte sabemos que el organismo humano tiene aproximadamente una respuesta logarítmica a los estímulos que recibe. (Según la ley de Weber-Fechner).

$$\Delta S = k \log \Delta W$$

Si el estímulo crece en progresión geométrica de razón 10, la sensación lo hace en razón arítmetica de razón 1.

Por todo lo dicho anteriormente, las relaciones entre variables acústicas se suelen expresar en una escala logarítmica.

El belio es la división fundamental de una escala logarítmica utilizada para expresar la relación de dos medidas de potencia. El número de belios que expresan dicha relación se define como el logarítmico decimal del cociente de las dos cantidades. Si W_1 el la potencia que se considera, W_0 es una potencia de referencia y N es el número de belios que representa la relación W_1/W_0 , tendremos:

$$N = \log \frac{W_1}{W_0} \qquad \text{(belios)}$$

Si W_1 es 10 veces mayor que W_0 , la relación W_1/W_0 será 1 belio. Por razones prácticas se usa el decibelio (dB) que es la decima parte del belio. La relación anterior se escribirá :

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

$$N = 10 \log \frac{W_1}{W_0} \qquad \text{(decibelios)}$$

donde N es el número de deciBelios (dB).

Como las intensidades acústicas son directamente proporcionales a las potencias acústicas que las producen, se dice que en un punto el nivel de intensidad es de N decibelios cuando cumple la relación:

$$N = 10 \log \frac{I_1}{I_0} \qquad \text{(dB)}$$

En el caso de comparar presiones P_1 y P_0 generadas por dos potencias W_1 y W_0 tendremos:

$$W_1 = P_1^2 \frac{4 \pi r^2}{\rho c}$$

$$W_0 = P_0^2 \frac{4 \pi r^2}{\rho c}$$

Por tanto

$$\frac{W_1}{W_0} = \left(\frac{P_1}{P_0} \right)^2$$

luego

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

$$N = 10 \log \frac{W_1}{W_0} = 20 \log \frac{P_1}{P_0}$$

Es decir que si la relación de presiones acústicas se expresa en dB, el valor será 20 veces el logarítmo del cociente de ambas.

Como valores de referencia se han tomado las siguientes cantidades:

$W_0 = 10^{-12}$ watios

$I_0 = 10^{-12}$ watios/m^2

$P_0 = 2\ 10^{-5}$ pascal $\quad 2\ 10^{-4}$ μbar

1.6.- CAMPOS ACUSTICOS.

Es el tipo de campo acústico en que se desarrollan los procesos de emisión, propagación y recepción sonoras tienen influencia en dichos procesos y ha de ser conocido.

Decimos que existe un campo acústico libre cuando el sonido en su propagación, no es obstaculizado por ningún objeto, cumpliendose la relación:

$$I = \frac{W}{4 \pi r^2}$$

es decir que la intensidad varía de acuerdo con el inverso del cuadrado de la distancia. Esto ocurre en grandes espacios abiertos, libres de superficies reflectantes.

En laboratorio se consiguen condiciones de campo libre en el interior da cámaras anecoicas, cuyas paredes están

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

recubiertas interiormente de materiales absorbentes a la energía acústica, evitando que se produzcan reflexiones.

No obstante, existen factores que afectan a la transmisión ideal del sonido, como son la absorción (conversión de energía mecánica en energía térmica), la reflexión (se produce cuando existen obstaculos que impiden la propagación), el scattering o dispersión del sonido en todas direcciones, que aparece cuando los obstaculos son mayores o de tamaño comparables a cualquier longitud de onda radiada.

Es el caso de emisión en un recinto cerrado y da lugar a lo que se denomina **campo difuso**. Se define como el campo acústico en que existen gran número de ondas reflejadas que provienen de todas las direcciones y que al combinarse dan lugar a que exista una densidad media de energía uniforme en cualquier punto del campo. Las condiciones más aproximadas de este tipo de campo se obtienen en las llamadas cámaras reverberantes.

1.7.- ESPECTRO DE UN SONIDO.

Se denomina espectro de un sonido a la reprsentación de la amplitud de la presión acústica en función de la frecuencia correspondiente en un instante dado.

En la figura 1.16 están representados los tipos de espectros correspondientes a tres tipos característicos de perturbaciones acústicas: tonos puros, funciones periódicas,

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

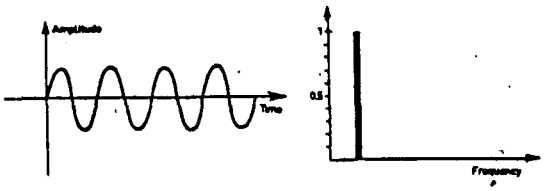
y sonidos no periódicos formados por un número infinito de frecuencias.

Recordemos que los tonos puros son los que resultan de vibraciones sinusoidales. Sin embargo la mayoría de los sonidos corrientes son de naturaleza más compleja porque presentan componentes de varias frecuencias y generalmente de todas las frecuencias de la gama acústica. Por ejemplo,cuando los sonidos están producidos por instrumentos musicales, aunque exista una frecuencia predominante, se manifiestan otras que presentan una relación armónica con la fundamental y confieren al sonido del instrumento su caracter propio. Al espectro de este tipo de sonidos, por su configuración se le denomina "espectro de lineas".

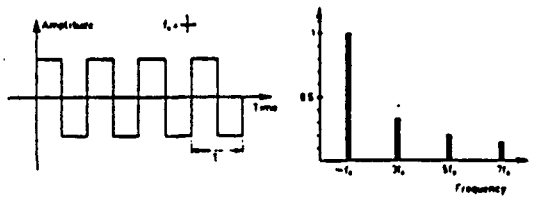
Sonidos tan significativos como la palabra, ruidos, etc... son aperiódicos y su espectro se denomina espectro contínuo.

El espéctro de frecuencias se subdivide en bandas. La octava, muy empleada en Acústica, representa la banda de frecuencias existente entre dos frecuencias f_1 y f_2 si se verifica que $f_1 = 2f_2$. Para el análisis de ruidos con mayor detalle se emplean las bandas de media octava y de tercio de octava. En este último caso las frecuencias centrales están en la relación $\sqrt[3]{2}$ a 1 por lo que tres bandas contiguas forman una banda de octava.

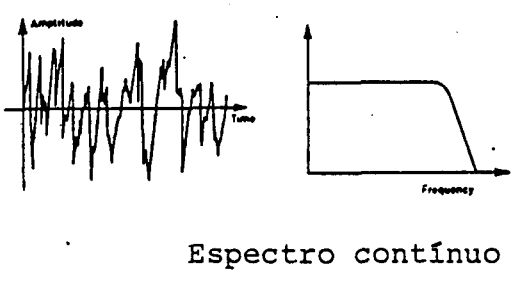
© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006



Espectro sonoro de un tono puro



Espectro sonoro de una función periódica



Espectro contínuo

Fig.1.16

1.8.- MAGNITUDES PSICOFISIOLOGICAS.

A las características físicas de una onda sonora que son : intensidad, frecuencia y forma de onda (armónicos), corresponden otras denominadas psicofisiológicas, que tienen su origen en el aspecto subjetivo que introduce la persona mediante su mecanismo de la audición.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

Magnitudes físicas	Magnitudes psicofisiológicas
Intensidad	Sonoridad
Frecuencia	Altura tonal
Forma de onda	Timbre

En general esta correlación de los dos tipos de magnitudes no es biunívoca, sino que por ejemplo, la sonoridad depende también de la frecuencia y de la forma de onda. La altura tonal depende fundamentalmente de la frecuencia, pero también de la intensidad, etc...

Esto se vera con más profundidad en el proximo capítulo.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

CAPITULO II

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

CAPITULO 2.- EL APARATO FONADOR Y EL AUDITIVO.

2.0.- INTRODUCCION.

Algunos se preguntaran porque se introduce este capítulo en este proyecto y la respuesta es bien sencilla, el aparato fonador y el auditivo son el generador y receptor respectivamente del sonido en el hombre, la razón de ser de uno es el otro y viceversa por lo que las características de uno influyen en el otro. Tanto es así que niños sordomudos que en realidad solo eran sordos, pero al no recibir el estímulo sonoro no eran capaces de articular sonidos y se penso que eran mudos tambien, posteriormente tras un aprendizaje largo y complejo aprendieron a leer el sonido o mejor dicho el movimiento de los labios y de esta manera se pudieron introducir en el sistema de comunicación por excelencia que es el sonido.

Por eso el conocimiento de uno implica el estudio del otro. Y como podremos comprobar, las características de uno influyen en el otro, de hay su estudio aunque de una manera no muy profunda pero sí lo suficiente como para ver su constitución y funcionamiento.

Por otro lado las características del aparato auditivo van a influir en el diseño de los aparatos de medida del ruido así como en otros equipos, por eso es necesario su conocimiento.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

2.1.- EL APARATO FONADOR.

El sistema de la voz incluye los pulmones, la laringe y la boca. Cada una de estas partes realiza una función determinada, cuyo mecanismo se expone seguidamente de una forma breve.

Por contracción de los musculos del torax, se expulsa el aire de los pulmones, que generan un exceso de presión, dando origen a una corriente de aire, pudiendo considerarla como portadora de energía que estuviese modulada en su velocidad y por consiguiente en presión, para la producción de sonidos, realizando la modulación para dos tipos distintos de sonidos, vocales y consonantes. Esta corriente de aire pasa a través de la glotis, que es un espacio situado en la base de la laringe, entre dos pliegues vocales que son llamados frecuentemente cuerdas vocales, aunque en realidad son repliegues elásticos de la membrana cercana a la laringe, siendo el primer elemento modulador, formando sus membranas un diafragma que al abrirse y cerrarse modula la corriente de aire que pasa por ella. La longitud de esta abertura es de unos 2,5 cm. para el hombre y de 1,5 para la mujer, estando determinada la frecuencia fundamental de esta modulación por la tensión a la que estan sometidas las cuerdas vocales. La parte frontal de cada pliegue vocal está unida al cartílago del tiroides o a la nuez.

Los pliegues vocales no sirven para producir sonidos, sino que su función es proteger los pulmones de la partículas

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

que se arrastran al inspirar el aire. Encima de los pliegues vocales existen unos falsos pliegues que entran en acción cuando se llenan los pulmones con una cantidad de aire superior a lo normal. Los pliegues vocales están situados en la parte superior de la laringe, que es una cavidad que une la boca con el esofago. La parte superior de la faringe es el velo del paladar o paladar blando que comunica con la cavidad nasal.

Cuando el velo del paladar está en su posición más alta, el paso a la nariz se cierra y el aire circula a través de la boca. La laringe, faringe y la boca constituyen el aparato bucal, formado por numerosas cavidades resonantes y orificios, configurando una red acústica que modula la onda de presión.

La voz como instrumento sonoro, está determinada por las posiciones de los labios, la mandíbula, la lengua y la laringe. Los movimientos de estos elementos cierran o dilatan el aparato bucal según las posiciones, lo que permite producir una gran cantidad y variedad de sonidos bucales. También se pueden producir sonidos sin emplear las cuerdas vocales, denominados sonidos respiratorios, pudiendo incluír es este grupo a las consonantes fricativas (F y S). En este caso la señal se produce por modulación de la corriente de aire mediante los labios, dientes y lengua.

De acuedo con lo expuesto, el sistema de la voz, como generador de la misma se puede dividir en tres grandes unidades que son, como se puede apreciar en la figura 2.1 :

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

a) Los pulmones que aportan energía.

b) Los pliegues vocales, que funcionan como oscilador.

c) El aparato bucal que es una caja de resonancia.

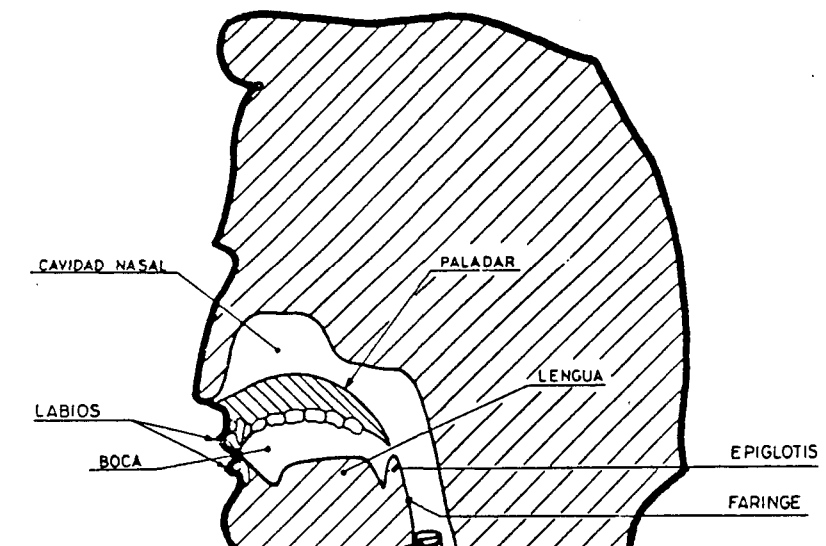


Fig.2.1

El aire al entrar o salir, produce sonidos que pueden ser articulados, cuando la intensidad está regulada por el volúmen de aire expelido, así como el tono por la tensión a la que se someten las cuerdas vocales. Cuando estas no intervienen, los sonidos producidos se llaman inarticulados.

La voz puede originarse con la intervención de otros órganos diferentes a los mencionados anteriormente, como por ejemplo el vientre, aunque este es un mecanismo muy especial. El mecanismo de producción de vocales y consonantes es diferente, ya que en el primer caso el aire que pasa por la

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

laringe es modulado por las cuerdas vocales, mientras que en el segundo intervienen además los labios, cavidades, lengua, etc.

Resumiendo lo expuesto anteriormente: Con la glotis cerrada y una corriente de aire saliendo de los pulmones, se crea un exceso de presión debajo de la glotis que mantiene los pliegues vocales separados, pasando el aire entre los pliegues, y generando una fuerza tipo Bernoulli que junto con las propiedades mecánicas de los pliegues cierra casi inmediatamente la glotis.

La presión diferencial actúa nuevamente y fuerza a los pliegues vocales a separarse. En el ciclo de abrirse y cerrarse, los pliegues actúan alimentando una corriente de aire que penetra dentro del aparato bucal. La frecuencia de vibración está determinada por la presión de aire en los pulmones, así como por las propiedades mecánicas de los pliegues vocales, que están regulados por un gran número de músculos laríngeos. Generalmente, cuanto mayor es la presión de los pulmones, y más estrechos y tensos los pliegues vocales, mayor es la frecuencia de su vibración, así como la del aire que penetra.

El sistema vibratorio produce una rápida oscilación de la presión de aire en el aparato bucal, generando un sonido, cuya fuerza es una manifestación de la frecuencia vibratoria.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

2.1..1.- CARACTERISTICAS EN INTENSIDAD Y FRECUENCIA DE LOS SONIDOS EMITIDOS.

Hay personas cuya voz puede escucharse en grandes locales, como es el caso de los cantantes de ópera, mientras que otros no tienen esa capacidad. Debemos preguntarnos que permite estas diferencias.

Trataremos de explicar seguidamente este fenómeno, basándonos en las características físicas de la voz.

El sonido engendrado por la corriente de aire, y roto por las vibraciones de las cuerdas vocales se llama " manantial de voz ", que es la materia prima de conversaciones, discursos, canciones, etc. La voz es una señal compleja, compuesta por la frecuencia vibratoria de las cuerdas vocales, y por un gran número de armonicos de frecuencia superior, cuya amplitud disminuye uniformemente al ritmo de 12 dB/octava.

Como ya se ha mencionado anteriormente, el aparato bucal es un conjunto de resonadores, de tal manera que, cuando existe coincidencia entre frecuencia de un resonador y la de un sonido, este se atenúa menos que otros sonidos que no presenten esta coincidencia de tal forma que se emiten con más fuerza que cuando no hay coincidencia. El aparato bucal consta de 4 ó 5 resonancias importantes llamadas "formants". Cuando la señal de la voz tiene una frecuencia próxima o coincidente con la de algún formant, mayor es su amplitud al abrir los labios. La presencia de los formants rompe la

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

uniformidad de la envoltura del espectro del manantial de la voz, esta perturbación origina distintos sonidos. Las frecuencias de los formants aparecen en el espectro, como máximos en la envoltura, que son característicos de sonidos particulares.

La frecuencia de los formants se determinan por la forma del aparato bucal, que se podría considrar como un cilindro perfecto cerrado por la glotis, abierto por los labios y con una longotud de unos 17,5 cm. Cada formant está asociado con una distinta duración, pudiendo considerarla como una onda de presión cuya amplitud tiene un máximo cerca del final de la glotis, y un mínimo en los labios abiertos. El formant más bajo corresponde a una longitud de $\lambda/4$ dentro del aparato bucal. De forma análoga, el segundo, tercero o cuarto formant, corresponden respectivamente a longitudes de $3\lambda/4$, $5\lambda/4$, y $7\lambda/4$.

Cualquier cambio en la sección transversal del aparato bucal, altera las frecuencias del formant individual. El acortamiento del aparato bucal produce una caida de la frecuencia y su alargamiento la eleva.

Tres son los mecanismos que consiguen este efecto y son la mandíbula, la lengua y la punta de la lengua. El movimiento de la mandíbula, que puede cerrar el aparato bucal hacia el final de la glotis y alargarlo hacia el final de los labios, es decisivo, sobre todo para la frecuencia del primer formant, que es más alta cuando la mandíbula está abierta. El segundo formnat depende de la lengua y el tercero de la punta

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

de la lengua. El movimiento de los diferentes órganos de articulación en varias direcciones, cambia la frecuencia de los dos formants más bajos, que en la media de los adultos va desde 250 a 700 Hz. para el primer formant y de 700 a 2.500 Hz. para el segundo.

Al hablar y cantar se mueven los órganos de articulación, actuando sobre los formants para cambiar sus frecuencias. Las características fisiológicas que intervienen en la formación de los sonidos, nos dan la frecuencia fundamental (tono), así como los armónicos que la acompañan (timbre), lo que permite identificar a cada persona. Teniendo en cuenta el timbre, la voz del hombre, de una forma aproximada se extiende en una banda de 100 a 8.000 Hz. mientras que la de la mujer va desde 200 a 9.000 Hz.

Para una buena reproducción de la voz deberan reproducirse valga la redundancia las frecuencias de 60 a 10.000 Hz. siendo esenciales de 200 a 6.000 Hz. Como anécdota dire que la letra " s " es la de frecuencia más elevada y la " u " la de más baja frecuencia.

La energía de la voz es más intensa a las bajas frecuencias, y como veremos más adelante, el oido tiene una peor sensibilidad para estas frecuencias, se observa el condicionamiento mutuo, entre los órganos de emisión y recepción como ya habiamos comentado.

La potencia de la voz es muy variable y depende principalmente del sujeto, por lo que cuando damos unos valores nos referimos a niveles medios, por ejemplo la

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

potencia media de la palabra emitida por una persona a nivel de conversación, es de unos 10 μw, medida durante unos segundos, unos 30 dB. La distribución de potencia de la palabra con la frecuencia, obtenida por medios experimentales se puede ver en la figura 2.2.

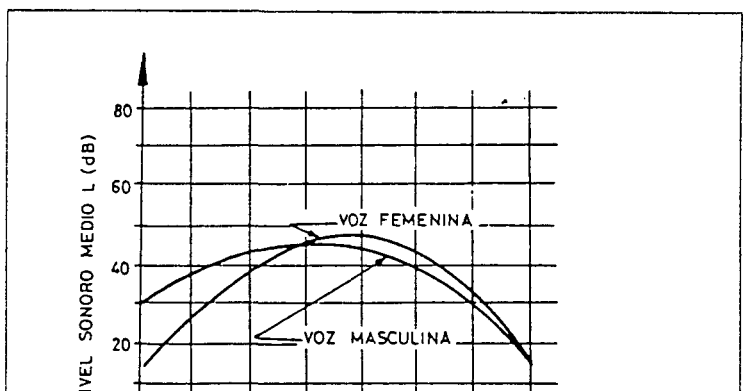


Fig.2.2

El nivel medio de presión sonora se cifra entre 65 y 75 dB hablando en condiciones normales con un ruido ambiental normal, de 66 dB. Con relación al nivel de potencia sonora suele ser de 70 dB.

La voz como fuente sonora, tiene unas características direccionales de tal manera que la direccionalidad aumenta a medida que aumenta la frecuencia, siendo a bajas frecuencias omnidireccional.

Como hemos visto el aparato fonador tiene una serie de características y limitaciones. Estas limitaciones se veran tanto más acuciadas cuanto más ruido de fondo halla en el ambiente afectando a la comunicación.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

2.2.- EL APARATO AUDITIVO.

2.2.1.- FISIOLOGIA DEL OIDO.

De acuerdo con su constitución, el oído se divide en tres partes : el oído externo, el oído medio y el oído interno, según podemos ver en la figura 2.3, donde se presenta un corte esquematico del oído.

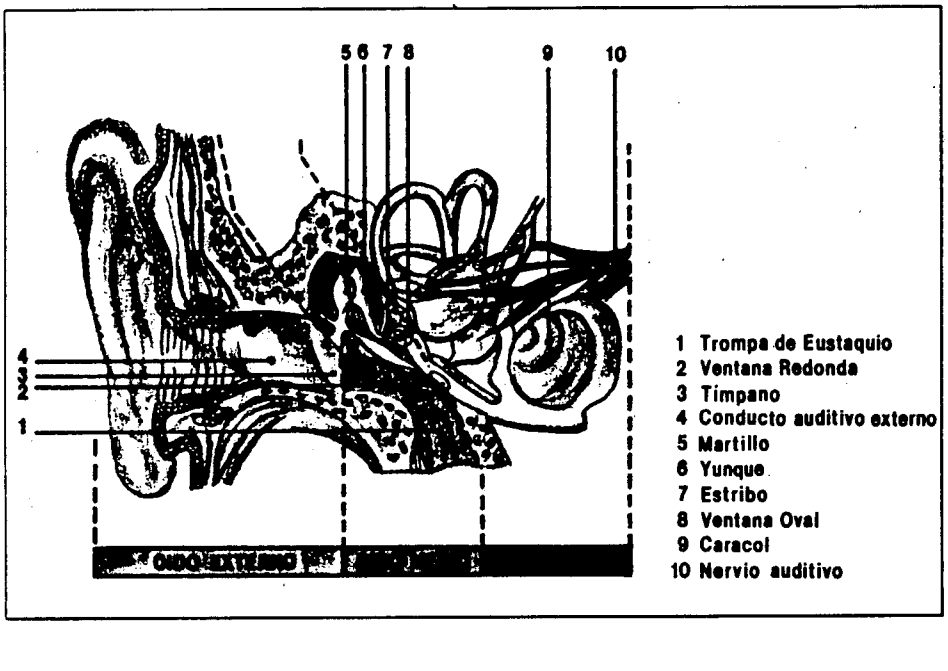


Fig.2.3

De acuerdo con la división anterior, el oído externo incluye la parte visible o pabellon auditivo, el canal auditivo y la membrana timpánica. A continuación se encuentra el oído medio, que contiene tres minúsculos huesos enlazados, que son los que transmiten las vibraciones de esta membrana al oído interno, siendo este último una cavidad de forma compleja, rellena de líquido, conteniendo las membranas y

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

terminales neviosos, por los cuales se detectan los cambios de presión, analizandose y transmitiendose esta información al nervio acústico.

2.2.2.- PROCESO DE CONVERSION DE LAS VIBRACIONES MECANICAS EN SENSACIONES SONORAS.

La vía normal de la audición, aunque no la única es la siguiente : las ondas sonoras son canalizadas por el pabellón y por el conducto auditivo, constituyendo el conjunto un tubo acústico. Las variaciones de presión imprimen al tímpano vibraciones cuya amplitud es del orden de una micra, para los sonidos de intensidad media, pero puede ser mucho más pequeña, aún permaneciendo perceptible. La cadena de huesecillos asegura una transmisión conveniente entre el tímpano que vibra en el aire y la ventana oval de la que una cara está en contacto con el líquido del oído interno, que tiene una resistencia acústica mucho mayor que la del aire.

Los sonidos se pueden también transmitir al oído interno, mediante los huesos del craneo, sin intervención del tímpano y de los huesecillos. Las vibraciones de la ventana oval se comunican por medio de los líquidos el oído interno a las celulas ciliadas del organo de Corti, transmitiendose esta señal al nervio acústico, y de él al cerebro.

Pasemos a continuación a realizar un estudio más detenido , para lo cual vamos a dividir el mecanismo de la audición en tres partes perfectamente diferenciadas :

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

a) Recepción.

b) Transmisión.

c) Percepción.

a) Recepción.

La onda sonora incide en primer lugar sobre el pabellón auditivo, cuya misión es la de adaptar los sonidos, y transmitirlos despues de reforzarlos; además el pabellón juega un papel en la orientación auditiva, que se observa con más claridad en los animales que poseen orejas orientables, aunque en los seres humanos no se aprecie con tanta facilidad.

La función del pabellón en la orientación depende de tres factores : la intensidad del sonido, la fase de las ondas y , por último, el tiempo que tarda la onda en llegar al cerebro.

El fenómeno de audición normal en los seres humanos, da lugar a un efecto de difracción de las ondas acústicas, debido al obstaculo representado por la cabeza.

Si las ondas son de gran frecuencia, o sea, la longitud de onda pequeña frente a las dimensiones de la cabeza, está (la cabeza) dará lugar a una diferencia de intensidad entre los sonidos percibidos por cada oído. Pero si los sonidos son de baja frecuencia, es decir, gran longitud de onda, frente a las dimensiones de la cabeza, lo que se observa es una diferencia de fase, es decir, diferencia de tiempo entre los dos oídos.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

El efecto del canal auditivo es reforzar aún más la presión mediante continuas reflexiones de las ondas a lo largo de las paredes del mismo; este aumento de presión depende de la frecuencia del sonido.

La arquitectura de la membrana timpánica presenta dos propiedades opuestas, un cierto grado de rigidez y, a su vez, la posibilidad de deformarse, sin modificaión de las característias mecánicas y acústicas, es decir, el tímpano está constituído de tal manera que puede cambiar de forma, pasando de la cónica con generatrices rectilíneas a la pseudo-cónica con generatrices curvilineas, conservando un cierto grado de rigidez.

La parte superior del tímpano actúa a modo de bisagra y cuando se presenta la vibración, es la parte inferior la que registra el máximo de amplitud. Esta asimetría que se encuentra en todos los organos de la audición, así como las distorsiones de amplitud debidas al pabellón y a los relieves del canal auditivo, son características que deben tenerse en cuenta.

Como vemos, el oído no es un transductor fiel, ya que aporta distorsiones líneales que origian armónicos y sonidos subjetivos que tienden a enriquecer la onda sonora.

b) Transmisión.

La transmisión del sonido se efectua en primer lugar a través de la cadena de huesecillos, que realizan una función doble, la de adaptadora y la de protectora. La onda sonora pasa de un medio aéreo a otro líquido, por lo que es

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

necesario un sistema adaptador, constituído en este caso por la cadena ósea.

Como sabemos, la resistencia acústica específica, es el producto de la densidad volumétrica del medio por la velocidad de la fase de la onda en el mismo, permitiendo este concepto evaluar las perdidas que sufre la onda sonora al pasar de un medio a otro. Si la diferencia de resistencia acústica es grande, el coeficiente de transmisión es muy pequeño, presentandose este caso al pasar una onda sonora de un medio gaseoso a otro líquido (como en el oído), por lo que es necesario un adaptador de impedancias, que como explicamos antes, lo realiza la cadena ósea, compensando esta perdida.

Además de esta función adaptadora, esta cadena ósea realiza una función protectora dado que los musculos del martillo y del estribo reducen la amplitud de las oscilaciones y protejen el oído interno contra los sonidos intensos de baja frecuencia, con lo que se mejora la audición y disminuye el efecto enmascarador de los graves.

Los movimientos de la superficie del estribo en la ventana oval hacen variar frecuentemente las caracterísicas de la onda sonora que se transmite. Para ondas de elevada frecuencia y pequeña amplitud, la superficie del estribo se mueve como una puerta (va y viene cogido de una charnela), mientras que para ondas de baja frecuencia y gran amplitud el movimiento se realiza alrededor del eje perpendicular al precedente, de tal manera que la superficie del estribo

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

pivota como cierre de admisión de una tubería. La presión timpánica se transmite a la superficie del estribo, incrementada al pasar por la cadena ósea, siendo la relación entre la superfície del tímpano y la del estribo de 20, es decir, son precisamente los movimientos de la superfície del estribo en la ventana oval los que origínan las vibraciones en los líquidos del oído interno, que a su vez estimula las células sensoriales; por lo tanto tiene una gran importancia la libertad de movimiento de la superficie del estribo, siendo su inmovilidad un grave problema.

A los movimientos de la ventana oval corresponden otros de la ventana redonda en oposición de fase con los primeros a causa de la incompresibilidad de los líquidos.

Las dos ventanas se encuentran situadas en planos perpendiculares, lo que es una protección natural para evitar que la onda sonora llegue en fase a estas dos membranas, si la cadena ósea dejara de funcionar, dando lugar a la anulación de los efectos de la onda sonora. Aunque parte del caracol sirve como elemento de transmisión, por ser la función fundamental de éste el análisis de los sonidos, lo estudiaremos dentro de la percepción.

c) Percepción.

Uno de los puntos más interesantes con relación al mecanismo auditivo, era conocer de que modo el oído es capaz de distinguir y analizar los sonidos por su frecuencia.

Fué Helmholtz quién elaboró una nueva teoría, suponiendo que la membrana basilar tenía una estructura

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

fibrosa, siendo cada una de las fibras independiente de la otras, encontrándose tensadas a lo largo del canal del caracol de forma análoga a las cuerdas de un piano, haciendo vibrar las frecuencias la membrana basilar cerca de la base, (como se muestra en la figura 2.4). Posteriores investigaciones, han demostrado que Helmholtz estaba en lo cierto en cuanto a que era la membrana basilar el órgano que analizaba la onda compleja en sus componentes de frecuencia, estando la frecuencia más alta localizada en la base, no así en lo que respecta a su posición de la estructura fibrosa y de la tensión de cada una de las fibras dado que mediante un examen microscópico, no se observa esta estructura fibrosa.

Las propiedades de sintonía de la membrana basilar se deben más que a su estructura y tensión, a las dimensiones, masa y rigidez de la misma.

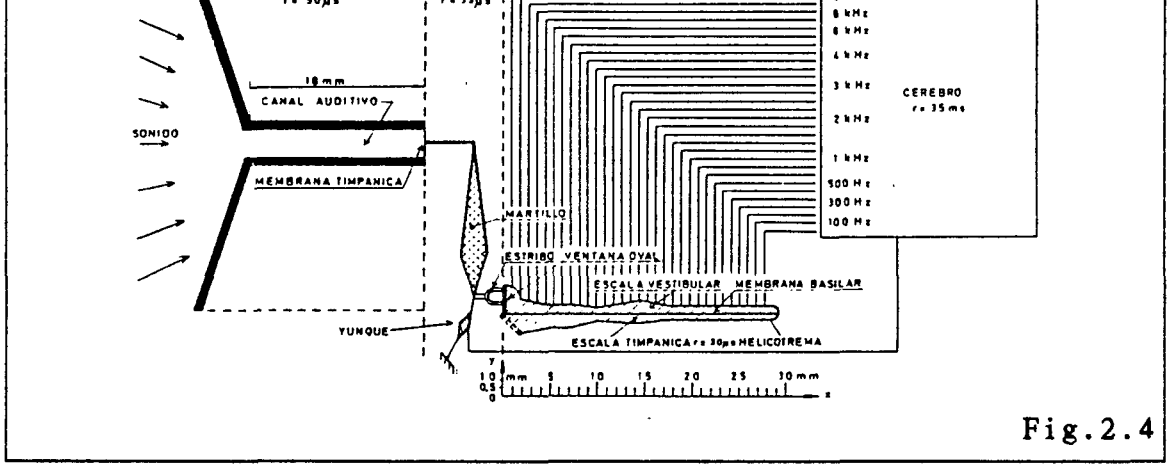


Fig.2.4

Existe una dificultad, debido al elevado grado de amortiguamiento de las ondas a través del estrecho canal del

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

caracol, en la discriminación de las distintas frecuencias. Debido al amortiguamiento existente, no se producen reflexiones de suficiente magnitud, como para que se establezca una onda estacionaria capaz de hacer resonar a la membrana basilar.

2.2.3.- SENSIBILIDAD DEL OIDO PARA LAS FRECUENCIAS.

El campo de respuesta del oído va desde los 20 a los 20.000 Hz para una persona normal de 18 a 25 años, disminuyendo la frecuencia superior con la edad. Dentro del margen de 2.000 a 5.000 Hz , la presión en el ambiente debida a la agitación térmica de las moléculas es comparable a los límites de sensibilidad, por lo que si esta fuese superior se percibiría dentro de este margen un ruído de fondo que interferiría la percepción de las ondas sonoras de baja intensidad.

Los especialistas en la audición, han considerado que el oído humano se comporta como un conjunto de 24 receptores independientes, dotados de cierta selectividad, y ajustados a diferentes frecuencias. Zwicker llama banda crítica a la banda pasante de cada uno de los citados receptores. Las frecuencias centrales (f_c) de estas bandas se encuentran irregularmente repartidas entre los 50 y los 13.500 Hz. El ancho de banda (Δf) de cada uno de los receptores, ajustados a estas frecuencias, varía entre 100 y 3.500 Hz, al pasar de las bajas a las altas frecuencias. La figura 2.5 presenta la

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

variación del ancho de banda (Δf) en función de la frecuencia, pudiendose comprobar en la misma que el ancho de banda es prácticamente constante e igual a 100 Hz para las frecuencias inferiores a 500 Hz, mientras que para las frecuencias superiores se duplica cuando la frecuencia se dobla.

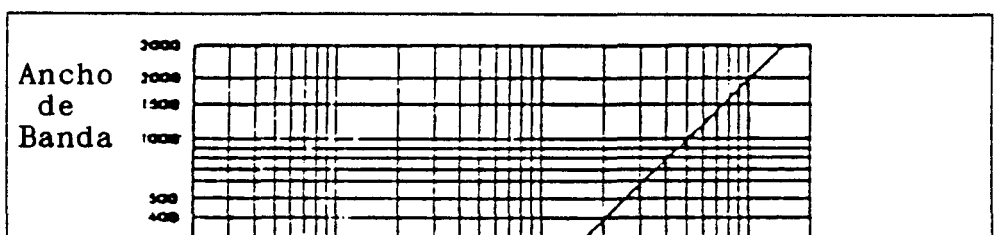


Fig.2.5

Existe una dependencia entre la sensibilidad de un oído y la frecuencia, encontrandose la máxima sensibilidad a la frecuencia de 3.000 Hz. La sensibilidad del oído es mayor a la frecuencias comprendidas entre 100 y 5.000 Hz que a frecuencias inferiores o superiores a éstas. Para una frecuencia de 1.000 Hz bastará para ser audible una presión sonora de $2\ 10^{-5}\ N/m^2$ tomandose este valor como nivel de referencia. Para frecuencias inferiores a los 1.000 Hz se necesitan mayores presiones así como para las superiores.

Esta sensibilidad presentada por el oído en función de la frecuencia, es la misma pero alreves a la presión sonora que presenta el aparato fonador complementandose perfectamente.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

2.2.4.- EFECTOS DE DISTORSION EN LA AUDICION.

Generalmente los sonidos que se perciben no son tonos puros, sino que son una combinación de frecuencias relacionadas armónicamente, por ejemplo los sonidos producidos por un instrumento musical. El timbre es la cualidad que distingue a los sonidos del mismo tono y de igual intensidad, emitidos por fuentes de diferente naturaleza. Las diferencias de timbre de dos sonidos musicales, se explican por el hecho de que estos sonidos no son simples. Es muy difícil encontrar un sonido realmente simple, no obstante existen casos en los que se producen este tipo de sonidos, como por ejemplo el sonido de un diapasón.

La descomposición de un sonido periódico en serie de Fourier corresponde a una realidad para el oído, ya que es capaz de funcionar como un analizador armónico y percibir los sonidos que componen la señal compleja.

Cuando dos tonos puros en el rango audible difieren en frecuencia una cantidad que se encuentra en el rango audible, podemos percibir una nota que corresponde a esta diferencia de frecuencia. La nota resultante se llama sonido diferencial y su presencia es el resultado directo de la no linealidad del oído. Los armónicos que el oído puede separar en un sonido complejo existen en general objetivamente en la vibración sonora, pero la experiencia indica que la audición de un sonido simple o complejo, puede conducir a percibir frecuencias que no existen objetivamente en la vibración que

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

actúa, debiendose su apreciación al funcionamiento del oído. Todo esto se ha estudiado experimentalmente, observandose que el oído reconstruye el sonido fundamental como sonido diferencial. Este último fenómeno tiene aplicaciones como, por ejemplo, en el caso de las escuchas telefónicas que no reproducen los sonidos de frecuencia inferior a un cierto valor, permitiendose no obstante que estas frecuencias se perciban.

2.2.5.- ENMASCARAMIENTO.

Un sonido de la gama audible sólo puede percibirse por una persona cuando su nivel de presión sonora sobrepasa un límite inferior (umbral de audibilidad). En ausencia de todo ruido parásito, este límite es el umbral absoluto de audibilidad. En preencia de un ruido parásito, el mismo sonido debe tener un nivel más alto para que se pueda distinguir; entonces el umbral de audibilidad correspondiente es más alto que el umbral absoluto de audibilidad. En este caso se dice que el ruido parásito hace de enmascaramiento, siendo su efecto la diferencia en decibelios entre los dos umbrales.

El fenómeno de enmascaramiento tiene una gran importancia en la vida diária, ya que su acción puede ser tan beneficiosa como perjudicial. Debido a este efecto, no escuchamos con frecuencia las conversaciones ajenas, los sonidos procedentes de los aparatos de radio y televisión,

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

etc., ya que son enmascarados por otros sonidos. Por el contrario, debido al enmascaramiento, no se puede mantener conversaciones tranquilas, o la audición de musica en un local ruidoso. La exposición a ruidos intensos puede disminuir temporalmente, o de forma definitiva, el umbral de audibilidad.

La Organización Internacional de Normalización (I.S.O.) recomienda caracterizar la variación del umbral de audición por la medida de perdida de agudeza auditiva a las frecuencias de 500, 1.000 y 2.000 Hz, y considera que la capacidad de audición está muy alterada cuando el promedio precedente iguala o sobrepasa los 25 dB. Este límite no se puede acptar sin reservas, ya que puede suceder que una perdida media inferior a 25 dB a ls frecuencias anteriormente mencionadas, vaya acompañada de una marcada pérdida a frecuencias superiores a 2.000 Hz, capaz de provocar grandes alteraciones en el poder de la audición.

En el caso de que el ruido soportado sea intermitente o de nivel variable, se supone que solo cuenta la energía acústica total que la persona haya recibido, siendo posible encontrar un ruido de nivel constante equivalente energeticamente al ruido soportado.

El efecto de enmascaramiento debido a un ruido depende del reparto espectral del mismo, ya que se origina no solo por sonidos que tienen la misma frecuencia que los componentes del ruido, sino tambien por otras frecuencias; sin embargo el efecto es máximo para las frecuencias de las

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

componentes.

En la figura 2.6 se presenta en lo que se convierte el umbral de audibilidad en presencia de un ruido de banda estrecha, es decir aquel cuyas componentes quedan comprendidas dentro de un intervalo pequeño (por ejemplo, un tercio de octava). En el caso considerado la frecuencia central de la banda es de 500 Hz. Se verifica que, para ser audibles, los sonidos cuya frecuencia se encuentra en la banda de ruido, tienen que tener un nivel de presión sonora que no sea inferior al nivel de presión de la banda de ruido disminuido en 4 dB.

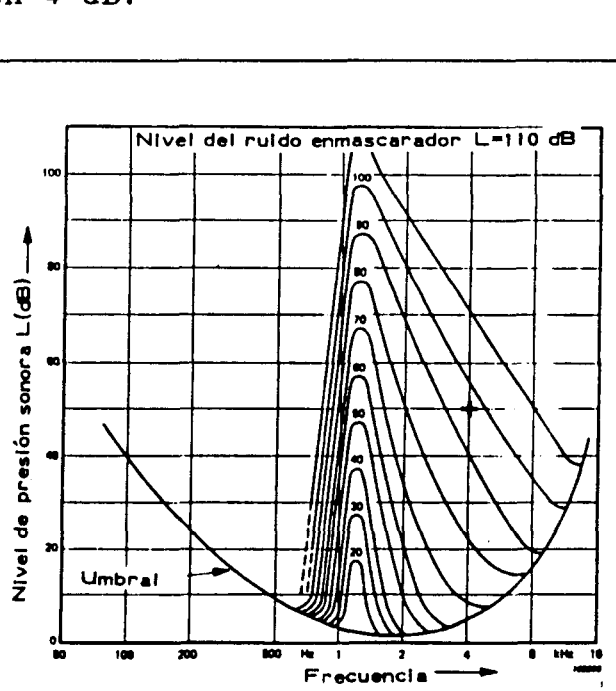


Fig.2.6

Fuera de esta banda, el efecto de enmascaramiento disminuye rápidamente, y mucho más deprisa par los sonidos de frecuencia superior. Si el ruido es de banda ancha, se le puede considerar como resultante de la superposición de

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

ruidos de banda estrecha, y su efecto de enmascaramiento se puede determinar partiendo del conocimiento de los efectos de las distintas bandas componentes.

Consideremos ahora el caso de tonos puros en los que la sensación de intensidad se ve influída por el llamado efecto de enmascaramiento que se produce cuando los sonidos están muy próximos en frecuencia. En cambio, si tenemos dos tonos de la misma frecuencia, con el mismo nivel de sonoridad, la sensación producida por los dos al mismo tiempo, no es el doble de la que produce uno solo, sino ligeramente mayor, o sea, la suma directa de sonoridades sólo puede llevarse a cabo entre sonidos que están muy separados en frecuencias. Cuando más cerca estén, más se influencian mutuamente y la sonoridad total es inferior a la suma de las sonoridades de ambos por separado. Este efecto se denomina de enmascaramiento parcial, el cual puede llegar a ser total cuando hay, además de una gran proximidad en frecuencia, una notable diferencia en cuanto a sonoridad; o sea, un sonido fuerte oculta por completo uno débil, que no puede percibirse y que, por lo tanto, no contribuye a aumentar la sonoridad.

Generalmente, tanto el sonido enmascarante como el enmascarado son formas de onda muy complejas. Sin embargo, este fenómeno se ve más facilmente mediante el estudio de casos especiales en los que ambos sonidos son tonos puros sinusoidales. Resultados experimentales de este tipo se muestran en la figura 2.7 para dos frecuencias enmascarantes de a) 4.000 Hz y b) 2.000 Hz. En cada caso la

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

frecuencia del tono enmascarado se indica en el eje de abcisas, y el umbral en decibelios para diferentes intensidades del tono enmascarantes que se dan en eje de ordenadas. Observamos que el enmascaramiento de un tono puro por otro, es más aparente cuando los dos tonos son aproximadamente de la misma frecuencia y que también en general un tono enmascara señales de alta frecuencia más efectivamente que otros de baja frecuencia. Por ejemplo, una señal de 1.000 Hz de frecuencia y un nivel de intensidad de 40 dB es enmascarado completamente por un tono de 400 Hz cuyo nivel de intensidad es de 80 dB.

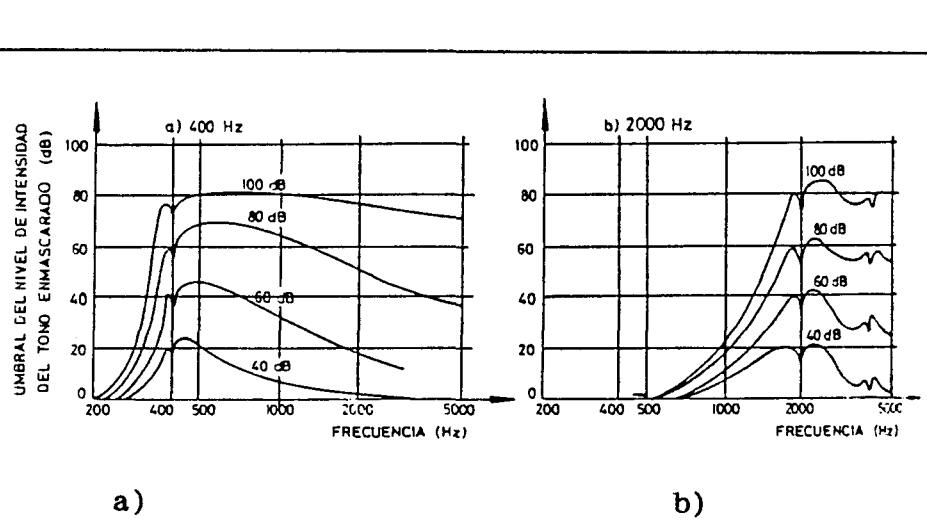


Fig.2.7

Una consideración de los armónicos generados por el tono enmascarante permite explicar este efecto. Para el tono de 400 Hz y 80 dB, los armónicos tienen frecuencias de 800, 1.200, 1.600 Hz teniendo niveles análogos al fundamental, por lo que uno u otro de estos armónicos tendrá aproximadamente la misma frecuencia que alguna señal superior al rango audible, proporcionando un enmascaramiento efectivo. Por otro

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

lado, los armónicos de tono de 2.000 Hz tienen frecuencias de 4.000 Hz y superiores por lo que no enmascaran el tono de 1.000 Hz. La hendidura observada en cada una de las curvas cuando la frecuencia de la señal es aproximadamente análoga a la frecuencia enmascarante, se debe a la aparición de batidos (variaciones periódicas, resultado de la superposición de ondas de distintas frecuencias) que permiten renocer la presencia de una señal.

Como se puede apreciar,todos los sonidos que se encuentran por debajo de una cualquiera de las curvas, cuyo nivel de presión sonora se encuentra en el eje de ordenadas y frecuencia en el eje de abcisas, están enmascarados por el tono, cuyo nivel de presión sonora se encuentra sobre la curva.

El sonido enmascarador debe tener como mínimo un nivel de presión sonora de unos 20 dB superior al enmascarado. El enmacaramiento se atenúa si los sonidos aparecen desfasados.

El efecto de enmascaramiento es más pronunciado cuanto mayor sea el valor del nivel de presión sonora del sonido enmascarante (100 dB y 40 dB fig.2.7 a)).

Lo expresado anteriormente se explica, debido a que un sonido enmascarante pone en vibración la membrana basilar, no solo con un máximo de vibración en el punto correspondiente a la frecuencia de excitación, sino también en una amplia región en la dirección de las ventanas oval y redonda. Si otro sonido de mayor fuerza llega al oído, para percibirlo se tiene que producir un desplazamiento de la membrana basilar,

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

en el punto correspondiente a su frecuencia y mayor que el producido por la señal enmascarante. El nivel de audición de la señal la fija el sonido enmascarante; por lo tanto, un sonido no enmascara señales de frecuencia inferiores a la suya.

El espectro completo de las frecuencias de la palabra va desde los 200 hasta los 10.000 Hz, pero test de articulación han mostrado que la banda de frecuencia más importante de la palabra de acuerdo con la inteligibilidad de la misma se extiende desde los 1.000 a los 2.000 Hz. Si solo se reproduce esta banda y las demás frecuencias son suprimidas mediante una red de filtros, la inteligibilidad no resulta seriamente afectada, pero será difícil distinguir una voz de un hombre de la de una mujer.

El tipo de enmascaramiento sonoro que se encuentra con mayor frecuencia en la vida real es el debido al ruido, teniendo un espectro de frecuencias esencialmente contínuo.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

2.2.6.- SONORIDAD.

Un sonido de determinada naturaleza parece tanto más fuerte, cuanto mayor sea la amplitud de las vibraciones en la proximidad del oído. Cuando nos alejamos de la fuente sonora, la intensidad del sonido disminuye de una forma inversamente proporcional a la distancia, cuando el sonido se emite en un medio homogéneo, isótropo y no absorbente, propagandose en forma de ondas esféricas. Como ya hemos visto, una fuente

sonora emite una energía que se transmite a través de cada región del medio que rodea a la fuente, en el caso de que no existan pérdidas en el medio. Toda la potencia radiada por la fuente deberá atravesar a una superficie que envuelva a la misma. Si la fuente sonora es omnidireccional, la potencia es igual al producto de la intensidad por el área de la superficie que la rodea. Si la fuente sonora es direccional, la energía emitida se calculará por integración. La intensidad sonora es difícil de medir, por lo que se mide generalmente la presión sonora de un número suficiente de puntos de la superficie esférica que envuelve a la fuente.

De forma análoga a como antes hemos visto la distinción entre frecuencias para una determinada intensidad, si mantenemos constante la frecuencia y cambia a la intensidad, este cambio ha de tener un cierto valor para que se detecte por el oído. Si la intensidad es " I " y la variación " ΔI ", el porcentaje del cambio será " $\Delta I/I$ " y su mínimo valor para que el oído lo distinga se denomina sensibilidad diferencial para las intensidades. Esta sensibilidad es casi constante e independiente del valor de la intensidad dentro de un amplio margen de frecuencias.

En la zona en que el umbral diferencial de intensidad es prácticamente constante, la variación relativa " $\Delta I/I$ " corresponde a una variación del nivel de intensidad percibido mediante la expresión dada por Weber : $\Delta I/I = \Delta P/K$, que posteriormente fué modificada por Fechner, adaptando la forma:

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

$$L = K \log I$$

La experiencia pone de manifiesto que las variaciones de intensidad de un sonido no son proporcionales a las variaciones de nivel de intensidad que recibimos; estas variaciones siguen la ley de Weber-Fechner, que establece que la magnitud de un nivel es proporcional al logarítmo del estímulo que lo provoca, aunque sólo sea aproximadamente exacta en la región de intensidades y frecuencias medias. El carácter logarítmico del nivel respecto al estímulo supone un crecimiento muy reducido para grandes incrementos de la intensidad sonora. De acuerdo con la relación obtenida por Weber-Fechner, tenemos la expresión :

$$L_I = 10 \log \frac{I}{I_{re}} \quad dB$$

donde $I_{re} = 10^{-12}$ W/m^2 , que es el valor de la intensidad umbral para una frecuencia de 1.000 Hz. El máximo valor que tolera el oído es el de una intensidad de 1 W/m^2 , que produce una sensación dolorosa, siendo el nivel de intensidad :

$$L_{Imax} = 10 \log \frac{1}{10^{-12}} = 10 \log 10^{-12} = 120 \text{ dB}$$

Por lo tanto, vemos que el campo de audibilidad viene

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

expresado entre 0 y 120 dB, siendo el cero fictício, ya que no se trata de un cero absoluto, sino de referencia a nuestra fisiología, pudiendo observar unas gráficas de estos valores en la figura 2.8.

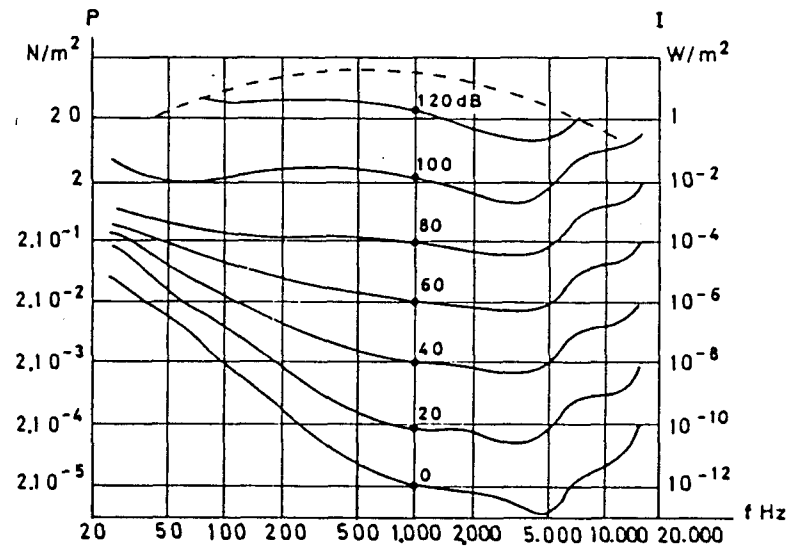


Fig.2.8

Al ser el decibelio una manera de expresar matemáticamente la presión sonora, es una magnitud física medible, no guardando una relación con el nivel sonoro o sonoridad, por lo que es necesario crear una nueva unidad para medir una magnitud subjetiva. La mejor manera de medirlo es reunir un grupo de personas, someterlas a determinados estímulos, anotar sus reacciones, analizar los resultados y llegar a una conclusión que nos dé una ley empírica.

Así como el umbral de audibilidad es una característica fisiológica, cuya definición no es ambígua, puesto que un sonido se escucha con claridad, o no se escucha, la

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

intensidad subjetiva de un sonido es una magnitud cuya definición no es fácil. Por otra parte, esta definición no puede tener sentido nada más que si se parte de la hipótesis de que dos sonidos de distinto espectro de frecuencias, pueden originar sensaciones comparables entre sí, lo que desde luego no es evidente, aunque diferentes pruebas experimentales han demostrado que son posibles tales comparaciones.

La intensidad subjetiva de un sonido queda definida de una forma relativa, comparando la sensación originada por este sonido con la de otro sonido de referencia. Si los dos producen la misma sensación de intensidad, se puede decir que ambos tienen la misma intensidad subjetiva.

En la práctica se emplean dos referencias :

1) Los sonidos puros de 1.000 Hz de frecuencia y nivel de presión sonora ajustable.

2) Las bandas de ruido blanco centradas en los 1.000 Hz, con anchura de 100 Hz y un nivel de presión sonora ajustable.

Cuando un sonido se compara con la primera de las referencias su intensidad subjetiva se llama " sonoridad " y si se compara con la segunda, la intensidad subjetiva se llama " ruidosidad ". Si se duplica la sonoridad de un sonido, se duplica la sensación de intensidad experimentada.

Fletcher y Munson dedujeron experimentalmente la relación existente entre el nivel de presión sonora, el nivel sonoro y la frecuencia, sobre un gran número de jovenes con edades comprendidas entre los 18 y los 25 años, con audición

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

normal. Las líneas isofónicas de la figura 2.8 presentan los niveles sonoros que debía de alcanzar un sonido sinusoidal de frecuencia " f ", para producir la misma sensación auditiva que un sonido sinusoidal de 1.000 Hz de frecuencia y un nivel de intensidad dado. Es decir, la característica subjetiva de un sonido, se conoce por su sensación sonora que se determina mediante su intensidad.

La línea isofónica es la que representa puntos de igual fuerza sonora, es decir, a lo largo de cualquiera de estas líneas los sonidos parecen igualmente intensos, aunque las intensidades reales varíen notablemente. El valor umbral para bajas frecuencias es del orden de 60 dB, pero a medida que las frecuencias aumentan, el oído presenta una mayor sensibilidad, siendo máxima a los 3.000 Hz, superados los cuales necesita un nuevo aumento de intensidad. Para intensidades mayores el oído no presenta una variación tan acusada de su sensibilidad y las líneas isofónicas tienden a ser cada vez más horizontales. Las curvas situadas a la derecha de los 1.000 Hz aparecen con un trazado muy parecido, repetido en todos los niveles, en acusado contraste con las variaciones a baja frecuencia. Teniendo una curva como el nivel inicial, si se aumenta en decibelios, supondrá desplazar la curva paralelamente a sí misma y hacia arriba una cantidad constante, encajando de una forma aproximada la parte de la curva situada a la derecha de los 1.000 Hz, con la línea homóloga del nivel superior, mientras que la parte de la izquierda quedará elevada de forma creciente según

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

disminuyen las frecuencias. La sensación auditiva indicará que el incremento no ha sido equipontencial, sino más acusado para las bajas frecuencias; de forma inversa al reducir la potencia se empobrecerán las bajas frecuencias. Debido a que el timbre consiste en una serie de frecuencias secundarias y más altas, que acompañan a la fundamental, se verá alterado por lo expuesto anteriormente al tener la sensación de que unas frecuencias resaltan más que otras, cuando se varía la potencia sonora. Los amplificadores de buena construcción tienen compensado este efecto, no amplificado igualmente todas las frecuencias, sino teniendo en cuenta las variaciones de isofonía. Las líneas isofónicas superiores muestran un mayor paralelismo a lo largo de toda la curva, es decir que para niveles altos, no existirán tan acusadas las desigualdades anteriores, figura 2.9.

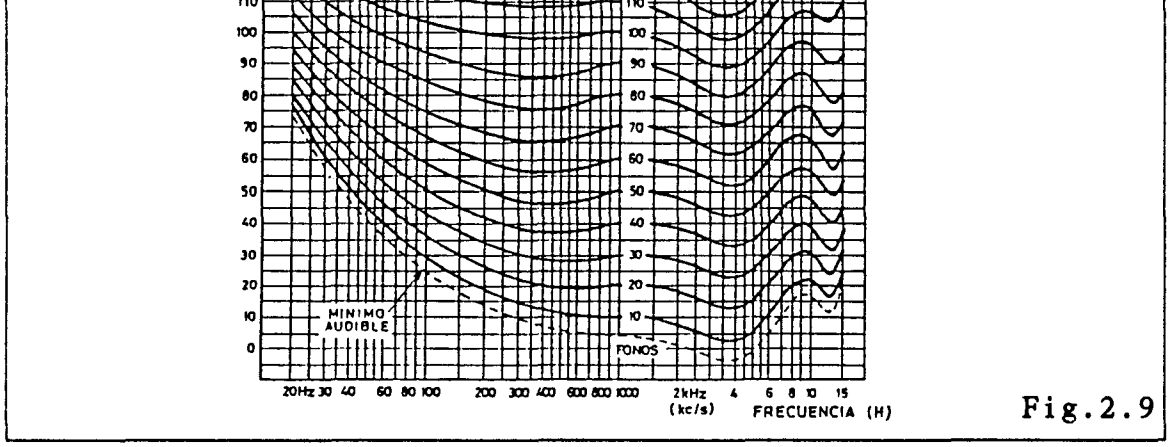


Fig.2.9

La medida de la intensidad de un sonido, tomando como unidad el decibelio tiene el inconveniente de que siendo el

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

nivel sensitivo variable con la frecuencia, una determinada cantidad de decibelios supondrá un sonido que parecerá más o menos intenso según su frecuencia. Para evitar este inconveniente se introduce el concepto de " FON ". De la misma forma que el decibelio es una medida invariable desde el punto de vista física (objetivo), que representa una determinada presión de las ondas sonoras, susceptibles por lo tanto de medirse con una exactitud que depende de la precisión del aparato usado, el fon es una unidad físicamente variable, pero sensitivamente (subjetivamente) constante, o sea, que en las curvas isofónicas el número de fonos se mantendrá constante a lo largo de cualquiera de ellas. Por lo tanto, el fon es una unidad del nivel sonoro de un sonido, que es juzgado por un observador medio, númericamente igual al nivel de intensidad en decibelios de un tono puro de 1.000 Hz. Como vemos, a la frecuencia de 1.000 Hz el número de fonos coincide con el de decibelios, es decir 1 fon = 1 dB.

Debido a que el fon depende de datos experimentales con la imprecisión inherente a ello, no respondiendo además a ningún principio matemático ni escala de medida fija, el fon no resulta muy útil. El decibelio en cambio, reúne una serie de ventajas como unidad de medida de intensidad sonora tales como : invariabilidad e independencia de las condiciones físicas, relación exacta entre intensidades de sonidos distintos; susceptibles de medirse con creciente exactitud por los modernos aparatos de medida; posibilidad de que el sonido pueda tratarse como algo ponderable.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

La escala de fonos presenta algunas incongruencias, como por ejemplo, la imposibilidad de sumar fonos. Si se producen dos señales, una es de 200 Hz con una sonoridad de 70 fonos y otra de 4.000 Hz con la misma sonoridad, el resultado final no son 140 fonos, sino que ambos tonos se perciben con una sonoridad total de 80 fonos. Se ha demostrado que para niveles mayores de 40 fonos, se necesitan 10 fonos más para duplicar la sensación se sonoridad.

Esto se observa haciendo experiencias con un cierto número de personas, y de igual forma que las relaciones de sonoridad no son proporcionales a los incrementos del nivel sonoro, no suponiendo lo mismo, aumentar un determinado número de fonos en las bajas que en las altas sonoridades. Debido a estas imprecisiones, Fletcher, Robinson, Stevens y otros, elaboraron una nueva escala subjetiva de intensidades el " SON "o sonio, basandose en observaciones tales como que la audición de un mismo sonido con los dos oídos, supuestos normales e igualmente sensibles, da lugar a una sensación de sonoridad das veces más acusada que la audición de dicho sonido empleando un solo oído; por otra parte si dos sonidos de frecuencias muy diferentes de la membrana basilar, actuando la respuesta subjetiva en forma aditiva (con anterioridad ambos sonidos se habían ajustado al mismo nivel sonoro por separado, siendo en su escucha silmultánea cuando se produce el efecto de suma). Se puede establecer una escala subjetiva de intensidades o nivel de sonoridad y trazar una curva de correlación entre fonos (unidad

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Bibliotecas Universitaria, 2006

fisiológica) y sonos (unidad subjetiva) según se observa en la figura 2.10.

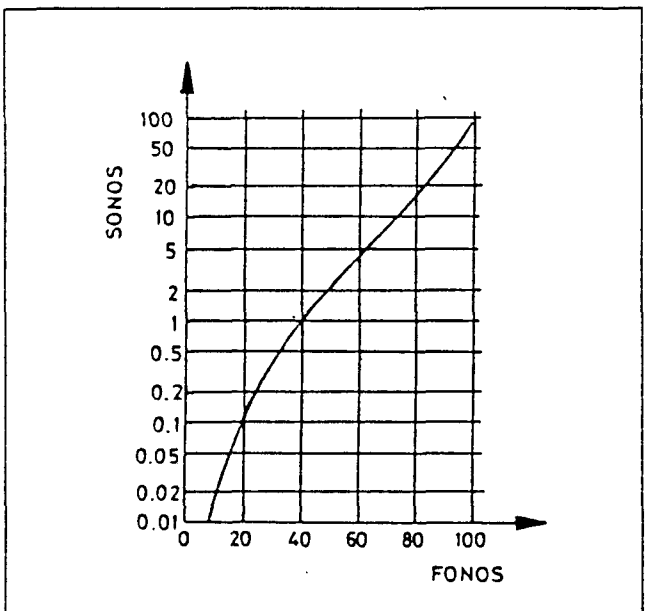


Fig.2.10

La sonoridad es independiente de la duración cuando ésta es mayor de unos 100 ms; cuando es menor, se necesita aumentar el nivel sonoro del ruido para obtener la misma sonoridad. Se ha comprobado que la constante de tiempo del oído viene a estar precisamente alrededor de los 100 a 200 ms. La unidad de sonoridad es el son que se define como la sonoridad de un tono de 1.000 Hz y 40 dB de intensidad. Un aumento en el nivel sonoro de 10 fonos es aproximadamente equivalente a doblar el nivel de sonoridad en sonos, y un aumento de alrededor de medio fono corresponde al cambio mínimo perceptible en nivel sonoro.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

2.2.7.- UMBRAL DE AUDIBILIDAD Y SENSACION DE DOLOR.

De la misma forma que un sonido excesivamente débil no se percibe, uno excesivamente fuerte produce una sensación dolorosa y molesta, existiendo por lo tanto unos límites de intensidad para el estímulo físico, por debajo y por encima de los cuales la audición es imposible, figura 2.11.

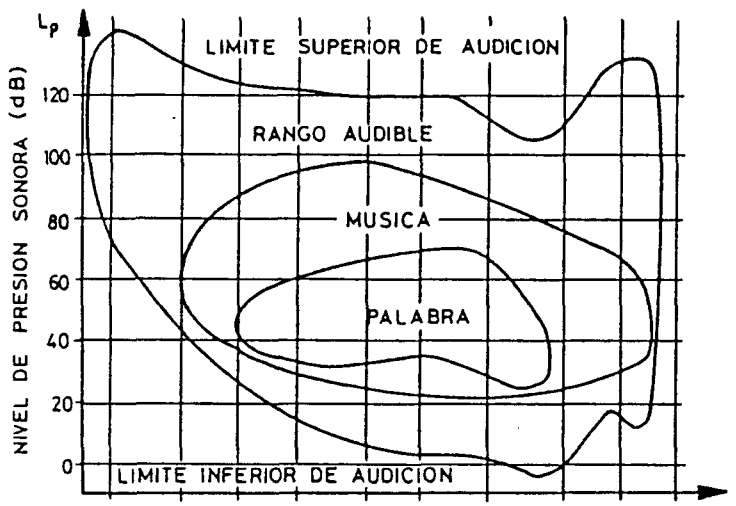


Fig.2.11

Una de las medidas más simples que pueden hacerse de la capacidad de audición es la de determinar la forma en que un nivel de intensidad mínimo perceptible varía con la frecuencia. La intensidad mínima acústica que puede detectarse a una determinada frecuencia, es la que se denomina umbral de audición para esta frecuencia. Se pueden efectuar medidas para conocer los dos límites extremos anteriormente mencionados, pero los resultados varían

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

considerablemente de un individuo a otro, por lo que se ha de realizar las medidas sobre un grupo determinado de individuos (por ejemplo, jovenes de 18 a 25 años), debiendo efectuarse en determinadas condiciones : la audición se realizará con los oídos, en un campo sonoro de ondas planas progresivas (se efectuará en una camara anecoica), deberá aislarse a cada individuo del ruido ambiental, se controlará el procedimiento de cambiar señales, en cuanto a orden, intensidad y frecuencia, deberán conocerse los sonidos, a los que ha estado sometido el individuo con anterioridad a la experiencia. Con todos los datos obtenidos se efectúa un estudio estadístico, para conocer promedios y desviaciones, pudiendo posteriormente trazar un audiograma,que consiste en un gráfico en coordenadas rectangulares, en el que en abcisas se toman frecuencias y en ordenadas las presiones sonoras mínimas, capaces de originar una sensación sonora, y los valores de las presiones máximas intolerables, obteniendose por lo tanto el umbral de audición mínimo y máximo. Comparando los resultados obtenidos en diversos paises, por diferentes investigadores, se ha llegado a definir unos umbrales de audición normalizados, que se pueden ver en la figura 2.11.

El área comprendida entre las dos curvas que representan los niveles superior e inferior, es denominada zona de audición, en estas curvas se puede apreciar la dependencia que existe entre la sensibilidad del oído y la frecuencia, encontrandose la máxima sensibilidad a la frecuencia de

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

3.000 Hz. A la frecuencia de 1.000 Hz, basta una presión de 2 $10^{-5} N/m^2$, tomandose este valor como nivel de referencia; para frecuencias inferiores a los 1.000 Hz se neceitan mayores presiones, así mismo en la zona de altas frecuencias existe un crecimiento de la curva umbral. El nivel de referencia para intensidades sonoras se puede ver en el mismo grafico que es de 10^{-12} W/m^2, figura 2.12.

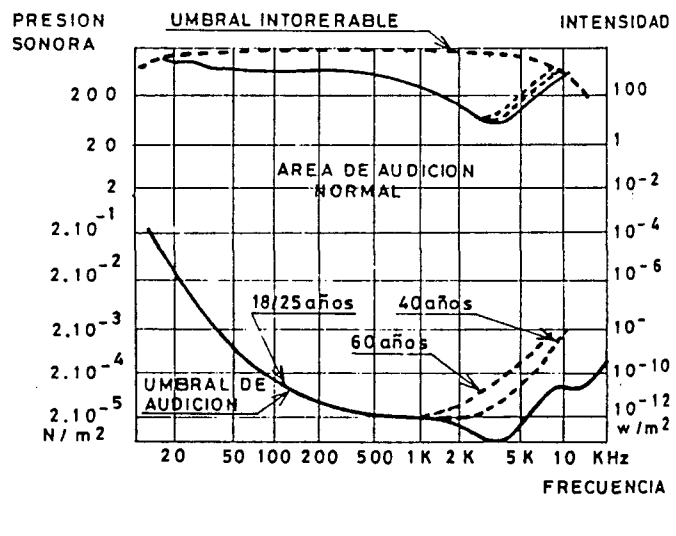


Fig.2.12

La audición de un determinado sonido lleva consigo para los sonidos de igual frecuencia y frecuencias próximas, una disminución temporal de la sensibilidad, con la elevación del umbral de audibilidad, tanto más señalada si esta fatiga ha sido provocada por un sonido más intenso y duradero. Se produce la pérdida de la percepción de las altas frecuencias, como resultado de la vejez, pero esta pérdida no es muy molesta, ya que estas frecuencias no son la de los sonidos fundamentales de la voz humana, ni de los instrumentos musicales. Las verdaderas sorderas tienen caracteres

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

diversos, apareciendo en las curvas del umbral de sensibilidad que se determinan mediante un audiómetro. Los audiogramas se trazan normalmente de forma que queden indicadas las deficiencias de audibilidad a los diferentes frecuencias, expresadas en decibelios. El exámen audiométrico puede completarse con medidas del umbral diferencial, para los niveles acústicos más o menos altos, buscando los casos en los que la sensibilidad insuficiente para los niveles bajos, se vuelva a hacer normal para altas intensidades, mediante la determinación de porcentajes de los sonidos bucales que se perciban correctamente.

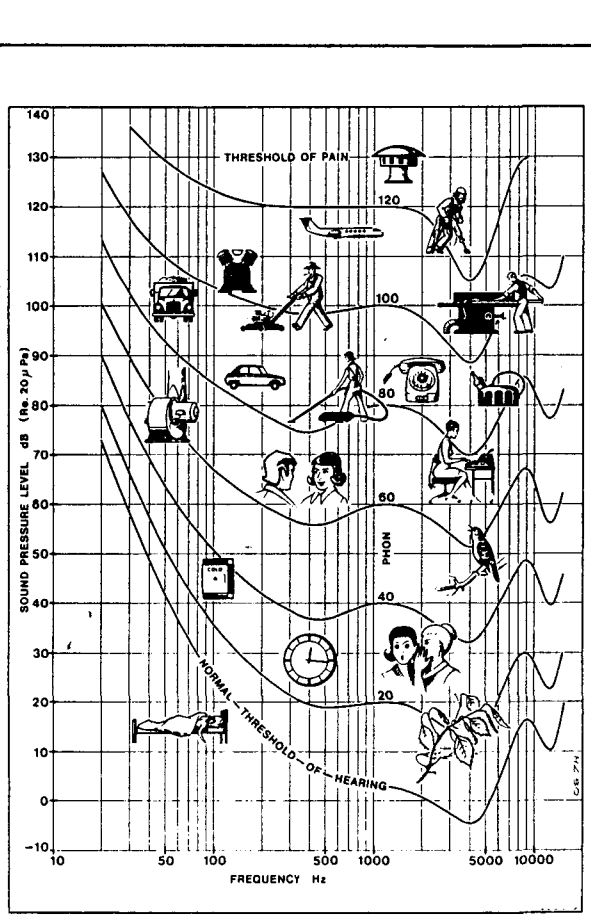


Fig.2.13

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

Para tener una idea aproximada de las intensidades del ruido, consideremos los siguientes ejemplos : En un recinto tranquilo el nivel es de 30 dB ó 40 dB, en una calle en un momento de intenso tráfico, sería de 70 a 90 dB y el ruido producido por un martillo neumático sería de 130 dB, estos ejemplos se observan en la figura 2.13.

Existen dierentes tipos de ruido, como los que se indican seguidamente:

1) Ruido blanco.

Tiene un espectro de nivel constante en toda la banda de frecuencias audibles, no es necsario que sea al azar o dependiente del tiempo.

2) Ruido rosa.

Tiene igual energía por octava dentro del rango de frecuencias audibles.

3) Ruido al azar.

Es aquel cuya amplitud, como función del tiempo, es una curva de distribución gaussiana.

4) Ruido impulsivo.

Es todo ruido de corta duración.

Para efectuar medidas de ruido se utilizan medidores de nivel sonoro (sonometros), en los que la presión sonora se transforma en tensión electrica por medio de un micrófono. Un voltimetro asociado al aparato proporciona la lectura en una escala graduada en decibelios.

Como ya todos hemos visto anteriormente, los factores que determinan el nivel de sonoridad de un sonido son tan

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

complejos que son necesarios grandes estudios, ya que el oído no presenta la misma sonoridad a todas las frecuencias (máxima entre 2.000 y 5.000), este fenómeno es mas acusado para los niveles de presión sonora bajos que altos. según se ve en la figura 2.9.

Es lógico pensar que es relativamente sencillo diseñar un circuito electrónico, cuya sensibilidad con la frecuencia fuera análoga a la del oído humano. Esto se ha hecho, y se ha obtenido en principio tres curvas características que se han normalizado internacionalmente como curvas de ponderación A,B y C. La curva de ponderación A se aproxima a las curvas de igual nivel sonoro para niveles de presión sonora bajas db(A), la curva B para niveles de presión sonora medios y la curva C para niveles de presión sonora altos. En la práctica se ha impuesto la curva de ponderación A, ya que ni la B ni la C han dado buena correlación con las pruebas subjetivas. Por último según se ve en la figura 2.14, se ha introducido recientemente otra curva de ponderación, la D, para la medidas de ruido de los aviones, figura 2.14.

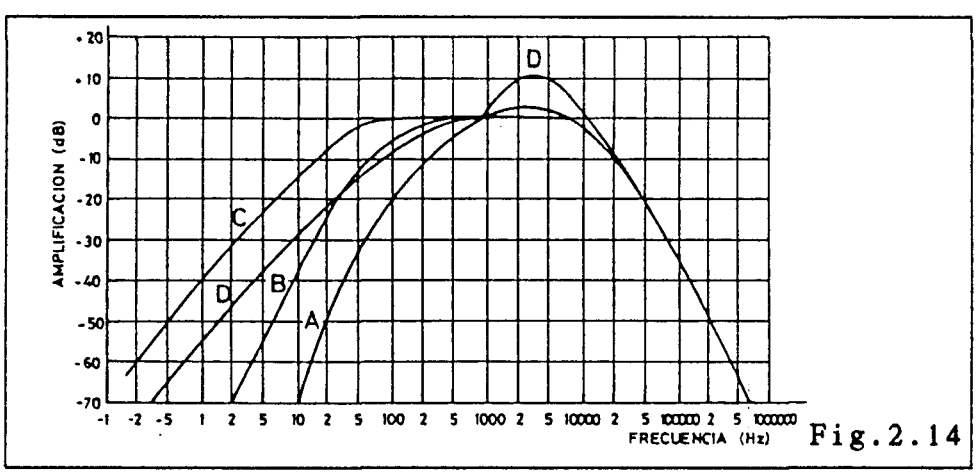


Fig.2.14

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

Los sonidos cuyo espectro de frecuencia es amplio, como el de un reactor, parece más fuertes que tonos puros o bandas estrechas de ruido, aunque ambas tengan el mismo nivel de presión sonora. Las pruebas que se realizan para comprobar este hecho, empieza por someter al oyente a la audición de una banda estrecha de ruido centrada en una frecuencia determinada f_o. Se va aumentando progresivamente el ancho de banda mientras se reduce la intesidad sonora, con el fin de mantener el mismo nivel de presión sonora. Existe un cierto punto a partir del cual se siente mayor sonoridad, este punto define el llamado ancho de banda crítico. Para anchos de bandas menores del crítico, la sonoridad es la misma; para los mayores la sonoridad aumenta proporcionalmente con el ancho de banda. Para cada frecuencia central se define un ancho de banda crítico diferente, que se determina en forma empírica. No obstante, se ha comprobado que cada ancho de banda viene a ser un intervalo de frecuencia de cien mels, es decir un bark, luego un bark es la anchura de una banda crítica.

2.2.8.- COMPORTAMIENTO CON LOS DECIBELIOS.

En la siguiente tabla podemos observar el efecto subjetivo de los cambios en los niveles de ruido.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

CAMBIO DE NIVEL dB	EFECTO SUBJETIVO
3	CASI PERCEPTIBLE
5	CLARAMENTE PERCEPTIBLE
10	DOS VECES RUIDOSO

Varios factores de hecho deben de tenerse en cuenta con el comportamiento ante la variación de los decibelios, pero si esto esta totalmente entendido entonces su uso y manipulación no causaria más problemas que la mayoria de las cantidades lineales. El nivel de cero decibelios no significa ausencia de ruido, esto implica meramente que el nivel en cuestión es igual al nivel de referencia. Uno de los más importantes conceptos el cual debe ser asimilado firmemente por los recien llegados al campo de las medidas de ruido es este, porque la unidad logarítmica, la suma y diferencia no puede ser realizada con decibelios directamente. Dos fuentes sonoras, las cuales producen un nivel de presión sonora de 60 dB cada una independientemente de la otra, no produciran 120 dB cuando las dos actuen conjuntamente. Para llegar al nivel correcto debemos considerar instantaneas presiones sonoras de las dos fuentes en un punto del espacio. Si estas dos presiones individuales son $p_1(t)$ t $p_2(t)$, entonces la presión total es :

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

$$p_t = p_1(t) + p_2(t)$$

y el cuadrado de la presión sonora en el tiempo de medida es:

$$p^2{}_t = \frac{1}{T} \int_0^T \Big[p_1(t) + p_2(t) \Big]^2 \, dt$$

como $$p^2{}_t = p^2{}_1(t) + 2p_1(t)p_2(t) + p^2{}_2(t)$$

si $p_1 = p_2$ y el termino no cuadratico se anula debido a interferencias de fase al estar distantes uno del otro, tenemos :

$$p^2{}_t = 2p^2{}_1$$

de la ecuación del SPL, si tenemos dos fuentes iguales, tendriamos que doblar el cuadrado de la presión, entonces :

$$SPL = 10 \text{ LOG} \left[2 \frac{p^2{}_1}{p^2{}_0} \right]$$

$$= 10 \text{ LOG} \left[\frac{p^2{}_1}{p^2{}_0} \right] + 10 \text{ LOG } (2)$$

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

$$= 10 \text{ LOG} \left[\frac{p_1^2}{p_0^2} \right] + 3$$

luego, doblando el número de fuentes tendriamos un nivel de presión sonora aumentado en 3 dB, si tenemos cuatro fuentes el nivel seria de 6 dB, y así sucesivamente.

La suma de presiones sonoras de diferentes niveles y de fuentes diferentes, pueden ser reducidos a valores de presión sonora (en Pascal), evitando así la complejidad de los logarítmos. En la figura 2.15, tenemos un gráfico para calcular la correción en decibelios y sumar a la fuente de ruido mayor, entre dos fuentes, como podemos ver cualquier diferencia superior a 10 dB, miniminizan la correción.

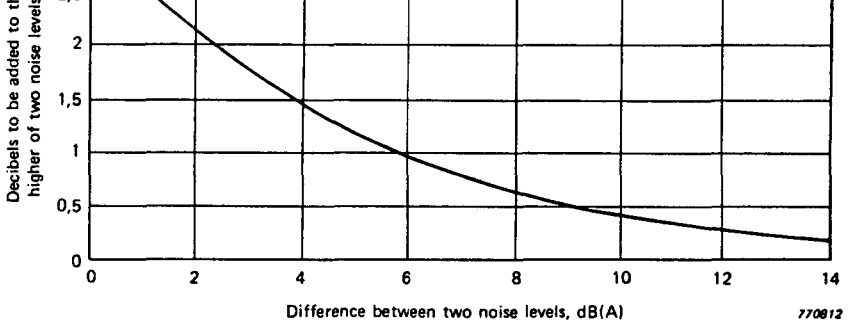


Fig.2.15

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

CAPITULO III

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

CAPITULO 3.- EL EQUIPO DE MEDIDAS.

3.0.- INTRODUCCION.

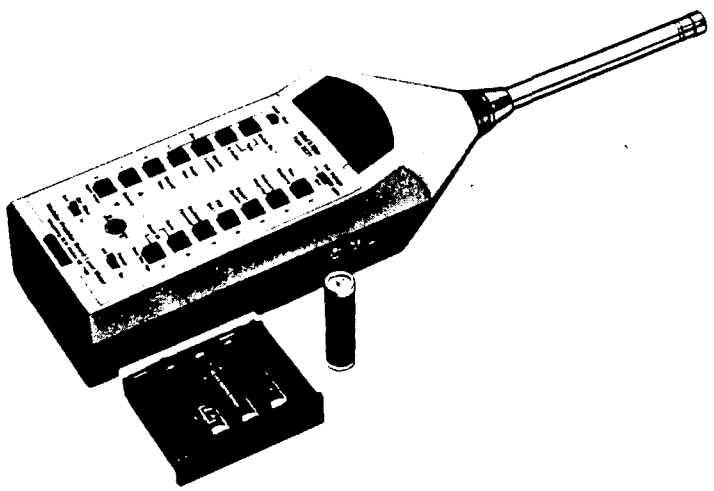
En este capítulo conoceremos el equipo utilizado en la realización de las medidas, así como la programación empleada y sus características principales.

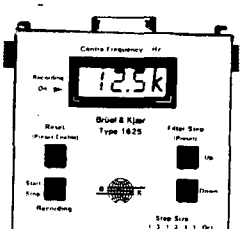
Este equipo consta basicamente de un sonómetro de precisión, que cumple la norma IEC 804 tipo 1, dentro de la IEC 651, y la ANSI S1.4 - 1983 . Por lo tanto, esta perfectamente reglamentado su capacidad para la realización de este proyecto.

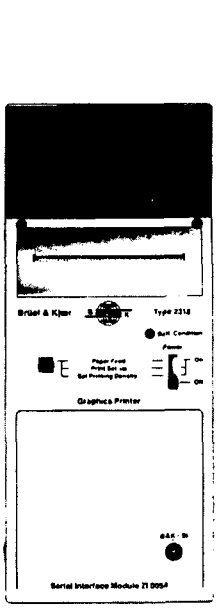
3.1.-EL SONOMETRO.

El sonómetro de precisión empleado es el modelo 2231 de la casa Brüel & Kjaer. Este equipo consta de una serie de módulos que permiten programarlo para diferentes estudios de sonido, como son : El módulo de reverberación, el módulo de análisis estadísticos, etc. Cada uno de estos módulos le confieren una programación especial al sonómetro, yo he utilizado el módulo de análisis estadísticos, que permite realizar el estudio de niveles de ruido de tráfico, dado que nos proporciona una serie de medidas especificas. En la figura 3.1, podemos observar el material utilizado.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006







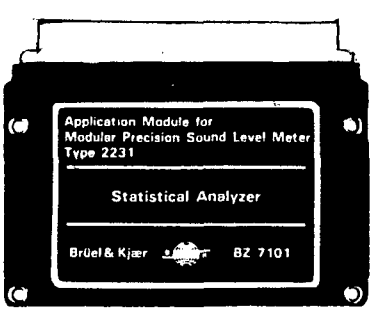


Fig.3.1

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

3.1.1.- MODULO BZ 7101 PARA ANALISIS ESTADISTICO.

Con este módulo el sonómetro es un analizador estadístico, figura 3.2. Esta configuración tiene los siguientes usos:

- Medidas del nivel de presión sonora (SPL).
- Medidas estadísticas de ruido en tiempo real
  (L_1, L_{10}, L_{50}, L_{90}, L_{99})
- Medida de L_N , distribución acumulativa, y distribución de probabilidad para cualquier periodo de medidad dado.
- Determinación del L_{eq} para estimación de los riesgos de pérdida auditiva o molestias debidas al ruido.
- Determinación del nivel de exposición sonora (SEL) que coincide con el L_{EA} de la norma IEC 804.
- Promedio espacial del ruido de máquinas.
- Análisis de frecuencia de octava ó 1/3 de octava mediante filtros.

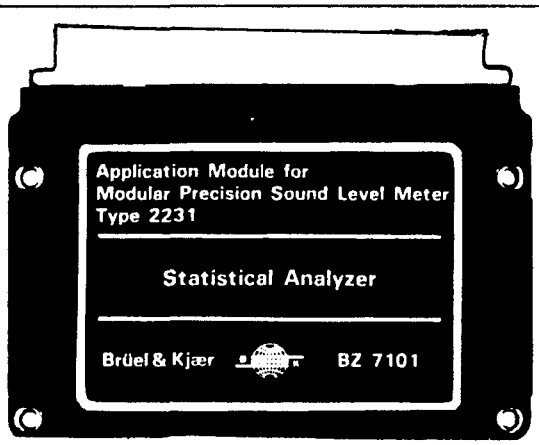


Fig.3.2

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

En la figura 3.3, podemos observar como se cambia la placa frontal del sonómetro y como se introduce por su parte posterior el módulo para su carga.

Fig.3.3

Una vez insertado el módulo de aplicación, este se carga de la siguiente manera :

a) Se coloca el interruptor "1" en la posición " LOAD ".

b) Se presiona la tecla "2".

El programa es cargado desde el módulo de aplicación dentro de la memoria del sonómetro. Una vez cargado aparecerá en el display : " M - 2 " , pudiendo quitar el módulo en este momento.

c) Se coloca el interruptor "1" en la posición " RUN ".

Cada vez que se carga el módulo, todos los parametros se inizializan.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

3.1.2.- DESCRIPCION DEL TECLADO DEL SONOMETRO.

Como hemos visto el sonómetro tiene una placa frotal que nos indica el nuevo significado del teclado según este uno u otro módulo cargado. En la figura 3.4, podemos ver el teclado con la placa correspondiente al módulo de análisis estadístico, veamos el significado de cada una de sus teclas y como programarlo.

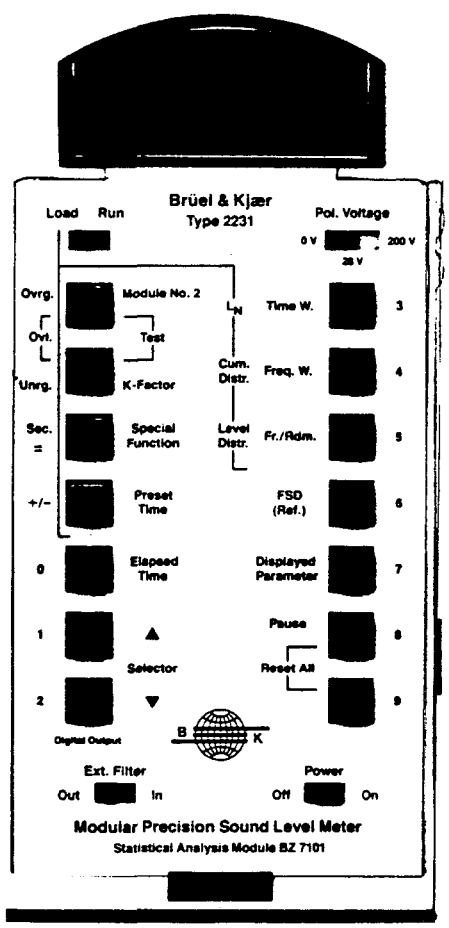


Fig.3.4

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

1.- "LOAD/RUN" : Selecionando el estado load (L), cargamos el programa e inicializamos los parametros. Selecionando el estado run (R), el programa es ejecutado.

2.- "Module No.2 " : Carga el módulo en memoria (L), y aparece en el display cuando ya esta cargado (R).

2.- "Ovrg." : Determina el porcentaje de tiempo para el cual el sonómetro esta por encima del rango establecido.

3.- "K-Factor" : Inicializa el K-factor del micrófono (L), e introduce el mismo a través del teclado numerico en el display, teclas 6 a la 15, (R). El K-Factor representa la correción a realizar debido a la sensibilidad del microfono (K-Factor = 0 ; sensibilidad nominal 50 mV/Pa), esta viene dada de fabrica para cada uno. Para nuestro micrófono es de " + 1.3 ". Cuanto menor es, más sensible es el micrófono.

2 y 3.- "Ovl." : Determina el porcentaje de tiempo de medida para el cual el sonómetro se sobrecarga.

2 y 3.- "Unrg." : Determina el porcentaje de tiempo de medida para el cual el sonómetro esta por debajo del rango establecido.

2 y 3.- "Test" : Activa una comprobación de los digitos del display.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

4.- "Special Function" : Inicializa la entrada del codigo de función especial (L), el cual se introduce desde el teclado con las teclas 6 a 15, (R). Este codigo permite las comunicaciones del sonómetro con el exterior a través del bus de salida en su parte posterior, el mismo que se utiliza para la carga del módulo. El interface utilizado es el ZI 9100. El codigo permite mediante un programa de comunicaciones variar la programación del sonómetro. Yo lo he utilizado para obtener la información por impresora a través del módulo ZI 9100, tiene dos dígitos, el primero nos indica la forma : formato corto (1), largo (2) y controlado por ordenador (3) y el segundo dígito el modo : manual (1), automático (2) y por ordenador. Por lo tanto la configuración utilizada ha sido " 2.1 ". También sirve para variar la distribución acumulativa y la distribución de nivel, etc. Me remito al manual del equipo para más información.

4.- "Sec. =" : Inicializa la entrada de segundos (L), que froma parte del Preset Time,el cual se introduce desde el teclado con las teclas 6 a 15, (R). También nos indica los segundos que se llevan consumidos del Elapsed Time.

5.- "Preset Time" : Inicializa la entrada del tiempo preselecionado para la medida (L), que llega hasta 100 horas el cual se introduce desde el teclado con las teclas 6 a 15, (R).

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

5.- "+/-" : Se usa para introducir el signo de los números del K-Factor del micrófono, (L).

6.- "Elapsed Time" :Nos indica en el display el tiempo que llevamos desde que se empezó la medida, (R).

6.- "0" : Dígito 0, (L).

7.- "Selector ↑ " : Permite en conjunción con las teclas 9 a 13 cambiar hacia arriba la serie de comandos preprogramados de estas teclas, (R).

7.- "1" : Dígito 1, (L).

8.- "Selector ↓ " : Permite en conjunción con las teclas 9 a 13 cambiar hacia abajo la serie de comandos preprogramados de estas teclas, (R).

8.- "2" :Dígito 2, (L).

8.- "Digital Output".: Salida digital, (R).

9.- "Time W." : Permite seleccionar "Fast" o "Slow" del tiempo de ponderación, conjuntamente con las teclas 7 y 8, (R), el tiempo de ponderación esta en concordancia con la norma IEC 651. Para las medidas de ruido el tráfico he utilizado el "Slow".

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

9.- "3" : Dígito 3, (L).

9.- "L_N" : Permite variar el valor de "N" en la medida estadística en tiempo real en pasos de 0,1 dB, para un periodo de tiempo determinado, (L). Yo he utilizado la estandar (L_1, L_{10}, L_{50}, L_{90}, L_{99}).

10.- "Freq.W." : Permite variar la ponderación de frecuencia conjuntamente con las teclas 7 y 8. Podemos seleccionar "A", "C" "Lineal", "All Pass". Yo he utilizado la ponderación "A", las dos primeras cumplen la norma IEC 651.

10.- "4" : Dígito 4, (L).

10.- "Cum.Distr." : Permite conocer el porcentaje del tiempo de medida para el cual cualquier nivel de presión sonora excedio ese valor. Se puede programar con la función especial F(09) el cual se introduce desde el teclado con las teclas 6 a 15, (L).

11.- "Level Distr." : Permite variar el nivel entre 0,5 y 10 dB de los pasos de la distribución de nivel. Se programa con F(09), el cual se introduce desde el teclado con las teclas 6 a 15, (L). La distribución de nivel nos permite conocer el porcentaje de tiempo que el sonómetro estuvo entre dos valores del nivel de presión sonora (SPL).

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

11.- "5" : Dígito 5, (L).

11.- "Fr./Rdm." : Permite variar la correción de incidencia aleatoria, que sólo es valida cuando usamos micrófonos corregidos de media pulgada, o la frontal para otros micrófonos, como es nuestro caso, (R).

12.- "FSD (Ref.)" : Permite variar a una de las 7 escalas de medida solapadas entre sí, con una rango dinámico de 70 dB, conjuntamente con las teclas 7 y 8, (R). También permite calibrar el sonómetro cuando colocamos en el display (Ref.) mediante una señal interna de 94 dB a 1.000 Hz, ajustando mediante un destornillador, en el lateral del sonómetro, la medida en la escala en la que estemos trabajando. La escala utilizada en las medidas depende de la cantidad de ruido en ese instante, siendo la más normal la de 100 dB FSD, que va desde 40 dB a 110 dB.

12.- "6" : Dígito 6, (L).

13.- "Displayed Parameter" :Permite seleccionar una de las 13 funciones en el display, conjuntamente con las teclas 7 y 8. Estas funciones son :

SPL : Nivel de presión sonora.

MAXP : Nivel de pico máximo.

PEAK : Nivel de pico máximo en un intervalo de 1 seg.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

INST : Nivel RMS muestreado en un intervalo de 1 seg.

MAXL : Nivel RMS máximo.

MINL : Nivel RMS mínimo.

LEQ : Nivel equivalente según norma IEC 804.

SEL : Nivel de exposición sonora = L_{EA} en IEC 804.

L_{01} : Nivel que excede el 1% del tiempo.

L_{10} : Nivel que excede el 10% del tiempo.

L_{50} : Nivel que excede el 50% del tiempo.

L_{90} : Nivel que excede el 90% del tiempo.

L_{99} : Nivel que excede el 99% del tiempo.

13.- "7" : Dígito 7, (L).

14.- "Pause" : Permite realizar una pausa en la medida.

14.- "8" : Dígito 8, (L).

15.- "9" : Dígito 9, (L).

14 y 15.- "Reset All" : Permite inicializar la medida.

16.- "Power Off/On" : Permite encender y apagar el sonómetro según este en On o en Off respectivamente.

17.- "Ext.Filter Out/In" : Permite colocar el filtro modelo 1625 de Brüel & Kjaer, indicando mediante este

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

interruptor si lo tenemos colocado (In) o sino (Out).

18.- "Pol.Voltage" : Permite seleccionar el voltaje apropiado (0V, 28V, ó 200V) para polarizar el micrófono (0V).

Nota : Podemos visualizar en pantalla la programación realizada en el sonómetro, pero cada vez que modifiquemos un parametro, se reinicializará de nuevo la medida.

3.1.3.- EL MICROFONO.

El micrófono es una de las partes más importantes del sonómetro, este equipo puede utilizar varios modelos. El tipo utilizado es el 4155, con un K-Factor de +1,3, fig.3.5.

3.1.4.- EL CALIBRADOR.

El calibrador es el modelo 4230 de Brüel & Kjaer, sirve para calibrar el sonómetro,se coloca como podemos ver en la figura 3.6, ajustando mediante un destornillador, según el tipo de micrófono. Para el micrófono utilizado en las medidas el modelo 4155 el valor a ajustar es de 93,8 dB. Para otro tipo de micrófonos con o sin adaptadores especiales suele ser el "FSD + K-Factor", en caso de duda consultar el manual.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

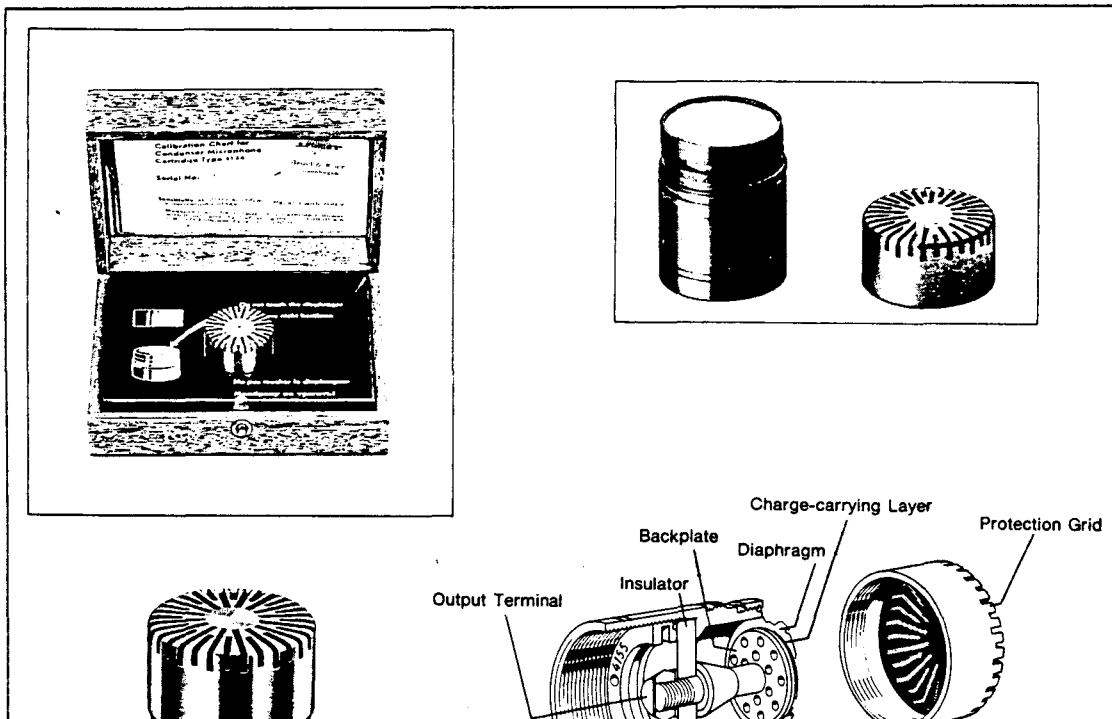


Fig.3.5

3.1.5.- PANTALLA ANTIVIENTO.

Se trata de una bola de un material especial que atenua el ruido ocasionado por el viento en 20 dB, y hace más direccional al micrófono.

3.1.6.- LAS PILAS.

El sonometro utiliza 4 pilas de 1,5 voltios, según la norma IEC tipo LR6, y de Brüel & Kjaer No. QB 0013. Vida aproximada de 3 horas.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

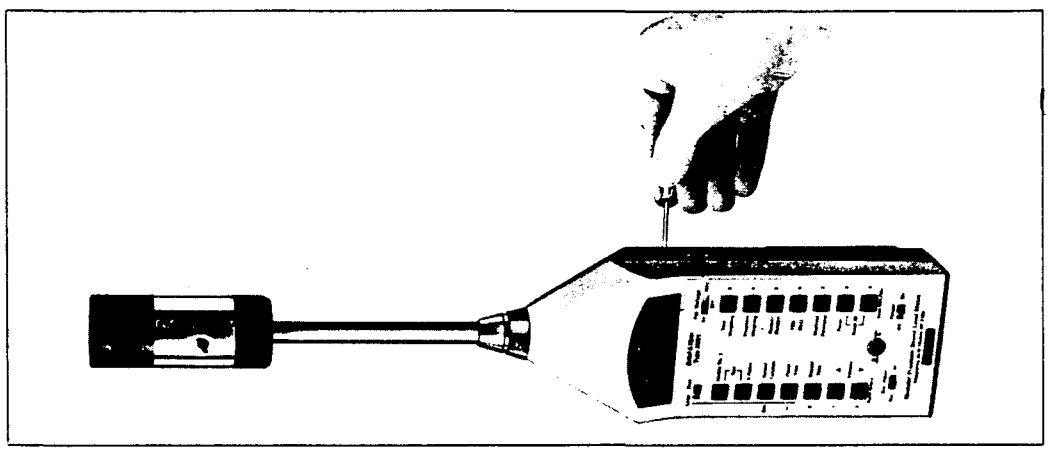


Fig.3.6

3.2.- IMPRESORA MODELO 3128.

Esta impresora, figura 3.7, se conecta a la salida digital del sonómetro mediante el interconector ZI 9100.

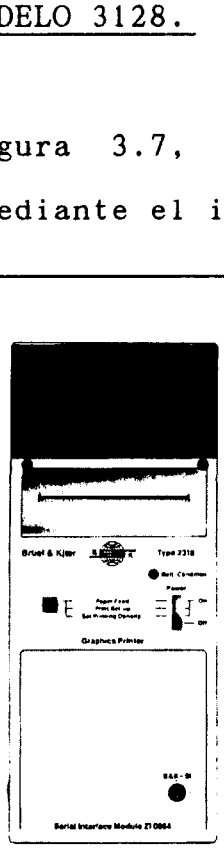


Fig.3.7

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

Según este programada la tecla "4" de función especial, al pulsar la tecla "8" de salida digital, obtendremos la información de la medida realizada en una tira de papel termico.

3.3.- EL FILTRO MODELO 1625.

El filtro modelo 1625 de Brüel & Kjaer, como podemos ver en la figura 3.8, cuando se conecta al sonómetro hay que colocar el interruptor 17 en la posición "In".

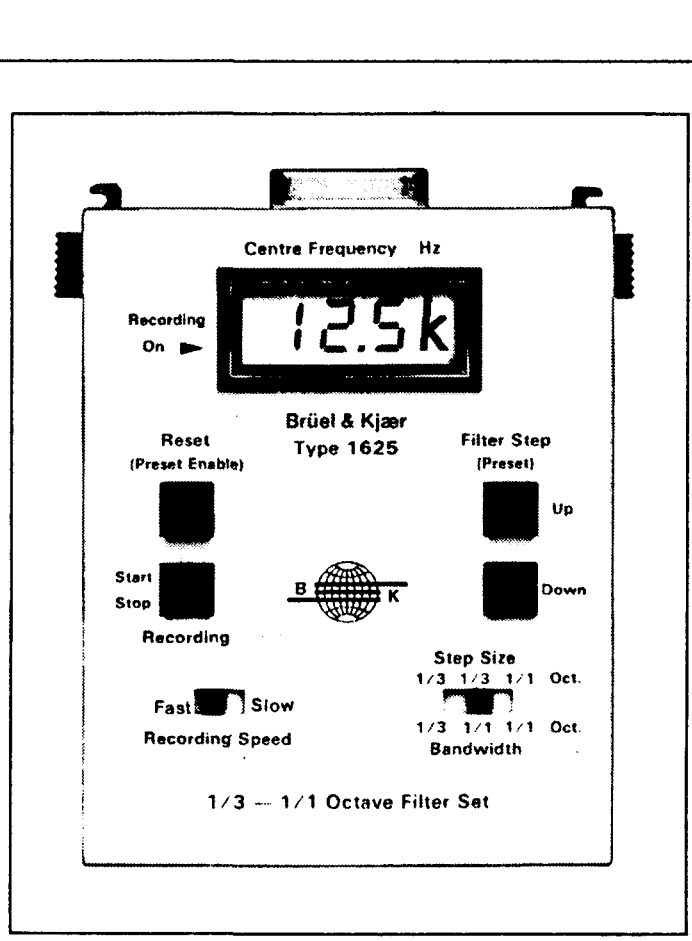


Fig.3.8

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

Esta parte del equipo no la he utilizado, pero se puede emplear para realizar un estudio de las frecuencias predominantes en el ruido del tráfico.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

CAPITULO IV

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

CAPITULO 4.- NORMATIVAS Y LEGISLACION.

4.0.- INTRODUCCION.

La ciudad y el fenómeno urbano que de ella se deriva es uno de los acontecimientos más relevantes de la historia de la humanidad. Desde la Revolución Industrial y como consecuencia de los cambios tecnológicos y sociales que se han experimentado, las ciudades han ido adquiriendo una mayor relevancia y hoy son soporte fundamental de nuestra civilización. Otro fenómeno de especial importancia ha sido la revolución de los transportes y las comunicaciones, que han condicionado la estructura física de la ciudad, así como las funciones y actividades urbanas. Quiza ha sido el transporte el que más marcada influencia ha tenido en la forma de vida y en las relaciones socioeconómicas. Esa es la razón por la cual puede afirmarse que el transporte es un elemento de enriquecimiento de recursos en la vida del hombre. No obstante, también el transporte presenta aspectos negativos para la calidad de vida, y entre ellos el más destacado es el ruido.

El caracter perturbador del ruido ha sido una constante histórica, desde tiempos de Julio Cesar que prohibió la circulación de carros durante la noche. Pero hasta fechas recientes su consideración no ha pasado del rango de lo molesto y como tal está incluido dentro del Reglamento de

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

Actividades Calificadas de 1.961.

Actualmente con la introducción en el Acta Unica Europea de un capítulo sobre la Política Comunitaria Medio Ambiental supuso, el reconocimiento de adoptar una política de protección acústica entre otros, con el fin de poder mantener una calidad de vida asequible. Fue en 1.972, cuando los jefes de estado convinieron que la Comunidad debería adoptar nuevos objetivos, entre ellos una política activa de protección del Medio Ambiente. A nivel nacional, la legislación más bien es escasa, practicamente dejando a los ayuntamientos la actuación sobre este fenómeno.

En cuanto a las normativas, podemos destacar la norma ISO, la IEC, la UNE como las principales, de ellas hablaremos en este capítulo.

La diferencia entre una norma y la legislación es que la primera se limita al campo puramente técnico, recomendando y la segunda es la que decide la permitividad, el tipo de actuación, la planificación, las competencias y su aplicación.

4.1.- NORMATIVAS.

Como hemos mencionado anteriormente las normas más importantes son la Organización Internacional de Normalización (ISO) y la Comisión Internacional de Electrónica (IEC), esta normaliza las características de los equipos electrónicos de medida. Y a nivel nacional

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

tenemos Una Norma Española (UNE), que basicamente es una recopilación y adaptación de las otras dos anteriores.

La serie de normas ISO 1996 tratan de proporcionar a los poderes públicos una descripción de la situacion sonora del medio ambiente de colectividades. A partir de los principios expuestos dentro de la presente Norma Internacional, es posible fijar los límites del ruido, cosa que esta norma no hace.

El empuje de las investigaciones sobre diferentes efectos sobre el hombre del ruido dentro de situaciones donde no existe un solo tipo de ruido, tal como producido por los vehículos rodados o ferrocarriles, puede conducir a proponer diferentes indices de evaluación, de que muchos sonidos son habituales. La conversión de un indice en otra realidad es objeto de serias confusiones.

Si un medio ambiente acústico no esta siempre dominado por una sola clase de ruido la confusión de existencias de evaluaciones diferentes no será demasiado grave. Pero frecuentemente el ruido dentro del medio ambiente esta compuesto de sonidos emitidos por varias fuentes y la distribución de diferentes clases de ruido puede quizas evolucionar de un momento a otro. Los métodos y procedimientos descritos dentro de esta Norma Internacional son destinados a la aplicación a los ruidos emitidos por todas las fuentes, individualmente y por combinación, que contribuyen a un ruido total dentro de un sitio. Dentro del estado actual de la tecnología, parece que puede satisfacer

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

esta contrariedad con una buena aproximación en adoptar el nivel de presión acústica continua equivalente ponderada "A" como magnitud fundamental. Los resultados tendrán por ahora que ser experimentales en función de esta misma magnitud, si sobre su añadido del termino correctivo o de otra descripción que, dentro de ciertos casos, parecerá más apropiado.

El objeto de la presente norma (ISO 1996) es definir las magnitudes fundamentales a utilizar para caracterizar la situación sonora del medio ambiente de colectividades y expone los metodos fundamentales para determinar estas magnitudes. Otras normas importantes a tener encuenta son la IEC 651 y 804 que hace referencia a los sonómetros y sonómetros integrados.

Otras normativas son la ANSI Y la DIN, de esta última, nos interesa la DIN-18005 que representa los niveles de ruido mediante una escala de 11 colores que representa el valor de L_{eq} exterior.

- Verde claro... <35 dBA	- Rojo claro... 60 a 65 dBA
- Verde..... 35 a 40 dBA	- Rojo..... 65 a 70 dBA
- Verde oscuro.. 40 a 45 dBA	- Rojo claro... 70 a 75 dBA
- Amarillo..... 45 a 50 dBA	- Violeta..... 75 a 80 dBA
- Ocre..... 50 a 55 dBA	- Azul..... >80 dBA
- Naranja..... 55 a 60 dBA	

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

A parte de estas normas, no hay ninguna que defina como deben de realizarse los estudios del ruido del medio ambiente en colectividades, para así de esta forma poder estandarizar el procedimiento y poder comparar. En un capítulo posterior explicaré el procedimiento llevado a cabo para la elaboración de las medidas.

Resumiendo, las conclusiones sacadas despues de estudiar estas normas son la programación que se le introdujo al sonómetro con todas las magnitudes y parámetros indicados, así como la altura del sonómetro de 1,2 a 1,5 metros del nivel del suelo, separación de cualquier fuente reflectante superior a 3,5 mts, y separación de las fachadas de los edificios en medidas de ruido en las calles superior a 2 mts.

4.2.- LEGISLACION.

4.2.1- LEGISLACION INTERNACIONAL.

A nivel internacional, me limitaré a comentar las Directivas de la Comunidad Económica Europea, si bien las consideraciones ambientales eran tratadas como algo superfluo y un lujo al que no se le prestaba la menor importancia; lo cierto es que la situación actual en el campo de la acústica se deteriora de una forma alarmante. La política ambiental, tal y como lo expresaba el Sr. Narjes, a la sazón Vicepresidente de la Comisión, no es un lujo que se puede poner en aplicación cuando las situaciones económicas son

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

favorables y que se puede dejar de de aplicar cuando no lo son, sino que tiene que ser considerada como una política estructural situada en el corazón mismo del tejido de las políticas económicas y sociales de la comunidad.

Las Directivas Comunitarias tomadas hasta la fecha se refieren a la limitación de las emisiones sonoras en los focos productores de ruido. Por otra parte la comisión está estudiando nuevas medidas que continúen con la fijación de los límites de emisión sonora para productos específicos con la fijación de niveles de ruido ambiental. Así mismo se pretende utilizar la via de gravámenes para favorecer los productos silencioso, presionando así a los fabricantes para que elaboren productos menos ruidos.

Algunas de esta Directivas actualmente en vigor en la CEE son :

- Directiva del Consejo 70/157/CEE, de 6 de Febrero de 1.970, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el nivel sonora admisible y el dispositivo de escape de los vehículos a motor. (DOL 42, 23.2.70. pag.16).

- Directiva del Consejo 77/212/CEE, de 8 de Marzo de 1.977, por la que se modifica la directiva 70/157/CEE relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el nivel sonora admisible y el dispositivo de escape de los vehículos a motor. (DOL 12.3.77. p.33).

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

- Directiva de la Comisión 73/350/CEE, de 7 de Noviembre de 1.973, por la que se adapta al progreso técnico la Directiva del Cosejo, de 6 de Febrero de 1.970, relativa a la aproximación de las legislaciones y de los Estados miembros sobre el nivel sonora admisible y el dispositivo de escape de los vehículos a motor. (DOL 42, 23.2.70. pag.16).

- Directiva del Consejo 78/1015/CEE, de 23 de Noviembre de 1.978, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el nivel sonora admisible y el dispositivo de escape de las motocicletas.(DOL 349, 13.12.78.p.21).

Acta de adhesión de España y Portugal de 12 de junio de 1.985. Anexo I, capítulo IX, punto 1j. (DOL 302, 15.11.85. p.9)

- Directiva del Consejo 87/056/CEE, de 18 de Diciembre de 1.986, por la que se modifica la directiva 78/1015/CEE relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el nivel sonora admisible y el dispositivo de escape de las motocicletas. (DOL 24, 27.1.87. p.42).

Otras Directivas del Consejo hacen referencia a maquinas y materiales utilizados en las obras de construcción, aeronaves subsónicas, motocompresores, gruas-torre, grupos electrógenos de soldadura, grupos electrógenos de potencia, trituradores de hormigón y martillos picadores de mano, cortadoras de cesped, palas hidráulicas, palas de cables, de las topadoras frontales de las cargadoras y al ruido emitido

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

por los aparatos domésticos.

El Acta Unica Europea prevé proseguir de dos maneras la política de medio Ambiente a nivel comunitario. En primer lugar, se incluye en el tratado un capítulo especifico sobre la política de Medio Ambiente en el que se fijan los objetivos y principios de dicha política y en particular, la necesidad de una acción preventiva que acompañe a las exigencias de protección y mejora de la calidad del Medio Ambiente, estableciendo además expresamente que las exigencias de la política de Medio Ambiente son un elemento constitutivo de la demás políticas comunitarias.

4.2.2- LEGISLACION ESPAÑOLA.

En la actualidad en el Estado Español la normativa existente es escasa, siendo las principales la Norma Básica de las Edificaciones NBE-CA-82, sobre niveles de ruido permitido en el interior de los edificios, la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo, que establece los límites admisibles para las personas en el trabajo; el Decreto que regula las emisiones de ruido de los tubos de escape de los vehículos a motor, no obstante el Gobierno está elaborando un Decreto que abarca todas las directivas de la CEE.

Para conocer cual es estado de adptación de las directivas sobre ruido a nuestro derecho interno, fechado el 1 de Enero de 1.989, se acompaña el siguiente cuadro, figura 4.1 :

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

CUADRO SOBRE LA ADAPTACION DE DIRECTIVAS COMUNITARIAS SOBRE RUIDOS

A. Maquinaria y Equipos de Obras

Nº de orden	Nº de Directiva	Fecha	Publicación	Objeto	Plazo de Trasposición	Disposición de Trasposición
01	79/113/CEE	19.12.78	DOCE Nº L33 de 8.2.79	Directiva marco	18 meses notificación. 01.01.86.	R.D. 245/89, de 27 de Febrero (BOE nº 60 de 11 de Marzo).
02	81/1051/CEE	07.12.81	DOCE Nº L376 de 30.12.81	Modifica la directiva 79/113	18 meses notificación. 01.01.86.	Idem.
03	84/532/CEE	11.09.84	DOCE Nº L300 de 19.11.84	Idem.	18 meses notificación	Idem.
04	85/405/CEE	11.07.85	DOCE Nº L233 de 30.08.85.	Idem.	Idem.	Idem.
05	84/533/CEE	17.09.84	DOCE Nº L300 de 19.11.84	Motocompresoras	18 meses notificación. 01.01.86.	Idem.
06	85/406/CEE	11.07.85	DOCE Nº L233 de 30.08.85	Modifica la directiva 84/533	26.03.86	Idem.
07	84/534/CEE	17.09.84	DOCE Nº L300 de 19.11.84	Grúas de torres	18 meses notificación. 01.01.86.	Idem.
08	84/535/CEE	17.09.84	DOCE Nº L300 de 19.11.84	Grúas electrógenos de soldadura.	18 meses notificación. 01.01.86.	Idem.
09	85/407/CEE	11.07.85	DOCE Nº L233 de 30.08.85	Modifica la directiva 84/535	26.03.86.	Idem.
10	84/536/CEE	17.09.84	DOCE Nº L300 de 19.11.84	Grupos electrógenos de potencial.	18 meses notificación. 01.01.86.	Idem.
11	85/408/CEE	11.07.85	DOCE Nº L235 de 30.08.85	Modifica la directiva 84/536	26.03.86.	Idem.
12	84/537/CEE	17.09.84	DOCE Nº L300 de 19.11.84	Triturados hormigón, martillo picadores de mano.	18 meses notificación. 01.01.86.	Idem.
13	85/409/CEE	11.07.85	DOCE Nº L233 de 30.08.85	Modifica la 84/537	26.Marzo.86.	R.D. 245/89, de 27 de Febrero (BOE nº 60 de 11 de Marzo).
14	86/662/CEE	22.12.86	DOCE Nº L384 de 31.12.86	Palas hidráulicas y de cable topadoras frontales cargadoras.	24 meses a partir de su notificación. 29.12.86.	Idem.

B. Vehículos a motor

15	70/157/CEE	06.02.70	DOCE Nº L42 de 23.02.70	Nivel sonoro vehículos a motor	18 meses notificación. 01.01.86.	Adaptada por Real Decreto 2028/86 de 6 de Junio (BOE nº 236 de 20 de octubre).
16	77/212/CEE	08.03.77	DOCE Nº L66 de 12.03.77	Modifica la 70/157	01.04.77 ó 01.01.86.	Adaptada por Real Decreto 2028/86 de 6 de Junio (BOE nº 236 de 20 de octubre).
17	81/334/CEE	13.04.81	DOCE Nº L131 de 18.05.81	Modifica la 70/157, adaptado al progreso técnico. Directiva de comisión.	01.01.82 ó 01.01.86.	Adaptada por Real Decreto 2028/86 de 6 de Junio (BOE nº 236 de 20 de octubre).
18	84/372/CEE	03.07.84	DOCE Nº L196 de 26.07.84	Modifica la 70/157, adaptada al progreso técnico. Directiva de comisión.	01.10.84 ó 01.01.86.	Adaptada por Real Decreto 2028/86 de 6 de Junio (BOE nº 236 de 20 de octubre).
26	87/252/CEE	07.04.87	DOCE Nº L117 de 05.05.87	Modifica la 84/538 para adaptar al progreso técnico. Directiva de comisión.	01.01.88	
27	88/180/CEE	22.03.88	DOCE Nº L81 de 26.03.88	Modifica la 84/538	01.07.91	Modifica apartado 3 del art. 1 y nuevo supuesto anexo I.
28	88/181/CEE	22.03.88	DOCE Nº L81 de 26.03.88	Modifica la 84/538	01.97.91	Modifica apartado 1 del art. 1 y sustituye art. 2 y 4 incluye anexo I bis.
29	86/188/CEE	12.05.86	DOCE Nº L137 de 24.05.86	Protección trabajadores riesgo ruido laboral.	01.01.90	
30	86/594/CEE	01.12.86	DOCE Nº L344 de 06.12.86	Ruido aparatos domésticos.	36 meses a partir notificación. 04.12.86.	

Fig.4.1

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

Con fecha de 27 de Febrero del 1.989 se aprobó el Real Decreto nº 245/89, que adapta las directivas marco y puntuales sobre maquinaria de obras públicas y máquinas cortacésped, con lo cual la adaptación de las directivas sobre ruido, vigentes actualmente, se ha completado.

De todas formas el ruido es una asignatura pendiente para la CEE, reconociendo en el cuarto programa de actuación (1.988-1.992) el fracaso en la lucha contra los contaminantes acústicos, que contrasta con los avances manifiestos realizados en otros sectores o componentes ambientales.

Por otro lado y de inspiración francesa tenemos el Reglamento de las Actividades Clasificadas. El contenido de este reglamento entendiendose como tales actividades, las Molestas, Insalubres, Nocicas y Peligrosas, de 30 de noviembre de 1.961, hce referencia a toda actividad productora de ruidos y vibraciones, especialmente en sus artículos 3, 11 y 14. Y por el Reglamento General de Policía de Espectáculos Públicos y Actividades Recreativas, de 27 de agosto de 1.982, estos son de carácter estatal, y también las Ordenanzas Locales.

Estas disposiciones conforman un bloque normativo unitario y, sería de desear, integrado, en el control de las molestias medioambientales por ruidos. Y ello con independencia de que su ambito de actuación se extienda a otras materias; el Reglamento de Actividades regula no solo las actividades molesta, el Reglamento de Espectáculos regula

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

esencialmente el régimen jurídico de los espectáculos, y las Ordenanzas Municipales vienen no solos a desarrollar la normativa anterior aplicable a las actividades clasificadas.

4.2.2.1.- ORDENANZA MUNICIPAL.

Es habitual hablar de la insuficiente normativa de carácter estatal que regule el ruido, máxime desde una perspectiva ambiental; de la falta de la legislación básica sobre protección del medio ambiente, para la que el Estado, según la Constitución Española (art. 149.1.23^{a}), tiene competencia exclusiva. De hecho, excepción hecha del régimen específico que configuran los Reglamentos de Actividades y de Espectáculos, puede afirmarse que en la actualidad el contenido normativo del ruido está constituído por la Ordenanzas Municipales.

Cabría cuestionar sin embargo, dede un punto de vista teórico, el papel de las Corporaciones Locales y de las Ordenanzas Municipales. La ley 7/1985, de 2 de abril, Reguladora de las Bases del Régimen Local, atribuye a los Municipios competencias, en los terminos de la legislación del Estado y de las Comunidades Autónomas, en la protección del medio ambiente (art. 25.2.f), estableciendo la obligatoria prestación como servicio público, en los Municipios con población superior a 50.000 habitantes, de la protección del medio ambiente. La protección del medio ambiente es pues una competencia local y un servicio público

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

local; y también es un deber de todos, particularmente de los poderes públicos, y un derecho de todos, derivado del reconocimiento constitucional al disfrute del medio ambiente adecuado (art. 45 Constitución Española).

El panorama normativo aparece relativamente claro. Aunque puedan plantearse ciertas cuestiones en materia de gestión que obligarían a recordar, por ejemplo, la conveniencia de la elevación de rango normativo de los Reglamentos, en el ámbito normativo cabe preguntarse de que habilitación disfrutan las Entidades Locales. Es decir, están facultadas para la protección del medio ambiente, o su actuación tiene una carácter meramente auxiliar ante la insuficiencia o inactividad de otras Administraciones.

A pesar de esta incertidumbre administrativa cualquier actuación sobre el control del sonido bien venida sea. Podemos destacar que nuestra ciudad (LAS PALMAS DE GRAN CANARIA), posee desde el 24 de Julio de 1.989, fecha de publicación en el Boletín Oficial de Canarias, una Ordenanza Municipal sobre Protección del Medio Ambiente contra la Emisión de Ruidos y Vibraciones, aunque en enero de 1.988 ya había un borrador (Apendice I).

Ahora solo cabe esperar su aplicación y por lo tanto que empiece a haber un control práctico real sobre el ruido. Pero para ello también se deben de realizar estudios de como esta el ruido en nuestra ciudad, Mapas Acústicos, y así poder dar soluciones. En este aspecto la colaboración del Ayuntamiento con otras entidades públicas como Cabildo Insular, Gobierno

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

Autónomo, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, puede ser importante para la realización de estos estudios, ya no solo a nivel local sino de todo el Archipielago. En este aspecto la Universidad ya esta realizando estudios con sus correspondientes Mapas Acústicos en la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria, y este proyecto es un ejemplo de ello.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

CAPITULO V

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

CAPITULO 5.- MAPA SONICO.

5.0.- INTRODUCCION.

El enorme desarrollo que se ha producido en el siglo XX en las ciudades, explica, como ya hemos comentado anteriormente, la tendencia de la población a agolparse en ellas. Esto ha traido como consecuencia que los que las habitamos, queramos vivir todos en espacios urbanos y hacer las mismas cosas, en los mismos lugares y a las mismas horas, desarrollandose los " atascos ", así la nueva tierra de promisión en la que se han convertido las ciudades, ha potenciado el ruido ambiental, este es uno de los factores que con más claridad califica el medio ambiente presente en cada una de las zonas de la urbe.

El ruido es por lo que vemos el contaminante más ligado al hombre tanto en su generación como en sus efectos.

Distintos estudios aseveran que una adecuada ordenación territorial y una planificación urbana que contemple las implicaciones de unas u otras decisiones, en el ruido ambiental son imprescindibles a la hora de reducir no sólo la exposición al ruido de la comunidad, sino también las zonas expuestas.

Entre otros datos, la realización del mapa acústico de la ciudad permite conocer la localización de las zonas especialmente ruidosas (facilitando la actuación posterior

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

si se desea mejorar la situación) o de los enclaves particularmente silenciosos (apoyando la adopción de las medidas pertinentes para tratar de preservar esa situación privilegiada). En este sentido, los trabajos de cartografía del ruido urbano se pueden convertir en una fuente de información valiosísima para los técnicos en planificación urbanística (apertura de nuevas calles, establecimiento de zonas verdes o zonas peatonales, ubicación de polígonos industriales, reordenación del tráfico, etc.).

Lo que se pretende con este proyecto es conocer los niveles de ruido de un sector de la ciudad, y así de esta forma poder completar el mapa sonico de toda la ciudad, siendo por lo tanto un estudio piloto, dando origen o la realización de otros proyectos similares. Espero que además de dar a conocer el nivel de ruido de este sector, se sensibilicen los organismos a los que le competa esta tarea y se complete este trabajo que he iniciado, sirviendo así a la sociedad Canaria en la obtención de una mejor calidad del medio ambiente.

En los proximos apartados explicare como he llevado a cabo este estudio, la elección de los puntos, la toma de muestras, la presentación de los datos, su significado y la valoración de los mismos.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

5.1.- METODOLOGIA.

5.1.1.- FUENTES DE RUIDO.

Sin duda alguna, la fuente principal de ruido en una gran ciudad es el tráfico rodado. Esta afirmación no sólo esta basada en los aspectos físicos de su impacto, sino también en la amplitud de las reacciones subjetivas que suscita entre los habitantes. La circulación urbana produce ruidos de intensidad y composición espectral muy diversos. Las características de estos ruidos dependen de la naturaleza de los vehículos (coches, camiones, motocicletas, etc.) y de las condiciones de utilización de los mismos (velocidad, aceleración, carga transportada, etc.). En cualquier caso, el parámetro principal es la densidad de tráfico. Las infraestructuras correspondientes (regulación del tráfico, condiciones urbanisticas, etc.) juegan también un papel importante en este problema.

Dentro del tejido urbano la relación de las fuentes de ruido es más extensa : Construcción y obras públicas (gruas compresores, escavadoras, etc.), equipamientos mecánicos o electromecánicos (transformadores, acondicionadores de aire, etc.), voces humanas, ruido comunitario (generado en las propias viviendas), actividades lúdicas y recretivas, etc. Aunque la incidencia de estas fuentes suele ser muy localizada, su contribución al medio ambiente sonoro general de las grandes ciudades no es nada desdeñable y obliga con

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

frecuencia a actuaciones puntuales muy contundentes por parte de las autoridades locales.

5.1.2.- ESPACIO Y TIEMPO DE LAS MEDIDAS.

La realización de un mapa sonoro de una gran ciudad es un proceso muy laborioso y exige una inversión de recursos muy importante. En consecuencia, parece oportuno cuestionar las bases metodológicas con que se llevan a cabo este tipo de trabajos y discutir su capacidad para aportar una base de datos coherente sobre los niveles de ruido existentes en la ciudad, en términos tales que, por ejemplo, permitan realizar ulteriormente comparaciones válidas sobre los niveles de exposición a que se ven sometidos los residentes de dos ciudades diferentes o incluso sobre los residentes en dos zonas distintas de una misma ciudad. En particular, los intentos de utilización de este tipo de datos para predecir la evolución de los niveles de exposición de las poblaciones experimentados en el transcurso del tiempo han sido escasos. La relación entre niveles de ruido y uso del suelo ha sido también poco estudiada.

La causa principal por la que los estudios sobre el ruido urbano presentan estas limitaciones está relacionada muy probablemente con un conocimiento insuficiente de la naturaleza y características del campo acústico en las zonas urbanas. En particular, las limitaciones en las estrategias de medida adoptadas en un contexto concreto, tanto desde el

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

punto de vista espacial como temporal, han dificultado enormemente la generalización de los resultados obtenidos en situaciones perfectamente comparables.

Una estrategia de medida, por lo que se refiere a las condiciones espaciales, es la que se conoce como muestre al azar (random sampling). De hecho, en la mayoria de los estudios englobados en este tipo, la selección de los puntos de medida no se lleva a cabo estrictamente al azar, sino a través de la utilización de un reticulado regular superpuesto al mapa de la zona a estudiar, de tal forma que los puntos de medida estén situados aproximadamente en los vértices de dicho reticulado. El tamaño del reticulado adoptado en cada caso concreto presenta una amplia variación (entre 100 y 1000 metros) y suele estar determinado fundamentalmete por los recursos disponibles para llevar a cabo el trabajo y no tanto por la variabilidad espacial del campo acústico correspondiente.

Los estudios urbanos llevados a cabo según esta estrategía han demostrado su utilidad como fuente de información de carácter general y como base para evaluar el porcentaje de población sometida a unos determinados niveles de ruido en una ciudad dada. Evidentemente, la validez de conclusiones que se obtienen con la utilización de esta estrategia y la precisión de los mapas de ruido consiguientes están estrechamente relacionados con el tamaño del reticulado elegido.

Otra estrategia en el estudio del ruido no esta en la

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

medida del ruido urbano, sino sobre la exposición que dicho ruido origina sobre los residentes de una ciudad concreta. La distinción entre estos dos planteamientos es importante en cuanto el problema de muestreo se plantea sobre una base diferente; en realidad, se trata ahora de obtener una muestra representativa de la población expuesta y no de los niveles de ruido. En general, los receptores más usuales son las viviendas; sin embargo, ocasionalmente se puede aplicar los mismos principios a otros recptores diferentes (escuelas, hospitales, oficinas, etc.).

De hecho, el estudio de los efectos producidos por el ruido urbano sobre las personas (molestias, efectos sobre la salud, interferencia sobre el sueño, etc.) es uno de los campos de investigación más importantes de la acústica ambiental en la actualidad.

Ambas estrategias son complementarias y de un gran interes social, aunque en este proyecto en capitulos posteriores se comentaran efectos producidos por el ruido en el hombre, no es su principal meta ya que necesitaria de asesoramiento médico y de equipo especial del que carece la Universidad. Pero desde aqui se puede plantear la idea de realizar tal unión entre la Facultad de Medicina y la de Ingenieria, en la realización de ambas estrategias, con el fin de llevar a cabo un estudio sobre el ruido ambiental y el estado de la población en el aspecto sonoro.

Por lo que respecta al punto de vista temporal, una de las características del ruido ambiental, ampliamente

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

contrastada, es una fluctuación temporal. En intervalos cortos estas siguen de cerca las de los sistemas de transporte, particularmente el tráfico en las vías de mayor tránsito, principales responsables de los niveles sonoros; en intervalos de tiempo más amplios sin embargo, los niveles sonoros siguen con relativa fidelidad las variaciones de la actividad humana.

Esta actividad, se repite diariamente, como función periódica, cuyo periodo es de 24 horas y que puede sintetizarse en una serie de actividades características : Descanso nocturno, desplazamiento al lugar de trabajo, trabajo, desplazamiento y comida, regreso al trabajo y actividades recreativas, relajación y descanso.

Si los niveles de ruido se mantuvieran constantes a lo largo de los periodos más amplios de trabajo y descanso bastaría con dos o tres mediciones cortas, a determinadas horas, para poder reproducir la variación diaria de los niveles de ruido ambientales.

Para medir idealmente el ruido, este se debería medir de forma continua para medir todas las fluctuaciones, pero extendido a muchos puntos de medida (mapa sonico) resulta muy laborioso, por lo que se acostumbra a utilizar la técnica de muestreo temporal, mediante la cual se mide el nivel de ruido presente durante un determinado periodo de tiempo entre 5 y 20 minutos en cada punto, repitiendose la medida varias veces durante las 24 horas.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

5.2.- DESCRIPTORES DEL RUIDO AMBIENTAL.

En una concentración urbana coexisten distintas fuentes de ruido : tráfico, industrias, construcción y demoliciones de edificios, obras en la vía pública, etc., como ya hemos mencionado. Todas estas fuentes al sumarse de forma anárquica determinan lo que conocemos como ruido ambiental.

Debido a las oscilaciones importantes en el nivel de ruido ambiental, tratar de explicarlo en términos de nivel sonoro en un momento determinado resulta muy ambiguo, ya que dicho nivel sólo será representativo de ese instante y unos pocos segundos , antes o después, el nivel sonoro puede variar en 15 ó 20 dBA.

Una magnitud que varía aleatoriamente con el tiempo debe estudiarse y describirse con métodos estadísticos. Aunque el valor medio del nivel sonoro es un valor estadístico, no representa las variaciones del nivel a lo largo del tiempo. Si se acompaña el valor medio con los niveles máximo y mínimo se clarifica algo la situación, pero no lo suficiente dado que el valor máximo puede deberse a un sólo vehículo, muy ruidoso, pero muy singular en el contexto de todo el tráfico rodado.

Una buena descripción del ruido ambiente se obtiene por medio de una distribución estadística completa a lo largo de un determinado período de tiempo mediante la especificación de los " niveles percentiles L_N ".

Los niveles percentiles son aquellos excedidos durante

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

distintos porcentajes del tiempo. Así, el L_1 es el nivel excedido durante el 1% del tiempo de medición, el L_{50} es el excedido en la mitad del tiempo, etc. Una información estadística completa requiere emplear, al menos, 5 de estos niveles percentiles.

Otro descriptor que se suele utilizar, dada la buena correlación encontrada entre la energía sonora recibida y la reapuesta comunitaria, es el " Nivel Sonoro Continuo Equivalente L_{EQ} ", que representa la energía sonora total de un ruido que fluctua en un período de tiempo y permite describir el ruido discontinuo o fluctuante con un sólo valor. Los valores del L_{eq} pueden promediarse para distintos períodos de tiempo y obtener los valores medios diurnos, nocturnos, o a lo largo de 24 horas.

Un descriptor muy utilizado para la descripción del ruido ambiental es una variación del L_{eq} medio a lo largo de 24 horas y que se conoce como " Nivel día/noche L_{dn} ". Se define como :

$$L_{dn} = 10 \log \frac{1}{24} \left[14 \times 10^{\frac{NED}{10}} + 10 \times 10^{\frac{NEN + 10}{10}} \right]$$

donde NED representa el valor medio del L_{eq} durante el período diurno y NEN representa el nocturno. Como se observa el nivel nocturno se penaliza con 10 dBA, ya que los niveles nocturnos afectan al descanso de las personas.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

5.3.- PREDICCION DE NIVELES SONOROS.

La elaboración de normativas destinadas a controlar el impacto del ruido ambiental en las zonas urbanas se ve dificultada frecuentemente por el carácter irregular de este contaminante. En primer lugar, cabría recordar una vez más que el ruido que percibimos en la comunidades urbanas está originado por todo un conjunto de fuentes de naturaleza muy diversa : alguna de estas fuentes son continuas y otras son intermitentes, algunas son intensas y otras son débiles, algunas presentan un espectro de frecuencia amplio y otras más reducido, etc. Por otra parte, como ya hemos visto, los niveles de ruido ambiental urbano, no sólo varían ampliamente de un lugar a otro de la ciudad, sino que, para un emplazamiento determinado, suelen variar de un instante a otro, durante el dia y durante la noche, e incluso a lo largo de las diferentes estaciones del año.

Como consecuencia de todas estas circunstancias, la caracterización precisa del ruido ambiental en una gran ciudad (basada necesariamente en un conocimiento muy detallado de los diferentes aspectos que definen dicho ruido y, en particular, de las fluctuaciones estadísticas que experimentan los correspondientes niveles) es un proceso muy laborioso y, en general, prohibitivo. Por este motivo, lo esfuerzos dirigidos a la caracterización del ambiente sonoro urbano y la predicción teórica de los correspondientes sonoros han sido abundantes. En lineas generales, las

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

predicciones de niveles sonoros están basadas en modelos estrictamente teóricos o se han orientado hacia el desarrollo de alguna formula de tipo semiempírico, relacionando el valor de dichos niveles con los de determinadas magnitudes significativas facilmente medibles en la práctica.

En general, todos los métodos de predicción basados en este planteamiento han consistido en el desarrollo de alguna relación entre lo parámetros que describen el campo acústico (mediante indicadores tales como el L_{10}, L_{50} o L_{eq}) y la densidad de tráfico (como fuente principal de ruido). Sin embargo, la mayoria de estos modelos han sido diseñados específicamente para intensidades de tráfico elevadas y sin retenciones (por ejemplo, una autopista) y no son aplicables a la predicción de los niveles de ruido en las condiciones urbanas.

De hecho, las situaciones existentes realmente en las grandes ciudades son tan complicadas (cruces de calles, carriles múltiples, interrupción del tráfico por semáforos, retenciones del tráfico, etc.) que resulta prácticamente imposible encontrar una relación matemática sencilla entre los niveles de ruido y las densidades de tráfico. Aunque los trabajos de índole básicamente teórica han contibuido significativamente a un mejor conocimiento de la naturaleza y características del campo sonoro en los medios urbanos, su interes desde el punto de vista operativo es muy limitado.

En este sentido, resulta mucho más recomendable intentar una aproximación semiempirica al problema. En el desarrollo

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

de esta estrategia se debe tomar explicitamente en consideración tanto las características detalladas del flujo de vehículos (por ejemplo, intensidad, velocidad y porcentaje de vehículos pesados)como las del lugar al que se pretende aplicar las oportunas predicciones (distancia entre el punto de recepción y el carril por el que discurre el tráfico, naturaleza del entorno próximo, efectos de reflexión, etc.).

5.5.- MAPA SONICO DEL SECTOR III DE LA CIUDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA.

La ciudad de Las Palmas de Gran Canaria tiene un censo de unos 450.000 habitantes, aunque probablemente se supere con creces esta cantidad, siendo la cantidad de vehículos superior a 150.000 los que circulan por ella, es una ciudad bastante extensa y tiene multitud de barrios, dada su gran extensión y los pocos medios de los que pude disponer, decidí realizar el mapa sonico sólo de un sector de la ciudad, el que comprende dede Bravo Murillo al Estadio Insular y desde Tomas Morales a la Avenida Maritima, que coincide con el sector III según la distribución del Ayuntamiento, aunque es un poco más pequeño ya que el límite por el norte debería de ser hasta Mesa y Lopez incluido, pero por motivos de trabajo lo hice un poco más pequeño, cubriendo esa zona que falta junto con el sector IV, otro proyecto realizado a la par por el Departamento de Sonido de La Escuela de Ingenieros

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

Técnicos de Telecomunicaciones.

Puede parecer que me he limitado a una reducida zona de trabajo, pero esta zona tiene aproximadamente 3 Km^2 y dentro de ella he recorrido más de 100 Km y he dedicado más de 300 horas para la obtención de muestras.

También podemos ver que tiene un parque de vehículos bastante elevado, por lo que es de suponer que el flujo de tráfico es elevado, lo que favorece niveles altos de ruido.

Como he comentado anteriormente podemos considerar como fuente principal del ruido al tráfico, y dado el gran número de vehículos, tenemos una densidad bastante elevada y en este sector podemos afirmar que es cierto ya que solo hay pequeños talleres, que aunque aportan ruido, no son la fuente principal en nuestro caso.

Otra de las características de nuestra ciudad en particular es la temperatura, al hacer un clima predominantemente calido, no solo hay variaciones en el nivel de ruido según vimos en el capítulo 1, sino que el calor hace que los habitantes de la ciudad tengan las ventanas abiertas por lo que el nivel en el interior de las viviendas se eleva.

El metodo seguido para la elección de los puntos a sido, tras un estudio de la cartografía, y con la experiencia de otros mapas desarrollados en otras ciudades, estadístico utilizando una red reticular, se ve la necesidad de que el tejido urbano donde existen zonas con mayor variación de ruido ambiental, establecer una red de puntos de medida cuya retícula sería de (200 x 200 metros. ojo depende de la escala

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

del plano).

Los puntos de medida han sido los vertices de las reticulas o los más próximos accesibles a estos. Dentro de esta reticula he elegido los puntos según su importancia, via principal colegios, hospitales, edificios de oficinas, etc. De esta manera se cubre practicamente toda la zona, en total son 30 puntos los seleccionados. Para el estudio nocturno sólo utilice el 30% de los puntos, o sea 9 puntos distribuidos siguiendo el mismo criterio anterior. En el apendice II podemos observar la distribución de los puntos en el plano número 1.

Una vez seleccionados los puntos, tenemos que ditribuir en el tiempo la realización de las medidas, es decir en dos periodos uno diurno (08 a 22 horas) y otro nocturno de (22 a 08 horas) . Lo ideal seria medir durante todo el tiempo , pero esto es practicamente imposible, por lo que se acostumbra a utilizar la técnica de muestreo temporal, mediante la cual se toma muestras cada 2 horas dentro de cada periodo. Para mejorar la desviación tipica del muestreo y por lo tanto mejorar la calidad de los datos he realizado um muestreo en el periodo diurno de 12 muestras, es decir de 08 a 18 horas, he tomado una muestra cada hora y 15 minutos y desde las 18 horas a las 22 horas una muestra cada hora, totalizando así las 12 muestras. En el periodo nocturno, dado que la toma de muestras era complicada e insegura se tomaron muestras cada 2 horas y media aproximadamente, con lo que se observa una peor calidad de las muestras.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

Otro de las cosas que hay que tener en cuenta es el tiempo de exposición en cada muestra, para el periodo diurno tome 10 minutos de exposición y para el nocturno de 20 minutos dado que la densidad de tráfico es menor.

Las medidas se han efectuado en el periodo comprendido entre diciembre de 1.989 y Abril de 1.990. La campaña se suspendio en el periodo navideño, del 21 de diciembre al 11 de enero, y en carnavales, del 20 de febrero al 6 de marzo.

Durante el periodo de muestreo, realizado del lunes a viernes, se tuvo en cuenta las condiciones atmosférica, según se comento en el capítulo 1, o sea buen tiempo en general.

Como podremos observar en el capítulo siguiente el indice empleado como descriptor del ruido ambiental han sido los niveles percentiles L_{01}, L_{10}, L_{50}, L_{90}, L_{99}, de estos el L_{90} se emplea para indicar el ruido de fondo y el L_{10} para señalar los niveles de pico, a la diferencia ($L_{90} - L_{10}$) se la denomina " clima de ruido ", otro descriptor es el L_{eq} que es el nivel sonoro continuo equivalente. Otros parámetros utilizados son : MAXP, MAXL, MINL y el SEL definidos en el capítulo 3, este último, el nivel de exposición sonora se define como el nivel sonoro que tiene la misma energía en un segundo que el suceso real de ruido. Este parámetro es útil para clasificar y comparar sucesos de ruido de relativa corta duración, viene dado por la expresión :

$$SEL = L_{eq} + 10 \text{ Log } \left(\frac{T}{T_o} \right)$$

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

en donde T, es el tiempo de duración del suceso sonoro T_o = 1 segundo.

De todos estos descriptores, los que utilice, o tuve más en cuenta fueron, el L_{10}, L_{50}, L_{90}, L_{eq} así como el L_{dn}, definido anteriormente.

El equipo utilizado es de la casa Brüel & Kjaer , definido y explicado en el capítulo 3 y la colocación, perpendicular a la via que se esta midiendo, la altura y separación estan definidas en el capítulo 4.

5.4.1.- PRESENTACION DE LOS DATOS.

En el capítulo 6, en donde podremos observar los datos, primero coloco un croquis para indicar el punto donde se realizó la medida, despues una distribución de nivel en el tiempo de muestreo de todo el experimento en ese punto, esta distribución no es más que una media aritmetica de los tiempos a lo largo de todas las exposiciones en cada nivel, que como podemos observar va de niveles inferiores a 45 dB y de 10 en 10 hasta niveles superiores a 85 dB. Luego los datos propiamente dichos, 10 parámetros, y la hora de la toma de la muestra, así como la media diurna (M.D.), media nocturna (M,N,)cuando la halla y media total (M.T.). Posteriormente podremos observar una gráfica con cinco parámetros, los L_{10}, L_{50}, L_{90}, L_{eq} y (*1) que es el nivel máximo sonoro según la Ordenaza Municipal para la Protección del Medio Ambiente Contra Ruidos y Vibraciones del

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria (Apendice I).

Una breve explicación de los niveles y la desviación típica así como el L_{dn}, cuando lo halla.

Los resultado se reflejan en un plano, los diurnos en el plano número 2 (Apendice III) y los nocturnos en el plano número 3 (Apendice IV).

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

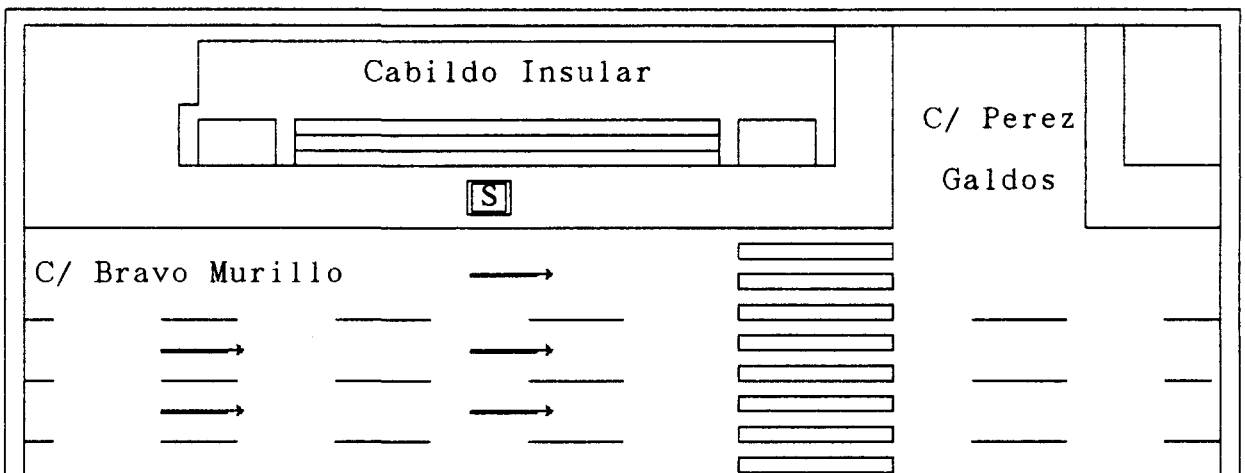
CAPITULO VI

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

SITUACION : C/ Bravo Murillo (Cabildo Insular).

PUNTO CUADRICULA : A-1 FECHA : Diciembre 89 - Enero 90

CROQUIS



DISTRIBUCION DE NIVEL DIURNA

Rango LEQ (dBA)	Porcentaje de las medidas (%)
< 45	0.00
45 a 55	0.00
55 a 65	0.30
65 a 75	39.00
75 a 85	57.22
>85	3.48

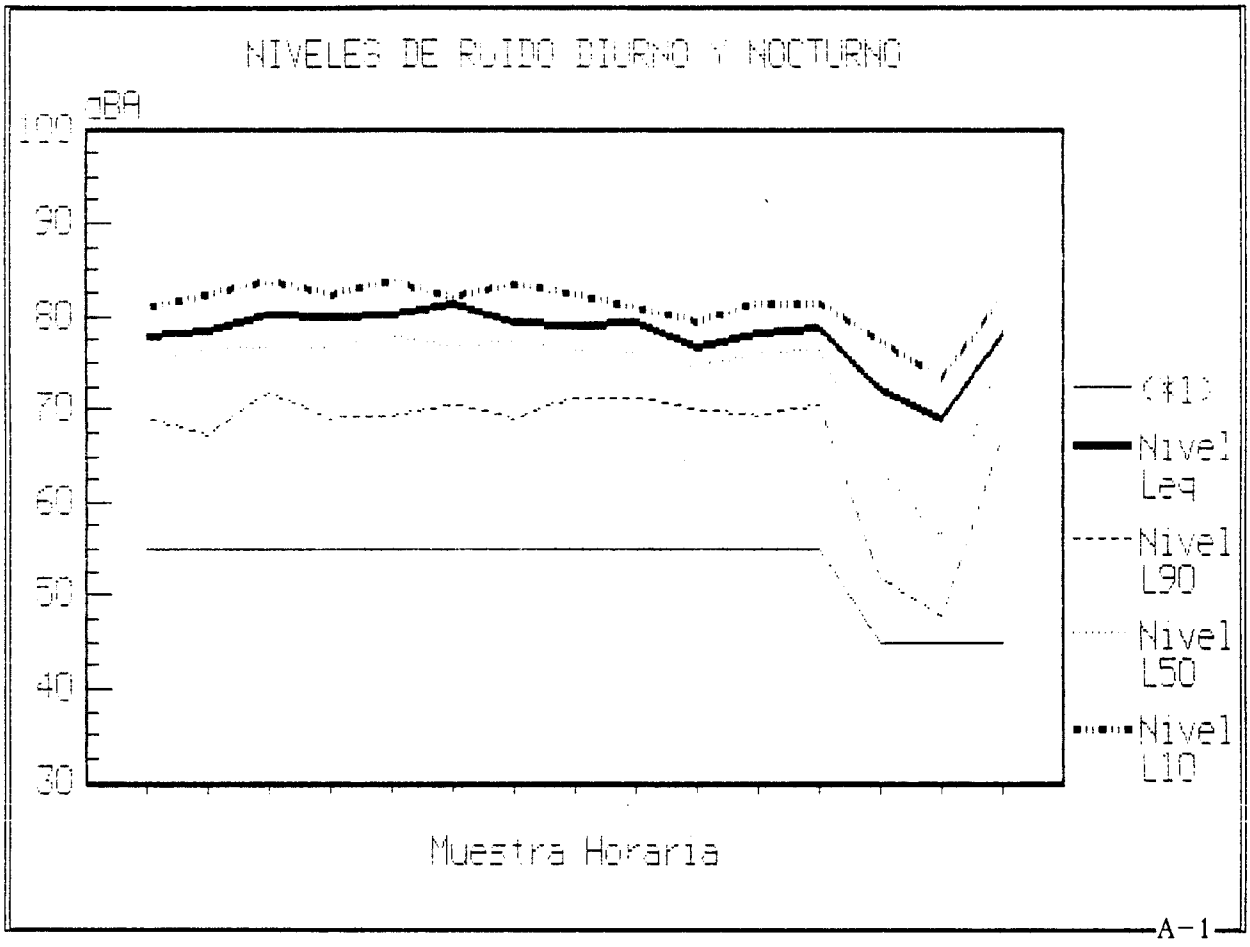
DISTRIBUCION DE NIVEL NOCTURNA

Rango LEQ (dBA)	Porcentaje de las medidas (%)
< 45	0.00
45 a 55	22.44
55 a 65	22.93
65 a 75	26.77
75 a 85	27.02
>85	0.84

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

A-1	NIVELES SONOROS.(dBA)									
HORA	MAXP	MAXL	L(01)	L(10)	L(50)	L(90)	L(99)	MINL	LEQ	SEL
8.00	110.5	91.2	88.3	80.8	75.3	68.8	66.8	66.0	78.0	105.7
9.15	107.5	92.2	86.8	82.3	76.3	67.3	64.8	64.0	78.5	106.2
10.30	106.3	99.2	89.3	83.8	76.8	71.8	69.3	68.5	80.3	108.3
11.45	120.9	99.6	86.8	82.3	76.8	68.8	65.8	63.6	79.8	107.5
13.00	112.1	93.8	89.3	83.8	77.8	69.3	66.8	65.0	80.1	107.8
14.15	114.4	101.1	93.3	81.8	76.8	70.3	67.3	66.6	81.2	108.9
15.30	104.5	89.5	86.8	83.3	77.3	68.8	65.8	64.8	79.3	107.0
16.45	110.5	90.8	87.8	82.3	76.3	71.3	66.3	65.0	79.0	106.7
18.00	108.9	98.1	89.3	80.8	75.8	71.3	69.3	68.7	79.2	106.9
19.00	109.6	89.5	85.3	79.3	74.3	69.8	66.8	66.7	76.6	104.3
20.00	112.2	93.8	87.3	81.3	75.8	69.3	65.3	61.3	78.3	106.0
21.00	110.1	93.5	87.8	81.3	76.3	70.3	66.3	64.9	78.6	106.3
00.20	101.7	84.4	81.8	77.3	63.3	51.8	49.3	47.0	72.0	102.7
03.35	100.8	84.7	80.3	73.3	56.3	47.8	46.3	45.4	68.8	99.5
07.10	108.0	91.1	86.8	81.8	76.3	66.3	61.3	61.3	78.3	109.0
M.D.	110.6	94.8	88.2	81.9	76.3	69.8	66.7	65.4	79.1	106.8
M.N.	103.5	86.7	83.0	77.5	65.3	55.3	52.3	51.2	73.0	103.7
M.T.	109.3	92.8	87.1	81.0	74.1	66.9	63.8	62.6	77.9	106.2

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006



(*1) .- Es el Nivel Sonoro Máximo según la Ordenanza Municipal del Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria (Apendice I).

Como podemos observar hay un nivel sonoro continuo equivalente de 79.1 dB con una σ_d=1.2 y uno nocturno de 73.0 dB y σ_n=3.9 que son bastantes elevados, sobre todo el nocturno.

El clima de ruido tiene una dinámica de 12 dB de dia y 22 dB de noche. En este punto incluso los minimos son elevados.

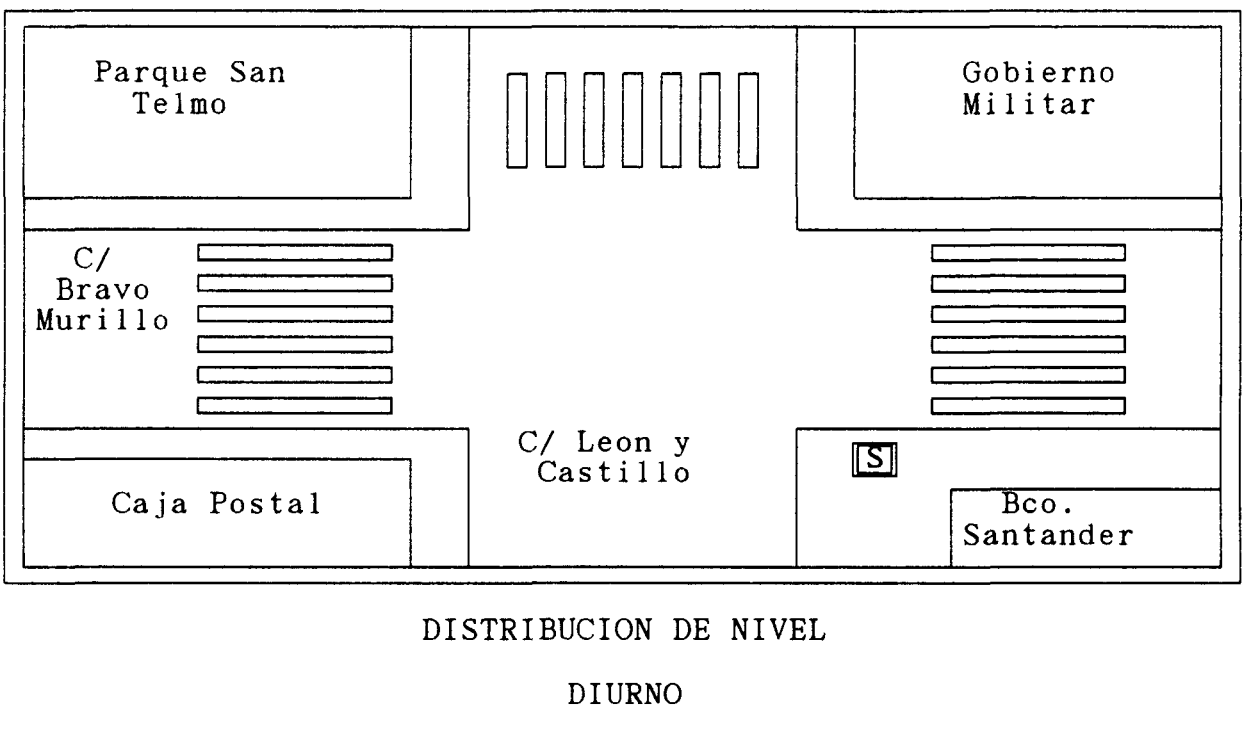
El nivel dia/noche que es la media del L_{eq} a lo largo de las 24 horas es de L_{dn}= 81.2 dB.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

SITUACION :C/ Leon y Castillo - C/ Bravo Murillo (Bco. Santander)

PUNTO CUADRICULA : A-2 FECHA : Diciembre 89 - Enero 90

CROQUIS



DISTRIBUCION DE NIVEL

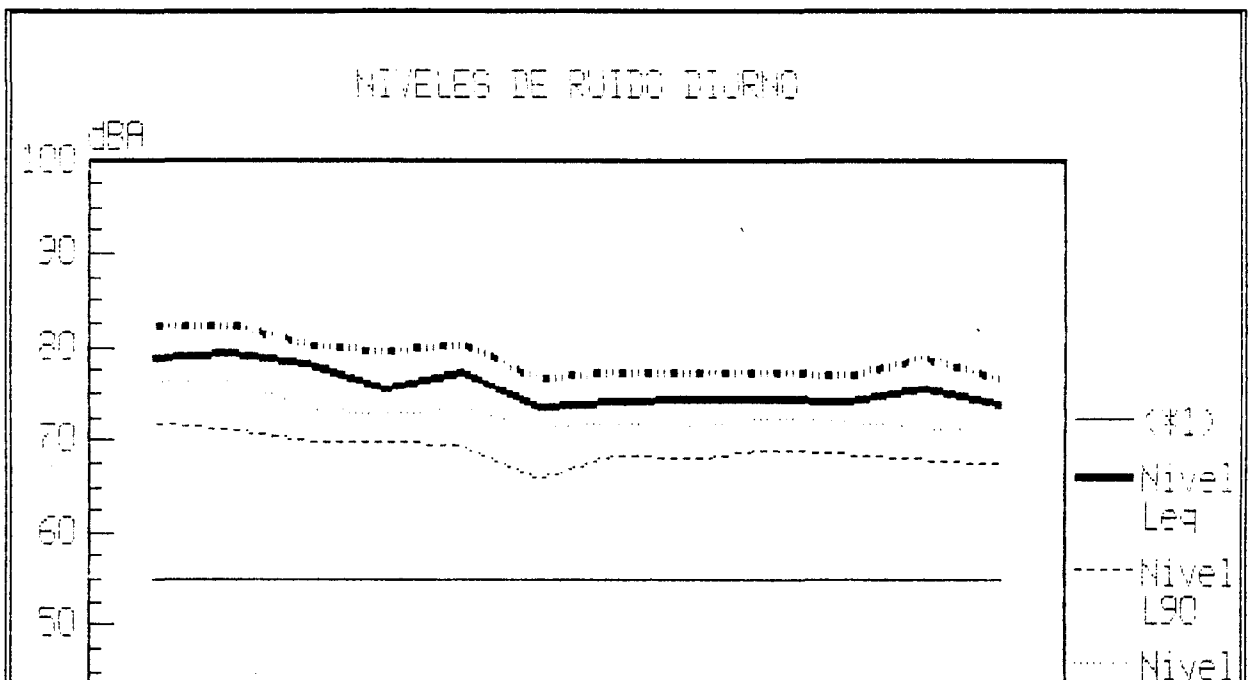
DIURNO

Rango LEQ (dBA)	Porcentaje de las medidas (%)
< 45	0.00
45 a 55	0.00
55 a 65	1.51
65 a 75	68.90
75 a 85	27.93
>85	1.66

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

A-2	NIVELES SONOROS.(dBA)									
HORA	MAXP	MAXL	L(01)	L(10)	L(50)	L(90)	L(99)	MINL	LEQ	SEL
8.25	104.8	89.8	87.8	81.8	76.3	71.8	68.8	66.3	78.8	106.4
9.40	111.6	97.7	88.8	82.3	76.3	70.8	65.8	64.8	79.3	107.1
10.55	110.7	94.9	89.3	80.3	73.3	69.8	66.3	64.4	78.3	106.0
12.10	111.7	86.7	84.8	79.3	72.8	69.8	67.8	66.3	75.7	103.4
13.25	108.7	97.9	87.3	80.3	73.3	69.3	66.3	65.4	77.4	105.1
14.40	101.5	86.8	81.8	76.3	71.3	65.8	61.3	61.3	73.4	101.1
15.55	105.9	90.5	82.3	77.3	71.8	68.3	63.3	62.4	74.2	101.9
17.10	109.4	89.3	84.3	77.3	71.3	67.8	62.8	61.8	74.3	102.0
18.20	106.3	86.6	83.8	77.3	72.3	68.8	67.3	65.3	74.5	102.2
19.20	104.9	89.9	81.8	76.8	71.8	68.3	65.8	63.9	74.0	101.7
20.20	105.3	89.6	85.3	78.8	71.3	67.8	65.8	62.6	75.5	103.2
21.20	107.5	87.5	84.3	76.3	71.3	67.3	60.3	58.8	73.9	101.6
M.D.	107.4	90.6	85.1	78.7	72.8	68.8	65.1	63.6	75.8	103.5

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006



(*1) .- Es el Nivel Sonoro Máximo según la Ordenanza Municipal del Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria (Apendice I).

Como podemos observar hay un nivel sonoro continuo equivalente de 75.8 dB con una σ_d=2.0.

Al estar cerca del parque podemos intuir que este nivel sea menor que el anterior (A-1), que es cerrado en forma de " U ".

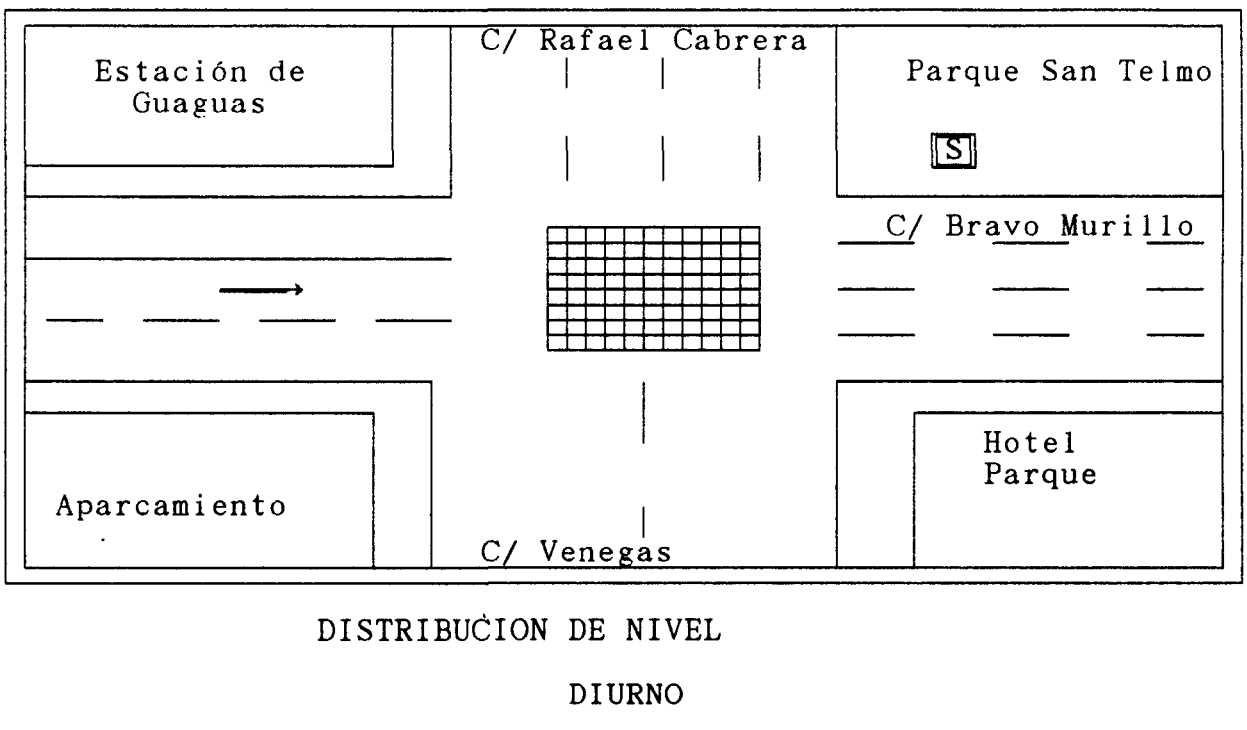
El clima de ruido tiene una dinámica de 10 dB y los minimos son superiores al (*1). El nivel elevado en este como en los puntos anterior y posterior, se debe al flujo de tráfico pesado que circula por esta via.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

SITUACION : C/ Bravo Murillo - C/ Venegas

PUNTO CUADRICULA : A-3 FECHA : Diciembre 89 - Enero 90

CROQUIS



DISTRIBUCION DE NIVEL

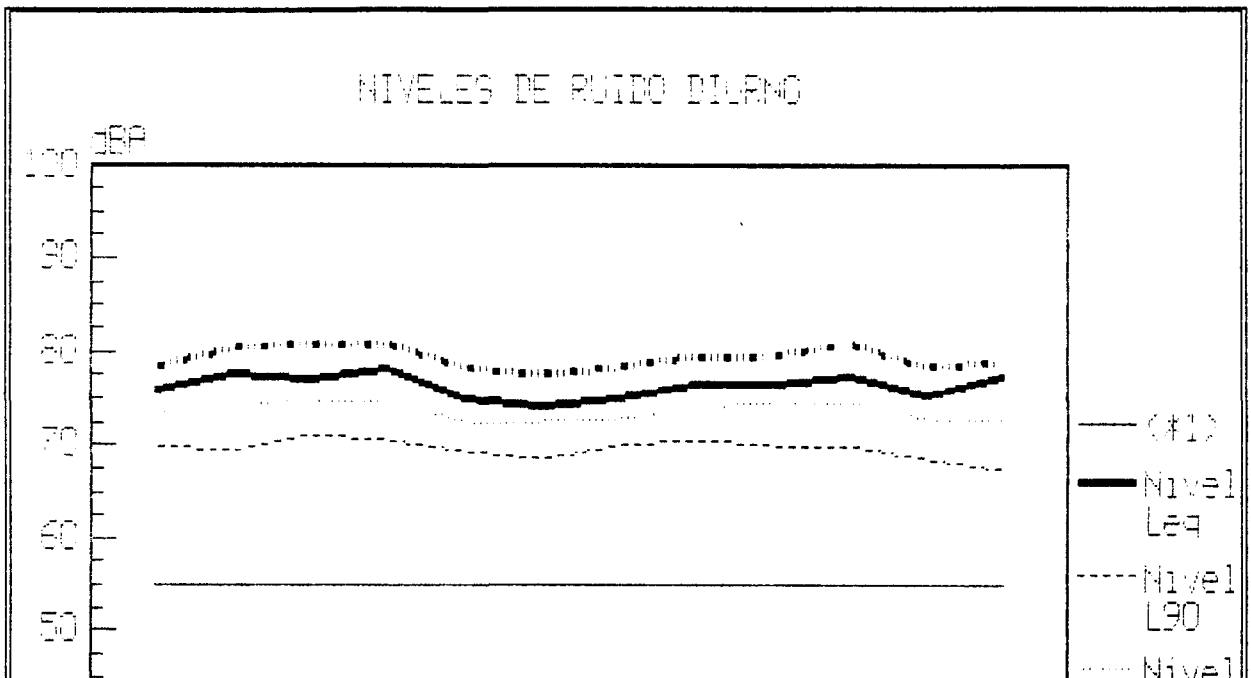
DIURNO

Rango LEQ (dBA)	Porcentaje de las medidas (%)
< 45	0.00
45 a 55	0.00
55 a 65	0.16
65 a 75	64.46
75 a 85	34.00
>85	1.37

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

A-3	NIVELES SONOROS.(dBA)									
HORA	MAXP	MAXL	L(01)	L(10)	L(50)	L(90)	L(99)	MINL	LEQ	SEL
8.50	107.0	90.4	85.3	78.3	73.3	69.8	67.3	66.5	75.8	103.5
10.05	105.2	95.4	87.8	80.3	73.8	69.3	67.8	66.8	77.6	105.3
11.20	102.9	88.2	85.8	80.8	74.8	70.8	69.3	67.8	77.1	104.8
12.35	113.4	92.7	88.8	80.8	74.8	70.3	67.3	66.3	78.2	105.9
13.50	104.3	93.0	82.8	78.3	72.3	69.3	68.3	67.7	74.9	102.7
15.05	114.5	87.8	82.3	77.3	72.3	68.3	66.8	66.4	74.1	101.8
16.20	104.8	88.8	82.8	78.3	72.8	69.8	68.3	67.6	75.1	102.7
17.35	106.0	91.0	84.8	79.3	73.8	70.3	68.8	67.4	76.4	104.2
18.40	107.4	91.4	85.8	79.3	74.3	69.8	67.3	66.6	76.5	104.2
19.40	108.7	92.2	86.3	80.8	74.3	69.8	68.3	67.5	77.2	104.9
20.40	106.0	86.5	84.3	78.3	72.8	68.3	66.3	65.7	75.4	103.0
21.40	114.5	97.6	87.3	78.8	72.8	67.3	64.8	62.6	77.2	105.0
M.D.	107.9	91.3	85.3	79.2	73.5	69.4	67.6	66.6	76.3	104.0

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006



(*1) .- Es el Nivel Sonoro Máximo según la Ordenanza Municipal del Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria (Apendice I).

Como podemos observar hay un nivel sonoro continuo equivalente de 76.3 dB con una σ_d=1.2, como podemos observar se producen altibajos, nivel elevado hasta el mediodia, cayendo de 2 a 5 de la tarde para elevarse posteriormente.

El clima de ruido tiene una dinámica de 10 dB.

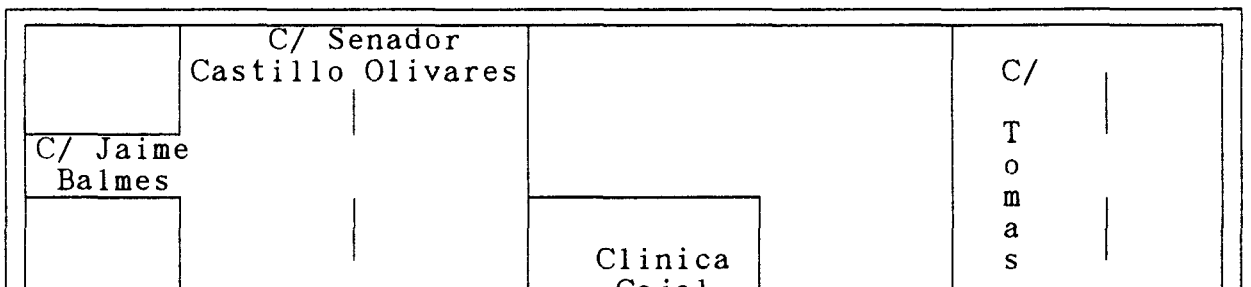
Los dos punto santeriores tienen una ligera pendiente, sobre todo el A-1, que junto con la forma de la calle en " U ", explicaria su nivel elevado con respecto a A-2 y A-3.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

SITUACION : C/ Senador Castillo Olivares (Clinica Cajal).

PUNTO CUADRICULA : B-1 FECHA : Diciembre 89 - Enero 90

CROQUIS



DISTRIBUCION DE NIVEL

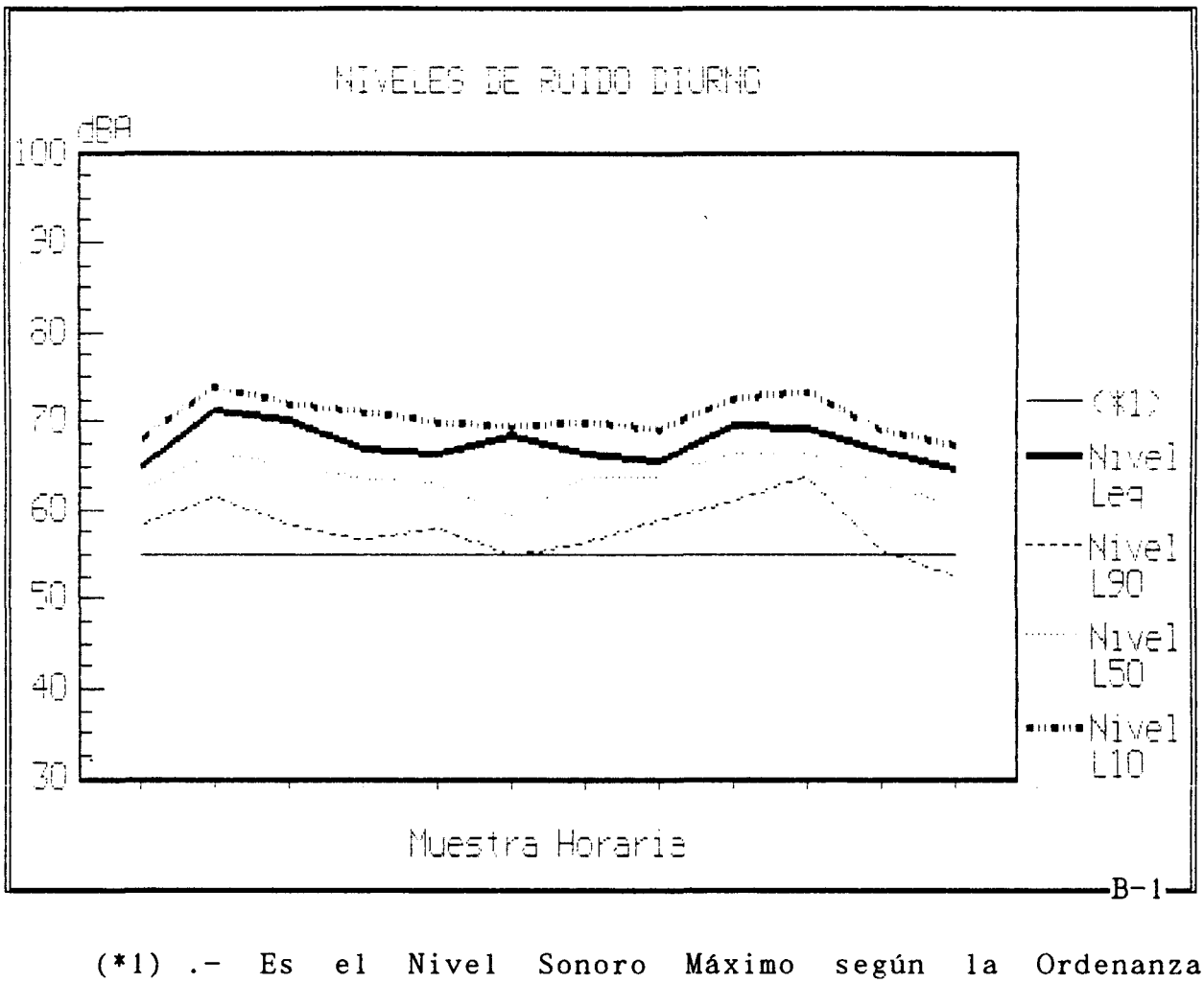
DIURNA

Rango LEQ (dBA)	Porcentaje de las medidas (%)
< 45	0.00
45 a 55	3.83
55 a 65	54.19
65 a 75	39.82
75 a 85	2.03
>85	0.13

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

B-1	NIVELES SONOROS.(dBA)									
HORA	MAXP	MAXL	L(01)	L(10)	L(50)	L(90)	L(99)	MINL	LEQ	SEL
08.00	104.9	83.3	73.3	67.8	62.3	58.3	55.8	55.5	65.0	92.7
09.15	105.8	88.0	82.3	73.8	66.3	61.3	59.3	58.2	71.1	98.8
10.30	111.8	89.3	81.3	71.8	64.8	58.3	55.8	55.0	70.0	97.7
11.45	97.2	80.9	77.3	70.8	63.3	56.6	54.3	53.3	66.9	94.6
13.00	98.6	79.9	74.3	69.8	62.8	57.8	55.3	53.9	66.2	93.8
14.15	107.3	87.7	80.3	69.3	59.3	54.8	51.8	51.1	68.2	95.9
15.30	98.6	83.2	75.8	69.8	63.3	56.3	52.3	51.2	66.4	94.2
16.45	96.8	76.1	72.3	68.8	63.8	58.8	55.3	53.6	65.5	93.2
18.00	102.2	86.8	78.3	72.3	66.3	60.8	57.3	56.0	69.4	97.0
19.00	99.7	80.4	76.3	73.3	66.3	63.8	58.8	56.2	69.2	96.8
20.00	101.4	88.3	75.8	68.8	62.8	55.3	52.3	51.6	66.7	94.4
21.00	101.5	83.9	74.3	67.3	60.3	52.3	49.3	44.7	64.6	92.3
M.D.	102.2	84.0	76.8	70.3	63.5	57.9	54.8	53.4	67.4	95.1

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006



(*1) .- Es el Nivel Sonoro Máximo según la Ordenanza Municipal del Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria (Apendice I).

Como podemos observar hay un nivel sonoro continuo equivalente de 67.4 dB con una σ_d=2.0.

En esta zona hay un hospital, el nivel no es muy elevado en comparación con otros y es debido a aparcamientos en doble fila, provocando pequeños atascos.

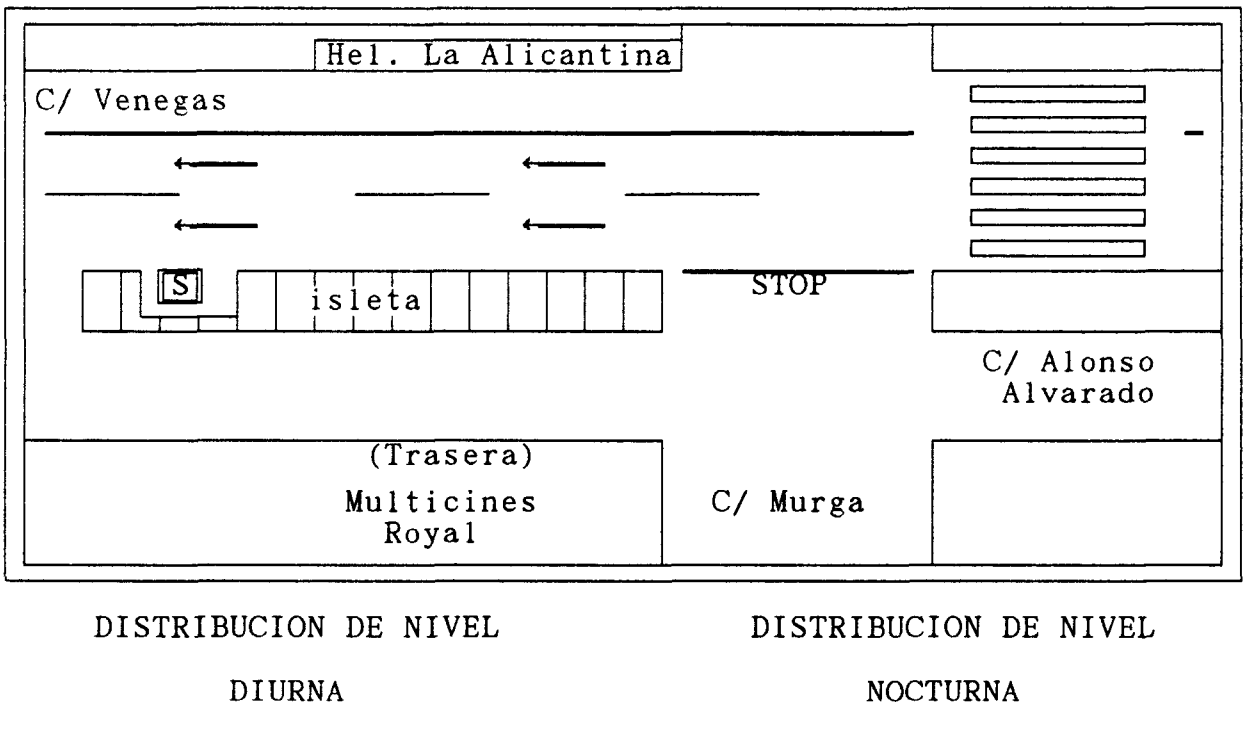
El clima de ruido tiene una dinámica de 12 dB.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

SITUACION : C/ Venegas (Helederia La Alicantina)

PUNTO CUADRICULA : B-3 FECHA : Diciembre 89 - Enero 90

CROQUIS



DISTRIBUCION DE NIVEL DIURNA

Rango LEQ (dBA)	Porcentaje de las medidas (%)
< 45	0.00
45 a 55	0.08
55 a 65	9.38
65 a 75	70.12
75 a 85	18.65
>85	1.68

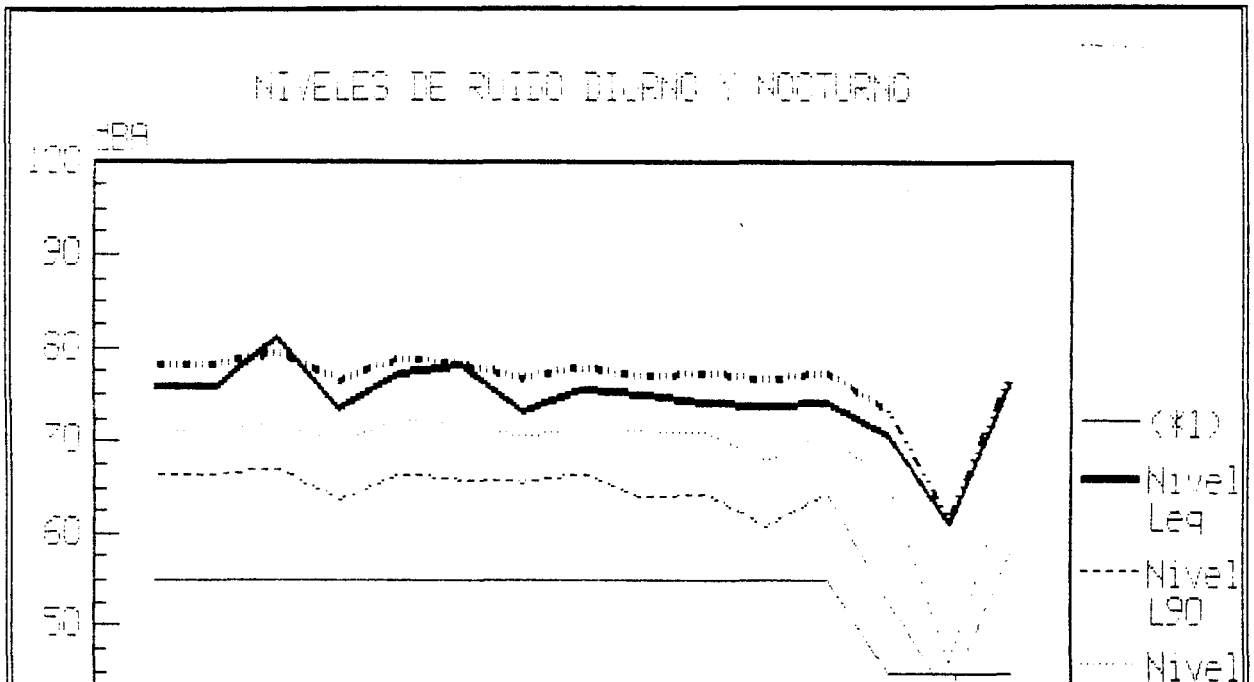
DISTRIBUCION DE NIVEL NOCTURNA

Rango LEQ (dBA)	Porcentaje de las medidas (%)
< 45	13.37
45 a 55	21.04
55 a 65	27.58
65 a 75	30.36
75 a 85	7.04
>85	0.62

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

B-3	NIVELES SONOROS.(dBA)									
HORA	MAXP	MAXL	L(01)	L(10)	L(50)	L(90)	L(99)	MINL	LEQ	SEL
08.50	108.6	92.4	86.3	78.3	71.3	66.3	63.8	61.9	75.8	103.5
10.05	108.6	92.4	86.3	78.3	71.3	66.3	63.8	61.9	75.8	103.5
11.20	105.6	107.0	90.3	79.3	71.8	66.8	63.8	62.4	81.1	108.8
12.35	115.2	87.5	84.3	76.3	69.8	63.8	58.8	57.4	73.4	101.1
13.50	115.2	96.7	88.8	78.8	72.3	66.3	63.3	61.9	77.4	105.1
15.05	109.9	102.9	88.3	78.3	71.8	65.8	61.3	61.3	78.3	106.0
16.20	102.1	86.6	83.3	76.6	70.3	65.3	62.3	59.7	73.2	100.9
17.35	120.8	96.5	84.8	77.8	71.3	66.3	63.8	61.7	75.5	103.2
18.40	110.0	94.7	85.8	76.8	70.8	63.8	60.8	59.8	75.0	102.7
19.40	104.9	89.9	83.3	77.3	70.8	64.3	59.3	58.4	74.0	101.7
20.40	106.1	90.9	85.8	76.3	67.8	60.8	55.3	53.2	73.9	101.6
21.40	104.9	89.9	83.3	77.3	70.8	64.3	59.3	58.4	74.0	101.7
11.50	101.6	94.9	80.8	73.3	65.3	52.8	51.3	51.3	70.5	101.2
03.05	94.8	79.4	75.3	61.8	45.8	42.3	40.8	40.2	61.2	91.9
06.40	108.7	102.6	87.3	77.3	66.3	57.8	53.3	52.5	76.3	107.1
M.D.	109.3	94.0	85.9	77.6	70.8	65.0	61.3	59.8	75.6	103.3
M.N.	101.7	92.3	81.1	70.8	59.3	51.0	48.5	48.0	69.3	100.1
M.T.	107.8	93.6	84.9	76.3	68.5	62.2	58.7	57.5	74.4	102.7

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006



(*1) .- Es el Nivel Sonoro Máximo según la Ordenanza Municipal del Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria (Apendice I).

Como podemos observar hay un nivel sonoro continuo equivalente de 75.6 dB con una σ_d=2.2 y uno nocturno de 69.3 dB y σ_n=6.2 que son bastantes elevados.

El clima de ruido tiene una dinámica de 12 dB de dia y 20 dB de noche. En este punto incluso los minimos son elevados.

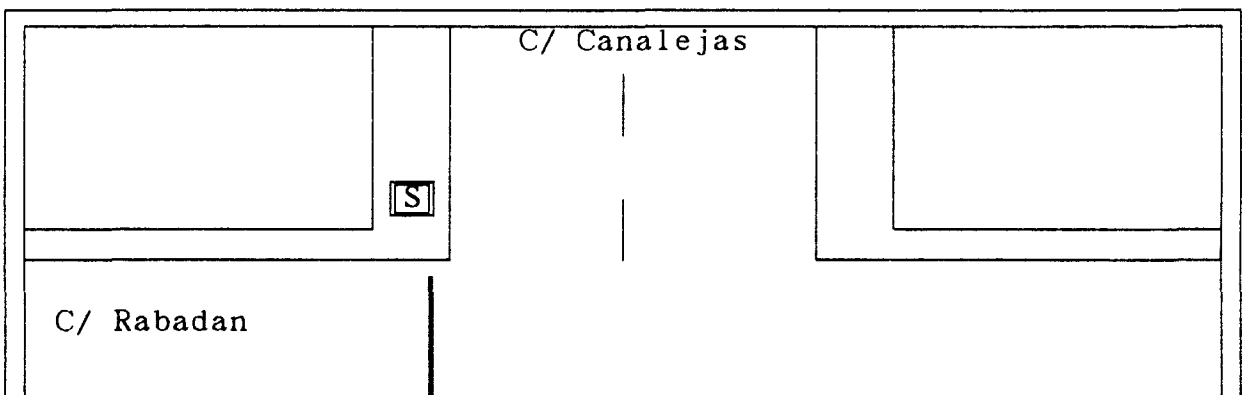
El nivel dia/noche que es la media del L_{eq} a lo largo de las 24 horas es de L_{dn}= 77.5 dB.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

SITUACION : C/ Rabadan - C/ Canalejas.

PUNTO CUADRICULA : C-2 FECHA : Diciembre 89 - Enero 90

CROQUIS



DISTRIBUCION DE NIVEL

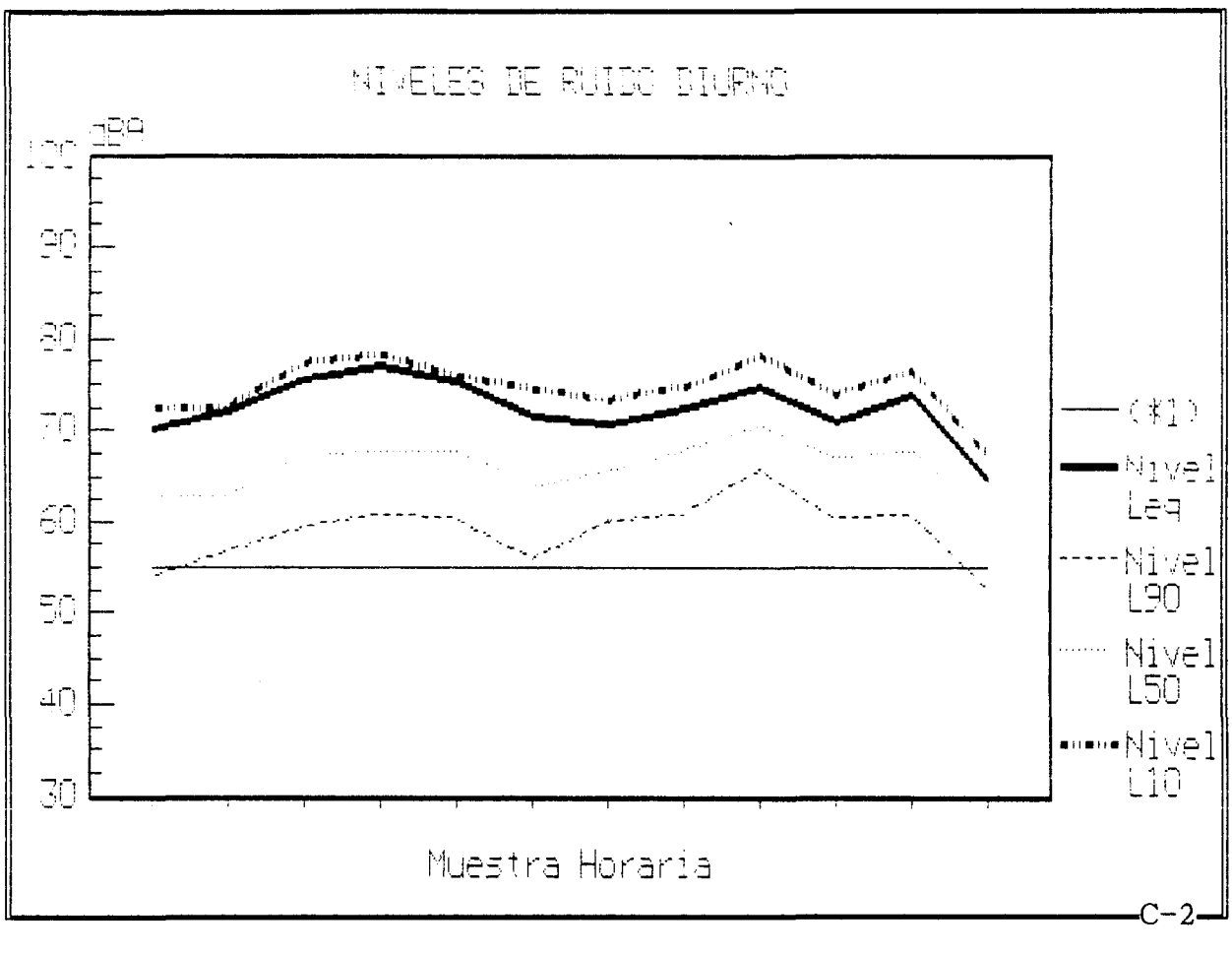
DIURNA

Rango LEQ (dBA)	Porcentaje de las medidas (%)
< 45	0.00
45 a 55	3.88
55 a 65	38.66
65 a 75	47.77
75 a 85	8.79
>85	0.9

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

C-2	NIVELES SONOROS.(dBA)									
HORA	MAXP	MAXL	L(01)	L(10)	L(50)	L(90)	L(99)	MINL	LEQ	SEL
8.25	107.9	62.3	79.8	72.3	62.8	53.8	51.8	51.3	70.2	97.9
9.40	112.6	91.8	85.3	72.3	62.8	56.8	54.4	53.7	72.1	99.8
10.55	113.5	95.3	88.3	77.3	67.3	59.3	55.8	54.9	75.7	103.4
12.10	113.3	96.5	90.3	78.3	67.8	60.8	57.8	56.3	76.9	104.6
13.25	111.2	96.5	86.3	75.8	67.8	60.3	56.8	54.4	75.2	102.8
14.40	106.3	88.6	83.8	74.3	63.8	55.8	52.8	51.3	71.5	99.2
15.55	106.8	89.9	80.8	73.3	65.3	59.8	54.8	53.9	70.7	98.4
17.10	104.9	87.7	83.3	74.8	67.8	60.8	57.8	56.1	72.3	100.0
18.20	106.2	87.6	85.3	78.3	70.3	65.8	58.8	56.9	74.7	102.4
19.20	102.4	85.9	82.8	73.8	66.8	60.3	55.8	54.1	70.9	98.6
20.20	106.1	90.9	85.8	76.3	67.8	60.8	55.3	53.2	73.9	101.6
21.20	101.5	83.9	74.3	67.3	60.3	52.3	49.3	44.7	64.6	92.3
M.D.	107.7	88.1	83.8	74.5	65.9	58.9	55.1	53.4	72.4	100.1

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006



(*1) .- Es el Nivel Sonoro Máximo según la Ordenanza Municipal del Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria (Apendice I).

Como podemos observar hay un nivel sonoro continuo equivalente de 72.4 dB con una σ_d=3.1.

Se trata de una calle secundaria con firme de adoquin, cercana a un colegio y a un instituto de F.P., produciendose altibajos a lo largo del dia.

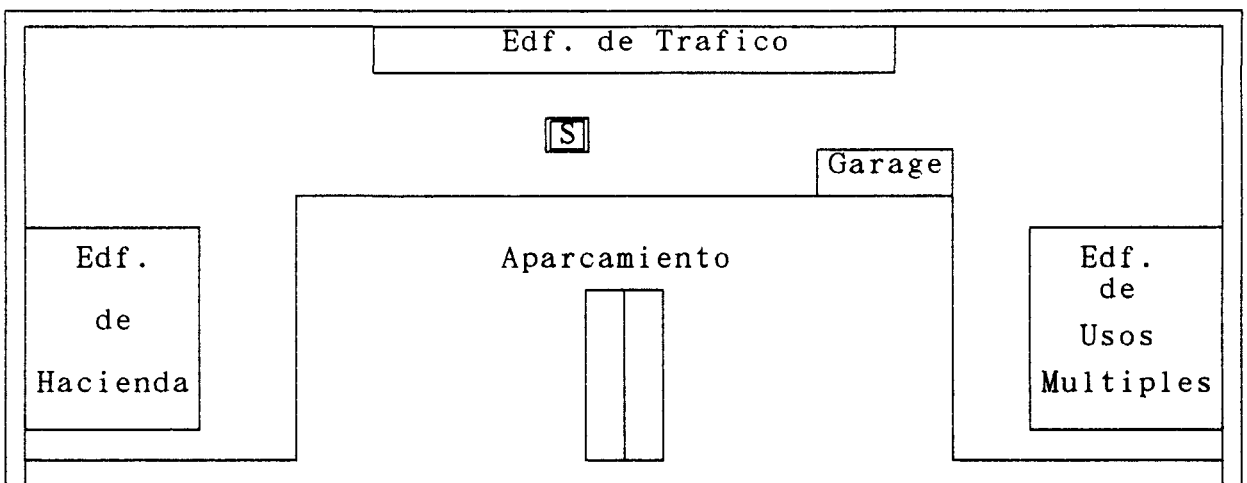
El clima de ruido tiene una dinámica de 15 dB.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

SITUACION : Plazoleta de los Derechos Humanos (Ed. Hacienda).

PUNTO CUADRICULA : C-3 FECHA : Diciembre 89 - Enero 90

CROQUIS



DISTRIBUCION DE NIVEL

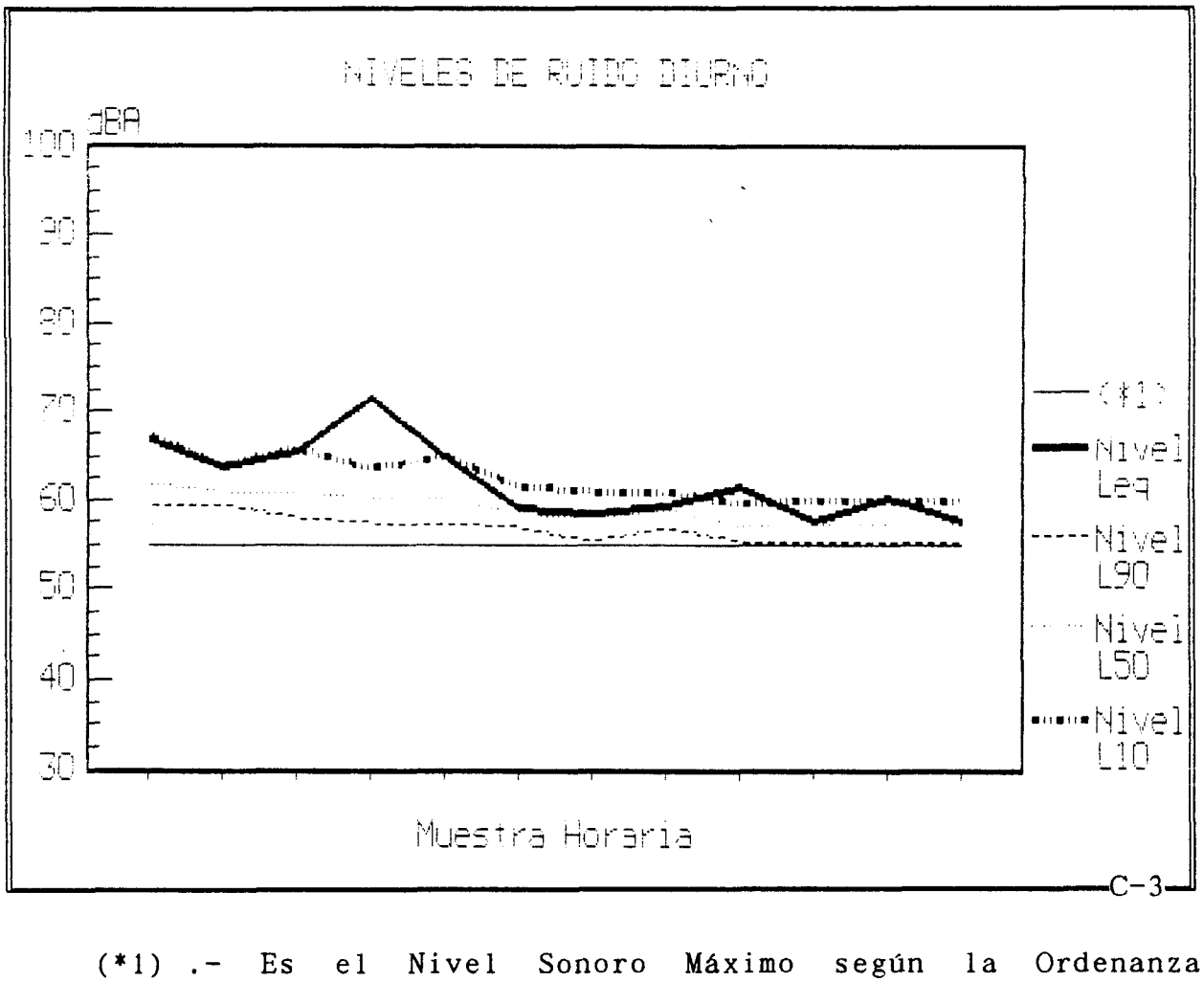
DIURNA

Rango LEQ (dBA)	Porcentaje de las medidas (%)
< 45	0.00
45 a 55	2.02
55 a 65	93.32
65 a 75	4.16
75 a 85	0.39
>85	0.11

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

C-3	NIVELES SONOROS.(dBA)									
HORA	MAXP	MAXL	L(01)	L(10)	L(50)	L(90)	L(99)	MINL	LEQ	SEL
08.50	115.6	88.4	74.8	67.3	61.8	59.3	58.3	57.9	67.0	94.6
10.05	100.5	86.5	71.3	63.8	60.8	59.3	58.3	57.4	63.7	91.3
11.20	101.8	89.3	75.3	65.8	60.8	57.8	56.3	55.5	65.5	93.1
12.35	104.5	98.8	73.3	63.3	59.8	57.3	56.3	55.9	71.6	99.3
13.50	98.2	87.1	77.3	64.8	60.3	57.3	56.3	55.3	64.9	92.6
15.05	94.0	69.7	63.3	61.3	58.3	56.8	55.8	55.0	59.0	86.7
16.20	93.6	69.0	64.8	60.8	57.8	55.3	54.8	45.9	58.5	86.2
17.35	90.5	70.3	63.8	60.8	58.8	56.8	55.8	54.9	59.3	87.0
18.40	95.9	86.4	67.3	59.3	56.8	55.3	53.8	53.6	61.3	89.0
19.40	92.1	65.3	62.3	59.8	57.3	55.3	54.3	46.1	57.7	85.5
20.40	91.8	83.7	65.3	59.8	57.3	55.3	54.3	53.9	60.1	87.7
21.40	92.1	65.3	62.3	59.8	57.3	55.3	54.3	46.1	57.7	85.5
M.D.	97.6	80.0	68.4	62.2	58.9	56.8	55.7	53.1	62.2	89.9

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006



(*1) .- Es el Nivel Sonoro Máximo según la Ordenanza Municipal del Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria (Apendice I).

Como podemos observar hay un nivel sonoro continuo equivalente de 62.2 dB con una σ_d=4.1.

Se trata de una zona de oficinas con horario hasta las 3 de la tarde, podemos observar un pico al mediodia y apartir de la cual empieza a caer. Al ser una zona de aparcamiento y estar practicamente ocupada desde primera hora de la mañana hay poco movimiento de vehículos, salvo la salida al mediodia.

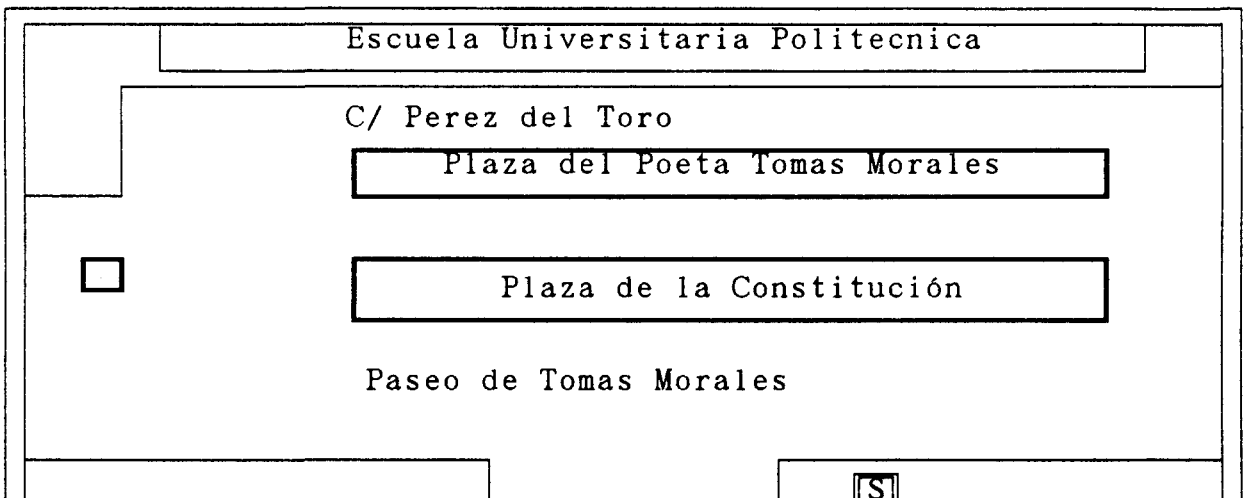
El clima de ruido tiene una dinámica de 6 dB.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

SITUACION : C/ Tomas Morales (Biblioteca Publica).

PUNTO CUADRICULA : D-1 FECHA : Diciembre 89

CROQUIS



DISTRIBUCION DE NIVEL

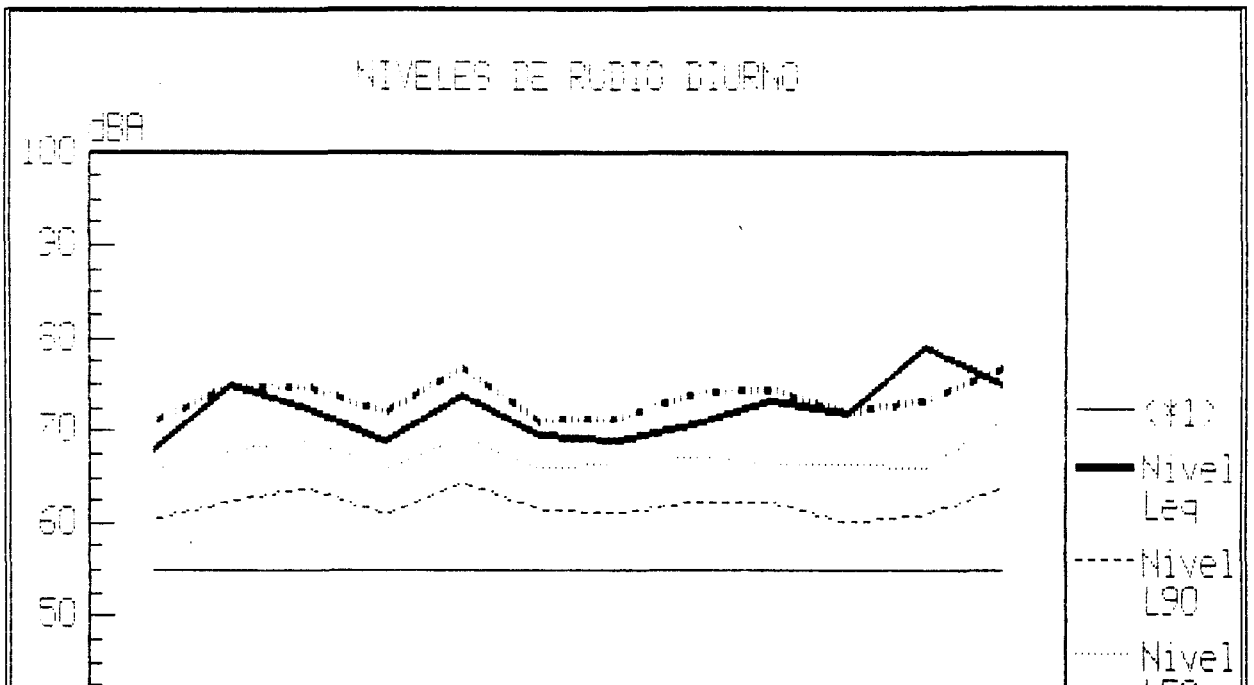
DIURNA

Rango LEQ (dBA)	Porcentaje de las medidas (%)
< 45	0.00
45 a 55	0.01
55 a 65	32.30
65 a 75	59.86
75 a 85	7.17
>85	0.65

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

D-1	NIVELES SONOROS.(dBA)									
HORA	MAXP	MAXL	L(01)	L(10)	L(50)	L(90)	L(99)	MINL	LEQ	SEL
08.00	101.8	83.0	77.3	70.8	65.8	60.3	57.3	56.1	68.1	95.8
09.15	108.0	96.5	87.3	74.8	67.8	62.3	59.3	58.1	75.0	102.7
10.30	103.1	87.9	83.8	74.8	68.8	63.8	61.3	59.8	72.3	100.0
11.45	101.1	84.0	78.8	71.8	65.8	60.8	56.3	54.9	68.9	96.6
13.00	103.4	91.5	85.3	76.8	69.3	64.3	60.8	59.1	73.8	101.5
14.15	109.1	89.3	78.8	70.8	65.8	61.3	57.3	56.3	69.4	97.0
15.30	96.9	82.1	79.3	71.3	66.3	60.8	55.8	55.2	68.8	96.5
16.45	104.7	87.1	79.8	73.8	67.3	62.3	59.8	57.4	70.6	98.3
18.00	111.0	92.6	85.3	74.3	66.3	62.3	59.8	58.0	73.1	100.7
19.00	115.1	94.5	83.3	71.8	66.3	59.8	57.3	56.2	71.7	99.3
20.00	125.1	105.8	87.3	73.3	65.8	60.8	58.8	57.3	79.0	106.6
21.00	110.0	94.7	85.8	76.8	70.8	63.8	60.8	59.8	75.0	102.7
M.D.	107.4	90.8	82.7	73.4	67.2	61.9	58.7	57.4	72.1	99.8

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006



(*1) .- Es el Nivel Sonoro Máximo según la Ordenanza Municipal del Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria (Apendice I).

Como podemos observar hay un nivel sonoro continuo equivalente de 72.1 dB con una σ_d=3.2.

Es una calle principal con pequeñas plazoletas alrededor, se producen altibajos con la salida y entrada a los institutos y trabajos, a las 9, 13, 18 y 20 horas.

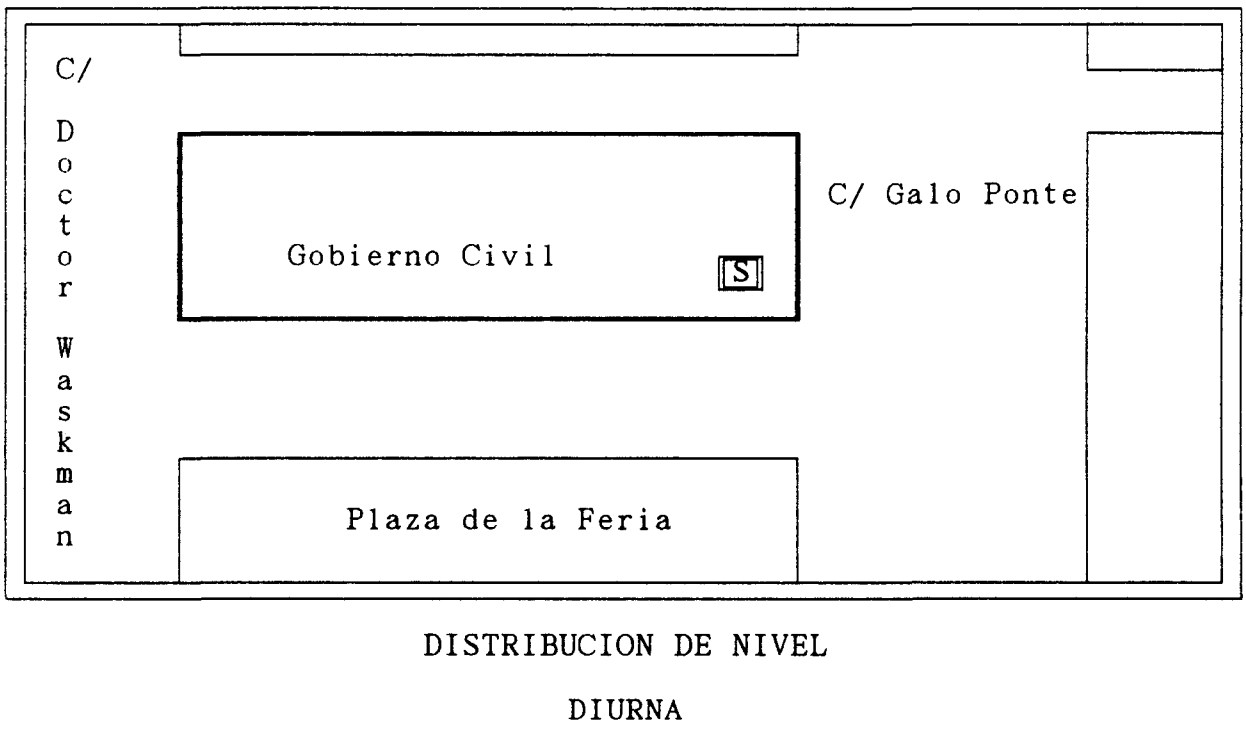
El clima de ruido tiene una dinámica de 12 dB.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

SITUACION : C/ Galo Ponte (Gobierno Civil).

PUNTO CUADRICULA : D-2 FECHA : Diciembre 89

CROQUIS



DISTRIBUCION DE NIVEL

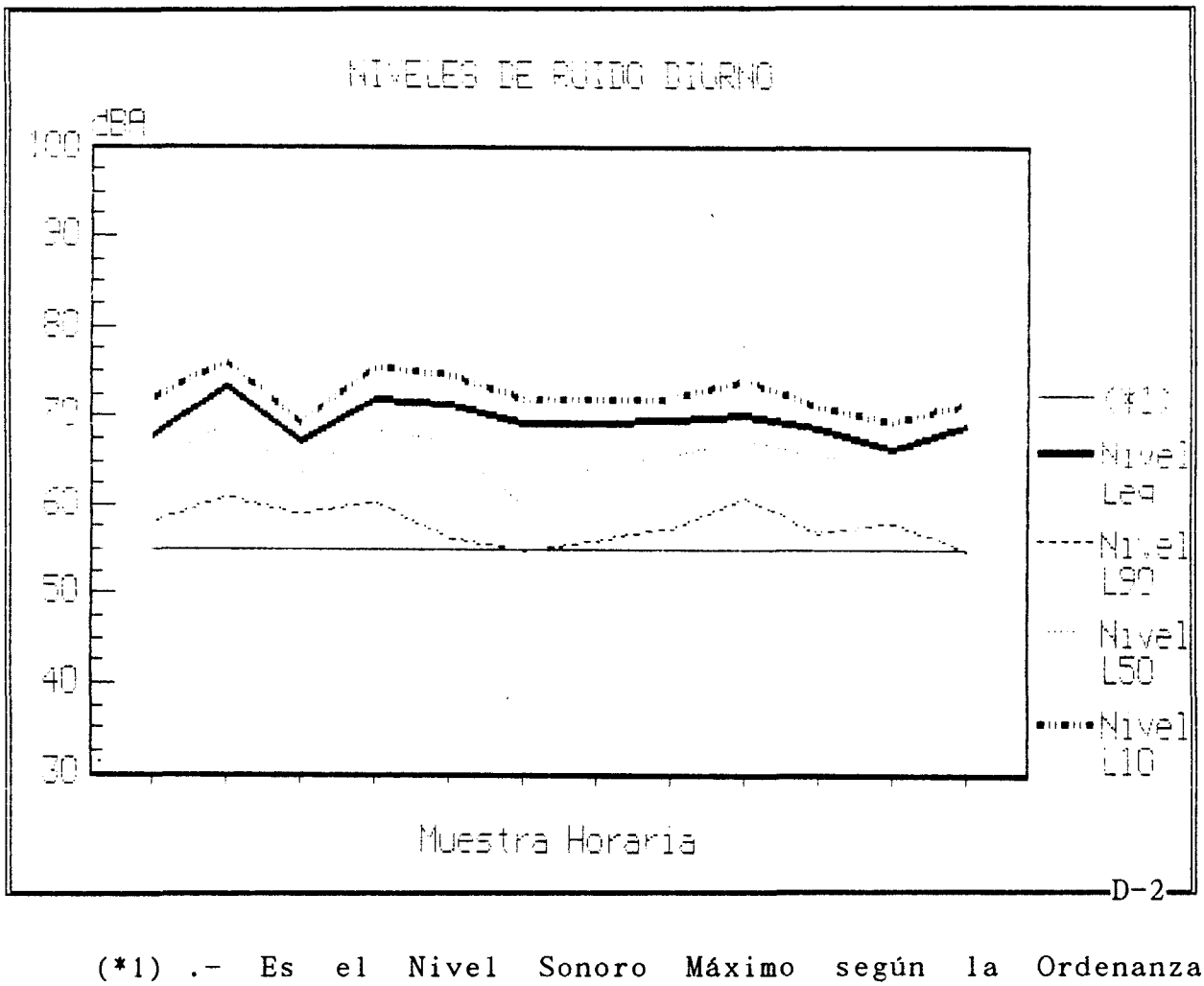
DIURNA

Rango LEQ (dBA)	Porcentaje de las medidas (%)
< 45	0.00
45 a 55	3.60
55 a 65	45.64
65 a 75	45.65
75 a 85	4.90
>85	0.21

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

D-2	NIVELES SONOROS.(dBA)									
HORA	MAXP	MAXL	L(01)	L(10)	L(50)	L(90)	L(99)	MINL	LEQ	SEL
8.25	102.3	81.4	76.3	71.8	64.3	57.8	55.8	55.4	67.7	95.5
9.40	108.0	91.6	84.8	75.8	68.8	60.8	56.3	54.8	73.2	100.9
10.55	99.6	89.4	76.3	69.3	63.3	58.8	56.8	55.2	67.3	95.0
12.10	101.1	85.2	82.3	75.3	68.3	60.3	56.8	55.7	71.9	99.6
13.25	105.6	87.7	81.3	74.3	66.8	56.3	54.3	53.0	71.1	98.8
14.40	110.9	88.6	80.8	71.8	59.8	54.8	52.8	52.4	69.2	96.9
15.55	99.0	84.6	79.8	71.8	64.3	55.8	53.8	53.5	69.1	96.8
17.10	103.2	87.2	80.3	71.8	65.3	57.3	54.8	50.6	69.6	97.3
18.20	103.9	82.1	79.3	73.8	67.3	60.8	54.3	53.5	70.2	97.9
19.20	105.4	86.8	79.3	70.8	65.3	56.8	53.8	53.6	68.5	96.2
20.20	103.5	79.6	76.3	69.3	64.3	57.8	55.8	55.1	66.3	94.1
21.20	100.0	88.5	79.8	71.3	61.8	54.8	52.8	51.6	68.9	96.6
M.D.	103.5	86.1	79.7	72.3	65.0	57.7	54.8	53.7	69.4	97.1

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006



(*1) .- Es el Nivel Sonoro Máximo según la Ordenanza Municipal del Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria (Apendice I).

Como podemos observar hay un nivel sonoro continuo equivalente de 69.4 dB con una σ_d=1.9.

Es una calle secundaria con un parque, presenta altibajos, siendo la media no excesivamente alta comparada con zonas similares, aunque sigue siendo elevada.

trabajos, a las 9, 13, 18 y 20 horas.

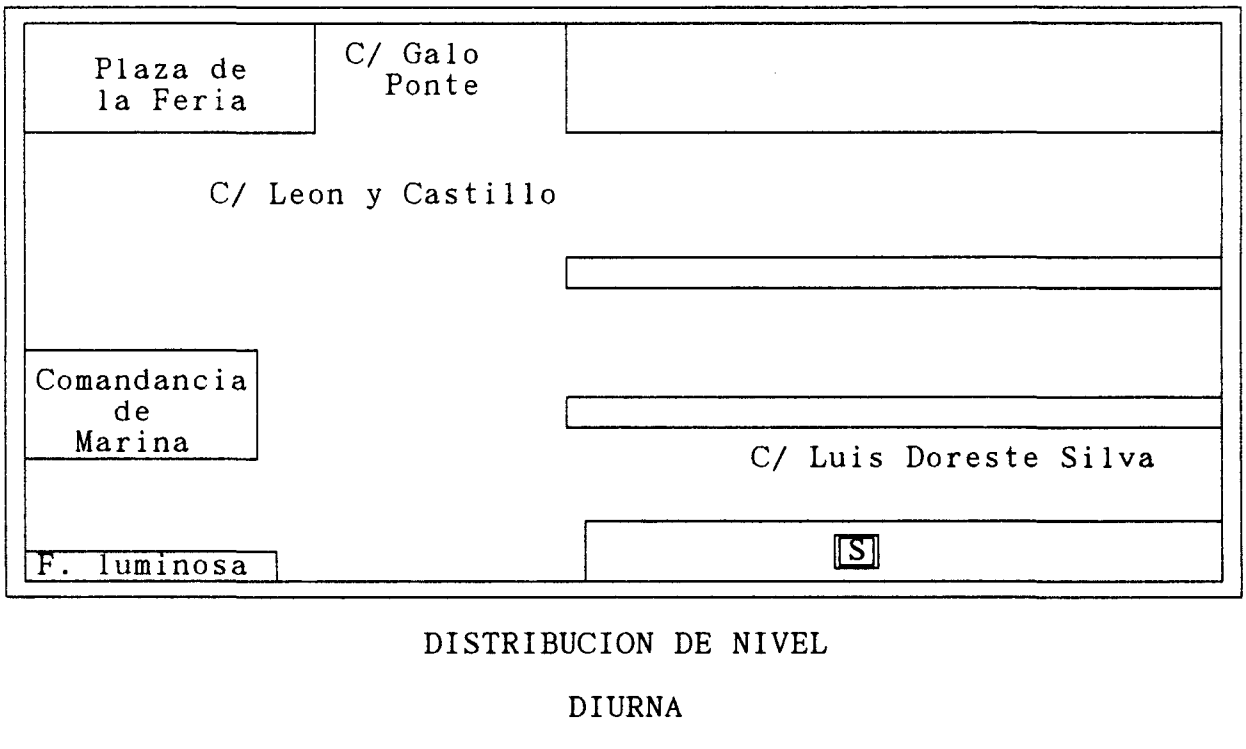
El clima de ruido tiene una dinámica de 15 dB.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

SITUACION : C/ Luis Doreste Silva N-2 (Colegio Oficial de Arquitectos de Canarias).

PUNTO CUADRICULA : D-3 FECHA : Diciembre 89

CROQUIS



DISTRIBUCION DE NIVEL

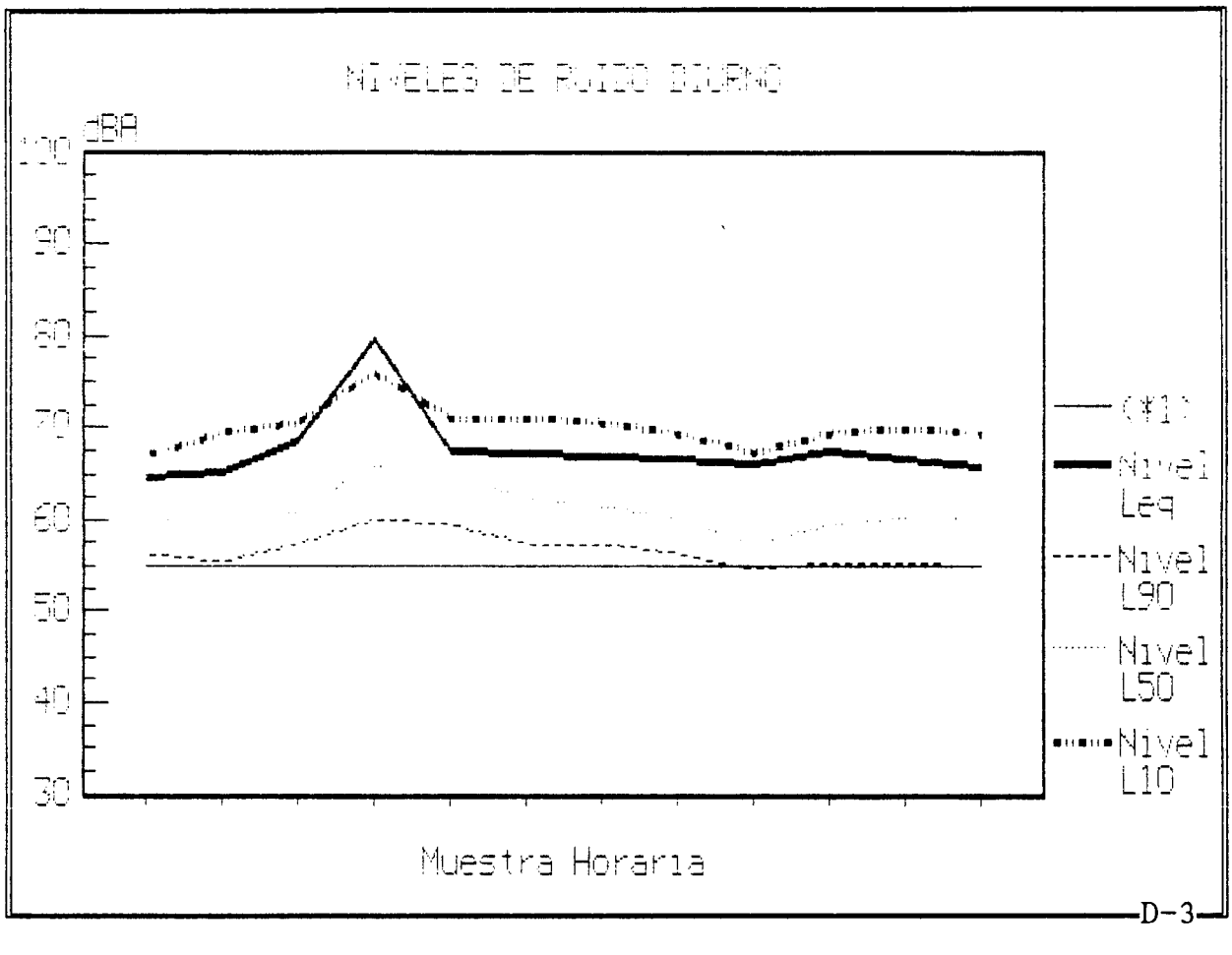
DIURNA

Rango LEQ (dBA)	Porcentaje de las medidas (%)
< 45	0.00
45 a 55	4.50
55 a 65	67.17
65 a 75	25.55
75 a 85	2.50
>85	0.28

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

D-3	NIVELES SONOROS.(dBA)									
HORA	MAXP	MAXL	L(01)	L(10)	L(50)	L(90)	L(99)	MINL	LEQ	SEL
08.50	99.5	84.2	74.3	66.8	59.8	56.3	54.8	54.1	64.6	92.3
10.05	101.3	80.8	75.3	69.3	59.3	55.3	53.8	53.3	65.2	92.9
11.20	107.4	90.4	78.3	70.3	60.8	57.3	55.8	54.9	68.6	96.3
12.35	113.2	102.1	90.3	75.8	65.8	59.8	55.3	54.4	79.5	107.2
13.50	99.7	81.6	77.3	70.8	64.8	59.3	56.3	55.2	67.6	95.3
15.05	100.1	84.6	78.3	70.8	62.3	57.3	56.3	55.7	67.3	95.0
16.20	98.1	82.0	77.8	70.3	61.3	57.3	55.8	55.0	66.9	94.6
17.35	101.4	83.3	78.3	69.3	59.8	56.3	54.8	54.4	66.5	94.2
18.40	111.2	89.5	77.3	67.3	57.3	54.3	52.3	51.9	66.1	93.7
19.40	105.9	88.5	78.3	69.3	59.3	55.3	53.8	53.2	67.4	95.1
20.40	104.7	83.6	77.8	69.8	60.3	55.3	53.3	52.9	66.5	94.2
21.40	97.7	80.4	75.8	69.3	59.8	54.8	52.3	51.8	65.7	93.3
M.D.	103.4	85.9	78.3	69.9	60.9	56.6	54.6	53.9	67.7	95.3

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006



(*1) .- Es el Nivel Sonoro Máximo según la Ordenanza Municipal del Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria (Apendice I).

Como podemos observar hay un nivel sonoro continuo equivalente de 67.7 dB con una σ_d=3.7.

Es una calle secundaria con poca densidad de vehículos en esa zona aunque más adelante se une con otra de mayor tráfico, se puede observar un pico al mediodia bastante elevado y el ruido se debe principalmente a calles adyacentes.

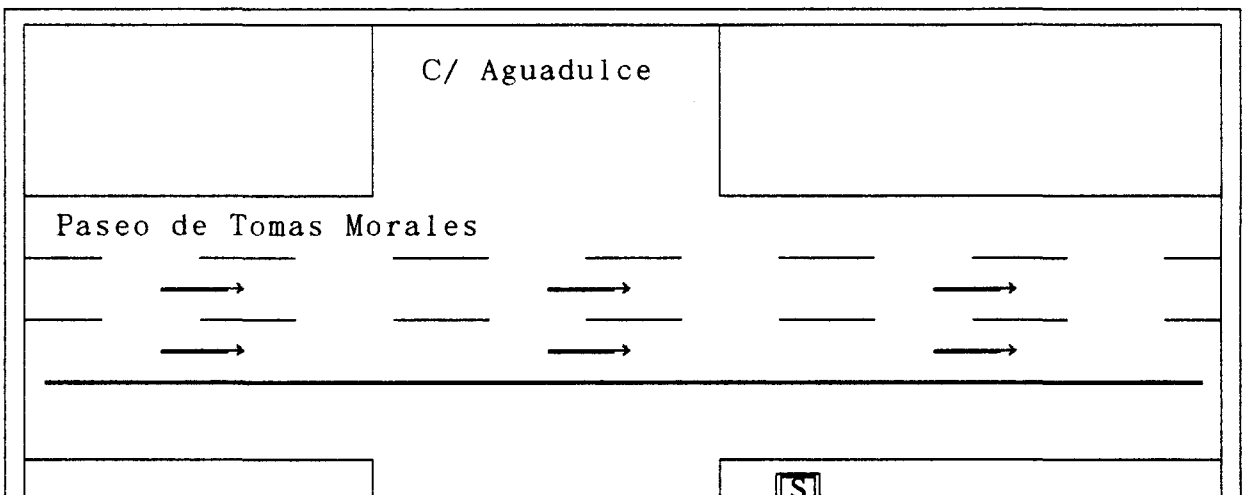
El clima de ruido tiene una dinámica de 14 dB.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

SITUACION : C/ Tomas Morales nº 88 - C/ Angel Guimera.

PUNTO CUADRICULA : E-1 FECHA : Diciembre 89

CROQUIS



DISTRIBUCION DE NIVEL

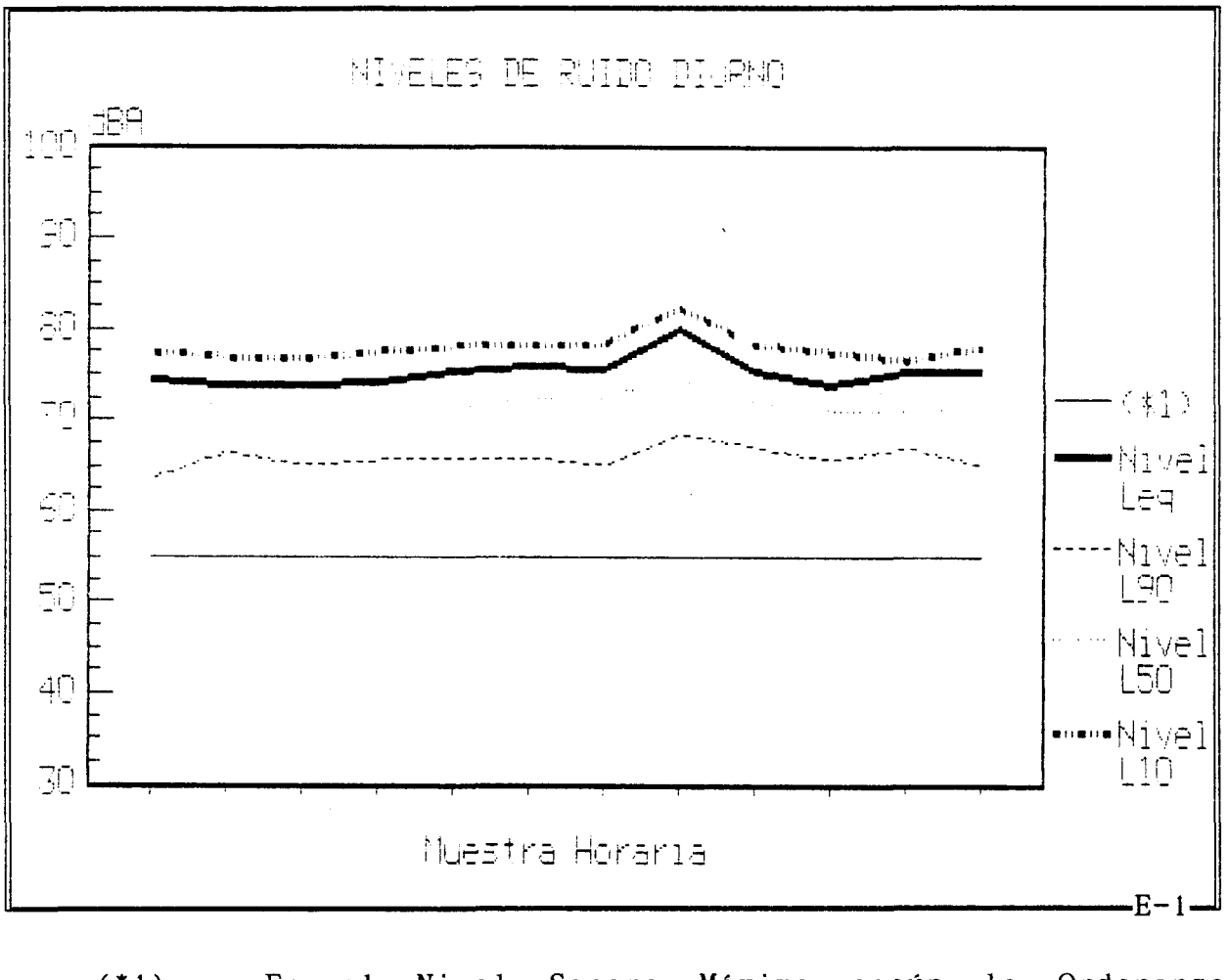
DIURNA

Rango LEQ (dBA)	Porcentaje de las medidas (%)
< 45	0.00
45 a 55	0.00
55 a 65	7.89
65 a 75	69.71
75 a 85	20.99
>85	1.41

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

E-1	NIVELES SONOROS.(dBA)									
HORA	MAXP	MAXL	L(01)	L(10)	L(50)	L(90)	L(99)	MINL	LEQ	SEL
08.00	105.0	89.1	84.8	77.3	71.3	63.3	58.3	57.6	74.4	102.1
09.15	102.6	85.0	82.3	76.8	71.8	66.3	61.3	59.7	73.9	101.6
10.30	113.7	90.0	84.8	76.3	70.8	64.8	59.8	58.8	73.9	101.6
11.45	106.8	87.2	82.3	77.3	71.8	65.3	58.3	57.1	74.1	101.8
13.00	107.9	91.3	86.3	77.8	71.3	65.8	61.3	59.0	75.4	103.1
14.15	106.4	91.4	86.8	78.3	72.3	65.8	62.3	61.2	75.8	103.5
15.30	109.2	92.0	86.3	78.3	72.3	64.8	59.3	57.7	75.5	103.1
16.45	115.4	96.3	92.8	82.3	74.3	68.3	64.3	63.4	79.9	107.7
18.00	110.8	90.3	85.8	78.3	71.8	66.8	64.3	63.8	75.4	103.0
19.00	104.4	84.7	83.3	77.3	70.8	65.3	62.8	60.4	73.7	101.4
20.00	112.5	95.3	85.8	76.3	70.8	66.8	64.3	62.9	75.2	102.9
21.00	108.3	93.4	85.8	77.8	71.3	64.8	59.8	58.3	75.4	103.2
M.D.	108.6	90.5	85.6	77.8	71.7	65.7	61.3	60.0	75.2	102.9

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006



(*1) .- Es el Nivel Sonoro Máximo según la Ordenanza Municipal del Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria (Apendice I).

Como podemos observar hay un nivel sonoro continuo equivalente de 75.2 dB con una σ_d=1.6.

Es un punto similar al D-1 con un nivel un poco más elevado al ser la calle en forma de " U " y si plazoletas.

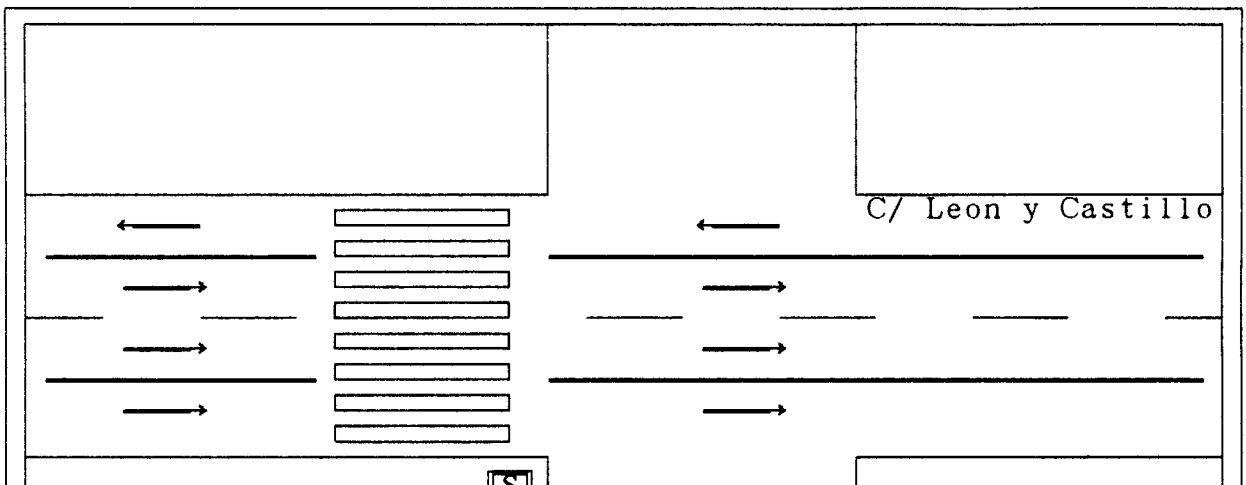
El clima de ruido tiene una dinámica de 12 dB.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

SITUACION : C/ Leon y Castillo nº 111.

PUNTO CUADRICULA : E-3 FECHA : Diciembre 89 - Enero 90

CROQUIS



DISTRIBUCION DE NIVEL DIURNA

Rango LEQ (dBA)	Porcentaje de las medidas (%)
< 45	0.00
45 a 55	0.00
55 a 65	15.76
65 a 75	66.21
75 a 85	16.57
>85	1.46

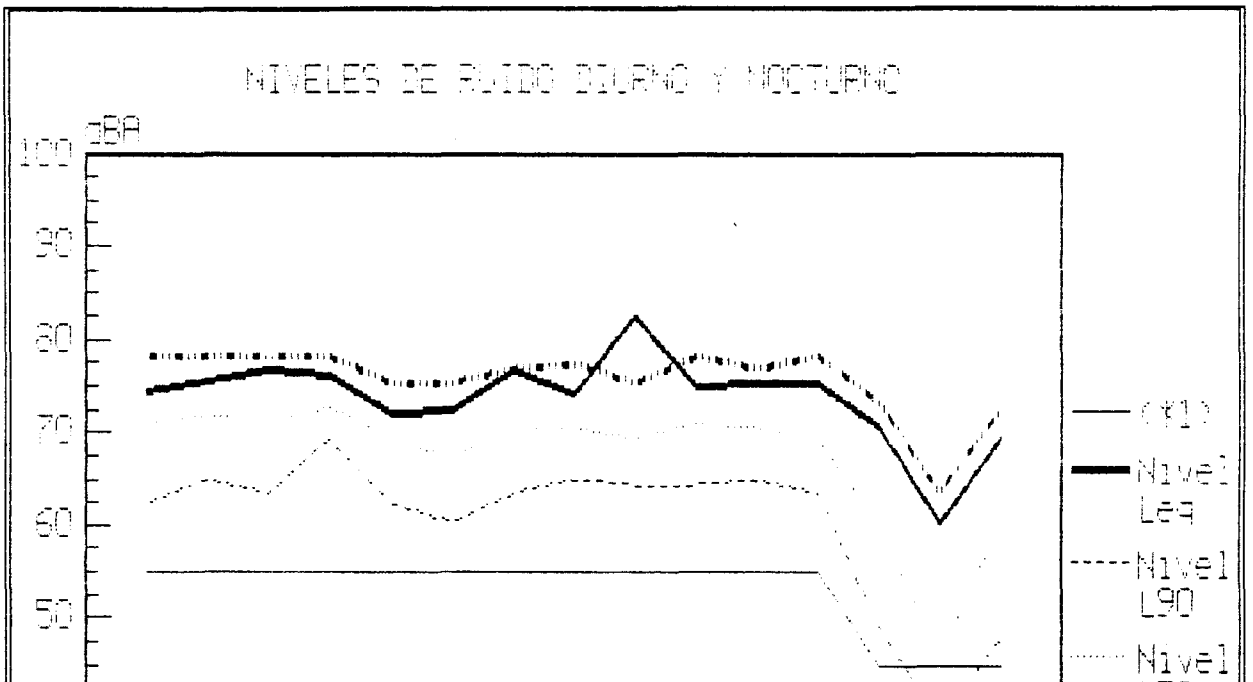
DISTRIBUCION DE NIVEL NOCTURNA

Rango LEQ (dBA)	Porcentaje de las medidas (%)
< 45	16.62
45 a 55	30.72
55 a 65	28.28
65 a 75	20.75
75 a 85	3.42
>85	0.21

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

E-3	NIVELES SONOROS.(dBA)									
HORA	MAXP	MAXL	L(01)	L(10)	L(50)	L(90)	L(99)	MINL	LEQ	SEL
8.25	110.1	88.0	84.3	77.8	70.8	62.3	56.3	55.8	74.5	102.1
9.40	107.1	89.5	86.8	78.3	71.8	64.8	60.3	59.5	75.5	103.3
10.55	110.8	95.8	88.8	77.8	70.8	63.3	59.8	59.5	76.6	104.3
12.10	107.6	91.1	86.8	78.3	72.8	69.3	66.8	65.5	76.0	103.7
13.25	107.1	87.2	81.8	75.3	69.3	62.3	57.8	57.3	72.1	99.8
14.40	106.0	88.5	84.3	75.3	67.3	60.3	57.3	55.6	72.4	100.1
15.55	113.6	96.5	89.3	76.8	70.3	63.3	60.8	59.3	76.7	104.4
17.10	112.7	91.9	83.3	77.3	70.3	64.8	61.8	60.8	74.1	101.8
18.20	119.1	106.1	95.3	75.3	69.3	64.3	58.3	56.4	82.6	110.3
19.20	107.4	88.9	85.8	78.3	70.8	64.3	59.8	58.5	75.1	102.8
20.20	103.9	96.7	86.3	76.8	70.3	64.8	62.3	60.3	75.2	102.9
21.20	108.5	90.3	86.8	78.3	69.3	63.3	59.8	58.8	75.3	103.0
00.05	115.2	96.3	81.8	73.3	60.3	49.3	45.8	44.9	70.5	101.2
03.15	96.0	77.3	73.3	63.3	45.8	38.8	36.8	35.8	60.3	91.0
06.15	106.2	90.7	81.3	72.3	59.8	47.8	44.3	42.9	69.6	100.4
M.D.	109.5	92.5	86.6	77.1	70.3	63.9	60.1	58.9	75.5	103.2
M.N.	105.8	88.1	78.8	69.6	55.3	45.3	42.3	41.2	66.8	97.5
M.T.	108.8	91.7	85.1	75.6	67.3	60.2	56.5	55.4	73.8	102.1

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006



(*1) .- Es el Nivel Sonoro Máximo según la Ordenanza Municipal del Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria (Apendice I).

Como podemos observar hay un nivel sonoro continuo equivalente de 75.5 dB con una σ_d=2.5 y uno nocturno de 66.8 dB y σ_n=4.6 que son bastantes elevados.

El clima de ruido tiene una dinámica de 12 dB de dia y 24 dB de noche. Los niveles son similares a puntos anteriores.

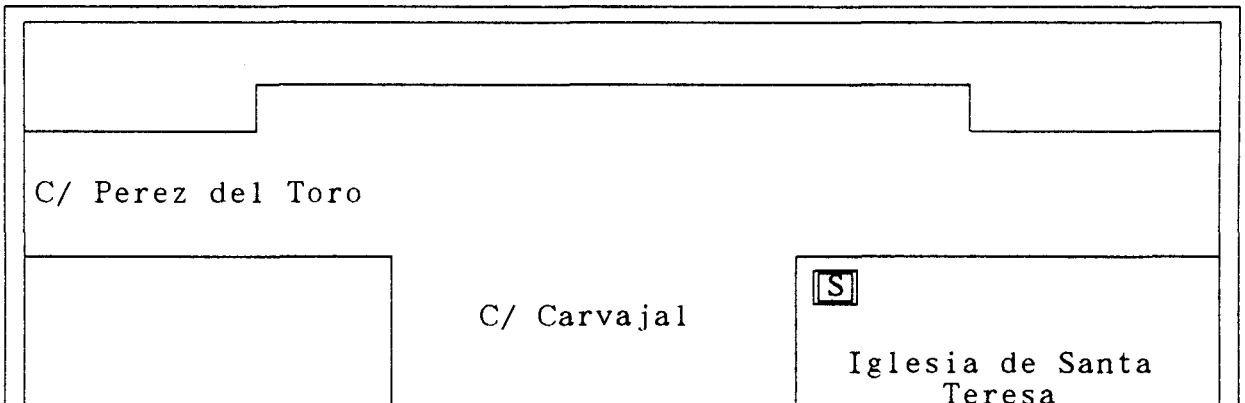
El nivel dia/noche que es la media del L_{eq} a lo largo de las 24 horas es de L_{dn}= 76.1 dB.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

SITUACION : C/ Carvajal nº81 - C/ Perez del Toro nº41.

PUNTO CUADRICULA : F-1 FECHA : Marzo 90.

CROQUIS



DISTRIBUCION DE NIVEL DIURNA

Rango LEQ (dBA)	Porcentaje de las medidas (%)
< 45	0.00
45 a 55	1.62
55 a 65	28.43
65 a 75	59.18
75 a 85	9.75
>85	1.02

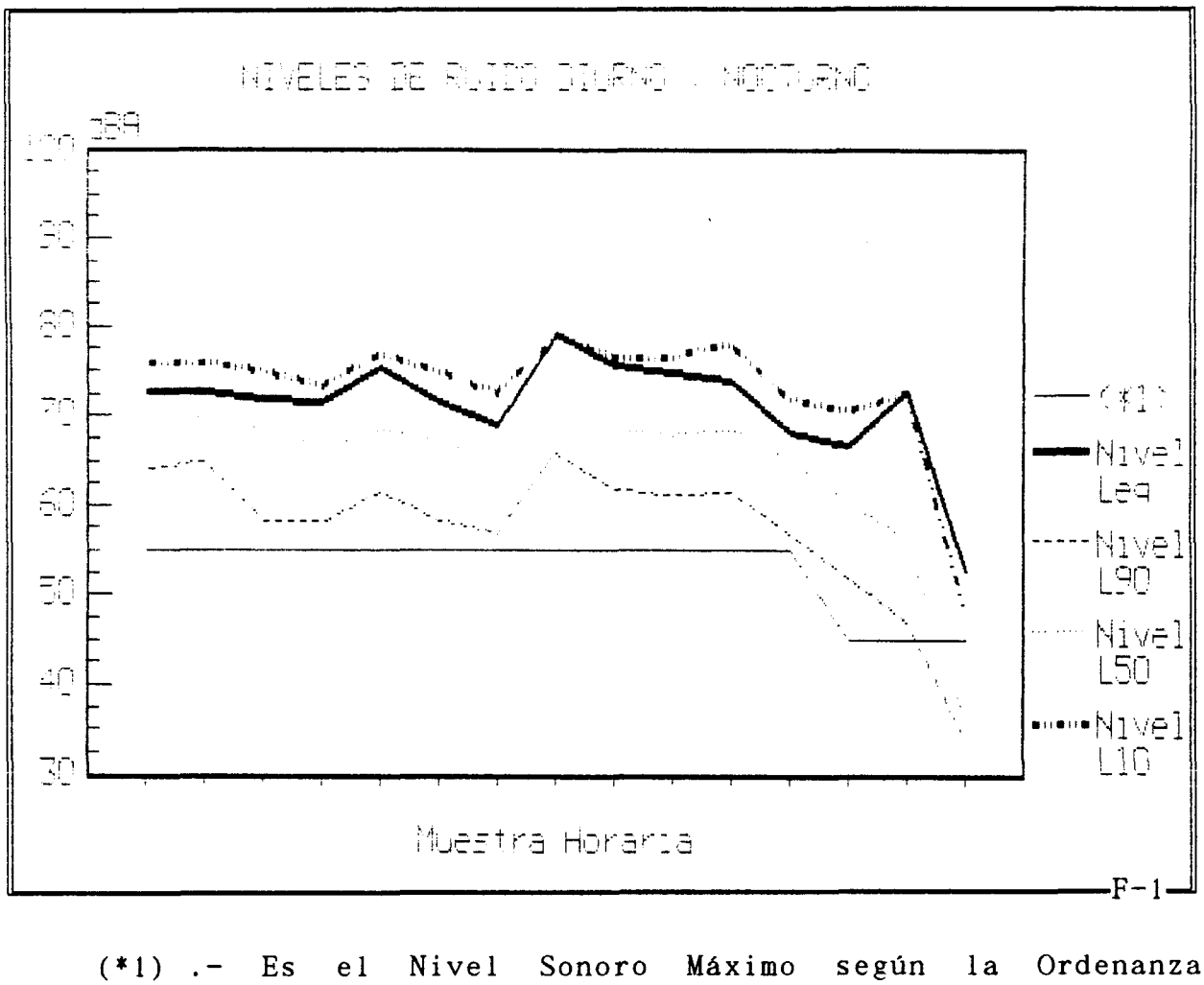
DISTRIBUCION DE NIVEL NOCTURNA

Rango LEQ (dBA)	Porcentaje de las medidas (%)
< 45	29.13
45 a 55	25.82
55 a 65	27.30
65 a 75	15.02
75 a 85	1.70
>85	1.02

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

F-1	NIVELES SONOROS.(dBA)									
HORA	MAXP	MAXL	L(01)	L(10)	L(50)	L(90)	L(99)	MINL	LEQ	SEL
08.00	101.3	88.8	83.3	75.8	68.8	63.8	58.8	56.7	72.7	100.4
09.15	103.0	88.4	82.3	75.8	69.8	64.8	61.8	60.8	72.8	100.5
10.30	107.8	91.3	80.8	74.8	68.3	58.3	53.8	52.0	71.7	99.4
11.45	102.0	89.4	83.3	73.3	66.3	57.8	54.3	52.8	71.4	99.1
13.00	111.4	95.8	86.8	76.8	68.3	61.3	56.3	54.1	75.4	103.1
14.15	105.5	88.2	81.8	74.8	66.8	58.3	54.8	53.9	71.5	99.6
15.30	104.7	83.2	79.3	72.3	64.8	56.8	52.3	51.3	69.0	96.7
16.45	114.6	101.8	89.3	78.8	71.3	65.8	61.8	59.5	79.0	106.7
18.00	110.1	96.0	88.3	76.3	68.3	61.8	57.8	56.2	75.5	103.2
19.00	108.6	90.7	87.8	76.3	67.8	60.8	57.8	56.5	74.7	100.2
20.00	104.5	89.1	84.3	77.8	68.3	61.3	58.3	57.4	73.8	101.5
21.00	99.3	83.0	75.8	71.8	64.8	56.8	52.3	50.2	67.9	95.6
22.10	103.5	85.4	77.8	70.3	60.3	51.8	47.8	46.7	66.7	97.5
01.00	105.2	90.0	86.8	72.3	56.3	46.8	43.3	42.4	72.7	103.4
04.45	93.0	74.1	67.8	47.8	35.8	33.8	62.8	62.2	52.8	83.4
M.D.	106.1	90.5	83.6	75.4	67.8	60.6	56.7	55.1	73.0	100.5
M.N.	100.6	83.2	77.5	63.5	50.8	77.1	51.3	50.4	64.1	94.8
M.T.	105.0	89.0	82.4	73.0	64.4	57.3	55.6	54.2	71.2	99.4

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006



(*1) .- Es el Nivel Sonoro Máximo según la Ordenanza Municipal del Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria (Apendice I).

Como podemos observar hay un nivel sonoro continuo equivalente de 73.0 dB con una σ_d=2.9 y uno nocturno de 64.1 dB y σ_n=8.3. Es una calle estrecha con forma de " U ".

El clima de ruido tiene una dinámica de 15 dB de dia y 20 dB de noche. El nivel elevado a la 1 de la madrugada es debido al servicio de recogida de basuras.

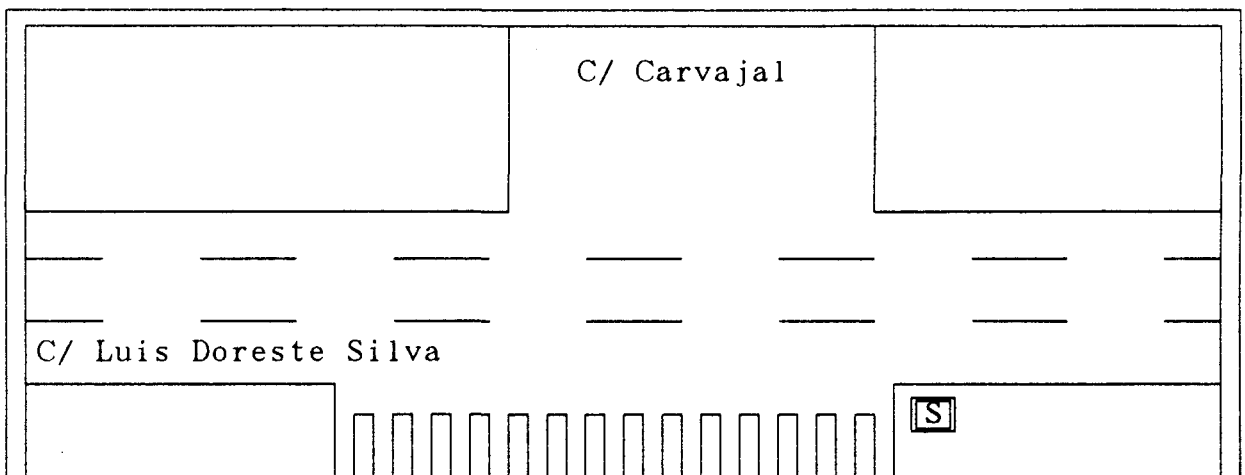
El nivel dia/noche que es la media del L_{eq} a lo largo de las 24 horas es de L_{dn}= 73.5 dB.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

SITUACION : C/ Carvajal - C/ Luis Doreste silva.

PUNTO CUADRICULA : F-2 FECHA : Marzo 90.

CROQUIS



DISTRIBUCION DE NIVEL

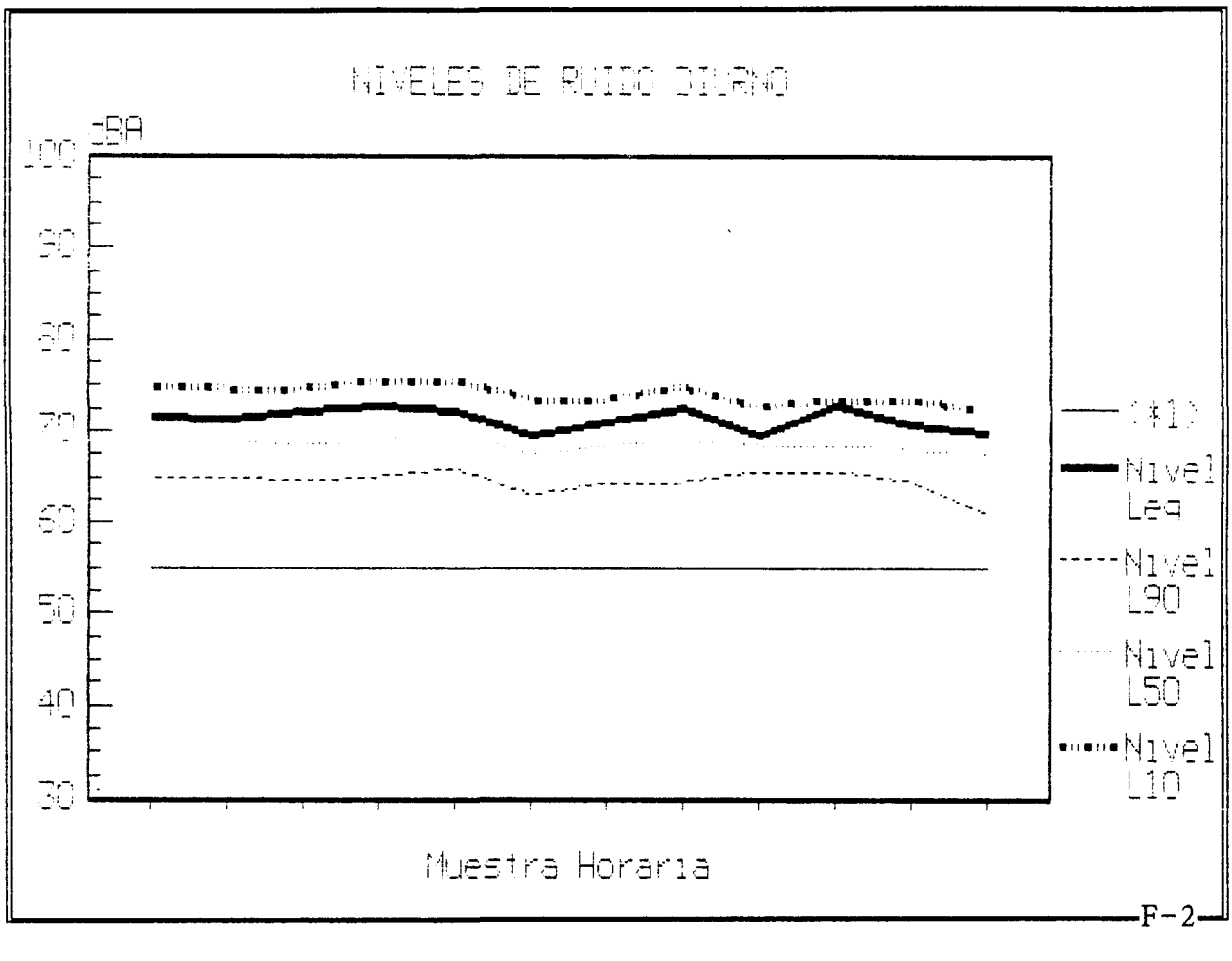
DIURNA

Rango LEQ (dBA)	Porcentaje de las medidas (%)
< 45	0.00
45 a 55	0.00
55 a 65	14.53
65 a 75	78.34
75 a 85	6.90
>85	0.24

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

F-2	NIVELES SONOROS.(dBA)									
HORA	MAXP	MAXL	L(01)	L(10)	L(50)	L(90)	L(99)	MINL	LEQ	SEL
8.25	101.1	85.1	79.3	74.8	69.3	64.8	62.3	60.1	71.4	99.1
9.40	104.2	87.6	79.3	74.3	68.8	64.8	61.8	59.1	71.2	99.0
10.55	101.5	89.8	83.3	74.3	68.3	64.3	62.8	61.2	72.2	99.9
12.10	109.7	91.7	82.3	75.3	68.8	64.8	62.8	61.4	72.8	100.5
13.25	108.5	86.4	80.8	75.3	69.8	65.8	63.3	62.5	72.2	99.9
14.40	100.1	80.2	77.8	73.3	67.3	62.8	58.3	55.0	69.5	97.2
15.55	98.1	84.8	80.3	73.3	68.3	64.3	62.3	60.0	70.9	98.6
17.10	105.2	90.0	83.3	74.8	68.8	64.3	62.8	60.6	72.3	100.0
18.20	97.4	78.6	76.8	72.3	68.3	65.3	62.3	61.4	69.6	97.3
19.20	104.9	94.2	83.3	73.3	68.3	65.3	62.8	62.2	72.8	99.6
20.20	96.9	91.0	79.3	73.3	67.8	64.3	61.8	58.0	70.7	98.4
21.20	105.8	88.3	78.8	71.8	67.3	60.8	56.8	56.1	69.7	97.4
M.D.	102.4	87.3	80.4	73.8	68.4	64.3	61.7	59.8	71.3	98.9

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006



(*1) .- Es el Nivel Sonoro Máximo según la Ordenanza Municipal del Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria (Apendice I).

Como podemos observar hay un nivel sonoro continuo equivalente de 71.3 dB con una σ_d=1.2.

El clima de ruido tiene una dinámica de 10 dB.

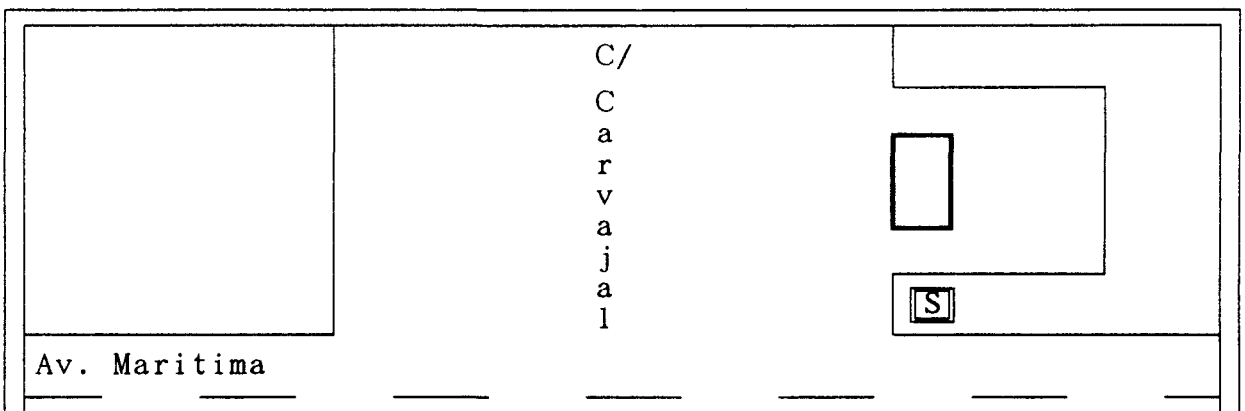
Presenta un nivel medio sin muchos altibajos callendo a partir de las 21 horas.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Bibliotecas Universitaria, 2006

SITUACION : C/ Carvajal - Av. Maritima.

PUNTO CUADRICULA : F-3 FECHA : Marzo 90.

CROQUIS



DISTRIBUCION DE NIVEL

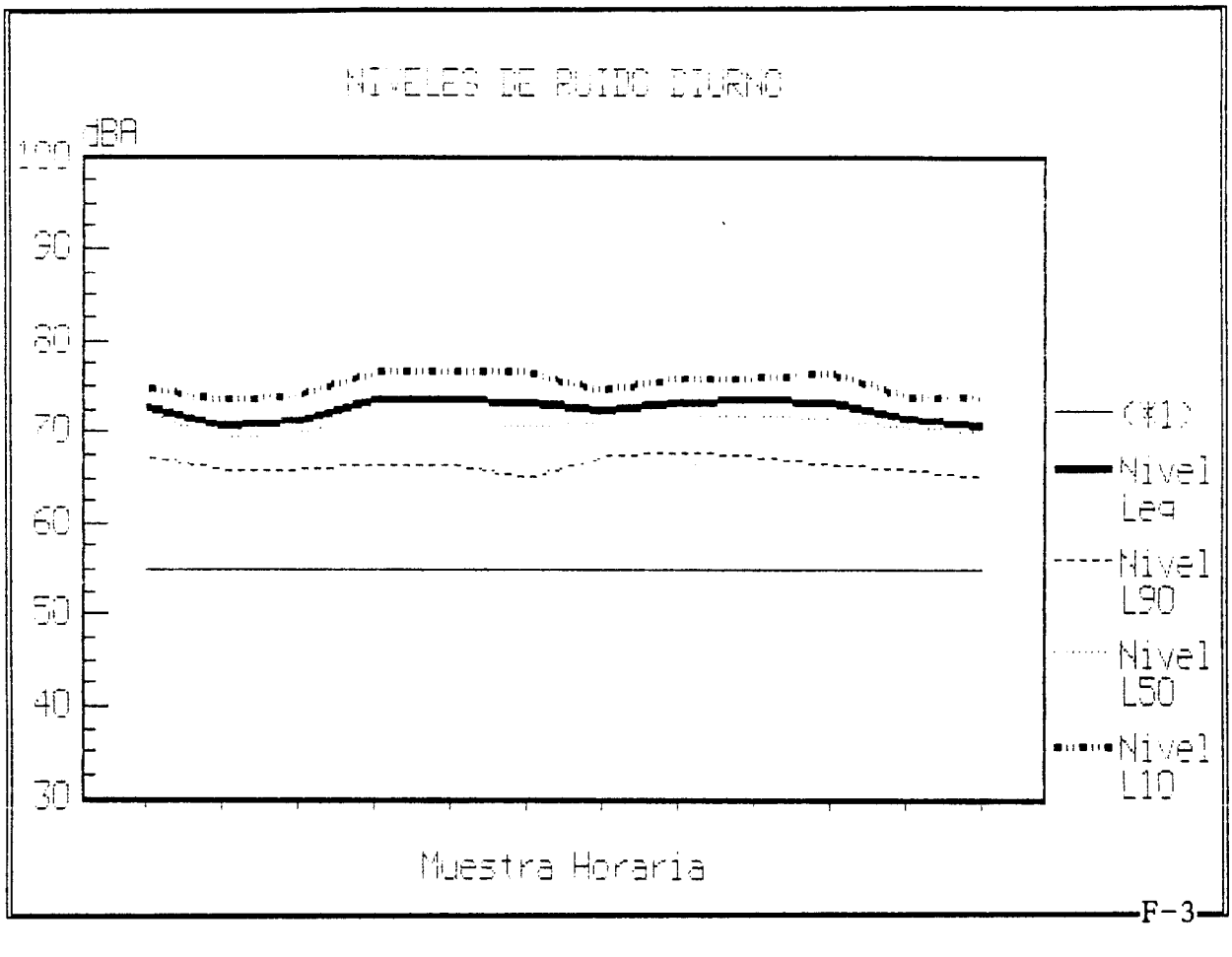
DIURNA

Rango LEQ (dBA)	Porcentaje de las medidas (%)
< 45	0.00
45 a 55	0.00
55 a 65	5.11
65 a 75	84.04
75 a 85	10.70
>85	0.16

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

F-3	NIVELES SONOROS.(dBA)									
HORA	MAXP	MAXL	L(01)	L(10)	L(50)	L(90)	L(99)	MINL	LEQ	SEL
08.50	105.5	86.2	79.8	74.8	71.8	67.3	63.8	62.2	72.8	100.4
10.05	91.8	78.6	75.8	73.3	69.3	65.8	62.3	59.9	70.5	98.2
11.20	98.4	80.9	78.3	73.8	69.8	65.8	61.8	60.6	71.1	98.8
12.35	110.6	85.7	81.8	76.3	71.3	66.3	64.3	63.5	73.4	101.1
13.50	101.2	85.7	82.3	76.8	70.8	66.3	63.8	61.8	73.4	101.1
15.05	104.0	87.1	82.3	76.3	70.3	64.8	60.3	58.7	73.1	100.8
16.20	104.2	86.5	81.8	74.3	70.8	67.3	64.8	64.3	72.5	100.1
17.35	105.7	88.5	81.3	75.8	71.8	67.8	65.3	64.3	73.3	101.0
18.40	107.7	86.0	85.8	75.8	71.8	67.3	64.3	63.8	73.4	101.1
19.40	104.6	86.8	80.8	76.3	71.3	66.3	63.3	62.8	73.2	100.0
20.40	100.6	84.4	79.3	73.8	70.3	65.8	61.8	61.3	71.4	99.2
21.40	100.1	78.8	76.3	73.8	69.8	64.8	61.3	60.2	70.7	98.5
M.D.	102.9	84.6	80.5	75.1	70.8	66.3	63.1	62.0	72.4	100.0

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006



(*1) .- Es el Nivel Sonoro Máximo según la Ordenanza Municipal del Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria (Apendice I).

Como podemos observar hay un nivel sonoro continuo equivalente de 72.4 dB con una σ_d=1.1.

El clima de ruido tiene una dinámica de 9 dB.

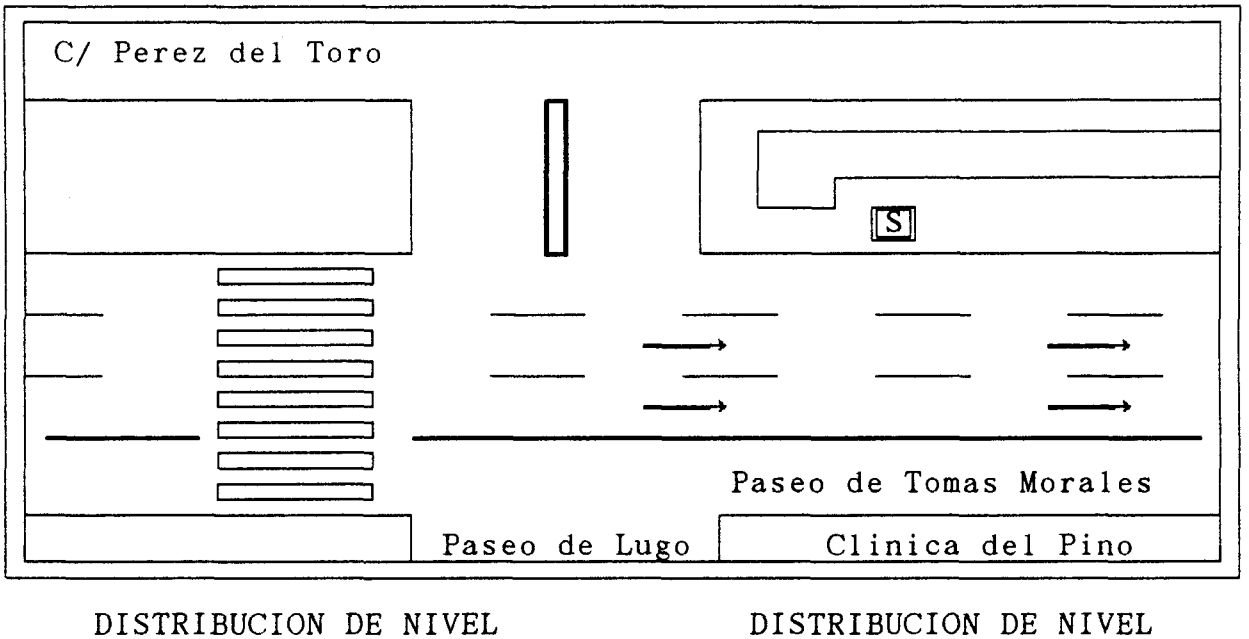
Se trata de la misma calle anterior en su zona proxima a la Avenida Maritima, poco que destacar, se mantiene más constante debido al flujo elevado durante todo el dia de la Avenida proxima.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

SITUACION : C/ Tomas Morales nº 101 (Cl. Ntra. Sra. del Pino).

PUNTO CUADRICULA : G-1 FECHA : Abril 90

CROQUIS



DISTRIBUCION DE NIVEL DIURNA

Rango LEQ (dBA)	Porcentaje de las medidas (%)
< 45	0.00
45 a 55	0.00
55 a 65	25.88
65 a 75	49.16
75 a 85	23.94
>85	1.02

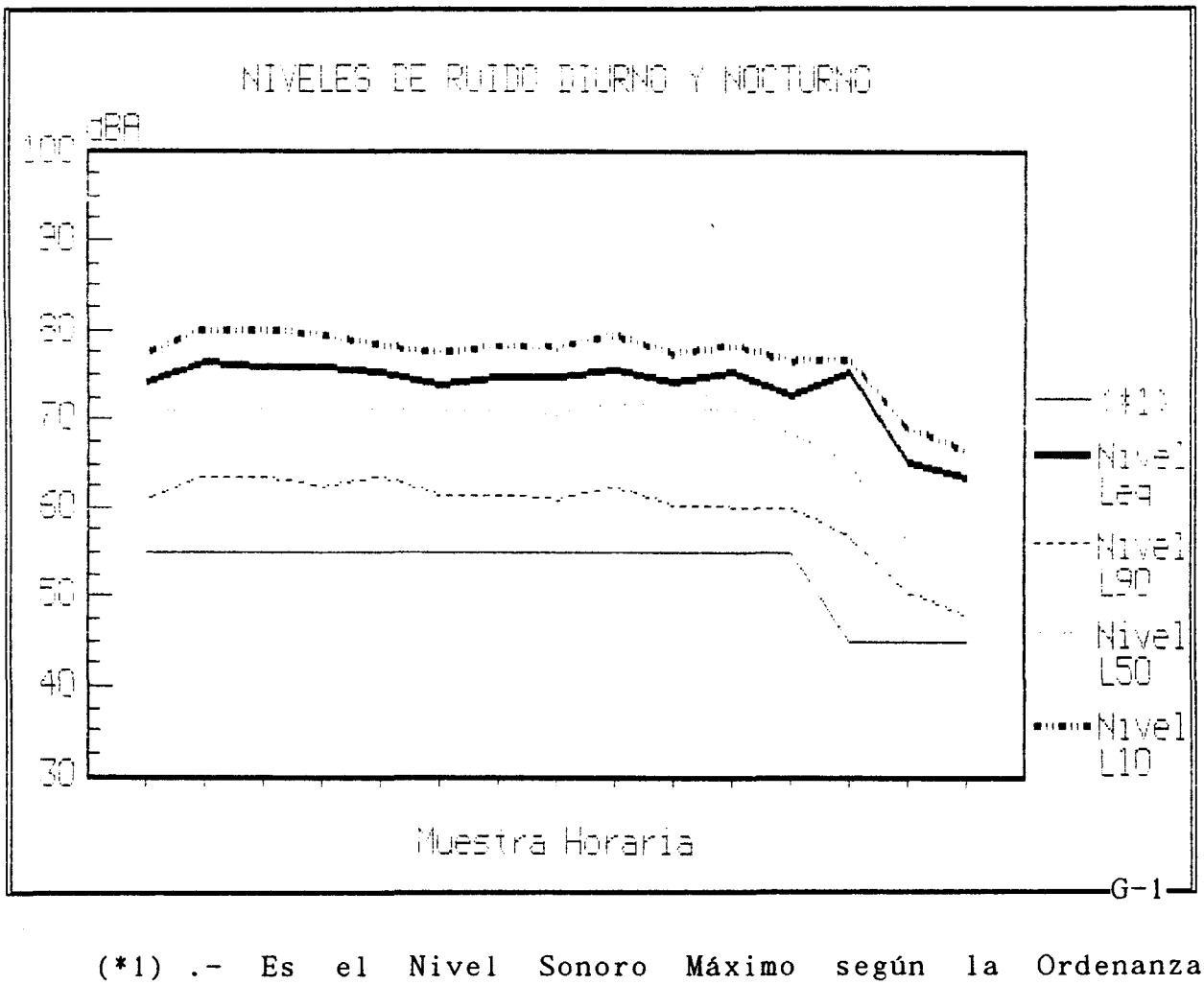
DISTRIBUCION DE NIVEL NOCTURNA

Rango LEQ (dBA)	Porcentaje de las medidas (%)
< 45	0.00
45 a 55	35.93
55 a 65	38.08
65 a 75	19.57
75 a 85	5.90
>85	0.51

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

G-1	NIVELES SONOROS.(dBA)									
HORA	MAXP	MAXL	L(01)	L(10)	L(50)	L(90)	L(99)	MINL	LEQ	SEL
08.50	107.4	89.5	83.8	77.3	70.3	60.8	58.8	58.4	74.0	101.2
10.05	108.5	94.1	86.3	79.8	71.3	63.3	60.3	59.4	76.3	104.0
11.20	106.3	87.6	85.8	79.8	71.3	63.3	60.3	59.5	75.9	103.6
12.35	106.7	90.7	86.8	79.3	71.3	62.3	60.3	59.9	75.9	103.7
13.50	106.3	90.3	85.3	78.3	71.3	63.3	60.3	59.3	75.4	103.2
15.05	100.9	85.7	82.3	77.3	70.8	61.3	58.3	57.9	73.7	101.4
16.20	109.5	91.0	84.8	78.3	70.8	61.3	57.8	56.9	74.7	102.4
17.35	104.5	90.1	85.3	77.8	70.3	60.8	58.8	58.4	74.7	102.4
18.40	105.7	91.7	85.3	79.3	71.8	62.3	59.3	58.9	75.5	103.2
19.40	103.4	87.6	83.8	77.3	71.3	60.3	58.3	58.0	74.1	101.8
20.40	109.1	92.4	86.8	78.3	70.8	59.8	57.8	57.3	75.4	103.1
21.40	103.1	85.0	82.8	76.3	68.3	59.8	56.8	56.4	72.6	100.3
22.30	116.3	97.1	87.3	76.8	64.8	56.8	55.3	53.4	75.2	105.9
01.50	97.3	81.2	77.8	68.8	56.3	50.3	48.8	48.3	65.2	95.8
05.15	98.8	83.1	75.8	66.3	52.3	47.8	46.3	46.1	63.5	94.2
M.D.	106.0	89.6	84.9	78.3	70.8	61.6	58.9	58.4	74.9	102.5
M.N.	104.1	87.1	80.3	70.6	57.8	51.6	50.1	49.3	68.0	98.6
M.T.	105.6	89.1	84.0	76.7	68.2	59.6	57.2	56.5	73.5	101.7

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006



(*1) .- Es el Nivel Sonoro Máximo según la Ordenanza Municipal del Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria (Apendice I).

Como podemos observar hay un nivel sonoro continuo equivalente de 74.9 dB con una σ_d=1.0 y uno nocturno de 68.0 dB y σ_n=5.2 que son bastantes elevados, sobre todo el nocturno al estar cerca de un hospital.

El clima de ruido tiene una dinámica de 16 dB de dia y 20 dB de noche. En este punto incluso los minimos son elevados.

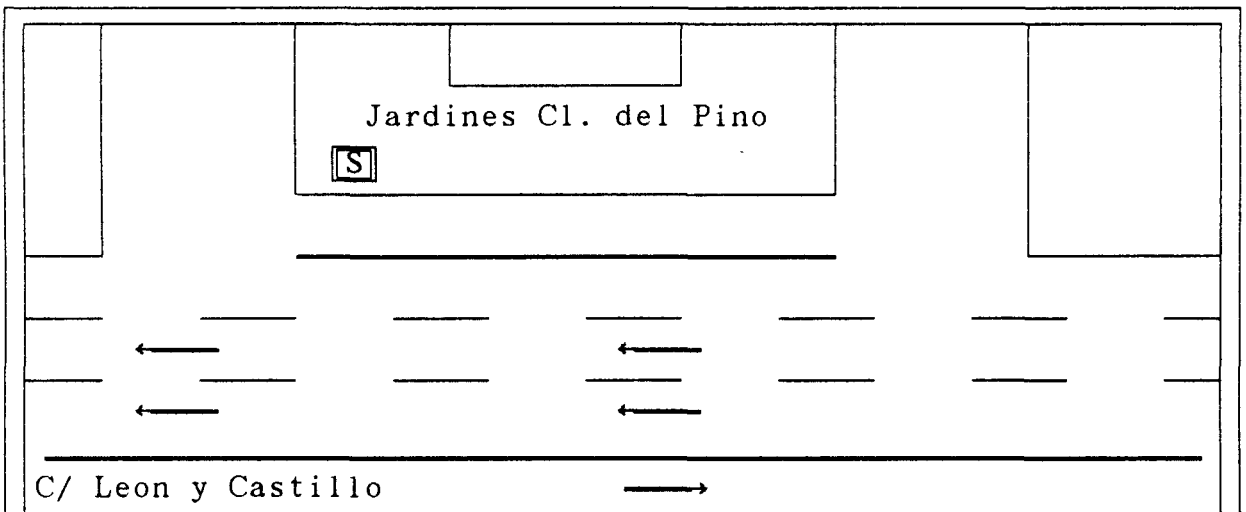
El nivel dia/noche que es la media del L_{eq} a lo largo de las 24 horas es de L_{dn}= 76.5 dB.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

SITUACION : C/ Leon y Castillo nº 220 (Jardines Cl. del Pino).

PUNTO CUADRICULA : G-2 FECHA : Marzo 90 - Abril 90

CROQUIS



DISTRIBUCION DE NIVEL

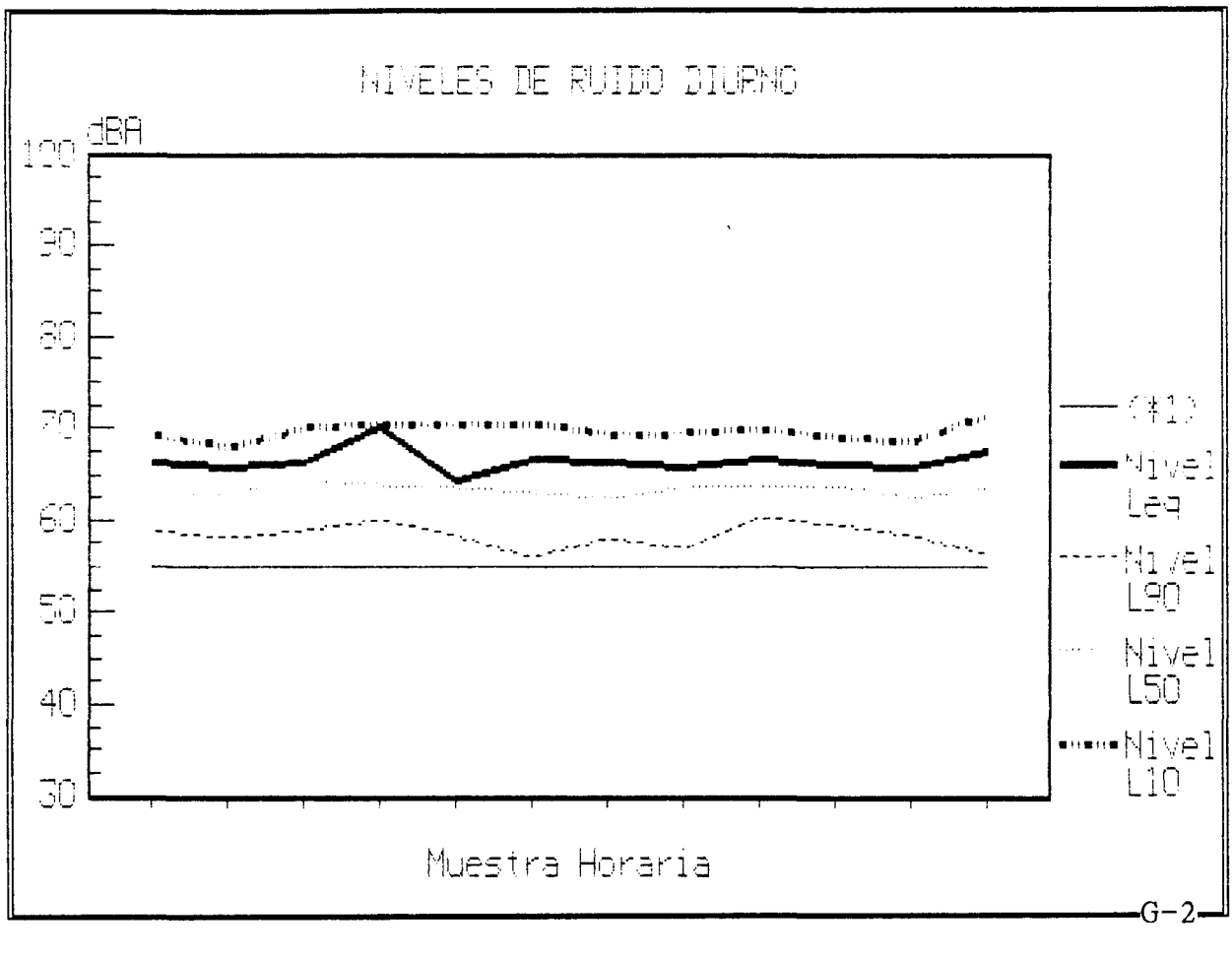
DIURNA

Rango LEQ (dBA)	Porcentaje de las medidas (%)
< 45	0.00
45 a 55	1.53
55 a 65	64.60
65 a 75	31.93
75 a 85	1.88
>85	0.07

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

G-2	NIVELES SONOROS.(dBA)									
HORA	MAXP	MAXL	L(01)	L(10)	L(50)	L(90)	L(99)	MINL	LEQ	SEL
08.00	94.8	81.3	76.3	69.3	62.8	58.8	56.8	55.8	66.3	94.1
09.15	93.7	79.7	76.3	67.8	62.8	57.8	54.3	54.0	65.6	92.9
10.30	94.2	77.6	76.3	69.8	64.3	58.8	55.8	55.4	66.4	94.2
11.45	103.9	90.5	81.8	70.3	63.8	59.8	57.3	56.4	70.1	97.8
13.00	108.3	87.3	79.8	70.3	63.3	58.3	56.8	56.0	64.4	96.0
14.15	100.0	81.8	77.3	70.3	62.8	55.8	53.3	52.7	66.6	94.3
15.30	97.9	82.7	76.8	69.3	62.3	57.8	56.3	55.4	66.2	93.9
16.45	95.3	79.7	74.8	69.3	63.3	56.8	53.8	53.4	65.8	93.5
18.00	95.2	79.8	75.8	69.8	63.8	60.3	58.3	58.0	66.7	94.5
19.00	94.9	76.0	73.8	68.8	63.8	59.3	57.3	56.5	65.9	93.6
20.00	94.4	80.8	75.8	68.3	62.3	58.3	55.8	54.4	65.6	93.3
21.00	97.5	82.5	78.3	71.3	63.3	56.3	53.8	53.4	67.6	95.3
M.D.	97.5	81.6	76.9	69.6	63.2	58.2	55.8	55.1	66.4	94.5

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006



(*1) .- Es el Nivel Sonoro Máximo según la Ordenanza Municipal del Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria (Apendice I).

Como podemos observar hay un nivel sonoro continuo equivalente de 66.4 dB con una σ_d=1.3.

El clima de ruido tiene una dinámica de 12 dB.

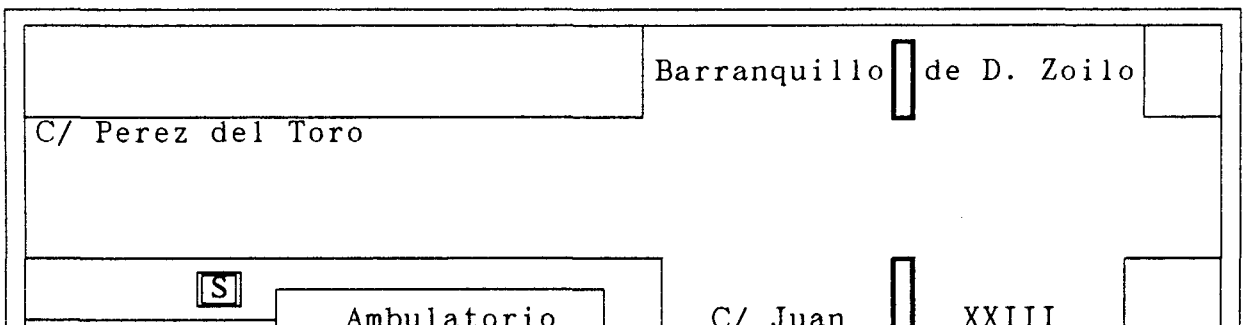
Es una calle principal con zona abierta por jardines, presenta un nivel bastante bajo comparado con el punto E-3 situado en la misma calle.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

SITUACION :C/ Perez del Toro nº64 (Ambulatorio de especialidades)

PUNTO CUADRICULA : H-1 FECHA : Abril 90

CROQUIS



DISTRIBUCION DE NIVEL

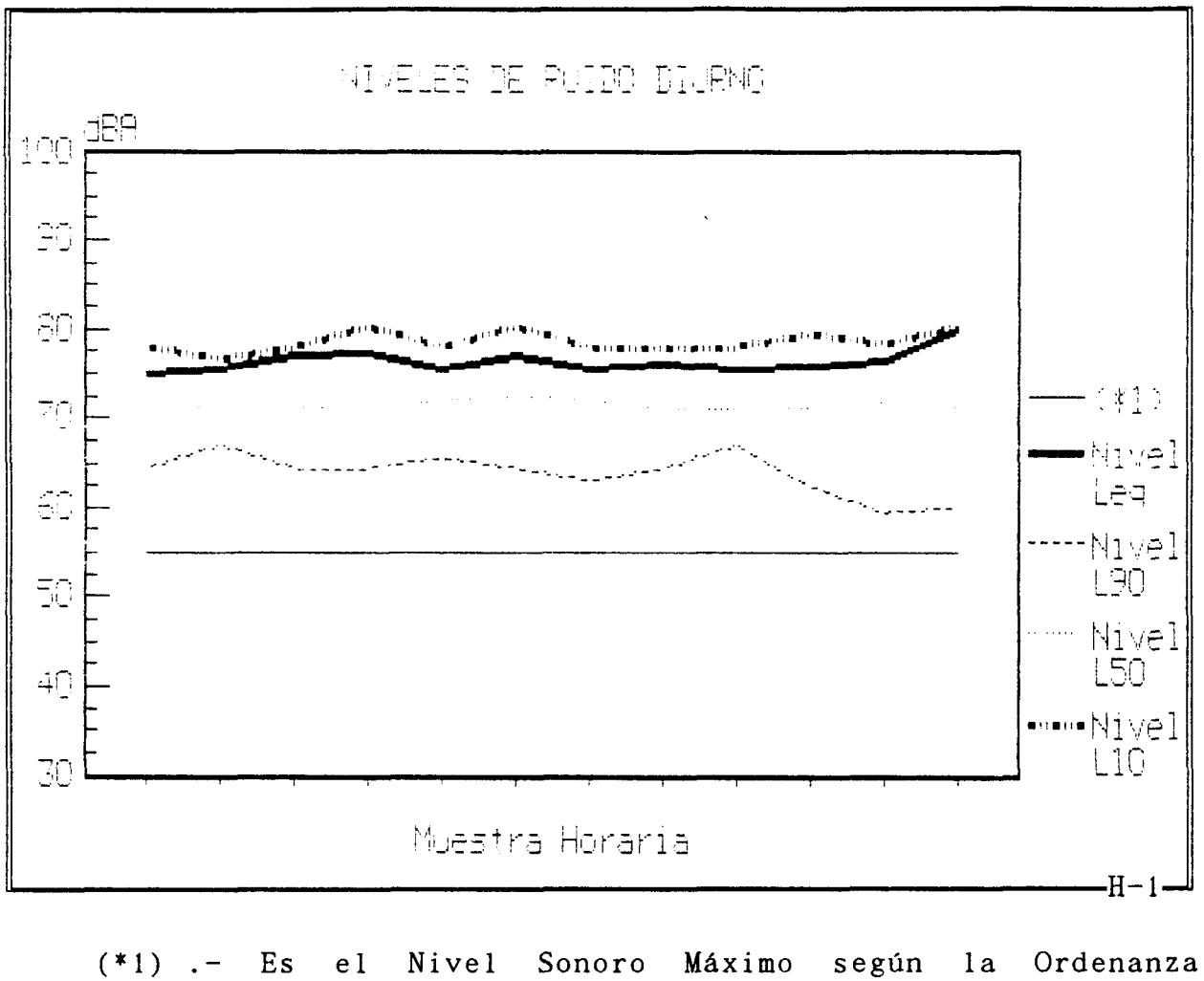
DIURNA

Rango LEQ (dBA)	Porcentaje de las medidas (%)
< 45	0.00
45 a 55	0.04
55 a 65	13.85
65 a 75	63.91
75 a 85	19.80
>85	2.40

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

H-1	NIVELES SONOROS.(dBA)									
HORA	MAXP	MAXL	L(01)	L(10)	L(50)	L(90)	L(99)	MINL	LEQ	SEL
8.25	105.7	91.5	86.3	77.8	70.8	64.3	60.8	59.2	75.1	102.3
9.40	110.3	95.3	87.8	76.3	71.3	66.8	64.3	63.5	75.5	103.2
10.55	108.1	93.3	90.3	77.8	71.3	64.3	59.8	58.4	77.1	104.7
12.10	107.6	92.8	89.8	80.3	71.3	64.3	59.3	57.9	77.4	105.0
13.25	107.2	92.7	85.8	77.8	71.8	65.3	60.3	58.7	75.7	103.5
14.40	110.3	92.0	87.8	80.3	72.3	64.3	59.3	56.3	76.9	104.6
15.55	107.3	90.9	87.3	77.8	71.8	62.8	58.3	56.4	75.6	103.4
17.10	109.8	94.2	87.8	77.8	70.8	64.3	56.8	57.9	76.0	103.7
18.20	105.9	91.6	87.8	77.8	70.8	66.8	61.3	60.6	75.6	103.4
19.20	105.1	90.1	86.8	79.3	71.3	62.3	57.3	55.4	75.9	103.7
20.20	111.8	93.0	89.3	78.3	71.8	59.3	57.8	56.6	76.4	104.1
21.20	115.2	99.7	92.8	80.3	70.8	59.8	55.8	54.5	79.9	107.6
M.D.	108.7	93.1	88.3	78.5	71.3	63.7	59.3	58.0	76.4	104.1

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006



(*1) .- Es el Nivel Sonoro Máximo según la Ordenanza Municipal del Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria (Apendice I).

Como podemos observar hay un nivel sonoro continuo equivalente de 76.4 dB con una σ_d=1.2.

El clima de ruido tiene una dinámica de 15 dB.

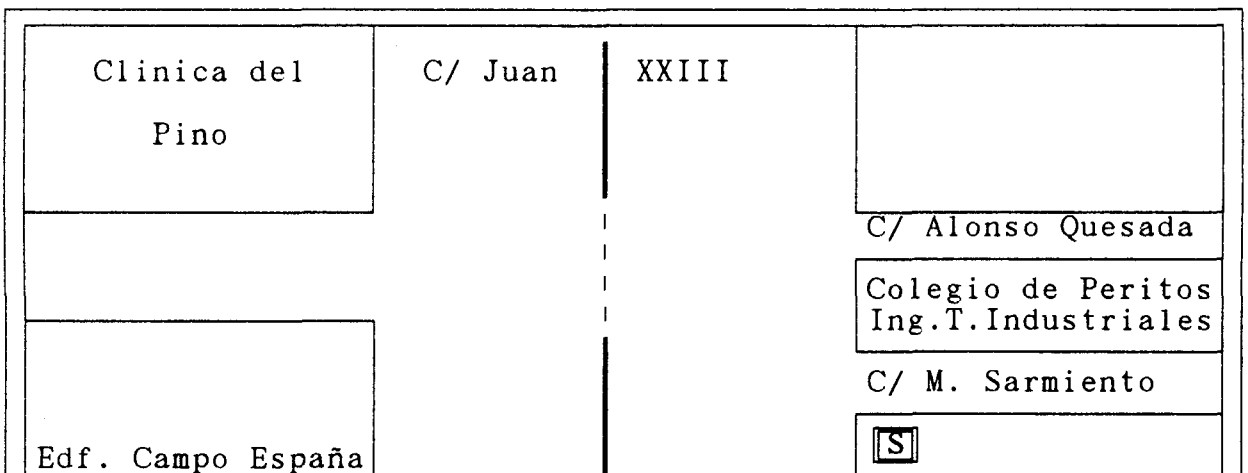
Se trata de una calle estrecha con bastante tráfico, similar al F-1, sobre todo guaguas.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

SITUACION : C/ Juan XXIII nº 16.

PUNTO CUADRICULA : H-2 FECHA : Marzo 90

CROQUIS



DISTRIBUCION DE NIVEL DIURNA

Rango LEQ (dBA)	Porcentaje de las medidas (%)
< 45	0.00
45 a 55	0.00
55 a 65	7.16
65 a 75	62.89
75 a 85	28.47
>85	1.47

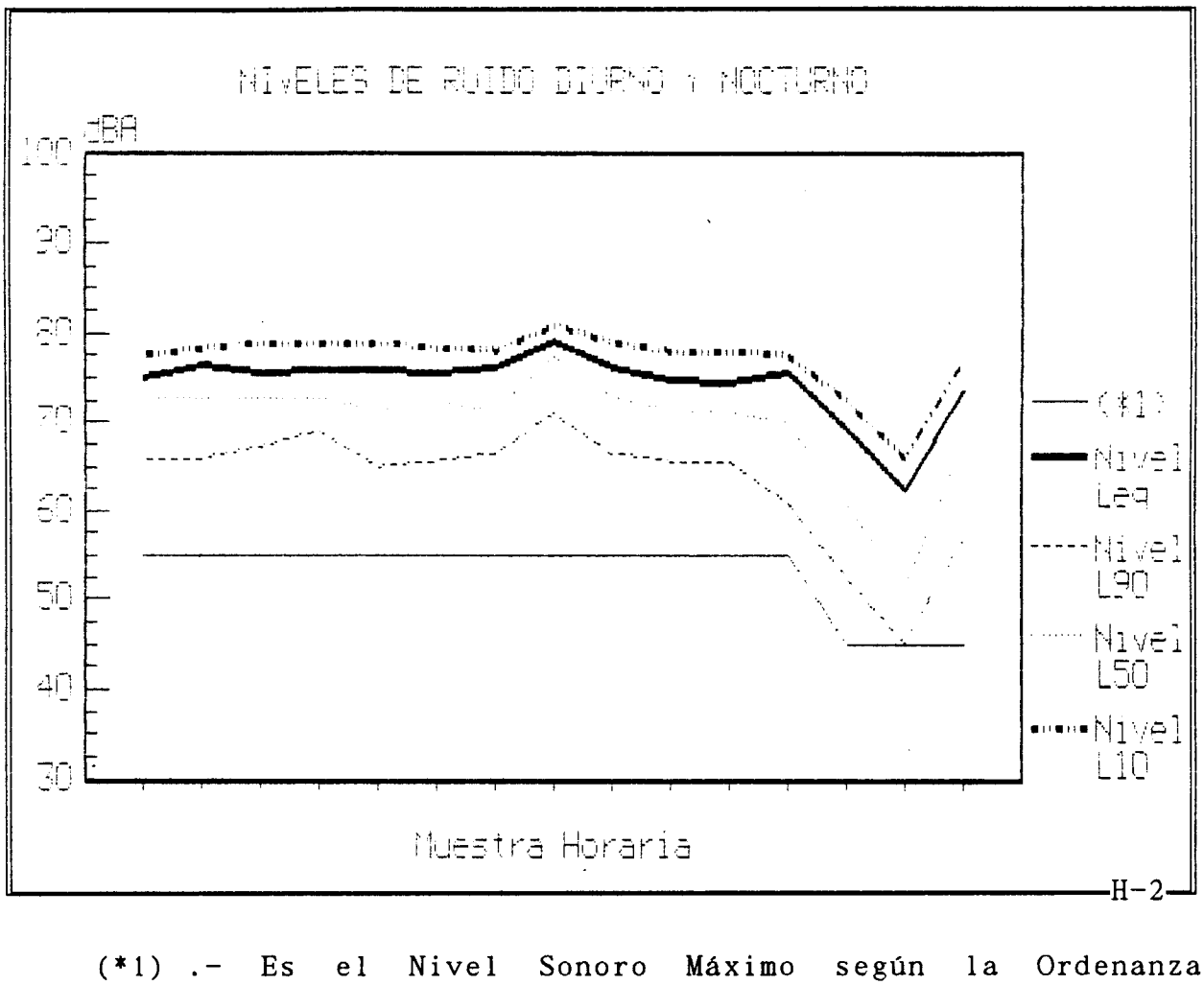
DISTRIBUCION DE NIVEL NOCTURNA

Rango LEQ (dBA)	Porcentaje de las medidas (%)
< 45	3.87
45 a 55	27.82
55 a 65	34.85
65 a 75	26.38
75 a 85	6.66
>85	0.43

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

H-2	NIVELES SONOROS.(dBA)									
HORA	MAXP	MAXL	L(01)	L(10)	L(50)	L(90)	L(99)	MINL	LEQ	SEL
08.50	108.6	93.3	83.3	77.3	72.3	65.3	62.8	61.4	75.0	102.6
10.05	115.1	96.6	87.3	78.3	72.8	65.8	63.3	61.1	76.4	104.1
11.20	105.8	89.7	85.3	78.8	72.3	67.3	63.8	62.3	75.6	103.3
12.35	109.5	90.8	85.8	78.8	72.8	68.8	64.8	63.9	75.9	103.6
13.50	109.8	89.8	87.3	78.8	71.3	64.8	60.8	59.3	75.9	103.6
15.05	105.2	90.9	86.8	78.3	72.3	65.3	60.3	59.1	75.5	103.2
16.20	113.8	96.9	87.8	77.8	70.8	66.3	63.8	61.2	76.2	104.0
17.35	107.3	94.2	89.8	80.8	77.3	70.8	67.3	66.1	79.0	106.7
18.40	109.3	92.5	86.3	78.8	72.8	66.3	64.8	63.3	76.0	103.7
19.40	104.7	89.6	85.3	77.8	71.3	65.3	62.8	62.4	74.7	102.4
20.40	104.7	89.6	85.3	77.8	70.8	65.3	62.8	62.4	74.5	102.6
21.40	110.6	92.1	88.3	77.3	69.8	60.8	56.8	56.1	75.6	102.8
00.35	104.8	88.2	81.3	72.3	60.8	52.3	49.3	48.0	69.3	100.0
03.50	95.8	79.1	74.8	65.8	51.3	44.8	42.8	41.7	62.3	93.1
06.35	109.9	94.6	84.3	76.8	67.3	56.8	52.3	51.0	73.6	104.4
M.D.	108.7	92.2	86.6	78.4	72.2	66.0	62.8	61.6	75.9	103.6
M.N.	103.5	87.3	80.1	71.6	59.8	51.3	48.1	46.9	68.9	99.2
M.T.	107.7	91.2	85.3	77.0	69.7	63.1	59.9	58.6	74.4	102.7

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006



(*1) .- Es el Nivel Sonoro Máximo según la Ordenanza Municipal del Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria (Apendice I).

Como podemos observar hay un nivel sonoro continuo equivalente de 75.9 dB con una σ_d=1.1 y uno nocturno de 68.4 dB y σ_n=4.7 que son bastantes elevados.

El clima de ruido tiene una dinámica de 12 dB de dia y 20 dB de noche. En este punto incluso los minimos son elevados.

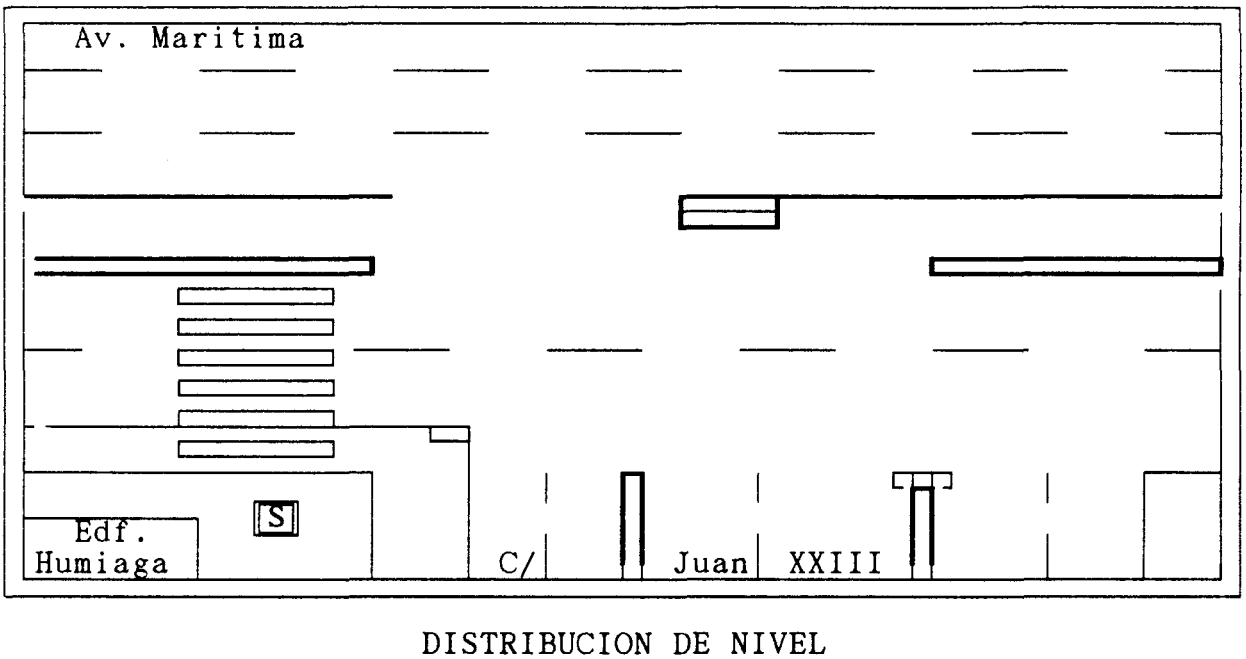
El nivel dia/noche que es la media del L_{eq} a lo largo de las 24 horas es de L_{dn}= 77.1 dB.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

SITUACION : C/ Juan XXIII nº 6 - Av. Maritima (Ed. Humiaga).

PUNTO CUADRICULA : H-3 FECHA : Marzo 90

CROQUIS



DISTRIBUCION DE NIVEL

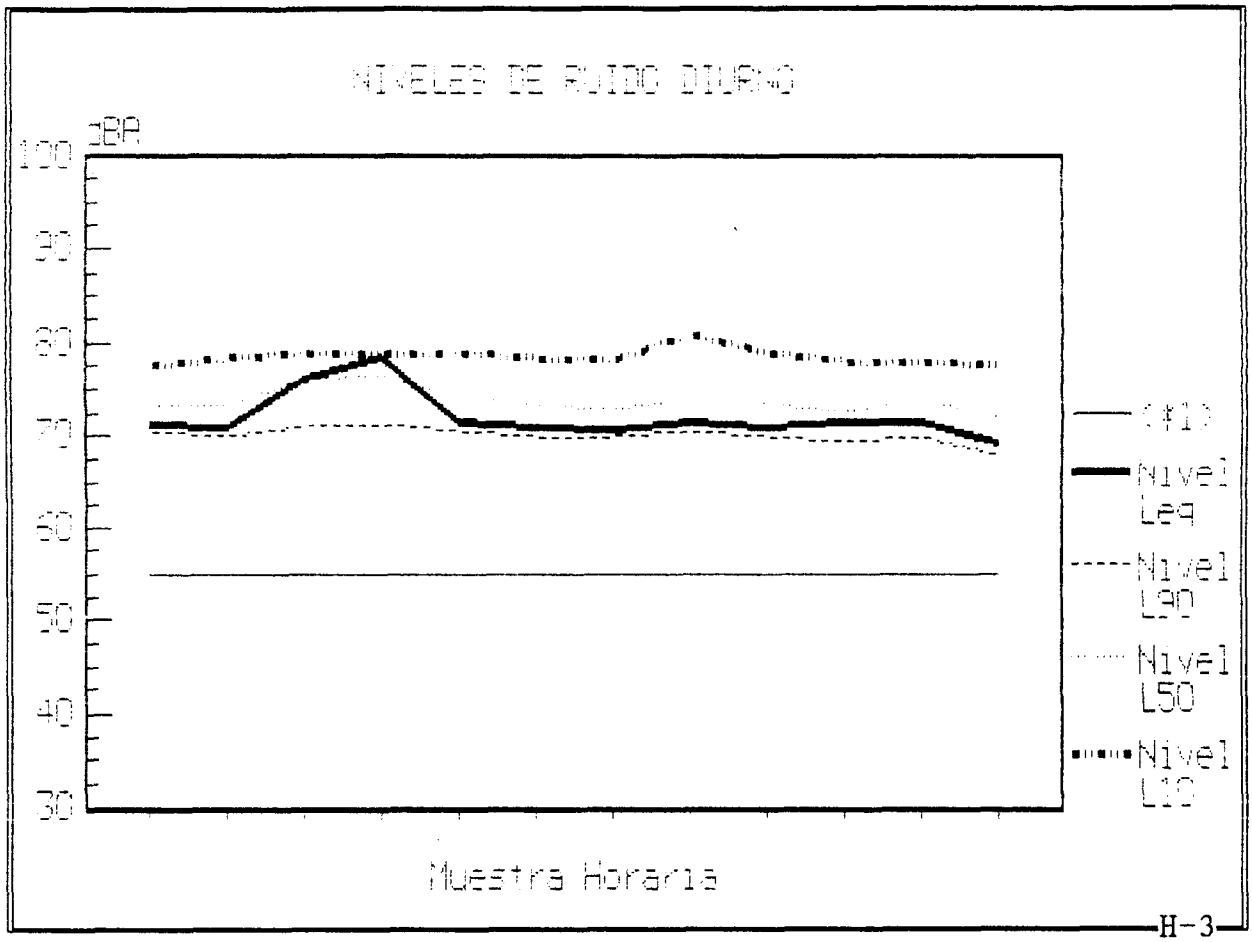
DIURNA

Rango LEQ (dBA)	Porcentaje de las medidas (%)
< 45	0.00
45 a 55	0.00
55 a 65	2.10
65 a 75	92.18
75 a 85	5.50
>85	0.41

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

H-3	NIVELES SONOROS.(dBA)									
HORA	MAXP	MAXL	L(01)	L(10)	L(50)	L(90)	L(99)	MINL	LEQ	SEL
08.25	98.6	84.4	78.8	73.3	70.3	67.3	65.8	65.2	71.3	99.0
09.40	98.6	80.8	78.3	73.3	69.8	66.3	64.3	63.5	70.8	98.5
10.55	106.8	95.6	87.8	75.8	70.8	67.3	65.8	64.8	76.0	103.7
12.10	110.0	98.7	92.3	76.3	71.3	67.3	65.8	64.2	78.4	106.2
13.25	101.1	82.9	78.3	73.8	70.3	67.3	65.3	64.3	71.5	99.2
14.40	101.3	81.0	78.3	73.3	69.8	66.3	63.8	62.0	70.8	98.5
15.55	110.6	80.2	76.8	72.8	69.8	66.8	65.3	64.5	70.6	98.3
17.10	100.7	81.6	77.8	73.8	70.3	68.3	65.8	65.3	71.5	99.2
18.20	103.6	82.4	78.3	73.3	69.8	67.3	64.8	64.3	70.9	98.6
19.20	104.3	87.6	81.8	72.3	69.3	65.8	64.3	62.9	71.4	99.1
20.20	97.3	82.2	79.8	73.8	69.8	66.8	65.3	63.5	71.4	99.0
21.20	94.4	80.3	76.3	71.8	67.8	64.8	62.3	60.7	69.1	96.3
M.D.	102.3	84.8	80.4	73.6	69.9	66.8	64.9	63.8	72.0	99.6

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006



(*1) .- Es el Nivel Sonoro Máximo según la Ordenanza Municipal del Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria (Apendice I).

Como podemos observar hay un nivel sonoro continuo equivalente de 72.0 dB con una σ_d=2.5.

El clima de ruido tiene una dinámica de 8 dB.

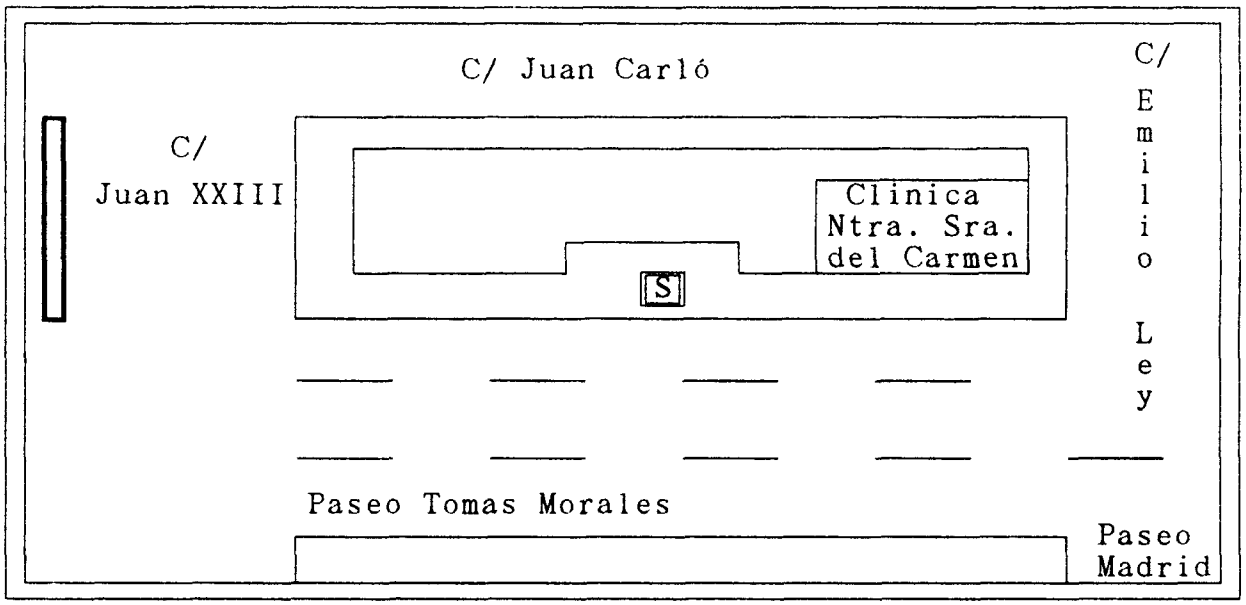
Se trata de una calle abierta al mar de bastante tráfico.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

SITUACION : C/ Tomas Morales nº 138 (Cl. Ntra Sra del Carmen).

PUNTO CUADRICULA : I-1 FECHA : Marzo 90

CROQUIS



DISTRIBUCION DE NIVEL

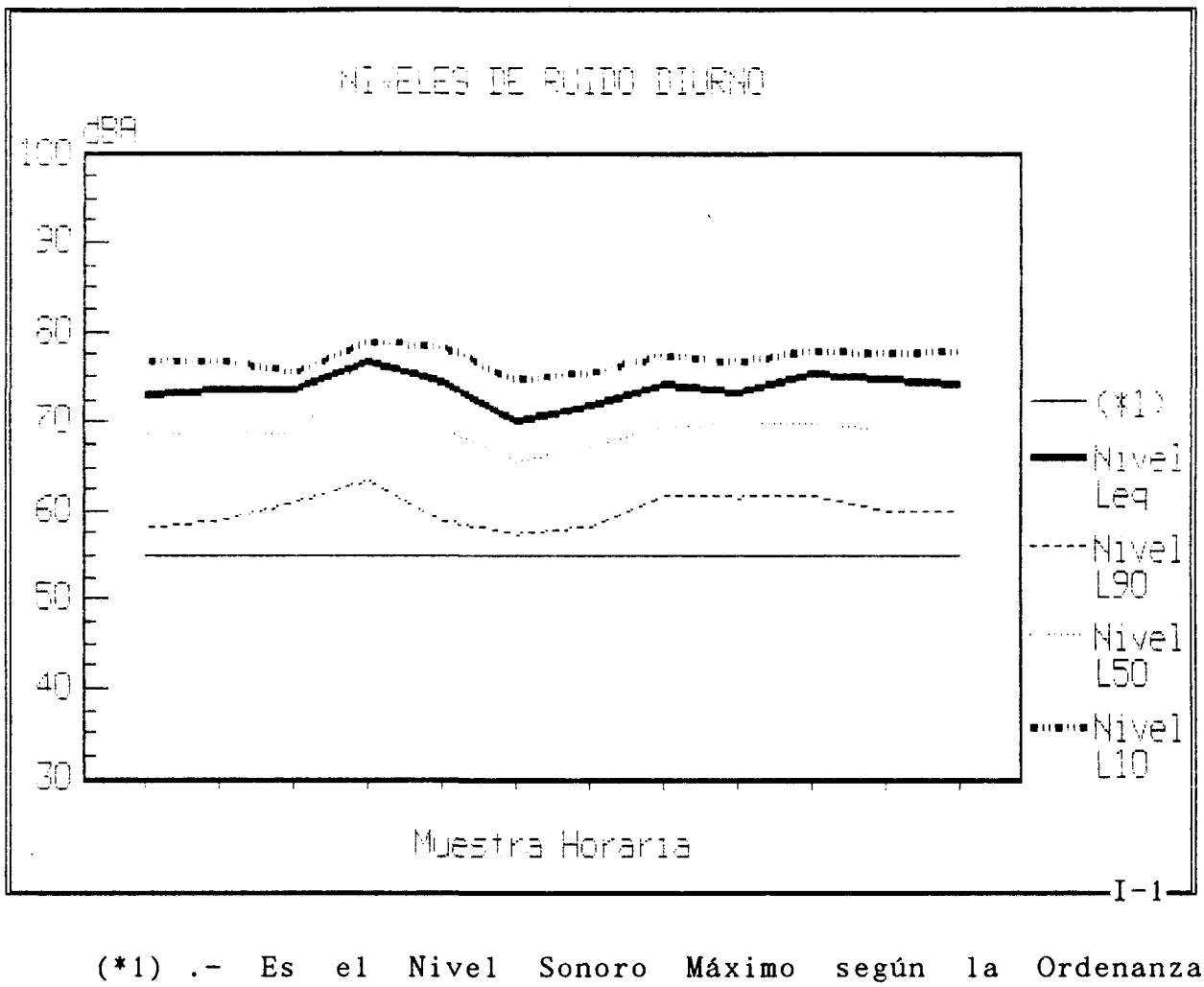
DIURNA

Rango LEQ (dBA)	Porcentaje de las medidas (%)
< 45	0.00
45 a 55	0.21
55 a 65	32.36
65 a 75	47.51
75 a 85	19.12
>85	0.80

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

I-1	NIVELES SONOROS.(dBA)									
HORA	MAXP	MAXL	L(01)	L(10)	L(50)	L(90)	L(99)	MINL	LEQ	SEL
08.00	103.2	87.3	83.3	76.3	68.3	57.8	54.8	53.5	72.9	100.2
09.15	103.4	88.5	84.8	76.8	68.8	58.8	55.8	55.2	73.5	101.2
10.30	105.1	90.4	86.3	75.3	68.3	60.8	56.3	55.6	73.4	101.1
11.45	105.9	88.9	82.3	78.8	77.3	63.3	59.3	58.8	76.6	104.3
13.00	104.0	89.4	85.8	78.3	69.3	58.8	56.3	55.3	74.5	102.2
14.15	104.6	84.5	79.8	74.3	65.3	57.3	55.3	53.8	70.2	97.8
15.30	100.9	83.4	81.3	75.3	67.3	58.3	55.8	54.5	71.7	99.4
16.45	108.2	91.4	84.8	77.3	69.3	61.8	59.3	59.0	74.1	101.8
18.00	106.2	86.5	83.8	76.3	69.8	61.3	57.8	55.6	73.3	101.0
19.00	106.0	92.3	87.3	77.8	69.8	61.8	58.8	57.8	75.4	103.1
20.00	109.0	92.3	86.3	77.3	68.8	59.8	56.8	55.9	74.8	102.4
21.00	112.8	86.0	83.8	77.8	69.8	59.8	55.8	55.3	74.1	101.7
M.D.	105.8	88.4	84.1	76.8	69.3	60.0	56.8	55.9	73.7	101.4

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006



(*1) .- Es el Nivel Sonoro Máximo según la Ordenanza Municipal del Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria (Apendice I).

Como podemos observar hay un nivel sonoro continuo equivalente de 73.7 dB con una σ_d=1.6.

El clima de ruido tiene una dinámica de 16 dB.

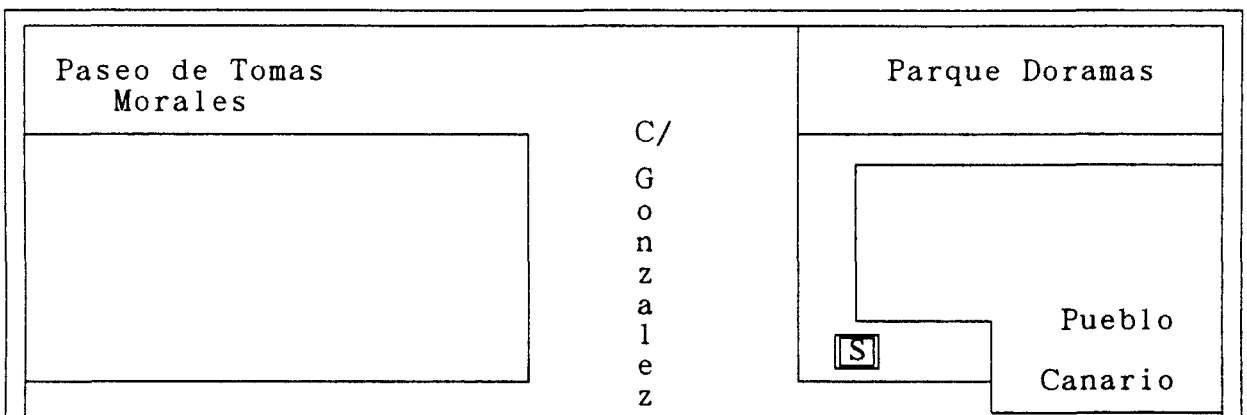
Es una calle bastante ancha con una clinica cercana, por lo que este nivel es demasiado elevado, presenta altibajos al mediodia y por la tarde.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

SITUACION : C/ Gonzalez Díaz (Pueblo Canario).

PUNTO CUADRICULA : I-2 FECHA : Diciembre 89

CROQUIS



DISTRIBUCION DE NIVEL

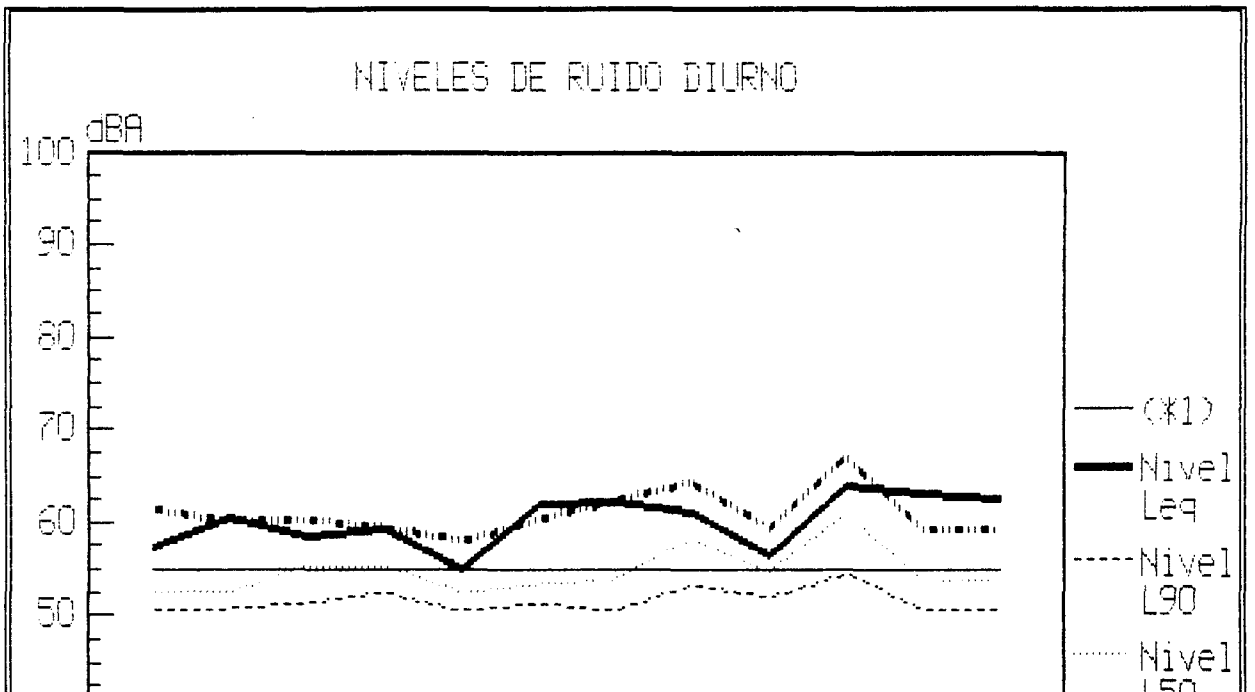
DIURNA

Rango LEQ (dBA)	Porcentaje de las medidas (%)
< 45	0.00
45 a 55	56.28
55 a 65	39.39
65 a 75	3.89
75 a 85	0.41
>85	0.03

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

I-2	NIVELES SONOROS.(dBA)									
HORA	MAXP	MAXL	L(01)	L(10)	L(50)	L(90)	L(99)	MINL	LEQ	SEL
08.50	85.2	70.0	67.3	61.3	52.8	50.3	49.3	48.9	57.2	84.9
10.05	89.7	85.3	71.3	59.8	52.3	50.8	49.3	48.9	60.4	88.1
11.20	84.3	80.4	65.8	60.3	55.3	51.3	49.8	49.1	58.4	86.1
12.35	89.5	83.9	64.8	59.3	55.3	52.3	50.8	49.9	59.4	87.1
13.50	93.2	73.3	62.3	57.8	52.3	50.3	49.3	48.7	55.1	82.8
15.05	99.5	83.2	74.3	60.3	53.3	51.3	50.8	50.2	61.9	89.6
16.20	96.5	81.7	76.3	62.3	53.8	50.3	48.8	48.3	62.3	90.0
17.35	99.2	79.2	68.8	64.3	58.3	53.3	51.3	50.2	61.2	88.9
18.40	85.7	68.2	62.8	59.3	54.8	51.8	50.3	49.5	56.4	84.0
19.40	97.9	79.1	73.8	67.3	60.8	54.3	51.3	50.9	64.0	91.7
20.40	86.9	88.7	70.8	59.3	53.8	50.8	49.3	48.3	63.1	89.8
21.40	88.9	88.7	71.3	59.3	53.8	50.8	49.3	48.3	62.5	90.2
M.D.	91.4	80.1	69.1	60.9	54.7	51.5	50.0	49.3	60.2	87.8

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006



(*1) .- Es el Nivel Sonoro Máximo según la Ordenanza Municipal del Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria (Apendice I).

Como podemos observar hay un nivel sonoro continuo equivalente de 60.2 dB con una σ_d=2.7.

El clima de ruido tiene una dinámica de 9 dB.

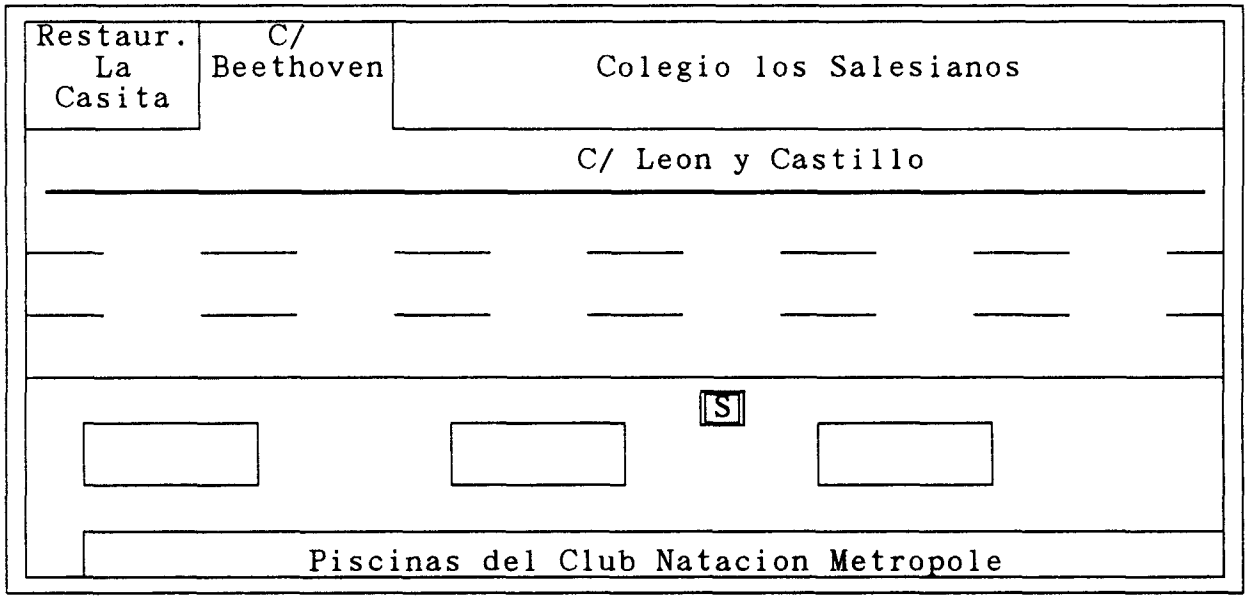
Es una zona residencial con poco tráfico cerca de un museo y terraza bar, el ruido que se puede apreciar se debe a calles proximas, principalmente.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

SITUACION : C/ Leon y Castillo (Piscinas Club natación Metropol).

PUNTO CUADRICULA : J-2 FECHA : Diciembre 89

CROQUIS



DISTRIBUCION DE NIVEL

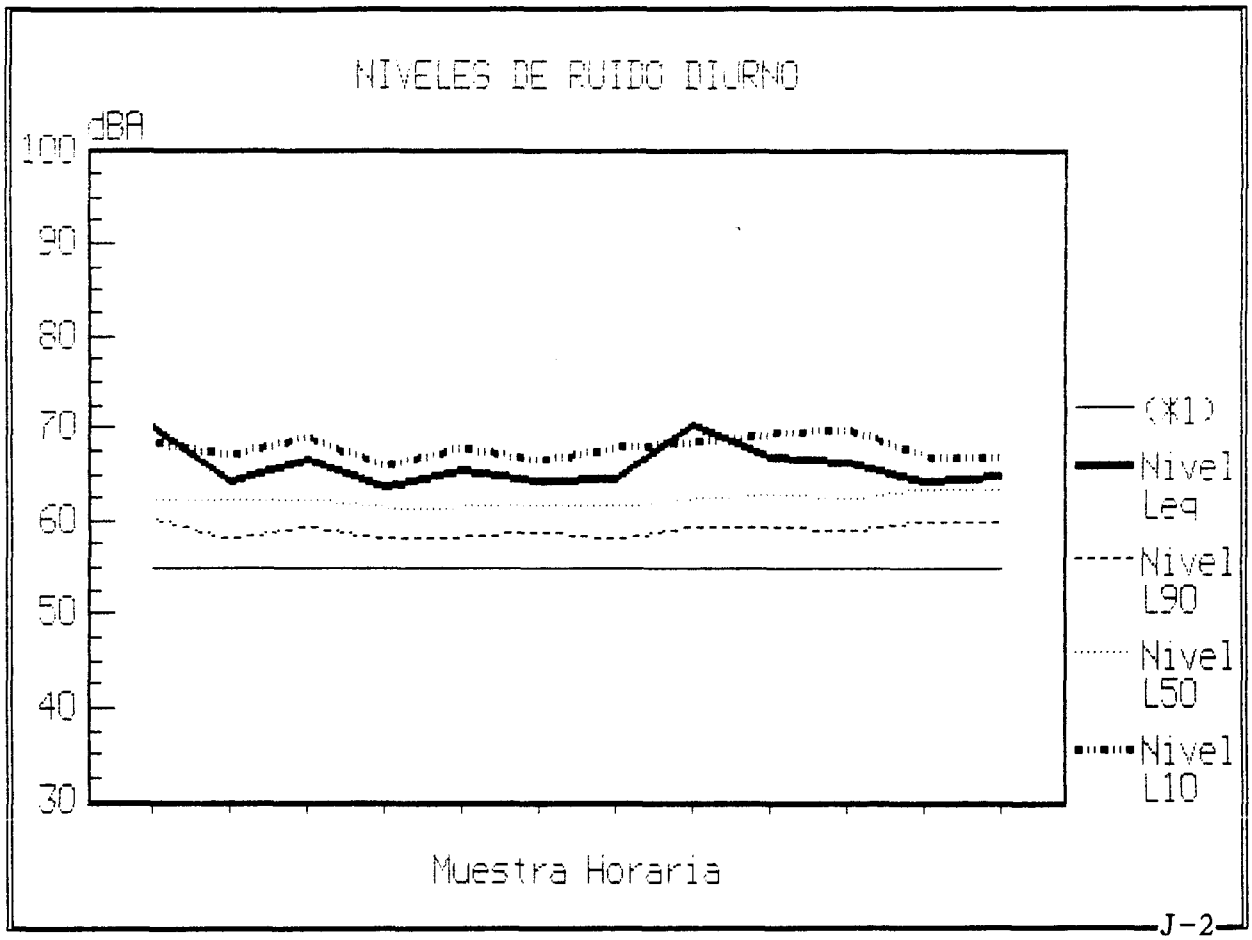
DIURNA

Rango LEQ (dBA)	Porcentaje de las medidas (%)
< 45	0.00
45 a 55	0.13
55 a 65	77.53
65 a 75	21.38
75 a 85	0.85
>85	0.11

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

J-2	NIVELES SONOROS.(dBA)									
HORA	MAXP	MAXL	L(01)	L(10)	L(50)	L(90)	L(99)	MINL	LEQ	SEL
8.25	91.4	96.3	75.3	68.3	62.3	60.3	58.8	58.1	70.2	97.9
9.40	99.9	75.2	73.3	66.8	62.3	57.8	56.3	55.4	64.3	92.0
10.55	98.8	85.7	76.3	68.8	62.3	59.3	56.8	56.5	66.5	94.2
12.10	91.0	84.2	70.8	65.8	61.3	57.8	55.8	54.9	63.6	91.3
13.25	99.0	87.5	73.8	67.8	61.3	58.3	55.3	55.0	65.4	93.1
14.40	92.2	85.2	72.8	66.3	61.8	58.8	57.3	56.9	64.3	92.0
15.55	92.8	77.2	74.8	67.8	61.3	57.8	54.8	52.3	64.6	92.4
17.10	115.1	90.6	83.8	68.3	62.3	59.3	56.8	55.3	70.4	98.1
18.20	97.7	85.4	76.8	69.3	62.8	59.3	57.8	57.5	67.0	94.6
19.20	99.9	79.7	75.8	69.8	62.3	58.8	55.8	55.2	66.2	93.9
20.20	97.8	73.0	70.8	66.8	63.3	59.8	57.8	56.6	64.2	91.8
21.20	97.8	78.5	74.3	66.8	63.3	59.8	57.8	56.6	64.8	93.1
M.D.	97.8	83.2	74.9	67.7	62.2	58.9	56.8	55.9	66.0	93.7

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006



(*1) .- Es el Nivel Sonoro Máximo según la Ordenanza Municipal del Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria (Apendice I).

Como podemos observar hay un nivel sonoro continuo equivalente de 66.0 dB con una σ_d=2.2.

El clima de ruido tiene una dinámica de 9 dB.

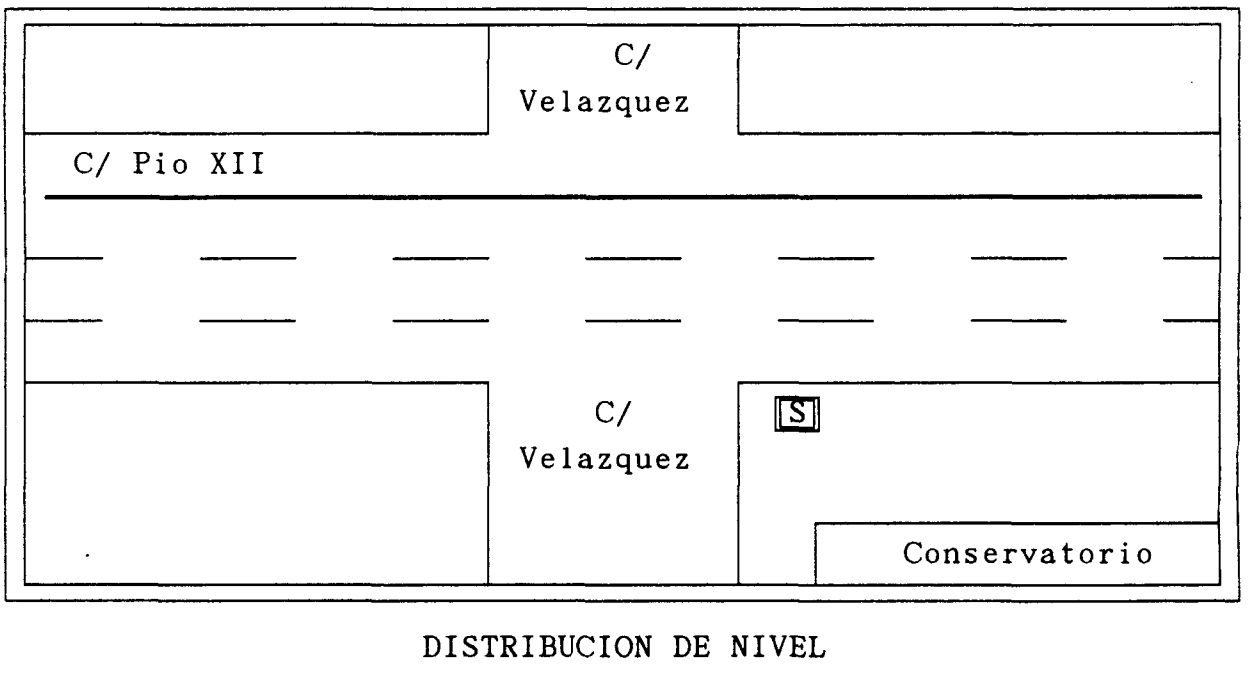
Es una calle amplia con jardines y espacios abiertos de ahí que se pueda apreciar un nivel relativamente bajo con rspecto a otras zonas.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

SITUACION : C/ Pio XXII nº 14. - C/ Velazquez

PUNTO CUADRICULA : K-1 FECHA : Diciembre 89

CROQUIS



DISTRIBUCION DE NIVEL

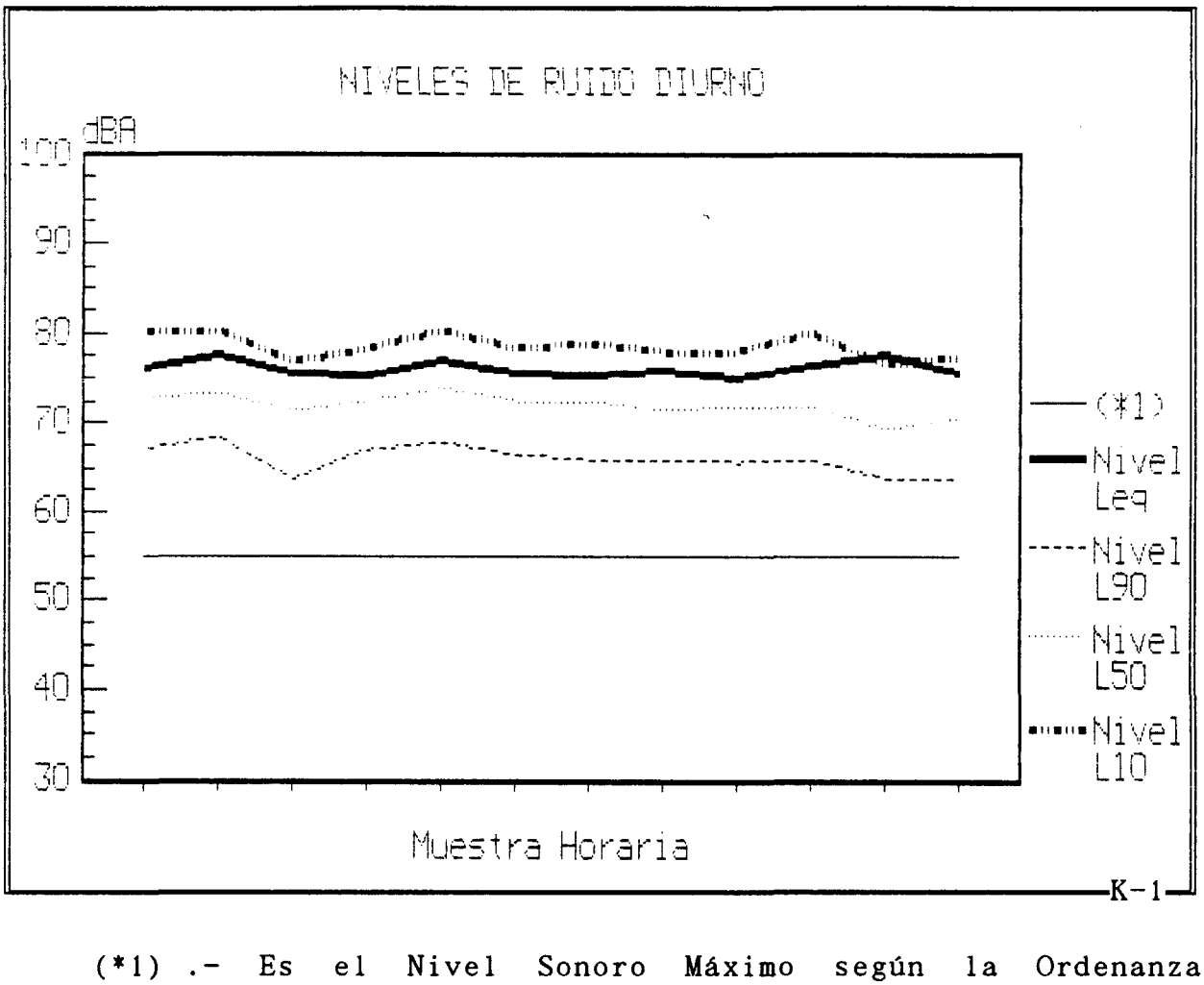
DIURNA

Rango LEQ (dBA)	Porcentaje de las medidas (%)
< 45	0.00
45 a 55	0.08
55 a 65	8.18
65 a 75	66.83
75 a 85	23.19
>85	1.71

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

K-1	NIVELES SONOROS.(dBA)									
HORA	MAXP	MAXL	L(01)	L(10)	L(50)	L(90)	L(99)	MINL	LEQ	SEL
08.00	108.5	87.6	86.3	79.8	72.8	66.8	61.8	59.4	76.2	103.9
09.15	112.6	93.2	88.8	80.3	73.3	68.3	60.3	57.9	77.6	105.4
10.30	106.4	97.1	87.3	76.8	71.3	63.8	59.3	57.3	75.5	103.2
11.45	107.9	89.5	84.8	78.3	72.3	66.8	59.3	56.8	75.3	103.0
13.00	110.3	88.9	86.8	80.3	73.8	67.8	61.8	60.3	76.9	104.6
14.15	110.2	90.2	85.8	78.3	72.3	66.3	61.8	58.5	75.6	103.3
15.30	112.9	89.3	84.3	78.8	72.3	65.8	57.3	55.3	75.4	103.1
16.45	114.4	91.5	88.3	77.8	71.3	65.8	60.8	58.5	75.8	103.5
18.00	110.3	91.0	85.3	77.8	71.8	65.3	60.3	58.6	75.1	102.8
19.00	106.7	95.3	86.8	79.8	71.8	65.8	59.3	57.2	76.4	104.1
20.00	115.8	100.0	89.8	76.3	69.3	63.8	58.8	56.3	77.6	105.3
21.00	118.2	95.8	86.8	77.3	70.3	63.8	55.3	53.7	75.6	103.3
M.D.	111.2	92.5	86.8	78.5	71.9	65.8	59.7	57.5	76.1	103.8

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006



(*1) .- Es el Nivel Sonoro Máximo según la Ordenanza Municipal del Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria (Apendice I).

Como podemos observar hay un nivel sonoro continuo equivalente de 76.1 dB con una σ_d=0.8.

El clima de ruido tiene una dinámica de 12 dB.

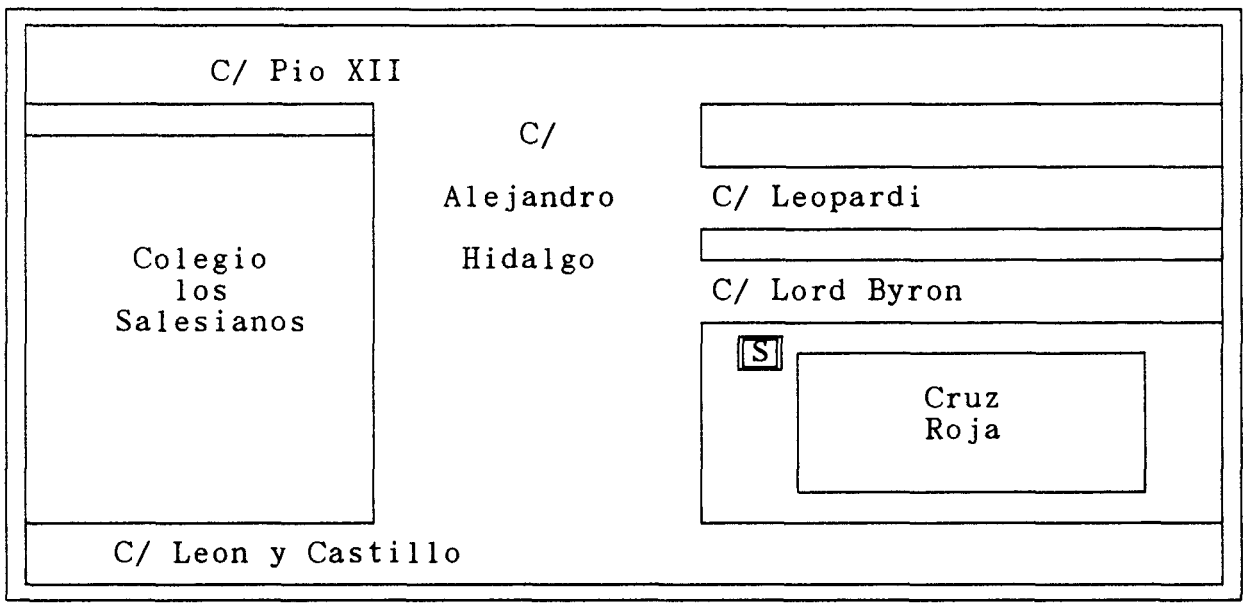
Podemos apreciar unas curvas bastante planas, debido a las pocas oscilaciones del nivel sonoro en esta zona, la calle tiene una pendiente de caida en el sentido del tráfico y opuesta para el carril de solo guaguas.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

SITUACION : C/ Alejandro Hidalgo nº 1. - C/ Lord Byron

PUNTO CUADRICULA : K-2 FECHA : Diciembre 89

CROQUIS



DISTRIBUCION DE NIVEL

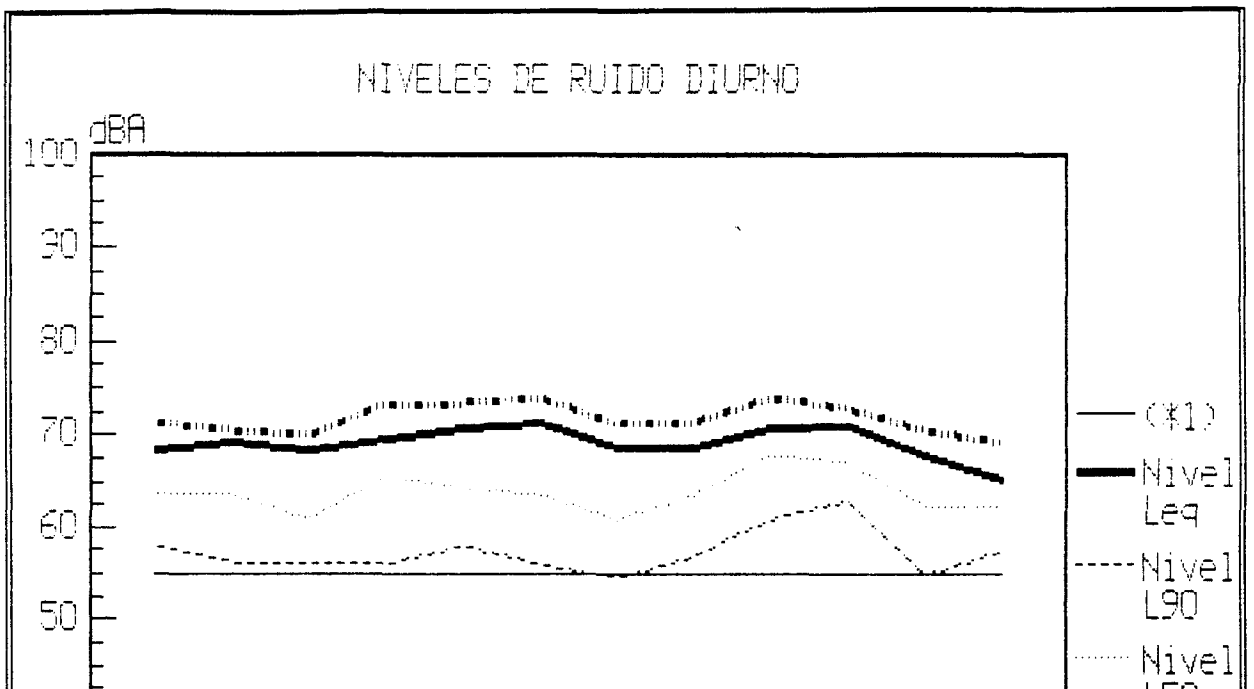
DIURNA

Rango LEQ (dBA)	Porcentaje de las medidas (%)
< 45	0.00
45 a 55	4.12
55 a 65	53.72
65 a 75	38.06
75 a 85	3.89
>85	0.22

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

K-2	NIVELES SONOROS.(dBA)									
HORA	MAXP	MAXL	L(01)	L(10)	L(50)	L(90)	L(99)	MINL	LEQ	SEL
08.00	97.4	85.6	79.3	71.3	63.8	57.8	55.8	54.7	68.3	96.0
09.15	102.3	87.7	81.3	70.3	63.3	56.3	53.8	52.8	69.1	96.8
10.30	110.2	87.6	81.3	69.8	60.8	56.3	54.3	53.2	68.4	96.1
11.45	100.5	87.2	81.8	73.3	65.3	55.8	51.8	50.6	69.6	97.3
13.00	105.7	88.4	82.3	73.3	64.3	57.8	54.8	52.4	70.7	98.4
14.15	105.4	88.1	84.3	73.8	63.3	55.8	51.8	50.2	71.1	98.8
15.30	102.2	86.7	81.8	70.8	60.8	54.3	52.8	52.2	68.7	96.4
16.45	104.0	85.0	80.3	71.3	63.3	56.8	54.3	52.6	68.7	96.3
18.00	114.9	84.5	78.3	73.8	67.8	60.8	57.3	56.0	70.5	98.2
19.00	107.9	91.2	80.8	72.8	66.8	62.8	59.3	58.2	70.8	98.5
20.00	103.5	84.0	80.3	70.3	62.3	54.8	52.3	51.8	67.7	95.4
21.00	104.1	77.9	73.8	68.8	62.3	57.3	55.3	54.2	65.2	92.9
M.D.	104.8	86.2	80.5	71.6	63.7	57.2	54.5	53.2	69.1	96.8

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006



(*1) .- Es el Nivel Sonoro Máximo según la Ordenanza Municipal del Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria (Apendice I).

Como podemos observar hay un nivel sonoro continuo equivalente de 69.1 dB con una σ_d=1.6.

El clima de ruido tiene una dinámica de 14 dB.

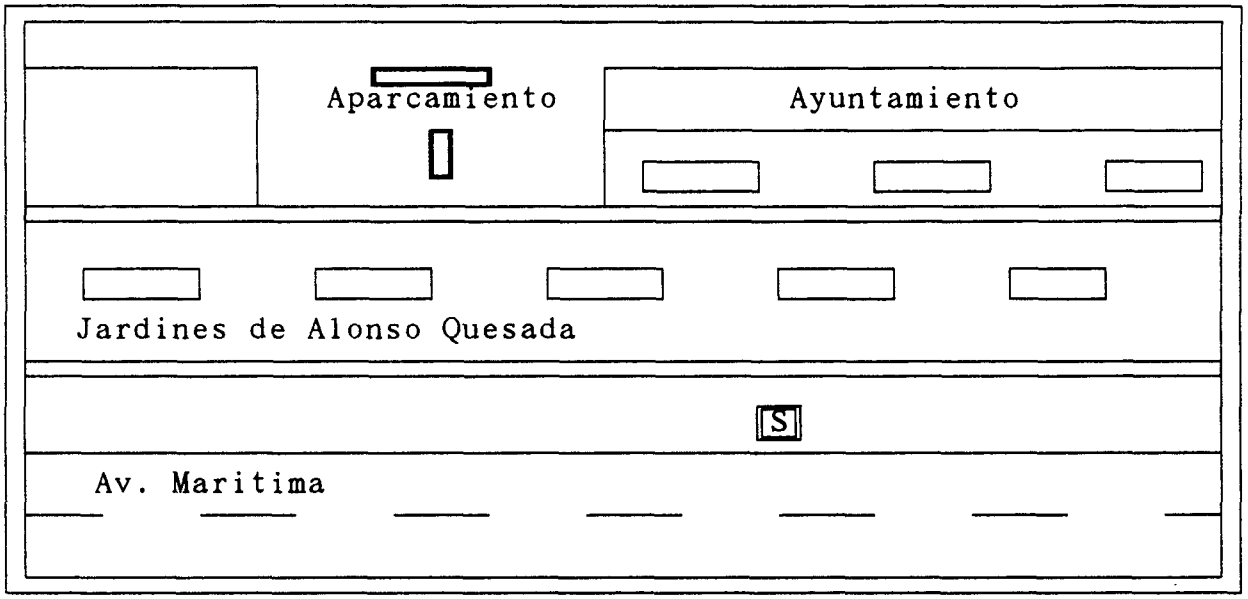
Este punto esta situado en un lateral de un colegio y en plena zona residencial, con ligera pendiente, apreciandose ligeros altibajos a la hora de salida del colegio.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

SITUACION : Av. Maritima (Trasera del Ayuntamiento).

PUNTO CUADRICULA : K-3 FECHA : Diciembre 89

CROQUIS



DISTRIBUCION DE NIVEL

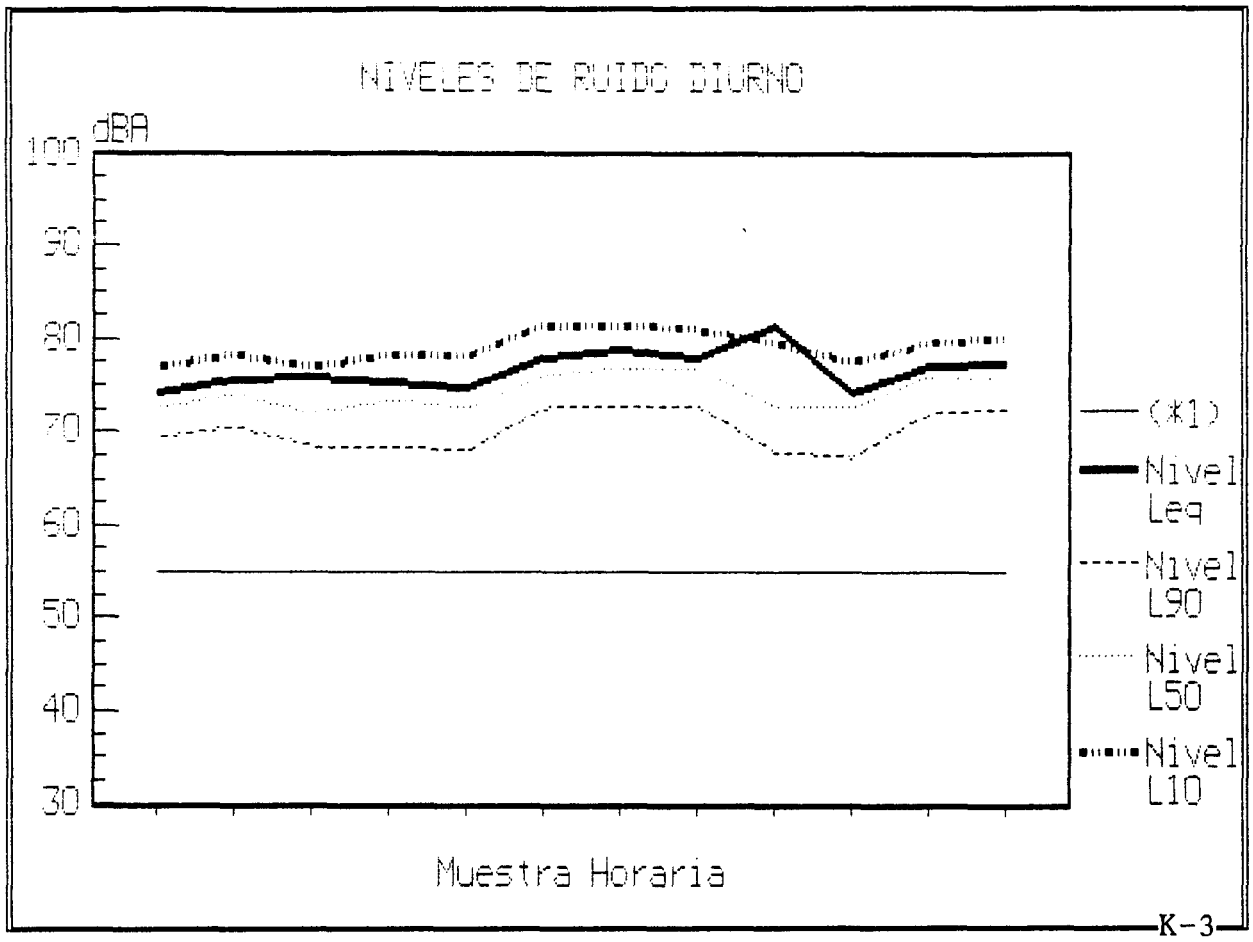
DIURNA

Rango LEQ (dBA)	Porcentaje de las medidas (%)
< 45	0.00
45 a 55	0.00
55 a 65	0.47
65 a 75	57.58
75 a 85	40.78
>85	1.19

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

K-3	NIVELES SONOROS.(dBA)									
HORA	MAXP	MAXL	L(01)	L(10)	L(50)	L(90)	L(99)	MINL	LEQ	SEL
08.50	108.8	89.0	82.8	76.8	72.3	69.3	61.3	58.2	74.2	102.0
10.05	108.4	88.8	83.3	78.3	73.8	70.3	66.8	64.9	75.5	103.2
11.20	111.0	95.9	87.3	76.8	71.8	68.3	65.8	63.1	75.8	103.5
12.35	107.9	90.1	82.8	78.3	73.3	68.3	65.8	64.8	75.2	102.9
13.50	119.8	88.1	82.8	77.8	72.3	67.8	65.3	64.1	74.6	102.3
15.05	110.6	90.5	85.8	81.3	75.8	72.3	66.8	64.7	78.0	105.7
16.20	108.9	95.5	87.3	81.3	76.8	72.8	69.3	67.2	78.8	106.5
17.35	109.0	90.8	86.3	80.8	76.3	72.8	69.8	68.5	78.0	105.7
18.40	114.4	107.3	90.3	79.3	72.8	67.8	65.3	64.6	81.3	109.0
19.40	106.8	85.5	82.3	77.3	72.3	67.3	64.8	63.8	74.1	101.1
20.40	104.0	88.3	84.8	79.3	75.8	71.8	66.3	64.9	76.9	104.6
21.40	108.1	87.9	85.3	79.8	75.8	72.3	68.8	66.9	77.2	104.9
M.D.	109.8	91.5	85.1	78.9	74.1	70.1	66.3	64.6	76.6	104.3

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006



(*1) .- Es el Nivel Sonoro Máximo según la Ordenanza Municipal del Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria (Apendice I).

Como podemos observar hay un nivel sonoro continuo equivalente de 76.6 dB con una σ_d=2.1.

El clima de ruido tiene una dinámica de 8 dB.

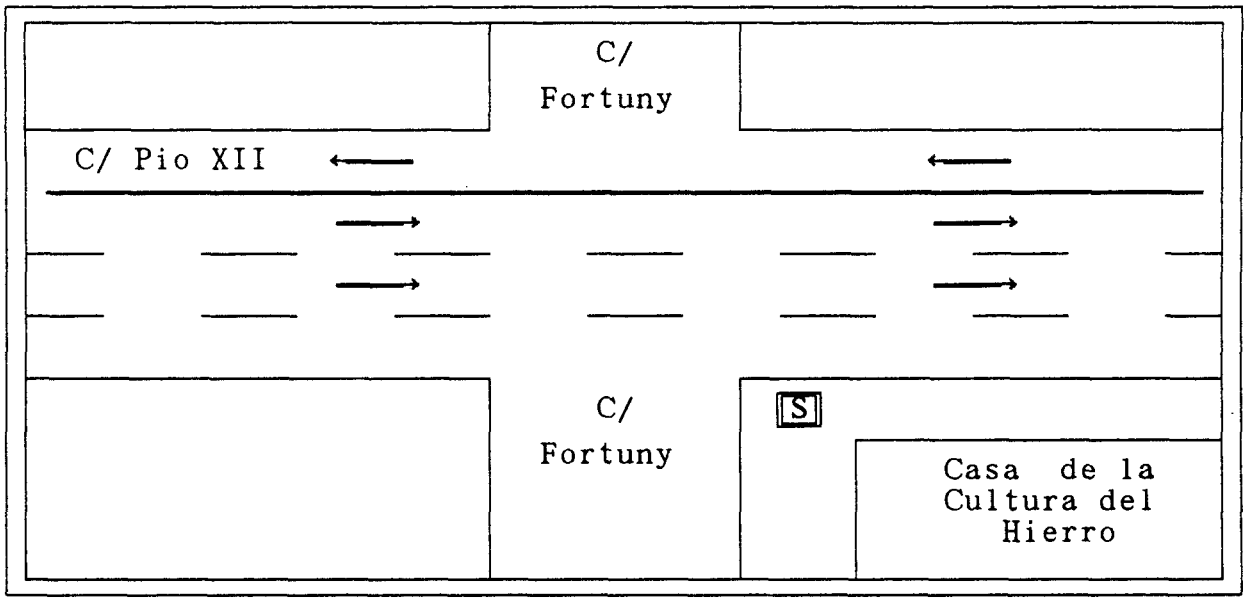
Es una calle con bastante tráfico y abierta al mar.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

SITUACION : C/ Pio XXII nº 30 (Casa de la Cultura del Hierro).

PUNTO CUADRICULA : L-1 FECHA : Diciembre 89 - Enero 90

CROQUIS



DISTRIBUCION DE NIVEL DIURNA

Rango LEQ (dBA)	Porcentaje de las medidas (%)
< 45	0.00
45 a 55	1.04
55 a 65	15.64
65 a 75	56.30
75 a 85	24.22
>85	2.80

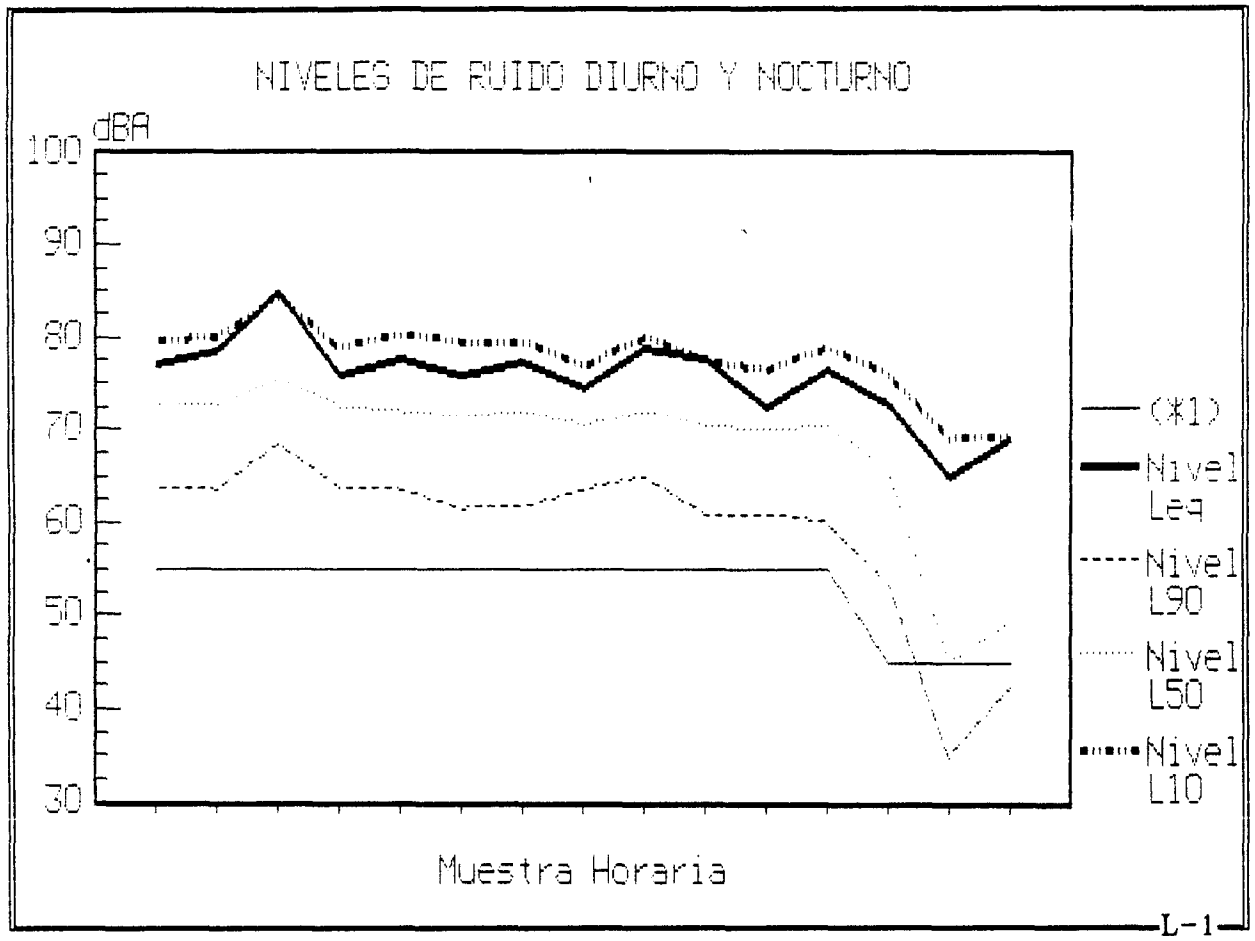
DISTRIBUCION DE NIVEL NOCTURNA

Rango LEQ (dBA)	Porcentaje de las medidas (%)
< 45	26.97
45 a 55	23.38
55 a 65	22.71
65 a 75	20.31
75 a 85	6.29
>85	0.34

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

L-1	NIVELES SONOROS.(dBA)									
HORA	MAXP	MAXL	L(01)	L(10)	L(50)	L(90)	L(99)	MINL	LEQ	SEL
8.25	109.3	95.9	87.8	79.3	72.8	63.8	59.8	57.9	77.1	104.8
9.40	115.4	100.2	89.8	79.8	72.8	63.3	58.8	57.7	78.4	106.1
10.55	125.1	109.5	94.8	84.3	75.3	68.3	61.8	60.7	84.8	112.5
12.10	112.9	89.2	86.3	78.8	72.3	63.8	55.8	53.6	75.8	103.5
13.25	109.4	98.2	88.8	80.3	71.8	63.3	56.3	54.2	77.5	105.2
14.40	109.0	92.3	86.3	79.3	71.3	61.3	53.3	51.5	75.8	103.5
15.55	117.5	95.2	89.3	79.3	71.8	61.8	52.3	51.4	77.3	105.0
17.10	112.3	91.4	85.8	76.8	70.3	63.3	57.8	57.0	74.5	102.1
18.20	121.5	99.9	90.3	79.8	71.8	64.8	57.3	54.8	78.7	106.6
19.20	111.1	101.7	87.8	77.3	70.3	60.8	55.3	53.3	77.6	105.3
20.20	101.3	85.6	80.8	76.3	69.8	60.8	52.3	51.3	72.4	100.1
21.20	113.3	92.7	88.8	78.8	70.3	59.8	54.3	53.6	76.4	104.2
22.55	109.6	93.8	81.8	75.8	65.8	53.3	47.3	44.6	72.8	103.5
02.15	99.4	81.6	77.8	68.8	44.8	34.8	32.8	32.3	65.0	95.7
05.45	114.7	93.2	80.3	69.3	49.3	42.3	41.3	41.3	68.8	99.3
M.D.	113.2	96.0	88.1	79.2	71.7	62.9	56.3	54.8	77.2	104.9
M.N.	107.9	89.5	80.0	71.3	53.3	43.5	40.5	39.4	68.9	99.5
M.T.	112.1	94.7	86.4	77.6	68.0	59.0	53.1	51.7	75.5	103.8

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006



(*1) .- Es el Nivel Sonoro Máximo según la Ordenanza Municipal del Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria (Apendice I).

Como podemos observar hay un nivel sonoro continuo equivalente de 77.2 dB con una σ_d=2.8 y uno nocturno de 68.9 dB y σ_n=3.2 que son bastantes elevados, sobre todo el nocturno.

El clima de ruido tiene una dinámica de 16 dB de dia y 28 dB de noche.

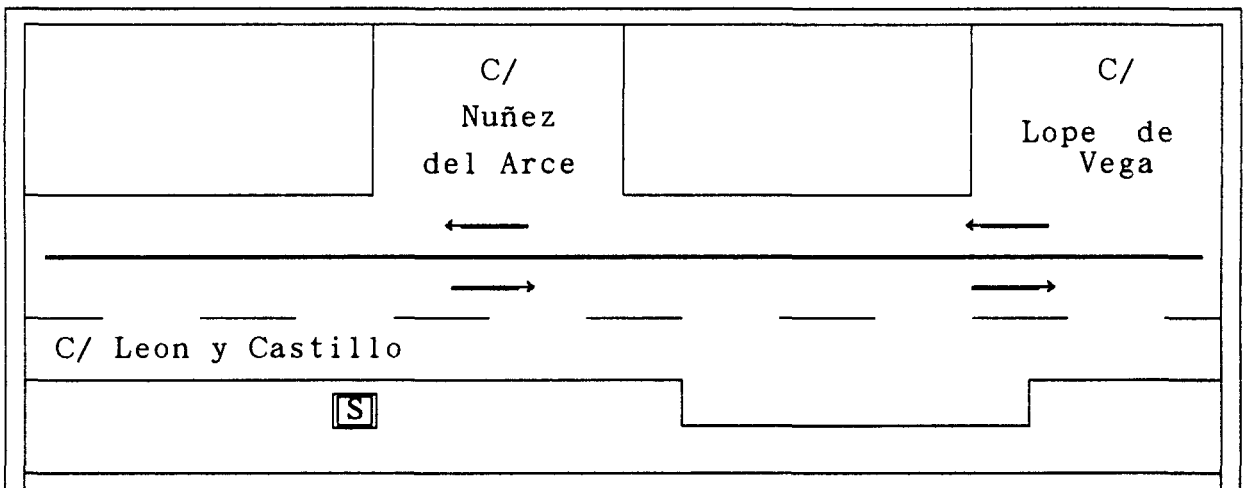
El nivel dia/noche que es la media del L_{eq} a lo largo de las 24 horas es de L_{dn}= 78.0 dB.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

SITUACION : C/ Leon y Castillo nº 270 /Ayuntamiento).

PUNTO CUADRICULA : L-2 FECHA : Diciembre 89 - Enero 90

CROQUIS



DISTRIBUCION DE NIVEL DIURNA

Rango LEQ (dBA)	Porcentaje de las medidas (%)
< 45	0.00
45 a 55	1.58
55 a 65	44.01
65 a 75	50.11
75 a 85	4.19
>85	0.11

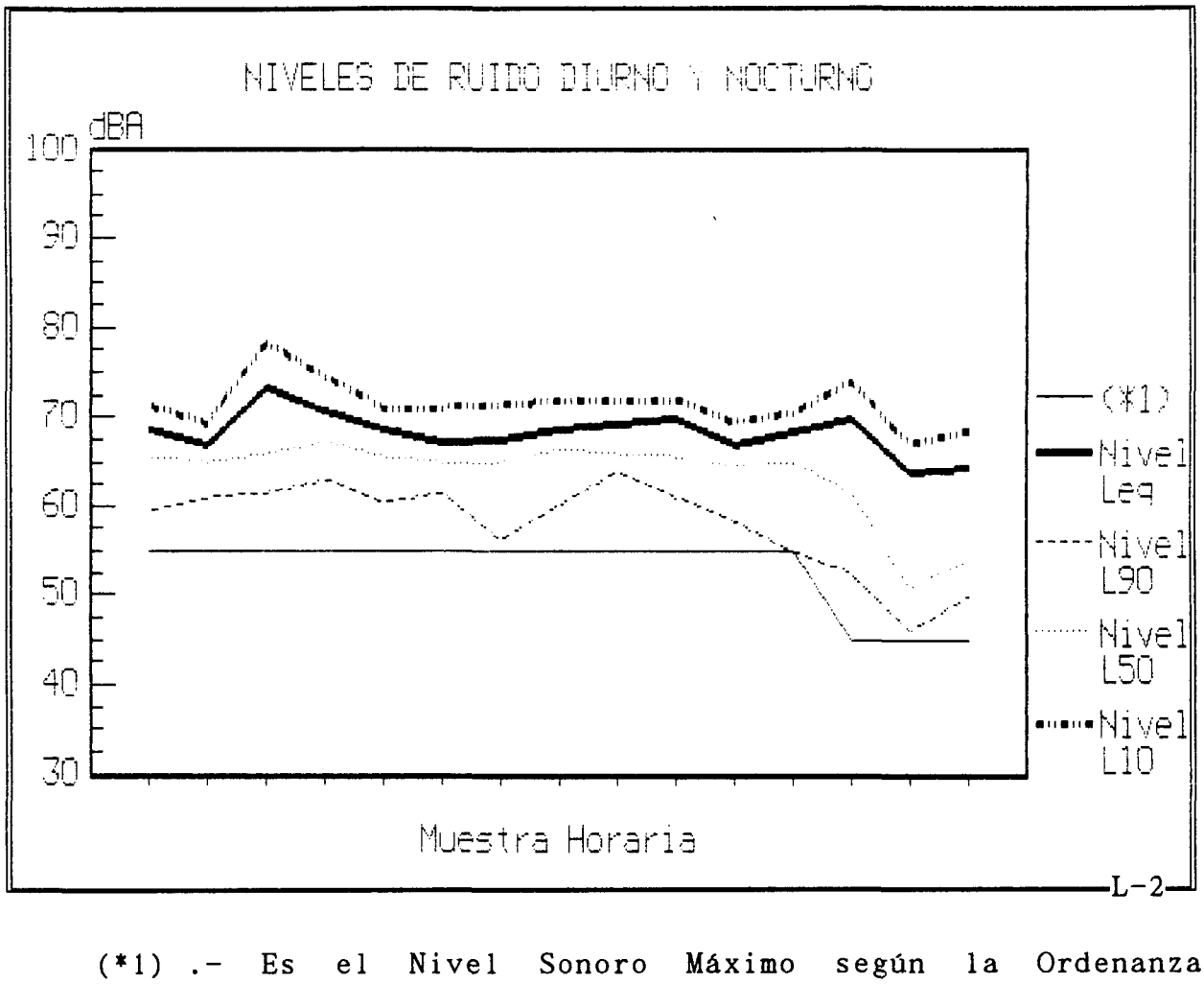
DISTRIBUCION DE NIVEL NOCTURNA

Rango LEQ (dBA)	Porcentaje de las medidas (%)
< 45	1.71
45 a 55	50.14
55 a 65	25.86
65 a 75	19.12
75 a 85	3.11
>85	0.05

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

L-2	NIVELES SONOROS.(dBA)									
HORA	MAXP	MAXL	L(01)	L(10)	L(50)	L(90)	L(99)	MINL	LEQ	SEL
8.25	98.1	81.1	79.3	71.3	65.3	59.3	53.3	50.1	68.6	96.3
9.40	97.3	86.4	75.3	69.3	64.8	60.8	57.8	56.6	67.0	94.7
10.55	108.5	88.2	84.8	78.3	65.8	61.3	56.8	55.1	73.3	101.0
12.10	103.5	83.5	79.8	74.3	67.3	62.8	59.8	57.4	70.6	98.3
13.25	105.3	83.4	79.3	70.8	65.3	60.3	55.8	55.1	68.5	96.1
14.40	98.2	80.2	74.8	70.8	64.8	61.3	56.3	55.0	67.3	95.0
15.55	95.7	78.6	76.8	71.3	64.8	56.3	53.8	53.7	67.6	95.3
17.10	95.9	81.5	78.3	71.8	66.3	59.8	56.3	56.1	68.7	96.4
18.20	98.9	83.6	79.3	71.8	65.8	63.8	62.3	61.7	69.2	96.9
19.20	101.6	83.9	81.3	71.8	65.3	60.8	56.8	52.6	69.7	97.5
20.20	95.6	82.1	77.8	69.3	64.3	58.3	54.8	53.5	66.9	94.7
21.20	101.7	87.4	78.8	70.3	64.8	54.8	52.8	52.1	68.3	96.0
23.35	102.3	87.5	79.3	73.8	61.3	52.3	49.3	48.4	69.7	100.4
02.50	95.7	81.6	75.8	66.8	50.8	45.8	42.8	41.9	63.6	94.3
05.50	95.9	80.4	76.3	68.3	53.8	49.8	47.3	46.4	64.2	95.0
M.D.	100.0	83.3	78.9	71.8	65.4	60.0	56.4	54.9	68.8	96.5
M.N.	98.0	83.2	77.1	69.6	55.3	49.3	46.5	45.6	65.8	96.6
M.T.	99.6	83.3	78.5	71.3	63.4	57.8	54.4	53.0	68.2	96.5

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006



(*1) .- Es el Nivel Sonoro Máximo según la Ordenanza Municipal del Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria (Apendice I).

Como podemos observar hay un nivel sonoro continuo equivalente de 68.8 dB con una σ_d=1.7 y uno nocturno de 65.8 dB y σ_n=2.7.

El clima de ruido tiene una dinámica de 10 dB de dia y 20 dB de noche.

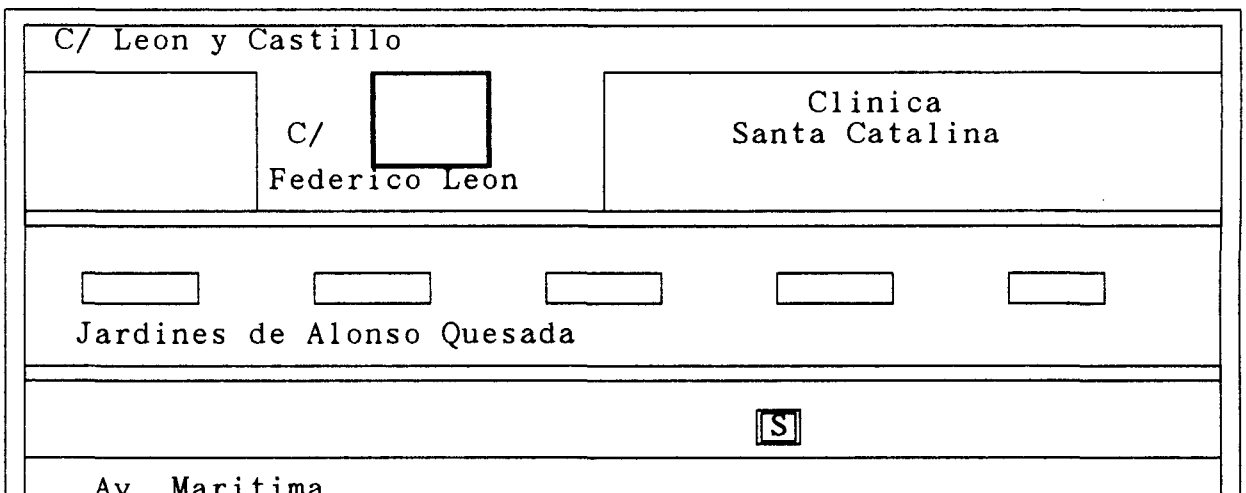
El nivel dia/noche que es la media del L_{eq} a lo largo de las 24 horas es de L_{dn}= 73.1 dB.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

SITUACION : Av. Maritima (Cl. Santa Catalina).

PUNTO CUADRICULA : L-3 FECHA : Diciembre 89 - Enero 90

CROQUIS



DISTRIBUCION DE NIVEL DIURNA

Rango LEQ (dBA)	Porcentaje de las medidas (%)
< 45	0.00
45 a 55	0.00
55 a 65	0.37
65 a 75	31.88
75 a 85	65.67
>85	2.09

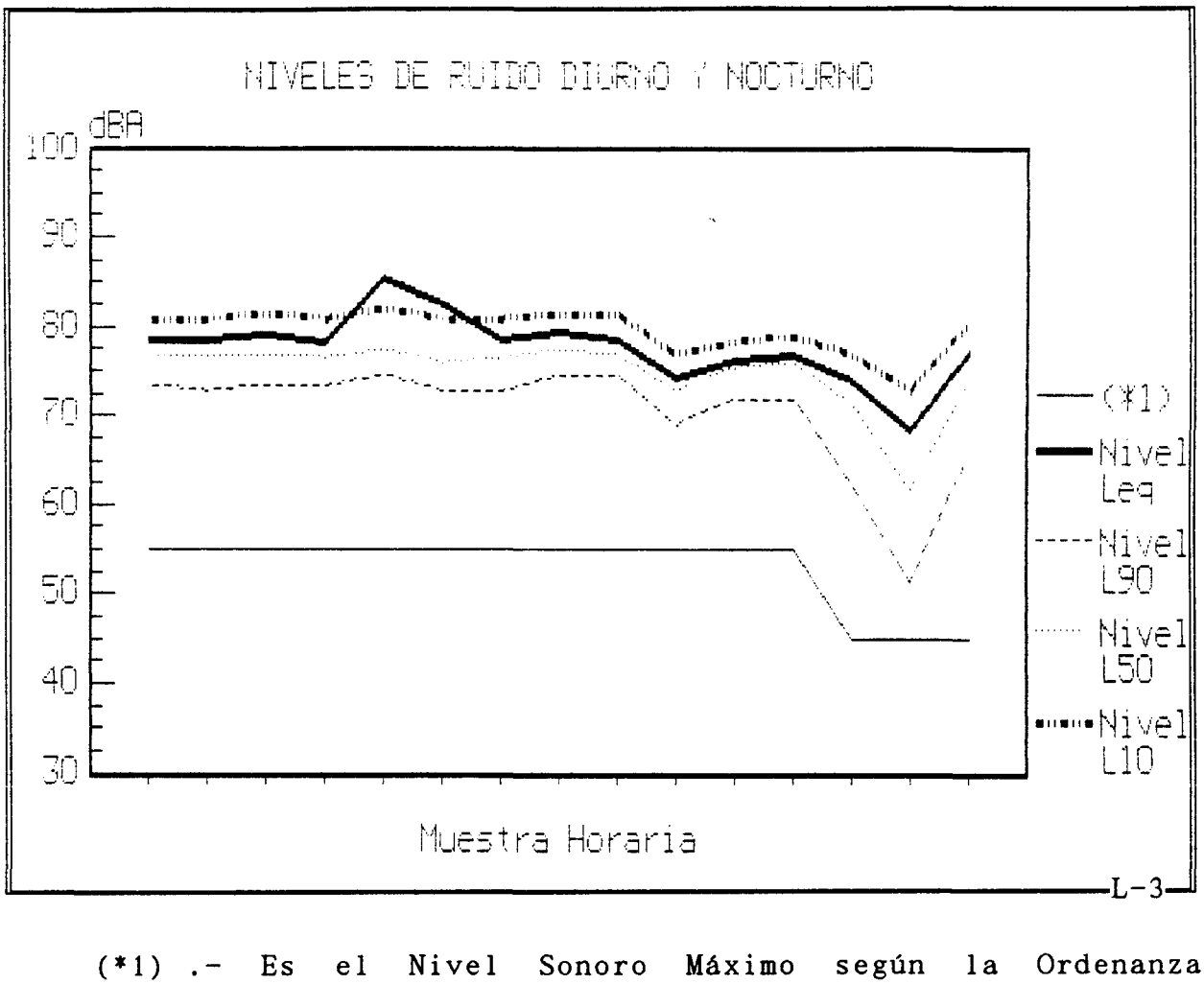
DISTRIBUCION DE NIVEL NOCTURNA

Rango LEQ (dBA)	Porcentaje de las medidas (%)
< 45	0.00
45 a 55	7.73
55 a 65	23.64
65 a 75	46.95
75 a 85	20.70
>85	0.97

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

L-3	NIVELES SONOROS.(dBA)									
HORA	MAXP	MAXL	L(01)	L(10)	L(50)	L(90)	L(99)	MINL	LEQ	SEL
08.00	108.5	89.7	86.8	80.8	76.8	73.3	67.8	65.7	78.4	106.1
09.15	105.0	95.3	85.8	80.8	76.8	72.8	65.3	63.1	78.4	106.1
10.30	112.3	98.0	87.8	81.3	76.8	73.3	70.3	68.2	79.1	106.8
11.45	107.1	88.7	86.8	80.8	76.3	73.3	70.3	69.2	78.1	105.7
13.00	134.9	111.8	92.3	81.8	77.3	74.3	71.3	67.8	85.3	113.0
14.15	117.1	108.1	91.8	80.8	75.8	72.8	69.3	65.0	82.6	110.3
15.30	105.2	92.5	86.8	80.8	76.3	72.8	63.3	60.8	78.4	106.1
16.45	107.6	98.5	87.8	81.3	77.3	74.3	71.3	69.1	79.3	107.0
18.00	104.5	88.1	86.3	81.3	76.8	74.3	70.8	66.8	78.4	106.1
19.00	101.7	86.1	81.3	76.8	72.8	68.8	65.8	65.0	74.1	101.8
20.00	103.8	86.9	83.3	78.3	75.3	71.8	64.3	59.8	76.0	103.7
21.00	115.1	89.2	84.8	78.8	75.8	71.8	66.8	64.8	76.7	104.4
23.20	110.8	91.5	82.8	76.8	71.3	62.3	55.3	52.5	73.9	104.6
02.35	99.6	84.8	79.3	72.8	61.8	51.3	48.8	48.1	68.4	99.1
06.10	108.4	92.8	87.3	80.3	73.8	65.3	61.3	58.9	77.1	109.2
M.D.	110.2	94.4	86.8	80.3	76.2	72.8	68.1	65.4	78.7	106.4
M.N.	106.3	89.7	83.1	76.6	69.0	59.6	55.1	53.2	73.1	104.3
M.T.	109.4	93.5	86.1	79.6	74.7	70.2	65.5	63.0	77.6	106.0

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006



(*1) .- Es el Nivel Sonoro Máximo según la Ordenanza Municipal del Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria (Apendice I).

Como podemos observar hay un nivel sonoro continuo equivalente de 78.7 dB con una σ_d=2.8 y uno nocturno de 73.1 dB y σ_n=3.6 que son bastantes elevados, sobre todo el nocturno.

El clima de ruido tiene una dinámica de 8 dB de dia y 18 dB de noche. En este punto incluso los minimos son elevados.

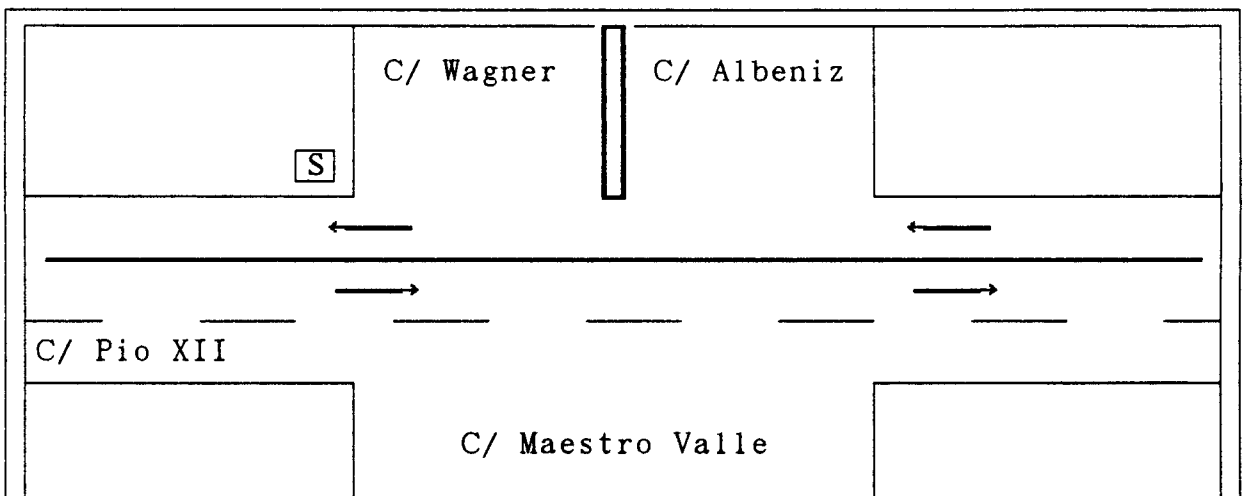
El nivel dia/noche que es la media del L_{eq} a lo largo de las 24 horas es de L_{dn}= 81.1 dB.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

SITUACION : C/ Pio XII (Plazoleta de Milton).

PUNTO CUADRICULA : M-1 FECHA : Diciembre 89

CROQUIS



DISTRIBUCION DE NIVEL

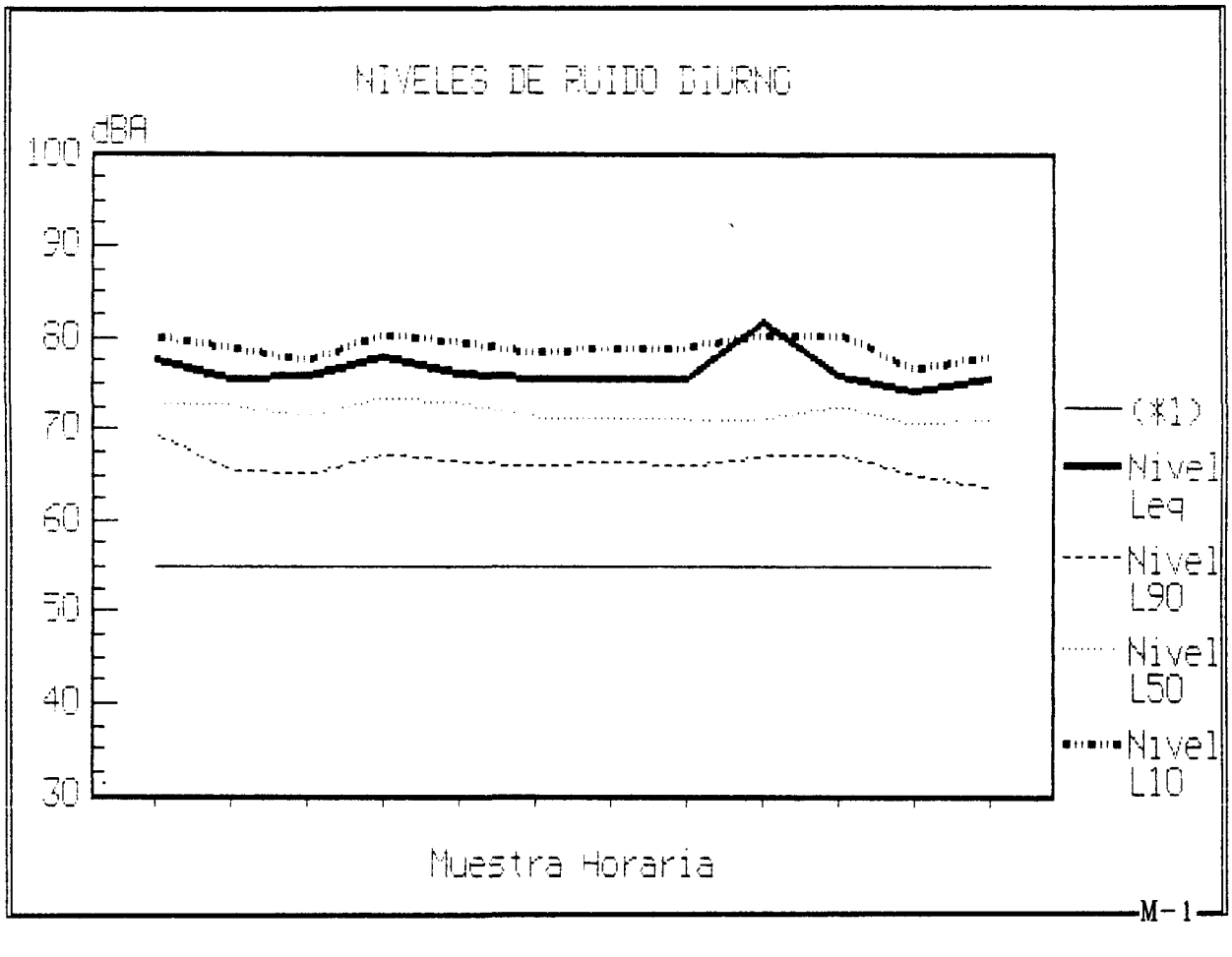
DIURNA

Rango LEQ (dBA)	Porcentaje de las medidas (%)
< 45	0.00
45 a 55	0.00
55 a 65	6.92
65 a 75	69.23
75 a 85	21.77
>85	2.08

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

M-1	NIVELES SONOROS.(dBA)									
HORA	MAXP	MAXL	L(01)	L(10)	L(50)	L(90)	L(99)	MINL	LEQ	SEL
08.50	110.6	99.9	88.3	79.8	72.8	69.3	66.3	65.3	77.7	105.4
10.05	108.0	90.8	85.3	78.8	72.3	65.3	59.3	59.1	75.5	103.2
11.20	104.3	96.7	87.8	77.3	71.3	64.8	56.8	56.1	75.8	103.5
12.35	109.7	98.7	88.3	80.3	73.3	67.3	63.3	62.2	77.8	105.5
13.50	106.3	88.1	85.8	79.3	72.8	66.3	52.3	61.7	76.0	103.7
15.05	104.8	89.7	86.3	78.3	71.3	65.8	62.3	61.4	75.5	103.2
16.20	107.9	93.3	86.3	78.8	71.3	66.3	62.3	60.0	75.6	103.3
17.35	110.1	91.7	86.8	78.8	70.8	65.8	60.8	58.9	75.5	103.2
18.40	115.2	107.6	89.8	80.3	70.8	66.8	64.3	63.5	81.7	109.3
19.40	106.3	89.8	85.3	80.3	72.3	67.3	62.8	60.3	75.9	103.6
20.40	104.6	89.8	84.3	76.3	70.3	64.8	61.3	60.6	74.1	101.8
21.40	103.9	89.4	87.3	77.8	70.8	63.3	56.3	55.9	75.5	103.1
M.D.	107.6	93.8	86.8	78.8	71.7	66.1	60.7	60.4	76.4	104.1

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006



(*1) .- Es el Nivel Sonoro Máximo según la Ordenanza Municipal del Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria (Apendice I).

Como podemos observar hay un nivel sonoro continuo equivalente de 76.4 dB con una σ_d=1.9.

El clima de ruido tiene una dinámica de 12 dB.

presenta un nivel similar al punto anterior situado en la misma calle, el L-1 y el K-1.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Bibliotecas Universitaria, 2006

CAPITULO VII

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

CAPITULO 7.- PLANIFICACION URBANA Y CONTROL DEL RUIDO.

7.0.- INTRODUCCION.

Como hemos visto en el capítulo 6, los niveles en este sector o distrito son, en general, bastante elevados. Algunos autores dicen que es necesario contar con mapas de ruido que permitieran la zonificación del territorio. Como dicen los ingleses muy acertadamente, necesitamos conocer el " paisaje sonoro " del territorio.

Estamos hablando de vias de circulación existentes, pero también de las que se van a construir. Sería conveniente, para poder planificarlas y adoptar consecuentemente medidas correctoras adecuadas, disponer de mapas de los niveles de ruido que, previsiblemente, se van a originar.

En este capítulo veremos la necesidad de los mapas sonoros para la planificación y el control del ruido, así como diversas actuaciones generales para disminuir los niveles del mismo.

7.1.- NECESIDAD DE ELABORAR MAPAS SONOROS MUNICIPALES.

Esta exigencia de carácter previo y obligado debe constituir la base de partida imprescindible para toda actuación efectiva de positiva mejora en el entorno urbano y es necesario ser consciente de que toda planificación sonora

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

debe partir de la existencia de un " Mapa del Estado Actual del Nivel Sonoro " que deben disponerse como documento de trabajo por parte de los Servicios Técnicos Municipales.

En efecto del mismo modo que el estudio de una red cualquiera de servicios ciudadanos tales como luz, agua, gas, alcantarillado, etc. necesita del conocimiento previo de caudales, presiones de suministro, diámetros existentes, etc. de las conducciones generales so pena de originar serias disfunciones en las mismas al ser modificadas, resulta también obligado basarse en datos acústicos reales que posibiliten la evaluación del nivel y extensión de la agresión sonora en un área o emplazamiento concreto del perímetro urbano donde se desea actuar.

Por supuesto cuanto más completo sea el abanico de datos acústicos obtenidos mejor, pues también se facilitará las posibles respuestas a adoptar en cada caso, pero dada la precariedad de medios económicos habitual de los Ayuntamientos, particularmente en los pequeños, es más adecuado referirnos a los mínimos. Concretamente la obtención del nivel equivalente (L_{eq}), el nivel de picos máximos de ruido (L_{10}), así como el nivel de ruido de fondo (L_{90}) en los periodos diurno y nocturno resulta un excelente punto de partida tanto para diseñar una posible mejora como para enjuiciar el impacto de las soluciones presentadas.

Partiendo de estos datos pueden aplicarse medidas de salvaguarda concretas tales como :

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

- Prohibición de determinados usos (sanitarios, escolares, culturales...) o bien adecuación para otros (ocio, industriales, comerciales...).

- Necesidad de ubicación de espacios libres y zonas verdes así como dimensionamiento de las mismas para reducir determinados desequilibrios.

- Distanciación entre edificios y vias de comunicación así como del tratamiento y vegetación de los espacios intermedios.

- Edificación en hilera o mediante construcciones exentas en función de la dispersión del sonido así como de la existencia de plantas bajas con usos administrativos o de oficinas.

Adopción de medidas drásticas singulares pero ocasionalmete necesarias tales como edificios pantalla, taludes vegetales, panyallas antiruido...

Jerarquización del tráfico rodado, tratamiento del pavimento y de las capas de rodadura.

Exigencias estrictas de aislamiento en fachadas partiendo de los mínimos de la Norma Básica a efectos de su reforzamiento con respecto al clima sonoro real.

En resumen es necesario poner de manifiesto que la cuantificación de la contaminación acústica así como la existencia de un inventario actualizado de los focos de emisión sonora todo ello a través de los Mapas Sonoros a que antes hemos hecho referencia deben incluirse en los Planes de

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

Urbanismo en sus diversos escalones como un documento más al igual que otra documentación sobre equipamientos de infraestructuras y servicios y se asegure un conocimiento actualizado de la contaminación acústica. Como norma de representación se debe usar la DIN 18005, como se ha llevado a cabo en este proyecto, es muy recomendable.

Si bien esta iniciativa supone un costo económico cierto y resulta evidente que actualmente solamente municipios muy concretos se interesan por estas acciones lo cierto es que existen ya en España experiencia y equipos humanos sufucientes para desarrollar con éxito este objetivo, y las Universidades son un ejemplo de esto. La simple observancia de los Mapas Sonoros y de las manchas acústicas así obtenidas produce una positiva reflexión al respecto de la " concienciación sonora " del planificador, esta es la opinión del Sr. Arizmendi Doctor Arquitecto y Catedratico Numerario de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de San Sebastian, sobre los Mapas Sonoros y la Planificación urbana.

7.2. ACCIONES DE LA PLANIFICACION.

Hemos visto la importancia de los mapas sonoros en la planificación urbana. Una vez conocidos los niveles, la planificación debe responder a un conjunto amplio de medidas que se complementa para intentar alcanzar un mismo objetivo. Y esto se plantea para los proyectos que están por hacer,

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

bien se trate de urbanizar unas áreas poximas a vías de circulación existentes, o bien de trazar una nueva vía en áreas ya habitadas.

Aunque este planteamento no siempre tiene una línea clara que lo delimite, no vamos a referirnos aquí a los planes de rehabilitación acústica que se plantean en algunas grandes ciudades, aunque se les podrán aplicar también a estos planes, muchas de las cosas que vamos a decir a continuación.

7.2.1.- ZONIFICACION.

No cabe duda que es la primera medida que hay que plantear. Bien a partir de los mapas de ruido, o bien con las estimaciones más precisas que sea posible hacer, hay que asignar áreas para los distintos usos según los niveles sonoros compatibles para cada uno de ellos.

Las zonas industriales admiten niveles sonoros más elevados, podrían ser de hasta 75 dB(A), que las zonas residenciales que no deben sobrepasar de dia los 65 dB(A), y estas a su vez menos exigentes que las hospitalarias a las que hay que reservar zonas con niveles sonoros inferiores a 55 dB(A).

Los distintos usos del territorio exigen límites diferentes en los niveles de ruido máximo. Estos límites son decrecientes según usos de la forma siguiente :

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

- Industriales.
- Comerciales.
- Equipamientos.
- Viviendas.
- Descanso.
- Hospitales.

Evidentemente a estos usos se deben destinar las áreas que cuentan con los niveles sonoros adecuados para ello, pero también pueden reservarse aquellas otras en las que, con determinadas actuaciones correctoras, es posible reducir dichos niveles a esos límites.

Hay que definir, por lo tanto, las zonas que deben protegerse, las que deben quedar en silencio etc., en razón a lo que existe, a lo previsible y a lo que puede conseguirse mediante la planificación.

7.2.2.- ACTUACION SOBRE LA VIA.

En este caso debemos suponer que la vía es de nuevo trazado y que va a cruzar zonas más o menos habitadas. Lo primero será comprobar los usos que se vienen dando a la zona poblada y el destino previsto para los terrenos aún sin edificar. De acuerdo con ello habrá que fijar los limites sonoros que no deben sobrepasarse en las fachadas exteriores de los edificios. No existe legislación española al respecto pero pueden fijarse en función de lo que hacen otros paises y

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

con una buena dosis de sentido común. La intensidad de circulación prevista para la vía nos permitirá determinar el nivel de ruido que va a producir.

Con todos estos datos podremos planificar las medidas correctoras necesarias para que se puedan conseguir los niveles establecidos.

Las actuaciones planificadoras pueden dirigirse a :

- Fijar un trazado que aproveche las condiciones naturales del terreno de forma que la transmisión del ruido se vea dificultada. Evitar las pendientes bruscas y las curvas de radio pequeño.

- Alejar la vía de la zona poblada ó, cuando menos, que cruce un mínimo de zonas habitadas o de descanso.

- Construir la vía en trinchera, ó preveer una cubierta parcial ó total de la calzada, en falso túnel.

- Evitar los trazados muy pendientes. Si se trata de direcciones unicas disponer de la calzada más próxima o crítica en la dirección de bajada, suavizar las pendientes en la zona de viviendas y, en todo caso, acentuarlos en la dedicada a industrias, comercio o zonas verdes. Destinar el trazado más suave para subida.

- Elegir el tipo de pavimento. Esta medida influye poco

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Bibliotecas Universitaria, 2006

si la velocidad de circulación es baja. Los pavimentos lisos son más silenciosos si estan secos. Mojados sucede al revés y resultan menos seguros, por lo que son, en este caso, más adecuados los rugosos. Los más silenciosos a altas velocidades son los pavimentos drenantes, con diferencia al menos entre 4 y 10 dB(A).

- Si se estima necesaria la realización de obras de protección sonora, adoptar las medidas adecuadas para que resulten de la máxima eficacia.

- En algunos casos de edificación ribereña muy baja, puede resultar aceptable construir la vía en terraplen elevado o viaducto.

7.2.3.- ACTUACION SOBRE LA CIRCULACION.

Este factor es uno de los más directamente influyen en la producción del ruido. La ordenación juiciosa del tráfico se traduce en una mejora de los niveles sonoros.

El tipo de circulación más favorable seria la fluida no muy rápida.

En este sentido podemos actuar :

- Sincronizando y manteniendo en correcto funcionamiento los semáforos, e incluso suprimiendolos por la noche, si la

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

seguridad lo permite.

- Disminuyendo el número de vehículos privados y aumentando la capacidad del transporte público.

- Disminuyendo el número de camiones, en especial por la noche.

- Limitando la velocidad, sobre todo en horas de descanso.

- Evitando los cruces, y con mayor razón si tienen semáforos, cerca de las zonas habitadas, con lo que se evitan frenadas y aceleraciones que aumentan el nivel de ruido.

- Acumulando el tráfico en unas pocas vías, siempre que cuenten con capacidad para ello. Esta concentración no produce aumentos apreciables de ruido y permite adoptar medidas más sencillas y abaratar costes de corrección porque habría que actuar solamente sobre estas vías.

- Planificación las vías principales por las áreas sometidas o los niveles de ruido más elevados.

7.2.4.- ACTUACIONES URBANISTICAS.

Una buena planificación urbanística y una orientación adecuada de los edificios permiten reducir de forma

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

importante los niveles de ruido. Muchos de los problemas se producen por una carencia absoluta de planificación sonora. Ejemplos que pueden ponerese son la situación en las proximidadess de muchos aeropuertos españoles y de las grandes vias de circulación, que fueron realizadas antes de que se edificara en sus cercanias, y hoy se producen en estas edificaciones importantes problemas de ruido.

Los problemas de planificación son muy distintos si la zona está ya edificada y se trata de construir una vía nueva, a los que se presentan si la vía existe y los edificios no, y por supuesto muy distintos a si todo va a ser de nueva construcción.

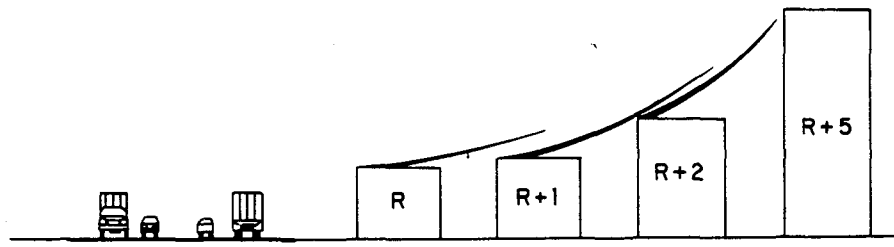
La planificación urbanística puede actuar mediante la zonificación, de la que ya hemos hablado; graduando la altura de los edificios, figura 7.1; con una adecuada orientación de estos, figura 7.2 y con otras limitaciones que concretamos a continuación :

- Reduciendo la densidad de población, por ser una factor generador de tráfico. No se debe sobrepasar las 40 viviendas por hectárea si se trata de viviendas adosadas y las 90 si son edificios de 4 plantas.

- Se debe tratar de que las vías sean abiertas (en L, con edificios abajos o separados). Las vías cerradas (en U) producen, por fenomenos de reflexión, incrementos importantes en los niveles de ruido y dificultades para su corrección.

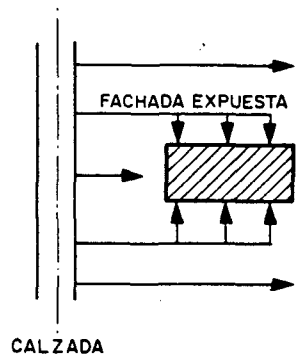
© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

DISPOSICION DE LOS EDIFICIOS

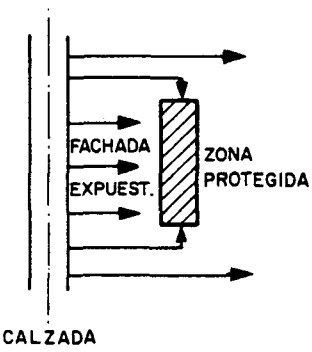


GRADUACION EN ALTURA

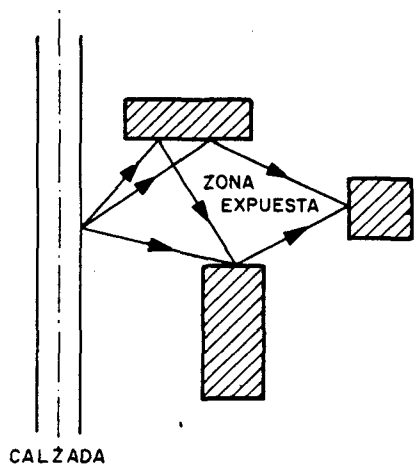
Fig.7.1



DISPOSICION DESFAVORABLE



POSICION FAVORABLE



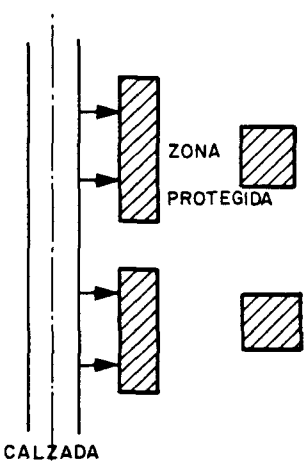


Fig.7.2

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

- Las mayores densidades de viviendas deben establecerse siempre de forma que los vientos dominantes no trasladen hasta ellas los ruidos producidos en las zonas más activas.

- Para la ubicación de la zonas verdes existen varios enfoques. Por una parte deben ser zonas silenciosas, por otra pueden ocupar espacios entre la zona habitada y la fuente de ruido, con lo que se aumenta la distancia entre ambas, lo que favorece la disminución del nivel de ruido en la zona habitada. Son fáciles de proteger del ruido, pues su altura es la de una persona. Cada 10 metros de arbolado producen un descenso de 1 dB(A).

-Aprovechar el subsuelo para aparcamientos, con lo que se favorece la circulación fluida, ó para vías de circulación. A este respecto conviene recordar los planes de autopistas subterraneas de la ciudad de París.

- No debe permitirse la edificación en áreas sometidas a niveles de ruido superiores a los aconsejados para los usos que se pretenden.

- La concesión de licencias para la edificación debería incluir especificaciones concernientes al ruido.

- Las fachadas que dan a las vías de circulación deben contener las habitaciones menos sensibles al ruido, como son

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

la cocina, los aseos, etc., y la zona protegida debe reservarse para los dormitorios y zonas de estar. Las ventanas a la vía deben ser más pequeñas, para facilitar la protección del interior.

En la figura 7.3 se pueden observar otras disposiciones de edificios así como apantallamientos.

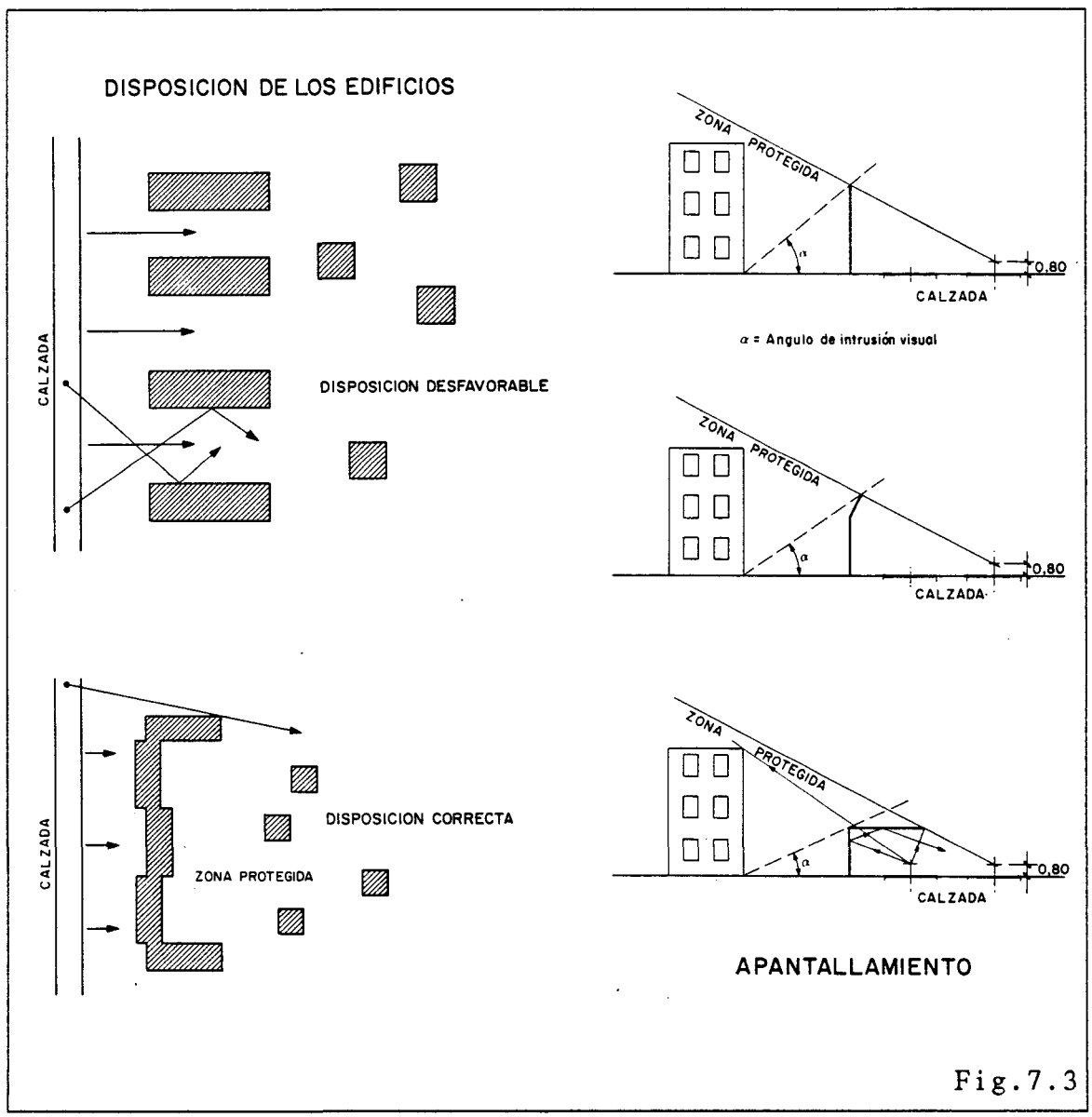


Fig.7.3

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Bibliotecas Universitaria, 2006

7.3.- CONTROL DEL RUIDO.

El gran campo de batalla esta en las carencias legislativas, el carecer de una ley que permita regular este caos en el que nos estamos sumiendo dia tras dia impide llevar a cabo tales consejos.

En el capítulo 4 veiamos como al final de la cadena recaia en los Ayuntamientos y Corporaciones Locales todo tipo de actuación al respecto de este tema y poniamos en tela de juicio si estos estaban realmente capacitados para tal actuación, ya que no hay una administración central que regule esto, bien venido sea cualquier actuación que mejore nuestra calidad medio ambiental, aunque estas no se prodiguen.

Para alcanzar tal calidad medio ambiental, podemos decir que la lucha contra el ruido se centra en :

- La reducción en la fuente de origen (emisión).
- Protección del objeto receptor (aislamiento).
- Adopción de medidas preventivas (planificación).

Sin lugar a duda la planificación urbana es el instrumento más adecuado en la lucha contra el ruido. Siendo en este caso, como en el de la totalidad de los problemas ambientales, la política preventiva la más eficaz, aunque la menos aplicada.

En este sentido los estudios de evaluación de impacto

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

ambiental (EIA) son uno de los instrumentos imprescindibles a la hora de tomar decisiones sobre planificación, usos del suelo e implantación de activadades potencialmente ruidosas.

En lo que se refiere a la protección del medio receptor las medidas a adoptar vendrán estrechamente condicionadas por el origen del ruido.

Para el ruido procedente del tráfico o de zonas fuertemente industrializadas la solución suele venir de la limitación del impacto del ruido sobre los recptores, colocando barreras acústicas o insonorizando los edificios.

La colocación de barreras acústicas debe ser una solución restringida a situaciones muy concretas para las cuales no quepan otras alternativas, por cuanto este tipo de barreras suelen ser de elevado coste y esteticamente muy perturbadoras.

En lo que al aislamiento se refiere debe intensificarse su uso en todos los casos, pues no solo actua como protector del ruido sino también como economizador de energía y mejora del confort.

En la adopción de medidas de mejora de las fuentes emisoras la evolución seguida, tanto por la industria del automovil como por la aeronautica ha sido espectacular y la mayor parte da las normativas aparecidas en los últimos años sobre el ruido se refieren a la regulación de las emisiones sonoras de máquinas, vehículos o instrumentos de uso cotidiano.

Si en el ámbito de la homologación de vehículos se han

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

hecho grandes esfuerzos en las fuentes de ruido procedentes del grupo motopropulsor y del escape, hay un especto, hasta ahora no excesivamente contemplado y que está mostrando ser muy importante, es el referido al ruido del " rodamiento ". Este ruido es el procedente en las vias urbanas rápidas, en las autopistas en incluso en algunas calles imporantes. Además, cuando las condiciones de la circulación urbana son mejores, por ejemplo durante la noche, y la velocidad de los vehículos superior, el ruido del rodamiento es el dominante y provoca grandes perturbaciones del descanso.

Existen por último otras formas de ruido que dia a dia adquieren mayor importancia y cuya eliminación entraña gran dificultad al estar vinculadas a las actividades de ocio de parte de la población y al tratarse en muchos casos de comportamientos antisociales.

La experiencia demuestra que en este ámbito la lucha contra el ruido no depende tanto de la aplicación de una normativa sino de la participación del público.

Existe, pues, en el medio urbano, una multiexposición al ruido, lo que necesita de un tratamiento más global que las evaluaciones parciales que suelen hacerse. Esto significa que la política de lucha contra el ruido necesitará de la adopción de importantes cambios en los habitos de conducta de los ciudadanos y en los procedimientos de la administración.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

7.3.1.- ELABORACION DE ORDENANZAS DE PROTECCION CONTRA EL RUIDO.

En la Ordenanza de Protección contra el ruido es importante que el municipio asegure que todas las disposiciones adoptadas sean coherentes con las características de la localidad, ajustadas a sus necesidades y realistas con los mecanismos de gestión municipales; que todas las disposiciones sean consistentes entre sí, con respecto a otros reglamentos locales o de rango superior; y que los textos sean claros y precisos, de tal manera que se minimicen los problemas de interpretación. En definitiva que la Ordenanza sea viable y que tenga como objetivo el lograr un adecuado confort acústico en la ciudad.

La Ordenanza, además de ser un documento jurídico con fuerza legal debe contemplar diversos aspectos técnicos de caracter preventivo en la instalación de actividades, especificaciones de los equipos de medida y metodología a emplear en las mediciones.

El programa de lucha contra el ruido en Zaragoza contempla las siguientes actuaciones :

- Modificaciones de las Ordenanzas Municipales de Medio Ambiente: Fundamentalmente en el regimen sancionador, posibilitando una mayor acción municipal y rapidez en la transmisión de denuncias, así como la revisión de aspectos técnicos de la misma.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

- Coordinación entre Departamentos: Establecer los mecanismos de coordinación entre el Servicio de Medio Ambiente, Policia Local y Servicio de Licencias.

- Elaboración de Ordenanza de distancias: La ordenanza permite fijar las distancias mínimas para la ubicación de actividades regladas por el Reglamento de Policia de Espectaculos al objeto de minimizar los efectos auditivos que la saturación de estos establecimientos producen en determinadas zonas urbanas.

- Campaña de educación ambiental: El objeto de la campaña es modificar los comportamientos de los ciudadanos frente al ruido, y a través de los medios de comunicación social (TVE, radio, prensa) y recursos municipales.

- Estudio psico-sociológico de comportamientos: El estudio tiene por objeto conocer la percepción ciudadana del ruido en general y la de los ciudadanos sometidos a niveles sonoros importantes, estableciendo un apartado especial para los jovenes.

Dentro del programa se establece la necesidad de intensificar las inspecciones de actividades, vigilancia más estricta de los vehículos a motor y aumento de los recursos humanos en el Servicio de Medio Ambiente.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

CAPITULO VIII

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

CAPITULO 8.- EFECTOS DEL RUIDO.

8.0 INTRODUCCION.

A lo largo de todo el proyecto hemos hablado del ruido de su naturaleza física de como influye en la comunicación, como medirlo, etc. Pero no hemos comentado los efecto del ruido sobre el hombre. Todos sabemos que el ruido tiene una caracter subjetivo, el vecino que nos molesta con la musica elevada no se percata de que puede ser molesto para otros.

El ruido cuando sobrepasa cierta intensidad es capaz de alterar la audición, estas alteraciones pueden ser temporales, en este caso puede hablarse de fatiga o elevación temporal del umbral auditivo, o bien permanentes, hablando entonces de trauma sonoro.

A lo largo de este capítulo comentaremos los efectos del ruido en el hombre, los más conocidos a nivel del aparato auditivo y los efectos encubiertos del ruido, que aunque menos aparentes que los auditivos, no dejan de representar un importante factor en la vida del hombre y que denominaremos como " Efectos no auditivos (ENA) del ruido.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

8.1.- EFECTOS AUDITIVOS DEL RUIDO.

8.1.1.- TRAUMA SONORO AGUDO.

Es la alteración auditiva que resulta de la exposición breve o instantánea a un ruido de tal intensidad que la energía físisca sobrepasa los límites fisiológicos de la estructura del oido, produciendose en ellas lesiones irreversibles.

Las lesiones anatómicas pueden asentarse en el oido medio, en el oido interno o en ambos. Las de oido medio pueden ser muy variables: perforación timpánica a nivel de la pars tensa, destrucción total del tímpano, disyunción de la cadena de huesecillos, fracturas de la cadena de huesecillos (mango del martillo, ramas del estribo), impactación del estribo en la ventana oval, hemorragias de la mucosa del oido medio.

A nivel de oido interno se producen alteraciones en las células ciliadas (vacuolización y vesicula en el citoplasma) y finalmente terminan desapareciendo, la región más afectada de la coclea es la espira basal en la zona de recepción para los sonidos de frecuencia entre 4.000 y 10.000 Hz. Pueden producirse hemorragias intracocleares.

La sintomatología varía según las lesiones, los sintomas más frecuentes son :

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

- Hipoacusia.

La mayoria de las veces es el sintoma principal, su comienzo brusco y su importancia hacen que tenga en ocasiones un carácter dramático para el sujeto. Otras veces pasa desapercibido y se pone en evidencia en un estudio audiométrico de rutina practicando con posterioridad. Puede ser uni o bilateral.

- Otorragia.

Indica rotura de tímpano.

- Acúfenos.

Bastante constantes.

- Otros síntomas más inconstantes.

Otalgia, alteración del equilibrio.

En la exploración suelen realizarse Otoscopias, Audiogramas y Timpanogramas, para la detección de lesiones.

El pronostico, evolución y tratamiento dependen de cada sintoma, en el caso de Hipoacusia las posibilidades de recuperación son bajas, no obstante ha de intentarse siempre un tratamiento de 2 ó 3 meses como mínimo, la recuperación dependerá de la magnitud de la lesión, el inicio precoz del tratamiento tiene más posibilidades de éxito.

8.1.2.- ELEVACION TEMPORAL DEL UMBRAL AUDITIVO.

Es una elevación pasajera del umbral auditivo inducida por la exposición a ruido y que se va recuperando

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

gradualmente una vez que ha cesado la exposición. La variación del umbral puede ir desde insignificantes decibelios hasta dejar el oido temporalmente sordo.

Los ruido de alta frecuencia, sobre todo los de energía entre 2.000 y 6.000 Hz, son los más eficaces en producirla. Para exposiciones de 8 a 16 horas el ruido debe superar los 60 - 80 dB de intensidad para llegar a producir este efecto. La mayor alteración se observa sobre las frecuencias de igual espectro que el ruido que provoca la elevación del umbral, a no ser a intensidades elevadas de ruido, en cuyo caso la máxima afectación del umbral se sitúa entre media y una octava sobre la frecuencia principal del ruido.

Los ruidos con interrupciones frecuentes (o una exposición interrumpida) producen menor pérdida que la exposición a un ruido contínuo de equivalete energía sonora.

Al cesar la exposición la sensibilidad auditiva vuelve al umbral preexposición; el timpano de recuperación puede variar desde minutos a varias semanas.

La susceptibilida individual a esta pérdida temporal inducida por la exposición a ruido considerablemente de unos individuos a otros y esta susceptibilidad guarda cierta relación con la predisposición individual al traumatismo sonoro (elevación permanente del umbral); por ello sería interesante estudiar esta pérdida temporal, en los reconocimientos preempleo, para ver si el trabajador es apto para ubicarlo en medio ambiente laboral ruidoso. Desafortunadamente otras investigaciones no encuentran una

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

relación tan estrecha entre la elevación temporal del umbral y la susceptibilidad al trauma sonoro crónico, si bien puede afirmarse que los ruidos que no producen pérdida temporal tampoco producen elevación permanente.

8.1.3.- TRAUMA SONORO CRONICO.

Es la hipoacusia originada por la exposición prolongada a niveles de ruido elevados. Esta lesión es conocida desde muchos años, en 1.830 Fobrosque habla de la " Sordera del Herrero ". igualmente se habla de " sordera de los caldereros, de los trabajadores del textil, etc. ". En España la sordera profesional es reconocida como enfermedad profesional desde el 13 de abril de 1.961 y en la actualidad es una de las enfermedades profesionales más frecuentes, y por lo tanto la más estudiada y reglamentada a nivel profesional.

8.2.- EFECTOS NO AUDITIVOS DEL RUIDO.

8.2.1.- DEFINICION DE RUIDO.

Cuando queremos definir la palabra ruido, no podemos dejar de asociarla a su factor molesto, agresivo y desagradable inherente al concepto de lo que para nosotros significa ruido.

Así por ejemplo tenemos definiciones como :

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

" Todo ruido no deseado; o bien un fenomeno acústico que produce una sensación auditiva considerada como molesta desagradable ", American National Standars Institute.

" Todo sonido no deseable ", American Standars Association.

" Fenomeno acústico que produce una sensación desagradable y molesta ", Comite Electrónico de Francia.

" Conjunto de sonidos que adquieren para el hombre un carácter afectivo desagradable, más o menos molesto inadmisible a causa sobre todo de las molestias, la fatiga, la perturbación y en toido caso el dolor que produce ", Comunidades Europeas.

" Sonido inarticulado y confuso más o menos fuerte ", Diccionario Espasa.

" Conjunto de sonidos sin armonia ", Diccionario Larousse.

" Conjunto de fenómenos fisicos que percibimos por medio del oido ", Fisica.

" Sonidos altos, duros o no deseados ", Oxford Dictionary.

En todas las definiciuones vemos una diferenciación patente, entre el " SONIDO " aceptado como tal, dentro de un contexto de estimulos sensoriales normales, no agresivos y el sonido distorsionado, erradicado de su cauce normal, hiriente, " sonido caricaturizado " y molesto que es el

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

" RUIDO ".

Otra de las connotaciones a tener en cuenta en las anteriores definiciones es que al referirse al ruido, lo hacen determinando un espectro donde aparecen las molestias, que suelen coincidir en general con 70 dB que corresponderia al " nacimiento del ruido ".

Pero este concepto vertido en alguna ocasión por ciertos autores, requiere por nuestra parte varias matizaciones.

Primeramenmte la definición de ruido implica un alto grado de subjetividad, en el que influyen circunstancias como el estado de animo, estado de fatiga u otra en los que los sonidos pueden ser traducidos a ruido y viceversa, por ejemplo la gota de agua que periodicamente cae del grifo, casi pudiera ser un sonido, pero se convertiria en ruido molesto si nos impidises dormir. Así pues, los efectos no auditivos del ruido abarcarian toda la banda de tonos audibles. Incluso pudiéramos llegar a afirmar que no es necesario que el ruido sea molesto para que produzca efectos nocivos sobre el organismo. Por lo que sería más propio hablar de los " efectos no auditivos del sonido " (ENA), aunque la introducción del termino ruido sea más expresiva.

Quedan a ambos lados de la zona audible dos campos de menor y mayor longitud de onda que los tonos audibles, y que corresponden respectivamente a los " INFRASONIDOS " y " ULTRASONIDOS ". Estos dos campos guardan una frecuente complicidad con los tonos audibles, estando presentes en muchas fuentes sonoras, por lo que en el estudio de los ENA

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

del ruido al menos deben ser mencionados.

No hay que confundir estas dos zonas no audibles con la ausencia total de ruido, que más bien sería la ausencia total de oscilaciones o silencio absoluto. A este respecto en los estudios practicados en la " NASA " se ha comprobado que el confinamiento en una cámara con " nivel sonoro cero " provoca alteraciones psicosomáticas al cabo de una hora, y que al cabo de 6 horas puede producir trastornos del comportamiento de larga duración incluido irreversibles.

Tal vez se refiere a este " sonido del silencio " el Budismo Zen cuando sugiere como tema de meditación : " Se sabe el sonido del palmear de una mano con la otra. ¿ Cual es el sonido de una sola mano? ".

8.2.2.- VIAS DE TRANSMISION DEL RUIDO.

8.2.2.1- SISTEMA ESPECIFICO.

Posee una función primaria para transmitir los impulsos nerviosos producidos por el ruido a los receptores auditivos y los centros cerebrales de percepción e interpretación.

8.2.2.2.- SISTEMA INESPECIFICO.

El camino seguido por este sistema es totalmente diferente del auditivo. El ruido activa y regula el centro llamado de " formación reticular ascendente " para

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

diversificarse en dos vertientes :

a) Centros nerviosos autonomos.

b) Areas funcionales del cerebro.

Cuando los estímulos del ruido afectan a los centros nerviosos autónomos los ENA del ruido, producen interferencias en los trabajos mentales de precisión y del sueño, así como trastornos emocionales, de comportamiento, molestias, etc...

Puestas así las cosas, parece ser que este " Sistema inespecifico " sería el responsable de los ENA del ruido, con una estructura totalmente independiente de la correspondiente a la audición. En efecto el bombardeo de ruido sobre el área reticular produce excitabilidad, nerviosismo, hiperreflexia y desincronización en las respuestas electrográficas de los tejidos expuestos al ruido excesivo.

8.2.3.- EFECTOS NO AUDITIVOS DEL RUIDO.

Como antes indicabamos y dependiendo de la via seguida por el estímulo producido, los ENA del ruido se pueden dividir en 2 apartados.

- Efectos fisiopatológicos.
- Efectos psicopatológicos.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

8.2.3.1.- EFECTOS FISIOPATOLOGICOS.

La noxa sonora al actuar sobre los órganos diana, sigue unas vías, actuan sobre el " Sistema nervioso autónomo ", modificando su función normal y repercutiendo, sobre el resto del organismo. Todo ello en dependencia de la mayor o menor sensibilidad del individuo, ya que el factor personal es fundamental en la magnitud e importancia de los efectos no auditivos (ENA) del ruido.

Los efectos son :

1.- Efectos sobre el sistema nervioso central.

Podemos dividirlo en dos partes, los efectos sobre las células cerebrales y sobre la microcirculación cerebral. Estos efectos se pueden apreciar en los electroencefalogramas (EEG) y dependen de la intensidad del ruido. En los segundo se puede apreciar espasmos o vasodilataciones de los vasos sanguineos, provocando alteraciones en el riego sanguineo cerebral.

2.- Efectos sobre el sistema cardiovascular.

No existe una unanimidad de criterios en los numerosos estudios realizados hasta el momento, en cuanto a la influencia del ruido en el ritmo cardiaco. Unos autores han encontrado la aparición de una braquicardia, en tanto que otros han encontrado la aparición de una taquicardia. En este último supuesto, el aumnento oscila entre un 10 y un 15% de

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

la frecuencia basal, que suele desaparecer al cesar el ruido. Este fenómeno pudiera encontrar su explicación, como respuesta del organismo con una taquicardia fisiológica frente a un efecto " alarma " que produce el ruido. Así, en los trabajadores del acero y de la fundición, aparecen alteraciones del ritmo cardiaco como se refiere en diferentes estudios. Otras afecciones son sobre personas con coronariopatias e infarto de miocardio, aumento de la presión arterial, etc...

Estas alteraciones vasomotoras son directamente proporcionales a la intensidad y duración del estímulo sonoro y se mantienen durante cierto tiempo después de haber desaparecido el estímulo, pudiendo persistir hasta una hora.

Las experiencias en animales y posteriormente en humanos constatan que estas alteraciones aumentan durante el sueño, de manera que se producen con estímulos mucho menos intensos que en el estado de vigilia.

3.- Efectos sobre el aparato respiratorio.

Hay un aumento de la frecuencia respiratoria, en un principio, aunque ésta frecuencia se hace notar más patentemente pasados unos años de exposición al ruido. Estos efectos también se detectan durante el sueño, lo que hace descartar que su influencia se de origen emocional. Incluso puede ser que el uso de protectores auditivos no juega papel alguno en la aparición de éstas alteraciones.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

4.- Efectos sobre el aparato digestivo.

Parece ser que la patología digestiva, especialmente la incidencia de ulceras duodenales, colicos y otros trastornos gastrointestinales son más frecuentes en personas sometidas al ruido. Se han comprobado incluso alteraciones en la motilidad, con espasmos intensos del píloro, mediante estudios radioscópicos en un gran número de personas espuestas a ruido moderadamente elevado y que no presentaban alteraciones en ausencia de ruido.

Cuando la intensidades ascienden a más de 150 dB, aún a pesar de utilizar protecctores auditivos, aparecen molestías gástricas en gran número de personas.

5.- Efectos en el sistema sanguineo.

Puede presentarse una disminución de los polinucleares y de los eosinofilos, así como un aumento de la viscosidad de la sangre, y alteraciones plaquetarias. Así mismo está en estudio el posible efecto sobre la síntesis de las proteinas y alteraciones enzimaticas como las transaminasa y fosfatasas.

6.- Efectos sobre el equilibrio.

La intensidad del ruido necesaria para producir afectación de equilibrio, es, generalmente alta del orden de los 110 dB incluso superiores a los 130 dB. Estos cuadros se acompañan de vértigos marcha inestable, perdida de equilibrio y nauseas. Ya con intensidades superiores pueden aparecer

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

cuadros sincopales más o menos graves, precedidos de vómitos abundantes, mareos, etc.... Estos efectos que persisten durante algún tiempo, puede que sean debidos a la influencia del ruido en los conductos semicirculares, alteraciones vasculares regionales y en el núcleo vestibular del sistemna nervioso.

7.- Efectos sobre la visión.

Entre los efectos más importantes sobre la visión podemos destacar las alteraciones de la visión nocturna, acompañadas de dificultad e incluso de molestias, detectadas con el adaptómetro. La disminución de la respuesta de los movimientos del ojo aparece al aumentar los niveles de ruido, y se puede observar una disminución de la sensibilidad a la luz y retraimiento del campo visual de un ojo cuando estimulamos sonoramente el oido contrario. Por último pueden aparecer dilatación de pupilas y nistagmus; y si la intensidad sobrepasa los 110 dB se puede observar un estrechamiento del campo visual y discreta protanomalia (deficit hasta el 10% en la pércepción del color rojo).

8.- Efectos sobre las glandulas endocrinas.

La mayoria de los estudios en este campo han sido realizadas en animales por razones obvias. El mecanismo de acción es realmente complejo y se producen grandes variaciones en las diversas glandulas endocrinas. Es una especie de stress fisiológico, con una serie de respuestas en

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

forma de actitud de defensa por parte de nuestro organismo.

También se puede apreciar aumentos de la glucemia y experimentalmente Zondek ha demostrado una notable disminución de la fertilidad en ratas sometidas a ruido.

9.- Efectos sobre el embarazo.

Diversos autores como Mac Donald AD, Hando y Hatori realizando estudios en trabajadoras de los servicios de salud, de los sectores de manufactura y de los aeropuertos, llegaron a la conclusión de que existe una relación entre el descenso de la hormona lactógeno despues de la 36 semana, y un descenso de peso al nacer. No todos las autores comparten ésta opinión en cuanto a considerar el ruido, como riesgo importante responsable de la prematuridad, y así Hartikainen - Sorri AL. y colaboradores lo exponen en sus estudios relativos a la sociedad finlandesa, sin embargo añaden factores de observación como son la mayor incomodidad en el trabajo y aumento de bajas laborales en número y duración de las mujeres embarazadas expuestas a altos niveles sonoros.

En todo caso, a pesar de que la protección de la pared abdominal materna, disminuye en unos 20 dB el ruido ambiental, no es aconsejable que las embarazadas estén en ambientes con intensidades superiores a los 80-85 dB.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

8.2.3.2.- EFECTOS PSICOPATOLOGICOS.

8.2.3.2.1.- MOLESTIAS.

Es evidente que si éste aspecto ENA del ruido no es el más peligroso, si que es el más frecuente y el menos contestado por la sociedad, en cuanto a su importante presencia en la vida diaria y por supuesto en el mundo laboral.

Dado el gran componente psicológico que acompaña a las sensaciones sonoras, es dificil determinar una medida patron, si no es función del cambio de comportamiento del individuo frente al ruido. Para ello se utilizan fundamentalemnte 3 métodos que son :

- La opinión personal del afectado.
- La autoevaluación del trabajo realizado.
- La comprobación de alteraciones fisiológicas.

El comportamiento del individuo es tan variable que convendría hacer algunas matizaciones para comprender mejor el problema, ya que no solamente depende de los factores de la idiosincrasia del individuo, sino que también de los factores ambientales de entorno social. Por ejemplo las actitudes del hombre del campo y el hombre urbano son totalmente opuestas cuando se altera el entorno. El hombre del campo se desorienta con el ruido de la ciudad y no le gusta para vivir porque " hay demasiado barullo ", y el hombre urbano se harta del silencio monástico del campo.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

Frente a éstas actitudes de costumbres vivenciales, existen otras de tipo emocional en las que los ruidos pasan a segundo termino a través de un tamizado a manera de filtro, como supone el de la emoción que siente la persona cuando llega un ser querido y se olvida del ruido ensordecedor del avión, que tiene a pocos cientos de metros.

A continuación tenemos una lista de ruido molestos :

- Ruidos muy altos más de 1.500 Hz.
- Ruidos muy bajos menos de 10 Hz.
- Ruidos mezclados de alta frecuencia.
- Ruidos intermitentes.
- Ruidos inestables.
- Ruidos impulsivos.
- Ruidos irregulares en su presentación.
- Ruidos irregulares en su intensidad.
- Ruidos rítmicos,.
- Ruidos inesperados.
- Ruidos no localizados o en movimiento.
- Ruidos con resonancias.
- Ruidos de tráfico.
- Ruidos nocturnos perturbadores del sueño.
- Ruidos anacrónicos (alegria en ambiente triste).
- Ruidos inoportunos como los fisiológicos.
- Ruidos de agresión (portazos).
- Ruidos de intimidación (de guerras, de protesta).

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

Todos estos factores los tiene en cuenta el legislador y han sido extensamente considerados a la hora de estructurar las normativas, ya que en la elaboración de estos estudios tenemos resultados sorprendentes.

Como un estudio realizado por Kenneth McK. Eldred en una población urbana con los siguientes resultados calificando las molestias o repulsa de más a menos.

Ruido callejero.

Mucho tráfico.

Crimen.

Luces.

Reparaciones.

Basura/Chatarra.

Olores.

Ruidos de aviones.

Estructuras abandonadas.

Casas destruidas.

Actividades comerciales

Es expresivo constatar que ek orden de valores, en el concepto de molestia o repulsa del ciudadano urbano de esta encuesta, no es el que teóricamente cabría pensar, anteponiendo el ruido callejero al crimen, tráfico, basuras, olores, etc...

Por último hay que señalar que la presencia o ausencia de molestia no es sinónimo de nocividad o no. Puede que un ruido no nos sea molesto, pero sí sea nocivo.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

8.2.3.2.2.- EFECTIVIDAD.

La influencia del ruido en este campo ha sido estudiada ampliamente y como ya demuestra Mc Cornick puede estar mermada e incluso puede existir una deterioración de la ejecución de ciertos trabajos, como los mentales, precisos y rápidos, psicomotrices complejos, o aquellos que requieren alto nivel de percepción. Este mismo fenómeno ha sido estudiado en las Unidades de Vigilancia Intensiva (UVI) en las que debido a la introducción de la moderna tecnología los niveles de ruido han aumentado de tal manera, que no sólo son desagradables para los pacientes ya de por si de gravedad, como opina Hilton BA., sino que puede llegar a una disminución de la efectividad, con aumento del stress y agotamiento total de las enfermeras de estas unidades, como lo refiere en su estudio Topf M. y colaboradores.

Por supuesto, que cuanta mayor intensidad tenga el ruido en momentos de alta concentración intelectual, el efecto será más negativo. Por ello y como pauta general se recomienda, no sobrepasar los siguientes límites :

- Trabajo mental absorbente. ..... < 55 dB
- Concentración mental con esfuerzo medio. ..... < 55 dB
- Concentración mental con esfuerzo ligero. ..... < 75 dB
- Concentración mental moderada. ..... < 85 dB

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

8.2.3.2.3.- ESTADO DE ANIMO.

Ya a partir de intensidades de 75 dB(A) comienzan a aparecer comportamientos desagradables, desorganizados e inapropiados y amenazantes y conforme aumenta la intensidad, más se altera el comportamiento y la tendencia social de ayuda al projimo, y el concepto de grupo se deteriora.

La fatiga mental, la ansiedad y la tensión psiquica son corolarios del mayor esfuerzo que se debe realizar para llegar a realizar correctamente un trabajo donde se precisa mayor concentración. Esta injerencia del ruido en la realización de estos trabajos, implica un sobreesfuerzo con un " coste psíquico " que se traduce en la aparición de irritación, distracción y desagrado. Este problema ha sido estudiado entre otros autores por Valerie J. Gawron.

8.2.3.2.4.- ALTERACIONES PSICOLOGICAS.

Las alteraciones psicológicas vienen determinadas por las persistencias de situaciones ruidosas, siempre contando con mayor o menor sensibilidad del sujeto pudiendo dar lugar a sensaciones de inquietud, inseguridad, y pasando por la disminución de la concentración, llegar al desinteres, abulia y falta de iniciativa. Así como patología del sueño, agresividad, alteraciones de la personalidad y trastornos mentales. Todos estos hechos parecen tener mayor incidencia cuando el ruido no depende del control del individuo según

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

refiere Breier A. Así como parecen influir ciertos factores como el tabaco y otros como la aspirina u otros fármacos, según algunos autores, aunque estos hechos no están suficientemente estudiados.

Todos estos ENA del ruido son debidos a relaciones más o menos secundarias, en diferentes niveles infracorticales de la cadena nerviosa auditiva, a las repércusiones en el terreno fisiológico, y a interconexiones de las diferentes áreas corticales.

Por último no debemos olvidar el fenómeno acumulativo que se produce con la falta de recuperación de la fatiga, iniciación del nuevo dia laboral con un lastre de cansancio y así sucesivamente con lo que la aparición de los desequilibrios psicológicos, serían la consecuencia más obvia.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

BIBLIOGRAFIA

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

1.- Amando Garcia Rodriguez.

(Laboratorio de Acústica. Departamento de Física Aplicada de la Universidad de Valencia).

" Medidas del Ruido Ambiental en diferentes ciudades de la comunidad Valenciana".

2.- Angel Ibañez Marruendo.

(Ayuntamiento de Zaragoza, Servicio de Medio Ambiente).

" Mapa Sonico de Zaragoza ".

3.- C. Cerceda, C. Niqui, S. Rueda, V. Sureda, F. Viguera.

(Unitat Operativa De Gestió Ambiental, Ajuntament de Barcelona).

" Metodología analitica del ruido ambiental utilizada en la elaboración del mapa sonico de Barcelona ".

4.- Carlos Luis Sanchez Prieto.

(Jefe de Medicina del Trabajo, Empresa Nacional de Siderurgia S.A.).

" Efectos del Ruido en la Audición ".

5.- Carmen Delgado Bueno.

(Instituto de Acústica, CSIC).

" Psicoacústica : Aspectos Físicos ".

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

6.- D. Corbella Barrios.

(Catedratico).

" Elementos de Normalización. Dibujo Técnico 3 ".

7.- Felipe Ruza Tarrio.

(Consejero del MOPU. Dirección General de Carreteras).

" La Planificación en el control del Ruido ".

8.- Fernando Fuentes Bodelon.

(Jefe del Area de Normativa. MOPU).

" Regulación estatal del ruido exterior. El ruido ante la actualización del regimen de Actividades Clasificadas o como objetivo independiente de una Norma Basica ".

9.- Javier Iriarte Irurzum.

(Jefe de la Unidad Preventiva Laboral de la Mutua de Accidentes de Zaragoza).

" Efectos No Auditivos del Ruido ".

10.- Javier Celma Celma.

(Concejal Delegado del Area de Medio Ambiente. Ayto Madrid).

"Comentarios acerca de los programas de lucha contra el ruido de los Municipios ".

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

11.- J. Romero y A. Garcia.
(Laboratorio de Acústico. Departamento de Física Aplicada, Universidad de Valencia).
" El Ruido de Tráfico en la ciudad de Gandia ".

12.- Javier Lasa Salamero.
(Jefe de la Subarea del Medio Ambiente del Ayto. de Bilbao).
" Mapas Acústicos ".

13.- Lorge Tinas Galvez.
(Concejal Delegado del Area de Medio Ambiente. Ayto Madrid).
" El Ruido urbano ".

14.- Juan Manuel Mendez.
(Dirección General de Tráfico. Ministerio del Interior).
" La contaminación Acustica contra el hombre urbano ".

15.- J.R. Hassall, M Sc. K.Zaveri, M. Phil.
(Bruel & Kjaer).
" Acoustic Noise Measurement ".
" Noise Control ".

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

16.- Juantxu Uribarri Furunarena.
(Viceconsejeria de Medio Ambiente. Gobierno Vasco).
"Planificación Territorial y Ruidos en la Comunidad Autónoma de Euskadi ".

17.- Julio Gonzalez Suarez, Jose Ignacio Sanchez Rivera.
(Profesores del Departamento de Física Aplicada de la ETS de Arquitectura de Valladolid).
" Distribución Espacial del ruido del Tráfico en la ciudad de Valladolid ".
" Evolución del ruido de tráfico en la ciudad de Valladolid ".

18.- Luis del Arco Vicente.
" Fisica para Ciencia e Ingenieria ".

19.- Luis Jesus Arizmendi Barnes.
(Doctor Arquitecto, Catedratico Numerario de la ETS Arquitectura de San Sebastian).
" Planificación urbana y ruidos ".

20.- Manuel Montes Mayorga.
(Centro Nacional de Medios de Protección).
" Conceptos y definiciones relacionados con la medida y evaluación del ruido ".

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

21.- Marcombo (Boixareu Editores).

" Manual de Alta Fidelidad y Sonido Profesional ".

22.- Pilar Valer Lopez.

(Jefe de sección Juridico-Administrativo del servicio de Medio Ambiente. Ayto Zaragoza).

" Tratamiento Normativo del Ruido de Actividades Clasificadas en el ambito local ".

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

APENDICE I

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

EDICTO

5.457

José Vicente León Fernández, Alcalde-Presidente del Excmo. Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria,

HACE SABER:

Que el Excmo. Ayuntamiento Pleno, en sesión celebrada el 24 de Febrero del corriente año, aprobó definitivamente la Ordenanza Municipal sobre Protección del Medio Ambiente contra la Emisión de Ruidos y Vibraciones, que, textualmente, dice:

TITULO I

DISPOSICIONES GENERALES.

ARTICULO 1º. La presente Ordenanza regula la actuación municipal para la protección del Medio Ambiente contra las perturbaciones por ruidos y vibraciones. Los ruidos y vibraciones se considerarán como una forma de energía contaminante del Medio Ambiente atmosférico.

ARTICULO 2º. Están sometidos a lo que preceptúa esta Ordenanza, de obligatoria observancia dentro del Término Municipal, todas las instalaciones, aparatos, construcciones, obras, vehículos, medios de transporte y en general todos los elementos, actividades y comportamientos que produzcan ruidos y vibraciones.

ARTICULO 3º. Corresponderá al Ayuntamiento a través del Negociado correspondiente, exigir de oficio o a instancia de parte, la adopción de las medidas correctoras necesarias, señalar limitaciones, ordenar cuantas inspecciones sean precisas y aplicar las sanciones correspondientes en caso de incumplirse lo ordenado.

ARTICULO 4º. Las normas de la presente Ordenanza son de obligado y directo cumplimiento, sin necesidad de un previo acto de requerimiento o de sujección individual, para toda actividad incluida en el Artículo 2º de la presente Ordenanza.

ARTICULO 5º. En todo caso, el incumplimiento o inobservancia de las normas contenidas en esta Ordenanza quedará sujeta al régimen sancionador que la misma establece.

TITULO II

NIVELES DE PERTURBACIONES POR RUIDOS Y VIBRACIONES.

ARTICULO 6º. La intervención municipal tenderá a corregir que las perturbaciones por ruidos y vibraciones evitables no excedan de los límites a que se hace referencia en los siguientes Artículos.

ARTICULO 7º. Los ruidos se medirán y expresarán en decibelios ponderados de acuerdo con la escala normalizada A (dBA), al igual que el aislamiento acústico.

Las vibraciones se medirán en acelaración (metro por segundo cuadrado).

ARTICULO 8º. Con excepción de los procedentes del tráfico, que se regulan en el TITULO IV, no se podrá producir ningún ruido que sobrepase los niveles que se indican a continuación:

NIVELES SONOROS MAXIMOS

Nivel Sonoro Exterior	Nivel Sonoro Interior
Máximo en dBA (A)	Máximo en dB (A)

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

Zona de recepción			
Día de 8 a 22	Noche de 22 a 8	Día de 8 a 22	Noche de 22 a 8
Todas excepto la industrial			
55	45 (30 en dormitorios)	35	30 (25 en dormitorios)
Zona industrial			
65	60	40	35

Dada la dificultad de medir la intensidad sonora de una fuente cuando ésta se encuentra próxima al ruido de fondo, en el caso de que el ruido de fondo se encuentre próximo a los valores de la tabla anterior, para medir la intensidad sonora de una fuente se aplicará la regla siguiente:

1. Cuando el ruido de fondo ambiental esté comprendido entre los máximos indicados en la tabla anterior y 5 dBA más, la fuente no podrá incrementar el ruido de fondo ambiental en más de 3 dBA.

2. Cuando el ruido de fondo ambiental esté comprendido entre 5 dBA y 10 dBA más, que los máximos indicados, la fuente no podrá incrementar el ruido de fondo ambiental en más de 2 dBA.

3. Cuando el ruido de fondo ambiental esté comprendido entre 10 dBA y 15 dBA o más que los máximos indicados, la fuente no podrá incrementar el ruido de fondo ambiental en más de 1 dBA.

4. Cuando el ruido de fondo ambiental se encuentre por encima de los 15 dBA más que los máximos indicados la fuente no podrá incrementar el ruido en más de 0 dBA.

ARTICULO 9º. No se podrán transmitir vibraciones que superen los siguientes límites:

Niveles de vibraciones máximas:

Zona de recepción	Aclaración Vertical Máxima (1ª) Día	Noche
Todas, excepto la industrial	65	60
Zona industrial	70	65

TITULO III

CONSTRUCCIONES, OBRAS EN LA VIA PUBLICA, ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES, COMERCIALES Y DE SERVICIOS, ACTIVIDADES VARIAS, CORRECCION DE VIBRACIONES, VALORACION DE NIVELES DE SONORIDAD, PROYECTOS ACUSTICOS.

ARTICULO 10º.

1. Edificios en General. A efecto de los límites fijados en el Artículo 8º sobre protección del ambiente exterior, en todas las edificaciones de nueva construcción, los cerramientos deberán poseer el aislamiento acústico mínimo exigido por la Norma Básica de la Edificación NBE-CPI/82 y en las Normas Urbanísticas del Plan General de Ordenación Urbana.

2. Establecimientos industriales comerciales y de Servicio. Los elementos constructivos y de insonorización de que se dote a los recintos en que se alojen actividades o instalaciones industriales, comerciales y de servicios deberán poseer el aislamiento suplementario necesario, para evitar la transmisión al exterior o al interior de otras dependencias o locales de exceso nivel sonoro que en su interior se origine, e incluso si fuese necesario, dispondrán de un sistema de aireación inducida o forzada que permita el cierre de huecos o ventanas existentes o proyectados.

Para aquellas actividades bajo vivienda o al lado de vivienda que funcionen con horario nocturno, los locales que las alberguen y en los que se superen los 75/80 dBA de nivel de emisión, el aislamiento de los cerramientos que los separan o colinden, no podrá ser en ningún caso inferior a 55 dBA.

3. Otros. Los aparatos elevadores, las instalaciones de acondicionamiento de aire y sus torres de refrigeración, la distribución y evacuación de aguas, la transformación de energía eléctrica y los demás servicios del edificio, serán instalados con las precauciones de ubicación y aislamiento que garanticen un nivel de transmisión sonora no superior a los límites fijados, hacia el interior de la edificación.

En las obras y trabajos de construcción, modificación, reparación o derribo de edificios así como las que se realicen en la vía pública, se adoptarán las medidas oportunas para evitar que los ruidos emitidos excedan de los niveles acústicos fijados.

Las máquinas empleadas en la construcción tales como martillos neumáticos, excavadoras y compresores cuya emisión de ruidos provocan singulares molestias y perturbaciones funcionará a partir de las 9 hasta las 18 horas, las máquinas restantes funcionarán desde las 8 hasta las 18 horas. El Ayuntamiento podrá excusar de precedente obligación o modificar los límites en las obras de declarada urgencia y en aquellas otras cuya demora en su realización pudiera comportar peligro de hundimiento, corrimiento, inundación, explosión o riesgos de naturaleza análoga. En estos casos, atendidas las circunstancias concurrentes, podrá autorizar el empleo de maquinaria y la realización de operaciones que conlleven una emisión de nivel sonoro superior al permitido, que se fija para todos los equipos empleados en 80 dBA a 1,5 m. de distancia de la máquina o aparato.

ARTICULO 11º. Con relación a los límites fijados en el Artículo 8º sobre protección del ambiente interior de los recintos, se observarán las siguientes normas:

1ª. En los inmuebles en que coexisten viviendas y otros usos autorizados por las Ordenanzas municipales no se permitirá la instalación, funcionamiento o uso de ninguna máquina, aparato o manipulación cuyo nivel de emisión sonora excede de los límites autorizados.

2ª. Se prohíbe el trabajo nocturno a partir de las veintidós horas, en los establecimientos ubicados en

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

edificios de viviendas cuando el nivel sonoro transmitido a aquellas exceda de los límites autorizados.

3ª. En los edificios de viviendas no se permitirá el funcionamiento de máquinas, aparatos o manipulaciones domésticas cuyo nivel de emisión sonora exceda de los límites autorizados.

4ª. Los aparatos elevadores y demás elementos que se mencionan en la prescripción tercera del Capítulo anterior serán instalados con las precauciones de ubicación y aislamiento que garanticen un nivel de transmisión sonora no superior a lo autorizado, hacia el interior de la edificación.

ARTICULO 12º. Para corregir la transmisión de vibraciones deberán tenerse en cuenta las siguientes reglas:

a) Todo elemento con órganos móviles, se mantendrán en perfecto estado de conservación, principalmente en lo que se refiere a su equilibrio dinámico y estático, así como la suavidad de marcha de sus cojinetes o caminos de rodadura.

b) No se permitirá el anclaje directo de máquinas o soportes de la misma o cualquier órgano móvil en las paredes medianeras, techos o forjados de separación entre locales de cualquier clase o actividad o elementos constructivos de la edificación.

c) El anclaje de toda máquina u órgano móvil en suelos o estructuras no medianeras ni directamente conectadas con los elementos constructivos de la edificación, se dispondrá en todo caso, interponiendo dispositivos antivibratorios adecuados, cuya idoneidad deberá justificarse plenamente en los correspondientes proyectos.

d) Las máquinas de arranque violento, las que trabajen por golpes o choques bruscos y las dotadas de órganos con movimiento alternativo, deberán estar ancladas en bancadas independientes, sobre el suelo firme y aisladas de la estructura de edificación y del suelo del local por intermedio de materiales absorbentes de la vibración.

e) Todas las máquinas se situarán de forma que sus partes más salientes al final de la carrera de desplazamiento queden a una distancia mínima de 0,70 metros de los muros perimetrales y forjados, debiendo elevarse a un metro esta distancia cuando se trate de elementos medianeros.

f) Los conductores por los que circulan fluidos líquidos o gaseosos en forma forzada conectadas directamente con máquinas que tengan órganos en movimiento dispondrán de dispositivos de separación que impidan la transmisión de vibraciones generadas en tales máquinas. Las bridas y soportes de los conductos tendrán elementos antivibratorios. Las aberturas de los muros para el paso de las conducciones se rellenarán con materiales absorbentes de la vibración.

g) Cualquier otro tipo de conducción susceptible de transmitir vibraciones, independientemente de estar unida o no a órganos móviles deberá cumplir lo especificado en el párrafo anterior.

ARTICULO 13º. Los equipos de las instalaciones de aire acondicionado, ventilación o refrigeración, como pueden ser: Ventiladores, extractores, unidades condensadoras y evaporadoras, compresores, bombas, torres de refrigeración y otras similares no originarán en los edificios contiguos o próximos no usuarios de estos servicios, niveles sonoros, superiores a los indicados en el Artículo 8º y serán dotados de silenciadores de descarga si fuese necesario.

ARTICULO 14º. Con independencia de las restantes limitaciones de esta Ordenanza en el interior de cualquier espacio abierto o cerrado, destinado a reuniones, espectáculos o audiciones musicales (Discotecas y similares) no podrá superarse niveles sonoros máximos de 90 dBA, en ningún punto al que tenga acceso los clientes o usuarios, excepto que en el acceso o accesos del referido espacio se coloque el aviso siguiente: "Los niveles sonoros en el interior pueden producir lesiones permanentes en el oido". El aviso deberá ser perfectamente visible, tanto por su dimensión como por su iluminación.

ARTICULO 15. La valoración de los niveles de sonoridad que establecen las Ordenanzas se realizará de la siguiente forma:

a) La medición se llevará a cabo tanto para los ruidos emitidos como para los transmitidos en el lugar en que su valor sea más alto y si preciso fuera, en el momento y situación en que las molestias sean más acusadas.

b) Los dueños, poseedores o encargados de los generadores de ruidos, facilitarán a los inspectores municipales el acceso a sus instalaciones o focos generadores de ruidos y dispondrán su funcionamiento a las distintas velocidades, cargas o marchas que les indiquen dichos inspectores. Asimismo podrán presenciar el proceso operativo.

c) El aparato medidor empleado, deberá cumplir con la Norma UNE 21314 (Sonómetro de Precisión) o cualquier otra norma posterior que la sustituya.

d) En previsión de los posibles errores de medición se adoptarán las siguientes precauciones:

1) El observador se situará en el plano normal al eje del micrófono y lo más separado del mismo que sea compatible con la lectura correcta del indicador de medida.

2) Se practicarán series de tres lecturas a intervalos de tres minutos en cada fase de funcionamiento de la fuente sonora, y en todo caso un mínimo de tres, admitiéndose como valor representativo el valor medio más alto alcanzado en las lecturas de una misma serie.

3) Será preceptivo iniciar todas las mediciones con la determinación del nivel ambiental o nivel de fondo, es decir, el nivel sonoro existente en el punto de medición, cuando no se encuentre en funcionamiento la fuente a inspeccionar.

Si el nivel obtenido superase el límite máximo aplicable autorizado para los ruidos transmitidos. El nivel de fondo se convertirá en nuevo límite autorizable para los niveles transmitidos por la actividad en funcionamiento.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

4) Para evitar la influencia de ondas estacionarias o reflejadas, se situará el sonómetro a más de 1,20 metros de cualquier pared o superficie reflectante. En caso de imposibilidad de cumplir con este requisito se medirá en el centro de la habitación y a no menos de 1,20 metros del suelo.

5) Para la medida del aislamiento, se aplicará el método de diferencia entre el nivel emitido y el nivel transmitido expresados en dBA, dado que en esta norma, la posible absorción del local debe considerarse parte constituyente del aislamiento del cerramiento.

6) Para medir el nivel sonoro de una máquina, el sonómetro se colocará a una distancia aproximada a dos veces la mayor longitud de la misma.

7) Los ruidos provenientes del exterior se medirán al exterior de las edificaciones. Los provenientes tanto del interior del edificio como los transmitidos a través del terreno se medirán en el interior.

ARTICULO 16º. En los proyectos de instalaciones industriales, comerciales y de servicios afectadas por esta Ordenanza y con independencia de la exigida por la Norma Básica de la Edificación NBE-CA-82, se incluirá un estudio justificativo de que la protección acústica y antivibratoria suministrada por muros, tabiques, forjados y otros elementos es suficiente para acomodarse a las prescripciones de esta Ordenanza. El contenido mínimo de este Proyecto Acústico será el siguiente:

1. Memoria Técnica.

2. Planos.

1º. Memoria Técnica:

Definición del tipo de actividad y horario previsto.

Niveles sonoros de emisión a un metro de los focos de ruido o nivel sonoro reverberante.

Nivel sonoro de recepción (El que señale la Ordenanza).

Descripción de los aislamientos y silenciadores o amortiguadores (tipos, características, etc.).

Tipo de aislamiento:

Pared simple: Masa.

Pared compuesta: Descripción.

2º. Planos:

De situación con respecto a otros locales del edificio y viviendas.

De aislamiento acústico a escala 1:50 y detalles a escala 1:5 de los aislamientos, juntas, etc., con especial atención al estudio de los huecos (Puertas, ventanas, patios interiores, etc.).

También se acompañará certificado del aislamiento acústico efectuado, redactado y firmado por Técnico competente.

ARTICULO 17º. Con carácter general se prohíbe el empleo de todo dispositivo sonoro con fines de propaganda, reclamo, aviso y distracción y análogos, cuyos niveles excedan de los señalados en esta Ordenanza.

Esta prohibición no regirá en los casos de alarma, urgencia o tradicional consenso de la población y podrá ser dispensada de la totalidad o parte del Término Municipal por razones de interés nacional o de especial significación ciudadana.

ARTICULO 18º. Los receptores de radio y televisión y en general todos los aparatos reproductores de sonido, se instalarán y regularán de manera que el nivel sonoro transmitido a las viviendas o locales colindantes, no excedan del valor máximo autorizado.

La tenencia de animales domésticos obliga a la adopción de las precauciones necesarias para evitar las molestias al vecindario.

ARTICULO 19º. Cualquier otra actividad o comportamiento singular o colectivo no comprendido en los dos Artículos anteriores, que conllevan una perturbación por ruidos y vibraciones para el vecindario, que sea evitable con la observancia de una conducta cívica normal, se entenderán incursos en el régimen sancionador de estas Ordenanzas.

TITULO IV

VEHICULOS A MOTOR.

ARTICULO 20º. Todo vehículo de tracción mecánica deberá tener en buenas condiciones de funcionamiento, el motor, la transmisión, carrocería y demás órganos del mismo capaces de producir ruidos y vibraciones y especialmente el dispositivo silenciador de los gases de escape, con el fín de que el nivel sonoro emitido por el vehículo al circular o con el motor en marcha no exceda de los límites que establece la presente Ordenanza.

ARTICULO 21º. Se prohíbe la circulación de vehículos a motor con el llamado "escape libre" o con silenciadores no eficaces, incompletos, inadecuados, deteriorados o con tubos resonadores.

Igualmente se prohíbe la circulación de dicha clase de vehículos, cuando por exceso de carga produzcan ruidos superiores a los fijados por esta Ordenanza.

ARTICULO 22º. Queda prohibido el uso de bocinas o cualquiera otra señal acústica dentro del casco urbano, salvo en los casos de inminente peligro de atropello o colisión o que se trate de servicios públicos o de urgencia (Policía, Bomberos o Asistencia Sanitaria) o de servicios privados para el auxilio urgente de personas.

ARTICULO 23º.

1. La carga, descarga y el transporte de materiales de camiones deberá hacerse de manera que el ruido producido no resulte molesto.

2. El personal de los vehículos de reparto deberá cargar y descargar las mercancías sin producir impactos directos sobre el suelo del vehículo o del pavimento, y evitará el ruido producido por el desplazamiento o trepidación de la carga durante el recorrido.

3. Queda excluida de esta prescripción la recogida municipal de residuos urbanos, así como las actuaciones

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

de reconocida urgencia.

ARTICULO 24º. Los límites máximos del nivel sonoro admisibles en los distintos vehículos a motor serán, de acuerdo con lo establecido en el Anexo 4 del Boletín Oficial del Estado número 281 de 23.11.74, los siguientes:

CATEGORIA DE VEHICULOS Y VALORES EXPRESADOS EN dB (A).

A. VEHICULOS AUTOMOVILES DE DOS RUEDAS.

a) Motor de dos tiempos con cilindrada:

-Superior a 50 centímetros cúbicos e inferior o igual a 125 centímetros cúbicos: 82.

-Superior a 125 centímetros cúbicos: 84.

b) Motor de cuatro tiempos con cilindrada:

-Superior a 50 centímetros cúbicos e inferior o igual a 125 centímetros cúbicos: 84.

-Superior a 125 centímetros cúbicos e inferior o igual a 500 centímetros cúbicos: 86.

-Superior a 500 centímetros cúbicos: 86.

B. VEHICULOS AUTOMOVILES DE TRES RUEDAS (Con exclusión de maquinaria de Obras Públicas, etc.).

Cuya cilindrada sea superior a 50 centímetros cúbicos: 85.

C. VEHICULOS AUTOMOVILES DE CUATRO O MAS RUEDAS (Con exclusión de maquinaria de Obras Públicas, etc.).

a) Vehículos destinados a transporte de personas que tengan hasta 9 plazas, incluida la del conductor: 82.

b) Vehículos destinados al transporte de personas que tengan más de 9 plazas, incluida la del conductor y cuyo peso máximo autorizado no exceda de 3,5 Tm: 84.

c) Vehículos destinados al transporte de personas que tengan más de 9 plazas incluida la del conductor y cuyo peso máximo autorizado exceda de 3,5 Tm: 89.

d) Vehículos destinados al transporte de mercancías y cuyo peso máximo autorizado no exceda de 3,5 Tm: 84.

e) Vehículos destinados al transporte de mercancías y cuyo peso máximo autorizado exceda de 3,5 Tm: 89.

f) Vehículos destinados al transporte de personas que tengan más de 9 plazas, incluida la del conductor y cuyo motor tenga una potencia igual o superior a 200 C.V.-DIN: 91.

g) Vehículos destinados al transporte de mercancías cuyo motor tenga una potencia igual o superior a 200 C.V.-DIN, y cuyo peso máximo autorizado no exceda de 12 Tm: 91.

ARTICULO 25º. En los casos en que se afecte notoriamente a la tranquilidad de la población, se podrán señalar zonas de vías en las que algunas clases de vehículos a motor no puedan circular a determinadas horas de la noche.

ARTICULO 26º. Para el reconocimiento de los vehículos a motor, se tendrán en cuenta las normas siguientes, establecidas en la Orden de la Presidencia del Gobierno de 10 de Julio de 1.965:

Primer ensayo: Con el vehículo parado y el motor en marcha entre lento y acelerado, reiterado número de veces. El micrófono del sonómetro se colocará a 1,25 m. del suelo y a 20 m. del orificio de salida de los gases del silenciador de frente a tal orificio y en el plano normal al eje del mismo.

Segundo ensayo: Con el vehículo en directa y en terreno horizontal, a una velocidad media que oscile entre los 45 y 55 Km/h., para los vehículos cuya velocidad normal sobrepase tal valor y a la normal de funcionamiento para los demás vehículos, cuya velocidad de régimen no alcance tal valor. El micrófono del sonómetro se colocará a 1,25 m. del suelo y a 10 m. de la trayectoria recta que deberá seguir el vehículo.

TITULO V

REGIMEN JURIDICO.

CAPITULO I. Procedimiento.

ARTICULO 27º. Comprobado por los Técnicos del Ayuntamiento que el funcionamiento de la actividad o instalación o que la ejecución de obras incumple esta Ordenanza, emitirán el informe correspondiente, previa audiencia del interesado, por término de DIEZ DIAS, señalar en su caso, el plazo para que el titular introduzca las medidas correctoras necesarias. No obstante, cuando los ruidos y vibraciones supongan una amenaza de perturbación grave de la tranquilidad o seguridad pública, propondrán a título preventivo con independencia de las sanciones que pudieran proceder el cese inmediato del funcionamiento de la instalación o la ejecución de la obra.

La Policía Local denunciará las actividades o vehículos que estime producen ruidos superiores a los permitidos, para comprobar por los Servicios Técnicos Municipales o los Organismos Oficiales correspondientes.

ARTICULO 28º. Toda persona natural o jurídica podrá denunciar ante el Ayuntamiento el anormal funcionamiento de cualquier actividad, instalación o vehículo comprendido en la presente Ordenanza.

Dicha denuncia será comprobada por Técnicos del Ayuntamiento o por un Servicio Especial de la Policía Local destinado al efecto. De resultar temerariamente injustificada la denuncia, serán de cargo del denunciante los gastos que origine la inspección. En caso de comprobar la mala fé se impondrá además la sanción correspondiente.

ARTICULO 29º. Una vez denunciada la infracción se procederá a dar audiencia por DIEZ DIAS al interesado al objeto de que presente las alegaciones que considere adecuadas. Tras las correspondientes comprobaciones se procederá a dictar resolución.

ARTICULO 30º. Contra dicha resolución cabrá interponer recurso de reposición ante el Organo que lo

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

dictó en el plazo de UN MES a partir de la notificación del mismo.

CAPITULO II. Infracciones y Sanciones.

ARTICULO 31º.

1. Se considerarán como infracción administrativa los actos y omisiones que contravengan las normas contenidas en esta Ordenanza.

2. Las infracciones se clasifican en leves, graves y muy graves. Se considera infracción leve superior en 3 dBA, los niveles de ruidos máximos admisibles de acuerdo con la regulación de esta Ordenanza u obtener niveles de transmisión de vibraciones inmediatamente superiores a la máxima admisible.

Se considerarán infracciones graves:

a) La reincidencia en faltas leves.

b) Superar entre 3 y 5 dBA, los ruidos máximos admisibles por esta Ordenanza.

c) Obtener niveles de transmisión de vibraciones dos puntos superiores a la máxima admisible.

d) La no presentación del vehículo a inspección habiendo sido requerido para ello. A tal efecto se considerará como no presentación, el retraso superior a QUINCE DIAS.

e) Cuando se requiere de nuevo al titular del vehículo para su presentación en el plazo de QUINCE DIAS y ésta no se realizase o si realizada, los resultados de la inspección superasen los límites tolerados.

Se considerarán infracciones muy graves:

a) La reincidencia en faltas graves.

b) La emisión de niveles sonoros que superen en 6 o más dBA, los límites máximos autorizados.

c) Obtener niveles de transmisión de vibraciones de más de 2 puntos superiores a la máxima admitida.

d) La no presentación del vehículo a inspección oficial, cuando dándose el supuesto del apartado d) del número anterior se requiriese de nuevo al titular del vehículo para su presentación en el plazo de QUINCE DIAS y no lo hiciere, o si presentado, los resultados de la inspección superasen los límites tolerados.

ARTICULO 32º. Sin perjuicio de exigir en los casos que procede, las correspondientes responsabilidades civiles y penales, las infracciones a los preceptos de la presente Ordenanza se sancionarán de la siguiente manera:

1. Vehículos de motor:

a) Las infracciones leves con multas de hasta 2.500 pesetas.

b) Las infracciones graves con multas de 2.501 a 3.500 pesetas.

c) Las infracciones muy graves con multas de 3.501 a 5.000 pesetas, pudiendo proponerse el precintado del vehículo.

2. Resto de focos emisores:

a) Las infracciones leves con multas de hasta 15.000 pesetas.

b) Las infracciones graves con multas de 15.001 a 50.000 pesetas.

c) Las infracciones muy graves con multas de 50.001 a 100.000 pesetas, con propuesta de precintado.

ARTICULO 33º. Para graduar la cuantía de las respectivas sanciones, se valorarán conjuntamente las siguientes circunstancias:

a) La naturaleza de la infracción.

b) La capacidad económica de la Empresa.

c) La gravedad del daño producido en los aspectos sanitarios, social o material.

d) El grado de intencionalidad y

e) La reincidencia.

Será considerado reincidente el titular del vehículo o actividad que hubiera sido sancionada anteriormente una o más veces por el mismo concepto en los doce meses precedentes.

ARTICULO 34º. Sin perjuicio de las sanciones que sean pertinentes, será causa de precintado inmediato de la instalación el superar en más de 10 dBA, los límites de niveles sonoros para el período nocturno y 15 dBA, para el diurno, establecidos en la presente Ordenanza.

Dicho precintado podrá ser levantado para efectuar las operaciones de reparación y puesta a punto. Sin embargo, la instalación no podrá ponerse en marcha hasta que el personal de inspección del Servicio Municipal competente autorice su funcionamiento previas las pruebas pertinentes.

Si vencido el plazo concedido para la adopción de medidas correctoras contra ruidos y vibraciones no han sido adoptadas éstas por motivos imputables al titular de la actividad se podrá imponer la sanción de cierre preventivo de 8 a 30 días.

DISPOSICIONES ADICIONALES

PRIMERA: El régimen que establece la presente Ordenanza se entiende sin perjuicio de las intervenciones que correspondan a los distintos organismos públicos en la esfera de sus respectivas competencias.

SEGUNDA: Las modificaciones que fuesen necesarias introducir en esta Ordenanza se ajustarán a los mismos trámites seguidos para su formulación y aprobación y se realizarán cada dos años como mínimo; las adaptaciones de sus preceptos a futuras normas nacionales o internacionales en la materia se llevarán a cabo directamente por el Ayuntamiento.

FINAL: La presente Ordenanza entrará en vigor a los QUINCE DIAS siguientes de su publicación íntegra en el Boletín Oficial de la Provincia, tras su aprobación definitiva, quedando derogadas cuantas disposiciones municipales se opongan o contradigan sus preceptos.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

Se hace público para general conocimiento y en cumplimiento del Artículo 196.2 del ROF.

Las Palmas de Gran Canaria, a diez de Julio de mil novecientos ochenta y nueve.

EL ALCALDE, firmado.

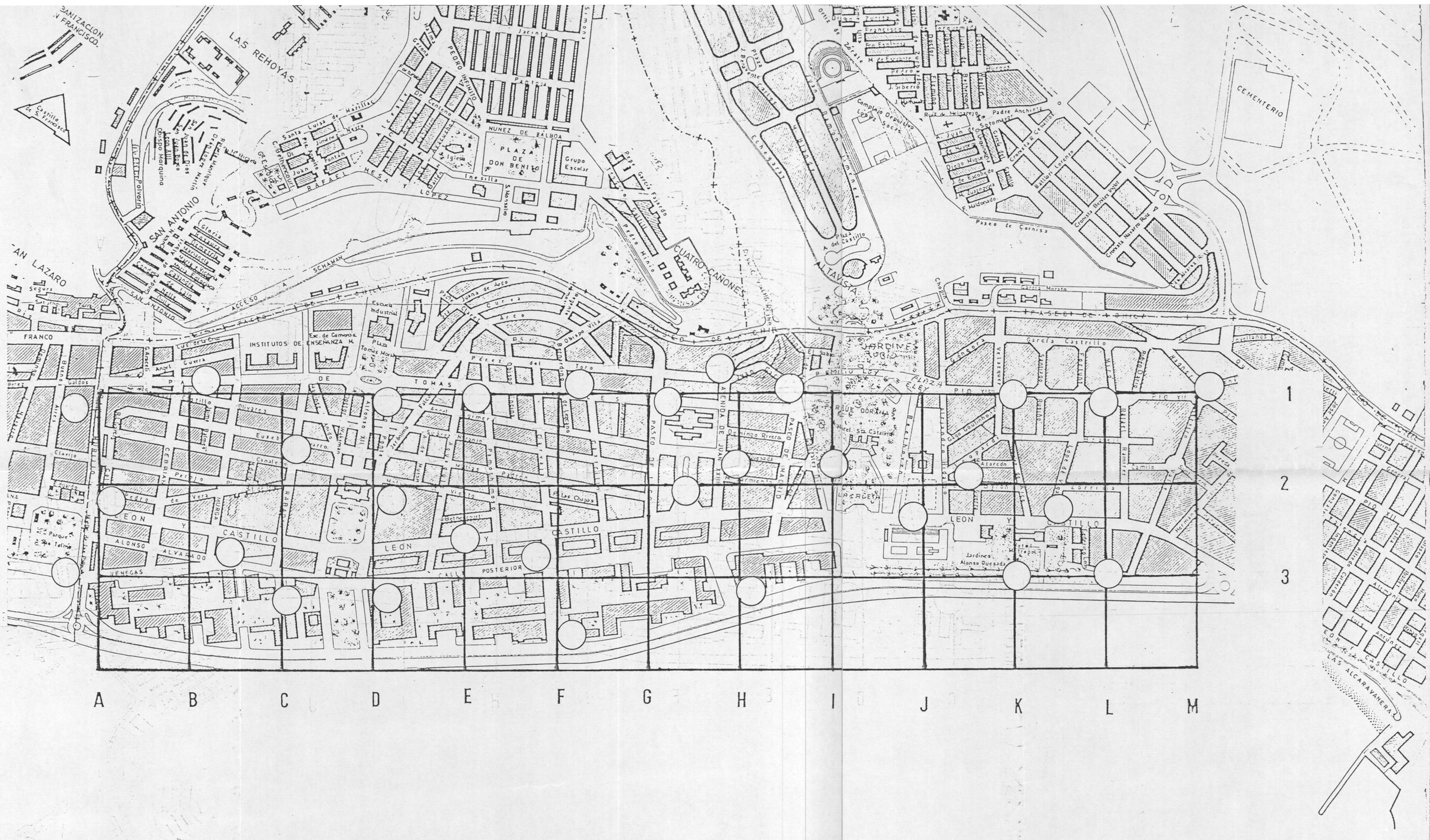
5.498

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

APENDICE II

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006


SANEAMIENTO
SAN FRANCISCO
LAS REHOYAS
Castillo de Fernando
Obispo Pildain
Obispo Marquina
Obispo Lino Rodrigo
Obispo Pildain
Parque
Jacinto
Pedro Infinito
Parque
Santa Luisa de Marillac
Jardines
Fuente
NUÑEZ DE BALBOA
PLAZA DE DON BENITO
Iglesia
Grupo Escolar
Inesilla
Sevilla
RAFAEL MESA Y LOPEZ
Pedro García Feijoo
Pedro Hinojosa
CUATRO CAÑONES
SAN ANTONIO
Gloria
Fernando Guanarteme
Escuela Industrial
Juana de Arco
Cuesta
Arco
Obispo Pildain
Obispo Vila
Plza
Tomás Morales
Pérez del Toro
Cuesta
Arco
Escuela de Comercio
INSTITUTOS DE ENSEÑANZA M.
SAN LAZARO
Segura
Carlos
ACCESO A SCHAMAN
San Antonio
FRANCO
Guerra
Angel
Baldos
Cairasco
Alvarez
Euseb
Canalejas
Perdomo
Parque
Telmo
LEON Y CASTILLO
ALONSO ALVARADO
VENEGAS
TOMAS
Pérez del Toro
Obispo Pildain
Obispo Vila
Plza
Tomás Morales
Cuesta
Arco
Juana de Arco
Escuela Industrial
Pedro Hinojosa
García Feijoo
Pedro
Jacinto
Parque
Las Chapas
Alvarez
Euseb
Canalejas
Perdomo
Parque
Telmo
LEON Y CASTILLO
POSTERIOR
CALLE
AVENIDA DE MARITIMO
PASEO DE LAS CANTERAS
Pérez del Toro
Obispo Pildain
Obispo Vila
Plza
Tomás Morales
Cuesta
Arco
Juana de Arco
Escuela Industrial
Pedro Hinojosa
García Feijoo
Pedro
Jacinto
Parque
Las Chapas
Alvarez
Euseb
Canalejas
Perdomo
Parque
Telmo
LEON Y CASTILLO
POSTERIOR
CALLE
AVENIDA DE MARITIMO
PASEO DE LAS CANTERAS
ALTAVISTA
Plaza del Castillo
Pedro Infinito
Pedro
J. Suberio
Complejo Deportivo Local Socas
Ruiz de Vivanco
Padre Anchieta
Obispo Miguel de Serpa
Fernando Guanarteme
Cuesta de Piedra
Cuesta de Piedra
Bailén
Cuesta de Piedra
Cuesta Bentejuí
Cuesta Navarro Rubio
Paseo de Cornisa
CEMENTERIO
Plaza
Pedro Infinito
Pedro
Jacinto
Parque
Fuente
Francisco
Plaza
Pedro Infinito
Pedro
J. Suberio
Ruiz de Vivanco
Padre Anchieta
Obispo Miguel de Serpa
Fernando Guanarteme
Cuesta de Piedra
Cuesta de Piedra
Bailén
Cuesta de Piedra
Cuesta Bentejuí
Cuesta Navarro Rubio
Paseo de Cornisa
García Morato
Pasaje de Enrique Wolfson
Pasaje de Enrique Wolfson
JARDINES
García Castrillo
Pío XII
Pío XII
Pío XII

APENDICE III

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

1
2
3

A B C D E F G H I J K L M

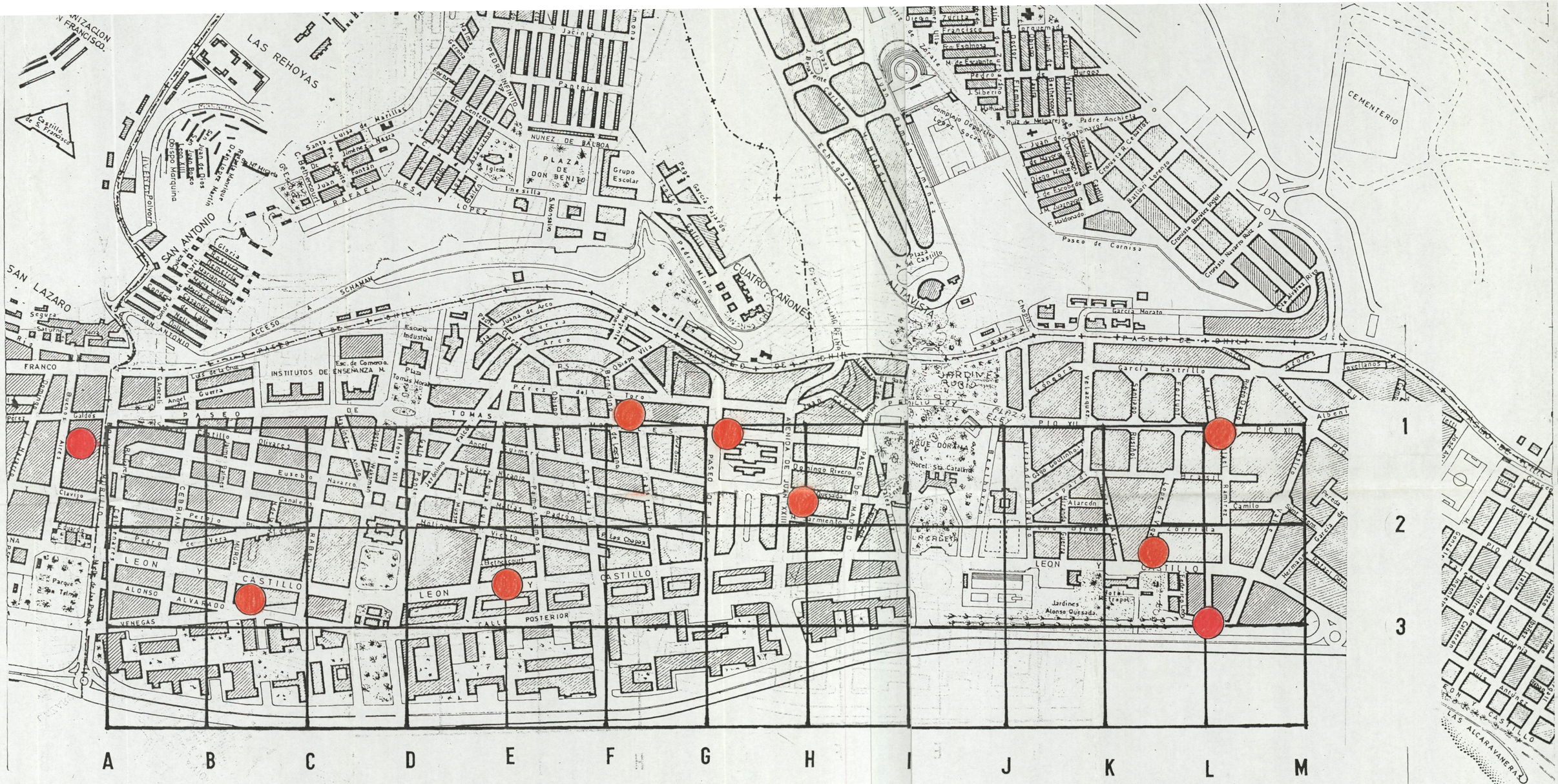
< 35 DBA	60 A 65 DBA
35 A 40 "	65 A 70 "
40 A 45 "	70 A 75 "
45 A 50 "	75 A 80 "
50 A 55 "	> 80 "
55 A 60 "	

Peticionario : ESCUELA DE INGENIEROS TECNICOS DE TELECOMUNICACIONES.	
PLANO Nº : 2	Proyecto: MEDIDAS DE NIVEL DE RUIDO EN LA CIUDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA. SECTOR III.
FECHA MAYO-90	Autor : JUAN ALFONSO MARTINEZ BAÑOS.
ESCALA : 1:5.000	Plano : MAPA SONORO DIURNO.
APENDICE III	

APENDICE IV

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006



< 35 DBA	60 A 65 DBA
35 A 40 "	65 A 70 "
40 A 45 "	70 A 75 "
45 A 50 "	75 A 80 "
50 A 55 "	> 80 "
55 A 60 "	

Peticionario : ESCUELA DE INGENIEROS TECNICOS DE TELECOMUNICACIONES.	
PLANO N°: 3	Proyecto: MEDIDAS DE NIVEL DE RUIDO EN LA CIUDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA. SECTOR III.
FECHA MAYO-90	Autor : JUAN ALFONSO MARTINEZ BAÑOS.
ESCALA : 1:5.000	Plano : MAPA SONORO NOCTURNO.
APENDICE IV	