

1990 - A

083085789

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

**CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS
BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES**



**CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO DE RUIDO AMBIENTAL,
FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y PROBLEMÁTICA EN LA ZONA
CENTRO DE LA CIUDAD DE GUADALAJARA**

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA
P R E S E N T A
ALAN EDGARDO DELGADILLO SANTOS
ZAPOCAN, JALISCO. ABRIL DE 1998

Agradezco a todas las personas que me apoyaron para la realización de este trabajo especialmente a Martha y Julieta.

RESUMEN

RESUMEN

Con el desarrollo del presente proyecto se presenta en primer lugar una revisión documental en torno a las características del elemento ruido, que puede servir de apoyo a la docencia y a la investigación como herramienta de consulta para ejecutar proyectos en materia de ruido ambiental, así mismo en segundo término y como una forma de aplicar las bases teóricas referidas inicialmente, se actualizó y complementó un estudio de ruido ambiental de la zona centro de la Ciudad de Guadalajara, delimitada por las siguientes arterias, hacia el Norte la calle Tenerías y Jesús García, hacia el Sur con Avenida de la Paz, hacia el Este la Calzada Independencia y hacia el Oeste con la Avenida del Federalismo, se ubicaron 129 puntos de medición en una área de 3 km², en un reticulado de 2 x 2 cuadras aproximadamente de distancia de cada punto, se tomaron las mediciones de ruido (en hora denominada pico de 8:00 a 10:00, 13:00 a 15:00 y de 19:00 a 21:00 horas y hora normal de 10:00 a 13:00, de 15:00 a 19:00 y de 21:00 a 8:00 horas), todos los muestreos se realizaron con un sonómetro integrador de precisión marca Brüel-Kjaer modelo 2230 en la curva de ponderación A (decibel A, dB(A) es el filtro del sonómetro que más se asemeja a la respuesta del oído humano) registrándolas en un cuadro de comparaciones, ruido ambiental presente y características generales de cada punto, se actualizó un mapa sonoro en donde ubicaron los puntos de medición y el NSCE (Nivel Sonoro Continuo Equivalente).

La Contribución al Estudio de Ruido Ambiental, Fundamentos Teóricos y Problemática en la Zona Centro de la Ciudad de Guadalajara apoya a la comunidad estudiosa en el tema de ruido, proporcionando mediciones de ruido que avalan a las señaladas en el Estudio Preliminar de Ruido Ambiental en la

Zona Centro de la Ciudad de Guadalajara (1995), encaminado a conocer los niveles de ruido presentes en cada uno de los puntos en donde se tomaron mediciones, la metodología utilizada y las recomendaciones para ampliar su estudio, así mismo, forma parte del proyecto de Ruido Ambiental que se viene desarrollando en el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias a través de la Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental (Instituto de Medio Ambiente y Comunidades Humanas, perteneciente al Departamento de Ciencias Ambientales).

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

CUCUBA



BIBLIOTECA CENTRAL

Í N D I C E

**CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO DE RUIDO AMBIENTAL,
FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y PROBLEMÁTICA EN LA ZONA
CENTRO DE LA CIUDAD DE GUADALAJARA**

ÍNDICE GENERAL

	PAGINA
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Origen de la contaminación acústica, fuentes emisoras	2
1.1.1 El transporte	3
1.1.2 La industria	5
1.1.3 La construcción de edificios y obras públicas	6
1.1.4 Otras fuentes	6
2. ANTECEDENTES	8
3. OBJETIVOS	15
4. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	16
5. METODOLOGÍA	18
5.1 Revisión documental	18
5.2 Fase de campo a través del estudio de ruido	18
5.2.1 Selección de los puntos de medición de ruido	19
5.2.2 Medición de ruido	19
5.2.3 Actualización de mapa sonoro	24
5.2.4 Comparación de la zona circundante con los puntos de medición de ruido	25

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
6.1 Fase de revisión documental	26
6.1.1 Fundamentos teóricos	26
6.1.1.1 Conceptos generales de acústica	26
6.1.1.2 El ser humano frente al ruido	40
6.1.1.3 Estrategias de lucha contra el ruido	52
6.1.1.4 Acciones preventivas	64
6.2 Fase de campo; estudio de ruido ambiental	73
6.2.1 Ubicación de los puntos de medición de ruido	74
6.2.2 Medición de ruido	79
6.2.3 Actualización de mapa sonoro	99
6.2.4 Comparación de la zona circundante con los puntos de medición de ruido	101
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	113
8. BIBLIOGRAFÍA	117

INDICES DE:

FIGURAS

NUMERO		PAGINA
1	Sonómetro Integrador de Precisión	21
2	Anatomía del oído humano	41
3	Combinación de niveles sonoros	101

CUADROS

NUMERO		PAGINA
1	Niveles de Presión Sonora	45
2	Valor del nivel sonoro continuo equivalente que se sugieren a través de American Noise Criteria	64
3	Registro de mediciones de ruido	80 - 98

MAPAS

NUMERO		PAGINA
1	Ubicación de los puntos de medida de ruido	74
2	Mapa sonoro	100

FOTOGRAFÍAS

NUMERO		PAGINA
1	Punto de medición 117	103
2	Punto de medición 125	104
3	Punto de medición 43	105
4	Punto de medición 33	106
5	Punto de medición 76	107
6	Punto de medición 45	108

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Reflexionar sobre la calidad del medio ambiente en que vivimos nos lleva necesariamente a abordar el tema de la contaminación, pues vivimos a la par de algunos de ellos, aunque se les ha concedido grados de importancia debido al riesgo que representan, entre ellos destacan: manejo de residuos peligrosos, contaminación del aire, agua y suelo por distintos agentes, otros han recibido una menor atención aunque no por ello son de menor importancia, el ruido en este sentido es uno de los agentes nocivos más evidentes de la modernidad en la vida del hombre, y poco estudiado en relación a los niveles que se presentan en el ambiente.

El hablar de contaminación por ruido en Guadalajara significa atender una situación que se reviste de gran importancia y cuyos estudios formales empiezan a consolidarse a partir de 1995, con el Estudio de Preliminar de Ruido en la zona centro de la ciudad de Guadalajara (24), es así que con el presente estudio se aportan elementos de actualización de las condiciones de ruido en la zona centro de Guadalajara, y se presenta un esquema sobre los fundamentos teóricos de ruido como una forma de apoyar el desarrollo de investigaciones en materia de ruido ambiental.

Para iniciarse en el desarrollo de este estudio es necesario hacer referencia a datos esenciales sobre las características de este contaminante para la cual es importante comentar que, las fuentes de ruido en las ciudades son incontables, en este caso la contaminación ambiental por ruido es debida en su gran mayoría, al tráfico rodado de las ciudades, por lo que la mayoría de los especialistas coinciden en señalar que predomina sobre las provenientes de

las actividades laborales en diversos recintos, sean cerrados o abiertos, tal es el caso de el ruido industrial, las actividades recreativas, los campanarios, la publicidad con altavoces, entre otras (35).

1.1 Origen de la Contaminación Acústica, fuentes emisoras

La presencia del ruido ambiental se debe a dos tipos de fuentes emisoras bien diferenciadas, las naturales y las antropogénicas.

En el primer caso el ruido, mejor referido como sonido, es producido por causas naturales como el silbar del viento, el oleaje del mar, las tormentas, la explosión de los volcanes, las avalanchas, el fluir de los ríos, etc.

El ruido antropogénico tiene su origen en las actividades humanas, siendo las principales fuentes:

- Transporte
- Circulación de vehículos
- Tráfico aéreo
- Tráfico ferroviario
- Industria
- Construcción de edificios y obras públicas
- Otras fuentes

En las grandes aglomeraciones urbanas los ruidos producidos por los distintos medios de transporte suelen ser los predominantes, especialmente los debidos a la circulación de vehículos por carretera y calles; otros tipos de fuentes de ruido tales como determinadas industrias y construcciones pueden dar lugar a problemas de ruido a sus costados en el espacio o en el tiempo, a continuación se describen las características principales de estos tipos de fuentes de ruido:

1.1.1 El Transporte

Dentro del sector transporte podemos distinguir las siguientes fuentes productoras de ruido:

Automóviles y Autobuses.

El ruido producido por los automóviles procede principalmente del motor y las transmisiones, así como de la fricción causada por el contacto del vehículo con el suelo y el aire. los niveles sonoros producidos por el motor y transmisiones aumentan con la velocidad del vehículo, son dominantes hasta alcanzar los 60-80 km/h. Superada esta velocidad el ruido emitido por el rozamiento de los neumáticos con el suelo supera al producido por aquéllos.

La categoría del vehículo influye en el nivel de ruido emitido, así como su estado de conservación principalmente en lo que se refiere al estado de los tubos de escape y silenciosos, que pueden producir incrementos de más de 10 dB (A) (decibeles A) en la emisión sonora cuando se encuentra defectuosos.

El nivel del ruido producido por el tráfico de vehículos depende de volumen de éste, de la velocidad de los vehículos y de la proporción de vehículos que circulan de cada categoría, ya que motocicletas y los vehículos pesados (camiones y autobuses) suelen producir ruidos aproximadamente dos veces mas intensos que los automóviles.

Existe otra serie de circunstancias, tales como el material de la calle (adoquín, concreto, asfalto, etc.), por la que se circula, el estado de conservación de la misma, o el tránsito por zonas que implican cambio bruscos de velocidad y

potencia, los semáforos, cuestas e intersecciones que influyen de forma importante en el ruido producido por el tráfico de vehículos, el ruido también se concentra en las estaciones de servicio, debido al frenado y arranque de los vehículos y camiones.

Aviones.

El tráfico aéreo suele producir problemas graves de ruido durante las operaciones de despegue y aterrizaje en la población asentada en la proximidades de los aeropuertos. La producción de ruido por los aviones se relaciona con la velocidad de movimiento del aire, siendo ésta una característica fundamental de los aviones y los motores que los impulsan.

Las hélices, los motores de explosión, los árboles de los compresores y los gases de escape de los motores de reacción son sus principales fuentes de ruido, sin olvidar que cuando se trata de motores silenciosos, el ruido de la fricción del fuselaje contra el aire puede ser dominante en el momento del aterrizaje.

Tráfico ferroviario

El ruido producido por la circulación de trenes depende principalmente del tipo de locomotoras, vagones y rieles utilizados. Suelen ser ruidos de frecuencias relativamente bajas. En las estaciones y muelles de carga y descarga suelen producirse ruidos de impacto, como consecuencia de las maniobras.

El tren eléctrico subterráneo no contribuye en forma significativa al aumento del ruido ambiente. Sin embargo, y debido a la transmisión de vibraciones por el terreno y a través de las estructuras, el tren eléctrico subterráneo puede inducir niveles apreciables de ruido y vibraciones en los edificios próximos a los

túneles, pudiendo llegar incluso a generar peligro para las estructuras de dichos inmuebles (28), que ya se han manifestado en la ciudad de Guadalajara, en algunas casas ubicadas por la Av. Federalismo y por la Av. Javier Mina.

1.1.2 La Industria

El ruido generado por las actividades industriales tiene su origen en el funcionamiento de la maquinaria, aumentando por lo general con la potencia de la misma. Las características del ruido industrial varían en función del equipo específico instalado, así como de los equipos de ventilación generan sonidos continuos de baja frecuencia, las máquinas giratorias y de vaivén producen ruidos periódicos, siendo por lo general el escape de gases y las operaciones de percusión las que producen los niveles de ruido más altos. En el interior de las instalaciones industriales suelen darse los más graves problemas causados por el ruido, afectando a una parte importante de la población activa, que puede verse sometida a niveles de ruido peligrosos. La propagación de este ruido a las zonas circundantes de las instalaciones industriales puede dar lugar a problemas de ruido ambiental cuando éstas están pobladas.

En esta categoría se incluye también el ruido proveniente de actividades en talleres automotrices, carpinterías, herrerías, entre otras. En este sentido es conveniente el situar la industria en zonas reservadas a este fin exclusivo, evitando la proximidad de viviendas, ya que es bastante común encontrar niveles de ruido en el exterior, superiores a 80 dB(A), cuya molestia se acrecienta en los periodos de trabajo nocturno, sin embargo este no es un problema significativo en la zona centro de la ciudad.

1.1.3 La Construcción de edificios y obras públicas

La actividad de construcción de edificios y obras públicas es causa de molestias por producción de ruidos como consecuencia de la utilización de maquinaria del tipo eléctrico o a gasolina, mezcladores de concreto, grapas, niveladores, martillos neumáticos, sierras, retroexcavadoras, aplanadoras, etc., realizadas sin considerar el ruido que producen.

1.1.4 Otras fuentes

Hay otras fuentes de ruido, además de las ya descritas que pueden ser importantes en casos individuales. Así, el ruido en el interior de edificios puede provenir de diversas fuentes, tales como calderas, y acondicionadores de aire, motores, etc. Dentro de este grupo de fuentes entraría lo que podemos denominar ruido de vecindad, entendiendo como tal los ruidos producidos de forma general en la viviendas por las personas o grupo de personas que las habitan, tal es el caso del ruido del televisor por la noche, música, electrodomésticos, mascotas, etc. mismas que se constituyen como una de las primeras causas de denuncia popular, así también en las oficinas y centros de trabajo, los teléfonos, timbres, máquinas de escribir, impresoras, etc.

La instalación de determinadas actividades de esparcimiento contiguas a viviendas (bares, discotecas, etc.), la realización de actividades musicales al aire libre, la recogida de basuras, los cortadores de pasto motorizados, etc., constituyen otros ejemplos de ruidos que pueden afectar a la comunidad y el descanso de los ciudadanos.

Las características más acusadas de este ruido son la intermitencia y la variación de los niveles, que pueden alcanzar valores del orden de 90 dB(A) o más, como en los casos de megafonía.

Entre las fuentes más habituales de estos ruidos pueden citarse las siguientes:

- Mercados y locales comerciales,
- Reparto urbano de mercancías,
- Recogida de basuras,
- Escuelas,
- Locales de espectáculos.

La principal fuente de ruido en la zona centro de Guadalajara la constituye el tráfico vehicular, el intenso tráfico de autobuses, la mala planificación de rutas y sistema de paradas, ya que se emite ruido producido por el frenado y arranque de estos debido a la sincronía inadecuada de los semáforos, esporádicamente en algunos puntos, por la construcción de obras (remodelaciones de algunos puntos de interés turístico) reparación de tuberías del SIAPA, adecuación de banquetas, reparación de asfaltado, venta y promoción de comercios establecidos por medio de equipos de sonido y altavoces, la concentración de personas en lugares determinados como iglesias, mítines, centros de recreación, restaurantes, bares, discotecas, etc.

(28)

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

2. ANTECEDENTES

2. ANTECEDENTES

Al ruido se le define de diferente forma, algunas de las cuales puede ser aceptada dependiendo del tipo de percepción que tenga la persona, a continuación se nombran algunas definiciones de ruido (latín *rugitus*, rugido). Dentro de la acústica existe una terminología particular para la definición de ruido que se define como el sonido indeseado y por tanto, molesto; aunque una de las definiciones más socorridas del ruido es la que lo concibe como todo sonido indeseable. Esta breve definición, es de carácter eminentemente subjetivo, pues deja abierta la cuestión de cuando es indeseable un sonido y para quién resulta indeseable, no cuenta además, las repercusiones que este agente produce en el ser humano. (35)

Algunos especialistas (4,14,15,28) coinciden en señalar que la contaminación sonora es un factor medio ambiental muy importante en los países industrializados, aunque por sí sola la naturaleza es una fuente inagotable de ruidos, los entornos acústicos más agresivos y más generalizados son una consecuencia directa de la actividad humana. Los niveles de ruido se producen ahí donde se suele concentrar dicha actividad, es decir en los núcleos urbanos y en los centros de trabajo.

Sin embargo las molestias por ruido son ya conocidas desde la antigüedad, Alejandro Magno usaba un cuerno para llamar a sus tropas a gran distancia, y una de las torturas chinas consistía en someter a los condenados a ruidos de muerte, que hacían estallar el tímpano, estallaban los vasos sanguíneos, las células cerebrales y morían; el poeta Marcial refiere en sus escritos los gritos de los mendigos, los golpes de los acuñadores de monedas, y la circulación de

los carruajes en la Antigua Roma. Fueron los romanos quienes distinguieron el sonido de *rugitus*, etimología de ruido y de rugido, en este sentido se estilaban ya esbozos de Reglamentos Municipales al prohibir la celebración de carreras de carrozas durante las horas nocturnas para proteger el sueño de los ciudadanos (4,25,26).

En la Edad Media también hubo disposiciones sobre algunos oficios que se desempeñaban a martillazos, como la calderería o la orfebrería. Un reglamento municipal de Berna llegó a prohibir en el siglo XV la circulación rodada por caminos y senderos en mal estado, o con baches que provocaran ruido excesivo al paso de los carruajes. Con la Revolución Industrial aumentaron los problemas de ruido y los intentos para combatirlo, a mediados del siglo XIX se quejaban de los martillazos en el yunque, del traqueteo y silbido de las maquinas de vapor, en nuestro tiempo tenemos al motor de explosión, el mayor contaminante acústico (25,26).

Hasta la fecha, en algunos países se tienen estudios de Ruido Ambiental (1,2,12,14,27) en donde se incluyen mapas sonoros (11,14,15,25,26), realización y aplicación de encuestas (9,16,17,22,26) para conocer la opinión de la población ante este problema que ocupa el primer lugar en quejas ante los ayuntamientos de las diferentes poblaciones.

Concretando, la legislación define como ruido a todo sonido indeseable que moleste o perjudique a las personas (31). Sin embargo la molestia en la mayoría de los casos se enfoca a establecer los límites máximos permisibles en decibeles A (nivel de referencia en el que se asigna al ruido, que asemeja éste a la percepción del oído humano) que sean seguros para proteger al sistema auditivo, no así para demás signos de molestia como alteraciones al sistema nervioso, interferencia con la comunicación oral, interrupción del sueño, dolor de cabeza, etc. que además establece que la emisión de ruido proveniente de

los automotores en circulación altera el bienestar del ser humano y el daño que le produce, con motivo de la exposición, depende de la magnitud y del número, por unidad de tiempo, de los desplazamientos temporales del umbral de audición, por ello es necesario establecer los límites máximos permisibles de emisión de este contaminante. Cabe señalar que de todas las normas vigentes en nuestro país en la materia de ruido, no existe una norma para ruido ambiental en espacios abiertos (jardines, calles, avenidas, etc.) por donde circulan los peatones.

A continuación se comparan algunos datos de límites máximos permisibles de los automóviles, camiones camionetas y tractocamiones, son expresados en dB(A) de acuerdo a su peso bruto vehicular.

PESO BRUTO VEHICULAR (Kg)	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES dB(A)
Hasta 3,000	86
Más de 3,000 y hasta 10,000	92
Más de 10,000	99

Límites máximos permisibles de motocicletas y triciclos motorizados expresados en dB(A) de acuerdo a la capacidad de desplazamiento del motor medido en centímetros cúbicos son los siguientes:

DESPLAZAMIENTO DEL MOTOR EN CENTIMETROS CUBICOS	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES dB(A)
Hasta 449	96
De 450 en adelante	99

Estos datos fueron tomados de la Norma Oficial Mexicana NOM-080-ECOL-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición (31).

A continuación se enumeran los límites máximos permisibles del nivel sonoro en ponderación "A" emitido por fuentes fijas (NOM-081-ECOL-1994) (31).

HORARIO	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES
de 6:00 a 22:00	68 dB(A)
de 22:00 a 6:00	65 dB(A)

Tomando en cuenta que la gran mayoría de vehículos que circulan por las calles de nuestra ciudad, que lo hacen durante el día y parte de la noche, generan no menos de 70 dB(A) cada uno, tendríamos que pensar en algunos métodos de control para aminorar las emisiones de ruido.

En nuestro país es muy escasa la información y los estudios que se han realizado de ruido ambiental, solo se han aplicado normas oficiales al ruido producido en ambientes laborales (32,33) que protegen al trabajador de las emisiones de ruido que pudieran provocarle daño auditivo no así a otras alteraciones psico-fisiológicas que también son provocadas por encontrarse en un ambiente ruidoso (10,13). Se aplica también una norma al ruido producido por los escapes de los vehículos, aunque en un vehículo automotor ordinario las fuentes sonoras son muy diversas: las explosiones del motor, ruido producido por la admisión de aire y la expulsión de los gases de combustión, los frenos, las vibraciones de la carrocería y la carga transportada, y el ruido producido por el desplazamiento de los neumáticos sobre el material que reviste las calles, entre muchas otras. Los correspondientes niveles de emisión de ruido dependen de factores tan aleatorios como el estado mecánico del

vehículo, el estado del motor, o la forma de conducción. En la ciudad de Guadalajara se tienen datos de algunos reglamentos que indican ya indicios de normas contra el ruido (7,8,31,32,33,34).

El Ayuntamiento de Guadalajara, con fundamento del artículo 6º de la Ley de Diciembre de 1874, aprobó el reglamento para el uso de campanas en los templos, sólo una campanada por minuto para llamar a los fieles y las campanadas habituales para anunciar la hora y esto sólo para los templos inscritos en la jefatura de policía; otro reglamento del 29 de Mayo de 1934, publicado en el Diario Oficial, "El Estado de Jalisco", el reglamento para los toques de campana de los templos y música de propaganda comercial derogando el reglamento anterior; el sábado 23 de Junio de 1934 fue publicado el mismo reglamento que restringía el uso de las campanadas por un periodo mayor a 30 segundos, exceptuando los días festivos o nacionales que se podían tocar los llamados repiques a vuelo, también restringía el uso de los equipos de sonido y eléctricos en establecimientos mercantiles y que se usaban como propaganda comercial, quedando fuera de esta disposición los domicilios particulares y los establecimientos que se dedicaban a venta de estos aparatos musicales, los mariachis, orquestas, y demás músicas similares podían dar audiciones en establecimientos mercantiles sólo a algunas horas del día y solicitando el permiso correspondiente de la Presidencia Municipal (7).

Otro ejemplo de normativa encontrada fue el Reglamento que norma el funcionamiento de aparatos de sonido; apareció el Martes 15 de Septiembre de 1959 fue publicado en "El Estado de Jalisco", éste hacía mención de los aparatos de sonido que sólo podían tocarse en establecimientos comerciales y sin poner bocinas hacia la calle, también prohibía la propaganda con altavoces en los autos y sólo se podían usar para propagandas políticas y en los periodos señalados (8).

El sábado 24 de Julio de 1971 fue publicado en "El Estado de Jalisco", El Reglamento que norma el funcionamiento de aparatos de sonido, esta norma es la misma que la del año de 1959, y ya se señala en la norma que existían muchas quejas en cuanto al ruido (8).

En las normas o reglamentos anteriores se tienen también los datos que en todas en las que había un infractor, se penalizaba con multas, cárcel y cancelación del permiso correspondiente, en el caso de uso comercial de los aparatos de sonido. Al parecer con el paso del tiempo y con la modernidad, el ruido de los aparatos de sonido o campanarios dejó de ser un problema, puesto que quedó muy por debajo de el producido por los vehículos de combustión interna (7,8).

Al contrario de lo que sucede en algunos de los países desarrollados (14,15), hasta hace poco tiempo, en nuestro país se ha dedicado una escasa atención al ruido ambiental y su control, tanto por parte de los científicos, médicos, y los habitantes de nuestra ciudad que mostraban una sensibilidad demasiado alta ante este factor medio-ambiental (4). Sin embargo, en el transcurso de los últimos años la situación ha cambiado radicalmente; en la actualidad, el problema del ruido ambiental y su control es centro de preocupación para la población en general, puesto que muchas personas son conscientes de que la contaminación por ruido puede afectar muy negativamente a su bienestar y calidad de vida (25).

En particular en los últimos años se han llevado a cabo en nuestro país algunos estudios sobre el tema, se tienen algunas referencias de estudios de ruido ambiental de la ciudad de Monterrey Nuevo León (11), Distrito Federal (36). y la ciudad de Guadalajara (25,26) los trabajos se han concentrado en lo que se denomina Mapa Sonoro (14,15), la información obtenida en este tipo de trabajos resulta de gran utilidad en muchos sentidos, por ejemplo con relación

en la planificación urbanística como elemento de orientación para la lucha contra el ruido o como base para desarrollar y aplicar la legislación y normativa al respecto. Desgraciadamente y debido precisamente a las numerosas dificultades que implica su realización, los estudios de carácter general sobre este problema, imprescindibles para proporcionar una visión global sobre su importancia referida a ámbitos amplios son muy escasos en todo el mundo y prácticamente en nuestro país.

La exposición al ruido ambiental es causa de preocupación en la actualidad, por las graves molestias que origina y los efectos que tiene sobre la salud, sobre el comportamiento de los individuos, sobre las mismas actividades del hombre, así como por las consecuencias psicológicas y sociales que conlleva (13).

La población en general está expuesta a unos niveles de ruido que oscilan entre los 35 y los 85 decibeles, pero no todos los individuos de una población perciben la molestia causada por el ruido de la misma forma, ello se debe tanto a las propias condiciones físicas del ruido como a complejas reacciones subjetivas que no permiten prever de antemano la importancia de la molestia para una persona determinada (11).

3. OBJETIVOS



BIBLIOTECA CENTRAL

3. OBJETIVOS

- Contar con un documento de referencia que recopile algunos de los principales fundamentos teóricos sobre la problemática de ruido.
- Contribuir al conocimiento de la problemática del ruido ambiental presente en la ciudad de Guadalajara.
 - Realizar mediciones de ruido en los puntos seleccionados en el primer cuadro de la ciudad.
 - Actualización del mapa sonoro de la zona de estudio.
 - Realizar un análisis comparativo acerca de los niveles de ruido presentes en el área de estudio.

4. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

4. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Al igual que en otras ciudades de nuestro país, la zona metropolitana de Guadalajara ha experimentado un acelerado crecimiento poblacional, el censo de 1990 arrojó una población de 2'875,000 habitantes donde cerca del 20 % de esta población, presenta severas condiciones de calidad ambiental, así mismo en la ciudad de Guadalajara se tiene únicamente 1.7 m² de áreas verdes por habitante, lo que representa un déficit del 80% en relación a la extensión recomendada para las grandes ciudades.

Para el caso de este estudio es importante considerar que la ciudad de Guadalajara se encuentra a 20° 40' latitud Norte, 103° 20' longitud Oeste; la temperatura media anual es de 18° a 22° C (3), y según registros de 1992 se establecía en una superficie de 24,000 hectáreas; a la fecha sigue presentando un fenómeno expansivo muy dinámico, aumentando su superficie con un promedio de 300 hectáreas por año, requiriendo para su funcionamiento el suministro de grandes cantidades de insumos y energéticos y, a la vez, constituyéndose en un polo de intensa actividad industrial, comercial y cultural. Sin embargo este crecimiento poblacional y económico ha traído consigo también mayores impactos al medio ambiente, y en particular, un aumento en la generación de contaminantes atmosféricos (27).

La contaminación atmosférica en la zona metropolitana de Guadalajara es un problema con origen multifactorial, destacándose un parque vehicular con una edad promedio a los 12.7 años (37) y cuyo estado de mantenimiento es con frecuencia inadecuado, con respecto a los informes del parque vehicular se tienen reportadas a 1995 760,000 unidades aproximadamente (25), que

representan la principal fuente de contaminación por ruido ambiental en la ciudad.

La zona centro de la ciudad de Guadalajara concentra gran parte de las actividades del sector público, comercial y turístico, todo ello origina que la concentración humana y vehicular sea significativamente alta, y en atención a esto se ha elegido como área para desarrollar el presente proyecto que se constituye esencialmente como una contribución al estudio de ruido ambiental, fundamentos teóricos y problemática en la zona centro de Guadalajara.

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

5. METODOLOGÍA

5. METODOLOGÍA

La metodología del proyecto se trabajó atendiendo a los objetivos en dos fases:

5.1 Revisión documental

Esta se desarrolla en relación a los fundamentos teóricos en materia de ruido ambiental, a través de búsqueda y recopilación de información relacionada con el tema tratando de incluir datos esenciales y a la vez complementarios para conseguir una base teórica necesaria para el desarrollo y análisis del estudio de ruido en campo.

5.2 Fase de campo a través del estudio de ruido

La cuál se describe a continuación:

Después de una minuciosa revisión bibliográfica de algunos estudios de ruido ambiental en otros países (1,2,12,14,15,16,17,18,19,23,29), de otras ciudades de nuestro país (6,9,10,11,22,25,26), de la metodología utilizada para un estudio de ruido ambiental en un fraccionamiento residencial de esta ciudad, así como la primera fase de el "Estudio Preliminar de Ruido Ambiental del Centro de la Ciudad de Guadalajara" se determinó la metodología utilizada para nuestro estudio:

- Selección de los puntos de medida de ruido.*
- Medición del ruido.*

-Actualización de mapa sonoro.

-Comparación de la zona circundante con los puntos de medición.

Las acciones realizadas para llevar a cabo este estudio se mencionan a continuación:

5.2.1 Selección de los puntos de medición de ruido

Aunque mucho se ha discutido respecto a los límites de la misma algunos autores coinciden en señalar que la zona centro de la Ciudad de Guadalajara, comprende las siguientes arterias, hacia el Norte la calle Jesús García continua Tenerías y Monte Cáucaso , hacia el Sur con Avenida de la Paz, hacia el Este la Calzada Independencia y hacia el Oeste con la Avenida del Federalismo, en una área de 3 km², y que comprende aproximadamente 430 manzanas.

Se tomaron como referencia los 129 puntos ya establecidos en el Estudio Preliminar de Ruido del centro de la Ciudad de Guadalajara; ubicándose en un reticulado de 2 x 2 cuadras de distancia aproximadamente, en donde se tomaron las mediciones de ruido (en hora pico de 8:00 a 10:00, 13:00 a 15:00 y de 19:00 a 21:00 horas y hora normal de 10:00 a 13:00, de 15:00 a 19:00 y de 21:00 a 8:00 horas).

5.2.2 Medición de Ruido

La evaluación de los niveles sonoros que se producen en una zona determinada del espacio, es un elemento necesario para tener un conocimiento de la situación acústica en la misma, determinar la gravedad del problema, así como, para realizar un diagnóstico como etapa previa a todo programa de reducción del ruido, tanto ambiental como de fuentes de ruido específicos.

Este tipo de evaluaciones se suelen plasmar en el caso del nivel de ruido que cubre toda una zona.

Criterios de evaluación para la medición de ruido

Los criterios a adoptar en el planteamiento de un programa de evaluación del ruido dependerán, de una parte de los objetivos que se pretende alcanzar, y de otra, de las características del ruido (31,32,33,34).

Como objetivos básicos se pueden plantear:

- Cuantificar el ruido de una fuente aislada.
- Evaluar el ruido del medio ambiente con el fin de conocer el grado de molestia que pueden producir.
- Medir la dosis de ruido en un ambiente laboral para determinar el riesgo de pérdida de audición.

En cuanto a los parámetros de valoración del ruido, dependerán de las características del ruido, fundamentalmente en lo que se refiere a la duración y variación del nivel sonoro. En este sentido se distinguen entre ruidos continuos, fluctuantes, transitorios o de impacto (31,32).

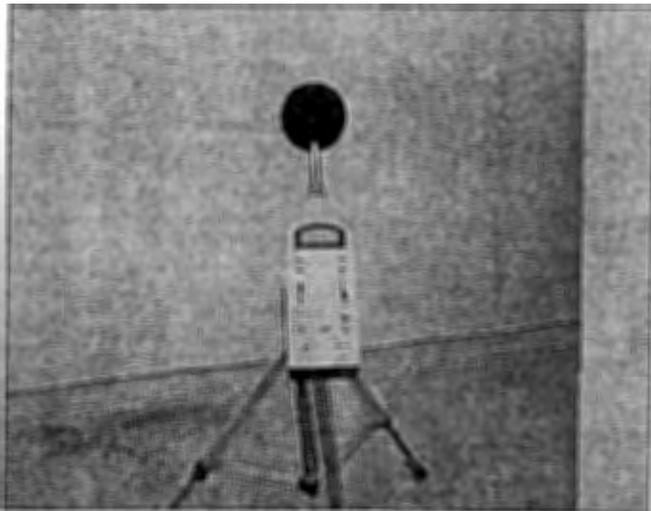
Un aspecto muy importante a tener en cuenta en el programa de evaluación es la metodología y técnicas de medición adoptadas, ya que de ellas dependerán los resultados que obtengamos. Por lo general existen normas contenidas en los reglamentos municipales o en recomendaciones nacionales o internacionales donde se describen de forma detallada tanto la metodología de medida como la instrumentación a utilizar, no obstante, y con carácter general se deberá tener en cuenta los siguientes aspectos (20,31,32,33,34):

- Calibrar la instrumentación antes y después de las medidas.
- Precisión del equipo utilizado.
- Evitar las interferencias en la ubicación de los puntos de medida.
- Indicar claramente el tiempo de integración de los valores obtenidos (rápido, lento, impulsivo, etc.)
- Si se hace análisis de frecuencias, indicar los filtros utilizados y la precisión de los mismos.

Equipo de medición

El equipo de medición comúnmente empleado para ruido ambiental es el sonómetro (figura 1), que fué el utilizado para nuestro estudio, este equipo está compuesto por una serie de elementos básicos y otros auxiliares conectados entre si como una cadena, los principales dispositivos son (20):

Figura No. 1 Sonómetro Integrador de Precisión



- **Micrófono:** transforma la presión sonora en una señal eléctrica.
- **Preamplificadores:** Adaptan la señal eléctrica.
- **Amplificador:** Aumenta las señales eléctricas hasta valores detectables fácilmente.
- **Circuitos de ponderación:** Modulan la señal para que esta tenga una relación directa con la sensación auditiva. Actualmente se usa exclusivamente la curva de ponderación (A) estando en desuso la (B) y (C).
- **Circuito rectificador:** Rectifica y transforma la señal lineal/logarítmica, al hacerse en esta escala las medidas acústicas.
- **Circuito integrador:** Para que el equipo sea capaz de evaluar los distintos tipos de ruido de forma coherente debe responder de una forma mas o menos rápida, o lo que es lo mismo, integrar con mayor o menor tiempo. Estos tiempos de integración están normalizados en lento (1 s), rápido (125 ms), impulsivo (35 ms), pico (50 ms).
- **Indicador:** Muestra el valor de la presión sonora según las ponderaciones, filtros o integradores que se hayan utilizado. Los indicadores pueden ser del tipo galvanómetro de aguja o digitales.
- Estos últimos dan una lectura numérica, siendo los que se usan en la actualidad. **Filtros:** Permiten conocer el valor de las distintas frecuencias de interés del ruido medido, de forma secuencial.
- **Registadores:** Registran la señal detectada por el micrófono para su estudio posterior. Pueden ser **registadores gráficos** de nivel que imprimen sobre papel calibrado en decibelios en función de la frecuencia o el tiempo o **magnéticos** que graban la señal sonora en una cinta magnética para su análisis posterior en laboratorio (4,5).

Lo primero que se debe hacer en el estudio de un problema concreto de ruido sea del tipo que sea, es medir el nivel sonoro de la perturbación y determinar la gravedad del problema, lo que exige identificar quienes son los afectados por

el ruido y su grado de sensibilidad al mismo, así como establecer si se rebasa los límites de exposición o sus efectos, establecidos por los reglamentos municipales o normativas nacionales o en su defecto internacionales. Es preciso tener en cuenta que la lucha contra el ruido requiere un conocimiento exhaustivo de las características de cada situación que se concretan en la determinación del nivel de presión sonora, el análisis de frecuencias y la duración .

Cuando los niveles del ruido fluctúan como sucede en el caso del tráfico rodado o en las fabricas, conviene expresar el nivel de ruido por el nivel continuo equivalente, Leq. El conocimiento del espectro de frecuencias del ruido es necesario cuando se trata de hacer un correcto control del mismo, como puede ser el seleccionar los materiales más absorbentes, seleccionar las pantallas de protección adecuadas o identificar las fuentes más representativas. El análisis de frecuencias de ruidos continuos se puede realizar mediante sonómetros provistos de un juego de filtros y un registrador gráfico. Por ultimo indicar que el análisis estadística de las variaciones del nivel sonoro con el tiempo es muy útil en el estudio de ruidos de vecindad y para el control del ruido producido por fuentes múltiples ya que el conocimiento de la distribución del nivel del ruido en cada momento durante el día puede poner de manifiesto la conveniencia de que determinada actividad se realice en otro momento de la jornada (1,2,11,14,15,25,26,34,36).

Para llevar a cabo las mediciones de ruido, se utilizó un sonómetro integrador de precisión marca Brüel-kjaer modelo 2230 tipo 2, en la curva de ponderación A, (que es el filtro que se asemeja a la percepción del oído humano) que nos marcó el Nivel Sonoro Continuo Equivalente (NSCE) de cada punto donde se tomaron las mediciones.

Antes de realizar las mediciones se calibró el equipo de medición con un calibrador acústico marca Brüel-kjaer tipo 4231 (5)

Para las 129 mediciones de ruido en cada punto seleccionado se realizaron a una altura de entre 1.10 m y 1.30 m, y a .60 m de separación del cuerpo, tomando en cuenta cualquier interferencia que nos hubiera alterado de algún modo las mediciones (personas cruzando frente a nosotros, calles angostas, sirenas, postes de luz o teléfono, puestos de periódicos, etc.) puesto que todas estas son parte del entorno, las mediciones se realizaron a hora pico (de 8:00 a 10:00, de 13:00 a 15:00 y de 19:00 a 21:00 horas) y hora normal (de 10:00 a 13:00, de 15:00 a 19:00 y de 21:00 a 8:00 horas).

5.2.3 Actualización de mapa sonoro

Se actualizó el mapa sonoro presentado en el Segundo Congreso Mexicano de Acústica en la Ciudad de Guadalajara con el nombre de "Estudio Preliminar de Ruido Ambiental de la Zona Centro de Guadalajara (25) y a los medios de comunicación, realizando mediciones complementarias de ruido en diferentes horarios, diferentes días de la semana, dando una aproximación mas real a la problemática existente en nuestra ciudad.

El mapa de sonoro consiste en un vaciado de los datos obtenidos de las mediciones de ruido, en un plano de la zona centro de Guadalajara para este caso, donde se muestra el Nivel Sonoro Continuo Equivalente (NSCE) de cada uno de los puntos además de su ubicación en él.

5.2.4 Comparación de la zona circundante con los puntos de medición de ruido.

Se consideró como referencia la caracterización de la zona circundante a los puntos de medición (25) en la que se observaron los siguientes parámetros que se pueden utilizar como referencia para relacionar los niveles de ruido con las condiciones encontradas en cada punto (tomando en cuenta 30 m hacia cada lado de distancia del punto hacia las cuatro vías).

- número de arboles presentes menores y mayores a 3 m
- material de la calle (asfalto, adoquín, concreto)
- ancho promedio de la calle
- número de carriles de circulación
- alto promedio de los edificios (m)
- material de los edificios (ladrillo, concreto, adobe, cristal)
- número de vehículos por minuto.
- observaciones en general (presencia de terrenos baldío, jardines, estacionamientos, etc.,) cuando así lo requieran las condiciones encontradas.

Se realizó un cuadro comparativo de la zona circundante con los puntos de medición en donde se anotaron además de los datos anteriormente señalados, los siguientes puntos: Nivel Sonoro Continuo Equivalente (NSCE) en hora pico, NSCE en hora normal, y NSCE promedio, este cuadro comparativo nos dio elementos para valorar la relación existente entre la densidad y características del tráfico vehicular con los aspectos generales encontrados en cada punto y el ruido ambiental.

6. RESULTADOS

Y DISCUSIÓN

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El capítulo de resultados, como se explicó en la metodología se divide en dos fases para corresponder a los objetivos planteados, la primera que consiste en una revisión documental en relación a los fundamentos teóricos en materia de ruido ambiental, el cuál puede ser un documento de consulta para fundamentar el desarrollo de proyectos, apoyar actividades de docencia y especialización en esta área, y la segunda consiste en una fase de campo a través del estudio de ruido que complementa y actualiza un primer estudio, para consolidar dicho proyecto.

6.1 Fase de revisión documental

6.1.1 Fundamentos Teóricos

En este apartado se presentan una serie de puntos relacionados con el tema de ruido, que desde el punto de vista de varios autores proporcionan bases y conceptos necesarios para introducirse en el área de ruido ambiental, desde el punto de sus características elementales, conceptos básicos, hasta sus efectos en el ser humano y las estrategias de lucha contra el ruido (4).

6.1.1.1 Conceptos Generales de Acústica

a) Generalidades sobre ruido:

El sonido se puede considerar como un fenómeno físico que se traduce en una sensación auditiva para el oyente. Desde el punto de vista físico el sonido es

una alteración mecánica que se propaga en forma de movimiento ondulatorio a través del aire. Es decir el sonido tiene su origen en las vibraciones mecánicas de la materia, tanto en estado sólido como líquido o gaseoso que se propagan en forma de ondas longitudinales de presión sonora en todas direcciones.

El proceso de generación de una onda sonora, por lo general, tiene su origen en un sólido en vibración que arrastra las partículas de aire en contacto con el mismo produciendo de forma alternativa depresiones y sobre presiones que se van transmitiendo a las capas de aire adyacente, dando lugar a una onda de presión que se propaga con movimiento ondulatorio en todas las direcciones alejándose del foco (4).

b) Conceptos básicos :

Acústica:

Parte de la física que se ocupa de la formación y propagación de los sonidos (2).

Ruido:

Todo sonido indeseable que moleste o perjudique a las personas (4).

Decibel A:

(dB(A)), décima parte de un bel (índice empleado en la cuantificación de diferencias de logaritmos), con la malla de ponderación, es decir similar a la respuesta auditiva (20).

Nivel equivalente: (Leq inglés, NSCE español)

Es el nivel de presión acústica uniforme y constante que contiene la misma energía, que el ruido producido en forma fluctuante por una fuente, durante un periodo de observación (4,24).



Sonómetro:

Instrumento de medición del ruido (20).

Nivel de Presión Sonora:

Es la relación entre la presión de un sonido cualquiera y una presión acústica de referencia (32,34).

c) La propagación del ruido

La propagación del sonido en el aire depende principalmente de fuentes de ruido, de su distribución en el espacio y de la topografía, así como de las condiciones de la atmósfera en que se realiza la propagación (4,24,28).

d) Factores que inciden en la propagación

Desde el punto de vista técnico el problema que plantea el nivel sonoro en un punto situado a una cierta distancia de una fuente de ruido concentrada en un punto. Los factores que intervienen en este fenómeno son los siguientes (4,24,28):

- Reducción, debido a la dispersión, de la energía en el espacio.
- Atenuación del sonido en el aire.
- Reflexión y difracción en obstáculos sólidos (valladas, muros, barreras vegetales, etc.).
- Reflexión y formación de sombras por las variaciones de viento y temperatura.
- La reflexión y la absorción en el suelo.

El nivel de intensidad al alejarnos de la fuente de ruido disminuye en 6 dB cada vez que se duplica la distancia a la fuente. Esto se debe principalmente a la divergencia de las ondas sonoras radiadas desde la fuente. La atenuación del sonido en el aire puede expresarse en dB por metro, se componen de dos partes bien diferenciadas, una que es para frecuencias elevadas, debida al efecto combinado de la conductividad económica del aire, la absorción de energía de las moléculas y la viscosidad, y otra que depende en gran medida de la humedad del aire y es debida a la vibración molecular. La atenuación es tanto menor cuando mayor es el grado de humedad relativa del aire (28).

Así, es fácil observar que los niveles del ruido son mayores en días con niebla en que la atenuación es prácticamente nula que en un día despejado. La colocación de muros y vallas que actúan como barreras a la propagación del ruido se están utilizando en situaciones en que no hay otro procedimiento para aislar el foco del ruido del receptor. La eficacia de reducción del ruido con este tipo de barreras no suele ser muy grande. En ocasiones, en las áreas residenciales se utilizan barreras de árboles y arbustos colocados entre el foco de ruido y el receptor con el fin de atenuar el nivel sonoro de los mismos. Para que este tipo de barreras sea efectivo es necesario que tengan gran profundidad y alta densidad de follaje. La velocidad del sonido en el aire varía en función de su temperatura y de la velocidad del viento (16), siendo prácticamente independientemente de la humedad relativa. Debido a que las ondas sonoras se propagan en una atmósfera en la que tanto la temperatura del aire como la velocidad del viento, varían en así espacio, sufren los fenómenos de refracción y reflexión que alteran los niveles sonoros en los distintos puntos del mismo. Así, dado que la velocidad del sonido aumenta con la temperatura del aire, en el caso de que esta aumente con la altura en el suelo (inversión térmica), los frentes de la onda sonora en la parte superior serán más rápidos que los de la inferior y, como frecuencia, los frentes se inclinarán hacia el suelo, llegando a toda la superficie del terreno. Por el

contrario, si la temperatura del aire disminuye con la altura, los frentes de onda se elevan, existiendo un límite que alcanza el suelo a una distancia x de la fuente, que define una zona en donde la propagación del sonido está muy atenuada (zona de sombra). Un efecto similar a este efecto que produce el viento, creando una zona de sombra en el lado desde que este sopla (20,26).

Este hecho se observa ante la dificultad de oír cuando el viento sopla en el sentido del receptor al emisor de sonido. Existe un diferente comportamiento de la propagación del ruido en situaciones atmosféricas de: a) Inversión térmica, b) Normal y c) Viento, que hay que considerar en los estudios (20).

La atenuación del ruido puede relacionar el aire en función de la frecuencia del sonido, la temperatura y la humedad relativa del aire. Por último, como los terrenos naturales son porosos, las ondas sonoras que se propagan en el aire al incidir sobre este tipo de terrenos son en parte reflejados y en parte absorbidos, y produciendo una atenuación del ruido por este motivo, siendo la atenuación tanto mayor cuanto más poroso sea el terreno. (4)

e) Características del ruido

El sonido lo podemos considerar por una parte como fenómeno físico y por otra como sensación auditiva en un oyente, provocada por ese fenómeno físico.

Desde el punto de vista físico el sonido es una alteración mecánica que se propaga en forma de movimiento ondulatorio a través del aire y otros medios elásticos. Es decir el sonido tiene su origen en las vibraciones mecánicas de la materia, tanto en estado sólido como líquido o gaseoso que se propagan en forma de ondas longitudinales de presión sonoras en todas las direcciones. El sonido de un timbre eléctrico o el ruido producido por el tubo de escape de un

vehículo son dos ejemplos simples de vibraciones mecánicas de la materia.

El proceso de generación de una onda sonora, por lo general, tiene su origen en un sólido en vibración que arrastra las partículas de aire en contacto con el mismo produciendo de forma alternativa depresiones y sobre presiones que se van transmitiendo a las capas de aire dando lugar a una onda de presión que se propaga con movimiento ondulatorio en todas las direcciones alejándose del foco .

f) Magnitudes características del sonido

Las magnitudes fundamentales que caracterizan un tipo de sonido son (28):

Velocidad del sonido (C)

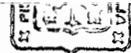
Es la velocidad a la que se propagan las ondas sonoras en un medio elástico. Depende de la masa y elasticidad del mismo, en el caso del aire viene dado por la fórmula:

$$C = \frac{1.4 p_a}{P}$$

Donde: p_a = Presión atmosférica. en pascales.

P = Densidad del aire, en kg/m^3

El valor de la velocidad del sonido en el aire en condiciones normales de presión y temperatura es de 344 m/s.



Periodo (T)

Se define como el tiempo que tarda en producirse un ciclo completo de oscilación medido en segundos.

Frecuencia (F)

Es el inverso del periodo, es decir el numero de ciclos completos de oscilación que suceden en la unidad de tiempo.

La unidad es el hercio (Hz) que corresponde a un ciclo por segundo.

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

Longitud de onda (λ)

Se define como una distancia que recorre un frente de onda en un periodo completo de oscilación. La longitud de onda se relaciona con la frecuencia, periodo y velocidad del sonido mediante las expresiones:

$$\lambda = \frac{c}{f} ; \lambda = C.T$$

Presión sonora (P)

Se define como variación de la presión atmosférica en un punto, consecuencia de la propagación a través del aire de una onda sonora.

Esta magnitud es la mas usada para medida de ruidos, por ser medible directamente con los dispositivos llamados sonómetros.

Para que un sonido sea audible, la variación de la presión sonora debe estar comprendida entre 2×10^{-4} mba y 200 mba, siendo este último la presión sonora máxima que el oído humano puede soportar sin que se produzca dolor.

Intensidad sonora

Se define como la energía sonora que atraviesa la unidad de superficie perpendicularmente a la dirección de propagación en la unidad de tiempo. En el caso de una onda sonora que se propaga por el aire en una dirección, su intensidad sonora en un punto viene dada por la expresión:

$$I = \frac{P^2}{\rho \cdot C}$$

donde:

I = Intensidad sonora en w/m²

P = Presión sonora eficaz (pa)

ρ = Densidad del aire (kg/m³)

C = Velocidad de propagación (m/s)

El producto de la densidad del medio propagador por la velocidad de propagación se denomina "Impedancia acústica del medio".

Potencia sonora (W)

Se define como la energía sonora que atraviesa una superficie perpendicularmente a la dirección de propagación en la unidad de tiempo.

Se relaciona con la intensidad sonora a través de la expresión:

$$W = I \cdot A$$

Oscilación periódica

La propagación de una onda acústica generalmente se asocia a una oscilación periódica. La forma mas simple de oscilación periódica es la correspondiente a un movimiento armónico simple. El sonido asociado a este tipo de oscilación recibe el nombre de "tono puro". Este tono depende únicamente de la presión sonora y de una única frecuencia.

Si dos o mas tonos de distinta presión sonora y frecuencia se suman dan lugar a una onda, suma de todo ellos, que variara en el tiempo de forma repetitiva (periódica) y que tiene la propiedad de poder descomponer en una suma de tono puros de acuerdo con la teoría de series de fourier.

g) Conceptos y unidades de medida del ruido

La transmisión de las vibraciones sonora a través del aire son recibidas por el oído e interpretadas como sonido por el sistema sensorial humano (oído). Es importante considerar que desde el punto de vista físico, el ruido existe aun cuando no haya un receptor que lo perciba, en cambio la percepción de un ruido como sensación auditiva exige la presencia de un receptor.

La magnitud percibida del sonido se denomina sonoridad. se define como una caracterización subjetiva del sonido que representa la sensación sonora producida por el mismo oyente. Depende fundamentalmente de la intensidad y frecuencia del sonido, al ser esta función de la intensidad acústica y de la frecuencia, se puede calcular a partir de mediciones físicas por diversos procedimientos. Dado que el principal objetivo de la medicina de la sonoridad de un ruido es cuantificar la exposición global en los caminos mas sencillos posibles, las propiedades físicas y la percepción del ruido se expresan y miden

de acuerdo con los distintos conceptos y unidades que se expresan a continuación:

Nivel de sonoridad

Se dice que el nivel de sonoridad de un sonido o de un ruido es de tonos cuando, a juicio de un oyente normal, la sonoridad, se escucha binaural, producida por el sonido o ruido, es equivalente a la de un sonido puro de 1.000 hz continuo, que incide al oyente en forma de onda plana libre, progresiva y cuyo nivel de presión acústica en n dB superior a la presión de referencia P_0 .

Nivel de presión acústica

Las ondas sonoras producen variaciones en la presión de un medio el acústico como aire, caracterizándose por la amplitud de los cambios de presión, su frecuencia, la velocidad de propagación y su variación en el tiempo.

Puesto que el ruido es una forma de energía mecánica, la onda sonora lleva asociada un flujo de energía mecánica que pues bien, la velocidad con la energía acústica llega a una unidad de superficie normal a la dirección de propagación se conoce como intensidad acústica y se mide en wattios por m^2 (w/m^2). La energía acústica total emitida por una fuente sonora en la unidad de tiempo se conoce como potencia acústica y se mide en wattios (w).

La intensidad acústica proporcional cuadrática de la presión acústica, así para caracterizar un ruido se mide, mediante instrumentos físico denominados sonómetros.

Como la presión acústica margen muy amplio de variación se ha hecho usual la utilización de niveles de presión acústica. Entre ambas magnitudes una

relación logarítmica, adoptándose como unidad de medida de los niveles de presión acústica.

La fórmula que determina el número de decibelios de nivel de presión acústica en función de la presión acústica

$$\text{N.P.S.} = 20 \text{ LOG } 10 \frac{p}{P_0} \text{ dB}$$

Donde:

n.p.s representa la medida del nivel de presión acústica sonido de decibelio.

p es la presión media del sonido medido.

P₀ es la presión acústica de referencia. Esta se corresponde con la menor presión acústica audible que un oído joven puede detectar en condiciones de audición ideales (0.0002 microbares). La aplicación de la escala logarítmica le atribuye el valor de 0 dB.

El componente logarítmico en la escala implica que un aumento geométrico en la presión del sonido se traduzca en un aumento aritmético en el nivel de decibelios. Los niveles de ruido medidos en microbares y en niveles sonoros que se alcanzan por lo general en distintos ambientes, así como la respuesta subjetiva de los perceptores.

Puesto que el decibelio es el logaritmo de la relación entre dos valores, se puede utilizar para describir la energía del sonido. Especial atención hay que prestar al cálculo del nivel sonoro producido por varias fuentes del ruido.

Por ejemplo, el ruido producido por dos motores de aviación que emiten cada uno 120 dB(A), no es 240 dB(A) sino 123 dB(A), es decir el nivel sonoro producido por los dos aviones junto es superior en 3 dB(A) al producido por uno solo. La razón es que primero debemos convertir los decibelios en

potencia sonora relativa, sumar o restar y entonces convertir de nuevo a decibelios, el mismo procedimiento hay que utilizar cuando se trata de fuentes sonoras de distinto nivel de ruido, tal como un camión (95 dB(A)) y una motocicleta (89 dB(A)), el ruido producido por ambos vehículos circulando simultáneamente es 96 dB(A), es decir, 1 dB(A) por encima del más ruidoso.

h) Espectro de frecuencias, Curvas de ponderación:

Es la evolución de ruido y su control es necesario, en muchos casos, conocer no sólo el nivel de ruido general sino cómo la energía sonora se distribuye en cada una de las frecuencias que lo componen.

Con el fin de tener en cuenta el diferente comportamiento humano a un ruido en función de su espectro de frecuencias se introdujo en la medida del ruido el concepto de Curvas Standard de ponderación. Estas curvas actúan como filtros selectivos de forma que en la respuesta discriminan el peso relativo de cada frecuencia en el conjunto del espectro de frecuencias.

Habitualmente se utilizan los tres tipos de curvas de ponderación denominadas con las letras A, B y C. En ella se observa como la curva A, atenta progresivamente las frecuencias por debajo de 1,000 hz, llegando a eliminar las muy bajas, la curva B atenta frecuencias por debajo de 500 hz y por encima de 3,000 hz y la curva C que da una respuesta prácticamente plana en el rango de frecuencias comprendido entre los 50 y 3,000 hz.

De las tres escalas, la A es la más ampliamente utilizadas para la medida del ruido, debido a que su respuesta a las distintas frecuencias es la que mejor se correlaciona con la forma de percibir el sonido por el oído humano. Las medidas del ruido obtenidas aplicando la escala A de ponderación se expresa en dB (A),

i) Nivel de presión acústica equivalente (Leq ingles, NSCE español)

Un tercer factor a considerar en la caracterización del ruido es su variación en el tiempo. La pérdida de audición, por ejemplo, esta directamente relacionada no sólo con la intensidad y frecuencia sino también con el tiempo de exposición. En este sentido las normativas sobre control a la exposición al ruido recomienda la máxima exposición al ruido en función del tiempo. La frecuencia de aparición del ruido influye asimismo en su percepción por parte de la población, en este sentido podemos clasificar los ruidos en

Ruido continuo.- Un ruido se considera continuo cuando los niveles de presión acústica y el espectro de frecuencias varia en función del tiempo lentamente sobre pequeño márgenes. Este tipo de ruido suele ser originado por máquinas con cargas estables, tales como motores eléctricos, bombas de agua, asimismo suele ser de este tipo el ruido ambiental de fondo.

Ruido fluctuante. A- este tipo corresponde los ruidos en que tanto los niveles de presión acústica como el espectro de frecuencias varían de forma aleatoria en función del tiempo sobre un margen más o menos grande. Dependiendo de la repetición del ruido, estos pueden ser periódicos o no un ejemplo de ruido fluctuante no periódico es el producido por el trafico rodado.

Ruido transitorio.- Se considera un ruido como transitorio cuando su nivel sonora comienza y termina dentro de un periodo de tiempo mas o menos largo, un ejemplo de este tipo de ruido es el producido por el paso de un tren o el vuelo de un avión.

Ruido de impacto.- El ruido de impacto se trata de un incremento brusco y de corta duración del nivel de presión acústica. Es un caso especial de ruido

transitorio. Ejemplo de este tipo de ruido son el disparo de una pistola, el golpe de un martillo, etc.

Si el ruido es intermitente se pueden tolerar mayores intensidades sonoras o la misma intensidad durante periodos de tiempo más largos, que si se trata de un ruido continuo.

En este sentido, cada vez se está difundiendo más, como escala de medida de la exposición prolongada al ruido, el nivel de presión acústica equivalente esta magnitud representa el nivel de ruido constante que en el mismo intervalo de tiempo contiene la misma energía total que el ruido fluctuante que se ha medido. Este nivel está directamente relacionado con la integración matemática del cuadrado de la presión sonora. El L_{eq} normalmente tiene ponderación A, aunque en algunos equipos de medida del ruido se usan otras ponderaciones. la medida se puede detener en cualquier momento y normalmente se da por terminada cuando al prolongar el tiempo no aumenta la precisión del valor obtenido.

Cuando se trata de comprar sucesos de ruido de distante duración como, por ejemplo, el paso de trenes de mercancías o de viajeros, se suele emplear el nivel de exposición sonora. SEL, que es el nivel continuo equivalente referido a un segundo.

Si de lo que se trata es de evaluar el riesgo del ruido en el ambiente laboral, se suele utilizar el concepto de dosis de ruido, que se define como la cantidad de energía sonora que un oído normal puede recibir durante la jornada laboral para que el riesgo de pérdida auditiva al cabo de una jornada de 8 horas esté por debajo de un valor establecido. Es decir, la dosis de ruido es un NSCE con duración de 8 horas que se expresa como tanto por ciento de la exposición

máxima permitida diariamente, con 100% correspondiente a un Leq de 90 dB (A) durante 8 horas (85 dB (A), en algunos países). (28).

j) Análisis estadístico del ruido

Asimismo, para registrar variaciones del nivel acústico se usa frecuentemente el análisis estadístico de distribución de niveles sonoros, este método nos indica el porcentaje del tiempo total durante el cual se supera un determinado nivel acústico. Valores de tiempo del 10, 50 y 90 % se usan con frecuencia como medidas de los niveles máximos, medios y de fondo, respectivamente.

Para las mediciones del ruido se pueden considerar dos periodos de tiempo diferente, para niveles de ruido constante o niveles instantáneos de ruido variable se miden durante un tiempo muy breve (un segundo o menos), mientras que los sonidos variables pueden medirse para promedios de tiempo más prolongados, durante horas si es necesario, y se expresan en función del nivel de presión acústica equivalente (Leq). La duración del ruido asimismo es muy importante cuando se evalúa la respuesta subjetiva de la población al mismo, en este sentido, y como complemento de las mediciones físicas del ruido, se han desarrollado varias pruebas subjetivas para evaluar la respuesta humana ante el ruido (28).

6.1.1.2 El Ser humano frente al ruido

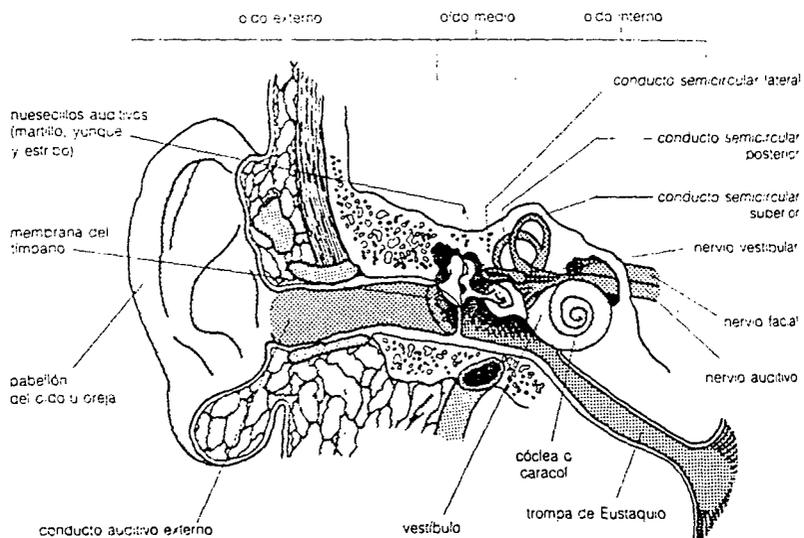
El aparato auditivo sirve para comunicarnos, oír música, localizar fuentes sonoras y también para escuchar ruidos molestos. Formando parte del aparato auditivo está el oído, que consiste en un complejo órgano capaz de distinguir una gran resolución tanto de frecuencias como de intensidades sonoras, mediante un complejo proceso de recepción y análisis del sonido.

No obstante, y hablando sólo del ruido, hay que resaltar que, aparte de sus características físicas, existe una importante componente subjetiva que hace un mismo sonido pueda ser considerado agradable o molesto, o incluso indiferente. Algunos factores que influyen en esta subjetividad del ruido son la hora del día, el grado de atención o concentración de las personas receptoras, quién produce el ruido y quién lo padece, si el ruido es familiar o extraño, o si el ruido es continuo o intermitente.

El oído

Como se ve en la figura 2, el oído humano está formado por tres partes. Las partes externas y media del oído captan las ondas sonoras que están presentes en el aire y las conducen al líquido contenido en el oído interno, que actúa como un traductor, transformando las señales de vibración mecánica en impulsos nerviosos que transmiten al cerebro la información acústica.

Figura No. 2. Anatomía del oído humano



A continuación se describen por separado las tres partes del oído (24).

Oído externo

El oído externo se compone del pabellón auditivo u oreja, del conducto auditivo externo y del tímpano, que es la membrana que separa el oído medio del externo.

El pabellón auditivo es un órgano de estructura cartilaginosa que tiene por misión concentrar la energía sonora, canalizándola hacia el interior del conducto auditivo externo. La forma que tiene el pabellón auditivo no es cualquiera, y para comprobar su eficacia basta con tapar su protuberancia con cera y observar como disminuye la percepción auditiva. Por otra parte, otra función de la oreja es la de trabajar como una pantalla antiviento, similar a la que se emplean como los micrófonos.

La misión de transmitir las ondas sonoras al tímpano la realiza el conducto auditivo externo. Este conducto es de un diámetro muy pequeño en comparación con la longitud de onda del sonido que se percibe, y tiene por objeto aumentar la velocidad de la vibración y, por lo tanto, la presión que recibe el tímpano. Este movimiento molecular aéreo que producen las ondas sonoras se convierte en el tímpano en un movimiento mecánico, que transmite el sonido al oído medio. Por otra parte, se había comprobado experimentalmente que para frecuencias cercanas a 3 kHz, el nivel de presión sonora en el tímpano era de 10 dB superior que a la entrada, y esto es debido a la resonancia del conducto auditivo externo.

Oído medio

Comienza a partir de la cara posterior del tímpano, y está formado por la caja del tímpano, la trompa de Eustaquio y las células mastoides.

La caja del tímpano encierra la cadena de huesecillos formada por el martillo, el yunque y el estribo, conectados de una forma articulada, que posibilita la transmisión del sonido al oído, impidiendo que los ruidos de excesiva intensidad lleguen a la cóclea, y puedan dañarla.

La caja del tímpano contiene aire en su interior, dado que está comunicada con las vías aéreas superiores a través de la trompa de Eustaquio. Su estado normal es cerrada, pero cuando tragamos o masticamos se abre para poder igualar las presiones del aire interior y exterior.

La cadena de huesos actúa como una palanca, que transforma las vibraciones del tímpano disminuyendo su amplitud, aumentando la fuerza, y conservando la frecuencia, preparando el cambio del medio aéreo al medio líquido que existe en el oído interno.

Oído interno

Está formado por tres partes diferentes, el vestíbulo, los canales semicirculares y la cóclea. Presenta dos funciones fisiológicas distintas, el sentido del equilibrio, que está asociado a los canales semicirculares, y la audición, asociada a la cóclea.

La conexión del oído medio con el oído interno se realiza a través de dos aberturas, la ventana oval y la ventana redonda. El vestíbulo aloja un líquido llamado perilinfa, y se comunica con dos tipos de cavidades, los canales

semicirculares y la cóclea. La cóclea es un conducto enrollado sobre en sí mismo en forma de caracol, (también recibe este nombre) y está dividido en tres partes, la rampa timpánica, la rampa vestibular y el canal cóclea. Las rampas vestibular y timpánica están separadas del canal cóclea por las membranas de Reissner y basilar respectivamente, conteniendo ambas perilinfa. La membrana basilar se prolonga a lo largo de la cóclea excepto un pequeño trozo al final llamado helicotrema.

Las células auditivas son una células ciliares que se encuentran en el órgano de Corti, sobre la membrana. Cuando el estribo responde a un estímulo acústico, desplaza la ventana oval, y la consiguiente perturbación del fluido se propaga a través de la rampa vestibular, y el movimiento de la membrana basilar excita las células ciliares del órgano de Corti, activando las terminaciones nerviosas de su base, convirtiendo la señal acústica en un flujo nervioso, que entrará al córtex mediante el sistema nervioso.

La discriminación de la frecuencia recibida es función de la distancia a lo largo de la membrana basilar, de manera que la alta frecuencia se recoge cerca de la ventana oval, cerca del helicotrema.

Para acabar con esta breve descripción del oído, cabe señalar los amplísimos márgenes de frecuencia e intensidad que es capaz de detectar, pues la frecuencia audible más alta es mil veces mayor que la más baja, y la intensidad máxima, sin daño, es un millón de veces mayor que la intensidad mínima audible.

Hasta ahora se ha descrito someramente la constitución del mecanismo auditivo, el oído. A continuación se tratarán los efectos de la exposición al ruido en la audición.

Los mecanismos por los que el ruido actúa son fisiológicos, afectando a las vías auditivas y psicológicas a través de una vía indirecta que afecta a la comunicación hablada, a la atención y el comportamiento de los individuos.

La determinación de la dosis acumulativa de ruido a que esta sometida a una persona durante cierto tiempo con el fin de poder establecer relaciones de causa-efectos presenta dificultades por la gran cantidad de factores que influyen en la exposición al ruido, tales como edad, estilos de vida, ocupación, etc. Sería necesario registrar el historial de exposición al ruido de un individuo (ver cuadro No. 1) y reducir los datos a unas pocas variables para poder relacionarla con los efectos causados por el mismo (28).

Cuadro No. 1. Niveles de presión sonora

dB(A)	Percepción Subjetiva	Ruido Ambiental
0	Silencio	Umbral de audición
20		Sonidos en un bosque
40	Poco Ruido	Area residencial (noche)
60		Conversación a 1 m.
80	Muy Ruidoso	Calle con tráfico intenso
100		Martillo neumático
120	Intorelable	Claxon a 1 m.
140		Despegue de avión a 1m.

Normalmente los efectos del ruido se han considerado en relación a un segmento limitado de la exposición (ruido en los ambientes de trabajo) y no en relación al conjunto de ruidos percibidos por los individuos diariamente. Hay que tener en cuenta que en la actividad diaria, las personas se encuentran sometidas a un conjunto de ruido que proviene de diversas fuentes, tales como

el ruido en la casa, el debido al tráfico y vecindario, en la calle, en los transportes, en el trabajo, el de ciertas actividades de ocio etc. En esta multiexposición al ruido la que se debe tener en cuenta a la hora de estudiar los efectos producidos por el ruido, ya que de otra forma únicamente se tiene un conocimiento parcial de la realidad del problema.

No obstante, la necesidad de establecer relaciones entre dosis y respuesta, con el fin de establecer valores límite de ruido, lleva con frecuencia a estimaciones aproximadas sobre la caracterización de las variables de exposición y de la respuesta. En este sentido se usa, cada vez más frecuentemente el nivel de presión acústica continua equivalente (L_{eq}), en dB (A), como medida básica de ruido ambiental.

La capacidad auditiva varia para cada individuo, considerándose como audición normal la capacidad de detectar sonidos en la gama de audiodfrecuencias comprendidas entre 16 a 20.000 hz, por lo general, la sensibilidad auditiva disminuye con la edad, siendo difícil poder determinar el grado en que los efectos acumulativos de la exposición al ruido ambiental pueden contribuir a la pérdida de audición. El ruido puede producir un desplazamiento temporal o permanente del umbral de audición, así cuando una persona entra en una zona muy ruidosa suele sufrir una pérdida de sensibilidad auditiva considerable. Este fenómeno se denomina desplazamiento temporal del umbral auditivo inducido por el ruido. Este desplazamiento del umbral suele desaparecer al cabo de un cierto tiempo, que puede ir de hora a semanas al regresar a un ambiente con un nivel de ruido a relacionar con los criterios de salud. (4,6,10,12,13,16,21,23,24)

Efectos auditivos del ruido:

Las circunstancias en las que el oído resulta perjudicado son:

- Trauma acústico agudo.
- Trauma acústico prolongado o sordera profesional.
- Alteraciones reversibles, debidas ruido ambiental.
- Acúfenos
- Trauma de Menier
- Presbiacusia

(13,21,24,25,26,28)

Trauma acústico agudo

Es el que se produce por ondas sonoras de elevada presión, asociadas en general a explosiones, a las que se suma el desplazamiento de grandes masas de aire que forma la onda de choque. Una consecuencia normal es el desgarro del tímpano, lo que produce un dolor muy intenso y una sensación de inestabilidad, pudiendo dañar los sistemas de transmisión y de recepción. Cuando afecta el sistema de transmisión es posible una cierta recuperación. Pero cuando afecta a los sistemas de percepción, el daño es irreparable.

Sordera profesional

Se produce por la exposición de forma continua a ruidos de elevada intensidad, y constituye una de las enfermedades laborales más frecuentes en la actualidad. Además, la exposición a frecuencias altas es más perjudicial que la exposición a frecuencias bajas, agravándose la situación con transmisión de vibraciones por el suelo y reverberación del ruido en paredes lisas y duras.

Por otra parte, está presente el factor de la susceptibilidad individual, que hace que unas personas sean más sensibles que otras a los efectos del ruido.

La lesión orgánica se produce en el oído interno, en las células ciliares del órgano de Corti, en las que si la exposición cesa, se recuperan, pero si continua se destruyen, resultando las frecuencias más afectadas las comprendidas entre 2 kHz y 8 kHz, con mayor incidencia en la zona de 4 kHz.

Alteraciones reversibles, debidas al ruido ambiental

Aunque el ruido ambiente no produce sordera, sí crea un embotellamiento auditivo, y una sensación de agotamiento que no se corresponde con la actividad realizada. A esto, se añade el problema de los ruidos nocturnos que impiden el descanso y la recuperación del oído durante el sueño, sobre todo en aquellas personas que se dedican a trabajos intelectuales o creativos.

Un nivel de ruido ambiente que no moleste está situado entre los 15 y 30 dB, y niveles más altos sólo resultan soportables después de una adaptación.

Acúfenos

Los acúfenos son ruidos inexistentes. el sujeto los oye en forma de pitidos o tonos puros a cualquier hora del día o de la noche, pueden llegar a ser tan intensos que despierten a la persona o no le permitan dormir.

Los acúfenos consisten en señales acústicas no provocadas por presión sonora, sino por descargas electroquímicas del oído interno dañado, desafortunadamente poco o nada se puede hacer para una persona afectada por acúfenos.

Trauma de Menier

El trauma de Menier consiste en la pérdida de equilibrio de la persona afectada, no esta relacionada con la sensación auditiva propiamente dicha, sino que la causa una afección del nervio que entronca la rama originada en los canales semicirculares, que son parte del oído interno

Presbiacusia

Se trata de un tipo de sordera que conviene no confundir con la sordera profesional ya que cuando han evolucionado se parecen notablemente.

La presbiacusia es la sordera que aparece con los años por envejecimiento del oído, comienza a partir de los 20 o 30 años, avanza lentamente, y no suele ser molesta hasta los 50 años o más. Se caracteriza por la disminución o perdida de la audición para las frecuencias agudas, y dificultad para entender el lenguaje, sobre todo en ambientes ruidosos.

Dado que en fase avanzada se parece a la sordera profesional, es conveniente disponer de audiometrías de las fases iniciales, en las que la sordera presenta una atenuación en la zona 4 kHz que no se da en la presbiacusia.

Una audiometría es el estudio que pretende evaluar de forma cuantitativa y cualitativa la audición de las personas, empleando para ello instrumentación electroacústica. El audiómetro permite emitir tonos de frecuencia e intensidad conocidas en todo el margen audible, permitiendo elaborar un programa de conservación de la audición.

Hasta ahora se han descrito los efectos auditivos del ruido, que todos se concentran en la pérdida de audición. Sin embargo el ruido, también produce una larga serie de efectos asociados, y que son de naturaleza no auditiva, siendo en general de tipos cardiovascular, hormonal, psíquica y otros cuya investigación está en desarrollo.

A continuación se detallarán algunos de los efectos no auditivos del ruido producidos por ruidos con frecuencia dentro del margen audible. Por ello, dividiremos los efectos en dos clases, efectos fisiológicos y efectos psíquicos (13,21,22,23,28).

Efectos no auditivos del ruido:

Efectos fisiológicos

El ruido afecta fundamentalmente :

- Sistema nervioso central.
- Sistema nervioso vegetativo.
- Funciones vitales, sistema cardiovascular, endocrino, respiratorio, digestivo, etc.

Es preciso tener en cuenta que todos los efectos varían de unas personas a otras, pudiendo incluso no aparecer. Los efectos sobre el sistema nervioso central se caracterizan por electroencefalogramas irregulares (13,28), trastornos de la conciencia, llegando a la pérdida del conocimiento, (sobre todo para enfermos epilépticos), aumento de la tensión vascular cerebral y disminución de la capacidad motriz e intelectual, con el consiguiente aumento de errores en trabajos que requieran precisión (28).

El ruido también afecta el sistema cardiovascular, produciendo alteraciones del ritmo cardíaco. Así por ejemplo, algunos estudios muestran que trabajadores de la industria de acero y fundición presentan una gran incidencia de alteraciones de ritmo cardíaco (13).

El aumento de la tensión arterial también está vinculado al ruido, habiéndose comprobado que los trabajadores que utilizan protectores auditivos no padecen modificación de la misma.

Otros efectos son el aumento del ritmo respiratorio, alteraciones en el aparato digestivo que se caracterizan por mayor acidez e incidencia de úlceras duodenales.

Los efectos sobre la visión se traduce en un estrechamiento del campo visual y modificaciones de los colores percibidos, alteraciones en la visión nocturna y dilatación de las pupilas.

Efectos psíquicos

Se centra básicamente en tres aspectos, el estado de ánimo, la molestia y la efectividad.

Estado de ánimo:

La influencia que tiene el ruido en el estado de ánimo se traduce en fatiga mental, aumento de la ansiedad, estrés, irritación y en general distracción en las personas.

Como consecuencias de estos efectos aparecen algunos cambios psicológicos que provocan inseguridad, inquietud, malestar, agresividad, y otras alteraciones de la personalidad.

Molestia:

No es el efecto más grave, ni más peligroso, pero sí el más evidente. Tiene el inconveniente de que su evaluación es muy subjetiva y variable dependiendo de cada persona.

Efectividad:

El ruido disminuye la efectividad en la realización del trabajo de tipo mental, de precisión, o que se deban efectuar con rapidez, con la consiguiente pérdida de rendimiento y eficacia, y el aumento de los accidentes.

(4,13,22,23,28,30)

6.1.1.3 Estrategias de lucha contra el ruido

En las últimas décadas el ruido se ha manifestado como uno de los contaminantes que más directamente afecta a la calidad de vida de las población, por otra parte es el contaminante más estrechamente ligado al hombre tanto por su generación como por sus efectos y el que mas problemas plantea a la hora del luchar contra él.

El modo más generalizado contra los efectos causados por el ruido ambiental es aislarse físicamente del exterior, pero ese aislamiento en viviendas y locales no es suficiente en muchos casos, bien porque la insonorización de estos casos locales no es adecuado para los niveles sonoros que se registran en el exterior o porque este sistema de protección no soluciona el problema, para el

gran número de actividades humanas que diariamente es necesario realizar en el ambiente exterior. es por tanto necesario tener en cuenta tanto el ambiente exterior como el interior a la hora de plantearse el problema del ruido ambiental.

La lucha contra el ruido debe constituir un elemento esencial de las políticas de medio ambiente y de mejora de la calidad de vida, lo que exige que se encuentre suficientemente integrada dentro de estos. Por otra parte hay que considerar que la existencia de una gran diversidad y multiplicidad de fuentes de ruido hace que el control del ruido sea complejo desde el punto de vista normativo, exigiendo soluciones diferentes a las adoptadas clásicamente para otros tipos de contaminantes, asimismo esa diversidad de fuentes implica que un gran número de organismos públicos participen en la lucha contra el ruido, lo que exige que se de una adecuada coherencia en sus formas de actuar y una particular vigilancia en la puesta en práctica de las reglamentaciones para que estas sean eficaces (28).

La adopción es una normativa básica y programas de carácter global que responda a un cuadro general bien definido orientado hacia el futuro, que fijen claramente los objetivos las prioridades y los medios para su aplicación mejoraría la coherencia, paliando los inconvenientes del sistema de reglamentaciones dispersas aplicadas actualmente por la mayoría de los países. la eficacia de la apuesta en práctica de estas a medidas dependerán de factores tales como:

- Decisión política en la lucha contra el ruido, teniendo en cuenta el costo y las implicaciones energéticas de las medidas adoptadas.
- Medios financieros, técnicos y personales disponibles tanto a nivel de la administración central como regional o local.
- Acción de los organismos locales.

- Grado de voluntad del público de tener un medio ambiente silencioso.
- El civismo de los ciudadanos que pueden ser responsables en un momento u otro de la producción de ruido.

Así, es necesario que en la medida de lo posible la lucha contra el ruido se integre en un programa nacional global y coherente. Siendo un aspecto esencial en este tipo de actuaciones de unos objetivos claros, precisos y cuantificados a lograr en diferentes etapas, teniendo en cuenta las disponibilidades económicas, siendo los temas clave a desarrollar la planificación la financiación y la puesta en práctica de las medidas a adoptar.

Es importante asimismo tener en cuenta que algunas acciones tendentes a reducir el ruido puedan lugar a economías de energía, tal es el caso de algunos automóviles y vehículos pesados que a la vez que hacen menos ruido consumen menos energía., la circulación fluida en una ciudad, los límites a la velocidad y restricciones a la circulación producen el mismo efecto, lo mismo sucede con el aislamiento acústico de los edificios que reducen el nivel sonoro de su interior y contribuyen al ahorro energético, lo mismo ocurre con los nuevos aviones comerciales que son más silenciosos y más eficaces desde el punto de vista energético no obstante es necesario tener en cuenta que existen casos en que una reducción del ruido puede suponer un incremento en el consumo de energía y otros como los motores diesel de inyección directa en que su optimización energética los hace potencialmente más ruidosos (28).

Las estrategias de lucha contra el ruido se articulan sobre los siguientes aspectos:

- Limitación y reducción del ruido en la fuente, es decir el establecimiento y reducción de los límites de emisión de ruido.

- Protección de la población más expuesta mediante la adopción de aislamiento acústico en las fachadas de los edificios y la colocación de pantallas acústicas en las áreas de ruido más intenso (zonas negras).
- Adopción de medidas preventivas, tendentes a evitar la aparición de nuevos problemas, en este sentido la consideración del ruido debe ser parte integrante de la planificación urbana y de la gestión de los usos del suelo.

Desde este último aspecto hay que poner una especial atención en la ubicación de las actividades más sensibles al ruido, tales como hospitales, asilos de ancianos, escuelas, jardines de niños, así como las actividades o infraestructuras ruidosas (carreteras, aeropuertos, etc.) con el fin de evitar incompatibilidades de usos del suelo.

Si una separación de actividades completa no es posible se deberá pensar en medidas de prevención, tales como zonas de transición, modificación del perfil de las infraestructuras, disposición y aislamiento acústico de los edificios, o construcción de barreras acústicas, sistemas todos ellos que atenúan el nivel sonoro.

Independientemente de las medidas citadas para lograr un control efectivo del ruido es necesario adoptar una serie de medidas complementarias, tales como la gestión de la circulación urbana, limitación de la velocidad en las vías de circulación, etc., de incentivos que se apoyen en instrumentos económicos, la educación y la información, el etiquetado acústico de aparatos, el tratamiento preferencial de productos silenciosos y el control de productos y vehículos en uso. Es necesario asimismo poner a punto los instrumentos económicos que permita la autofinanciación continuada de las medidas de lucha contra el ruido para poder conseguir un ambiente sonoro adecuado, componentes esenciales de la calidad de vida de los ciudadanos (28).

Acciones para combatir el ruido atendiendo a su origen

Tradicionalmente, la forma de actuar contra el ruido es a base de reglamentaciones elaboradas y puestas en práctica por las distintas administraciones públicas. Actualmente se han desarrollado en los distintos países dos tipos o categorías de reglamentaciones en materia de ruido ambiental:

1. Reglamentos específicos
2. Legislaciones globales

Los primeros tienen por objeto regular los niveles de emisión de ruido de ciertas fuentes de forma independiente (ruido de vehículos, compresores, aviones, industrias, etc.), mientras los segundos tratan de constituir un marco global que permita reagrupar de forma coherente todos los elementos que intervienen en la lucha contra el ruido: reglamentaciones, educación y medidas directas e indirectas con el fin de luchar contra el ruido de una forma global y coordinada.

La mayoría de los países tiene actualmente reglamentos específicos, mientras que únicamente Estados Unidos y los países bajos han adoptado programas globales en forma de ley marco la lucha contra el ruido, para fuente dada, tanto técnica como económicamente.

La determinación de la eficacia de las medidas tendientes a reducir el ruido ambiental precisa considerar los aspectos de este tipo de ruido sobre los cuales las medidas a adoptar pueden tener una incidencia.

De forma general el ruido ambiental se compone de un ruido de fondo continuo, al que se suman un conjunto de ruidos impulsivos y/o fluctuantes más intensos provenientes de fuentes como:

- Vehículos pesados y ligeros
- Aeronaves
- Voces o fuentes diversas (construcción, segadoras de césped, población, etc.).

El ruido de fondo suele ser provocado en las áreas urbanas por la circulación de vehículos y en zonas fuertemente industrializadas debido a actividades industriales donde multitud de fuentes individuales de ruido están repartidas entre las diversas fabricas de la zona industrial, ninguna emite individualmente un nivel elevado de ruido, pero en conjunto producen un ruido continuo en toda la zona. En la mayoría de los casos el nivel de ruido de fondo es mucho menos importante que los ruidos impulsivos y fluctuantes que se suman aquí.

A la hora de atacar el problema del ruido hay que tener en cuenta que los medios de lucha contra el ruido son numerosos y a menudo complementarios. Así es posible reducir el ruido en la fuente bien limitado el nivel de actividades de la fuente o reduciendo su potencia sonora, y por otra parte es posible limitar el impacto del ruido sobre los receptores colocando barreras acústicas, insonorizando edificios, modificando una vía de circulación etc. es decir, podemos adoptar dos tipos de medidas:

- Sobre la fuente sonora.
- Sobre los receptores.

A continuación se describe los distintos tipos de acción que se pueden emprender para el control del ruido ambiental atendiendo a su origen:

Ruido de la circulación de vehículos

Entre las medidas de lucha contra el ruido producido por la circulación de vehículos, podemos distinguir aquellas que actúan sobre la fuente de los que actúan protegiendo a los receptores.

Las medidas que actúan sobre la fuente van dirigidas a la limitación del ruido en el origen, fijando reglamentariamente unos niveles de emisión sonora específicos para cada categoría de vehículo. El procedimiento de medida de nivel sonoro de los vehículos se hace generalmente siguiendo la Norma Oficial Mexicana NOM-080-ECOL-1994.

Las normas sobre limitación de las emisiones sonoras existen desde los años 50 en varios países y han ido evolucionando disminuyendo los valores de límite de emisión progresivamente, así en la CEE durante los años 70 se han reducido entre 2 y 3 dB (A) estos valores en los vehículos en general y en 7 dB (A) en los autobuses.

Este tipo de actuaciones en la fuente aunque son necesarias en particular en los casos de vehículos mas ruidosos como los pesados y ciclomotores, no tiene más que una eficacia limitada cuando se trata de controlar el ruido de la circulación por las siguientes razones:

- El ciclo de reemplazamiento de vehículos tiende a la mejora, al ser necesario muchos vehículos silenciosos para que aquella se detecte y esto tarda años en alcanzarse.

- Las emisiones sonoras efectivas dependen en gran medida de la forma de utilización del vehículo y de su estado de mantenimiento.

Para comprobar que un vehículo en uso sigue cumpliendo los valores límite establecidos, es necesario proceder a una inspección acústica regular de seguridad.

Este sistema permite control eficazmente las modificaciones y el mantenimiento de los vehículos, fundamentalmente en lo que concierne a los tubos de escape. Más difícil resulta controlar el exceso de ruido producido por la forma de conducir un vehículo. Se ha demostrado que una conducción "deportiva" puede producir un nivel de ruido superior en 7 dB (A) a una conducción normal del mismo vehículo debido a que en el primer casos se hace funcionar el motor a mayor velocidad.

Las medidas en la fuente ya comentadas, se deben complementar con otras series de medidas que tiene por objeto proteger a la población contra el ruido de la circulación. En este caso se considerará la fuente de ruido no puntual como anteriormente, sino como una fuente de ruido extensa (red de carreteras, calles, etc.). Desde este punto de vista las medidas de lucha contra el ruido se centran en la planificación de la concepción técnica del sistema viaria, y en la utilización del suelo en la zonas colindantes a la red diaria. Desde esta concepción de las actuaciones se pueden aplicar medidas directas tales como la regulación de la circulación (sentidos únicos, lo imitación del volumen de la circulación, calles peatonales, etc.) a medidas globales (planificación). La limitación de la circulación es probablemente la medida más útil en vías rápidas que atraviesan áreas urbanas, por otra parte, tienen la ventaja de economizar energía (28).

Cuando se trate de elaborar un sistema global para planificar la lucha contra el ruido de la circulación, es necesario tener presentes un gran número de factores. La mayoría de los países exigen tener en cuenta la contaminación acústica cuando se proyecta nuevas vías de circulación.

En este sentido es interesante la experiencia de los países bajos a partir de 1979, donde todas las vías de circulación existentes o en proyecto son bordeadas por "zonas de ruido" cuya extensión se define reglamentariamente, de tal forma que en el límite exterior de las mismas no se superen la exposición a un ruido de 50 dB (A) de nivel continuo equivalente durante veinticuatro horas. En estas zonas se mide el ruido ambiente y se fija en 50 dB (A) el nivel sonoro límite en todos los edificios de viviendas que las bordean. Cuando se prevé construir una nueva vía de circulación o modificar un existente el proyecto debe ser evaluado desde el punto de vista acústico en el contexto de la zona de influencia, adoptándose medidas correctas tales como alternativas al trazado, instalación de barreras acústicas, pasos subterráneos, etc., con el fin de que no se supere el valor límite de ruido establecido en los edificios circundantes. Los límites de ruido admisibles son de hecho adaptables en función de determinadas circunstancias, por ejemplo, cuando la vía de circulación y las viviendas existen ya en los niveles sonoros son superiores admitidos, en este caso se debe laborar un programa de medidas tendentes a disminuir estos niveles, que en estos casos extremos pueden llegar a la construcción de nuevas vías de circulación o la demolición de edificios (28).

La experiencia actual en distintos países ponen de manifiesto que las medidas de planificación tendentes a evitar que aparezca el problema del ruido constituyen el método menos costoso más eficaz de lucha contra el ruido de la circulación. Asimismo parece evidente que las medidas adoptadas para el control de ruido se pueden considerar como modernas, en el mejor de los

casos, y han tenido como efecto, frenar el deterioro, por lo que será necesario hacer un esfuerzo muy importante adoptando medidas más radicales si se quiere tener resultados positivos en la lucha contra el ruido por la circulación en un futuro próximo. Por otra parte hay que considerar que si bien la fijación de límites de emisión sonora en la fuente son importantes, la reducción alcanzable, del ruido ambiente, adoptando las mejores técnicas actuales a los vehículos y la circulación estará en alrededor de algunos 5 dB (A), mientras que con la acción de un urbanismo decidido que contemple el problema del ruido y actúe sobre la utilización compatible del suelo, la ubicación y ambientación adecuada de edificios, especialmente aquellos que por su uso son mas sensibles (hospitales, escuelas, viviendas, etc.), se pueden esperar reducciones de los niveles de ruido en los receptores del orden de 15 a 30 dB (A). Desgraciadamente estas medidas pueden resultar costosas en algunos casos únicamente aplicables a proyectos nuevos, por lo que no se resuelven las situaciones con problemas ya generados. Podemos concluir quedado que los ruidos producidos por la circulación son los que inciden en mayor fuerza en la contaminación acústica del medio ambiente y los que crecen más rápidamente, parece evidente que será necesario desarrollar un esfuerzo mucho más importante que el realizado hasta ahora para mejorar la situación, sobre todo en el entorno de las grandes ciudades (28).

Ruidos de la industria y de la construcción

Los niveles sonoros producidos por la industria y la construcción, se controlan en la mayoría de los países mediante la adopción de medidas diversas. El aumento lento pero constante de los ruidos producidos en las áreas industriales es uno de los principales problemas que se representan en la lucha contra los ruidos producidos por la industria. Este aumento del ruido se debe en parte a método utilizado para la concesión de las autorizaciones de

instalación o ampliación de industrias, basado en que el nivel de ruido emitido por estos no sea superior al nivel del ruido ambiente siendo de 68 dB(A) en horario diurno y 65 dB(A) en horario nocturno.

Por lo general las fuentes de ruido industrial son estacionarias y corresponde a una gran variedad de procesos industriales, lo que dificulta en la práctica la aplicación de límites generales de emisión sonora a todos los casos. Por ello, dada la diversidad de procesos industriales, no es práctico por lo general fijar normas de emisión, siendo más eficaz fijar unos límites sonoros en la recepción para los ocupantes de los terrenos circundantes. Lo contrario ocurre en la lucha contra los ruidos producidos por las actividades de construcción donde la tendencia es el establecimiento de normas de emisión en la fuente como sistema de medidas más eficaz (28)

Otras formas de ruido

Consideraremos en primer lugar el ruido de vecindad, es decir el producido por una persona o grupo de personas en un inmueble de viviendas o proximidad del mismo, que como consecuencia de su comportamiento producen molestias a los vecinos. Para el control de este tipo de ruidos podemos distinguir aquellos que producen de aparatos instalados o utilizados en las viviendas de los producidos por el propio comportamiento de los propios individuos ejemplo del primer tipo son la puesta en marcha de determinado electrodoméstico o maquinaria y del segundo el escuchar música o la TV a un nivel sonoro elevado a determinadas horas de la noche. Las medidas de control a adoptar serán distintas según se trate de un tipo de ruido u otro, así, para ciertos electrodomésticos o máquinas domésticas, puede ser tratado de forma parecida a la maquinaria de construcción, sometiéndolos a normas específicas de emisión y a restricciones en cuanto a las horas de utilización.

Más difícil de controlar es el otro tipo de ruido de vecindad, debido a que en la mayoría de los casos se trata de una molestia producida por un comportamiento antisocial, difícil de caracterizar en términos de niveles sonoros de emisión o de recepción. En la práctica común se suelen imponer eventualmente ciertas restricciones durante la noche, con el fin de proteger las horas de sueño de las personas más sensibles al ruido. En este sentido en México existe la NOM-081-ECOL-1994 que marca los límites máximos permisibles de ruido a ciertas horas de 6:00 a 22:00 horas de 68 dB(A) y de 22:00 a 6:00 horas de 65 dB(A) (31).

La adopción de norma de construcción de viviendas en materia de aislamiento acústico tanto del medio exterior como entre viviendas, son medidas que pueden contribuir a mejorar en gran parte este tipo de problemas, aunque su eficacia se vea mermada en los países de clima templado cuando las ventanas permanecen abiertas con el fin de mejorar la ventilación.

La experiencia demuestra que en este campo de la lucha contra el ruido se presentan problemas excepcionales, que en ciertas circunstancias se podrán controlar, pero que por razón de su carácter intermitente y su relación estrecha con el comportamiento humano lo hacen un problema muy delicado desde el punto de vista de su reglamentación., lo que exige que en gran medida el conjunto de acciones que se adopten se apoyen en la participación del público, en particular cuando se trata de utilizar el mecanismo de denuncias y hacer saber a este que las autoridades competentes se preocupan por los problemas del ruido (28).

6.1.1.4 ACCIONES PREVENTIVAS

La planificación del uso del suelo

Las molestias causadas por el ruido suelen ser resultado del uso del suelo por actividades incompatibles, bien con carácter permanente como el caso de un aeropuerto ubicado en la proximidad de una zona poblada, o una carretera que atraviesa una zona urbana, o con caracteriza imprevisible como el ruido de un helicóptero que sobrevuelo una ciudad, o una moto todo-terreno que irrumpe en el campo, al respecto existen algunas recomendaciones como las que se presentan en cuadro siguiente (24):

Cuadro No. 2. Valores de Nivel sonoro continuo equivalente en dB(A), que se sugieren a través de American Noise Criteria.

A M B I E N T E	RANGO EN DECIBELES (A) CONSIDERADOS COMO ACEPTABLES
Fábricas (ingeniería pesada)	55 - 75
Fábricas (ingeniería ligera)	45 - 65
Cocinas	40 - 50
Piscinas, áreas de deporte	35 - 50
Centros comerciales, tiendas	35 - 45
Restaurantes, bares, cafeterías, cantinas	35 - 45
Oficinas mecanizadas	40 - 50
Oficinas de uso general	35 - 45
Oficinas privadas, bibliotecas, salones de clase	30 - 50
Vivendas, dormitorios	25 - 35
Hospitales, teatros, guarderías	25 - 35
Cinemas	30 - 35
Salas de asamblea, Iglesias	25 - 30
Salas de concierto	20 - 25
Estudios de Grabación y Radiodifusión	15 - 20

Tales datos en la mayoría de las situaciones registradas en nuestro país, están muy lejos de la realidad.

Con el fin de prevenir que el ruido se extienda a aquellas zonas en donde no se da el problema, la planificación de los usos del suelo parece como el instrumento más eficaz de protección.

En los países bajos se utiliza la figura de las "zonas de silencio", que constituyen áreas de varios kilómetros cuadrados en los que los ruidos naturales no son alterados por los ruidos de las actividades humanas. La declaración de estas zonas de silencio se compaginan con la de limitación de las "zonas de ruido" en las que no se debe de pasar un nivel específico.

En varios pases, las políticas de protección de las zonas naturales incluyen la prohibición de la utilización de vehículos a motor en las zonas más sensibles.
(1.2,12,14)

La Planificación urbana

La planificación urbana como instrumento para la utilización óptima del recurso limitado que es el suelo urbano es asimismo un instrumento muy eficaz para prevenir el ruido urbano al permitir al planificador coordinador las condiciones y forma de desarrollo de los diversos elementos que componen el medio urbano, tales como localización de edificios, densidad de población y actividades, definición de la red de transporte, ubicación de polígonos industriales etc.

La técnica de planificación utilizada comúnmente es la zonificación y el aislamiento geográfico de las actividades ruidosas con respecto a las zonas habitadas. No obstante las ventajas de esta técnica desde el punto de vista de la reducción de los niveles sonoros plantea algunos problemas que es preciso

tener en cuenta, así la separación de las zonas de actividad comercial de las viviendas tiene efectos negativos sobre la proximidad de los servicios al cliente y puede dar lugar a un aumento de la movilidad de la población con el consiguiente incremento del ruido producido por el tráfico rodado.

Asimismo esta técnica tiende a anular la complejidad de las múltiples relaciones que se manifiestan en la ciudad, al crear zonas no funcionales, que se traducen en una forma de vida demasiado descompuesta en contraposición a la complejidad y riqueza social de los centros de las ciudades. Por otra parte, en las grandes ciudades se está observando desdoblamiento progresivo de los centros, debido en parte al excesivo ruido que soportan, siendo la tendencia a ir a vivir a zonas más tranquilas y en viviendas individuales a una distancia mayor del centro de la ciudad, este hecho produce una mayor movilidad, lo que se traduce en un incremento del ruido producido por la circulación y un incremento en el consumo energético (28).

La arquitectura urbana

La concepción de los edificios, bien considerados en conjunto o a nivel individual, pueden mejorar considerablemente el nivel sonoro de una gran parte de las viviendas, cuando, a este nivel, se tiene en cuenta el ruido exterior a que estarán expuestos. Hoy día se aplican soluciones tales como edificios que actúan como barrera al ruido para otros, dedicando los más expuestos a actividades menos sensibles al ruido, la ubicación de patios interiores a la distribución interior de las viviendas, colocando los dormitorios en las zonas menos expuestas, son otras soluciones que pueden tenerse en cuenta. Por otra parte, la concepción arquitectónica de barreras acústicas, que pueden integrar las barreras de seguridad, colocadas a lo largo de vías de circulación existentes o en proyecto, integradas estéticamente en conjunto, mejorando no solo el nivel acústico de los edificios sino que pueden contribuir a mejorar la

calidad del usuario de la vía, lo que redundara en una mejora del confort y la seguridad vial.

La adopción de medidas de insonorización en los edificios es la medida más eficaz y menos costosa para reducir tanto la exposición a los ruidos exteriores como interiores. La instalación de dobles ventanas, por ejemplo, permite mejorar el aislamiento acústico hasta un valor de 45 dB (A), es decir, da eficacia suplementaria de 25 dB (A) en relación a una ventana sencilla. Este sistema tiene el inconveniente de que únicamente resuelve el problema parcialmente ya que para que sea eficaz es necesario que las ventanas estén cerradas, por otra parte, no protege del ruido los espacios exteriores a nivel del suelo. (28)

Los estudios de impacto ambiental

Los estudios de impacto ambiental se han revelado a partir de los años 70 como un instrumento muy eficaz para la prevención de los problemas ambientales siendo en muchos casos en ruido un elemento muy importante dentro de los procesos de evaluación.

El interés de este tipo de estudios radica en un carácter prospectivo integrado, considerado los problemas ambientales en su conjunto no de forma aislada, como tradicionalmente se van haciendo, estudiando de forma profunda la situación, tratando de comprenderla lo mejor posible con el fin de evitar dificultades posteriormente. Es por esto que este tipo de estudios se consideran hoy día como fundamentales a la hora de la toma de decisiones sobre la planificación de usos del suelo, ubicación de industrias, etc. (28).

Medidas incitativas de lucha contra el ruido

Como complemento a los sistemas tradicionales de lucha contra el ruido, reglamentaciones e instrumentos económicos (impuestos, multas, etc.) surgen las medidas incitativas. Este tipo de medidas no crean indiferencia a los reglamentos, ni ofrecen ventajas económicas a diferencia de los instrumentos económicos sino que son medidas que tienden a sensibilizar a los cuidados al ruido, estimulando comportamientos no ruidoso; el uso de productos silenciosos; y la toma en consideración del ruido en el diseño y la planificación de equipo, vehículos, infraestructuras, edificios, etc. (28)

La sensibilización de la población

La sensibilización de la población al problema del ruido se puede hacer mediante clásicas de publicidad en televisión, radio y prensa, ahora bien, para que una campaña de este tipo sea eficaz puede resultar muy costosa, formar asociaciones de lucha contra el ruido que realizan periódicamente campañas de relaciones públicas dirigidas a contribuir a modificar la actitud de los agentes productores de ruido. No obstante si se quiere a modificar a largo plazo la actitud, el medio más eficaz es la educación, tanto al nivel de la escuela incluyendo el estudio de las características del problema del ruido en los programas de enseñanzas básicas, como de los diseñadores de equipos, instalaciones e infraestructuras, así como de los industriales y público en general.

En el aspecto de la educación hay que poner el empeño no en la toma de conciencia del problema del ruido, sino también inculcar un conocimiento básico de los principios fundamentales de la acústica y de la lucha contra el ruido y a la toma de conciencia de los daños e inconvenientes del ruido así

como incitar a limitar y suprimir los comportamientos inútiles y excesivamente ruidosos.

Estimulación de la demanda de productos poco ruidosos

El etiquetaje acústico utilizado por algunos fabricantes como forma de promoción de sus productos se viene utilizando desde hace algunos años en distintos países y los suministradores de productos industriales tienen a indicar las características de emisión sonora de sus productos a los comprobadores potenciales. Por otra parte varias organizaciones nacionales de consumidores suelen publicar datos comparativos sobre los niveles sonoros de diversos productos de consumo.

Se ha observado que el nivel de ruido influye sobre la demanda de los productos por los consumidores, lo que puede considerarse como un estímulo para fabricar productos silenciosos. No obstante dado el grado de sensibilización del público en general, en la actualidad se observa que las únicas máquinas para las cuales el nivel de ruido tiene una inconveniencia sobre las ventas son aquellas cuyo ruido afecta directamente al usuario, tales como los electrodomésticos, cortadora de césped, vehículos automóviles, etc. (28).

Equipamiento de sistemas poco costosos de reducción del ruido

Existen una serie de casos particulares en que con una adecuada motivación de los fabricantes podría reducir en forma muy importante los niveles sonoros de sus equipos como un costo no excesivo, tales el caso de los vehículos automóviles a los que se podría equipar con tubos de escape de mejor calidad, que aumentan su vida útil, con lo que el costo extra de esta medida se podría compensar con la menor frecuencia de su cambio.

La instalación de silenciadores en los sistemas de frenado de los vehículos pesados, que emiten niveles sonoros superiores a los 100 dB (A), pueden reducir estos niveles en 20 dB (A) con una pequeña inversión.

El diseño de tubos de escape eficaces en maquinas pequeñas que utilizan pequeños motores a gasolina (cortadores de césped, compresores, etc.) son otro ejemplo de equipos que con pequeñas inversiones pueden mejorar sensiblemente su nivel sonoro.

Dentro del tipo de medidas incitativas que estamos considerando, podemos concluir que con carácter general este tipo de medidas pueden ser muy eficaces en los casos siguientes:

- Cuando la acción que promueva el ruido es inútil. Tal es el caso de utilización inútil e inconsiderada de máquinas o vehículos por particulares:

- * Conducción deportiva.
- * Modificación de tubos de escape.
- * Oír música a alto volumen.

- Cuando en la fabricación de maquinas se puede equipar de dispositivos de insonorización, sea un costo mínimo o que se compense con la mayor demanda (equipos silenciosos)
- Cuando el planificador de una zona urbana tiene la posibilidad de decidir la construcción de edificios, calles y carreteras y otros elementos de manera que el problema de ruido se pueda tener en cuenta.
- Cuando el explotador de una instalación industrial puede prever las molestias causadas por el ruido y dispone de conocimientos suficientes para usar técnicas simples de reducción de ruido.

- Cuando el constructor y trabajadores de una obra son suficientemente conscientes de las molestias acústicas para tratar de hacer las obras con técnicas simples de reducción del ruido.

Sistemas de amortiguación sonora

Una vez conocidos los factores que influyen en la propagación del sonido, analizaremos lo que ocurre en el caso de colocar una superficie límite de separación entre los medios en los que se propaga el sonido, la onda sonora que se propaga en un medio donde se produce la perturbación incide en la superficie límite dando lugar a la aparición de una onda reflejada, una onda transmitida al medio que dependerá de las características físicas del elemento separador de ambos medios, finalmente existirá una componente de la energía que será absorbida por el medio separador (28).

Amortiguación de la componente reflejada

Se define como coeficiente de absorción la relación existente entre la cantidad de energía absorbida (que no retorna al medio A) y la energía incidente por unidad de superficie. En los materiales absorbentes la energía sonora que incide en ellos se transforma en otro tipo de energía y los podemos clasificar en:

- Resonadores
- Membranas
- Absorbentes de panel
- Materiales porosos
- Personal y mobiliario

Aislamiento acústico

La técnica del aislamiento acústico es muy empleada en la edificación de viviendas para atenuar la propagación del ruido del ambiente y el ruido de vecindad. Consiste en conseguir que la energía sonora que atraviesa una barrera sea lo más baja posible, lo que supone el instalar materiales que tenga una impedancia lo más diferente posible a la del medio que conduce el sonido. Así, si la transmisión del sonido se realiza a través del aire, las barreras deberán ser de material densos y pesados. Es de destacar que el comportamiento aislante de un material constructivo varía con la frecuencia del sonido (1,26,34).

Apantallamiento

Para evitar la transmisión de las ondas sonoras desde un emisor a un receptor en campo libre, se puede intercalar un apantallamiento entre ambos. Existen muchas variantes de apantallamiento, que van desde la instalación de muros de hormigón, de tierra, pantallas acústica propiamente dichos, a plantaciones vegetales o soluciones mixtas.

La atenuación de una pantalla acústica va desde un mínimo de 5 dB para frecuencias bajas a un máximo práctico de alrededor de los 24 dB, consecuencia de las condiciones ambientales.

La mayor o menor atenuación del nivel sonoro producido por la pantalla dependerá fundamentalmente de la altura de la misma y del ángulo de sombra, de forma que cuando más alta sea la barrera con respecto a la fuente sonora y al receptor, mayor será la atenuación alcanzada, asimismo, la mayor

atenuación del sonido se consigue cuando la pantalla acústica se coloca o bien cerca de la fuente o cerca del receptor (26).

Silenciadores

Los silenciadores son dispositivos o sistemas que atenúan la propagación de las ondas sonoras que acompañan un flujo de aire o gas en movimiento sin impedir el paso de éstos. Su utilización es muy frecuente en el control de ruido industrial y esta presente en todos los vehículos automóviles.

Los silenciadores se suelen clasificar en disipativos y reactivos:

Los primeros son aquellos que están formados principalmente por un material absorbente que disipa la energía acústica transmitida a través del silenciador conjuntamente con el flujo del fluido y suelen acoplarse a fuente sonoras que producen un ruido continuo. En los silenciadores reactivos, la atenuación del ruido se debe fundamentalmente a la geometría interior del silenciador, es decir, a las formas y de los recintos interiores. Se aplican a los motores de explosión principalmente (1,2,11,12,13,14,15,22,26,28).

Las acciones preventivas en torno al ruido ambiental deben realizarse de tal manera que a cada nivel le corresponda una contribución particular, esto es desde la participación ciudadana, hasta a nivel de tecnologías automotrices e industriales menos ruidosas, vigilancia y control a través de reglamentos de actividades potencialmente generadoras de ruido.

6.2 Fase de campo; estudio de ruido ambiental

Los resultados de la totalidad de los datos se presentan a través de los siguientes apartados, para facilitar su desarrollo:

6.2.1. Ubicación de los puntos



CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

En el mapa se hace referencia a la delimitación de la zona centro; al norte Jesús García, al sur Av. La I y al oeste Calzada del Federalismo 129 puntos de medición, como base

(Realización del Mapa: Ing. Agr. Héctor Frías, Ing. Agr.

Los puntos de medición se tomaron del “Estudio Preliminar de Ruido Ambiental de la Zona Centro de Guadalajara”, estos se presentan a continuación:

- 1.- Av. La Paz y su cruce con Av. Federalismo
- 2.- Av. La Paz y su cruce con 8 de Julio
- 3.- Av. La Paz y su cruce con Donato Guerra
- 4.- Av. La Paz y su cruce con Colón
- 5.- Av. La Paz y su cruce con 16 de Septiembre
- 6.- Av. La Paz y su cruce con Calzada Independencia
- 7.- Libertad y su cruce con Av. Federalismo
- 8.- Leandro Valle y su cruce con 8 de Julio
- 9.- Leandro Valle y su cruce con Donato Guerra
- 10.- Leandro Valle y su cruce con Galeana
- 11.- Leandro Valle y su cruce con Av. 16 de Septiembre
- 12.- Leandro Valle y su cruce con Corona
- 13.- Leandro Valle y su cruce con Calzada Independencia
- 14.- Miguel Blanco y su cruce con Av. Federalismo
- 15.- Miguel Blanco y su cruce con 8 de Julio
- 16.- Miguel Blanco y su cruce con Donato Guerra
- 17.- Miguel Blanco y su cruce con Galeana
- 18.- Miguel Blanco y su cruce con 16 De septiembre
- 19.- Miguel Blanco y su cruce con Colegiales
- 20.- Miguel Blanco y su cruce con Calzada Independencia
- 21.- Madero y su cruce con Av. Federalismo
- 22.- Madero y su cruce con 8 de Julio
- 23.- Madero y su cruce con Donato Guerra
- 24.- Madero y su cruce con Galeana
- 25.- Madero y su cruce con 16 de Septiembre

- 26.- Madero y su cruce con Maestranza
- 27.- Madero y su cruce con Molina
- 28.- Madero y su cruce con Calzada Independencia
- 29.- Juárez y su cruce con Av. Federalismo
- 30.- Juárez y su cruce con 8 de Julio
- 31.- Juárez y su cruce con Donato Guerra
- 32.- Juárez y su cruce con Galeana
- 33.- Juárez y su cruce con 16 de Septiembre
- 34.- Juárez y su cruce con Maestranza
- 35.- Juárez y su cruce con Molina
- 36.- Juárez y su cruce con Calzada Independencia
- 37.- Morelos y su cruce con Av. Federalismo
- 38.- Morelos y su cruce con 8 de Julio
- 39.- Morelos y su cruce con Donato Guerra
- 40.- Morelos y su cruce con Galeana
- 41.- Morelos y su cruce con 16 de septiembre
- 42.- Morelos y su cruce con Maestranza
- 43.- Morelos y su cruce con Angela Peralta
- 44.- Morelos y su cruce con Calzada Independencia
- 45.- Hidalgo y su cruce con Av. Federalismo
- 46.- Hidalgo y su cruce con Mariano Barceñas
- 47.- Hidalgo y su cruce con González Ortega
- 48.- Hidalgo y su cruce con Santa Mónica
- 49.- Hidalgo y su cruce con Av. Alcalde
- 50.- Hidalgo y su cruce con Pino Suárez
- 51.- Hidalgo y su cruce con Venustiano Carranza
- 52.- Hidalgo y su cruce con M. Monteverde
- 53.- Hidalgo y su cruce con Calzada Independencia
- 54.- Independencia y su cruce con Av. Federalismo

- 55.- Independencia y su cruce con Mariano Barcenás
- 56.- Independencia y su cruce con González Ortega
- 57.- Independencia y su cruce con Santa Monica
- 58.- Independencia y su cruce con Av. Alcalde
- 59.- Independencia y su cruce con Pino Suárez
- 60.- Independencia y su cruce con Venustiano Carranza
- 61.- Independencia y su cruce con M. Monteverde
- 62.- Independencia y su cruce con Calzada Independencia
- 63.- San Felipe y su cruce con Av. Federalismo
- 64.- San Felipe y su cruce con Mariano Barcenás
- 65.- San Felipe y su cruce con González Ortega
- 66.- San Felipe y su cruce con Santa Monica
- 67.- San Felipe y su cruce con Av. Alcalde
- 68.- San Felipe y su cruce con Pino Suárez
- 69.- San Felipe y su cruce con Venustiano Carranza
- 70.- San Felipe y su cruce con M. Monteverde
- 71.- San Felipe y su cruce con Calzada Independencia
- 72.- Garibaldi y su cruce con Av. Federalismo
- 73.- Garibaldi y su cruce con Mariano Barcenás
- 74.- Garibaldi y su cruce con González Ortega
- 75.- Garibaldi y su cruce con Santa Mónica
- 76.- Garibaldi y su cruce con Av. Alcalde
- 77.- Garibaldi y su cruce con Pino Suárez
- 78.- Garibaldi y su cruce con Venustiano Carranza
- 79.- Garibaldi y su cruce con M. Monteverde
- 80.- San Diego y su cruce con J. Encarnación Rosas
- 81.- San Diego y su cruce con Calzada Independencia
- 82.- Herrera y Cairo y su cruce con Av. Federalismo

- 83.- Herrera y Cairo y su cruce con Mariano Barcenás
- 84.- Herrera y Cairo y su cruce con González Ortega
- 85.- Herrera y Cairo y su cruce con Santa Mónica
- 86.- Herrera y Cairo y su cruce con Av. Alcalde
- 87.- Herrera y Cairo y su cruce con Pino Suárez
- 88.- Herrera y Cairo y su cruce con Venustiano Carranza
- 89.- Herrera y Cairo y su cruce con Coronel Calderón
- 90.- Herrera y Cairo y su cruce con J. Encarnación Rosas
- 91.- Herrera y Cairo y su cruce con Brillante
- 92.- Herrera y Cairo y su cruce con Calzada Independencia
- 93.- Juan Alvarez y su cruce con Av. Federalismo
- 94.- Juan Alvarez y su cruce con Mariano Barcenás
- 95.- Juan Alvarez y su cruce con González Ortega
- 96.- Juan Alvarez y su cruce con Av. Alcalde
- 97.- Juan Alvarez y su cruce con Pino Suárez
- 98.- Juan Alvarez y su cruce con Venustiano Carranza
- 99.- Juan Alvarez y su cruce con Coronel Calderón
- 100.- Juan Alvarez y su cruce con J. Encarnación Rosas
- 101.- Juan Alvarez y su cruce con Brillante
- 102.- Juan Alvarez y su cruce con Esmeralda
- 103.- Juan Alvarez y su cruce con Calzada Independencia
- 104.- Francisco Zarco y su cruce con Av. Federalismo
- 105.- Francisco Zarco y su cruce con Mariano Barcenás
- 106.- Guillermo Prieto y su cruce con González Ortega
- 107.- Guillemos Prieto y su cruce con Av. Alcalde
- 108.- Guillermo Prieto y su cruce con Pino Suárez
- 109.- José palomar y su cruce con Coronel Calderón
- 110.- José palomar y su cruce con J. Encarnación Rosas

- 111.- José palomar y su cruce con Brillante
- 112.- José palomar y su cruce con Esmeralda
- 113.- José palomar y su cruce con Calzada Independencia
- 114.- Eulogio Parra y su cruce con Av. Federalismo
- 115.- Eulogio Parra y su cruce con Mariano Barcenás
- 116.- Eulogio Parra y su cruce con González Ortega
- 117.- Eulogio Parra y su cruce con Av. Alcalde
- 118.- Eulogio Parra y su cruce con Pino Suárez
- 119.- Jesús García y su cruce con Av. Federalismo
- 120.- Jesús García y su cruce con Mariano Barcenás
- 121.- Jesús García y su cruce con González Ortega
- 122.- Jesús García y su cruce con Av. Alcalde
- 123.- Jesús García y su cruce con Pino Suárez
- 124.- Tenerías y su cruce con Padre Damián
- 125.- Tenerías y su cruce con Coronel Calderón
- 126.- Tenerías y su cruce con J. Encarnación Rosas
- 127.- Tenerías y su cruce con Brillante
- 128.- Tenerías y su cruce con Esmeralda
- 129.- Av. Montes Cáucaso y su cruce con Calzada Independencia

6.2.2 Medición de ruido

El resultado de la medición de ruido se cita a continuación en un formato que muestra las mediciones realizadas en el año de 1995 en el Estudio Preliminar de Ruido Ambiental en la Zona Centro de Guadalajara y las mediciones complementarias como parte de este proyecto realizadas en el año de 1996, tratando de presentar un registro que cubre un horario diferente en relación al que se registró en el estudio de 1995 (Cuadro No. 3).

Cuadro No. 3. Registro de las mediciones de ruido, que muestran el Nivel Sonoro Continuo Equivalente (NSCE), el nivel Máximo y Mínimo de cada punto; en la columna izquierda se muestran las mediciones realizadas en 1995 (de referencia), a la derecha las mediciones de 1996 (medición complementaria).

Medición de referencia

Fecha y hora	NSCE	Max	Min
1	76.5	85.3	61.1
Viernes	73.3	78.3	67.8
4/08/95	75.9	79.3	72.5
10:40	79.8	86.3	65.8
media	76.4	82.3	66.8

2	87.2	99.8	72.2
Viernes	71.4	79.4	62.5
4/08/95	73.4	81.4	61.5
10:50	64.5	72.1	54.1
media	74.1	83.2	62.6

3	67.1	76.8	58.1
Viernes	72.8	78.9	60.5
4/08/95	75.7	80.4	72.4
10:55	73.7	80.4	59.6
media	72.3	79.1	62.7

4	80.7	89.6	66
Viernes	84.3	98.1	68.8
4/08/95	76.1	83.1	67.7
11:00	70.2	77.1	64.8
media	77.8	87	66.8

5	72.2	78.5	68.6
Viernes	74.6	82.6	65.4
4/08/95	74.1	80.4	66
11:07	74.9	82.1	66.7
media	74	80.9	66.7

6	70.9	77.1	61.7
Viernes	71.2	78.1	67.8
4/08/95	77.7	85.1	67.6
11:15	69.1	75.7	61.5
media	72.2	79	64.7

Medición complementaria

Fecha y hora	NSCE	Max	Min
16/10/96			
19:16	81.8	97.8	66.7

16/10/96			
19:13	81.8	87.3	61.0

16/10/96			
19:09	75.2	88.2	61.4

16/10/96			
19:05	74.1	80.7	62.6

8/09/96			
19:15	79.5	85.4	70.0

16/10/96			
19:00	83.9	98.6	64.1

Continúa

Medición de referencia

Fecha y hora	NSCE	Max	Min
7	78.3	90.1	66.9
Viernes	77.4	81.1	72.8
4/08/95	72.2	78.1	66.2
11:53	76.2	80.9	71.9
media	76	82.6	69.5

8	76.1	83.9	66.3
Viernes	60.5	67.6	56.8
4/08/95	79.7	92.2	65.2
12:00	68.5	75.1	63.2
media	71.2	79.7	62.9

9	71.1	76.1	61.1
Viernes	69.5	77.2	58.7
4/08/95	71.9	85.8	59.3
11:41	66.7	72.5	62.1
media	69.8	77.9	60.3

10	67.4	79.9	59.1
Viernes	62.5	68.1	56.8
4/08/95	63.7	67.9	61.2
11:35	78.8	89.1	59.1
media	68.1	76.3	59.1

11	73.4	83.7	69.8
Viernes	65.1	71.4	61.1
4/08/95	77.5	84.8	71.3
11:30	70.2	77.6	65
media	71.6	79.4	66.8

12	67.4	73.5	59.7
Viernes	69.4	79.1	59.3
4/08/95	65.1	73.3	59.1
11:26	64.5	71.5	57.8
media	66.6	74.4	59

13	76.2	84.8	70.5
Viernes	78.8	83.4	74.2
4/08/95	74.4	80.8	67.6
11:20	69.1	74.1	66.1
media	74.6	80.8	69.6

Medición complementaria

Fecha y hora	NSCE	Max	Min
16/10/96			
19:19	71.9	80.9	90.8

21/10/96			
20:00	74.8	89.0	54.6

21/10/96			
19:55	64.9	69.6	63.6

21/10/96			
19:50	68.2	78.6	52.8

8/09/96			
19:10	83.7	93.9	72.9

21/10/96			
19:40	65.1	74.9	54.8

21/10/96			
19:45	75.1	88.3	67.0

Continúa

Medición de referencia

Fecha y hora	NSCE	Max	Min
14	77.1	73.6	61.9
Viernes	75.7	85.7	61.2
4/08/95	75.2	85.2	67.4
11:59	71.6	77.6	63.6
media	74.9	80.5	63.5

15	65.8	70.1	59.3
Viernes	66.1	72.4	56.8
4/08/95	79.1	83.3	61.2
12:15	66.1	76.1	59.1
media	69.3	75.5	59.1

16	79.7	77.7	60.1
Viernes	61.7	70	54.8
4/08/95	65.4	73.2	57.8
12:20	68.1	78.1	55.3
media	68.7	74.8	57

17	68.1	76.4	58.4
Viernes	60.2	68.9	57.8
4/08/95	67.4	76.7	60.9
12:40	68.3	69.6	67.1
media	66	72.9	61.1

18	72.5	80	67.4
Viernes	82.7	97.4	68.9
4/08/95	71.1	74.5	66.9
12:45	77.1	81.9	72.6
media	75.9	83.5	69

19	65.6	67.2	64.9
Viernes	82.6	91.3	72.6
4/08/95	67.8	71.1	64.5
13:05	79.7	92.2	64.1
media	73.9	80.5	66.5

20	83.8	96.5	75.4
Viernes	80.1	92.9	66.7
4/08/95	75.1	83.1	68.7
13:10	82.9	90.1	70.2
media	80.5	90.7	70.3

Medición complementaria

Fecha y hora	NSCE	Max	Min
16/10/96			
19:21	74.9	82.7	66.5

21/10/96			
20:05	62.2	88.3	53.1

21/10/96			
19:21	69.4	82.0	54.0

21/10/96			
20:15	70.5	83.7	51.0

8/09/96			
19:00	76.2	82.0	67.5

8/09/96			
18:55	73.1	79.7	69.3

8/09/96			
18:50	75.1	83.1	68.7

Continúa

Medición de referencia

Fecha y hora	NSCE	Max	Min
--------------	------	-----	-----

21	62.6	79.2	67.2
Viernes	65.3	78.4	71.9
4/08/95	69.6	79.1	60.1
12:05	81.4	89.1	74.3
media	69.7	81.5	68.4

22	72.7	75.8	69.8
Viernes	75.3	82.5	77.3
4/08/95	79.1	87.9	67.9
12:10	76.4	84.5	68.6
media	75.9	82.7	70.9

23	71.3	76.3	68.1
Viernes	71.6	79.2	65.8
4/08/95	77.5	71.1	64.2
12:25	70.5	77.7	63.3
media	72.7	76.1	65.4

24	67.5	77.9	59.6
Viernes	68.7	77.9	60.1
4/08/95	63.2	68.1	61.7
12:34	82.5	93.2	62.1
media	70.5	79.3	60.9

25	73.7	82.4	68.3
Viernes	84.6	97.5	73.1
4/08/95	73.5	79.5	70.5
12:50	76.4	80.7	72.2
media	77.1	85	71

26	83.4	93.9	70.1
Viernes	72.4	76.1	77.6
4/08/95	69.6	73.5	66.1
12:56	66.2	69.3	63.8
media	72.9	78.2	69.4

27	68.7	77.3	63.9
Viernes	71.6	77.7	68.3
4/08/95	86.4	94.9	69.2
13:25	76.1	82.5	76.6
media	75.7	83.1	69.5

Medición complementaria

Fecha y hora	NSCE	Max	Min
--------------	------	-----	-----

16/10/96			
19:25	72.2	78.2	63.3

21/10/96			
20:30	72.4	87.8	59.0

21/10/96			
20:25	75.4	83.9	64.6

21/10/96			
20:20	75.2	84.9	60.6

8/09/96			
19:05	82.1	91.6	74.4

21/10/96			
19:15	73.4	82.0	62.8

8/09/96			
11:35	86.3	93.2	67.8

Continúa

Medición de referencia

Fecha y hora	NSCE	Max	Min
--------------	------	-----	-----

28	78.1	84.2	71.8
Viernes	84.9	94.1	70.4
4/08/95	81.5	93.8	66.8
13:20	76.4	84.1	70.6
media	80.2	89.1	69.9

29	85.1	90.1	80.4
Viernes	84.9	89.7	78.4
4/08/95	87.8	94.6	78.2
14:35	86.4	94.2	80.8
media	86.1	92.2	79.5

30	87.4	91.9	83.1
Viernes	89.1	96.1	79.9
4/08/95	83.7	96.1	74.4
14:25	87.9	94.3	75.4
media	87	94.6	78.2

31	85.7	90.1	80.7
Viernes	81.6	87.1	78.1
4/08/95	89.7	99.1	83.1
14:20	87.9	95.1	77.9
media	86.2	92.9	80

32	87.2	92.7	83.7
Viernes	76.7	79.6	73.2
4/08/95	92.1	103	83.6
14:05	76.1	79.1	73.4
media	83	88.6	78.5

33	88.9	93.2	84.5
Viernes	92.8	98.1	88.5
4/08/95	89.3	94.5	84.8
14:00	93.1	101.1	85.5
media	91	95.3	85.8

34	87.8	92.8	80.8
Viernes	88.1	91.8	85.3
4/08/95	91.5	102.1	83.8
13:55	81.6	85.6	77.6
media	87.3	90.1	81.9

Medición complementaria

Fecha y hora	NSCE	Max	Min
--------------	------	-----	-----

8/09/96			
11:30	81.5	92.9	63.4

8/09/96			
17:00	76.5	84.3	68.2

18/10/96			
11:15	77.3	91.7	61.8

18/10/96			
11:35	76.5	89.8	63.7

18/10/96			
11:47	76.2	87.5	59.8

16/10/96			
18:20	79.4	86.7	71.6

19/10/96			
11:00	74.4	85.6	60.6

Continúa

Medición de referencia

Fecha y hora	NSCE	Max	Min
35	72.5	77.4	67.3
Viernes	81.6	87.4	76.3
4/08/95	83.9	91.3	76.7
13:45	88.5	95.6	81.5
media	81.6	87.9	75.5

36	83.2	92.4	68.3
Viernes	79.7	89.3	71.9
4/08/95	73.9	86.3	76.9
13:40	79.4	88.9	73.1
media	79.1	89.2	72.6

37	85.9	96.3	77.9
Sábado	85.7	93.2	76.6
5/08/95	82.1	87.3	74.5
15:45	85.9	96.7	77.7
media	84.9	93.4	76.7

38	77.8	80.7	72.7
Sábado	84.4	93.1	72.5
5/08/95	84.3	91.1	78.3
15:23	86.1	96.8	72.7
media	83.2	90.4	74.1

39	79.9	85.1	76.1
Sábado	80.6	88.1	72.1
5/08/95	90.1	101.8	75.1
15:15	82.3	89.4	71.6
media	83.2	87.5	73.7

40	82.1	86.2	79.3
Sábado	77.8	81.4	75.4
5/08/95	81.9	88.8	75.5
14:47	85.1	91.9	78.1
media	81.7	87.1	77.1

41	84.7	87.1	82.4
Sábado	87.1	91.7	80.3
5/08/95	80.1	83.2	77.5
14:40	88.4	94.6	78.2
media	85.1	89.2	79.6

Medición complementaria

Fecha y hora	NSCE	Max	Min
19/10/96			
11:25	73.1	82.9	61.6

8/09/96			
11:25	73.3	78.2	69.5

16/10/96			
19:35	70.6	80.1	60.8

18/10/96			
12:10	73.7	90.2	58.6

18/10/96			
12:05	69.3	89.6	57.8

18/10/96			
12:00	73.6	91.7	60.7

16/10/96			
18:15	78.8	91.1	63.3

Continúa

Medición de referencia

Fecha y hora	NSCE	Max	Min
42	78.4	81.8	74.1
Sábado	76.2	78.1	74.1
5/08/95	75.8	80.9	72.8
14:10	77.1	81.1	73.6
media	76.9	80.5	73.7

43	85.2	91.5	77.2
Sábado	77.1	83.2	70.9
5/08/95	74.8	81.7	70.5
14:05	74.7	81.6	70.5
media	78	84.5	72.3

44	93.7	97.7	89.6
Sábado	95.7	100.2	91.7
5/08/95	78.7	93.4	84.6
13:20	96.2	100.7	91.9
media	91.1	95.6	89.5

45	85.2	90.4	80.2
Sábado	82.9	87.8	75.7
5/08/95	83.1	86.5	78.8
15:40	90.1	98.1	80.5
media	85.3	90.7	78.8

46	84.8	93.6	75.3
Sábado	82.9	91.1	77.1
5/08/95	86.6	91.7	80.5
15:30	87.6	94.3	79.1
media	85.5	92.7	78

47	80.4	85.3	75.5
Sábado	83.9	89.8	79.7
5/08/95	79.1	84.6	85.6
15:10	86.5	91.9	80.6
media	82.5	87.9	80.4

48	85.7	91.9	78.7
Sábado	81.8	86.1	77.1
5/08/95	83.5	87.7	80.3
14:52	83.1	86.8	80.2
media	83.5	88.1	79.1

Medición complementaria

Fecha y hora	NSCE	Max	Min
19/10/96			
10:45	68.3	80.2	62.4

8/09/96			
11:20	64.2	69.4	59.9

8/09/96			
11:15	83.1	87.7	76.9

16/10/96			
19:40	77.2	91.8	65.7

18/10/96			
9:55	77.0	91.7	61.7

18/10/96			
10:45	75.2	96.6	61.7

18/10/96			
10:37	69.2	81.5	61.7

Continúa

Medición de referencia

Fecha y hora	NSCE	Max	Min
49	88.8	92.3	86.1
Sábado	83.1	95.9	77.8
5/08/95	88.8	93.7	77.1
14:35	84.4	87.8	80.7
media	86.3	92.4	80.4

50	83.2	88.5	78
Sábado	79.8	85.7	74.7
5/08/95	82.9	92.5	77.1
14:15	85.1	93.1	79.1
media	82.8	90	77.2

51	78.5	84.1	74.1
Sábado	79.3	83.9	75.5
5/08/95	75.7	79.1	73.6
13:56	83.1	93.3	75.6
media	79.2	85.1	74.7

52	85.1	89.8	80.1
Sábado	83.2	88.7	79.7
5/08/95	80.6	88.2	75.6
13:27	87.4	95.1	80.4
media	84.1	90.5	79

53	87.5	95.2	82.4
Sábado	89.2	95.5	85.8
5/08/95	85.9	89.7	81.7
13:15	90.3	96.7	86.1
media	88.2	94.3	84

54	75.8	81.1	61.7
Jueves	78.5	85.2	70.4
15/06/95	77.6	85.4	71.3
10:20	72.3	86.9	64.1
media	76.1	84.7	66.9

55	86.1	95.7	73.4
Sábado	77.7	82.6	72.8
5/08/95	82.4	73.1	75.2
15:35	86.1	96.1	80.2
media	83.1	86.9	75.4

Medición complementaria

Fecha y hora	NSCE	Max	Min
16/10/96			
18:10	82.5	96.9	73.0

19/10/96			
10:40	71.8	90.0	61.7

8/09/96			
11:03	76.1	87.3	65.3

8/09/96			
11:06	74.3	83.7	60.6

8/09/96			
11:10	74.4	82.8	69.0

16/10/96			
19:45	72.7	81.6	59.2

18/10/96			
9:45	75.8	94.5	58.4

Continúa

Medición de referencia

Fecha y hora	NSCE	Max	Min
56	84.3	91.3	78.2
Sábado	84.4	93.3	75.7
5/08/95	78.4	81.9	74.6
15:05	88.8	95.1	81.8
media	84	90.4	77.6

57	81.1	89.3	76.3
Sábado	87.1	94.5	78.6
5/08/95	81.1	87.7	72.5
14:57	81.8	93.9	77.1
media	82.8	91.4	76.1

58	86.9	92.7	81.1
Sábado	89.9	94.5	83.8
5/08/95	83.6	89.5	80.1
14:30	86.1	89.3	82.4
media	86.6	91.5	81.9

59	85.2	93.4	77.7
Sábado	83.1	91.1	75.8
5/08/95	74.1	78.8	69.9
14:20	85.7	97.4	72.4
media	82	90.2	74

60	78.8	82.5	73.5
Sábado	77.2	82.5	73
5/08/95	84.8	92.1	77.2
13:45	81.1	85.4	78.7
media	80.5	85.6	75.6

61	79.6	93.3	73
Sábado	81	91.1	70.6
5/08/95	86.4	97	74.1
13:50	80.2	91.6	73.5
media	81.8	93.3	72.8

62	90.1	93.4	86.8
Sábado	87.1	91.3	81.4
5/08/95	82.2	89.6	76.9
13:07	83.3	91.1	81.1
media	85.7	91.4	81.6

Medición complementaria

Fecha y hora	NSCE	Max	Min
18/10/96			
12:35	73.1	94.1	63.9

18/10/96			
12:25	70.7	84.3	58.8

8/09/96			
15:05	79.5	86.8	73.5

19/10/96			
10:30	69.2	82.1	54.8

21/10/96			
18:50	67.8	79.0	57.2

21/10/96			
18:55	68.4	80.5	57.3

8/09/96			
11:00	79.0	91.4	65.2

Continúa

Medición de referencia

Fecha y hora	NSCE	Max	Min
--------------	------	-----	-----

63	73.3	80.1	62.4
Jueves	77.1	81.6	64.9
15/06/95	77.1	84.1	66.7
10:45	77.6	85.4	71.3
media	76.3	82.8	66.3

64	90.4	98.8	78.3
Lunes	86.5	93.4	79.9
7/08/95	90.5	99.2	80.7
14:00	76.5	81.7	72.8
media	86	93.3	77.9

65	77.2	82.2	72.3
Lunes	81.2	85.6	75.5
7/08/95	80.6	86.6	73.6
13:55	88.8	103.1	73.6
media	82	84.8	73.8

66	87.2	93.1	79.7
Lunes	86.9	92.9	82.7
7/08/95	86.1	90.6	83.3
13:25	90.1	96.3	82.5
media	87.6	93.2	82.1

67	89.6	97.3	79.6
Lunes	92.1	103.1	85.2
7/08/95	86.3	94.7	81.1
13:20	92.2	99.5	84.8
media	90.1	97.2	82.7

68	86.1	93.2	75.1
Lunes	89.7	96.7	79.4
7/08/95	88.1	95.7	76.4
12:55	84.1	87.4	81.8
media	87	93.3	78.2

69	89.2	97.6	80.1
Lunes	77.1	81.4	72.8
7/08/95	88.6	93.3	82.1
12:50	81.3	85.1	74.9
media	84.1	89.4	77.5

Medición complementaria

Fecha y hora	NSCE	Max	Min
--------------	------	-----	-----

16/10/96			
19:50	73.9	80.1	66.0

8/09/96			
17:25	75.9	86.2	67.6

18/10/96			
12:53	71.5	89.0	55.0

18/10/96			
12:45	75.5	92.0	56.6

16/10/96			
18:00	79.5	93.8	66.5

19/10/96			
10:25	73.8	89.6	55.0

21/10/96			
14:55	66.7	82.5	57.0

Continúa

Medición de referencia

Fecha y hora	NSCE	Max	Min
--------------	------	-----	-----

70	73.7	76.9	70.1
Lunes	73.3	78.1	70.3
7/08/95	72.7	78.8	69.4
12:30	73.7	78.7	70.2
media	73.4	78.1	70

71	84.3	92.2	77.5
Lunes	84.3	93.3	77.4
7/08/95	90.1	96.5	83.4
11:51	81.1	85.6	76.6
media	85	91.9	78.7

72	73.2	82.3	61.1
Jueves	77.1	78.5	68.5
15/06/95	73.3	80.2	61.2
10:25	67.5	87.8	57.1
media	72.8	82.2	62

73	79.9	86.1	75.7
Lunes	86.4	97.6	75.9
7/08/95	79.2	83.2	75.2
14:05	89.1	100.9	76.4
media	83.7	89	75.8

74	81.1	87.6	75.1
Lunes	75.3	82.8	70.1
7/08/95	76.1	85.3	70.3
13:50	84.5	95.1	74.8
media	79.3	87.7	72.6

75	76.4	86.9	71.4
Lunes	91.4	101.1	83.3
7/08/95	87.8	94.4	79.1
13:30	86.8	95.1	76.5
media	85.6	92.1	77.6

76	92.2	95.5	86.9
Lunes	88.5	92.3	84.4
7/08/95	86.1	93.1	81.7
13:15	89.4	95.6	81.1
media	89.1	94.1	83.5

Medición complementaria

Fecha y hora	NSCE	Max	Min
--------------	------	-----	-----

21/10/96			
14:50	61.5	70.2	57.0

8/09/96			
13:45	76.9	83.4	69.9

16/10/96			
19:55	69.0	76.3	58.2

8/09/96			
17:30	83.3	92.6	67.2

21/10/96			
18:10	60.4	71.3	49.8

21/10/96			
18:15	68.1	82.7	54.8

16/10/96			
17:55	84.3	98.2	67.1

Continúa

Medición de referencia

Fecha y hora	NSCE	Max	Min
--------------	------	-----	-----

77	81.1	84.2	76.9
Lunes	91.2	100.1	79.1
7/08/95	87.1	90.8	84.1
13:00	88.9	97.2	80.4
media	87.1	90.7	80.1

78	84.1	90.5	73.2
Lunes	88.6	95.1	81.1
7/08/95	88.5	98.3	68.7
12:45	90.2	97.9	79.8
media	87.9	95.5	75.7

79	86.5	93.3	75.8
Lunes	83.6	90.1	77.7
7/08/95	80.1	87.7	73.8
12:15	80.4	89.1	72.9
media	82.7	90.1	75.1

80	84.5	94.9	77.7
Lunes	80.2	85.7	73.2
7/08/95	83.5	93.1	75.4
12:10	76.5	83.5	71.7
media	81.2	89.3	74.5

81	91.1	98.1	84.6
Lunes	89.9	99.1	84.7
7/08/95	88.1	93.6	83.4
11:45	85.8	93.5	81.4
media	88.7	96.1	83.5

82	76.5	80.2	67.7
Jueves	77.4	84.6	61.1
15/06/95	76.5	79.1	59.1
10:50	73.7	80.1	58.8
media	76	81	61.7

83	88.5	99.4	79.5
Lunes	84.3	89.2	78.9
7/08/95	80.2	82.3	77.2
14:10	86.3	93.3	73.7
media	84.8	91.1	77.3

Medición complementaria

Fecha y hora	NSCE	Max	Min
--------------	------	-----	-----

19/10/96			
10:15	79.2	97.2	54.1

21/10/96			
14:50	74.4	88.7	51.2

21/10/96			
14:45	78.9	92.5	60.2

21/10/96			
14:35	75.1	87.9	56.7

8/09/96			
10:20	75.9	80.8	67.2

16/10/96			
20:00	74.0	79.9	64.5

8/09/96			
17:35	67.5	76.4	58.8

Continúa

Medición de referencia

Fecha y hora	NSCE	Max	Min
84	80.1	83.3	76.2
Lunes	78.7	81.8	75.3
7/08/95	81.8	90.3	70.2
13:45	74.6	81.2	70.1
media	78.8	84.2	73

85	85.1	90.9	75.5
Lunes	92.5	102.1	81.1
7/08/95	75.3	78.3	69.2
13:40	85.8	99.4	75.6
media	84.7	89.5	75.4

86	88.2	95.7	82.9
Lunes	92.7	97.5	86.4
7/08/95	87.8	90.8	84.2
13:10	89.4	94.9	84.7
media	89.5	94.7	84.6

87	79.7	82.9	75.4
Lunes	80.5	84.3	76.5
7/08/95	87.6	94.1	82.1
13:05	83.8	90.7	79.2
media	82.9	88	78.3

88	72.8	76.6	70.4
Lunes	83.4	88.1	73.5
7/08/95	76.2	81.7	70.5
12:40	85.8	96.4	70.5
media	79.6	85.7	71.2

89	73.4	84.9	66.7
Lunes	91.3	99.6	78.7
7/08/95	79.2	85.2	73.5
12:35	78.1	86.2	72.1
media	80.5	89	72.8

90	92.9	98.5	53.4
Lunes	83.3	91.4	76.9
7/08/95	73.8	84.1	66.2
12:05	86.1	93.1	77.4
media	84	91.8	68.5

Medición complementaria

Fecha y hora	NSCE	Max	Min
21/10/96			
18:05	60.2	71.1	47.3

21/10/96			
18:20	73.7	88.9	73.1

16/10/96			
17:50	77.3	85.1	66.5

19/10/96			
10:05	75.9	94.2	61.0

8/09/96			
10:00	62.0	69.2	52.0

8/09/96			
9:55	76.3	86.3	70.0

8/09/96			
9:50	77.7	87.5	58.5

Continúa

Medición de referencia

Fecha y hora	NSCE	Max	Min
91	79.2	84.6	73.1
Lunes	72.7	84.6	63.2
7/08/95	81.4	87.1	71.8
12:00	77.1	85.9	67.7
media	77.6	85.6	69

92	84.5	88.1	81.1
Lunes	89.8	94.2	81.3
7/08/95	87.2	94.3	81.9
11:40	89.1	94.6	82.8
media	87.7	92.8	81.8

93	76.3	86.2	65.3
Jueves	72.5	83.2	62.8
15/06/95	73.7	80.1	58.8
9:30	75.4	81.5	60.1
media	74.5	82.8	61.8

94	81.6	85.6	75.2
Viernes	78.2	83.2	73.7
4/08/95	85.8	93.3	80.3
20:48	82.1	88.3	77.1
media	81.9	87.6	76.6

95	76.4	82.6	68.1
Viernes	80.1	89.2	67.1
4/08/95	70.5	76.6	66.1
20:42	71.6	76.4	64.7
media	74.7	81.2	66.5

96	90.2	100.7	83.2
Viernes	91.2	106.8	81.8
4/08/95	87.1	94.3	82.5
19:45	88.1	97.1	79.8
media	89.2	95.7	81.8

97	86.1	94.9	80.7
Viernes	77.6	83.2	74.1
4/08/95	82.6	93.1	76.2
19:40	81.1	92.2	75.3
media	81.9	90.9	76.6

Medición complementaria

Fecha y hora	NSCE	Max	Min
8/09/96			
9:45	77.5	86.0	67.6

8/09/96			
13:30	74.7	80.2	68.9

8/09/96			
17:45	74.5	83.2	61.9

18/10/96			
9:08	73.4	92.2	56.8

21/10/96			
18:00	67.9	82.3	44.9

16/10/96			
17:45	84.2	99.5	61.4

8/09/96			
18:40	69.3	72.9	63.9

Continúa

Medición de referencia

Fecha y hora	NSCE	Max	Min
98	82.8	88.2	76.9
Viernes	75.3	78.5	71.3
4/08/95	72.8	77.8	69.3
19:30	76.7	80.8	72.2
media	76.9	81.3	72.4

99	80.4	86.3	73.4
Viernes	84.8	92.4	75.8
4/08/95	85.2	92.5	76.3
19:24	84.8	96.7	71.8
media	83.8	92	74.3

100	78.9	88.4	70.9
Viernes	84.4	93.7	71.9
4/08/95	87.2	96.9	69.4
19:16	78.5	83.4	70.8
media	82.3	90.6	70.8

101	86.9	98.4	72.3
Viernes	75.6	82.1	70.9
4/08/95	84.2	88.6	76.6
19:11	78.3	86.9	67.6
media	81.3	89	71.9

102	58.7	67.6	56
Jueves	85.1	93.3	70.1
3/08/95	63.7	68.1	59.8
18:38	65.5	76.9	56.1
media	68.3	76.5	60.5

103	78.8	88.1	64.2
Jueves	68.1	76.5	61.3
3/08/95	81.1	88.8	75.6
18:30	71.1	79.7	58.4
media	74.8	83.3	64.9

104	81.2	84.2	74.2
Jueves	76.4	81.2	69.6
15/06/95	76.1	82.2	69.1
9:35	72.7	77.2	61.4
media	76.6	81.2	68.6

Medición complementaria

Fecha y hora	NSCE	Max	Min
20/10/96			
18:15	66.1	82.6	50.0

20/10/96			
18:10	71.5	91.0	54.6

20/10/96			
18:05	76.4	96.5	53.4

20/10/96			
18:00	67.1	79.6	55.1

8/09/96			
9:40	74.1	84.6	60.9

8/09/96			
13:25	77.0	84.3	68.8

16/10/96			
20:10	74.6	84.3	64.2

Continúa

Medición de referencia

Fecha y hora	NSCE	Max	Min
105	73.9	77.1	71.1
Viernes	82.6	90.1	71.2
4/08/95	79.9	90.1	71.2
20:52	85.2	95.1	73.8
media	80.4	88.1	71.8

106	70.9	75.3	66.1
Viernes	75.7	85.1	69.7
4/08/95	68.4	72.4	64.8
20:35	71.4	81.4	62.1
media	71.6	78.6	65.7

107	90.4	102.1	79.8
Viernes	90.9	102.1	79.8
4/08/95	89.7	96.5	82.8
19:55	85.5	92.1	81.1
media	89.1	94.3	80.9

108	74.1	78.1	68.6
Viernes	74.1	81.9	68.1
4/08/95	73.2	82.4	64.4
20:00	81.5	87.4	72.6
media	75.7	82.5	68.4

109	78.2	87.5	69.9
Viernes	63.7	67.8	60.5
4/08/95	76.9	84.8	64.8
18:45	78.9	87.1	67.3
media	74.4	81.8	65.6

110	81.7	88.4	73.1
Viernes	74.2	81.4	69.3
4/08/95	79.4	86.4	69.5
18:50	86.5	95.8	70.1
media	80.5	88	70.5

111	78.2	81.5	73.6
Viernes	72.1	83.4	68.1
4/08/95	75.2	80.8	71.6
18:56	79.9	86.6	73.6
media	76.4	83.1	71.7

Medición complementaria

Fecha y hora	NSCE	Max	Min
18/10/96 9:00	75.6	97.9	49.8

21/10/96 17:55	60.1	69.3	46.4
-------------------	------	------	------

16/10/96 17:40	77.2	90.0	61.3
-------------------	------	------	------

19/10/96 9:50	71.6	85.4	52.0
------------------	------	------	------

8/09/96 9:35	71.1	77.0	62.8
-----------------	------	------	------

8/09/96 9:30	66.4	73.9	54.0
-----------------	------	------	------

8/09/96 9:25	68.8	77.9	58.2
-----------------	------	------	------

Continúa

Medición de referencia

Fecha y hora	NSCE	Max	Min
112	84.9	93.7	71.7
Viernes	71.9	78.6	64.3
4/08/95	75.7	83.4	66.7
19:03	87.4	96.6	69.2
media	80	88.1	68

113	67.2	88.1	62.6
Jueves	69.6	74.6	62.2
3/08/95	79.1	91.4	70.5
18:26	78.2	87.1	61.5
media	73.5	85.3	64.2

114	72.1	73.8	59.2
Jueves	69.1	81.4	59.1
15/06/95	72.1	78.2	62.2
9:40	64.1	80.8	57.2
media	69.4	78.6	59.4

115	76.1	85.9	71.1
Jueves	80.1	83.7	61.5
15/06/95	77.6	88.3	69.2
9:10	76.4	80.7	62.6
media	77.6	84.7	66.1

116	72.5	74.8	70.4
Viernes	74.4	77.1	72.2
4/08/95	85.2	92.3	70.8
21:00	84.5	95.2	66.6
media	79.2	84.9	70

117	92.4	100.1	83.8
Viernes	92.4	104.1	82.8
4/08/95	89.7	98.5	82.8
20:25	93.7	105.1	82.6
media	92.1	101.8	83

118	74.7	79.8	70.6
Viernes	69.1	74.3	63.2
4/08/95	71.3	79.3	64.5
20:05	72.6	77.1	68.6
media	71.9	77.6	66.7

Medición complementaria

Fecha y hora	NSCE	Max	Min
20/10/96			
17:50	61.1	73.5	47.1

8/08/96			
13:10	77.3	83.8	71.2

8/09/96			
18:15	73.1	78.9	63.9

8/09/96			
18:10	73.7	86.2	51.6

21/10/96			
17:50	66.8	79.5	47.8

8/09/96			
18:25	81.6	92.1	68.2

8/09/96			
18:30	67.9	72.0	66.6

Continúa

Medición de referencia

Fecha y hora	NSCE	Max	Min
119	76.1	80.7	71.1
Jueves	80.1	88.3	60.5
15/06/95	77.6	83.7	69.2
9:10	76.4	85.9	62.6
media	77.6	84.7	65.9

120	83.6	88.2	76.6
Viernes	78.1	82.6	72.5
4/08/95	83.1	91.2	71.8
21:10	83.1	85.3	80.9
media	82	86.8	75.5

121	72.9	76.8	69.4
Viernes	86.7	98.1	73.8
4/08/95	74.4	78.8	70.4
21:05	78.9	82.2	84.8
media	78.2	84	74.6

122	89.1	92.8	83.5
Viernes	90.9	98.1	85.1
4/08/95	90.9	99.4	84.2
20:20	91.2	100.1	82.6
media	90.5	96.8	83.9

123	83.9	91.4	77.2
Viernes	80.3	84.5	74.2
4/08/95	84.6	89.8	78.6
20:10	82.1	89.1	77.1
media	82.7	88.7	76.8

124	53.5	57.7	49.1
Jueves	68.6	74.4	62.8
3/08/95	62.5	70.3	55.4
17:35	61.8	68.8	51.1
media	61.6	67.8	54.6

125	61.2	64.1	55.4
Jueves	61.6	66.4	58.1
3/08/95	57.8	68.4	50.8
17:46	62.5	74.1	53.9
media	60.8	68.3	54.6

Medición complementaria

Fecha y hora	NSCE	Max	Min
8/09/96			
18:20	82.3	90.9	69.4

18/10/96			
8:41	76.6	91.8	40.4

21/10/96			
17:45	72.7	89.4	58.5

16/10/96			
17:35	79.4	86.9	69.0

16/10/96			
17:30	79.4	88.2	65.0

8/09/96			
9:00	69.9	73.7	54.0

8/09/96			
9:05	58.4	63.8	59.7

Continúa

Medición de referencia

Fecha y hora	NSCE	Max	Min
126	55.2	62.1	48.8
Jueves	55.8	59.9	52.1
3/08/95	70.7	75.7	57.2
17:51	69.9	77.4	56.4
media	62.9	68.8	53.6

127	59.7	65.5	55.3
Jueves	52.6	77.3	48.1
3/08/95	58.8	71.6	50.1
17:56	68.2	76.6	54.1
media	59.8	72.8	51.9

128	52.6	60.8	47.2
Jueves	60.5	67.1	49.1
3/08/95	59.5	65.6	47.6
18:02	55.1	67.5	47.3
media	56.9	65.3	47.8

129	68.3	73.7	73.5
Jueves	73.5	78.4	65.4
3/08/95	74.8	79.6	64.1
18:11	83.1	94.1	64.4
media	74.9	81.5	66.9

Medición complementaria

Fecha y hora	NSCE	Max	Min
8/09/96 9:10	67.2	75.6	52.9

8/09/96 9:15	66.0	77.9	53.6
-----------------	------	------	------

8/09/96 9:20	69.1	80.9	54.2
-----------------	------	------	------

8/09/96 13:00	71.2	76.1	67.2
------------------	------	------	------

6.2.3 Actualización de mapa sonoro

Se actualizó el mapa de ruido del "Estudio Preliminar de Ruido de la Zona Centro de Guadalajara" que fue publicado en el II Congreso Mexicano de Acústica y que se dió a conocer a la ciudadanía a través de los diferentes medios de comunicación en el año de 1995.

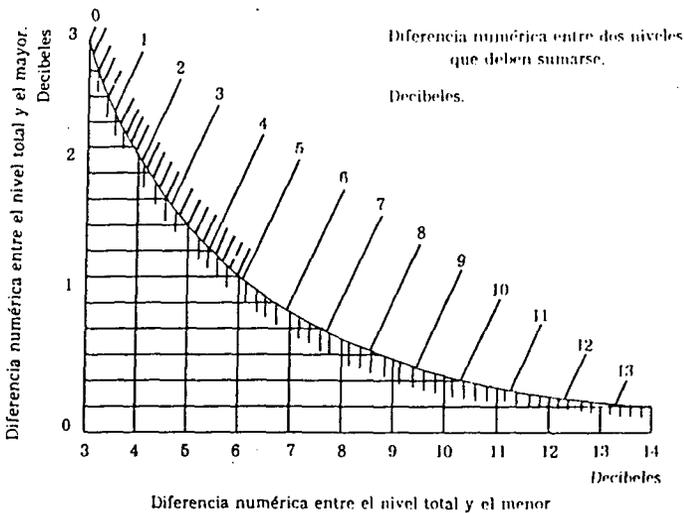
A continuación se presenta el siguiente mapa sonoro (Mapa No. 2) con las mediciones complementarias que aplican para este estudio (en NSCE):

6.2.4 Comparación de la zona circundante con los puntos de medición de ruido

Se comparó el cuadro de características de la zona circundante de los puntos de medición con los registros de ruido en los horarios pico, normal y NSCE de los 129 puntos estudiados.

Para calcular el Nivel Sonoro Continuo Equivalente (NSCE) de la medición de 1995 y 1996, se utilizó como base la tabla de combinación de niveles sonoros (4) (Figura 3), nótese que en el Cuadro Comparativo (Cuadro No. 4), Características de los Puntos con los Niveles de Ruido Presentes, el NSCE no es la suma lineal de las dos mediciones ya que el ruido se comporta en forma logarítmica por lo cual en este caso no se refiere como promedio.

Figura No. 3. Combinación de niveles sonoros.



Para calcular el NSCE de dos mediciones, se calcula primero la diferencia en dB(A) de ese punto, esa diferencia coincidirá con alguno de los números,

corresponderá un número y este deberá sumarse al NSCE más bajo. Como ejemplo pondremos dos niveles de ruido a.- 70 dB(A) y b.- 70 dB(A), la diferencia de estos niveles es cero, trasladamos el resultado a la parte superior de la figura No. 3 y trazamos una línea vertical hacia la parte inferior de la misma, el número que se debe sumar al nivel más bajo es 3, el resultado del NSCE en el punto será de 73 dB(A).

Aplicando dicho esquema se realizó la combinación de los niveles sonoros (cuadro No. 3, pags. 80-98), obteniendo los siguientes resultados del total de 129 puntos, mismos que alertan sobre la necesidad de implementar medidas de atención para controlar dichas emisiones:

Porcentaje de puntos dentro de norma Abajo de 68 dB(A)	Porcentaje de puntos fuera de norma Arriba de 68 dB(A)
1.56 %	98.44 %

Porcentajes agrupados en diferentes rangos de decibeles:

Abajo de 70 dB(A)	De 71 a 80 dB(A)	De 81 a 90 dB(A)	Arriba de 91 dB(A)
3.87 %	36.43 %	54.26 %	5.43 %

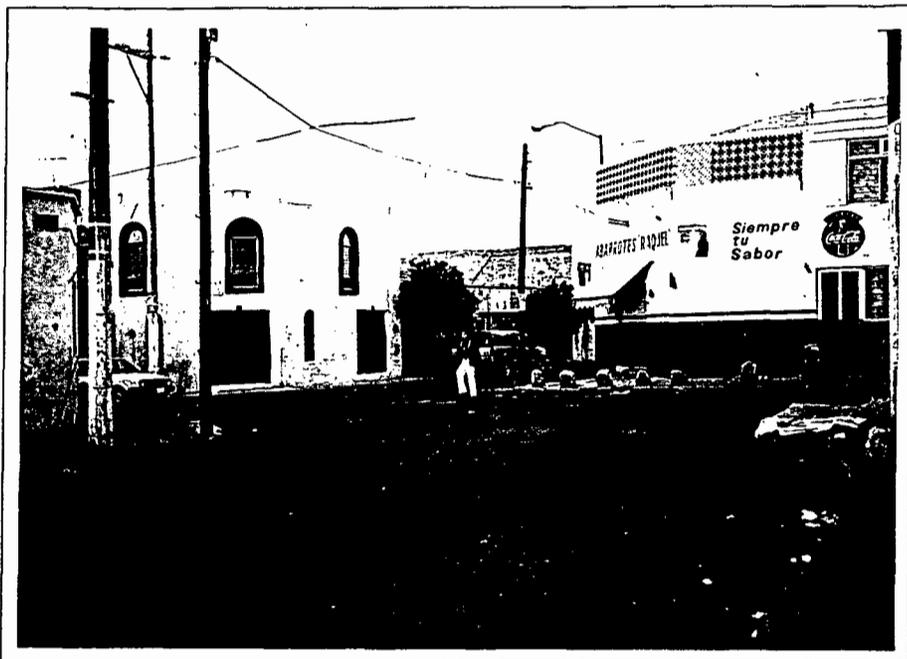
Es importante resaltar que el porcentaje mayor se ubica entre los 81 y 90 dB(A), por encima de las recomendaciones que se consideran como aceptables en el apartado de revisión documental.

A continuación se presentan algunas fotografías de los puntos más representativos en cuanto a la problemática de la zona, en donde se anexa una breve descripción, características del lugar con los niveles de ruido encontrados.



Fotografía No. 1

Punto numero 117, ubicado en Av. Alcalde y Eulogio Parra, en el que se registró un NSCE de 92.5 dB(A), el mas alto reportado para el mapa sonoro, en este cruce es significativo el tránsito vehicular público y particular, en el que además del propio ruido emitido por los motores pueden contribuir a aumentar los niveles de ruido el claxon, el frenado y arranque, sirenas, etc.



Fotografía No. 2

Cruce de las calles Tenerías y Coronel Calderón, punto numero 125, lugar que registró un NSCE de 64 dB(A), existe una relación entre el nivel sonoro y un aforo vehicular mínimo, que favorece las condiciones acústicas presentes en esta área de la zona centro, sin embargo las ambulancias que transitan por este rumbo cercano al hospital civil pueden en algunas ocasiones incrementar dichos niveles.



Fotografía No. 3

Morelos y Angela Peralta (punto 43) lugar de esparcimiento, interés turístico y zona de locales comerciales, las cuales utilizan para su anuncio, aparatos de sonido, en este punto el NSCE de 78.2 dB(A), elevado por tratarse de zona peatonal, en el que las fuentes de ruido no son los vehículos.



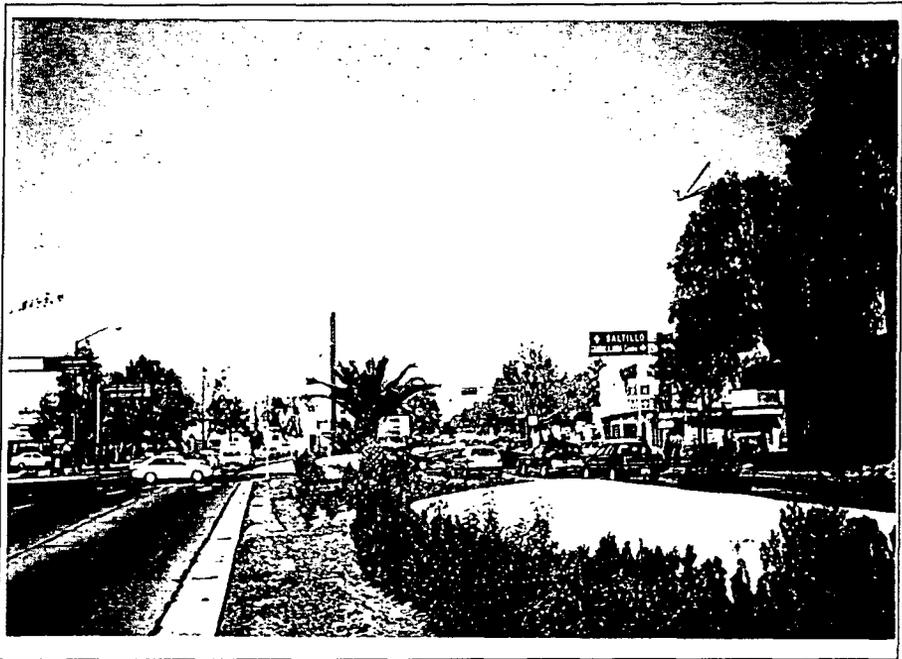
Fotografía No. 4

Av. Alcalde y Av. Juárez (punto 33), lugar donde se reúne una intensa actividad comercial y por donde transita una alta proporción del transporte de pasajeros y particulares hacia el Norte y el Sur de nuestra ciudad, el numero de vehículos en circulación por minuto fue de 108, registrando un NSCE de 91.2 dB(A) que es un nivel crítico para los vendedores ambulantes y agentes de tránsito que están mas expuestos al ruido.



Fotografía No. 5

Deficiencias en la planeación de rutas de circulación de transporte de pasajeros puede influir en el aumento de los niveles de ruido, tal es el caso del punto numero 76, ubicado entre la Av. Alcalde y la calle Garibaldi (vía de dos carriles) por donde circulan vehículos pesados, el NSCE en este lugar de medición alcanzó los 90.2 dB(A), el numero de vehículos por minuto fue de 55, la escasa vegetación no consigue atenuar los niveles de ruido presentes.



Fotografía No. 6

Punto numero 45, en Av. Federalismo y Av. Hidalgo muestra algunas acciones preventivas contra el ruido, tales como: amplitud de la vialidad, vegetación presente y circulación de transporte eléctrico terrestre y subterráneo, el NSCE encontrado fue de 85.9 dB(A).

Los niveles de ruido presentes se muestran a continuación en un cuadro comparativo de la zona, se mencionan algunos puntos importantes, tales como: presencia de vegetación, material y ancho de la calle, vehículos por minuto, NSCE en hora pico y hora normal, NSCE total y algunas observaciones prudentes de cada punto.

CUADRO No. 4. CUADRO COMPARATIVO: CARACTERISTICAS DE LOS PUNTOS CON LOS NIVELES DE RUIDO PRESENTES

PUNTO	ALTURA ARBOLES		MATERIAL DE CALLE	MATERIAL DE EDIFICIOS	PROMEDIOS				NSCE HORA PICO	NSCE HORA NORMAL	NSCE	OBSERVACIONES
	>3 m	≤3 m			ANCHO DE CALLE (m.)	No. DE CARRILES	ALTO EDIFICIOS	VEHICULOS X MINUTO				
1	39	40	A*/C*	L*/C*	21	7	6.00	125	81.8	76.4	82.8	CALLE AMPLIA, TRAFICO PESADO
2	30	12	A*/C*	L*	12	4	6.00	60	75.8	74.1	77.9	BALDIO, Y TRAFICO PESADO
3	34	16	A*/C*	L*	12	4	6.00	63	75.2	72.3	77.0	CALLE AMPLIA, TRAFICO PESADO
4	20	10	C*	L*	12	4	3.00	58	74.1	77.8	79.3	CALLE AMPLIA, TRAFICO PESADO
5	43	17	C*	L*/C*	18	6	6.00	123	79.5	74.0	80.6	CALLE AMPLIA, TRAFICO PESADO
6	28	8	A*/C*	L*	18	6	3.00	78	83.9	72.0	84.0	CALLE AMPLIA, TRAFICO PESADO
7	33	18	A*/C*	L*	15	5	9.00	75	71.9	76.0	77.4	CALLE AMPLIA, TRAFICO PESADO
8	10	12	A*	L*	6	2	6.00	15	74.8	71.2	76.4	POCO TRAFICO, TRAFICO PESADO
9	20	17	A*	L*	6	2	3.00	72	64.9	69.8	70.9	TRAFICO LIVIANO
10	2	21	A*	L*	6	2	6.00	33	68.2	68.1	71.1	TRAFICO PESADO
11	20	4	A*/C*	M*/Cr/L*	12	4	12.00	55	83.7	71.6	84.2	CALLE AMPLIA, TRAFICO PESADO
12	9	5	C*	L*	12	4	6.00	7	65.1	66.6	68.8	POCO TRAFICO, TRAFICO PESADO
13	37	7	A*/C*	L*	15	5	6.00	84	75.1	74.6	77.8	CALLE AMPLIA, TRAFICO PESADO
14	23	6	A*/C*	L*	15	5	6.00	64	74.9	74.9	77.9	CALLE AMPLIA, TRAFICO PESADO
15	16	6	A*	L*	6	2	3.00	10	62.2	69.3	70.1	POCO TRAFICO, TRAFICO PESADO
16	15	10	A*	L*	6	2	6.00	20	69.4	68.7	72.0	POCO TRAFICO LIVIANO
17	18	13	A*	L*	6	2	6.00	25	70.5	66.0	71.7	POCO TRAFICO, TRAFICO PESADO
18	24	11	A*/C*	L*/Ca	15	5	12.00	63	76.2	75.9	79.0	2 JARDINES, TRAFICO PESADO
19	22	8	C*	L*	12	4	12.00	122	73.9	73.1	76.5	POCO TRAFICO, TRAFICO PESADO
20	44	15	C*	L*	24	8	9.00	153	80.5	75.1	81.6	CALLE AMPLIA, TRAFICO PESADO
21	43	22	A*/C*	L*/Ca	15	5	6.00	65	72.2	69.7	74.1	CALLE AMPLIA, TRAFICO PESADO
22	13	22	A*	L*	6	2	6.00	34	72.4	75.9	77.5	TRAFICO PESADO
23	22	14	A*	L*	6	2	6.00	54	75.4	72.6	77.1	TRAFICO PESADO
24	26	13	A*	C*	6	2	12.00	33	75.2	70.5	76.4	TRAFICO PESADO
25	14	5	A*	L*/C*	12	4	6.00	77	82.1	77.1	83.2	CALLE AMPLIA, TRAFICO PESADO
26	2	6	A*	L*/Ca	6	2	12.00	57	73.4	72.9	76.5	TRAFICO PESADO
27	9	15	A*	L*	6	2	6.00	16	75.7	86.3	86.5	POCO TRAFICO, TRAFICO PESADO
28	20	15	C*	L*	15	5	9.00	144	80.2	81.5	83.8	CALLE AMPLIA, TRAFICO PESADO
29	17	6	A*/C*	L*	15	5	9.00	63	87.8	76.5	88.1	2 JARDINES, TRAFICO PESADO
30	16	15	A*/C*	L*	9	3	6.00	67	87.0	77.3	87.3	JARDIN, TRAFICO PESADO
31	29	6	A*/C*	L*	9	3	9.00	71	86.2	76.5	86.5	CALLE AMPLIA, TRAFICO PESADO
32	8	11	A*/C*	L*	6	2	9.00	56	83.0	72.6	83.2	CALLE ANGOSTA, TRAFICO PESADO

SIMBOLOGIA

A* ASFALTO
C* CONCRETO
Ad ADOQUIN

Ca CANTERA
M* MARMOL
L* LADRILLO O ADOBE C/ENJARRE

Cr CRISTAL
m METROS

CALLE AMPLIA = MAYOR A 9 m.
TRAFICO PESADO = MAYOR A 3 TONELADAS DE PESO
TRAFICO LIVIANO = MENOR A 3 TONELADAS DE PESO

CUADRO No. 4. CUADRO COMPARATIVO: CARACTERISTICAS DE LOS PUNTOS CON LOS NIVELES DE RUIDO PRESENTES

PUNTO	ALTURA ARBOLES		MATERIAL DE CALLE	MATERIAL DE EDIFICIOS	PROMEDIOS				NSCE HORA PICO	NSCE HORA NORMAL	NSCE	OBSERVACIONES
	>3 m	3 m			ANCHO DE CALLE (m.)	No. DE CARRILES	ALTO EDIFICIOS	VEHICULOS X MINUTO				
33	0	14	A*/C*	L*/C*	15	5	9.00	108	91.0	79.4	91.2	CALLE AMPLIA, TRAFICO PESADO
34	27	2	A*/C*	L*	9	3	9.00	64	87.3	74.4	87.5	CALLE AMPLIA, TRAFICO PESADO
35	22	2	A*/C*	L*	9	3	9.00	61	81.6	73.1	82.1	CALLE AMPLIA, TRAFICO PESADO
36	4	0	C*	L*	18	6	9.00	124	79.1	73.3	80.1	CALLE AMPLIA, TRAFICO PESADO
37	28	29	A*/C*	L*	15	5	6.00	49	70.6	84.9	85.1	CALLE AMPLIA, TRAFICO PESADO
38	6	7	A*	L*	6	2	6.00	36	83.1	73.7	83.5	TRAFICO PESADO
39	0	7	A*/C*	L*	6	2	6.00	19	83.2	69.3	83.5	POCO TRAFICO, TRAFICO PESADO
40	5	21	Ad	L*	14	0	9.00	0	81.7	73.6	82.3	SOLO PASO DE PEATONES
41	0	30	Ad/C*	Ca	12	4	9.00	98	85.1	78.8	85.9	JARDIN EN 2 ESQUINAS
42	19	4	Ad	L*/Ca	6	2	9.00	15	76.9	68.3	77.5	JARDIN, TRAFICO PESADO
43	0	0	Ad	L*	16	0	12.00	0	78.0	64.2	78.2	SOLO PASO DE PEATONES
44	0	0	A*	C*	24	8	5.30	106	91.1	83.1	91.7	BAJO PLAZA TAPATIA, TRAF. PESADO
45	97	5	C*	L*/Cr	18	6	6.00	109	77.2	85.3	85.9	ESTACIONAMIENTO, TRAFICO PESADO
46	39	1	A*	L*	9	3	6.00	74	77.0	85.5	86.0	ESTACIONAMIENTO, TRAFICO PESADO
47	21	1	A*	L*	9	3	6.00	81	82.5	75.2	83.2	CALLE AMPLIA, TRAFICO PESADO
48	17	12	Ad	L*/Ca	6	2	9.00	73	83.5	69.2	84.2	CALLE ANGOSTA, TRAFICO PESADO
49	27	31	Ad/C*	Ca	12	4	15.00	107	86.3	82.5	87.8	2 JARDINES, TRAFICO PESADO
50	5	0	Ad	Ca	6	2	9.00	68	82.8	71.8	83.1	JARDIN, TRAFICO PESADO
51	17	17	Ad	Ca	6	2	15.00	27	79.2	76.1	81.0	CALLE ANGOSTA, TRAFICO PESADO
52	0	0	Ad	L*	6	2	18.00	98	84.1	74.3	84.5	CALLE ANGOSTA, TRAFICO PESADO
53	21	3	Ad/C*	L*/C*	18	6	3.00	156	88.2	74.4	88.4	C. AMPLIA, PUENTE, TRAF. PESADO
54	29	16	A*/C*	L*	15	5	3.00	67	72.7	76.1	77.7	CALLE AMPLIA, TRAFICO PESADO
55	4	11	A*	L*	6	2	6.00	45	75.8	83.1	83.8	TRAFICO PESADO
56	1	10	C*	L*	6	2	9.00	39	84.0	73.1	84.3	TRAFICO PESADO
57	11	15	Ad/C*	L*	6	2	9.00	46	82.8	70.7	83.2	TRAFICO PESADO
58	21	20	Ad/C*/A*	L*/C*	12	4	6.00	89	86.6	79.5	87.4	CALLE AMPLIA, TRAFICO PESADO
59	5	9	A*	L*	6	2	9.00	29	82.0	69.2	82.2	POCO TRAFICO, TRAFICO PESADO
60	10	15	Ad/A*	L*	6	2	6.00	26	80.5	67.8	80.7	POCO TRAFICO, TRAFICO PESADO
61	12	38	A*	L*	6	2	6.00	37	81.8	68.4	82.0	TRAFICO PESADO
62	33	12	A*/C*	L*	15	5	6.00	98	85.7	79.0	86.5	CALLE AMPLIA, TRAFICO PESADO
63	23	22	A*/C*	L*	15	5	6.00	64	73.9	76.3	78.3	CALLE AMPLIA, TRAFICO PESADO
64	24	7	A*	L*	6	2	3.00	43	86.0	75.9	86.4	TRAFICO PESADO

SIMBOLOGIA

A* ASFALTO Ca CANTERA Cr CRISTAL
 C* CONCRETO M* MARMOL m METROS
 Ad ADOQUIN L* LADRILLO O ADOBE C/ENJARRE

CALLE AMPLIA = MAYOR A 9 m.
 TRAFICO PESADO = MAYOR A 3 TONELADAS
 TRAFICO LIVIANO = MENOR A 3 TONELADAS

Continúa

CUADRO No. 4. CUADRO COMPARATIVO: CARACTERISTICAS DE LOS PUNTOS CON LOS NIVELES DE RUIDO PRESENTES

PUNTO	ALTURA ARBOLES		MATERIAL DE CALLE	MATERIAL DE EDIFICIOS	PROMEDIOS				NSCE HORA PICO	NSCE HORA NORMAL	NSCE	OBSERVACIONES
	>3 m	≤3 m			ANCHO DE CALLE (m.)	No. DE CARRILES	ALTO EDIFICIOS	VEHICULOS X MINUTO				
65	3	2	A*	L*/Ca	6	2	6.00	29	82.0	71.5	82.3	POCO TRAFICO, TRAFICO PESADO
66	0	16	A*	L*/Ca	6	2	6.00	46	87.6	75.5	88.0	TRAFICO PESADO
67	14	18	A*	L*	12	4	6.00	76	90.1	79.5	90.3	JARDIN, TRAFICO PESADO
68	22	7	A*	L*	6	2	6.00	54	87.0	73.8	87.3	TRAFICO PESADO
69	35	8	A*	L*	6	2	6.00	17	66.7	84.1	84.3	POCO TRAFICO, TRAFICO PESADO
70	44	21	A*	L*	6	2	3.00	4	73.4	61.5	73.6	JARDIN, ESCUELA, TRAFICO LIVIANO
71	40	16	A*	L*	15	5	6.00	98	76.9	84.9	85.5	C. AMPLIAS, PARQUE, TRAF. PESADO
72	31	12	A*/C*	L*	12	4	6.00	112	69.0	72.8	74.3	CALLE AMPLIA, TRAFICO PESADO
73	11	12	A*	L*	6	2	3.00	29	79.2	83.3	84.7	POCO TRAFICO, TRAFICO PESADO
74	6	8	A*	L*	6	2	6.00	13	79.3	60.4	79.5	POCO TRAFICO, TRAFICO PESADO
75	6	4	A*	L*	6	2	6.00	27	85.6	68.1	85.8	POCO TRAFICO, TRAFICO PESADO
76	20	17	A*	L*	12	4	6.00	55	89.0	84.3	90.2	CALLE AMPLIA, TRAFICO PESADO
77	7	15	A*	L*	6	2	6.00	57	87.1	79.2	87.7	TRAFICO PESADO
78	17	19	A*	L*	6	2	6.00	23	74.4	87.9	88.1	POCO TRAFICO, TRAFICO PESADO
79	3	0	A*	L*	6	2	6.00	30	78.9	82.7	84.2	JARDIN, ESCUELA, TRAF. PESADO
80	1	0	A*	L*	6	2	6.00	20	75.1	81.2	82.1	JARDIN, TRAFICO PESADO
81	17	2	A*	L*/Cr	15	5	6.00	106	75.9	88.7	88.9	JARDIN, ESTAC., TRAF. PESADO
82	40	8	A*/C*	L*	12	4	6.00	107	74.0	76.0	78.1	JARDIN, TRAFICO PESADO
83	8	11	A*	L*	6	2	3.00	19	84.8	67.5	85.0	JARDIN, TRAFICO PESADO
84	20	6	A*	L*	6	2	3.00	18	78.8	60.2	79.0	POCO TRAFICO, TRAFICO PESADO
85	19	8	A*	L*	6	2	6.00	27	84.7	73.7	85.0	POCO TRAFICO, TRAFICO PESADO
86	35	2	A*	L*	12	4	6.00	45	89.5	77.3	89.8	CALLE AMPLIA, TRAFICO PESADO
87	8	2	A*	L*	9	3	3.00	17	82.9	79.5	84.5	POCO TRAFICO, TRAFICO PESADO
88	21	8	A*	L*	6	2	6.00	29	62.0	79.6	79.8	POCO TRAFICO, TRAFICO PESADO
89	23	3	A*	L*	6	2	3.00	33	76.3	80.5	81.9	TRAFICO PESADO
90	19	4	A*	L*	6	2	3.00	32	77.7	84.0	80.9	POCO TRAFICO, TRAFICO PESADO
91	15	9	A*	L*	6	2	6.00	18	77.5	77.6	80.5	POCO TRAFICO, TRAFICO PESADO
92	10	5	A*	L*	15	5	6.00	95	74.7	87.7	88.0	CALLE AMPLIA, TRAFICO PESADO
93	36	9	A*/C*	L*	12	4	6.00	62	74.5	74.5	77.5	TRAFICO LIVIANO
94	4	5	A*	L*	6	2	3.00	26	81.9	73.3	82.4	TRAFICO PESADO
95	16	12	A*	L*	9	3	3.00	16	74.6	67.9	75.5	POCO TRAFICO, TRAFICO PESADO
96	30	1	A*	L*/Ca	15	5	18.00	53	89.2	84.2	90.3	CALLE AMPLIA, TRAFICO PESADO

SIMBOLOGIA

A* ASFALTO Ca CANTERA Cr CRISTAL
 C* CONCRETO M* MARMOL m METROS
 Ad ADOQUIN L* LADRILLO O ADOBE C/ENJARRE

CALLE AMPLIA = MAYOR A 9 m.
 TRAFICO PESADO = MAYOR A 3 TONELADAS
 TRAFICO LIVIANO = MENOR A 3 TONELADAS

Continúa

CUADRO No. 4. CUADRO COMPARATIVO: CARACTERISTICAS DE LOS PUNTOS CON LOS NIVELES DE RUIDO PRESENTES

PUNTO	ALTURA ARBOLES		MATERIAL DE CALLE	MATERIAL DE EDIFICIOS	PROMEDIOS				NSCE HORA PICO	NSCE HORA NORMAL	NSCE	OBSERVACIONES
	>3 m	≤3 m			ANCHO DE CALLE (m.)	No. DE CARRILES	ALTO EDIFICIOS	VEHICULOS X MINUTO				
97	7	19	A*	L*	6	2	3.00	35	81.9	69.3	82.2	TRAFICO PESADO
98	10	0	A*	L*	6	2	3.00	29	76.9	66.1	77.1	JARDIN, TRAFICO PESADO
99	15	3	A*	L*	6	2	3.00	21	83.8	71.5	84.3	POCO TRAFICO, TRAFICO PESADO
100	19	3	A*	L*	6	2	3.00	23	82.3	76.4	83.2	POCO TRAFICO, TRAFICO PESADO
101	25	3	A*	L*	6	2	3.00	25	81.3	67.1	81.4	POCO TRAFICO Y LIVIANO
102	20	14	A*	L*	6	2	6.00	32	74.1	68.3	75.1	TRAFICO PESADO
103	11	12	A*	L*	15	5	6.00	76	77.0	74.8	79.0	CALLE AMPLIA, TRAFICO PESADO
104	34	16	A*/C*	L*	12	4	9.00	96	75.6	71.8	77.1	CALLE AMPLIA Y TRAFICO LIVIANO
105	15	6	A*	L*	6	2	3.00	28	75.6	80.4	81.6	TRAFICO PESADO
106	17	0	A*	L*	6	2	3.00	22	71.6	60.1	71.9	POCO TRAFICO, TRAFICO PESADO
107	22	10	A*	L*	12	4	3.00	58	89.1	77.2	89.3	CALLE AMPLIA, TRAFICO PESADO
108	6	12	A*	L*	6	2	6.00	48	71.6	75.7	77.1	TRAFICO PESADO
109	8	0	A*	L*	6	2	6.00	19	71.1	74.4	76.0	POCO TRAFICO LIVIANO
110	51	2	A*	L*	6	2	6.00	15	66.4	80.5	80.8	POCO TRAFICO LIVIANO
111	38	0	A*	L*	6	2	6.00	9	68.8	76.4	77.1	POCO TRAFICO LIVIANO
112	20	13	A*	L*	6	2	6.00	8	80.0	61.1	80.2	POCO TRAFICO LIVIANO
113	18	2	A*	L*	15	5	6.00	87	77.3	73.5	78.8	CALLE AMPLIA, TRAFICO PESADO
114	19	25	A*/C*	L*	12	4	6.00	67	69.4	73.1	74.6	CALLE AMPLIA Y TRAFICO LIVIANO
115	10	40	A*	L*	6	2	6.00	32	73.7	77.6	79.0	TRAFICO PESADO
116	3	25	A*	L*	6	2	6.00	28	79.2	66.8	79.4	TRAFICO PESADO
117	30	15	A*	L*	18	6	3.00	54	92.1	81.6	92.5	CALLE AMPLIA, TRAFICO PESADO
118	9	13	A*	L*	6	2	3.00	39	71.9	67.9	73.3	TRAFICO PESADO
119	35	5	A*/C*	L*	15	5	6.00	67	77.6	82.3	83.5	TRAFICO PESADO
120	12	14	A*	L*	9	3	6.00	54	81.9	76.6	82.9	CALLE AMPLIA, TRAFICO PESADO
121	2	9	A*	L*	9	3	6.00	71	78.2	72.7	79.3	PARQUE, TRAFICO PESADO
122	21	18	A*/C*	L*	15	5	6.00	120	90.5	79.4	90.6	CALLE AMPLIA, TRAFICO PESADO
123	2	22	A*	L*	9	3	6.00	38	82.7	79.4	84.3	TRAFICO PESADO
124	28	8	A*	L*	6	2	6.00	19	69.9	61.6	70.6	POCO TRAFICO LIVIANO
125	13	12	A*	L*	6	2	6.00	24	58.4	60.8	64.0	POCO TRAFICO LIVIANO
126	21	5	A*	L*	6	2	3.00	16	67.2	62.9	68.5	POCO TRAFICO LIVIANO
127	7	4	A*	L*	6	2	6.00	13	68.0	59.8	66.9	POCO TRAFICO LIVIANO
128	7	1	A*	L*	6	2	6.00	15	69.1	56.9	69.4	POCO TRAFICO LIVIANO
129	27	15	A*/C*	L*	21	7	6.00	82	71.2	74.9	76.4	AV. AMPLIA, TRAFICO PESADO

SIMBOLOGIA

A* ASFALTO Ca CANTERA Cr CRISTAL
 C* CONCRETO M* MARMOL m METROS
 Ad ADOQUIN L* LADRILLO O ADOBE C/ENJARRE

CALLE AMPLIA = MAYOR A 9 m.
 TRAFICO PESADO = MAYOR A 3 TONELADAS
 TRAFICO LIVIANO = MENOR A 3 TONELADAS

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente estudio se dan a conocer aspectos de la problemática existente en nuestro entorno, a través de algunos de los principales fundamentos técnicos y metodología a seguir para un estudio de ruido ambiental.

Es así que una vez que se detecta la fuente de ruido y se analiza a que se debe este fenómeno tan molesto podemos con toda certeza decir que la presencia de altos niveles de ruido en la zona centro y en el resto de nuestra ciudad son el resultado de numerosos factores, entre los que destacan un elevado parque vehicular, una inadecuada planeación en la circulación de autobuses de pasajeros, la lentitud de la circulación por no respetar las paradas autorizadas, de una deficiente sincronía en los semáforos, el tránsito pesado por calles angostas o de un sólo carril que evita que se dispersen las ondas sonoras, la falta de vegetación con follaje denso y diferentes estratos que atenúe algo de ruido, la utilización de autos con un promedio de vida de 14 años con motores viejos y escapes ruidosos (37), la ausencia de aplicación de las normas que hay para ruido, los materiales de construcción sin características para atenuación o absorción de ondas sonoras.

Las recomendaciones se integran a través de 5 incisos para facilitar su referencia:

a).- Se sugiere las siguientes recomendaciones en la metodología a utilizar en estudios subsecuentes de ruido ambiental:

- Selección de los puntos de medición.

- Calibrar la instrumentación antes y después de las medidas.
- Verificar la precisión del equipo utilizado, de preferencia utilizar un sonómetro de clase 1 ó 2 (aún más si es integrador de precisión) son de los aceptados por las normas (31,32,34).
- Conviene no evitar las interferencias en la ubicación de los puntos de medida, puesto que toda interferencia del punto (postes, puestos, columnas, etc.) es parte del entorno y están presentes como condiciones normales del medio en nuestro estudio.
- Si las condiciones de humedad y viento son extremas, suspender las mediciones.
- Realizar las mediciones a una altura de entre 1.10 m y 1.30 m, y a .60 m de separación de nuestro cuerpo, tomando en cuenta cualquier interferencia que altere de algún modo las mediciones (personas cruzando frente a nosotros, calles angostas, sirenas, postes de luz o teléfono, puestos de periódicos, etc.) puesto que todas estas son parte del entorno.
- Anotar fecha y hora de las mediciones de cada punto.
- Realizar la medición de 4 minutos por punto como mínimo.
- Se recomienda realizar mediciones de ruido puntuales tomando en cuenta: las 24 horas del día, todos los días de la semana; para este estudio no se efectuaron mediciones de ruido en horario nocturno puesto que en algunos puntos el riesgo de sufrir un asalto es alto.
- Tomar mediciones de ruido dentro de las fincas para conocer el grado de contaminación por ruido que representa para los habitantes de la zona en estudio.
- Además del estudio de ruido, se sugiere tomar el grado de exposición y el daño que tienen los trabajadores (trabajadores en la vía pública como los agentes de tránsito, vendedores ambulantes, vendedores en puestos fijos, etc.), realizándolo a través de la utilización de un dosímetro, un estudio audiométrico y valoración del grado de molestia.

b).- Otra de las recomendaciones, es la de realizar estudios de la atenuación de ruido por medio de la vegetación, valorar qué plantas por sus características de follaje, densidad, estrato, podemos utilizar para atenuar los niveles de ruido presentes en algunos de los puntos de la zona centro de Guadalajara y en la ciudad en general.

c).- Realizar un estudio de ruido dentro de las fincas de cada uno de los 129 puntos en los que se tomaron las mediciones, esto con el fin de conocer los decibeles presentes en el interior de las viviendas, locales comerciales, etc., y al mismo tiempo realizar audiometrías de los habitantes o de las personas que más tiempo pasan en ese punto y así valorar el grado de daño, si es que lo hay, y relacionarlo con los niveles presentes dentro de las fincas.

d).- Realización de un sondeo a través de cuestionarios para conocer el punto de vista que los habitantes de diferentes zonas de nuestra ciudad tienen en torno al fenómeno de contaminación por ruido, tomando en cuenta los siguientes puntos:

- Sexo del entrevistado
- Edad
- Grado de estudio
- ¿Le molesta el ruido?
- ¿Cuál cree que es la principal fuente de contaminación por ruido?
- ¿Qué tipo de molestia le causa el ruido?
- ¿Qué calle considera la mas ruidosa?
- ¿Considera que la zona centro de Guadalajara es ruidosa?
- ¿Ha sufrido alguna vez de acufenos? (pitidos en sus oídos que los demás no escuchan).

Trabajar en favor de una propuesta tendiente a regular la emisión de ruido, a través de actividades y disposiciones de diversa índole, como puntos principales se sugieren los siguientes:

- Sincronizar semáforos en calles por donde circulen vehículos pesados.
- Habilitar las paradas de transporte de pasajeros y cumplirlas según lo marque la Secretaría de Vialidad y Transporte.
- Realizar verificaciones a los vehículos, tomando en cuenta las emisiones de ruido del escape, frenos y motor (la norma (31) sólo marca medición de ruido del escape).
- Reglamentar los centros nocturnos, sobre las horas de servicio y apoyarlos en la construcción de sus locales, dotándoles de información sobre materiales aislantes o absorbentes de ruido.
- Regular propaganda con altavoces y equipos de sonido, ya sea montados en vehículos como en negocios establecidos.
- Reglamentar los juegos pirotécnicos para festividades (cívicas o religiosas).

Es evidente que los niveles de ruido presentes en la zona de Guadalajara esta muy por encima de lo que marca la norma (31,32,33,34), las condiciones de bienestar se ven afectadas por este contaminante incidiendo en la salud, calidad de vida y confort de los tapatíos, es por ello que este estudio se presenta como una alternativa para conocer la problemática y en un futuro implementar recursos técnicos y humanos para apoyar las medidas a favor de su atención.

8. BIBLIOGRAFÍA

8. BIBLIOGRAFÍA

- 1.- ALAMAR, M. y García, A. Estudio de ruido ambiental en Alcoi. Técnica acústica, 1993. Valladolid, España.
- 2.- ARANA, B. y García, A. Estudio de ruido ambiental en Pamplona. Revista de Acústica, 1990. España.
- 3.- ATLAS, Escolar Universal. Ed. Porrúa. 1988, México, D.F.
- 4.- BEHAR, A. El Ruido y su Control, Trillas. 1994, México.
- 5.- BRUEL & KJAER. Las Mediciones del Ruido Urbano. Dinamarca, 1980.
- 6.- CARDENAS, G., Huerta, T., Adame, W. Ruido: el Punto de Vista de los Habitantes del Área Metropolitana de la Ciudad Monterrey. Memorias del 1er. Congreso Mexicano de Acústica. 1994. Monterrey, Nuevo León, México.
- 7.- DOCUMENTOS HISTORICOS, Legislación General Aplicada en el Municipio de Guadalajara, Volumen I, H. Ayuntamiento de Guadalajara 1992-1995.
- 8.- DOCUMENTOS HISTORICOS, Legislación General Aplicada en el Municipio de Guadalajara, Volumen II, H. Ayuntamiento de Guadalajara 1992-1995.
- 9.- DOMINGUEZ, G., López, L. Análisis de Frecuencia del Ruido en la Cd. de México y Zona Metropolitana. Memorias del 2do. Congreso Mexicano de Acústica. 1995. Guadalajara, Jalisco, México.

- 10.- DOMINGUEZ, G. Ruido, El Contaminante Nuestro de Cada Día. Memorias del 1er. Congreso Mexicano de Acústica. 1994. Monterrey, Nuevo León, México.
- 11.- FLORES, M., Vidal, L. La Problemática de Ruido en el Área Metropolitana de la Cd. de Monterrey. Memorias del 1er. Congreso Mexicano de Acústica. 1994. Monterrey, Nuevo León, México.
- 12.- GARCIA, A. Algunas consideraciones sobre la contaminación acústica en zonas urbanas. Universidad de Valencia. 1993, Valencia, España.
- 13.- GARCIA, A. Estudio de la relación entre la presión arterial y la exposición laboral al ruido. Depto. de Salud Pública, Medicina Preventiva y Medicina Clínica. Volumen 98, No. 1, 1992, Valencia, España.
- 14.- GARCIA, A. Estudio del Ruido Ambiental en la Comunidad Valenciana. Departamento de Física Aplicada. 1994, Valencia, España.
- 15.- GARCIA, A., Garrigues, J. Estudio de Ruido Ambiental en 2 ciudades pequeñas de la comunidad Valenciana. Laboratorio de Acústica. Universidad de Valencia. 1991, Valencia, España.
- 16.- GARCIA, A., Garrigues, J. Respuesta de los Valencianos ante el ruido ambiental. Universidad de Valencia. 1994, Valencia, España.
- 17.- GARCIA, A., Marcos, A. Medida de Ruido Ambiental en la Comunidad Valenciana. Universidad de Valencia. 1994, Valencia, España.
- 18.- GARCIA, R. La evolución temporal de la contaminación sonora en la Ciudad de Valencia. Universidad de Valencia. 1992, Valencia, España.
- 19.- GARCIA, R. La contaminación acústica en zonas urbanas. Valencia. 1986 , España.

- 20.- LIZANA, P., Negrete, R. Sonometro Digital. Memorias del 1er. Congreso Mexicano de Acústica. 1994. Monterrey, Nuevo León, México.
- 21.- LLANAS, P. La Conservación de la Audición. Memorias del 1er. Congreso Mexicano de Acústica. 1994. Monterrey, Nuevo León, México.
- 22.- MERCADO, D., Ortega, A., Luna, L., Estrada, R. El Sonido en Relación con la Percepción Dentro de la Vivienda. Memorias del 2do. Congreso Mexicano de Acústica. 1995. Guadalajara, Jalisco, México.
- 23.- MORALES, S. Llopis, G. Evaluación de los efectos de ruido ambiental sobre los residentes en el Centro Histórico de Valencia. 1991. Valencia, España.
- 24.- OCHOA, P., BOLAÑOS, F. Medida y Control del Ruido. 1990. Morcombo Editores, Barcelona, España.
- 25.- OROZCO, M., Delgadillo, S. et al. Estudio Preliminar de Ruido Ambiental en la Zona Centro de Guadalajara, 2do. Congreso Mexicano de Acústica, Septiembre, 1995. Guadalajara, México.
- 26.- OROZCO, M., Delgadillo, S., Romero L., Frías, U., Estudio de Ruido Ambiental, Desarrollo Residencial Colinas Country Club. CUCBA, Universidad de Guadalajara. Desarrollo Residencial Colinas Country Club, 1995, Guadalajara, México.
- 27.- PROGRAMA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA 1997-2001. Gobierno del Estado de Jalisco, SEMARNAP, Secretaría de Salud. Guadalajara, Jal., México. Marzo de 1997.
- 28.- SANZ SA, José Manuel. El ruido. M.O.P.U. Madrid 1987, España.

- 29.- **SEBALLOS, S., Salazar, A.** Evaluación Diagnostica, Localización de un Colegio. Santiago, Chile. Memorias del 2do. Congreso Mexicano de Acústica.1995. Guadalajara, Jalisco, México.
- 30.- **SEBALLOS, S., Salazar, M.** Ruido en Ambientes Académicos Ruido Ocupacional o Ruido No Ocupacional. Santiago, Chile. Memorias del 1er. Congreso Mexicano de Acústica. 1994. Monterrey, Nuevo León, México.
- 31.- **SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL.** Norma Oficial Mexicana. NOM-080- ECOL-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición. Diario Oficial de la Federación, 13 Enero 1995, México.
- 32.- **SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL.** Norma Oficial Mexicana. NOM-081- ECOL-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición. Diario Oficial de la Federación, 13 En. 1995, México.
- 33.- **SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVISION SOCIAL.** Norma Oficial Mexicana. NOM-011-STPS-1993. Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo en donde se genere ruido. Diario Oficial de la Federación, México.
- 34.- **SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVISION SOCIAL.** Norma Oficial Mexicana. NOM-080-STPS-1993. Higiene Industrial-Medio Ambiente Laboral. Determinación del nivel sonoro continuo equivalente al que se exponen los trabajadores en los centros de trabajo. Diario Oficial de la Federación, México.
- 35.- **SERVIN, R.** Contaminación Ambiental por Ruido. Memorias del 1er. Congreso Mexicano de Acústica. 1994. Monterrey ,Nuevo León , México.

- 36.- **SORIANO, L.** Contaminación por Ruido Ambiental. Memorias del 2do. Congreso Mexicano de Acústica. 1995. Guadalajara, Jalisco, México.
- 37.- **ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA EN INDICADORES HACIA EL DESARROLLO SUSTENTABLE, LA.** Pro Habitat, Guadalajara, Jal., 1997.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
DIVISION DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES

C. ALAN EDGARDO DELGADILLO SANTOS
P R E S E N T E.

Manifiestamos a Usted que con esta fecha ha sido aprobado su tema de titulación en la modalidad de TESIS con el título "CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE RUIDO AMBIENTAL, FUNDAMENTOS TEORICOS Y PROBLEMATICA EN LA ZONA CENTRO DE LA CIUDAD DE GUADALAJARA" para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptado como Director de dicho trabajo a la **M.C. MARTHA GEORGINA OROZCO MEDINA.**

A T E N T A M E N T E
" PIENSA Y TRABAJA "
LAS AGUJAS, ZAPOPAN, JAL., MARZO 24 DE 1998


M. EN C. ARTURO OROZCO BAROCIO
PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION


M. EN C. JOSE LUIS NAVARRETE HEREDIA
SECRETARIO DEL COMITE DE TITULACION

COMITE DE
TITULACION



c.c.p. M.C. MARTHA GEORGINA OROZCO.- Director del Trabajo.
c.c.p El expediente del alumno.

AOB/JLNH/mømn*

M.C. ARTURO OROZCO BAROCIO
PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION
DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGIA
P R E S E N T E

Por medio de la presente, nos permitimos informar a Usted, que habiendo revisado el trabajo de Titulación que realizó el pasante: *Alan Edgardo Delgadillo Santos*, con el título: *Contribución al Estudio de Ruido Ambiental, Fundamentos Teóricos y Problemática en la Zona Centro de la Ciudad de Guadalajara*, consideramos que ha quedado debidamente concluido, por lo que ponemos a su consideración el escrito final para autorización de impresión y en su caso programación de fecha de presentación y defensa del mismo.

Sin otro particular, agradecemos de antemano la atención que se sirva dar a la presente y aprovechamos la ocasión para enviarle un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E

Las Agujas, Nextipac, Zapopan, Jalisco. 27 de Marzo de 1998

Directora del Trabajo


M.C. Martha Georgina Orozco Medina

SINODALES

1. M.C. Ma. Cruz Arriaga Ruiz
2. M.C. Arturo Curiel Ballesteros
3. Geól. Roberto Maciel Flores
4. M.C. Guadalupe Caribay Chávez

