

EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN SONORA EN EL MICROCENTRO DE LA CIUDAD DE CORDOBA Y DE SU IMPACTO SOBRE LA SALUD Y LA CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACIÓN RESIDENTE Y TRANSEÚNTE

Tutor: Lic. R. Darío Sbarato
Asesor: César E. Romero

Municipalidad de Córdoba - Subsecretaría de Ambiente - Observatorio Ambiental

Laprida 854. Barrio Observatorio. (5000) CORDOBA.

E:MAIL: cesar@obsambi.oac.uncor.edu

Escuela de Fonoaudiología de la Facultad de Ciencias Médicas – UNC.

Ciudad Universitaria – (5000) CORDOBA

PROLOGO

El ruido forma parte de nuestro ambiente, siendo percibido en casos extremos como violencia acústica, constituyendo un riesgo para el hombre que al está expuesto y generando efectos sobre la salud que a largo plazo pueden ser irreversibles.

Con el desarrollo de los medios de transporte modernos, el automóvil en primer lugar y mas recientemente el transporte aéreo, se engendran en el aire vibraciones particularmente nocivas.

El ruido urbano en las grandes ciudades, está constituyendo un problema ambiental importante, pasando a ser uno de los factores principales de deterioro de la calidad de vida.

En el microcentro de la ciudad de Córdoba se concentran gran cantidad de actividades administrativas, comerciales, económicas, culturales y educativas, las cuales determinan que la mayor parte del flujo vehicular defina su destino en esta zona.

Esta situación sumada a la antigüedad y deterioro de los vehículos genera elevados niveles sonoros que superan los aceptados internacionalmente.

El siguiente trabajo es el resultado de una investigación realizada mediante un convenio entre el Observatorio Ambiental de la Municipalidad de Córdoba y la Escuela de Fonoaudiología de la Universidad Nacional de Córdoba; en donde se establece el primer diagnóstico de situación de ruido urbano en el microcentro de la ciudad a través de la evaluación de los niveles sonoros existentes en le mismo.

En el año 1999 se realizaron los cursos de capacitación en el área de la Problemáticas Ambientales Urbanas, una Introducción al Monitoreo del Ruido Urbano y al tratamiento de los datos.

El Observatorio Ambiental propuso diferentes abordajes para encarar la problemática del ruido urbano proveniente de fuentes móviles, sectorizando a la ciudad en tres grandes zonas: Nor – Oeste, Sur- Este, cada una de las cuales con sus principales accesos confluyen en la tercer zona que es el microcentro de la ciudad.

En la primer etapa del estudio se definió el problema y los objetivos generales y específicos a seguir.

Al no existir antecedentes en el país sobre este tema , las investigaciones internacionales sirvieron de base y guía para encaminar el trabajo.

En los primeros meses del año 2.000 se llevó a cabo el trabajo de campo, que constó por un lado de un aspecto objetivo (caracterización y monitoreo de niveles sonoros en la zona bajo estudio) y por otro lado un aspecto subjetivo (encuestas de relevamiento de opinión , dirigidas a la población que reside y a la que transita por el microcentro).

El sustento del estudio fue la realización de un marco teórico organizado en capítulos:

Capitulo I ----- Física del sonido

Capitulo II----- Ruido Urbano

Capitulo III----- Anatomía, Fisiología de la audición

Capitulo IV----- Efectos del ruido en el Ser Humano

Seguidamente se detalla el tipo de estudio, población bajo estudio, el diseño muestral y las técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de datos.

Finalmente se incluyo el análisis de los datos, presentación de resultados y las conclusiones pertinentes.

A través de este estudio se pretende aportar datos acerca de la situación actual en cuanto a ruido urbano en el microcentro de la ciudad, que servirán como punto inicial para futuras investigaciones dirigidas a resolver esta realidad que afecta a un gran número de personas en sus actividades diarias y con el paso del tiempo van deteriorando su calidad de vida.

RESUMEN

En el microcentro de la ciudad de Córdoba la realidad muestra un notable incremento de la flota vehicular como resultado de la intensa actividad productiva y comercial, ocasionando uno de los problemas ambientales más preocupantes como es la contaminación sonora.

En general, los excesivos niveles sonoros existentes provienen de las fuentes móviles e inciden tanto en la población que reside como en la que transita en el lugar.

Para llevar a cabo ésta investigación, se realizó un relevamiento de niveles sonoros, utilizando un sonómetro para caracterizar la situación acústica; como así también el relevamiento de opinión, a través de encuestas con preguntas de selección múltiple, de la población residente con el objeto de estimar las molestias inducidas por el ruido de tránsito sobre las comunicaciones, el sueño y la concentración; y de la población transeúnte con el objeto de caracterizar la dosis de exposición sonora estimando los efectos derivados de dicha dosis.

En la población residente, el índice promedio de molestia fue calculado en 3.0, si bien el promedio es relativamente bajo frente al valor máximo (8), existe un número importante de personas que se manifiestan molestas y altamente molestas, siendo la actividad más afectada la comunicación, seguida por la concentración y en menor medida el sueño.

En cuanto a la población que concurre diariamente al microcentro de la ciudad, aproximadamente la mitad permanece en calles y avenidas, en un tiempo promedio menor a 4 horas. Los niveles sonoros promedios encontrados en la zona bajo estudio superan notablemente los establecidos internacionalmente para proteger a la personas con un adecuado margen de seguridad, de ésta manera la población anteriormente mencionada estaría poniendo en riesgo su salud auditiva a largo plazo.

INTRODUCCION

El nivel de ruido ha ido acrecentándose como consecuencia inevitable de los avances tecnológicos, hasta constituirse en un elemento inseparable del entorno ambiental del ser humano. El ruido no sólo lo acompaña en el trabajo, también cuando se desplaza, cuando busca distracción y aún en la intimidad del hogar.

El notable incremento de los niveles sonoros se ha convertido en un grave problema en la ciudad de Córdoba, ésta realidad no escapa a la de otras grandes ciudades del mundo.

Si bien el ruido urbano es inevitable, la falta de adecuados controles genera un paisaje caótico que afecta a la ciudad.

En el microcentro de la ciudad de Córdoba el panorama demuestra que la actividad productiva y comercial provoca un aumento en la flota vehicular ocasionando excesivos niveles sonoros que inciden notablemente sobre la población que reside y transita en ésta zona.

A diferencia de otros contaminantes, el ruido no perdura ni se exporta; está localizado, y cesa cuando lo hace la fuente emisora. Pero también, es el primero en ser detectado por el oído humano, casi instantáneamente, el que más perturba sin necesidad de acumulación, y el que más directamente afecta al bienestar.

La población que reside en el microcentro de la ciudad se encuentra inmersa en éste ambiente sonoro que va degradando su calidad de vida. En primer lugar, puede ocasionarse un deterioro pronunciado e irreparable de la capacidad auditiva, además, las lesiones originadas por el ruido van mucho más allá de una hipoacusia, provocando desde problemas respiratorios hasta nerviosos. Por otro lado, se pueden encontrar dificultadas las comunicaciones interpersonales, el descanso, aquellas actividades que requieren concentración como la lectura o el estudio, cambios en la conducta y hasta el punto de poder llegar a afectar las actividades de recreación o esparcimiento.

Con respecto a la población que transita por el microcentro, los posibles efectos que se produzcan dependerán de la dosis diaria de exposición, es decir, de los niveles sonoros y el tiempo de exposición. Otro aspecto que puede estar perjudicado está relacionado con la conducta frente al ruido y las comunicaciones interpersonales.

INTERES PROFESIONAL - PERSONAL

En julio del año 1.999 el Observatorio Ambiental Municipal de Córdoba ofreció a la Escuela de Fonoaudiología la posibilidad de que alumnos del 5º año de la carrera interesados en formar grupos de investigación científica en el área de la problemática del ruido urbano se sumen al proyecto ya existente de monitoreo y caracterización de dicho problema; y al mismo tiempo, el compromiso de asesorar y coordinar dichos trabajos presentados en calidad de tesis de grado para acceder al título de la Licenciatura. Creándose, de ésta forma entre ambas instituciones un convenio que le dio marcha a la continuación de éste proyecto.

El principal objetivo con éste trabajo para nuestra profesión, es abordar la realidad del ser humano inmerso en una comunidad que lo somete voluntaria o involuntariamente a numerosos ataques acústicos que paulatinamente van a impactar en la calidad de vida y degradar un sentido indispensable al hombre, la pérdida progresiva de la función más esencial para la comunicación, es decir, la audición.

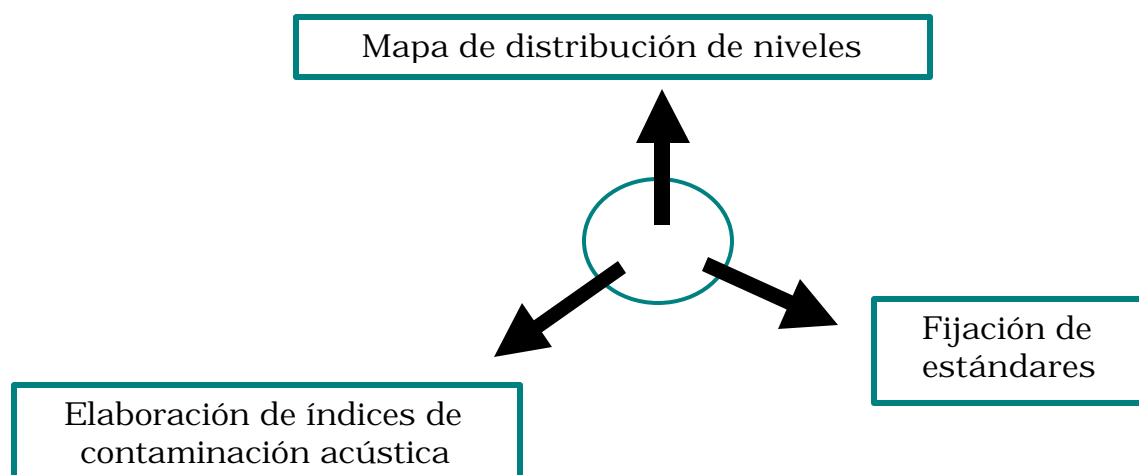
El común de las personas es encuadrar a la Fonoaudiología dentro de lo que atañe al ámbito hospitalario o privado ocupándose de las patologías que incumben a cada área de la disciplina: voz, lenguaje, odontoestomatología y audiología.

El avance del siglo XXI crea la necesidad en todo profesional de trabajar en red con diferentes disciplinas creando nuevos desafíos y responsabilidades en el desempeño de la profesión, siendo éste otro objetivo que intentamos llevar a cabo con ésta investigación.

INTERES INSTITUCIONAL

El Observatorio Ambiental Municipal está llevando a cabo un proyecto de monitoreo y caracterización de ruido urbano que se apoya en tres ejes fundamentales:

- Realizar un análisis detallado de la situación actual en materia de ruido urbano mediante el trazado del primer mapa estático de niveles en la Ciudad de Córdoba.
- Generar una base sólida de datos para la generación de estándares propios de “calidad acústica” en lo referido a ruido urbano y promover una ordenanza municipal que establezca límites de emisión e inmisión sonora.
- Generar un sistema eficiente de información al público mediante índices de contaminación acústica.



Para cumplir con éstos objetivos se ha elaborado un proyecto que requiere de la investigación en las diversas áreas relacionadas a ésta problemática:

Mapa estático de distribución de niveles sonoros y dosis de exposición

La primera etapa del proyecto es el diagnóstico de la contaminación acústica en la Ciudad de Córdoba, consiste en el trazado de un mapa estático de distribución de niveles de intensidad sonora y de dosis de exposición a ruido urbano característicos en la ciudad. Los datos provendrán del monitoreo en sitios y recorridos definidos por sus características según la metodología sugerida internacionalmente y serán volcados al sistema de información geográfica ambiental de nuestro observatorio.

Los objetivos del mapa de distribución de niveles son:

- ◆ Determinar el clima de ruido en la ciudad
- ◆ Determinar áreas fuertemente contaminadas
- ◆ Determinar áreas de baja polución, áreas preservables y “reservas”
- ◆ Determinar dosis de exposición a ruido urbano
- ◆ Actualizar la división de ámbitos

Monitoreos fijos para la determinación de parámetros acústicos

Serán de dos clases según el tiempo de muestreo:

- Sitios de monitoreo durante períodos cortos:

Consiste en la medición automática de dB(A) instantáneo durante períodos de tiempo del orden de 15 a 20 minutos en tres oportunidades no consecutivas por sitios y medición manual del flujo de vehículos diferenciados por tipos.

- Sitios de monitoreo durante períodos prolongados:

Consiste en el registro automático durante períodos mayores a 24 hs de dB(A) instantáneos con el objeto de estudiar de manera detallada el comportamiento del ruido durante todas las horas del día.

Los monitoreos móviles para la determinación de dosis de exposición se harán sobre esquemas de recorridos fijados de forma tal de recabar la mayor cantidad de información útil por trayectoria, de tal manera de ser representativos de la zona en estudio.

Así mismo se está trabajando en la medición de dosis de exposición por uso del sistema público de transporte.

Fijación de límites de emisión e inmisión

Se pretende la elaboración por primera vez en nuestra ciudad de los estándares de calidad acústica para dar paso después a una nueva ordenanza sobre ruido que contemple no solamente límites para los emisores sino también valores límites de inmisión.

Para ello es necesario el estudio de los niveles sonoros imperantes, los efectos psicológicos y fisiológicos, las dosis de exposición y la caracterización del comportamiento

de los ciudadanos respecto de los tiempos de exposición a ruido urbano en los diferentes ámbitos.

Elaboración de índices de contaminación acústica

Una de las tareas más importantes del Observatorio Ambiental es la información al público de los estados de contaminación imperantes en la ciudad. Hacerlo de una manera clara e intuitiva es un problema difícil de resolver para todos los medios (agua, aire y suelo). En el caso particular del aire existe un marco aceptado internacionalmente a partir del cual se pueden construir índices fácilmente comprensibles. En el caso de la contaminación acústica no existe tal marco y la construcción de índices intuitivos se ve dificultada por haber de por medio una escala logarítmica. La elaboración de los índices de contaminación acústica es una necesidad impostergable. Como primer paso, el Observatorio Ambiental ha puesto en marcha un sistema de encuestas a los vecinos que pretende asociar niveles cualitativos o subjetivos (leve, medio, alto, etc.) a niveles cuantitativos u objetivos, resultado del monitoreo.

INFORME DEL OBSERVATORIO AMBIENTAL, SUBSECRETARIA DE AMBIENTE DE LA MUNICIPALIDAD DE CORDOBA, AÑO 1.997 – 1.998

Aspectos objetivos

En el caso particular de la Ciudad de Córdoba, un conjunto de elementos tienden a agravar el problema de la exposición a niveles sonoros elevados por las fuentes móviles a saber:

- No existe ningún estudio sistemático previo que evalúe el problema en forma precisa, sistemática e interdisciplinaria;
- La normativa vigente establece límites muy permisivos de emisión;
- La flota vehicular se incrementó de 216.613 vehículos en 1987 a 369.540 en 1997 (Dirección de Planificación y Coordinación de Tránsito – Municipalidad de Córdoba 1998) para la misma infraestructura urbana en el microcentro;
- No existe una división de ámbitos urbanos para el control de ruidos molestos obsoleta;

- La inexistencia de estándares de calidad de aire y ruido urbano y la estructura altamente centralizada de las actividades económicas, administrativas, educativas y financieras que obligan a un número importante de personas a acudir diariamente al microcentro.

La ciudad de Córdoba cuenta en la actualidad con una población de 1.270.000 habitantes distribuidos en una superficie de 576 km². Desde su fundación hasta el presente, la urbe se desarrolló entorno de su centro histórico y cultural.

El microcentro tiene una superficie de influencia aproximada de 4 km², siendo la más problemática la zona comprendida entre calles Avellaneda, Salta, Humberto 1° y Bv. San Juan (aproximadamente 1,4 km²) y allí se confunden actividades comerciales, de prestación de servicios, administrativas, culturales, y financieras.

La población residente en la zona es de aproximadamente 72.000 habitantes.

Dada su posición relativa y la estructura radial de la red de avenidas, es la vía de comunicación más directa oeste-este y norte-sur (figura 1).

La flota de automotores está compuesta por un 67% de vehículos automotores livianos, 11% de utilitarios; 4% de vehículos pesados (incluyendo ómnibus del servicio público de transporte) y 18% de motocicletas. La antigüedad de la flota es importante. El 75% de la misma tiene al menos 5 años.

En lo referente al flujo vehicular, las principales arterias conducen un promedio superior a los 30.000 vehículos por día.

Un aspecto que tiene una importancia fundamental en los niveles de exposición por parte de los vecinos está estrechamente relacionado con la arquitectura del microcentro. Las aceras son estrechas, en la mayoría de los casos no supera el metro de ancho. Esta situación provoca que las personas estén expuestas a las fuentes emisoras a una distancia muy pequeña. Además, es físicamente imposible colocar barreras que disminuyan los niveles de exposición sin obstaculizar el libre tránsito peatonal.

Las mediciones fueron realizadas con medidores de nivel sonoro Tipo 2 marca TES modelo 1310A para el prediagnóstico de niveles y selección de sitios. Para utilizar éste equipamiento de una manera más eficiente, diseñamos registradores analógicos de estado sólido con resolución de 8 bits y capacidad de almacenamiento de 8192 muestras en memoria no volátil (e2prom serial 24C65), con intervalo de muestreo de 1 segundo y un conjunto de programas de computadora que permite rápidamente recuperar y tratar los valores registrados.

Para la determinación de los parámetros estadísticos se utilizó un medidor de nivel sonoro integrador Tipo I marca Aclan modelo SIP 95 con registrador incorporado y capacidad para medir y registrar simultáneamente niveles ponderados A y C. Este dispositivo tiene la particularidad de calcular en forma automática los parámetros Leq A, histograma de niveles sonoros, histograma de presiones acústicas, sobre un período de promediación programable por el usuario. Para poder hacer un tratamiento más preciso de los datos se diseñó un programa que permite recuperar los valores instantáneos almacenados en la memoria interna del medidor.

Metodología de Muestreo

En el área de 4 km² que contiene al microcentro se realizaron más de 50 mediciones en el horario de 8:00 a 17:00 hs. El trabajo de muestreo fue orientado a la caracterización de arterias y no de puntos, por lo tanto, los sitios fueron elegidos de tal manera de minimizar el aporte de las calles laterales. Para ello, se dispusieron los medidores en una punto equidistante de las esquinas a una altura de 1,50 mts. y a una distancia del borde de la acera de aproximadamente 1m, utilizando un trípode de uso fotográfico. Con el fin de determinar el período mínimo de medición para caracterizar un sitio se dispuso un medidor con registrador durante 24 horas en un punto característico. Con los datos registrados se tomaron Leqs A sobre distintos períodos de tiempo. Se observó que en los horarios de máxima actividad (que es lo que se quiere caracterizar) a intervalos de 15 minutos, la dispersión máxima en los Leqs A calculados, está dentro de la tolerancia de los equipos (+/-1dB). Este fue tomado como criterio de tiempo mínimo de medición.

Fue prácticamente imposible la ubicación de los medidores a una distancia mínima de 3 mts de la superficie reflectora más próxima en la mayoría de los sitios debido al escaso espacio disponible en la vía pública (figura 2).

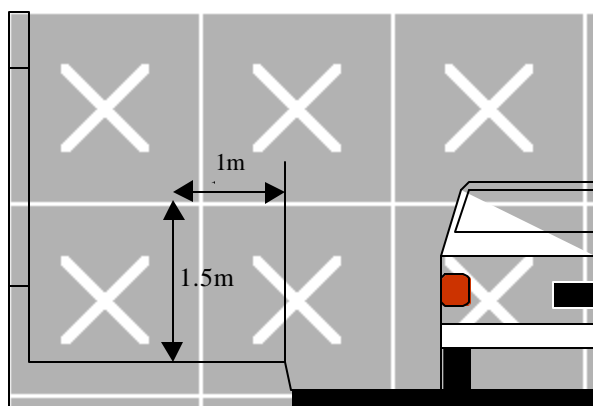


Figura 2 – Esquema de disposición de medidores

En todas las mediciones se utilizaron pantallas antiviento, las cuales se fabricaron para condiciones atmosféricas con velocidad de viento menor a 3 mts/s y humedad menor a 75 % (Datos Observatorio Meteorológico Nacional – FAA)

Resultados

Dado que la mayoría de los estudios relacionan los efectos adversos sobre la salud y el bienestar de las personas con el nivel continuo equivalente de ruido (Leq A) , en todos los sitios se calculó este valor además del nivel de fondo (L90) y los picos más frecuentes (L10).

Para una mejor interpretación de los resultados, se dividió la zona en dos áreas:

- El uso de las áreas peatonales es eminentemente comercial. Aquí, las principales fuentes no son móviles. La mayoría de ellas están relacionadas con fuentes fijas proveniente de las diversas actividades que se desarrollan y en general están relacionadas fuertemente con anuncios publicitarios y promociones de diversa índole (uso de megáfonos, promociones discográficas, anuncios a viva voz, etc.). Por su origen, los niveles sonoros no tienen un comportamiento uniforme a lo largo del día. Tampoco se encontró elevada repetibilidad en las mediciones en días diferentes de la semana para el mismo sitio. Ante ésta situación se condujo una experiencia de medición móvil con un medidor de nivel sonoro y un registrador digital portátil, promediando luego los niveles registrados sobre todo el recorrido.

Sobre 5 experiencias, el promedio en escala lineal obtenido fue de 72 dBA, con una desviación estándar de 3.3 dBA. La longitud total de las áreas peatonales es de 2.300 m sobre un total de 14.000 m lineales de arterias que componen el microcentro (Figura 3).

- Sobre los valores medidos, se obtuvo un promedio (escala lineal) de 79.4 dBA sobre la totalidad de los sitios caracterizados, con una desviación estándar de 2.61 dBA y una mediana de 79 dBA.

Aspectos subjetivos

Es por todos conocido que la perturbación que provoca el ruido en el ser humano tiene una componente subjetiva muy importante. Es por ello que al fijar los estándares se deberían considerar no sólo los efectos fisiológicos directos sino también aquellos derivados de situaciones que si bien no afectan a la salud, degradan la calidad de vida. Es en éste contexto que se diseñó una campaña breve de encuestas a los vecinos para el relevamiento de opinión sobre diversos tópicos referidos al comportamiento del ruido en su entorno de residencia, en el centro de la ciudad, las fuentes más molestas, los horarios en los que se producen, sus conductas en el microcentro (lugares más visitados, tiempo de permanencia, etc.) y actividades más afectadas por niveles excesivos. También se aprovechó la ocasión para sensar

el nivel de conocimiento acerca de los problemas de salud que el ruido provoca, conocimiento de la ordenanza municipal y la opinión sobre las responsabilidades del problema.

Contenido de la Encuesta

Generalidades:

- Edad
- Sexo
- Ocupación
- Domicilio
- Conocimiento de la Ordenanza
- Tipo de daño que el ruido de tránsito intenso puede causar
- Responsabilidades en la problemática.

Del Lugar de Residencia:

- Fuentes más ruidosas en el barrio
- Momento del día en el que se producen con mayor frecuencia
- Frecuencia de la perturbación
- Confortabilidad

Del Centro de la Ciudad:

- Gravedad del problema en el centro
- Comparación con el lugar de residencia
- Clasificación de las fuentes más importantes
- Motivo de permanencia en el centro
- Tiempo de permanencia en el centro
- Horario de visita al centro
- Lugar de permanencia
- Tres calles más ruidosas

Actividades habituales:

- Clasificación de actividades más perjudicadas por el ruido

Datos de Correlación:

Este punto requiere una explicación adicional. El encuestador, además de realizar el cuestionario, durante todo el recorrido lleva un medidor de nivel sonoro y un registrador portátil. Este último, además de registrar los datos de niveles de ruido cada 2 segundos posee dos pulsadores: Encuesta y Esquina. Estos dos botones fueron implementados con el objeto de facilitar la reconstrucción del mapa de niveles y la correlación entre datos medidos y opinión vertida por el encuestado. La pregunta f del cuestionario dice: ¿en este preciso instante, el ruido en este lugar es bajo, medio o alto?. En ese mismo momento el encuestador presiona el botón Encuesta, dejando una marca en el registro de datos. De esta manera, al analizar la secuencia de datos es posible estudiar la evolución de los niveles de ruido que indujeron al encuestador a dar su respuesta.

El objetivo de ésta sección es generar una base de datos que permita asignar a bandas de dB un rango subjetivo como es Bajo, Medio o Alto.

Con el objeto de poner a punto las estrategias de muestreo y encuesta se utilizó la cuadrícula de prueba del Inventario de Emisiones. La región muestreada es un cuadrado de aproximadamente 4Km² en las cercanías del microcentro (Barrio Observatorio, Centro, Nueva Córdoba, Bella Vista) en el que se trazaron los siguientes recorridos:

- Desde Observatorio, Capital Federal, Pueyrredón, Independencia, Ambrosio Olmos, Plaza de las Américas.
- Plaza de las Américas, Av. Velez Sarsfield, Boulevard San Juan, Mariano Moreno, Laprida, Observatorio.
- Observatorio, Laprida, Mariano Moreno, Fructuoso Rivera, Paraguay, Dante, Santa Cruz, San Luis, Mariano Moreno, Laprida, Observatorio.
- Observatorio, Laprida, La Pampa, Julio A. Roca, Paso de los Andes, Laprida, Observatorio.
- Laprida, Mariano Moreno, Oliver, Perú, Arturo M. Bas, Laprida, Observatorio.
- Plaza de las Américas, Richardson, Belgrano, Montevideo, Artigas, Observatorio.
- Observatorio, Laprida, Pje Gould, San Luis, Marcelo T. de Alvear, Julio A. Roca hasta Paso de los Andes.

En todos los recorridos se realizaron encuestas, sin embargo, dado que se cuenta con dos equipos para monitoreo de ruido, solo se pudo medir en los cuatro primeros. El muestreo

se realizó sobre los circuitos trazados. Los puntos de medición y encuesta se tomaron uno cada tres cuadras. En cada sitio de encuesta se midió durante 15 minutos. Este período es el recomendado por la Asociación de Acústicos Argentinos en su Segunda Reunión de Noviembre de 1.997 para monitoreo de ruido urbano.

Análisis de las Encuestas

En total se realizaron 72 encuestas de las cuales 42 fueron acompañadas de registros de niveles sonoros.

Las respuestas obtenidas se pueden agrupar de la siguiente manera.

Generalidades:

Conocimiento de la Ordenanza:

De la totalidad de encuestados, solamente el 20% dice conocer la existencia de la ordenanza municipal sobre ruidos molestos.

Tipo de daño que el ruido de tránsito intenso puede causar:

De la totalidad de encuestados, el 70% dice saber que el daño producido por el ruido de tránsito intenso es permanente; el 18 % piensa que el daño es solo temporario y el 12 % supone que provoca solo una molestia momentánea.

Responsabilidades en la problemática:

El 43% opina que el problema del ruido en la ciudad de Córdoba se debe exclusivamente a una falta de control por parte de las autoridades; el 17% una falta de conciencia ciudadana; el 9% por falta de educación y el 40% a una combinación de todas las causas citadas.

Del Lugar de Residencia:

Fuentes más ruidosas en el barrio

Al momento de indicar las fuentes de ruido más importante en su lugar de residencia, el 40 % indicó a los ómnibus como el elemento de mayor perturbación; el 31% indicó a las motos como las más molestas, mientras el 22% a los autos y el 7 % indicó otros elementos como los más molestos (publicidad, sirenas).

Momento del día en el que se producen con mayor frecuencia

El 33 % de los encuestados indicaron la mañana; el 18 % la noche; otro 18% la tarde; un 23 % siempre y el 8 % la siesta.

Del Centro de la Ciudad:

Gravedad del problema en el centro

El 42% de los encuestados opinó que los niveles de ruido en el centro son intolerables; el 55% opinó que es molesto y solamente el 3% opinó que es leve.

Clasificación de las fuentes más importantes

Los ómnibus son señalados como las fuentes más molestas en un 62%; el segundo lugar es ocupado por las motos con un 24%; los autos fueron señalados en un 13 % de los casos, mientras que el 1% restante representa otras fuentes como publicidad callejera, sirenas, etc.

Motivo de permanencia en el centro

Ante la pregunta ¿Debido a qué actividad permanece en el centro habitualmente?, un 34% señaló como motivo principal el trabajo; en segundo lugar con un 33% a compras; un 27% respondió trámites y el 6 % restante como pasatiempo.

Tiempo de permanencia en el centro

El 49 % de los encuestados dijo permanecer en el centro menos de 2 hora; el 27 % de 2 a 6 horas, el 12 % respondió de 6 a 10 y el 12 % restante más de 10 horas.

Horario de visita al centro

El 55 % señaló la mañana; el 27 % la tarde y el 18% restante señaló la siesta.

Lugar de permanencia

A la pregunta acerca de los lugares en los que permanece más tiempo, el 30 % contestó las áreas peatonales, el 29% en calles, el 26 % en oficinas públicas y el 15 % restante en galerías y shoppings.

Actividades habituales:

Clasificación de actividades más perjudicadas por el ruido

A la pregunta ¿Cuál es la actividad que se ve más perjudicada por el ruido intenso?, el 29% señaló las comunicaciones interpersonales, el 23% el estudio, el 18% la lectura, un 15 % el descanso y otro 15% actividades recreativas como escuchar radio o TV.

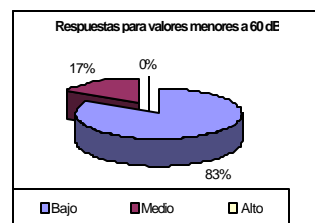
Datos de Correlación:

La cantidad de encuestas realizadas es aún escasa para poder correlacionar datos reales con la opinión vertida para asignar bandas del tipo bajo, medio o alto, sin embargo son informadas aquí como parte de las actividades realizadas.

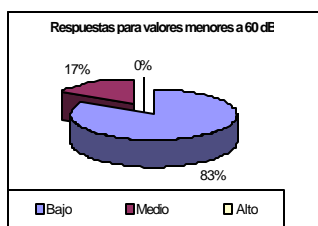
Al tener la posibilidad de registrar los niveles sonoros durante el recorrido de muestreo y encuesta, se tomaron los parámetros Leq, L10 y L90 sobre el último minuto antes de la respuesta. Se obtuvieron los siguientes datos estadísticos:

Valores menores a 60 dBA:

Para el Leq sobre el último minuto, para valores por debajo de 60 dB, el 83 % opinó que el nivel era bajo; el 17% medio. Ninguno opinó que era alto el nivel en ese momento.



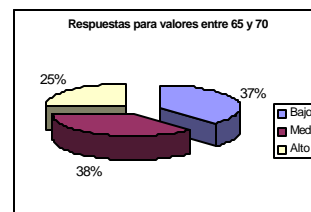
Valores entre 60 y 65 dBA:



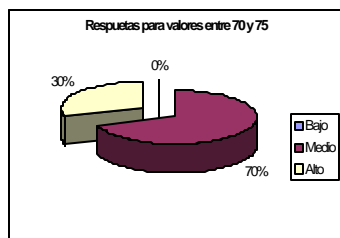
Para valores de Leq entre 60 y 65 dB, el 33% dijo bajo; era el 47 % respondió medio respondió alto.

Valores entre 65 y 70 dBA:

Para registros entre 65 y 70 dB, el 33% respondió bajo; el 38 % dijo medio y el 25% restante opinó alto.



Valores entre 70 y 75 dBA:



Finalmente para valores entre 70 y 75 dB, el 70% respondió medio, el 30 % alto y ninguno respondió bajo

CONCLUSIONES

El microcentro de la Ciudad de Córdoba es paso obligado para un sinnúmero de actividades. Cientos de miles de personas rutinariamente se ven expuestas a las diversas problemáticas de ésta zona de la ciudad. Los niveles sonoros medidos durante la campaña, manifiestan que los mismos son un importante factor de deterioro no solo de la calidad de vida y confort de los vecinos sino también de la salud pública.

En relación con los efectos directos sobre la salud auditiva, niveles promedio de 79 dBA, siguiendo el criterio de igualdad de energía, permiten una exposición diaria de solo 2 horas si se pretende conservar la salud auditiva del percentil 95 de la población expuesta. En general, las actividades desarrolladas habitualmente demandan más de 2 horas de permanencia en la zona.

Respecto de las relaciones interpersonales, los niveles medidos pueden considerarse como una barrera importante en las comunicaciones habladas incluso en las zonas “más tranquilas” del microcentro (áreas peatonales). Esto teniendo en cuenta que en todas las calles muestreadas se superan ampliamente los 66 dBA, lo cual indica que en el centro de la ciudad se pierde más del 5% de la información que integra el sistema de comunicación entre personas para niveles de voz y distancias normales.

Finalmente, si bien la presente investigación constituye un trabajo de tipo exploratorio, los resultados obtenidos son lo suficientemente contundentes como para demostrar la necesidad de:

- ◆ Tomar conciencia desde el ámbito gubernamental de la problemática planteada.

- ◆ Generar los cambios necesarios en la normativa municipal que permitan hacerle frente a la problemática del ruido de tránsito por fuentes móviles de manera efectiva.

- ◆ Dar inicio sin demora a programas de conservación de la audición para concienciar a la comunidad y evitar la potenciación de los daños.

Incorporar en el diseño de las políticas de distribución del tránsito la variable asociada al ruido por fuentes móviles.

- ◆ Culminar el diagnóstico en las zonas periféricas.

- ◆ Caracterizar el comportamiento del ruido y la reacción de la población frente a las perturbaciones del ruido urbano.

- ◆ Evaluar el impacto económico de la problemática.

INTERES SOCIAL

El ruido produce una serie de efectos sobre la calidad de vida de los seres humanos que dependen crucialmente del tipo e intensidad sonora del mismo. Existen en la ciudad, áreas de riesgo con niveles sonoros que exceden los aceptados internacionalmente para el adecuado desempeño de las actividades y el impacto de la salud en general.

Al no existir antecedentes científicos en el país sobre la contaminación que provoca el ruido urbano, se pretende obtener una base de información que sirva no solo para establecer medidas de control, sino también, para implantar nuevas ordenanzas, actualizar las vigentes e instaurar campañas educativas que respondan al continuo crecimiento de la ciudad y a la realidad sonora en la que se encuentran sus habitantes.

ANTECEDENTES

ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Organización Mundial de la Salud (O. M. S):

Mundialmente, la disminución de la audición inducida por ruido es el riesgo profesional irreversible más prevaleciente.

En los países en vía de desarrollo, no sólo el ruido profesional, sino también el medioambiental es un factor de riesgo creciente para el deterioro de la audición.

En 1.995, en la Asamblea Mundial de la Salud, se estimó que existen 120.000.000 de personas con dificultades auditivas en el mundo.

Se ha demostrado, que hombres y mujeres están en igualdad de condiciones en cuanto a la pérdida auditiva inducida por ruido.

Una reciente investigación japonesa se realizó a 3.600 mujeres entre 20 y 80 años que vivían en ocho zonas expuestas a diferentes ruidos de tránsito. Los resultados, demostraron cuatro medidas de pérdida de la calidad de sueño (dificultad para dormir, sueño interrumpido, despertares en horarios muy tempranos y sentimientos de insomnio uno o más días a la semana).

Estudios epidemiológicos y de laboratorio que involucraron a obreros expuestos al ruido profesional, y a las poblaciones en general que viven en áreas ruidosas alrededor de los aeropuertos, industrias y calles ruidosas, indican que el ruido puede producir impactos temporales y permanentes en las funciones fisiológicas humanas.

Agencia de Protección Medioambiental (E.P.A):

En un reciente estudio realizado en EE.UU, se encontró que el 46% de 1.200 encuestados se sintieron, en algún momento molestos por el ruido de tránsito. Dentro de las actividades que fueron informadas como interrumpidas, el sueño fue la más afectada por el ruido de tránsito, continuando en el orden, el escuchar televisión, radio, música, actividad mental, como así también leer, escribir, pensar, conducir, conversar, descansar y caminar.

Con respecto a resultados de las investigaciones de molestia, éstos indican, que por debajo de un Ldn (nivel sonoro día-noche) de 55 dB, menos del 1% de las personas es esperable que se queje, no obstante el 17% de las personas puede responder como altamente molesto. La no- reacción puede ser esperada en la comunidad promedio aunque el ruido sea un factor importante.

Cuando el Ldn, es de 60 dB, aproximadamente el 2 % de las personas puede esperarse que se queje, no obstante el 23 % de las personas puede responder como altamente molesta. Si los niveles se incrementan sobre 65 dB, más del 5 % puede esperarse que se queje, y más del 33 % puede responder como altamente molesto. Cada vez más, vigorosas reacciones de la comunidad puede esperarse, y el ruido se transforma en el factor dominante en el disgusto de un sector de la comunidad.

Se estima que 12.000.000 de personas viven en áreas donde el Ldn al aire libre excede los 70 dB, y es probable que ellos experimenten molestias severas y la posible pérdida auditiva.

Por otro lado, más personas se exponen a los niveles más altos de ruido de la autopista y aviones que al de tránsito urbano; aproximadamente 300.000 personas viven en áreas expuestas a los niveles de Ldn 80 dB o superior del tráfico de la autopista, 200.000 personas se encuentran expuestas a ruido de aviones, y 100.000 personas expuestas al tránsito urbano.

Antecedentes periodísticos:

La Voz del Interior, domingo 23 de julio de 2.000, página 24 B. (EFE)

“ LOS ITALIANOS Y LOS RUIDOS QUE SOPORTAN”

El 72 % de la población italiana (40.000.000 de personas) están expuestas a niveles de ruido superior a los estándares fijados por la O. M. S, siendo las ciudades más afectadas Milán (norte) con 75 dB durante el día y Roma con niveles de 71 dB por la noche.

La O.N.U (Organización de las Naciones Unidas) informa que el ruido excesivo produce daños a la salud en general y daños auditivos permanentes.

La O. M. S da a conocer que la contaminación sonora es uno de los problemas ambientales más graves de Europa, ya que el 75 % de los habitantes de éste continente se declara molesto por el nivel de ruido que soportan en su vida diaria.

Revista Muy Interesante, Enero de 1.992, página 48 – 57. (Alfredo Luque)

“LA GUERRA CONTRA EL RUIDO”

Las estadísticas de la O. N. U (Organización de las Naciones Unidas) informó que en 1.940 uno de cada ocho habitantes del mundo vivía en ciudades; hoy es uno de cada tres. Hace siglo y medio, había cuatro ciudades con más de un millón de habitantes, en 1.960 ya eran 150, y al doblar el siglo serán 1.000, las ciudades con todo tipo de problemas humanos, sociales, económicos, de infraestructura y de medio ambiente, por la calidad del aire y del agua, pero también por el ruido.

Según estudios realizados por los países miembros de la Comunidad Económica Europea, los habitantes más expuestos a niveles de ruido urbano superiores a 55 dB son los españoles, seguidos por los italianos y los franceses. A la pregunta de que si el ruido le impedía oír una conversación a un metro de distancia, el 64% de los encuestados contestaron que sí. Las avenidas céntricas de las grandes ciudades de estos países están permanentemente sacudidas por altos niveles de ruido. Las mediciones con sonómetros arrojan valores por encima de los 80 dB durante el día y de 73 dB por la noche. Esto ha llevado a los Congresos Nacionales de dichos países y a los municipios a incorporar nuevas reglamentaciones, empleando un lenguaje directo, de modo que la ciudadanía pueda entenderlo.

Las recomendaciones de la O. M. S establecen topes ideales de 55 dB (día) y 45 dB (noche) para lugares tranquilos, y 75 dB (día) y 65 dB (noche) para las calles más ajetreadas de una ciudad ruidosa. Con demasiada frecuencia se rebasan esos topes. Se considera que una dosis diaria equivalente a 65 dB es el límite para la salud física y mental.

ANTECEDENTES NACIONALES

Antecedentes periodísticos:

La Voz del Interior, miércoles 6 de agosto de 1.997, página 17 A.(Fernando Suárez Boedo, divulgador científico)

PREOCUPANTES NIVELES DE CONTAMINACION SONORA EN CORDOBA.

“ HABLA MAS FUERTE QUE NO TE ESCUCHO”

La Municipalidad de Córdoba comenzó una campaña de monitoreo de los niveles de ruido a cargo del Observatorio Ambiental Municipal conjuntamente con la Universidad Nacional de Córdoba.

El muestreo abarca la zona del microcentro, dichas áreas corresponden a vías de circulación vehicular, peatonales, y combinación de ambas.

Además de obtener valores de ruido urbano, el proyecto tiene el propósito de conocer cuál es el comportamiento del ruido en algunas vías de tránsito importante.

Los resultados preliminares a los que ha llegado el Observatorio Ambiental Municipal, muestran que la mayoría de los lugares tienen valores de ruido por encima de los límites establecidos.

Cabe destacar, que éstos estudios tienen un carácter de prediagnóstico, mediante relevamientos posteriores existe la posibilidad de confección de un mapa de ruido de la ciudad, el reconocimiento de las fuentes que producen la contaminación sonora y de ser necesario, las pertinentes propuestas

Los niveles de ruido más importantes se producen sobre la avenida Colón producidos por el transporte urbano de pasajeros. La ordenanza vigente parece no estar adecuada a la situación real, la misma establece niveles de pico de 75 dBA para la zona céntrica, y en contraposición, los vehículos producen un rango de 80 y 90 dB; produciéndose la misma situación en el área peatonal.

“ Jóvenes contra la polución sonora”

El Observatorio Ambiental Municipal ha confiado en los alumnos del último año de la Escuela Superior de Comercio Manuel Belgrano dependiente de la Universidad Nacional de Córdoba en las tareas de prediagnóstico de los niveles de contaminación sonora.

Anteriormente, los alumnos de éste colegio han realizado trabajos de investigación con la colaboración de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales; la F.A.M.A:F; el Centro de Investigaciones Acústicas y Luminotécnicas de la U.N.C y con instituciones no universitarias como la Asociación Amigos de la Astronomía.

“CONTAMINACION SONORA EN CORDOBA”

La Voz del Interior, domingo 30 de mayo de 1.999, sección F, temas 4 y 5.
(Rosita Halac).

Según un informe elaborado en 1.995, por el Grupo de Estudios de Transporte y Lógica (Getyl) de la Universidad Tecnológica Nacional, algunos sectores de la ciudad presentaron niveles de hasta 30 dB por encima del máximo tolerable.

Otra investigación realizada en la U.T.N en 1.996, constató que el 39 % de los vehículos controlados supera el límite máximo estipulado en 82 dB.

Estudios realizados en Córdoba en cinco de las esquinas más ruidosas, demostraron un nivel de entre 91 y 95 dB, cuando lo máximo tolerable a nivel internacional oscila alrededor de los 70 dB.

“Hay otras cuestiones urgentes”

Juan Carlos Carda, director de Planificación y Coordinación de la Municipalidad de Córdoba, reconoce que los controles de los vehículos no son muy estrictos.

El I.T.V (Inspección Técnica Vehicular) controla con un sonómetro los niveles de ruido de los vehículos para verificar si se encuentran dentro de los límites de tolerancia. En la vía pública si se detecta algún vehículo que produce un ruido exagerado se lo detiene para ser controlado.

“Ruidos y Nervios”

Ana María Verzini (psicóloga) y Mario Serra (ingeniero) integran el Laboratorio Nacional de Investigaciones y Servicio en Acústica, recientemente establecido en la Universidad Tecnológica Nacional, Regional Córdoba; informan que no existen niveles sonoros permitidos en el país, pero según convenciones internacionales ésta ciudad está por encima de lo acordado. La contaminación sonora es importante por el tipo de trazado colonial (calles angostas y edificios más bien altos) y además la ubicación en un pozo. A esto se le suman las malas condiciones mecánicas de los vehículos que circulan.

El centro, es un punto crítico junto con las vías de acceso a la ciudad. Además, el hecho de que se concentren todos los colectivos por una sola calle angosta es un error desde el punto de vista de la ingeniería de tránsito.

El ruido que impacta en el organismo, primero provoca un daño auditivo, luego tiene efecto sobre el corazón, el sistema nervioso, etc. La vía de penetración es subjetiva, no se da por acción directa sino por la acción del individuo frente al ruido.

Actualmente, investigan la contaminación ambiental por ruido y su impacto sobre la salud, desenvolvimiento y calidad de vida del ser humano, donde estudian los efectos que producen los sonidos graves que las personas no escuchan conscientemente pero que el sistema nervioso percibe, entre ellos se incluyen la molestia, la falta de concentración, la agresividad, la dificultad para conciliar el sueño, problemas en la comunicación y en la inteligibilidad.

Observatorio Ambiental Municipal de Córdoba:

INFORME SOBRE LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACION EN EL CENTRO

La Real Academia Española define al medio ambiente como “Elemento en que vive o se mueve una persona, animal o cosa” y también como: “Conjunto de circunstancias físicas, culturales, económicas y sociales que rodean a las personas y a los seres vivos”.

El medio ambiente es el entorno vital, es decir el conjunto de factores físico-naturales, estéticos, culturales, sociales y económicos que interaccionan entre sí, con el individuo y con la comunidad en que vive, determinando su forma, carácter, comportamiento, supervivencia y desarrollo.

El concepto de medio ambiente implica directa e íntimamente al hombre, ya que se concibe, no solo como aquello que rodea al hombre en el ámbito espacial, sino que además incluye el factor tiempo, es decir el uso que de ese espacio hace la humanidad referido a la herencia cultural e histórica.

Atendiendo a estos procesos interrelacionados con el hombre, el medio ambiente lo podemos ver en forma simplificada como:

- Fuente de recursos
- Soporte de actividades
- Receptor de efluentes

En este contexto podemos idealizar una ciudad como una organización genérica que para producir bienes y servicios, utiliza el medio ambiente como apoyo físico y toma de él los recursos necesarios para la producción. Finalmente, es el mismo medio ambiente el receptor de los residuos resultantes de las diversas actividades de la organización.

De la misma forma, la ciudad de Córdoba como cualquier fábrica, empresa, hogar o ser vivo, se nutre de materias primas para desarrollar su actividad. La asimilación de éstas y su transformación en productos y servicios lleva aparejada la generación de residuos. En éste contexto, el papel del gobierno municipal es fundamental en la definición de numerosos aspectos que determinan la forma en que dichas interacciones se desarrollarán.

Así, el rol del estado es esencial no solamente desde el punto de vista legislativo, sino también a la hora de planificar el desarrollo económico, la gestión de usos de los recursos, el acceso a la información, la educación y la formación de los ciudadanos, y desarrollar

herramientas que permitan pronosticar el impacto que dicha planificación tendrá sobre la población y sobre su medio ambiente urbano.

Al respecto, es necesario que las políticas definidas por el municipio conlleven un desarrollo sano y equilibrado, teniendo como principal destinatario al hombre, pero haciendo un uso racional de los recursos disponibles sin descuidar la tasa de aceptación que el medio ambiente tendrá respecto de esas políticas.

La ciudad de Córdoba ha mostrado en las últimas décadas un crecimiento continuo. Sin embargo, ese desarrollo en general no fue acompañado de políticas que lo ordenen y encaucen. Así, hoy nos encontramos con una ciudad pujante pero con problemas evidentes de ordenamiento territorial, de planificación de uso de los recursos aire y agua, insuficiente superficie verde, legislación ambiental inadecuada y un desconocimiento general por parte de la población acerca de la participación individual y colectiva con relación al uso responsable del medio ambiente.

Para poder elaborar una política ambiental ceñida a la realidad, la Subsecretaría de Ambiente condujo un diagnóstico de situación de los recursos aire y agua, estado de arte de la legislación ambiental y necesidades de educación, formación e información ambiental para la ciudad de Córdoba. Los aspectos más destacados se mencionan a continuación.

ESTADO DEL RECURSO AIRE EN LA CIUDAD DE CÓRDOBA

La ciudad de Córdoba ha presentado en las últimas décadas un crecimiento sostenido en el tiempo. Sin embargo, a pesar de esta expansión, la ciudad sigue viendo su microcentro como el lugar donde se concentran un alto porcentaje de las actividades económicas, culturales, educativas, financieras, de prestación de servicios, administrativas, etc., lo cual determina una elevadísima demanda de acceso al microcentro. Esta característica de centralización se pone de manifiesto no sólo en la estructura radial de las principales arterias de la ciudad, las cuales son coincidentes con los corredores más importantes del servicio de transporte. Se estima que de los aproximadamente 150 millones de pasajeros anuales que transporta el servicio público de transporte, más del 90% desciende/asciende en el centro. La demanda de acceso al centro es cubierta por el servicio público de transporte y por vehículos particulares.

En la figura 1 se pueden observar cómo dicha demanda se traduce en un flujo vehicular prácticamente constante en el período de actividad.

La flota vehicular circulante por la ciudad es antigua y presenta un nivel de deterioro importante tanto en los vehículos particulares como también los que prestan el servicio público de transporte tanto urbano como interurbano. Esto se traduce no sólo en problemas de seguridad sino que también tiene un impacto negativo importante sobre el recurso aire.

De la totalidad de vehículos que acceden al microcentro diariamente, un porcentaje elevado no está registrado en nuestra ciudad y por lo tanto están exentos de la ITV (Inspección Técnica Vehicular) local.

Los límites de emisión de contaminantes al aire fijados por la Municipalidad de Córdoba para la ITV son superiores a la ley nacional y ésta es a su vez superior a otras normativas extranjeras como la de México DF y Estados Unidos (USEPA).

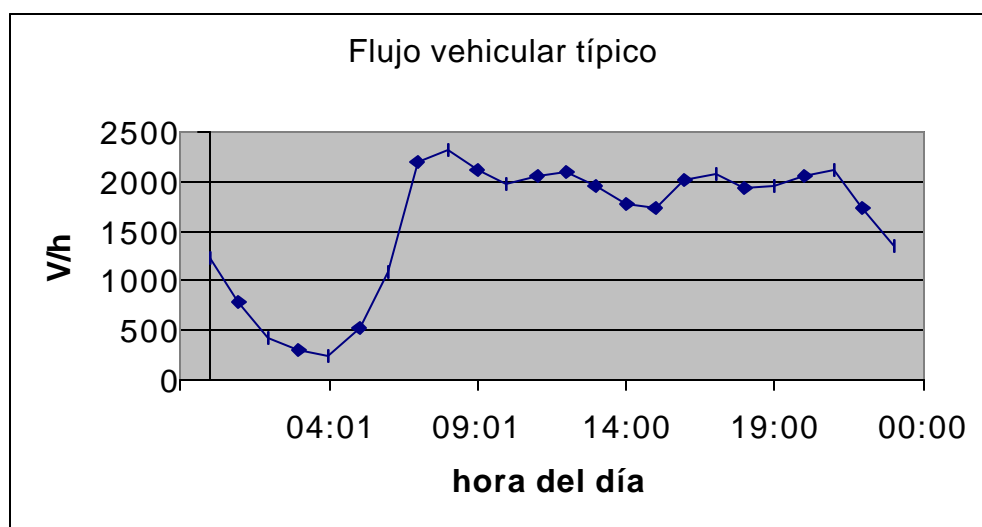


Figura 1 – Comportamiento típico diario del flujo vehicular en el microcentro –Av. Colón 200.

DEFINICION DEL PROBLEMA

“¿ Qué grado de molestia inducida por los niveles sonoros derivados de fuentes móviles, manifiesta la población residente del microcentro de la ciudad de Córdoba en el año 2.000?”

“¿Cuál es la dosis característica de exposición sonora y el riesgo potencial que induce dicha dosis en la capacidad auditiva de la población que transita habitualmente en el microcentro de la ciudad de Córdoba en el año 2.000?”

JUSTIFICACION

A través de ésta investigación se pretende brindar la información necesaria acerca de la situación actual en materia de ruido urbano que permita evaluar en forma precisa e interdisciplinaria el estado de la contaminación acústica imperante en el microcentro de la ciudad de Córdoba.

En los últimos años, el flujo vehicular ha ido incrementándose notablemente por la intensa actividad económica, administrativa, educativa y financiera; obligando a las personas a concurrir diariamente al centro de la ciudad.

A pesar de ésta situación, no existe un adecuado control sobre los vehículos particulares y el transporte público de pasajeros, que en general no se encuentran en óptimas condiciones. La ordenanza municipal vigente que pone límites de emisión e inmisión, está desactualizada para los niveles sonoros existentes en la actualidad.

De acuerdo a las características en las que se encuentra el microcentro de la ciudad se vió la necesidad de evaluar los niveles sonoros existentes, los posibles efectos en la calidad de vida tanto de las personas que residen como de las que transitan por ésta zona, elaborando en el caso de las primeras un índice de molestia, y en las segundas determinando la dosis de exposición sonora.

Se procura, a través del diagnóstico de la situación actual, establecer las bases de conocimiento para poder determinar con futuras investigaciones la evolución del desempeño ambiental de la ciudad en lo que se refiere a ruido urbano.

OBJETIVOS GENERALES

Evaluar o valorar el grado en que se encuentra afectada la calidad de vida de la población residente del Microcentro de la ciudad de Córdoba debido a la exposición a niveles sonoros provenientes de las fuentes móviles.

Estimar estadísticamente las dosis típicas de exposición a niveles sonoros provenientes de fuentes móviles en la población transeúnte del Microcentro de la ciudad de Córdoba y sus posibles efectos en la calidad de vida.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Construir un mapa estático de niveles sonoros provenientes de fuentes móviles en el Microcentro de la ciudad de Córdoba.

Estimar estadísticamente el impacto que provocan los niveles sonoros provenientes de fuentes móviles sobre la actividad del sueño de la población residente del Microcentro de la ciudad de Córdoba.

Estimar estadísticamente el impacto que provocan los niveles sonoros sobre la actividad de la concentración de la población residente del Microcentro de la ciudad de Córdoba.

Estimar estadísticamente el impacto que provocan los niveles sonoros sobre la comunicación de la población residente del microcentro de la ciudad de Córdoba.

Estimar estadísticamente el impacto que provocan los niveles sonoros sobre la conformidad con el lugar de residencia de la población residente del Microcentro de la ciudad de Córdoba.

Elaborar un índice que permita apreciar el grado de molestia a partir de las actividades afectadas por los niveles sonoros provenientes de fuentes móviles en la población residente del Microcentro de la ciudad de Córdoba.

Estimar estadísticamente el tiempo característico de exposición de la población transeúnte a niveles sonoros provenientes de fuentes móviles del Microcentro de la ciudad de Córdoba.

Estimar estadísticamente la dosis característica de exposición de la población transeúnte a niveles sonoros provenientes de fuentes móviles del microcentro de la ciudad de Córdoba.

Determinar los posibles efectos derivados de la dosis de exposición de la población transeúnte a niveles sonoros provenientes de fuentes móviles del microcentro de la ciudad de Córdoba.

FISICA DEL SONIDO

El **sonido** es una alteración física en un medio (gaseoso, líquido o sólido) que puede ser detectada por el oído humano. El sonido también puede definirse como la sensación auditiva excitada por una perturbación física en un medio. (6)

Por otro lado, se dice que hay sonido cuando un disturbio, que se propaga por un medio elástico, causa una alteración de la presión o un desplazamiento de las partículas del material, que pueden ser reconocidas por una persona o por un instrumento.

En el origen de todo sonido hay una vibración mecánica. Esa vibración se transmitirá luego a las moléculas del aire que la rodea y allí comienza el fenómeno de la propagación, es decir, la puesta en vibración de otras moléculas cercanas. Así, se va alejando de la fuente, propagándose por el medio elástico, el aire. (7)

La propagación del sonido es un movimiento ondulatorio, comparable con las ondas de una cuerda. La cuerda permanece en el mismo lugar transmitiéndose la onda a lo largo de ella.

Cuando el movimiento de las partículas elementales que entran en vibración lo hacen en el mismo sentido de la perturbación, se trata de **ondas longitudinales**, o sea, que las distintas partículas de la cuerda se mueven a lo largo de la misma, en ambos sentidos. Se presentan como ondas acústicas en los cuerpos sólidos, líquidos y gaseosos.

Son **ondas transversales** cuando el movimiento es transversal o perpendicular a la dirección de la perturbación. Solo son posibles en placas y varillas cuyo grosor es menor que la longitud de onda.

En las **ondas estacionarias**, tal como su nombre lo indica, no se produce ninguna propagación del sonido. Estas nacen por incidencia de dos ondas iguales pero de sentido contrario. (8)

La presencia de sonido produce en el aire pequeñas variaciones de presión que se superponen a la presión atmosférica. A estas variaciones de presión se las conoce como **presión sonora**, ésta actúa sobre nuestros oídos, y produce la sensación de oír.

Al número de ciclos completos de vibración por unidad de tiempo se lo denomina **frecuencia**, y su unidad de medición es el Hertz (Hz). Para que un sonido sea oído por el hombre su frecuencia tiene que estar dentro del rango de 20 Hz a 20.000 Hz, éstos son los límites de audibilidad del ser humano.

Se denomina **velocidad de propagación** del sonido, a la velocidad con que las ondas sonoras se alejan de la fuente. Se expresa en m/seg. , y su valor varía según el medio de propagación. La velocidad del sonido es del orden de 344 m/seg.

La **longitud de onda**, es la distancia que existe entre dos puntos de máxima presión, correspondientes a la onda sonora que se está propagando.

A los sonidos de frecuencias bajas y grandes longitudes de ondas se los llama graves. A los sonidos de alta frecuencia y de pequeñas longitudes de onda se los llama agudos. En la zona intermedia se ubican los sonidos de frecuencia medias.(7)

La **intensidad** del sonido en cualquier punto de un campo sonoro, es igual al flujo de energía sonora en una dirección especificada a través de un área de unidad normal a ésta dirección en el punto considerado. La unidad de intensidad sonora es el vatio por metro cuadrado (w/ m²) y su símbolo es I. (6)

Un sonido muy débil, a penas audible por el hombre, tiene una presión sonora del orden de 20 millonésimas de Pascal (0,00002 Pa). A ésta pequeñísima presión sonora se la denomina **umbral de audición**, porque es el valor a partir del cual el ser humano es capaz de oír.

El **umbral de dolor**, es una presión sonora muy elevada, del orden de 20 Pa.

Como sería muy complicado expresar las intensidades de los sonidos midiendo sus presiones sonoras en Pascal, es que se ha adoptado una nueva unidad de medida que es el **decibel**, es una unidad de tipo adimensional, que se obtiene calculando el logaritmo de una relación entre dos magnitudes similares, dos presiones sonoras. Se compara la presión sonora del sonido que se desea medir con otra presión sonora que se adopta como referencia y permite calcular el nivel de presión sonora, expresado en decibeles:

$$\text{N.P.S} = 20 \log. \frac{P}{P \text{ ref}}$$

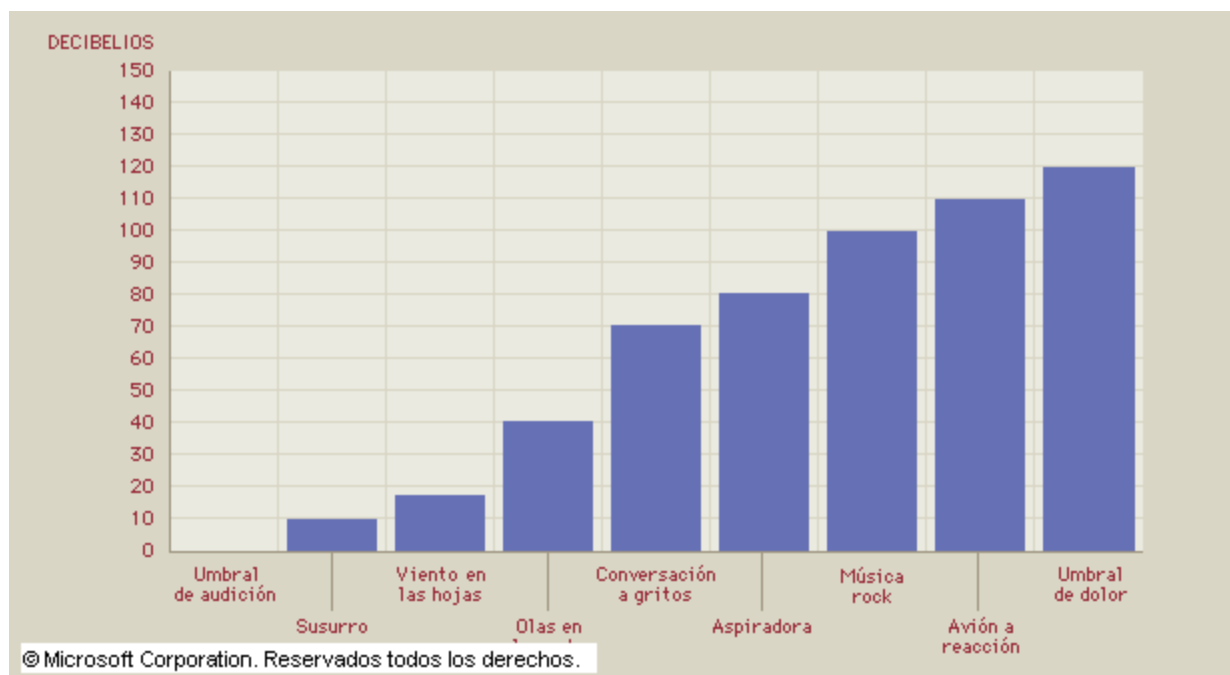
N.P.S: nivel de presión sonora, expresado en dB (decibeles).

P: presión sonora del sonido a medir, expresada en Pa.

P ref. : presión sonora de referencia.

De esta manera, todos los sonidos comprendidos entre el umbral de audición y el umbral de dolor, podemos expresarlos en una escala que va desde el 0 a 120 dB:

20 Pa	_	120 dB
2 Pa	_	100 dB
0,2 Pa	_	80 dB
0,02 Pa	_	60 dB
0,002 Pa	_	40 dB
0,0002 Pa	_	20 dB
0,00002 Pa	_	0 dB



Intensidad fisiológica de un sonido

La intensidad fisiológica o sensación sonora de un sonido se mide en decibelios (dB). Por ejemplo, el umbral de la audición está en 0 dB, la intensidad fisiológica de un susurro corresponde a unos 10 dB y el ruido de las olas en la costa a unos 40 dB. La escala de sensación sonora es logarítmica, lo que significa que un aumento de 10 dB corresponde a una intensidad 10 veces mayor: por ejemplo, el ruido de las olas en la costa es 1.000 veces más intenso que un susurro, lo que equivale a un aumento de 30 dB.

© Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.¹

¹"Intensidad fisiológica de un sonido", *Enciclopedia Microsoft® Encarta® 99*. © 1993-1998 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

La **Acústica** se dedica al estudio de los fenómenos sonoros; su producción, propagación, etc. La **Psicoacústica** investiga la forma en que el hombre percibe los sonidos. Su objetivo es determinar cuál es la respuesta humana a los estímulos sonoros, cuáles son sus posibilidades y limitaciones, y cómo se relaciona lo que oímos con los atributos físicos de la onda sonora.

La **sonoridad** es un correlato subjetivo. A un sonido más intenso que otro, lo percibimos como más fuerte o más sonoro.

Cuando se dice que un sonido es fuerte o débil, se refiere a su sonoridad. A ésta se la define como el atributo intensivo de una sensación auditiva que permite ordenar los sonidos en una escala que se extiende desde suave hasta sonoro (fuerte).

La unidad de medición es el SON, el cual es la sonoridad de un tono de 1.000 Hz con un nivel de presión sonora de 40 dB.

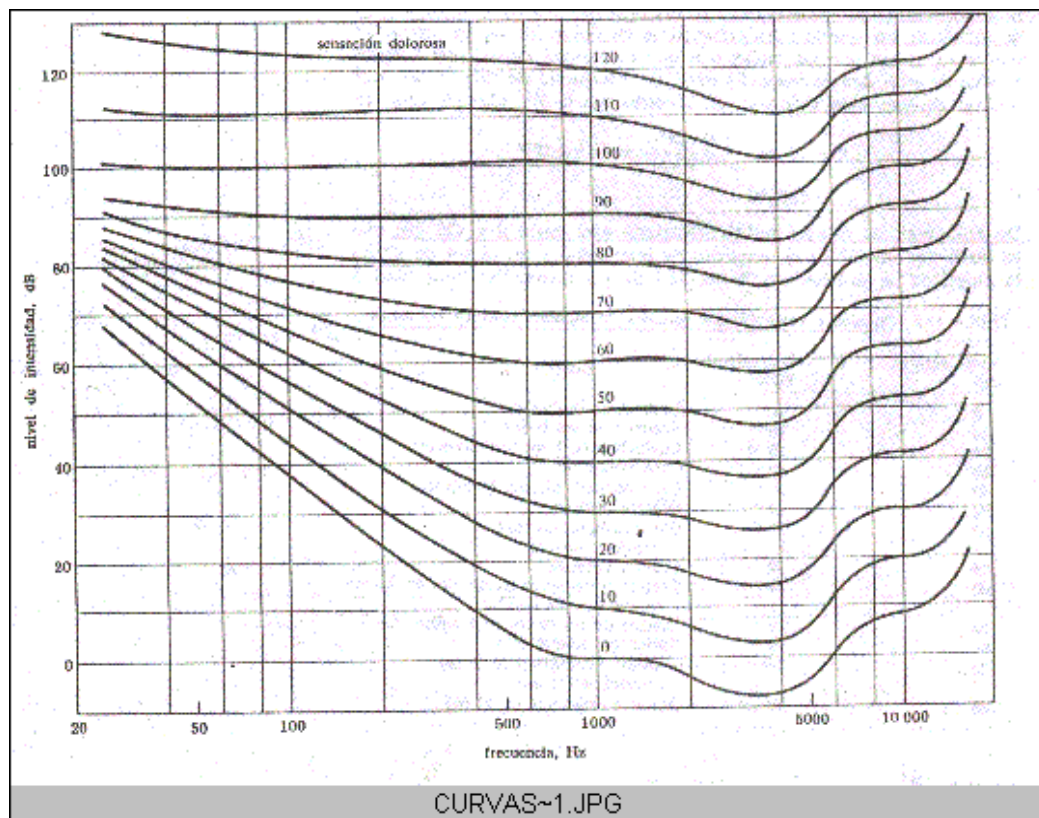
El nivel de sonoridad de un tono puro es la presión necesaria para producir la misma sensación de fuerza de un tono de 1.000 Hz. La unidad adoptada es el FON y su valor resulta igual a 1 dB para sonidos de 1.000 Hz.

El oído no tiene una respuesta lineal en función de la frecuencia, siendo más sensible para los sonidos de frecuencias ubicadas en el medio del espectro; ésta coincidencia establecida en la frecuencia de 1.000 Hz no se mantiene en el resto del rango audible. (7)

Aunque el nivel de presión sonora de dos sonidos distintos sea el mismo, el primero puede juzgarse como más alto (agudo) que el segundo si el nivel de presión sonora del primero está concentrado en una región de frecuencias donde el oído es más sensible. De ésta manera, el nivel de presión sonora no es una medida de la sonoridad.²

Las **curvas de igual sonoridad** indican el nivel de presión sonora de tonos puros que son igualmente sonoros, se identifican dando el nivel de sonoridad de un tono de 1.000 Hz a un determinado nivel de presión sonora en dB. Por ello un tono de 1.000 Hz con un nivel de presión sonora de 40 dB es igual en sonoridad a un tono de 100 Hz con un nivel de presión sonora de 50 dB .

² 7-Werner, Mendez, Zalazar *EL RUIDO Y LA AUDICIÓN*



Para obtener niveles que mantengan una relación más estrecha entre los enjuiciamientos de la sonoridad y los niveles de presión sonora, la ponderación en frecuencia se incorpora en los sonómetros (instrumento utilizado para la medición del nivel sonoro con ponderación de frecuencia estandarizada) para alterar la sensibilidad del aparato respecto a la frecuencia, de acuerdo con las especificaciones de una norma nacional o internacional. Así, la indicación de un instrumento para medir el nivel sonoro, para un nivel determinado de presión sonora de entrada, depende de la frecuencia del sonido que llega al micrófono y de la ponderación de frecuencia seleccionada.

La forma de la curva de igual sonoridad depende del nivel del sonido, o sea, que las curvas tienden a hacerse más planas a medida que el nivel aumenta. Para tener en cuenta éste cambio en la sensibilidad en función de la frecuencia, se han incorporado tres características de respuesta en frecuencia en los sonómetros que se identifican como las ponderaciones A, B y C; algunos sonómetros incluyen la ponderación D, pero raramente se utiliza, fue diseñada para medidas relacionadas con aviación; y muchos técnicos consideran que la ponderación A es más satisfactoria para ser utilizada en el campo del control del ruido.

Ponderación A: las normas nacionales e internacionales requieren que todos los aparatos que midan el nivel sonoro incorporen la ponderación de frecuencia designada mediante la letra A. Muchos años de estudio y experiencia práctica han demostrado que los niveles sonoros con ponderación A ofrecen una correlación adecuada con varias respuestas humanas (de personas o grupos en una comunidad) para distintos tipos de fuentes de ruido. En consecuencia, es la ponderación de frecuencia más utilizada. La respuesta relativa con ponderación de frecuencia A decrece a frecuencias por debajo de 1.000 Hz, de manera que frecuencias medias y altas reciben mayor énfasis (son menos ponderadas). La característica de la ponderación A es que tiene en cuenta la sensibilidad reducida de la audición humana normal para frecuencias bajas, comparada con la respuesta frente a respuestas altas.

La unidad del nivel sonoro con ponderación A es el decibelio, con el símbolo de unidad dB. Cuando se utiliza la ponderación A, el índice ha de describirse como nivel sonoro con ponderación A y hay que incluir la extensión del período temporal para el que se promedia (por ejemplo, un nivel sonoro con ponderación A de 72 dB para un período de tiempo de 5 minutos).

Ponderación B: ya no suele incluirse en los instrumentos de medida acústica.

Ponderación C: la respuesta con ponderación C es bastante uniforme entre 50 y 5.000 Hz. A menudo, se utiliza para una medición global o de banda ancha del nivel sonoro. El símbolo de la unidad es el decibelio que es seguido de la letra C entre paréntesis para indicarlo. (6)

A la sensación aguda o grave derivada de la frecuencia de un sonido se la define como **altura tonal**. Cuanto mayor es la frecuencia, más agudo se percibe el tono y viceversa. La unidad utilizada para medir la altura tonal es el MEL.

Se ha demostrado que la relación entre variación de frecuencia y altura tonal no es directa.³

La altura tonal depende también de la intensidad del estímulo. Dos sonidos de igual frecuencia y distinto nivel de presión sonora son percibidos como altura tonal diferente. Para que dos sonidos tengan la misma altura tonal, a mayor intensidad se deberá aumentar la frecuencia.

Otra sensación que producen los sonidos es el **timbre**, el oído individualiza dicha sensación mediante el análisis de la estructura armónica audible de las vibraciones.

³ 6- Harris pag 1.18- 5.14 a 5.16

Desde el punto de vista psicofisiológico podríamos describir la **duración** como la sensación acústica que se desarrolla a partir de la variable física tiempo. En éste debe considerarse: el estímulo y la sensación.

Todo tipo de estímulo, necesita actuar durante un tiempo dado para ser percibido. En el caso de los sonidos, cuanto mayor es el nivel de presión sonora, menor es la duración requerida para su percepción. En condiciones normales, una vez interrumpido el estímulo, la sensación auditiva no cesa bruscamente, sino en forma gradual, necesitando algunas centésimas de segundo para desaparecer.

La sensación subjetiva que permite diferenciar un sonido compacto, penetrante, de otro difuso, es la **densidad**, la misma se mide en DENS y depende del nivel de presión sonora, de la frecuencia y de la intensidad.

El **volumen** de un sonido tiene una relación espacial o de tamaño. Los sonidos más voluminosos son los de mayor nivel de presión sonora, y los que poseen menor frecuencia.

Para determinar la posición espacial de una fuente sonora intervienen dos fenómenos importantes; uno de ellos es el retardo en el tiempo de llegada de los estímulos a uno y otro oído. El otro mecanismo se relaciona con la diferencia de intensidad con que es percibido el sonido en ambos oídos.

También en la localización de los sonidos intervienen: la frecuencia y la intensidad. Los sonidos de frecuencias graves o agudas se localizan con más facilidad que los de frecuencias medias.

Se denomina **enmascaramiento** a la reducción total o parcial de la sensibilidad de un oyente para percibir un determinado sonido, provocado por la presencia simultánea de otro.

Cuando un sonido hace que otro sea menos audible, porque ambos se producen al mismo tiempo, se produce un fenómeno de enmascaramiento.

El sonido cuyo umbral de audibilidad se ha modificado se denomina sonido enmascarado y al otro, sonido enmascarante.

Ante la presencia de dos sonidos A y B, se mide el umbral auditivo de A sin B. luego se pasa el sonido B de fondo y se vuelve a medir el umbral A. El enmascaramiento es la diferencia, en decibeles, entre el umbral de A en presencia de B y sin la presencia de éste; por ejemplo: sí un sonido A de 30 dB ante la presencia de un sonido B de fondo, varía su umbral a 50 dB se dice entonces que el enmascaramiento que produce el sonido B sobre A es de 20 dB.

La interacción entre dos estímulos (sonidos) presentados al mismo tiempo depende en gran medida de las características de los sonidos.

Existen algunos lineamientos que rigen el enmascaramiento:

- Un sonido posee mayor poder enmascarante, si se intenta enmascarar a otro que tenga una frecuencia parecida.

En cambio, resulta muy difícil de enmascarar con otro de frecuencia diferente, alejada en el espectro. El enmascaramiento podrá realizarse, pero el nivel de presión sonora necesario tendrá que ser más intenso que en el primer caso.

- Un sonido de determinada frecuencia tiene más poder enmascarante sobre otro de

frecuencia más aguda, que otro de frecuencia más grave. Por lo tanto si se está buscando el efecto de enmascaramiento, es más fácil lograrlo con un sonido enmascarante de frecuencia más grave que el enmascarado.

EVOLUCIÓN EMBRIOLOGICA DEL OÍDO

Todo crecimiento es el resultado de la división, según modalidades definidas, de células preexistentes. Gracias a un proceso llamado mitosis, se producen en el núcleo de una célula una serie de modificaciones sucesivas por duplicado.

Uno de los primeros acontecimientos organizativos en el desarrollo embrionario es la diferenciación de las células en tres láminas superpuestas llamadas capas germinales. Se designan con los términos ectodermo, mesodermo y endodermo. El ectodermo es en general responsable del desarrollo de los revestimientos cutáneos exteriores, pero da también origen al sistema nervioso y a los órganos de los sentidos. Del mesodermo proceden el esqueleto, aparato circulatorio, los riñones y los órganos reproductores. El endodermo da nacimiento al tubo digestivo. Las secciones externas e internas del oído proceden directamente del ectodermo, en tanto que los huesecillos del oído medio y el tejido óseo que rodea el oído interno provienen de mesodermo.

El oído inicia su desarrollo muy pronto en la vida del embrión.

La primera demarcación de lo que será el oído interno se percibe en el embrión a comienzos de la tercera semana, como engrosamientos del ectodermo superficial a ambos lados de la placa neural, todavía abierta. Estos engrosamientos son las placodas auditivas u óticas, que comienzan envaginarse en el espesor del ectodermo pasando a constituir las fositas auditivas u óticas. Al ocluirse la boca de cada fosa, éstas se convierten en vesículas auditivas u otocistos. La vesícula adopta una forma alargada subdividida en una zona utriculosacular y una extensión conocida como conducto endolinfático. A la cuarta semana y media puede reconocerse como la futura porción vestibular del laberinto, en tanto que la parte más delgada de la vesícula comienza a estirarse desde la zona sacular como la futura cóclea. Al finalizar la sexta semana se perciben tres prolongaciones huecas arqueadas destinadas a convertirse en los conductos semicirculares. El utrículo y sáculo se independizan merced a una constricción que se acentúa aparecida en la porción vestibular de la vesícula auditiva. Al cumplirse la séptima semana la prolongación hueca de la porción sacular del otocisto a completado la primera vuelta del futuro caracol. Las semanas octavas a onceavas verán culminar las dos vueltas de su extensión total.

La raíz coclear del octavo par acompaña la prolongación y enroscamiento del conducto coclear desplegando sus fibras para su distribución en todo lo largo del mismo. La maduración completa de las células sensoriales y de sostén del caracol membranoso no

sobreviene hasta la vigésima semana cuando el conducto coclear en su totalidad a logrado considerable crecimiento y expansión.

El laberinto membranoso alcanza su configuración adulta a comienzos de la decimasegunda semana. La cápsula ótica que hasta el comienzo a permanecido encasquetada en el cartílago inicia su osificación.

El oído medio es una estructura mesodérmica. La cavidad del oído medio inicia su desarrollo durante la tercer semana de vida intrauterina. La cavidad timpánica y el tubo auditivo proceden de la primera bolsa faríngea, revestida de endodermo: el receso tubo timpánico.

En la cuarta semana aparecen en la superficie del embrión cinco surcos branquiales a cada lado, estos se corresponden con una serie de cinco bolsas faríngeas, una de las cuales se perfora realmente constituyendo el conducto auditivo externo y la trompa de Eustaquio.

En la octava semana y media, el yunque y el martillo han adquirido formación cartilaginosa completa similar a la adulta.

El estribo crece como estructura cartilaginosa hasta la decimaquinta semana, durante ésta y la próxima semana se inicia la osificación del martillo y yunque a partir de la superficie del cartílago, ambos hueso estarán casi terminados a fines de la trigésima segunda semana. El estribo no comienza a osificarse hasta la decimoctava semana y continúa formándose durante la vida posnatal.

En la trigésima semana, el desarrollo del tímpano propiamente dicho es casi completo. El antro del oído medio y las celdillas mastoideas se neumatizan durante la trigésima cuarta y quinta semanas.

En el oído externo el desarrollo del pabellón auditivo se inicia en el curso de la tercera o cuarta semana, a partir del primero y segundo arcos branquiales, en donde aparecen seis prominencias, espesamiento de tejido; la evolución de los mismos determina la forma y disposición del pabellón auditivo en el adulto.

Desde la séptima a la vigésima semana el pabellón auditivo se desplaza dorsolateralmente por el crecimiento de la mandíbula y la cara, alcanzando en la vigésima semana su forma adulta, pero continúa aumentando de tamaño hasta los nueve años de edad.

El meato auditivo externo deriva del primer surco branquial durante la cuarta a la quinta semana. En la octava semana el meato auditivo primitivo profundiza hacia la cavidad del oído medio y pasa a constituir el tercio externo del conducto auditivo, que se rodeará de cartílago.

El mesénquima crece entre el tapón meático y las células epiteliales de la cavidad timpánica, éstas tres capas de tejido se convierten luego (antes de la novena semana) en la membrana del tímpano.

El conducto auditivo externo prosigue su crecimiento hasta el séptimo año de vida.

(2)⁴

ANATOMIA Y FISIOLOGIA DEL OIDO

El oído se encuentra constituido por el conjunto de órganos vestibulococleares relacionados con el equilibrio y la audición.

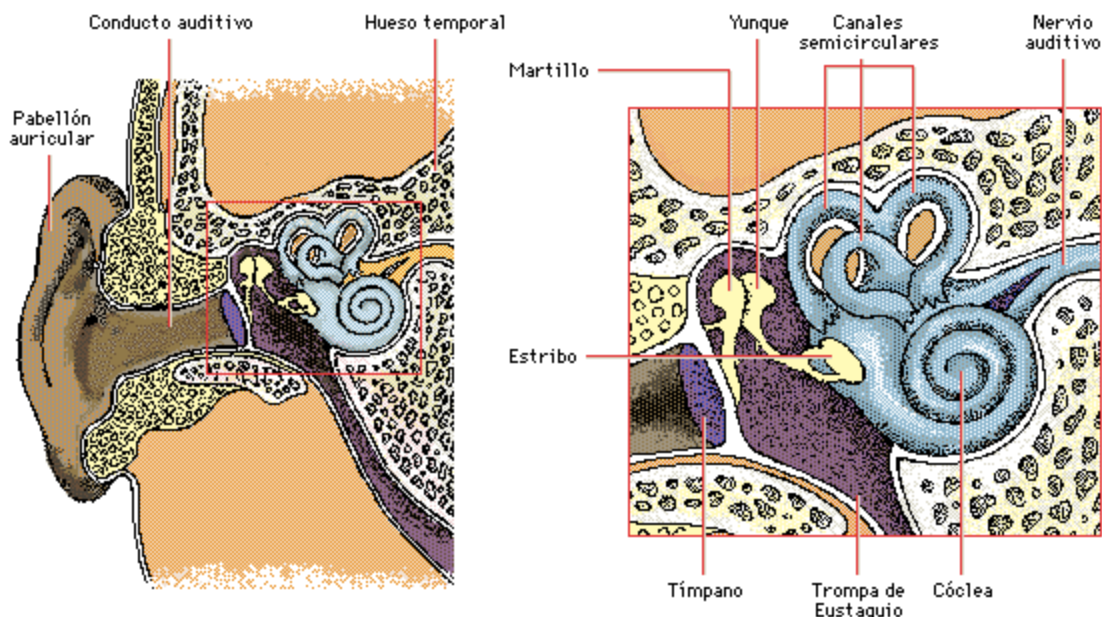
Se divide en tres sectores:

- **Oído externo** que comprende el pabellón auricular u oreja y el conducto auditivo externo.

- **Oído medio** que comprende la caja del tímpano, espacio aéreo en el que se alojan los huesecillos del oído.

- **Oído interno** que comprende una serie de espacios muy complejos llenos de líquidos, que toman el nombre de laberinto.

Todos los componentes del oído medio e interno se hallan situados en el espesor del hueso temporal. (1)



© Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

OÍDO EXTERNO

El oído externo incluye el pabellón auditivo y el conducto auditivo externo que terminan en la membrana timpánica.

El ***pabellón auditivo*** está formado sobre la base de una compleja estructura de cartílago auricular.

Su borde superoexterno es el hélix, que sirve de protección, incluye además (de atrás hacia adelante) el canal del hélix, el antehélix, la fosa triangular, el antitrago y la concha y se reúne por delante con el conducto auditivo externo por medio del trago. El lóbulo (no cartilaginoso) es el apéndice inferior del pabellón auditivo, la incisura intertrágica separa el antitrago del trago. (3)⁵

El ***conducto auditivo externo*** mide unos 25 mm. de longitud, su porción externa es en gran parte cartilaginosa y la interna, más larga, es ósea. El cartílago del conducto se continúa con el del pabellón auricular.

Se extiende desde la concha (límite externo) hasta la membrana timpánica (límite interno) y se halla recubierto por piel, folículos pilosos, glándulas sebáceas y ceruminosas.

La inervación sensitiva del oído externo proviene principalmente del nervio auriculotemporal (procedente del V par craneal) y del plexo cervical.

La irrigación sanguínea de éste sector la proveen principalmente las arterias auricular posterior y temporal superficial. (1)

OIDO MEDIO

El oído medio es un espacio lleno de aire dentro de la caja timpánica que se comunica hacia adelante con el cavum o nasofaringe a través de la trompa de Eustaquio, y hacia atrás con las cavidades aéreas mastoideas.

Está recubierto por una membrana mucosa que es la continuación de la mucosa que tapiza las vías aéreas superiores.

La ***caja del tímpano*** es una cavidad comprendida entre el conducto auditivo externo y el oído interno, atravesada de afuera hacia adentro por una cadena de huesecillos articulados entre sí y puestos en movimiento por un aparato muscular especial.

⁵ 1-Kohen, Elizabeth

3-Goodhill Victor, *EL OÍDO, ENFERMEDADES, SORDERA Y VÉRTIGO*

Dada su importancia fisiológica se describirán solamente las paredes externa e interna.

Posee seis caras o paredes:

- Externa o timpánica, constituida por la **membrana timpánica**, fibrosa, elástica y delgada, que separa el conducto auditivo externo de la caja del tímpano. Es circular, mide alrededor de 10 mm. de diámetro, está constituida por una capa media fibrosa, hacia afuera una capa epitelial y hacia adentro una capa mucosa.

La cara externa de la membrana timpánica está dividida por los ligamentos timpanomaleolares anterior y posterior en pars tensa y pars flácida (más delgada que la anterior por faltarle la capa media o fibrosa). En la pars tensa se inserta el mango del martillo, dando inicio al complejo tímpano-osicular.

- Superior o craneal,

- Anterior o tubo carotídea,

- Inferior o yugular,

- Posterior o mastoidea,

- Interna o laberíntica, donde se encuentran las dos ventanas que hacen comunicar el oído medio con el interno: la **ventana oval**, cerrada por la platina del estribo y la **ventana redonda**, cerrada por una membrana muy delgada llamada tímpano secundario. Entre las dos ventanas, y hacia delante, se observa una eminencia redondeada llamada promontorio, formado por la primera vuelta basal del caracol.

La cadena osicular está constituida por tres huesecillos: **martillo, yunque y estribo**, articulados entre sí. Esta cadena de huesecillos conecta a la membrana del tímpano con la ventana oval, constituyendo el sistema tímpano-osicular.

La **mastoides o cavidades aéreas mastoideas** son espacios llenos de aire que ocupan la región posterior del oído medio, dentro de la apófisis mastoides del hueso temporal.

La **trompa de Eustaquio** pone en comunicación el cavum o nasofaringe (parte superior de la faringe relacionada con las fosas nasales) con la caja timpánica. Mide aproximadamente 3,5 cm. y está formada por una parte ósea (tercio posterior) y una parte fibrocartilaginosa (dos tercios anteriores) que se unen en una parte estrecha llamada istmo.

OIDO INTERNO

El oído interno está situado en el peñasco del hueso temporal, por dentro de la caja timpánica. Está constituido por una cápsula ósea o laberinto óseo, que contiene a una estructura membranosa llamada laberinto membranoso.

El oído interno o laberinto comprende dos aparatos distintos desde el punto de vista anatómico y funcional: el laberinto anterior o caracol, en donde se encuentran los receptores de la audición y el laberinto posterior o vestibular, donde están los receptores del equilibrio.

El ***laberinto óseo*** contiene un líquido acuoso denominado perilinfa y se compone de tres partes: vestíbulo, en el centro, los conductos semicirculares hacia atrás y el caracol hacia delante.

El ***vestíbulo*** es una cavidad ovoidea que se comunica con el oído medio a través de las ventana oval y redonda.

Los ***conductos semicirculares óseos*** son tres tubos cilíndricos encorvados en forma de herradura que se abren en el vestíbulo por sus dos extremidades. Los conductos semicirculares se denominan según su posición en el espacio en: externo, horizontal o lateral; posterior o vertical posterior y superior o vertical anterior.

El ***caracol o cóclea*** es un conducto enrollado alrededor de un eje cónico llamado columela. El tubo del caracol presenta en el oído humano dos vueltas y medias, terminando en una extremidad cerrada llamada cúpula; disminuyendo de calibre desde la base hacia la cúpula.

El caracol está dividido en dos partes en toda su longitud por un tabique óseo contorneado en espiral llamado lámina espiral. Esta se separa de la columela en forma perpendicular y termina en un borde libre, dividiendo el tubo del caracol en dos cavidades o rampas: vestibular (superior) que desemboca en el vestíbulo y timpánica, que termina en la ventana redonda.

El ***laberinto membranoso*** comprende tres partes:

El ***vestíbulo*** está compuesto por dos vesículas membranosas: ***utrículo y sáculo***, rellenas de endolinfa.

Los ***conductos semicirculares membranosos*** tienen la misma configuración que los conductos semicirculares óseos en los cuales están contenidos y en su interior también circula la endolinfa.

Los conductos semicirculares, el utrículo y el sáculo contienen las células diferenciadas para mantener la postura y el equilibrio postural.

El *caracol membranoso o conducto coclear* tiene la forma de un prisma triangular. Ocupa el mismo espacio que el caracol óseo.

En el conducto coclear se reconocen tres paredes:

- La pared externa está aplicada sobre la lámina de los contornos y se llama ligamento espiral, caracterizada por su abundante vascularización (estría vascular).

- La pared superior se llama membrana de Reissner y está en relación con la rampa vestibular.

- La pared inferior, se llama membrana basilar y se corresponde con la rampa timpánica. Esta membrana es la que soporta el órgano de Corti, donde se encuentran las células para la transducción de energía física eléctrica, permitiendo la percepción del sonido.

El *órgano de Corti* está apoyado sobre la membrana basilar, tiene células ciliadas receptoras, cuya excitación transmite la energía acústica. Las mismas se dividen en externas e internas sustentadas por células de sostén y separadas por el túnel de Corti. Sobre las células ciliadas descansa la membrana tectoria, fijada en la parte interna a la lámina espiral y libre en su parte externa. (4)⁷

El nervio sensorial del oído interno es el *vestíbulo coclear o acústico*; recibe además fibras simpáticas y parasimpáticas. Está irrigado por la arteria laberíntica, rama de la cerebelosa anteroinferior o basilar. (1)

74- Buniak Hugo Norberto, *HIPOACÚSIA . CRITERIOS MÉDICOS Y JURISPRUDENCIALES*; Ed .Rosario 1991

1-Kohen Elizabeth

FISIOLOGIA DE LA AUDICION

La energía del sonido originada como una vibración y transmitida por intermedio de un medio elástico como el aire, incide sobre la membrana del tímpano a la cual hace vibrar.

Las vibraciones son transmitidas a la ventana oval de la cápsula ótica por los tres huesecillos del oído medio. Además de servir como un conductor de energía del sonido, la membrana timpánica y los huesecillos amplifican dicha energía por la entrada en vigor de dos sencillos principios de mecánica: una ligera acción de palanca de la cadena de huesecillos y la relación de superficie entre la de la membrana del tímpano, que recibió el impacto inicial de energía, y la superficie bastante menor de la platina del estribo, sobre la que recae esa energía al otro extremo del túnel.

Esta amplificación durante el recorrido del oído medio equivale a unos 30 dB.

La vibración transmitida por el estribo a la ventana oval induce movimiento en el contenido líquido de la cóclea. Cuando la vibración del sonido desplaza el estribo hacia adentro en la rampa vestibular, sobreviene un movimiento simultáneo en la rampa timpánica que desplaza hacia afuera la membrana de la ventana oval; a este fenómeno se le llama el reflejo de la ventana oval.

El movimiento vibratorio en el líquido causa, en último término, un impulso nervioso, actuando el epitelio neural del caracol como un transductor en mecánica.

Las células ciliadas que responden a altas frecuencias de mas de 2.000 Hz se localizan en la vuelta basilar del caracol, en tanto que las sensibles a frecuencias de estimulación por debajo de los 2.000 Hz se encuentran en las vuelta media y apical del caracol. (2)⁸

El órgano de Corti, a través de sus células ciliadas, actúa como transductor de energía física en eléctrica, produciendo impulsos nerviosos que conformarán la información acústica que se conducirá por el nervio auditivo.

La energía provoca vibraciones de la membrana basilar para inducir desplazamientos de la membrana tectoria con posterior deflexión de las cilias de las células ciliadas.

El patrón vibratorio de la membrana basilar depende de la frecuencia y del nivel de presión del sonido del estímulo. (4)

Existe un gran número de fibras nerviosas conectadas a las células ciliadas. Algunas de éstas transmiten señales de las células ciliadas al cerebro, las cuales reciben el nombre de nervios aferentes y están unidas principalmente a las células ciliadas internas.

Los nervios eferentes transmiten señales de control del cerebro a las células nerviosas más cercanas al oído.

Los nervios de cada oído entran en el tronco cerebral, de ahí se dirigen a la zona cerebral del lado contralateral y terminan en un sector situado encima del oído opuesto y detrás del hueso temporal, donde se localiza el centro cerebral principal de la audición, el cortex auditivo. (5)

RUIDO

Durante las últimas décadas, la humanidad ha descubierto que el aumento considerable en la producción y en el consumo de objetos y productos, constituye (en particular por los residuos) una grave amenaza al equilibrio ecológico del ambiente.

El **ruido** es uno de esos residuos que, por suerte, desaparece en el mismo momento en que se suprime su emisión. Este carácter lo distingue de otros desechos, como los productos químicos o los residuos radioactivos, que pueden subsistir durante años, o tal vez siglos, luego que su producción ha cesado.

El ruido forma parte de nuestro ambiente, sin influir en él de manera visible. No genera ningún efecto irreparable sobre los materiales que nos rodean, pero ejerce su acción sobre los seres vivientes, constituyendo un peligro para el hombre que a él ésta expuesto y sus efectos pueden ser irreversibles.

El hombre tuvo conocimiento de la acción del ruido sobre su organismo desde tiempos muy remotos, en especial al relacionar ciertos tipos de profesiones con el riesgo de tornarse sordo. A veces, por una causa brusca, una explosión con gran estruendo; otras, por la exposición prolongada al ruido en algunos tipos de trabajo muy característicos. (7)⁹

El ruido es una mezcla compleja de sonidos de frecuencias diferentes. Sin embargo, un sonido adquiere el valor de ruido, no solo por sus características acústicas sino también por su interferencia en factores inherentes al sujeto oyente. Es decir, que todo sonido con características acústicas diversas es considerado ruido por el hombre, cuando es percibido como violencia acústica en casos extremos, y/o intromisión o interferencia llegando en algunos casos a afectar psicológicamente al individuo o bien perturbar su quehacer habitual.

Temporalmente hablando, las señales acústicas desarrolladas a lo largo del tiempo, presentan diferentes aspectos y por tal netamente diferenciadas por el oído humano.

Así se distingue a un **ruido estable o de régimen**, cuando la variación de amplitud en función del tiempo es nula o pequeña (no mayor de $+ / - 5$ dB). Ejemplo típico es el de un motor a régimen constante a revoluciones. (8)

Contrariamente, un **ruido fluctuante** es aquel en donde los niveles de ruido varían con el tiempo, pero que no descienden por debajo de los niveles establecidos como silencio efectivo, el desplazamiento del umbral resultante está más en línea con el nivel medio de presión sonora que con la cantidad de energía, como por ejemplo el paso de un automóvil. (6)

⁹ 7- Werner, Mendez, Zalazar, *EL RUIDO Y LA UDICIÓN* Pag 15-17

El **ruido intermitente** es aquel en el que se producen caídas bruscas hasta el nivel ambiental de forma intermitente, volviéndose a alcanzar el nivel superior fijo. El nivel superior debe mantenerse durante más de un segundo antes de producirse una nueva caída de nivel ambiental, como por ejemplo martillazos sobre chapa.

Por último, el **ruido impulsivo** cuya principal característica es que la mayor parte de la energía sonora está concentrada en un pequeño intervalo de tiempo del orden de los milisegundos; tiene un tiempo de crecimiento muy violento y una duración muy corta, como por ejemplo el disparo de un arma de fuego. (8)

Puede definirse al ruido desde varios puntos de vista:

- De acuerdo a las nociones propias de **la teoría de la información**: transmisor, receptor y canal de comunicación, se prescinde del fenómeno energético del sonido. Como el mensaje transmitido debe ser cifrado y luego descifrado por el receptor, es obvio que se¹⁰ precisa un código común a ambos. El ruido en éste modelo, es toda alteración aleatoria que interviene en la transmisión, en la codificación o en el desciframiento.

La teoría de la información trata de explicar igualmente la noción de que a mayor información en ruido, mayor es también la saturación del sistema nervioso. Un ruido inesperado o desconocido perturba más que otro rutinario, tanto en el rendimiento de la tarea, comprobado experimentalmente, como en la sensación de molestia. (7)

- Desde el punto de vista de la **Física**, el ruido se define como un sonido complejo que no da sensación definida de altura y/o timbre. (8)

¹⁰ 8-Apunte de cátedra de Acústica y Psicoacústica

6-Harris Pag 18.1

7-Warner Mendez , Zalazar, *EL RUIDO Y LA AUDICIÓN* Pag. 289-290

EL HOMBRE Y SU ENTORNO SONORO

El paisaje sonoro urbano moderno es un ejemplo de una sumatoria de mensajes inconexos y parásitos, que obligan a nuestro sistema decodificador a una agotadora tarea de selección y descarte de las interferencias. De este panorama caótico surgen esporádicamente sonidos que actúan como señales.

En contraste, el paisaje del pasado rural se caracterizaba por la presencia de sonidos propios de la naturaleza, fácilmente identificables y que otorgaban al ser humano una auténtica sensación de seguridad: le daban de alguna manera la certeza de estar acompañado por las demás obras de la creación divina; era la sensación inconsciente de que todo seguía en el orden establecido, previo aún a su propia existencia.

De éste estado que hoy parece idílico, pero que no es tan remoto, la humanidad pasó al complejo y disarmónico mundo sonoro urbano e industrializado. Paradójicamente, se ingresó silenciosamente en un mundo cada vez más ruidoso; que al no poder desentrañar a todos los mensajes sonoros del mundo que nos rodea, percibimos una espesa niebla acústica. (7)

El hombre se relaciona con su medio ambiente mediante un proceso cíclico de retroalimentación, dando lugar a la interacción entre ambos: hombre - medio ambiente. Ello significa que las personas están directamente afectadas por la fuerza del ambiente, operando sobre dicho ambiente en un esfuerzo para lograr sus fines y mantener niveles de satisfacción deseados.

Los estímulos sonoros forman parte del ambiente que rodea al individuo y como tal influyen sobre el mismo, éstos pueden ser de característica:

- Natural (agua, viento, animales, etc.)
- Humana (voces, pasos, gritos, llantos, risas, etc.)
- Mecánica (automóviles, aviones, electrodomésticos, máquinas, etc.)
- Social (música, juegos, radio, televisión, etc.)
 - Indicadora (sirenas, campanas, alarmas, bocinas, etc.)
- Fóbica (sonidos que son rechazados por todas las culturas, como chirridos y raspaduras)

En las grandes ciudades los estímulos sonoros que predominan son los de característica: mecánica e indicadora. Dentro de ellos están incluidos los ruidos industriales y de tránsito vehicular, siendo éste último el principal componente del denominado ruido urbano a que está sometido una gran proporción de la población de centros urbanos.

Los sonidos naturales son percibidos con mayor frecuencia en los núcleos pequeños y medio de población, mientras que en las grandes poblaciones la percepción de este tipo de sonidos desciende notablemente. (8)¹¹

Con el desarrollo de los medios de transporte moderno, el ruido se vuelve una molestia permanente que ataca a todos los seres vivos. El automóvil en primer lugar, y más recientemente los transportes aéreos, engendran en el aire vibraciones particularmente nocivas.

Los principales objetos sonoros, que componen el medio ambiente acústico moderno de las zonas urbanas, son producidos por las técnicas de desplazamientos de personas y de mercaderías. Los equipos y las infraestructuras de transporte son, en efecto, las fuentes de vibraciones y de ruidos más importantes de todas las grandes ciudades.

Esta categoría de objetos sonoros puede estar dividida según tres fuentes principales: la circulación de automóviles, la circulación aérea y, en menor medida, la circulación ferroviaria.

La principal de las tres fuentes sonoras que se han mencionado como básicas para la modificación del medio ambiente acústico natural es, sin contradicción posible, la circulación de automóviles. La circulación urbana y más generalmente la circulación en rutas, produce ruidos de presión y de composición espectral muy variados. Estos ruidos dependen de los tipos de vehículos, de las condiciones de utilización, tales como la aceleración, la velocidad o el frenaje, de la carga transportada, pero el principal parámetro es, sin duda, el caudal total de circulación.

Las infraestructuras camineras tienen así una influencia preponderante sobre el modo de propagación de las ondas acústicas, siendo así, por ejemplo, la presencia en zonas urbanas de numerosos semáforos la causa del aumento del nivel sonoro y modificación de la dinámica del ruido. Todo obstáculo que dificulte el libre desplazamiento de vehículos contribuye a un gasto suplementario de energía, ayudando, a aumentar el nivel de presión acústica.

En un vehículo automotor en movimiento, con un motor a explosión convencional, las fuentes sonoras son múltiples: las explosiones por sí mismas, los ruidos de la compresión, el escape, los silenciadores, las piezas mecánicas, etc. Si bien los automóviles, vistos desde su interior, nos parecen más silenciosos, no es dable esperar una reducción notable de los niveles de presión acústica, producidos por el conjunto del tránsito de una misma vía de circulación.

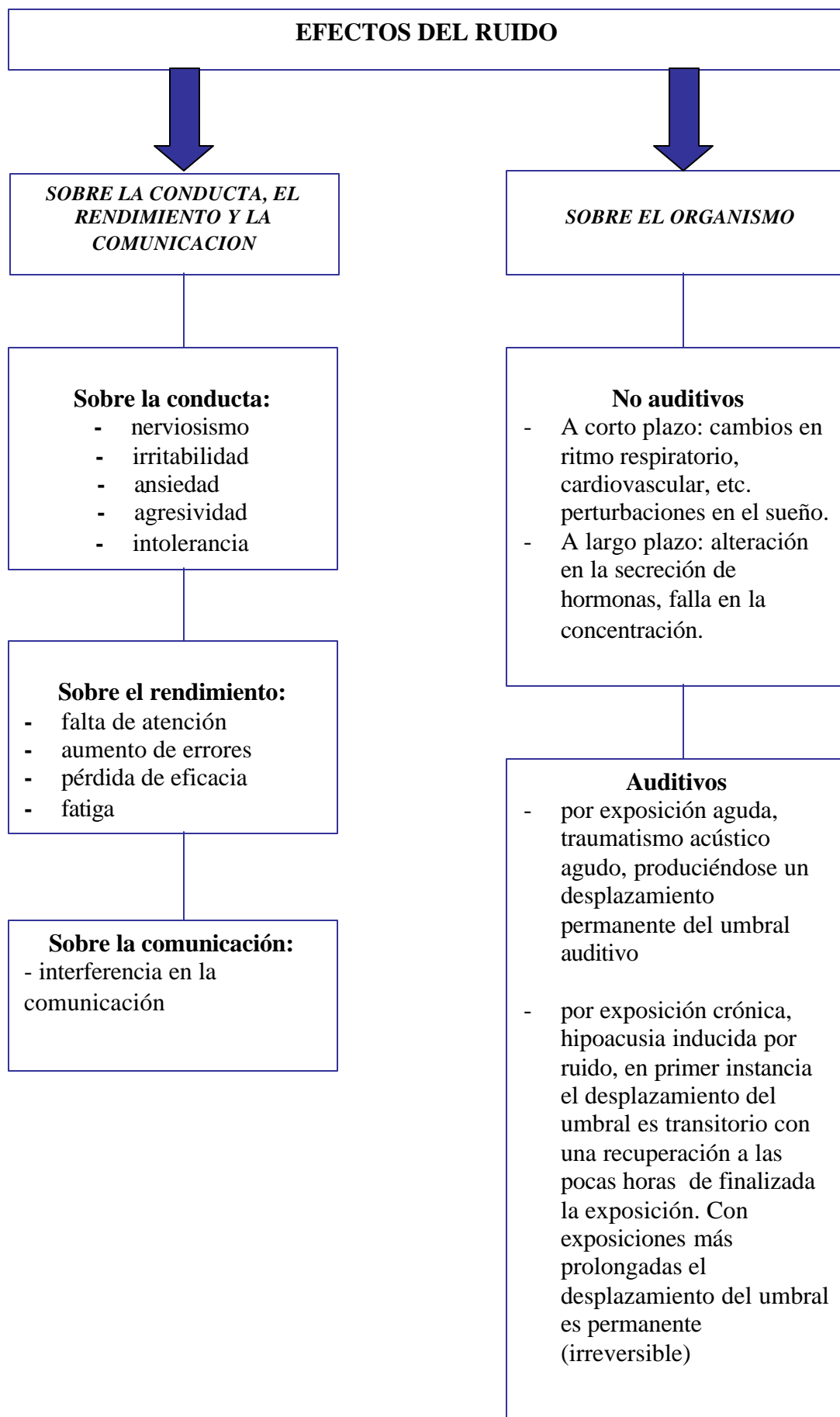
¹¹ 8- Apunte de Catedra Acústica y Psicoacústica Pag 29

7- Werner. Mendez, Zalazar; *EL RUIDO Y LA AUDICIÓN* Pag 199-303

El perfil transversal de las vías de circulación puede hacer variar notablemente el nivel de presión sonora emitido, la cantidad de energía susceptible de propagarse al resto del espacio urbano y, sobre todo, el modo geométrico de expansión de las ondas acústicas. Estos fenómenos son complementados por los efectos de absorción, de reflexión o apantallamiento, que pueden influenciar al medio ambiente sonoro, en su distribución sobre el conjunto urbano.

La mayoría de los estudios sobre los efectos del ruido se han hecho sobre el medio industrial, relegando el análisis de los demás ruidos del disarmónico y desagradable paisaje sonoro, de los cuales nadie puede por otra parte sustraerse. No hay ruido ni periodicidad en el ruido del tránsito, en el paso de los aviones, en los ruidos de la construcción, ni siquiera en los domésticos.

Todos ellos son inesperados, inoportunos, y ponen en acción sistemas de alerta y tensión, con una sobrecarga sensoria para la cual pareciera no haber ajuste posible. (7).



SOBRE LA CONDUCTA, EL RENDIMIENTO Y COMUNICACIÓN

Efectos sobre la conducta

El ruido puede provocar en algunos individuos ciertos cambios de conducta como nerviosismo, irritabilidad, estados de ansiedad, conductas agresivas, reacciones impulsivas, falta de tolerancia, etc. , que pueden manifestarse tanto en la tarea que deben realizar como en sus relaciones interpersonales.

Hay personas que son más sensibles que otras al ruido, o sea, que ante una situación de ruido los individuos reaccionan en forma diferente de acuerdo a sus características personales.

Tanto la tensión impuesta por la necesidad de centrar la atención bajo condiciones de activación como el esfuerzo de mantenerla en contra de la distracción bajo severo estrés pueden producir en el individuo una reacción de fatiga, que si bien puede no manifestarse en forma consciente durante la situación estimulante, lo hará una vez finalizada la misma. (8)

Los ruidos ambientales amenazan al hombre no tanto en la probabilidad de perder la audición, sino a través de una molestia incesante que, en ciertas condiciones, crea una tensión constante e intolerable. No todas las personas expuestas pueden llegar a quedar sordas, pero nadie escapará al malestar, que es la más extendida y compleja respuesta al ruido.

Se conoce como malestar a toda respuesta desagradable a un estímulo que impresiona los sentidos, al ser el ruido un sonido no deseado, por lo que es probable que siempre cause sensación de malestar, aún cuando no alcance las condiciones para determinar una lesión ¹²orgánica, e independiente de la forma mediante la cual impresiona: música, palabra, ruidos no programados. Este concepto va desligado al de la intensidad; no por más fuerte será más molesto, o visto de otra forma, dos ruidos de la misma intensidad pueden causar malestares diferentes.

Se identifica que ciertas características físicas objetivables del ruido se relacionan en mayor o en menor grado con la aparición de las molestias.

El hallazgo más común en todas las experiencias ha sido la relación entre el desagrado y la banda de frecuencia del sonido. Las frecuencias más altas, por arriba de los 2.000 Hz, son más molestas que las frecuencias bajas, si son emitidas y percibidas a la misma intensidad. Con respecto a la duración, cuanto más perturba el ruido en el tiempo, mayor es la molestia experimentada.

¹² 8-Apunte de Cátedra ACÚSTICA Y PSICOACÚSTICA
7- Werner, Mendez, Zalazar; *EL RUIDO Y LA AUDICIÓN* Pag 296-297

Más importantes, pero también más inasible en su evaluación, son los aspectos subjetivos del malestar por el ruido. Estos van ligados fundamentalmente a dos condiciones: el contenido emocional y el grado de novedad que el mensaje auditivo conlleva para el individuo que lo registra.

La respuesta emocional del oyente hacia el ruido puede tomar forma de molestia subjetivas de alarma, de tristeza, de soledad, de disgusto, de ira, de miedo, totalmente desproporcionadas a intensidad del mismo. (7)

La molestia inducida por el ruido no es una conducta, tampoco es una sensación simple e inmediata como la sonoridad, totalmente libre de influencias cognitivas y emocionales. La molestia se diferencia de la sonoridad, que es la magnitud subjetiva del sonido, en varios aspectos:

- Mientras que la sonoridad de un sonido es insensible a la duración de la señal, la molestia es directamente proporcional a su duración.

- Mientras que la sonoridad está directamente ligada a la exposición que se produce, la molestia por intrusiones múltiples de ruidos crece y decrece durante períodos de semanas y meses.

- Mientras que la sonoridad aumenta monotónicamente con el nivel, la molestia no siempre es una función única del nivel absoluto aislado de una intrusión sonora. (6)

Efectos sobre el rendimiento

Los efectos del ruido sobre el rendimiento de las personas son distintos de los efectos de la molestia o los fisiológicos; existe escasa concordancia entre las medidas de éstas diferentes respuestas. Incluso una reacción violenta frente al ruido puede no acompañarse de la correspondiente pérdida de eficacia en el desarrollo de las actividades, en tanto que pueden producirse cambios en la eficacia aunque la persona considere que el entorno es aceptable. Del mismo modo, los cambios fisiológicos inducidos por el ruido no se reflejan necesariamente en el rendimiento, aunque podría observarse una reducción del rendimiento sin cambios fisiológicos detectables. (6)

El deterioro del rendimiento puede ser valorado cualitativamente (calidad del trabajo, número de errores) y cuantitativamente (cantidad de trabajo). En líneas generales puede decirse que el ruido en si no interfiere tanto en la cantidad de trabajo producido, como en la calidad del mismo, aumentando sus errores. Además, los efectos perjudiciales del ruido se

producen más bien cuando el trabajo se realiza en condiciones altamente estimulantes, en donde el sujeto no puede distraerse ni un sólo momento sin producir una disminución en su trabajo.¹³

En general los ruidos de tipo impulsivo causan mayores efectos negativos sobre la tarea que los ruidos de régimen. De igual modo pareciera que los ruidos imprevisibles distraen con mayor facilidad al sujeto, deteriorando como consecuencia su rendimiento.

A partir de los 90 dB. es más fácil comprobar los efectos negativos sobre el rendimiento, lo que no significa que a niveles más bajos no se produzca deterioro.

Un ruido de régimen de larga duración, puede producir acostumbramiento, y hasta que ello suceda haber disminución o alteración en el rendimiento de la tarea. Una vez que el sujeto se adapta al ruido su rendimiento se hace normal, pero esa adaptación está significando un esfuerzo para el individuo cuyas consecuencias pueden manifestarse una vez finalizado el ruido.

Es importante tanto la familiaridad del individuo con el ruido a que está expuesto como la familiaridad con la tarea que debe realizar. Un ruido desconocido produce mayor déficit en el rendimiento que un ruido conocido y ésta situación parece depender de la habilidad que el sujeto tenga sobre la tarea que está realizando. Así el efecto de un ruido desconocido, será mayor en una tarea nueva que en una ya practicada. A su vez, las tareas de tipo intelectual son más deterioradas por el ruido cuando demandan gran atención y concentración, mientras que las tareas simples de lápiz y papel no se verán deterioradas. (8)

Efectos sobre la comunicación

La palabra humana se compone de vocales y consonantes, distribuidas a lo largo del espectro de frecuencias. Existen variaciones lógicas debidas al sexo, la edad y las características individuales. La voz sigue aproximadamente una distribución espectral comprendida entre los 500 y 5.000 Hz., que son las frecuencias más importantes. En los varones, la principal frecuencia presente es la de 500 Hz. decayendo en el espectro a partir de 1.000 Hz., en las mujeres se ubica aproximadamente en 1.000 Hz.

La intensidad de la voz humana es variable de un sexo a otro y también entre el niño y el adulto.

¹³ 6- Harris 23.1-24.1
8-Apunte de cátedra ACÚSTICA Y PSICOACÚSTICA

Los sonidos vocálicos son menos críticos, en cuanto a la inteligibilidad de la palabra, que las consonantes. Por lo tanto, éstas resultan fácilmente enmascaradas por el ruido.

El porcentaje de palabras o frases correctamente entendidos, se denomina inteligibilidad, y ésta es indispensable para obtener una correcta comunicación oral. No es necesario entender la totalidad de la información para obtener buena inteligibilidad, sobre todo cuando los oyentes conocen el idioma y el tema.

La inteligibilidad se ve comprometida por el ruido de fondo (enmascaramiento) y la distancia.

En cuanto al nivel de presión sonora, el mensaje, para ser inteligible, debe superar el umbral de audibilidad, pero no superar el punto de sobrecarga. Se denomina sobrecarga a aquel nivel por encima del cual la audición no responde correctamente a los estímulos y comienza a distorsionar. La inteligibilidad entre 0 y 50 dB aumenta; entre 50 y 90 dB se mantiene; con más de 90 dB decrece (sobrecarga). (7)

La comunicación es un elemento esencial de la sociedad humana, y el discurso es la forma más conveniente de su expresión. La interferencia en el discurso puede estorbar las actividades sociales y laborales, e indirectamente causar molestia y estrés.¹⁴

Una de las consecuencias más serias del ruido es que nos impide comprender lo que dicen otras personas cuando nos hablan directamente (cara a cara), por teléfono, o a través de sistemas públicos de comunicación.

Los factores que afectan principalmente a la inteligibilidad del habla son el espectro de frecuencia y la estructura temporal del habla y del ruido, la cantidad de reverberación, el nivel de la voz del hablante, la distancia entre hablante y oyente y la familiaridad de este último con las palabras que emplee quien habla. También son importantes los factores lingüísticos y pragmáticos, estos incluyen, la redundancia del mensaje que hay que entender, el contexto en que se produce, los dialectos de hablante y oyente, la tasa de habla, la claridad de la articulación y de cómo altera el hablante sus hábitos verbales en presencia del ruido. (6)

SOBRE EL ORGANISMO

Efectos no auditivos o fisiológicos

Se subdividen en efectos a corto y largo plazo, los primeros pueden sobrepasar apenas la duración del ruido o persistir durante períodos breves medibles en minutos. Los segundos pueden durar horas, días o incluso más tiempo. Algunos efectos a largo plazo se han atribuido al efecto acumulativo de la repetición de un estímulo que en sí mismo produce efectos a corto plazo. Mientras que los efectos a corto plazo suelen ser claros, como el parpadeo o los movimientos musculares de sobresalto causado por un ruido repentino, los efectos a largo plazo son mucho menos definidos.¹⁵

Los efectos fisiológicos del ruido ***a corto plazo*** pueden describirse en tres categorías de respuesta frente a ruido sin significado o no identificado: respuesta de sobresalto, es el resultado de un estímulo sonoro de suficiente intensidad y rapidez de aparición; reflejo de orientación, es la respuesta a un estímulo no familiar; y por último el reflejo de defensa está provocado por un estímulo sonoro intenso que se interpreta como dañino. La activación y otros órganos sensoriales pueden emitir éstas respuestas.

En general, las respuestas del reflejo de orientación son un instrumento de alerta para asegurar una respuesta adecuada del sistema nervioso; el reflejo de defensa supone una preparación para defensa, ataque o huida. Si el estímulo sonoro se repite y ya no requiere un reflejo de orientación o respuestas reflejas de defensa, éstas se inhiben rápidamente y disminuyen hasta que se produce una adaptación al estímulo.

Los estímulos sonoros tienen la capacidad de generar actividad nerviosa que evoca una respuesta refleja, la cual puede ser un obvio (incluso violento) movimiento que implique varios grupos musculares, como en el caso de la respuesta de sobresalto. Las respuestas mínimas pueden no ser visibles directamente, pero el estado de tensión muscular indicado por la actividad eléctrica del músculo puede afectar al movimiento voluntario. Es habitual la reducción de la respuesta con la continuación o repetición del estímulo.

El mecanismo respiratorio es un elaborado sistema de control reflejo diseñado para regular el contenido gaseoso de la sangre, incluyendo las presiones gaseosas parciales de dióxido de carbono y oxígeno, y para estabilizar varios aspectos de la química sanguínea. La

¹⁴ 7 -Werner, Mendez, Zalazar; *EL RUIDO Y LA AUDICIÓN* Pag 59-60-62

¹⁵ 6- Harris Pag 16.1

respiración puede verse influida por un corto estímulo sonoro repentino. La magnitud del efecto varía directamente con los niveles de presión sonora de los estímulos.

Las respuestas del corazón y la circulación a sonidos sin significado específico incluyen cambios en la tasa cardíaca y reducción del diámetro de los vasos sanguíneos (vasoconstricción) en las regiones periféricas, sobre todo en la piel.

El sonido produce la dilatación de la pupila, un ruido con un amplio espectro de frecuencias y un nivel de presión sonora de aproximadamente 75 dB es el nivel de ruido más bajo al que se observa la dilatación de la pupila, la cual varía con el nivel sonoro, pero el efecto disminuye durante la estimulación. (6)

El *sueño* ininterrumpido es un requisito previo para el buen funcionar fisiológico y mental de personas saludables. La perturbación del mismo causada por el ruido medioambiental provoca efectos primarios tales como: dificultad para dormirse (aumento del tiempo de latencia del sueño); los despertares; y alteraciones de fases de sueño o profundidad, sobre todo una reducción en la proporción de REM (movimiento rápido del ojo) – sueño. Otros efectos fisiológicos primarios también pueden ser inducidos por el ruido durante el sueño, como el aumento de presión de la sangre, aumento del ritmo cardíaco, aumento de la amplitud del pulso digital, vasoconstricción, cambios en la respiración, y aumento en los movimientos del cuerpo. La exposición al ruido durante la noche también induce a efectos secundarios que pueden medirse el día siguiente a la exposición nocturna, mientras el individuo está despierto, observándose un aumento de la fatiga, mal o buen humor y disminución en el rendimiento. (9)

Los efectos fisiológicos del ruido *a largo plazo* poseen cierto solapamiento con la definición de los efectos a corto plazo. En la categoría a largo plazo están respuestas tales como, la alteración en la tasa de secreción en la corriente sanguínea de sustancias (hormonas), de manera que modifiquen su concentración durante horas, días, o más prolongadamente, con ¹⁶varias consecuencias funcionales reales o postuladas. Algunos efectos a largo plazo han sido atribuidos a la estimulación repetida que produce respuestas a corto plazo, que se asume tienen efectos acumulativos. La situación de los efectos a largo plazo está cargada de incertidumbre respecto a la especificidad del ruido que causa los efectos descritos y la importancia de los efectos realmente demostrados. (6)

¹⁶ 6- Harrias pag 25.2- 12-17
9- EPA

Luego de la exposición prolongada al ruido con niveles de presión sonora altos, los individuos susceptibles de la población en general pueden desarrollar efectos permanentes, como la hipertensión y enfermedad isquémica del corazón.

Efectos auditivos

El término ***hipoacusia*** se reserva para aquellos individuos que presentan una pérdida de la audición medible en decibeles.

Las hipoacusias pueden clasificarse según el segmento anatómico del órgano de la audición donde se localiza la lesión que la provoca en:

Hipoacusias de conducción, son aquellas originadas por trastornos en el mecanismo de conducción de las ondas sonoras, desde el pabellón auditivo hasta la ventana oval. La audición aérea del sonido se encuentra reducida, pues es ésta vía la aérea, la que sufre una perturbación o interrupción, mientras que la conducción ósea se conserva indemne. Al haber indemnidad del órgano sensorial de Corti, el individuo percibe el sonido transmitido por la vía ósea, igual que en un sujeto sano.

Hipoacusias de percepción, son debidas a causas localizadas a partir de la cóclea, es decir que su origen puede radicar en el órgano de Corti, en el nervio, en la vía o en los centros nerviosos. También son llamadas hipoacusia neurosensoriales. Las causas son múltiples, y entre ellas se encuentra la acción del ruido, que lesiona específicamente el órgano de Corti.

Esquemáticamente se las puede dividir en:

Causas que actúan a nivel del oído interno:

- Enfermedades infecciosas (parotiditis, rubéola, sarampión, escarlatina, fiebre tifoidea, brucelosis, sífilis, etc.)
- Tóxicos endógenos (uremia, diabetes, hepatopatías, etc.)
- Tóxicos exógenos (quinina, salicatos, antibióticos, aminoglucósidos, etc.)
- Circulatorias (hipertensión arterial, arterioesclerosis, hematopatías, etc.)
- Traumáticas (accidentales, fracturas, conmociones, traumatismo sonoro por acción del ruido, etc.)
- Presbiacusia (pérdida de agudeza auditiva producto de la edad avanzada, afecta al oído interno).
- Tumores del VIII par.

Causas que actúan a nivel de la vía nerviosa:

- Tumores, abscesos, hemorragias, traumatismos, etc.

Clínicamente se caracterizan por evolucionar generalmente en forma progresiva y por alcanzar un grado de pérdida más acentuado que las hipoacusias conductivas, pudiendo llegar hasta la anacusia (pérdida total de audición de ambos oídos).

Los afectados comienzan por tener dificultad para percibir los tonos agudos, luego la dificultad se hace extensiva a la comprensión de la palabra cuando se comprometen frecuencias de la zona convencional del habla.

Hipoacusias mixtas, se denominan así, aquellas que presentan concomitantemente trastornos de percepción y de conducción.

Son comunes, y por lo tanto puede darse con frecuencia la coexistencia de una hipoacusia inducida por el ruido (perceptiva) con un componente de conducción, por ejemplo, un sujeto con antecedentes de afecciones del oído medio. También podría darse el caso que un ruido debido a una explosión muy cercana e intensa lesionara la membrana timpánica (hipoacusia de conducción) y al mismo tiempo provocara un daño agudísimo en el órgano de Corti (trauma acústico agudo, hipoacusia de percepción) configurando así una hipoacusia mixta a través de un mismo accidente. (7)

El daño más importante que genera el ruido es el de la disminución de la capacidad auditiva o hipoacusia, existen muchos factores que modifican el grado y extensión de ésta alteración auditiva:

- intensidad o volumen del ruido (nivel de presión sonora)
- tipo de ruido (espectro de frecuencia)
- período de exposición diaria
- susceptibilidad individual
- edad del individuo
- enfermedades coexistentes del oído
- carácter del ambiente en el cual se produce el ruido
- distancia de la fuente productora de ruido
- posición de cada oído con relación a las ondas sonoras (4)

La **EPA** (Agencia de Protección Ambiental) ha adoptado un sistema de cuatro indicadores de ruido urbano para resumir como las personas oyen los sonidos y para

determinar el impacto del ruido ambiental en la salud pública y la calidad de vida. Cada uno de éstos indicadores es más útil para un tipo particular de medición.

Nivel de ponderación A: el oído humano percibe con mayor facilidad los sonidos que se encuentran dentro de las frecuencias de 1.000 a 6.000 Hz, dificultándose la percepción de aquellos que se encuentran por debajo de las frecuencias de 100 Hz y por encima de 10.000 Hz.

Se ha buscado por años un método que mida el espectro de frecuencia para imitar el mecanismo de la audición humana, incluyéndose en ésta búsqueda diferentes escalas para la medición del sonido tales como la ponderación A (y también B, C, D, E).

La ponderación A fue recomendada por la EPA para describir el ruido ambiental, porque es conveniente su uso exacto para la mayoría de los propósitos, y es usada extensivamente alrededor del mundo.

Nivel de exposición sonora: subsecuentemente los niveles de muchos sonidos cambian de momento a momento, ésta variación puede ser considerada para cuando se mide el ruido ambiental.

El nivel del sonido varía con el tiempo por encima de un rango de aproximadamente 30 dB.

La exposición sonora es un índice que es proporcional a la energía acústica que está presente en un punto durante cierto período de tiempo y es equivalente al producto de la potencia acústica (presión sonora) incidente sobre un receptor por la duración del tiempo de exposición.

Nivel sonoro continuo equivalente: es el valor sonoro en ponderación A resultante de un período medido en donde se incluyen todas las variaciones en el tiempo de la energía sonora. Puede ser utilizado para medir el nivel de ruido ambiental promedio al cual la persona está expuesta.

Nivel sonoro día noche: es el nivel sonoro equivalente ponderado A para un período de 24 horas con 10 dB de agregado durante las horas de la noche (de 10:00 p.m. a 7 a.m.). Se utiliza para caracterizar el nivel sonoro promedio durante el día y la noche. (9)

La **dosis de ruido** es una medida, prescrita en normativas nacionales o estatales, de la exposición al ruido a que está sometida una persona. A diferencia de la exposición sonora, que es proporcional a la energía acústica presente en un lugar, el concepto de dosis de ruido no tiene interpretación física. La dosis de ruido es un índice que se desarrolló para evaluar la exposición al ruido en los centros de trabajo como protección contra la pérdida de la audición.

La dosis de ruido suele expresarse como un porcentaje de la exposición diaria máxima permisible al ruido; es una combinación de un nivel sonoro continuo equivalente estable con ponderación A y la duración de la exposición correspondiente (tiempo de exposición).

La exposición al ruido puede dañar el mecanismo auditivo; éste daño se manifiesta en forma de una pérdida de audición permanente. La extensión del daño depende de la cantidad de energía acústica absorbida por el oído. Hasta cierto punto, el efecto es acumulativo y la exposición al ruido que un oído ha recibido depende tanto del nivel sonoro como de la duración de la exposición. Sin embargo, incluso si se conoce la dosis de ruido, la extensión del daño (o grado de pérdida auditiva) no puede predecirse fácilmente porque:

- El oído se recupera en cierta medida durante los períodos de silencio relativo entre las exposiciones al ruido.¹⁷

- Factores físicos que rara vez pueden medirse con precisión afectan a la extensión del daño (por ejemplo fluctuaciones en el nivel de ruido, intermitencia del ruido, variaciones en el nivel sonoro).

- El efecto de las diferencias individuales en la susceptibilidad, que puede a su vez variar con la edad, no puede evaluarse por adelantado.

Todos éstos factores afectan a la precisión con que se predice la probabilidad de pérdida de audición en una población concreta, y la precisión con que puede estimarse la pérdida auditiva potencial de una persona para una exposición conocida. (6)

La EPA ha caracterizado niveles de exposición que provocan una pérdida auditiva de no más de 5 dB inducida por ruido sobre un período de 40 años:

	RUIDO CONTINUO	RUIDO INTERMITENTE	CON MARGEN DE SEGURIDAD
Leq 250 días/ año	73	78	
8 horas 365 días/año	71.4	76.4	75
Leq 250 días/año	68	73	
24 horas 365 días/año	66.4	71.4	70

¹⁷ 9-EPA

Como consecuencia de los efectos dañinos del ruido sobre la sensibilidad auditiva humana se produce el desplazamiento del umbral (expresado en decibeles), dado por la diferencia entre los niveles del umbral de audición medidos antes y después de la exposición al ruido. Si éste desplazamiento es reversible (si el oído se recupera completamente después de la exposición al ruido, de manera que el desplazamiento del umbral se reduce a cero), se ¹⁸dice que es transitorio o temporal; si el oído no se recupera completamente, se dice que el desplazamiento es permanente. (6)

El desarrollo y recuperación de los *desplazamientos temporales del umbral* dependen de la interacción compleja de las siguientes propiedades del ruido a las que el oído está expuesto: espectro de frecuencia (tipo de ruido), nivel de presión sonora, período (tiempo) de exposición.

Cuanto más alta es la frecuencia de sonido, produce un mayor desplazamiento del umbral, a niveles de presión sonora y duraciones comparables. Un sonido que produce un desplazamiento temporal del umbral en una región de frecuencia no tiene porque afectar a desplazamientos temporales del umbral en otras regiones de frecuencias.

Para la exposición a ruidos de niveles de presión sonora moderados (80 a 105 dB) durante menos de 8 horas, el desplazamiento temporal del umbral, dos minutos después de la exposición aumenta linealmente a medida que aumenta el nivel de presión sonora del ruido.

Existe una interacción de fundamental importancia entre el nivel de presión sonora y la duración del sonido estimulador.

La audición vuelve a los valores medidos antes de la exposición, la magnitud de éste cambio depende del intervalo temporal transcurrido entre el cese de la exposición al ruido y la medida del umbral posterior a la medición. La audición está afectada inmediatamente después de la exposición por otros procesos además de la fatiga auditiva, que tienen una vida relativamente corta y pueden incluir la adaptación neuronal y la sensibilización. Los desplazamientos temporales suelen estimarse unos dos minutos después de la exposición.

Los siguientes factores han sido investigados para determinar si ejercen un efecto significativo en el desarrollo del desplazamiento temporal del umbral:

- Edad, no existe evidencia concluyente que indique que la edad es un factor significativo que afecte a los desplazamientos del umbral debidos a la exposición al ruido.
- Sexo, las mujeres conservan mejor que los hombres la sensibilidad auditiva después de exposiciones a ruido esencialmente iguales.

¹⁸ 6-Harris Pag 12.6-7- 18.1- 26.1-2

- Estado de salud, la hipótesis de que la presencia de enfermedades del oído u otras enfermedades sistemáticas potencian los efectos nocivos del ruido es plausible, pero no ha sido demostrada. Esto es cierto para condiciones que afectan a la contracción muscular del oído medio, así como para las estructuras del oído interno. Es esperable que las personas con enfermedades del oído externo y medio, que reducen la transmisión de la energía sonora a la cóclea, sean más resistentes a los desplazamientos temporales de umbral inducido por el ruido. Los efectos de éstas enfermedades de los procesos funcionan como protectores auditivos fisiológicos de la misma forma que los tapones y los auriculares.

- Drogas, se ha demostrado que existen efectos sinérgicos entre drogas que son tóxicas para el oído y la exposición al ruido. En animales de laboratorio se ha detectado una interacción significativa entre la exposición al ruido y la dosis de canamicina, neomicina y dihidroesteptromicina, así como quinina y ácido salicílico. Estos estudios con animales, han revelado mayores lesiones orgánicas en el caso de la administración conjunta de droga y ruido que las observadas cuando ambos se administraban por separado. No hay datos definidos que demuestren efectos interactivos semejantes de las drogas y el ruido sobre la audición de sujetos humanos, pero, hasta que se demuestre lo contrario, sería prudente asumir que los humanos reaccionarían de la misma manera. Los desplazamientos temporales del umbral medidos en personas aumentan mediante la ingestión de aspirina.

- Estado auditivo previo a la exposición, las personas con limitaciones auditivas previas a la exposición al ruido muestran menos desplazamientos temporales del umbral que las personas con audición normal. Una limitación conductiva sirve eficazmente como protector auditivo, reduciendo la cantidad de sonido que alcanza la cóclea. Las personas con pérdida sensorineural debida a trastornos de la cóclea también muestran menos desplazamientos temporales del umbral que quienes tienen sensibilidad auditiva normal. La energía que entra en la cóclea de la persona implicada no es distinta a la de las personas con audición normal. La reducción en el desplazamiento temporal del umbral se produce probablemente porque la pérdida de audición permanente previa reduce el número de células sensoriales disponibles para experimentar los efectos adversos al ruido.

Los factores que influyen sobre la magnitud del *desplazamiento permanente del umbral* inducido por ruido son los mismos que provocan el desplazamiento temporal del umbral.

El efecto máximo de una exposición concreta al ruido se encuentra a frecuencias que están por encima de la frecuencia del ruido actuante. El oído es más resistente a los sonidos de baja frecuencia porque la respuesta del sistema conductor mecánico (oído externo y medio) no es tan sensible a ésta.

Para las frecuencias que manifiestan desplazamientos permanentes máximos del umbral (3.000 a 6.000 Hz) las pérdidas auditivas aumentan rápidamente a lo largo de los primeros 10 a 15 años de exposición y después tienden a estabilizarse, mientras se mantiene la misma exposición durante un período de 40 a 50 años. La pérdida de audición no aumenta tan rápidamente a frecuencias inferiores (500, 1.000 y 2.000 Hz), sino que sigue creciendo durante el período de exposición. (6)

La sensibilidad auditiva de la cóclea humana normal es notable. Sin embargo, ésta extraordinaria capacidad auditiva es vulnerable a los efectos de los traumatismos acústicos agudo y al ruido ambiental crónica.

Por una exposición aguda al ruido, se origina el *traumatismo acústico agudo*, actúa sobre el oído una energía sonora centrada aplicada en un solo instante, pero de tal intensidad que será suficiente para lesionarlo. El daño puede ser unilateral o bilateral, provocando un desplazamiento permanente del umbral. Esta lesión que configuran desde el punto de vista médico legal, un caso típico de accidente de trabajo, súbito, violento o imprevisto.

Se distinguen dos formas de lesión auditiva aguda por acción del ruido. En un caso, menos frecuente, el daño obedece a una presión sonora de gran intensidad que actúa sobre el órgano neurosensorial de Corti. La hipoacusia es entonces de carácter perceptivo exclusivamente.

En la otra forma, la más común, la lesión del oído, está provocada por la acción de energía sonora intensa y brusca, sumada a otros factores, y que por lo tanto afectan a todas las estructuras del oído. Existe naturalmente un momento de inicio bien delimitado en el tiempo, y la hipoacusia se instala también en forma inmediata al accidente. Puede ser de localización bilateral, pero lo común es que afecte al oído más expuesto a la onda expansiva.

La liberación instantánea de una gran energía sonora se debe generalmente a una deflagración, que puede originar una presión de varias atmósferas. El ruido abarca toda la

gama del espectro de frecuencia, desde las vibraciones más graves hasta los ultrasonidos, por lo que su acción es bastante compleja, pues comprende el ruido, el cambio de presión, las vibraciones y aún las ondas de energía radiante.

En muchos casos puede producirse la rotura de la membrana del tímpano. Esta rotura actúa como un mecanismo de protección del oído interno, pues atenúa la energía sonora. Cuando no se produce la rotura timpánica, el daño coclear puede ser mucho más grave, llegando a la anacusia. La rotura es más frecuente cuando hay una obstrucción de la trompa de Eustaquio, pues no se establece la acción compensadora de presiones. También se observan lesiones hemorrágicas en las ventanas oval y redonda, y en el oído interno, hemorragias en la membrana basilar.

La lesión se localiza también en las células ciliares externas de la zona de 4.000 Hz. Si el estímulo sonoro se mantiene muy intenso y por un tiempo más prolongado, puede llegar a la destrucción total del órgano de Corti, con rotura de la membrana de Reissner. (7)

La historia del paciente con traumatismo acústico agudo está bien definida cronológicamente. La aparición de la hipoacusia súbita (brusca) y el acúfeno (zumbido) se relaciona con un accidente en particular o con un episodio breve, que puede ser la exposición a un ruido intenso y súbito, con onda explosiva o sin ella, con explosión, o con traumatismo craneal o auditivo directo. El vértigo puede mencionarse como un síntoma transitorio en el momento del accidente.

Esta hipoacusia se acompaña de un deterioro del umbral de recepción del habla y del resultado de discriminación de la misma. (3)

Por una exposición crónica al ruido, se origina la ***hipoacusia inducida por el ruido***, en donde es necesaria la acción repetitiva a través del tiempo de una energía sonora suficiente para producirla. El daño es casi siempre simétrico, la noxa actúa en forma permanente, a través de un tiempo prolongado de exposición.

Constituye la forma más característica de las lesiones auditivas por acción del ruido. De carácter perceptivo, pues el daño radica en el órgano neurosensorial, requiere de la acción prolongada de un ruido de determinada presión sonora sobre una persona expuesta, generalmente poseedora de una labilidad (vulnerabilidad) auditiva especial.

¹⁹6- Harris Pag 18.12 a19

7-Werner ,Mendez, Zalazar; *EL RUIDO Y LA AUDICIÓN*

3-Googhill Victor; *EL OÍDO, ENFERMEDADES SORDERA Y VÉRTIGO* Pag 526-529

Los tres elementos básicos que condicionan la hipoacusia inducida por el ruido son: un ruido de una presión sonora suficiente, que actúa durante un tiempo necesario sobre un oído con una susceptibilidad característica. (7)

La zona del 4.000 Hz es el punto más vulnerable, el fenómeno se debe al hecho de que éstas regiones de la membrana basilar, cuyas frecuencias de vibración característica son más altas que la frecuencia del tono estimulador, son sacudidas más vigorosamente que las zonas que tienen una frecuencia característica más baja, a saber, las del vértice coclear. (3)

En el período de comienzo, también llamado de fatiga auditiva, no se tiene conciencia del trastorno auditivo y se percibe normalmente la palabra hablada. Instantes después de la exposición al ruido se experimenta una sensación de descenso de la audición. El audiograma muestra una caída entre 20 a 30 dB en el tono de los 4.000 Hz, pero se eleva nuevamente en la banda tonal de los agudos. Este fenómeno es pasajero y en las horas siguientes se va recuperando, dependiendo de la intensidad del ruido, su frecuencia y el tiempo de exposición. Los trastornos son reversibles y no quedan secuelas, el desplazamiento del umbral en éste caso es transitorio.

Con exposiciones más largas al ruido, por lo general de años, la muesca a 4.000 Hz no solo se hace más profunda, sino que existe desviación hacia la izquierda del perfil audiométrico, con pérdidas a 3.000, 2.000 y 1.000 Hz, que va acompañada también de una desviación a la derecha menor, con pérdida en la zona 5.000, 6.000 y 8.000 Hz. En el ²⁰audiograma se observa mayor descenso que llega o supera los 40 dB en los 4.000 Hz y la curva no se levanta en la banda de los agudos. Las lesiones en ésta etapa son irreversibles, determinando un desplazamiento permanente del umbral.

En el período final la voz se escucha mal y resulta difícil la discriminación de la palabra. Se encuentran afectadas todas las frecuencias de la voz humana. Esta hipoacusia carece de tratamiento efectivo y, a nivel del audiograma se observa una caída de 60 dB o más que abarca gran extensión de la zona tonal. Las lesiones también aquí son irreversibles. (4)

Otras consecuencias auditivas dentro de la hipoacusia inducida por ruido son el reclutamiento y la diploacusia.

El reclutamiento es la distorsión en la sensación de intensidad del sonido, que se presenta como una mayor sensación de sonoridad, percibiendo pequeñas diferencias de intensidad y alcanzando umbrales de dolor auditivo (algiacusia) a menor intensidad que en

²⁰ 7-Werner, Mendez, Zalazar; *EL RUIDO Y LA AUDICIÓN* Pag 70 a73
3-Goghil Victor; *EL OÍDO, ENFERMEDADES, SORDERA Y VÉRTIGOS*

sujetos normales. Produce un estrechamiento del campo auditivo, o sea, de la distancia comprendida entre el umbral auditivo y el techo o nivel de audición dolorosa.

La diploacusia es la distorsión de la sensación de altura tonal. Este fenómeno pasa muy a menudo inadvertido, ya que el individuo no se percata del mismo; más aún si la hipoacusia es bilateral. Cuando se percibe, el individuo define como más estridente el tono en el oído que está más afectado. (4)

GLOSARIO

ANTRO MASTOIDEO: Cavity aérea en la porción mastoidea del temporal que comunica con la caja del tímpano y las células aéreas mastoideas.

BOLSA FARINGEA: Saco ciego inconstante situado por arriba de la amígdala faringea en la línea media de la pared posterior de la nasofaringe.

CÁPSULA ÓTICA: Elemento esquelético que rodea el mecanismo del oído interno. En el embrión se desarrolla en forma de cartílago en diversos centros de osificación se forma por completo ósea y consolidada aproximadamente en la vigésima tercer semana de la vida fetal.

CÉLULAS EPITELIALES: Células escamosas muy delgadas y no fagocitarias, con núcleo aplanado.

DEFLAGACIÓN: Combustión activa.

EFEECTO DE ABSORCIÓN DEL SONIDO: La propiedad que poseen materiales, estructuras y objetos de convertir el sonido en calor dando como resultado la propagación en un medio a la disipación cuando el sonido golpea una superficie. El proceso de disipación de la energía sonora.

ESPECTRO: Descripción de una cantidad en función de la frecuencia; el término puede utilizarse para significar en rango continuo de componentes, habitualmente amplio en extensión, que poseen algunas características comunes, como el espectro de frecuencias auditivas.

MEATO: Término general con el que se designa una abertura o paso del cuerpo.

MEATO ACÚSTICO EXTERNO: Paso del oído externo que conduce hacia la membrana timpánica.

MEATO ACÚSTICO INTERNO: Paso por el que transcurre los nervios facial, intermediario de Wrisberg y vestíbulo coclear y la arteria laberíntica.

MELIO: Unidad de tono.

MESÉNQUIMA: Redecilla de tejido conjuntivo embrionario en el mesodermo a partir de la cuál se forman los tejidos conjuntivos del cuerpo, y los vasos sanguíneos y linfáticos.

MUESCA.: Hueco o corte.

OTOCISTOS: Vesícula auditiva del embrión.

PASCAL: Una unidad de presión. Símbolo de la unidad : Pa (1 pascal = a 1 Newton por metro cuadrado (1 N/ m²)).

PLACODA AUDITIVA: Estructura en forma de placa, especialmente una placa engrosada de ectodermo en el embrión incipiente a partir de la cual se desarrolla el órgano de la audición.

PLEXO CERVICAL: Redecilla de vasos linfáticos , nervios o venas . Plexo nervioso formado por las ramas ventrales de los cuatro nervios cervicales superiores.

PONDERACIÓN: Frecuencia normalizada que aporta un sonómetro.

VATIO: Unidad de fuerza eléctrica que es el trabajo efectuado al ritmo de un julio por segundo.

VARIABLES

POBLACION RESIDENTE:

INDEPENDIENTES: Nivel Sonoro Continuo Equivalente (Leq)

Tiempo de residencia

DEPENDIENTES: Perturbación en el sueño

Perturbación en la concentración

Perturbación en la comunicación

Conformidad con el lugar de residencia

POBLACION TRANSEUNTE:

INDEPENDIENTES: Nivel Sonoro Continuo Equivalente (Leq)

Motivo de permanencia en el microcentro

Tiempo de permanencia

Lugar de permanencia

DEPENDIENTES: Dosis de exposición

Riesgo potencial

HIPOTESIS

“Los niveles sonoros producen un cierto grado de interferencia en la actividad del sueño, comunicaciones y concentración en la población residente del microcentro de la ciudad de Córdoba en el año 2.000.”

“ La combinación entre los niveles sonoros y los tiempos de exposición sonora característicos constituyen un riesgo potencial de disminución en la capacidad auditiva de la población que transita por el microcentro de la ciudad de Córdoba en el año 2.000.”

TIPO DE ESTUDIO

El Observatorio Ambiental Municipal de Córdoba inició en el año 1.997 el proyecto de monitoreo y caracterización de ruido urbano, que en la actualidad es la base para el desarrollo de éste estudio.

Como en el ámbito nacional no existe ninguna experiencia previa que evalúe ésta problemática, con ésta investigación se pretende obtener una perspectiva general del problema que sirva como punto inicial para futuras ejecuciones de proyectos acerca de la influencia del ruido urbano en las comunidades.

Este tipo de estudio es de carácter descriptivo exploratorio de los niveles sonoros característicos en el microcentro de la ciudad, de las molestias inducidas por los mismos sobre la población residente y de la dosis característica de exposición sonora de la población transeúnte.

UNIVERSO Y MUESTRA

Universo

El universo está constituido por dos tipos de poblaciones bajo estudio:

- Personas residentes en calles y avenidas con un flujo vehicular muy intenso compuesto por autos, motos, ómnibus, camiones y utilitarios como tráfico y camionetas, y aquellas residentes en calles perpendiculares a las muy transitadas pero sólo a 50 metros a partir de su intersección

- Personas residentes en calles peatonales
- Peatones que transitan en el microcentro.

Los límites geográficos de la zona bajo estudio son:

- Norte, Sarmiento – Humberto Primo
- Sur, Boulevard San Juan – Boulevard Arturo Illia
- Este, Boulevard Chacabuco – Avenida Maipú
- Oeste, Sucre – Ayacucho

Muestra

Dada la imposibilidad práctica de implementar un muestreo aleatorio, se utilizó el tipo de muestreo por cuotas y por rutas para la población residente; en el muestreo por cuotas se le asigna a cada encuestador un número de encuestas a realizar, dejando a su elección las unidades de la población a encuestar. El tamaño muestral mínimo fue calculado para un muestreo aleatorio con un error del 10% y un nivel de confianza del 95%, el cual arrojó un número mínimo de muestras de 100. El sistema de muestreo por cuotas es más imperfecto el error que supone la muestra será mayor, por lo que se estima empíricamente que el tamaño de la muestra deberá ser mayor en un 50% al de la muestra al azar, para que los errores sean equivalentes.

En el muestreo por rutas se le fija a cada encuestador un itinerario definido en todos sus detalles, indicándosele exactamente en que puntos debe realizar cada encuesta.

Se totalizaron 169 encuestas a residentes en el microcentro.

Para la población transeúnte se utilizó el tipo de muestreo aleatorio. El tamaño muestral mínimo fue calculado con un error del 10% y un nivel de confianza de 95%, el cual arrojó un número mínimo de muestras de 100.

Se totalizaron 197 encuestas a transeúntes en el microcentro.

La ecuación para obtener el número de muestras a tomar siguiendo un muestreo aleatorio es :

$$N^{\circ} \text{ muestra} = \frac{4 p \cdot q}{E^2}$$

E^2

p. q: es la variación y $p + q = 100$.

4: corresponde a un 95,5 % de confianza.

E^2 : es el cuadrado del error.

Para nuestro estudio se trabajó con un error de 10 %, lo cual da un número de muestras máximo de:

$$N = \frac{4 \times 50 \times 50}{10^2}$$

Las siguientes calles del microcentro fueron representativas para la elección de la muestra:

Desde el límite Norte al límite Sur:

- Sarmiento – Humberto Primo
- Catamarca – La Rioja
- Lima – Santa Rosa
- Avenida Emilio Olmos – Avenida Colón
- 9 de Julio
- San Jerónimo – 27 de Abril
- Boulevard Arturo Illia – Boulevard San Juan

Desde el límite Este al límite Oeste:

- Avenida Maipú – Boulevard Chacabuco
- San Martín
- Rivera Indarte
- Avenida General Paz – Avenida Vélez Sarfield

- Sucre – Ayacucho

TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

TECNICA ESTRUCTURADA OBSERVACIONAL POR ENCUESTA

Para conocer la molestia que el ruido causa (aspecto cualitativo – subjetivo) se recurrió a la confección de encuestas como instrumento de observación - verificación.

Las encuestas fueron realizadas tanto a la población residente como transeúnte en las zonas bajo estudio y que accedieron a responder.

Cada pregunta con sus opciones fue formulada por el entrevistador consignando la/s respuesta/s del entrevistado. Para la confección de las mismas, se recurrió a una revisión de experiencias anteriores sobre investigaciones de ruido urbano realizadas en Suecia y en el Observatorio Ambiental Municipal de Córdoba durante años anteriores.

En toda la encuesta se utilizaron preguntas de selección múltiple; consultando bibliografía se eligieron tres actividades de la vida diaria para investigar como influye el ruido urbano en el desempeño de las mismas.

Se confeccionaron dos tipos de encuestas, una destinada a la población residente y otra a la población transeúnte, resultando un total de 366 encuestas.

INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

Descripción del diseño de encuesta de residentes

La encuesta realizada a residentes del Microcentro de la ciudad de Córdoba consta en primer lugar, con el registro de datos personales tales como: edad, sexo, ocupación, tiempo de residencia y dirección.

Por otro lado, se cubrieron los siguientes aspectos:

- En cuanto a la actividad del sueño, las preguntas estuvieron dirigidas a indagar la posibilidad de interferencia del ruido en el mismo, ya sea ocasionando una demora en conciliarlo o interrumpiéndolo en algún momento. En caso de manifestar que el ruido sea el motivo de interferencia, cuál era la fuente más molesta.

- En relación con la concentración se escogió la actividad de la lectura o estudio, averiguando si las personas eligen un determinado horario para realizar éstas actividades basándose en la presencia de ruido o no.

- En relación con las comunicaciones, se consideró el hablar por teléfono y oír televisión, constatando si las personas se veían obligadas a tomar ciertos recaudos en función del ruido para poder desempeñar normalmente éstas actividades.

- En cuanto al lugar de residencia, se indagó a cerca de la conformidad del mismo, si existiera voluntad de trasladarse a un lugar más silencioso y si consideraba al ruido como un aspecto ambiental que fuese necesario mejorar.

- Calificar al ruido existente en su barrio como: indiferente, molesto o intolerable. En el caso de elegir alguna de las dos últimas opciones, en que momento del día.

- Por último, se interrogó acerca de la existencia o no de problemas auditivos con el fin de eliminar aquellas encuestas pertenecientes a personas que sufrieran pérdida auditiva por estar sesgadas.

Descripción del diseño de encuesta de transeúntes

La encuesta realizada a transeúntes del Microcentro de la ciudad de Córdoba consta en primer lugar, con el registro de datos personales tales como: edad, sexo, ocupación, barrio, dirección y tiempo de residencia.

Se cubrieron los siguientes aspectos para la caracterización del tiempo de exposición a niveles sonoros:

- Motivo, tiempo y horario de permanencia
- Lugares a los que habitúa concurrir
- Si evita circular por alguna calle en particular, cuál es el motivo
- Aspecto ambiental más problemático
- Calificación del ruido en el microcentro: indiferente, molesto o intolerable. En el caso de responder alguno de los dos últimos, cuál es la fuente que más perturba
- Se interrogó acerca de la existencia o no de problemas auditivos con el fin de eliminar aquellas encuestas pertenecientes a personas que sufrieran pérdida auditiva por estar sesgadas.
- Comparación del ruido existente en el microcentro con el de su barrio
- Si considera que el ruido existente en el momento de realizar la encuesta puede provocar posibles daños auditivos y de que tipo podrían ser los mismos.

TECNICA ESTRUCTURADA MEDICIONAL

Para determinar los niveles sonoros resultados del monitoreo (aspecto cuantitativo u objetivo) se utilizó un medidor de nivel sonoro (sonómetro), el mismo realiza mediciones en un rango de 30 a 130 dB, registra los niveles sonoros continuos equivalentes con intervalos de 1 segundo utilizando para esto la curva de Ponderación A, mientras que al detectar picos lo hace a través de la curva de Ponderación C y también registra el nivel sonoro continuo equivalente máximo y mínimo para un período de medición dado.

CANTIDAD DE MEDICIONES

INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

Características técnicas del sonómetro:

El sonómetro integrador de precisión SIP 95 constituye una cadena completa de medición destinada al estudio de ambientes acústicos a largo plazo.

Las características más remarcables del SIP 95 son:

- Adquisición del valor eficaz de la señal con exigencias superiores a aquellos establecidos por la clase 1 de la norma CEI 804 y UTE NF S 31-109.
- Cálculo del Leq Ponderado A, medición y almacenamiento de nivel de presión acústica máxima (LPC).
- Capacidad de memoria de 128.000 resultados dobles (Leq y LPC).
- Histograma de los Leq 025 y LPC, conexión RS232 bidireccional para comunicación con un ordenador.
- Preamplificador desmontable.

Procedimiento de operación del instrumento:

El sonómetro se enciende con **March**, aparecen en pantalla tres opciones: **Mes** / **Dep** / **Raz**. La opción **Mes** es para comenzar una nueva medición, **Dep** es para consultar datos de mediciones anteriores, **Raz** se utiliza para borrar la memoria.

Para comenzar una medición se elige la opción **Mes**, lo cual habilita el menú de calibración, respondiendo **O** se comienza con el ciclo de calibración, respondiendo **N** se evita el ciclo de calibración pasando al menú de medición, eligiendo **Leq** se puede hacer una medición sin almacenamiento de los datos.

Eligiendo **Stoc** se abre el menú para lanzar una medición con almacenamiento de los datos. Escogiendo la opción **G** se puede modificar el rango de mediciones, habitualmente se utiliza 30 a 130 dB, seleccionando **T** se modifica el intervalo de almacenamiento de datos, escogiendo **Leq** se puede optar por una ponderación A o C. Seleccionando **LpC** se utiliza el tipo de ponderación para el almacenamiento de los valores picos.

Finalmente se elige el tipo de medición a ejecutar, el cual puede ser, **Imm** (inmediato), **Diff** (diferido), **Periode** (períodos); se utilizó el modo **Imm**.

Para detener la medición presionamos la tecla **Ech** y escogiendo la opción **Fin**. Para recuperar los datos se utiliza un programa de computación suministrado por el fabricante del equipo.

Función de las llaves

- 1- **Llave “On/Off”** cuando se coloca en “**Off**” se corta el suministro de energía a los circuitos pero no se borran los resultados actuales memorizados o el programa en curso del aparato.
- 2- Acceso al programa de sub-control de la batería.
- 3- Modo de funcionamiento del sistema computarizado: “**SIP**” almacenamiento automático individual, “**Exterior**” el SIP 95 transmite Lxeq y Lpc continuamente al computador exterior por vía RS 232.
- 4- “**Esc**” llave que permite reiniciar el sistema.
- 5 y 10- “**Flechas**” permite al usuario moverse entre los modos de programación.
- 6 y 8- “**Llaves +/-**” permite incrementar o disminuir los valores numéricos o la modificación de la proposición actual.

9- “Free Leq” la primer presión de ésta llave comienza un cálculo de Leq hasta el momento de la segunda presión

11- “Llave validación” valida completamente la pantalla en el estado actual y avanza el programa.

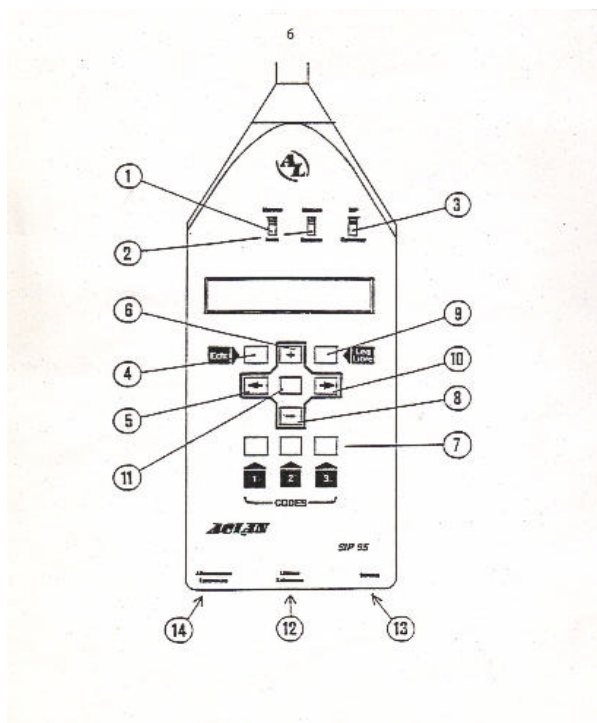
7- Tecla para codificación de eventos.

Enchufes

12- Vínculo bidireccional RS 232.

13- Salida de datos y RS 232 monodireccional.

14- Enchufe para suministro exterior de energía o cargar baterías.



Técnica utilizada para las mediciones

El micrófono del sonómetro se colocó sobre un trípode fotográfico a una distancia de 1 metro 20 centímetros sobre el nivel del suelo y a 90° respecto de la línea de tránsito. El

operador, ubicado a 1 metro 50 centímetros como mínimo del aparato de manera de no interferir con el registro a realizar.

Al activar el sonómetro, primero se asentaba en la planilla de medición la hora exacta de comienzo que tenía una duración de 15 minutos, dentro de la cual se contaban la cantidad de autos, motos, utilitarios y camiones o colectivos que pasaban por el sitio de medición registrando el número en la planilla.

También, se dejaba constancia en la planilla los datos específicos del sitio de medición: dirección, tipo de superficie refractante tanto detrás como adelante del micrófono y la presencia o no de superficies a la derecha e izquierda del mismo.

Control de calidad:

Para determinar los sitios de medición se buscaron lugares donde el flujo vehicular fuera constante, uniforme y sin obstáculos en su desplazamiento; evitando por lo tanto la cercanía de semáforos, paradas de transporte urbano y aquellos sitios en donde se veían modificaciones significativas de la flota vehicular, ya sea por desvío de ésta hacia otra arteria lo cual disminuye su intensidad o por aumento de la misma, en el caso de recibir el aporte de otra arteria, y sectores de la misma que estuvieran en pendiente.

Se evitó también, medir en lugares cercanos a fuentes fijas productoras de niveles sonoros elevados como talleres mecánicos, obras en construcción, etc.

Otro criterio que se tuvo en cuenta, fue el de no realizar mediciones cuando las condiciones climáticas eran adversas, ya sea por el exceso de viento (velocidad del viento mayor a 3 m/s) humedad relativa (mayor a 75%) y precipitaciones.

Mapa:

Las mediciones fueron realizadas en las calles, avenidas y área peatonal en donde se efectuaron las encuestas.

Para certificar las mediciones y a manera de control de calidad se realizaron dos registros en cada sitio, uno a la mañana en el horario de 8:00 a 13:00 horas y otro por la tarde en el horario de 16:00 a 20:30 horas. Estas franjas horarias fueron elegidas debido a que son los momentos de mayor desplazamiento de flujo vehicular producto de las actividades generales de la ciudad.

TRATAMIENTO DE DATOS

Procesamiento de encuestas de la población residente:

Se realizó la confección de una matriz de datos utilizando el programa Excel donde se volcaron los datos obtenidos en la encuesta, otorgándose a las respuestas positivas en relación al ruido el valor 1; y el valor cero a las respuestas negativas.

Valoración de las encuestas:

Se construyó un índice de molestia asignándose en cada pregunta, a cada opción de respuesta un valor entre 0 y 1; otorgando el valor 1 a aquellas opciones que señalan al ruido urbano como el causante de alguna molestia o que indica que la persona tenga que modificar su conducta diaria a causa del ruido.

Aquellas opciones que indican una relación menos relevante entre el ruido y la molestia fueron valoradas con el número 0,5; y las opciones que ni relacionan al ruido como un causante de molestia se le asignó el valor 0.

De ésta forma, se cuenta con un índice cuyo valor mínimo es 0 y su valor máximo 8, considerándose como personas molestas por el ruido aquellas que manifiestan un índice superior a 3 y altamente molestas aquellas con un índice asociado de valor mayor o igual a 5.

Para analizar el efecto del ruido urbano sobre las actividades de la vida diaria, se relacionaron las mismas con las siguientes variables:

Edad: establecida en categorías de 10 a 19 , 20 a 29, 30 a 39, 40 a 49, 50 a 59, 60 a 69 y 70 a 79 años.

Tiempo de Residencia: establecida en categorías de menos de 1 año, 1 a 10 años y más de 10 años.

Sexo: establecida en categorías de femenino y masculino.

También se determinó el índice de molestia respectivo para cada categoría de variables.

Además se analizaron los aspectos que no interfieren en el índice de molestia, pero que caracterizan al ruido como influyente en la elección de irse a vivir a otro lado o como principal contaminante, y la opinión acerca del mismo; en relación a las variables categorizadas anteriormente.

Procesamiento de encuestas de la población transeúnte:

El mismo se realizó con la confección de una matriz de datos utilizando el programa Excel, donde se volcaron los datos de las encuestas, codificando con 1 las respuestas positivas y 0 las respuestas negativas.

La dosis de exposición sonora se determinó siguiendo los requisitos establecidos por la USEPA como margen de seguridad, teniendo en cuenta los niveles ponderado medio de exposición en relación a los tiempos de permanencia de ésta población.

Procesamiento de la medición de los niveles sonoros:

Se cálculo el Nivel Sonoro Continuo Equivalente Ponderado A (Laeq), de Avenidas principales, arterias secundarias y Areas peatonales; considerándose válido el nivel sonoro característico de un sitio si los resultados de mediciones duplicadas (mañana y tarde) están dentro de un intervalo de 2 dBA. Los datos obtenidos fueron bajados y procesados en un programa de computación, donde se determino un Nivel Ponderado Medio de Exposición de toda el área del microcentro ,otro solo de Avenidas y calles, y por ultimo de áreas peatonales.

Con estos datos se realizo la confección de un mapa con la distribución de Niveles Sonoros, donde se encuentran ubicados los sitios de medición.

PRESENTACION DE RESULTADOS DE LA POBLACION RESIDENTE

EDADES	ACTIVIDADES			INDICE DE MOLESTIA
	<i>Sueño</i>	<i>Comunicación</i>	<i>Concentración</i>	
<i>10 – 19</i>	18,8 %	45,7 %	21,7 %	2,1
<i>20 – 29</i>	25 %	65,6 %	36,4 %	3
<i>30 – 39</i>	44,7 %	72,2 %	33,3 %	3,5
<i>40 – 49</i>	26,9 %	83,3 %	41,7 %	3,7
<i>50 – 59</i>	30 %	60,7 %	28,6 %	2,9
<i>60 – 69</i>	30,6 %	70,6 %	35,3 %	3,2
<i>70 – 79</i>	30 %	38,9 %	0 %	1,9

Tabla 1. - Porcentajes de actividades que se encuentran perturbadas por el ruido urbano, y su correspondiente índice de molestia de acuerdo a la variable edad; representada en categorías.

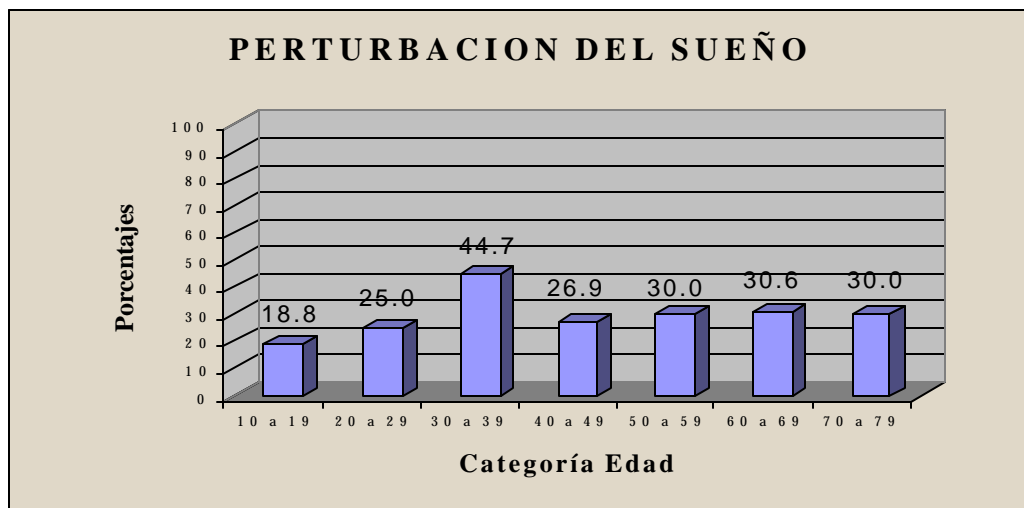


Gráfico 1- Representación gráfica de la perturbación de la actividad del sueño según la variable edad, donde se observa que la categoría 30 – 39 años es la más afectada por el ruido urbano, mientras que las restantes poseen valores similares.

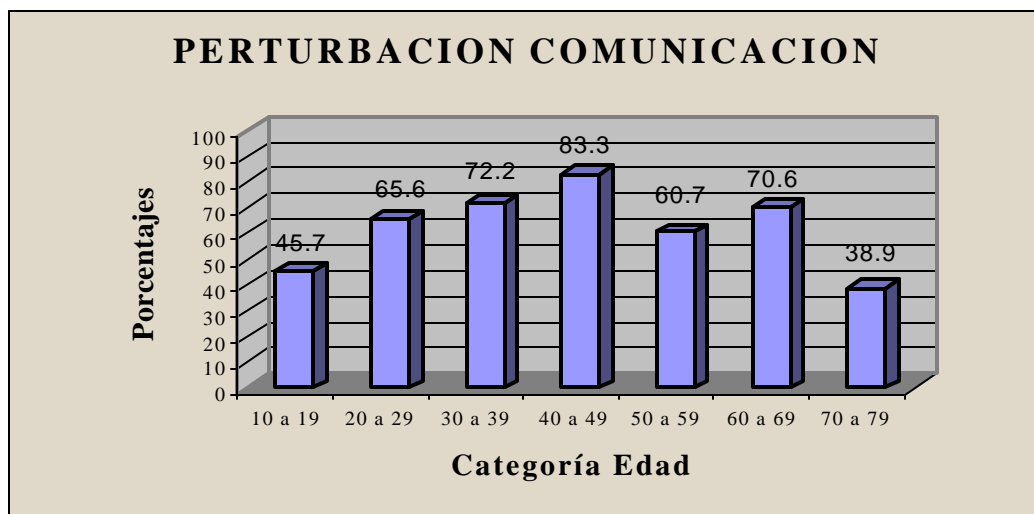


Gráfico 2 - Representación gráfica de la perturbación de la comunicación según la variable edad, donde se observa que la categoría 40 – 49 años es la más afectada por el ruido urbano; mientras que las categorías anteriores a ésta van aumentando a medida que avanzan las edades, las posteriores varían con un notable descenso de la última .

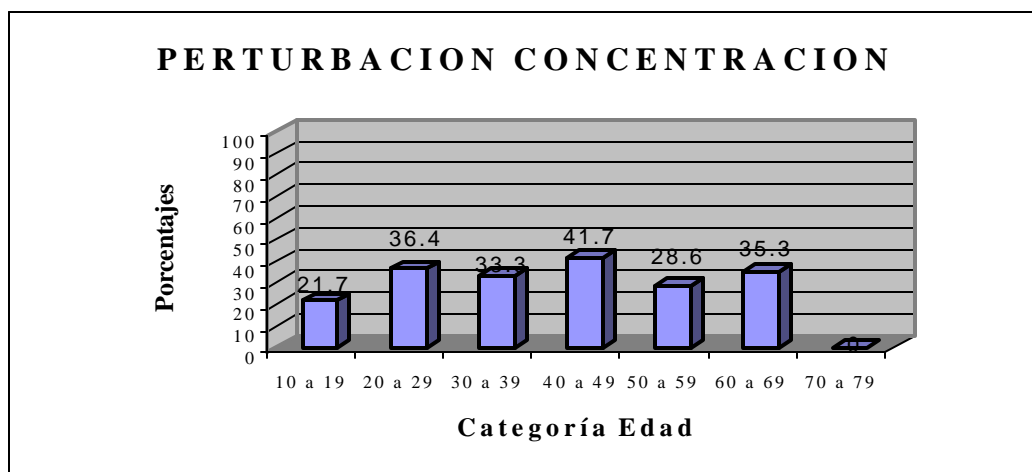


Gráfico 3 - Representación gráfica de la perturbación de la actividad de la concentración según la variable edad, donde se observa que la categoría 40 – 49 años es la más afectada por el ruido urbano; mientras que las categorías restantes mantienen valores similares, notándose en la última una ausencia de perturbación.

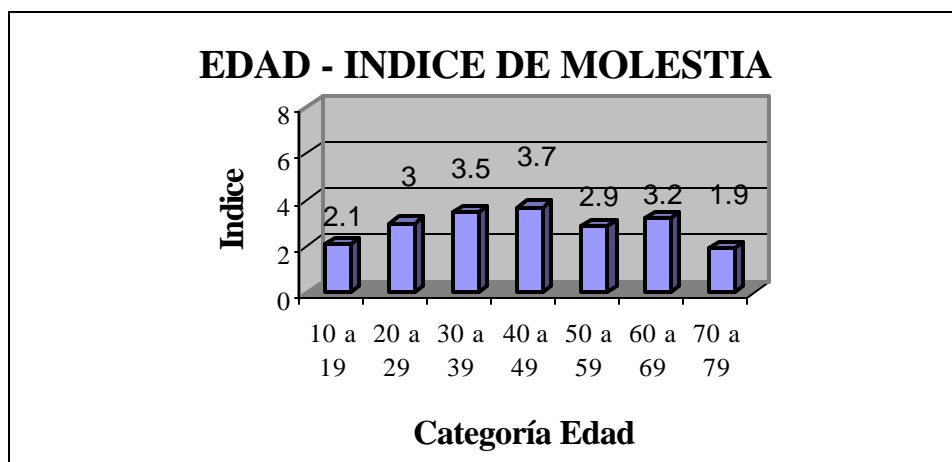


Gráfico 4 – Representación gráfica del índice de molestia según la variable edad, donde se observa que la categoría 40 – 49 años es la más afectada por el ruido urbano; mientras que las restantes mantienen valores similares, excepto la primera y última categoría que poseen un considerable descenso.

TIEMPO DE RESIDENCIA	ACTIVIDADES			INDICE DE MOLESTIA
	Sueño	Comunicación	Concentración	
Menos de 1 año	28,6 %	65,9 %	29,3 %	3
1 a 10 años	28,4 %	61,5 %	33,3 %	2,9
Más de 10 años	27,9 %	66,7 %	30,3 %	2,9

Tabla 2. - Porcentajes de actividades que se encuentran perturbadas por el ruido urbano, y su correspondiente índice de molestia de acuerdo a la variable tiempo de residencia; representada en categorías.

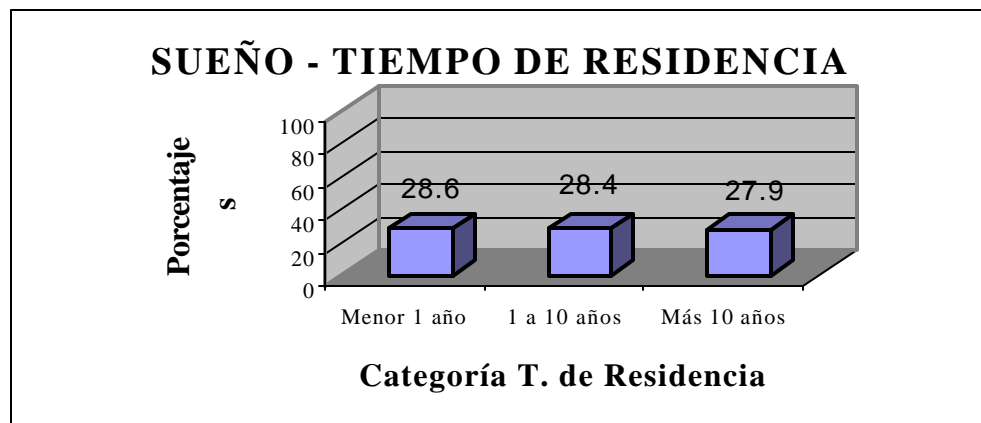


Gráfico 5- Representación gráfica de la perturbación de la actividad del sueño según la variable tiempo de residencia, donde se observa que todas las categorías mantienen valores muy similares entre si.

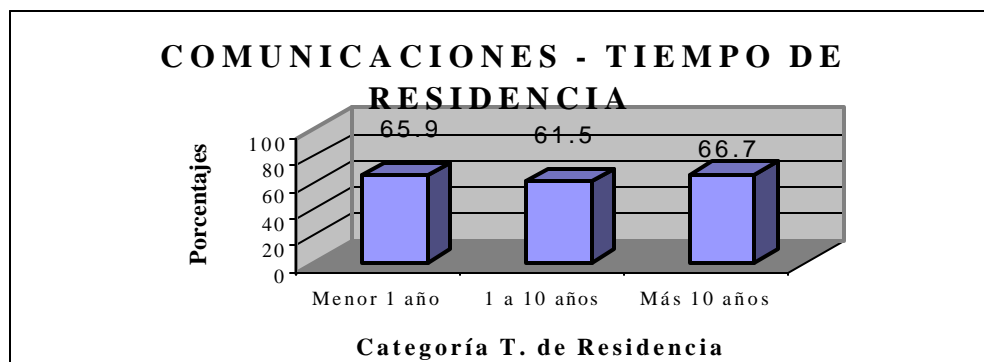


Gráfico 6- Representación gráfica de la perturbación de la comunicación según la variable tiempo de residencia, donde se observa que la categoría más de 10 años es la que posee el valor más alto, aunque las restantes presentan valores similares a ésta.

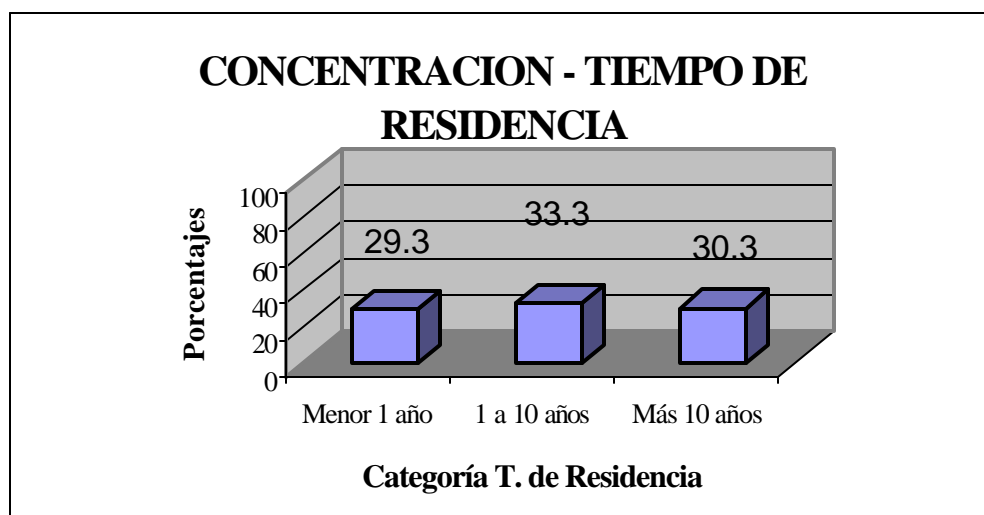


Gráfico 7 - Representación gráfica de la perturbación de la actividad de la concentración según la variable tiempo de residencia, donde se observa que la categoría 1 a 0 años posee el valor más alto, aunque las restantes se mantienen en valores similares a ésta.

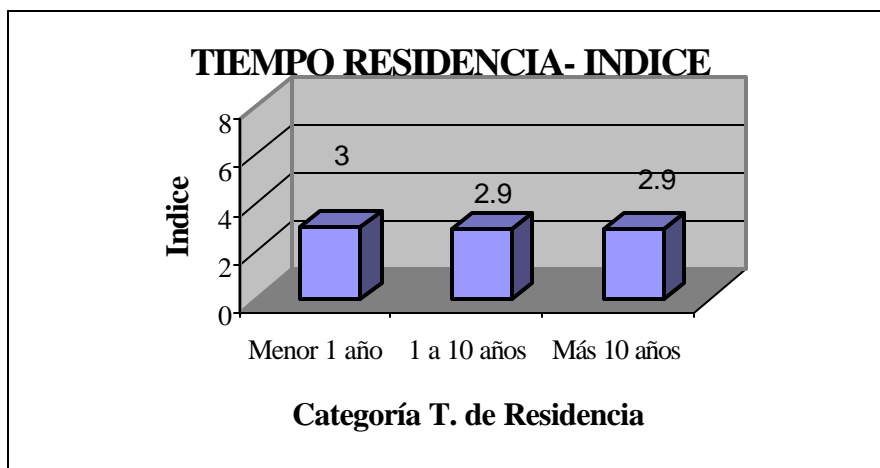


Gráfico 8– Representación gráfica del índice de molestia según la variable tiempo de residencia, donde se observa que todas las categorías poseen valores muy similares entre si.

SEXO	ACTIVIDADES			INDICE DE MOLESTIA
	<i>Sueño</i>	<i>Comunicación</i>	<i>Concentración</i>	
<i>Masculino</i>	33,1 %	65 %	37,1 %	3,1
<i>Femenino</i>	25,2 %	61,9 %	27,7 %	2,8

Tabla 3 - Porcentajes de actividades que se encuentran perturbadas por el ruido urbano, y su correspondiente índice de molestia de acuerdo a la variable sexo; representada en categorías.

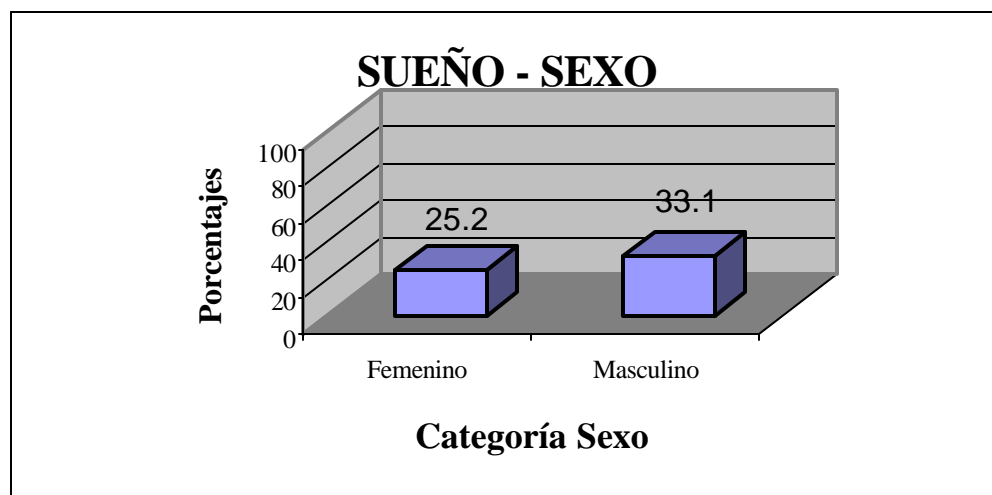


Gráfico 9- Representación gráfica de la perturbación de la actividad del sueño según la variable sexo, donde se observa que la categoría masculino es la que posee el valor más alto.

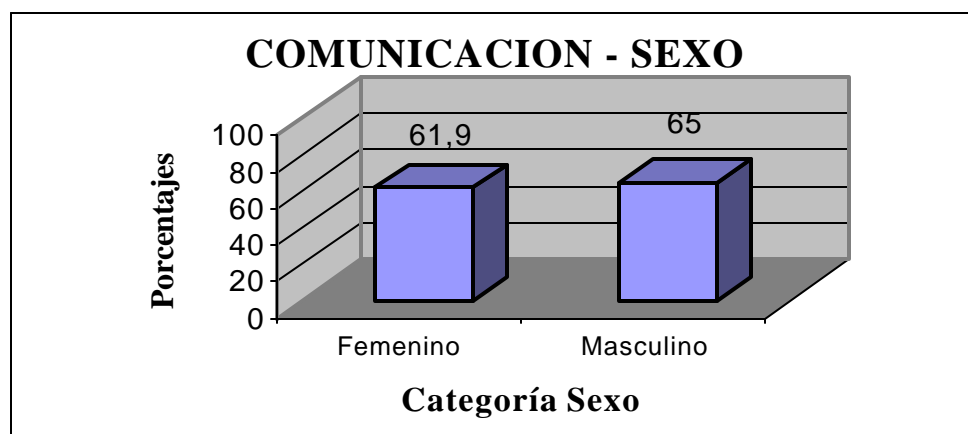


Gráfico 10- Representación gráfica de la perturbación de la comunicación según la variable sexo , donde se observa que la categoría masculino es la que posee el valor más alto.

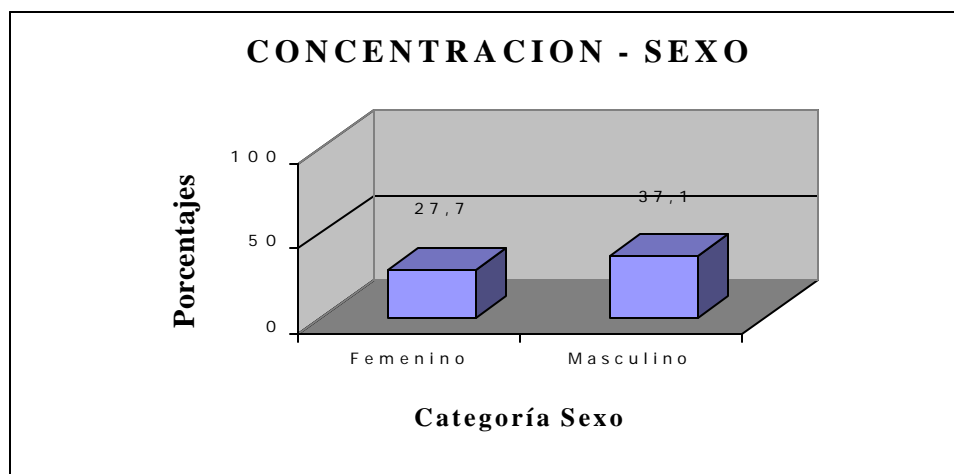


Gráfico 11 - Representación gráfica de la perturbación de la actividad de la concentración según la variable sexo, donde se observa que la categoría masculino posee el valor más alto.

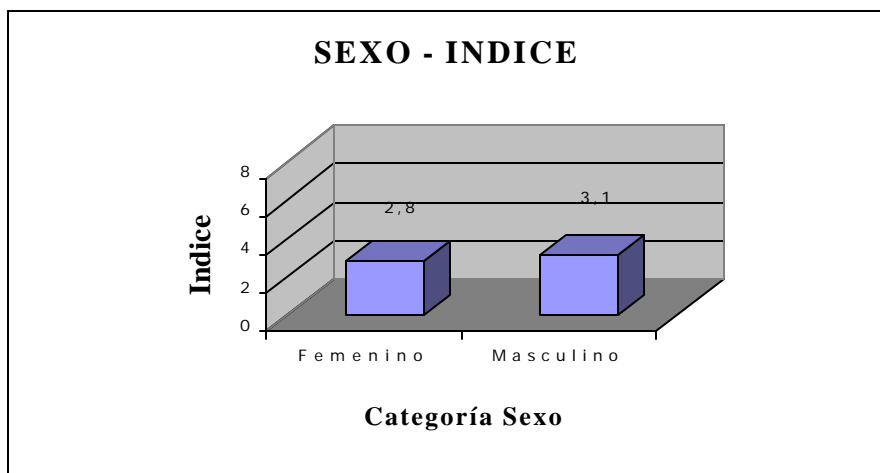


Gráfico 12- Representación gráfica del índice de molestia según la variable sexo, donde se observa que la categoría masculino posee el valor más alto

EIDADES	SE IRÍA A UN LUGAR MÁS SILENCIOSO	ASPECTO AMBIENTAL A MEJORAR (RUIDO)	OPINIÓN SOBRE RUIDO		
			<i>Indiferente</i>	<i>Molesto</i>	<i>Intolerable</i>
<i>10 – 19</i>	34,8 %	39,1 %	17,4 %	60,9 %	17,4 %
<i>20 – 29</i>	42,9 %	51,9 %	9,1 %	66,2%	36 %
<i>30 – 39</i>	55,6 %	66,7 %	5,6 %	66,7 %	27,8 %
<i>40 – 49</i>	75 %	58,3 %	8,3 %	41,7 %	41,7 %
<i>50 – 59</i>	71,4 %	42,9 %	28,6 %	50 %	21,4 %
<i>60 – 69</i>	52,9 %	41,2 %	17,6 %	41,2 %	41,2 %
<i>70 – 79</i>	33,3 %	33,3 %	44,4 %	22,2 %	33,3 %

Tabla 4- Porcentajes que caracterizan al ruido urbano en el lugar de residencia según la variable edad con sus correspondientes categorías, donde se observan los aspectos que no interfieren en el índice de molestia.

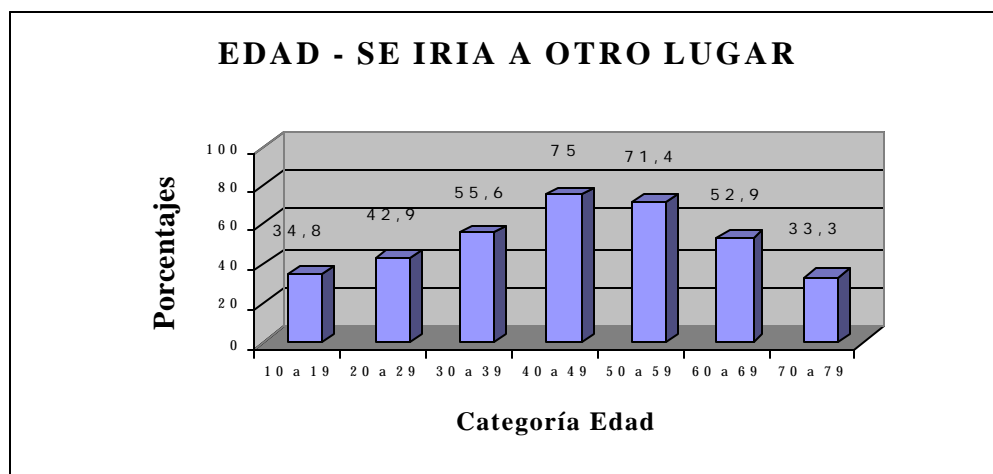


Gráfico 13 – Representación gráfica de la conformidad del lugar de residencia con relación al ruido urbano, según la variable edad; donde se observa que la categoría 40 – 49 años posee el valor más alto; mientras que las categorías anteriores a ésta van aumentando por lo contrario las posteriores van descendiendo a medida que avanzan las edades.

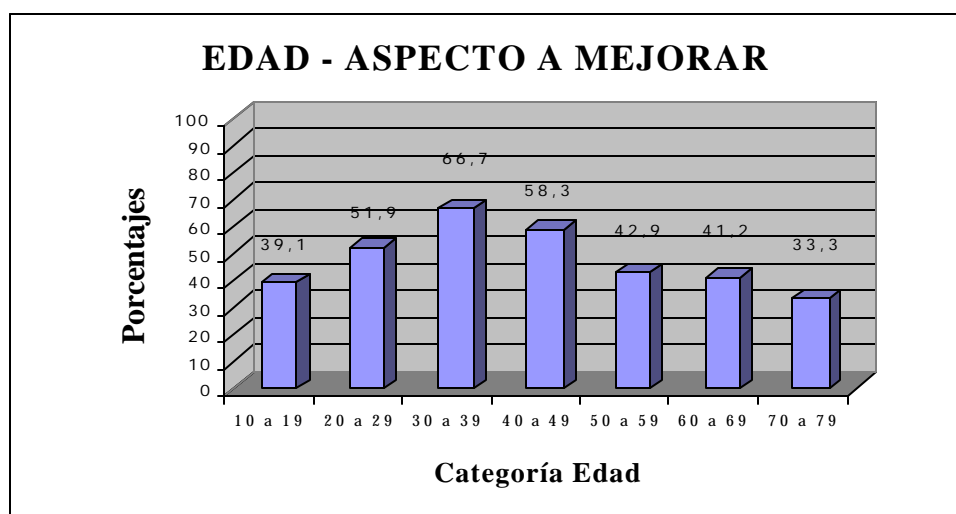


Gráfico 14 – Representación gráfica en cuanto al ruido urbano como un aspecto a mejorar en el lugar de residencia según la variable edad, donde se observa que la categoría 30 - 39 años posee el valor más alto; mientras que las categorías anteriores a ésta van aumentando por lo contrario las posteriores van descendiendo a medida que avanzan las edades.

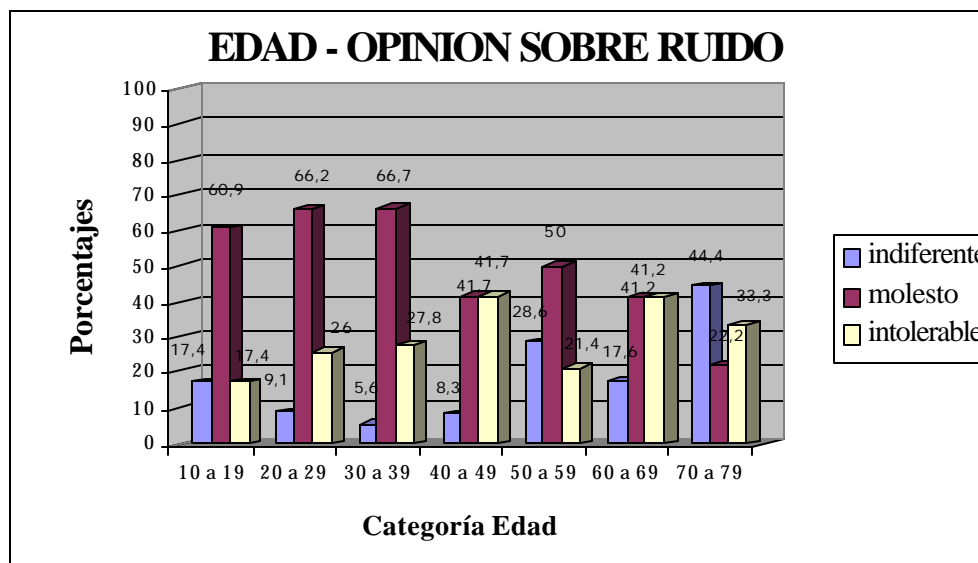


Gráfico 15- Representación gráfica de la opinión sobre el ruido en el lugar de residencia según la variable edad; donde se observa que la opción indiferente posee el valor más elevado en la categoría 70 – 79 años notándose que las categorías entre 20 a 49 años poseen los valores más bajos; la opción molesto posee el valor más alto en la categoría 30 – 39 años, observándose que en las categorías anteriores los valores son muy similares a ésta a diferencia de los posteriores que son más variados; por último en la opción intolerable los valores más altos se encuentran en las categorías 40 – 49 y 60-69 años y en los restantes porcentajes varían.

TIEMPO DE RESIDENCIA	SE IRIA A UN LUGAR MÁS SILENCIOSO	ASPECTO AMBIENTAL A MEJORAR (RUIDO)	OPINIÓN SOBRE RUIDO		
			Indiferente	Molesto	Intolerable
<i>Menos de 1 año</i>	43,9 %	53,7 %	9,8 %	65,9 %	24,4 %
<i>1 a 10 años</i>	47,9 %	51 %	12,5 %	62,5 %	25 %
<i>Más de 10 años</i>	54,5 %	39,4 %	24,2 %	33,3 %	39,4 %

Tabla 5- Porcentajes que caracterizan al ruido urbano en el lugar de residencia según la variable tiempo de residencia con sus correspondientes categorías, donde se observan los aspectos que no interfieren en el índice de molestia.

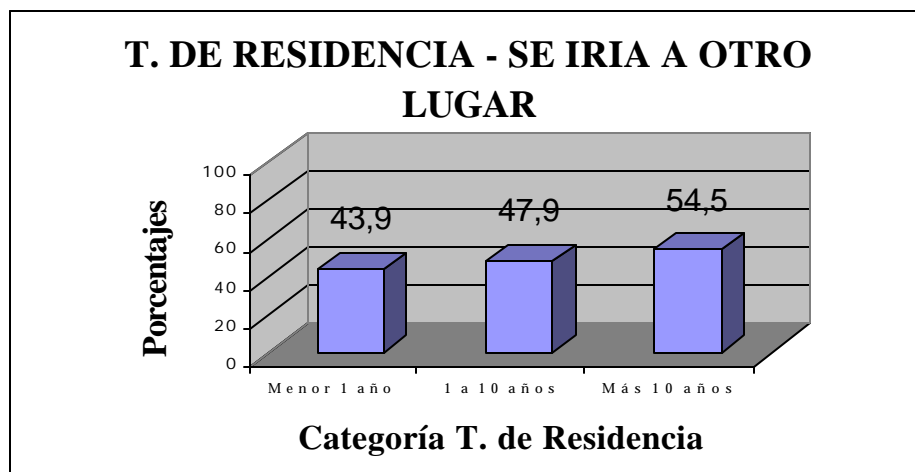


Gráfico 16 – Representación gráfica de la conformidad del lugar de residencia con relación al ruido urbano, según la variable tiempo de residencia; donde se observa que la categoría más de 10 años posee el valor más alto; mientras que las restantes descienden en relación al menor tiempo de residencia, pero manteniéndose cercanas al valor más elevado.

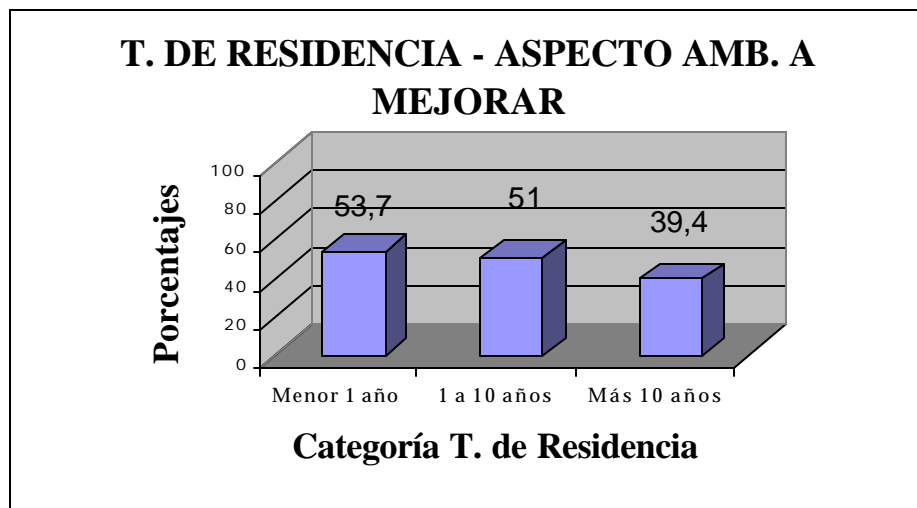


Gráfico 17 – Representación gráfica en cuanto al ruido urbano como un aspecto a mejorar en el lugar de residencia según la variable tiempo de residencia, donde se observa que la categoría menos de 1 año posee el valor más alto; mientras que las restantes descienden en relación al mayor tiempo de residencia, pero manteniéndose cercanas al valor más elevado.

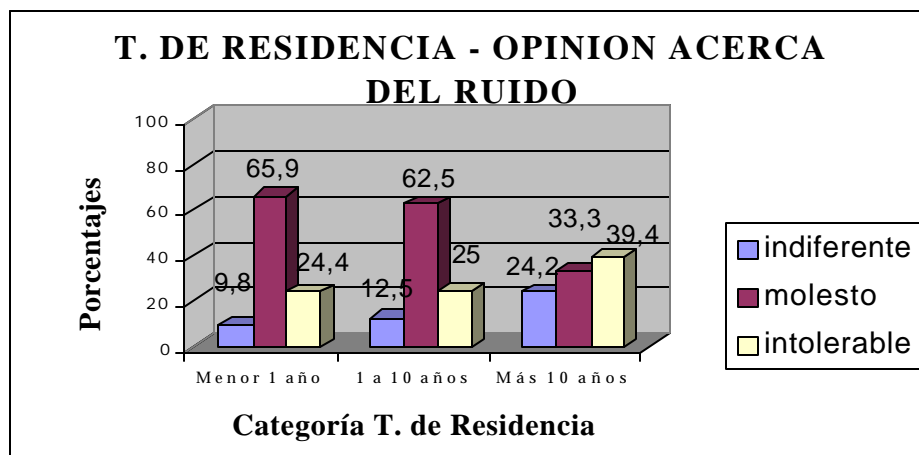


Gráfico 18- Representación gráfica de la opinión sobre el ruido en el lugar de residencia según la variable tiempo de residencia; donde se observa que la opción indiferente posee el valor más elevado en la categoría más de 10 años notándose valores similares en las restantes categorías; la opción molesto posee el valor más alto en la categoría menos de 1 año, aunque en la siguiente categoría el porcentaje es muy semejante a ésta en la última el valor desciende notablemente; en la opción intolerable el valor más alto se encuentra en la categoría más de 10 años , los restantes porcentajes se mantienen similares entre si.

SEXO	SE IRIA A UN LUGAR MÁS SILENCIOSO	ASPECTO AMBIENTAL A MEJORAR (RUIDO)	OPINIÓN SOBRE RUIDO		
			Indiferente	Molesto	Intolerable
Masculino	41,6 %	48,5 %	12,9 %	58,4 %	25,7 %
Femenino	57,1 %	50 %	15,7 %	55,7 %	30 %

Tabla 6- Porcentajes que caracterizan al ruido urbano en el lugar de residencia según la variable sexo con sus correspondientes categorías, donde se observan los aspectos que no interfieren en el índice de molestia.

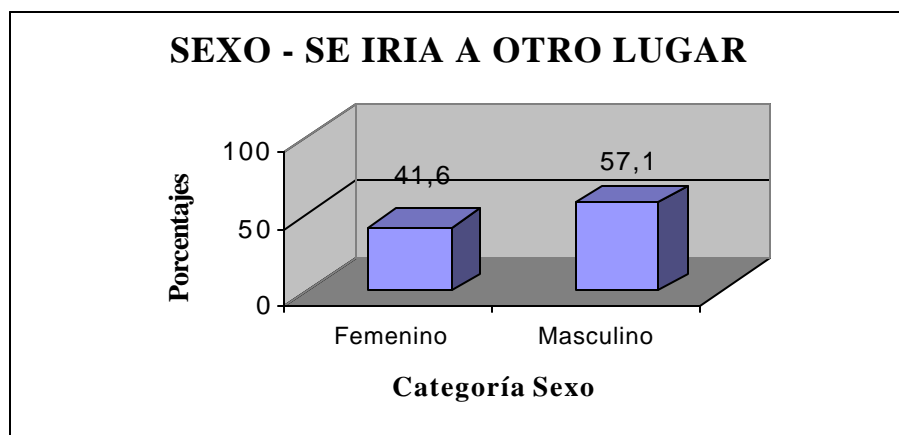


Gráfico 19 – Representación gráfica de la conformidad del lugar de residencia con relación al ruido urbano, según la variable sexo; donde se observa que la categoría masculino posee el valor más alto.

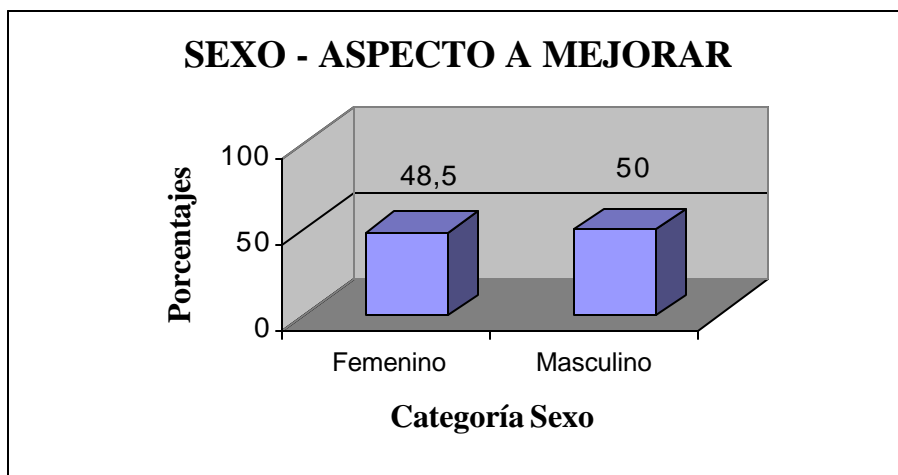


Gráfico 20- Representación gráfica en cuanto al ruido urbano como un aspecto a mejorar en el lugar de residencia según la variable sexo, donde se observa que ambas categorías poseen valores similares..

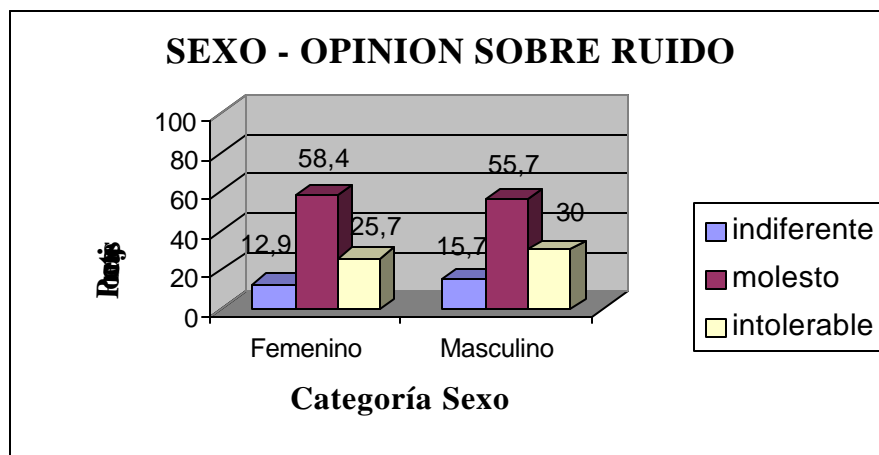
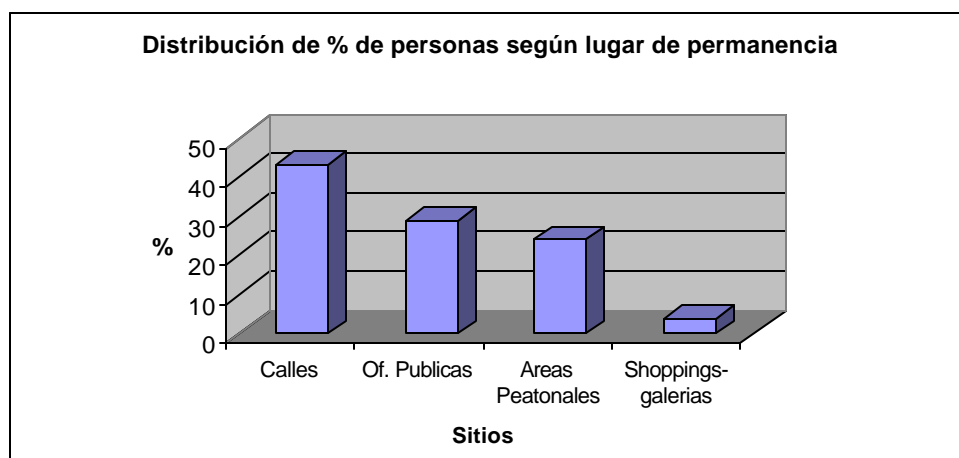
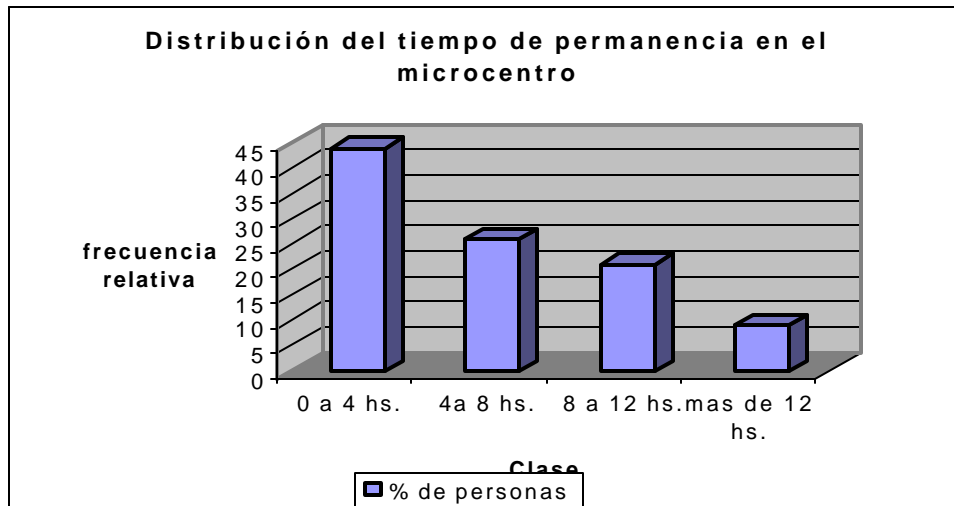


Gráfico 21- Representación gráfica de la opinión sobre el ruido en el lugar de residencia según la variable sexo; donde se observa que la opción indiferente posee el valor más elevado en la categoría masculino; la opción molesto posee el valor más alto en la categoría femenino; por último en la opción intolerable el valor más alto se encuentra en la categoría masculino; aunque en las tres opciones los valores se mantienen similares entre si.

PRESENTACION DE RESULTADOS DE LA POBLACION TRANSEUNTE

LUGARES	PROMEDIO					
	Transeúntes	Leq	Tiempo permanencia (horas)			
			0 - 4	4 - 8	8 - 12	> 12
<i>Avenidas y calles</i>	43 %	77,5 dBA	46,9 %	31,6 %	16,3 %	5,1 %
<i>Peatonales</i>	24 %	72 dBA	67,3 %	16,4 %	12,7 %	3,6 %
<i>Nivel Medio de exposición</i>	67%	77,1 dBA	36,2 %	17,6 %	10 %	2,9 %





CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

Con respecto a las actividades que se tuvieron en cuenta en la población residente, el sueño, ya sea el demorar en conciliarlo o interrumpirlo durante la noche se manifiesta como la menos afectada, por un lado, porque las personas consideran más preocupante los problemas económicos, personales y laborales, y por el otro, la gran mayoría informó que sus habitaciones se encontraban distribuidas hacia la parte posterior de la vivienda provocándose una importante atenuación del ruido proveniente del exterior.

Por su parte la O. M. S. estableció que no existen diferencias entre edades y sexo con respecto a la perturbación de ésta actividad. Así mismo, en éste estudio se vieron afectadas de igual forma todas las edades, aunque las personas entre 30 a 39 años se mostraron más perturbadas; no encontrándose valores significativos que determinen que el tiempo en que las personas se hallan residiendo en el lugar pueda influir en la perturbación de ésta actividad. Por último, el sexo masculino se halló más levemente afectado que el femenino.

En las actividades que requieren concentración como la lectura y el estudio, las personas manifestaron tener que modificar sus horarios habituales para poder realizarlos en otros con menores niveles sonoros.

En cuanto a la edad, mostraron encontrarse más afectadas las personas que comprenden las edades entre 40 y 49 años, y aquellas que poseen un tiempo de residencia entre 1 a 10 años, el sexo masculino se mostró al igual que en la anterior actividad como el más perjudicado.

Según la O. M. S. para que exista un 100 % de inteligibilidad en la comunicación, en un discurso de 50 dB a 1 metro de distancia, el nivel de ruido de fondo no debe superar los 35 dB, y que las dificultades en las comunicaciones son el principal factor de estrés en relación con la problemática del ruido. Esto demuestra que al ser encontrados niveles que superan en gran medida los anteriormente nombrados hacen que ésta actividad, ya sea, comunicaciones interpersonales (telefónicas y cara a cara) o escuchar televisión y radio sean las más perjudicadas, produciéndose la pérdida de gran parte de la información transmitida.

De ésta forma, se obtuvieron índices de molestia inferiores a 3 solamente en las edades 10 a 19 años y 70 a 79 años, mostrándose en las restantes categorías valores superiores a 3 y por lo tanto consideradas personas que se manifiestan molestas. En cuanto al tiempo de residencia y al sexo los índices demostraron igualmente a las personas como molestas.

Esta situación implica que aproximadamente la mitad de la población evidencia disconformidad con su lugar de residencia, explicitando su voluntad de trasladarse a otras zonas de la ciudad más tranquilas si tuvieran la posibilidad de hacerlo.

De la misma forma, el ruido se encuentra ubicado como principal contaminante, priorizándolo aún por encima de la contaminación del aire.

La mayor parte de la población considera al ruido como molesto, a excepción de las personas entre 70 y 79 años y aquellos que hace más de 10 años que residen en el lugar y se manifiestan como acostumbrados ante la presencia del ruido.

Este panorama, hace notoria a través de los índices de molestia, la presencia de efectos a corto plazo que devienen del perjuicio de cada una de las actividades consideradas indispensables para una buena calidad de vida y que se reflejan en cambios sobre la conducta tales como nerviosismo, irritabilidad y agresividad.

Pero aún más preocupantes son los efectos a largo plazo con relación al deterioro que pueden sufrir las personas en su órgano de la audición.

El nivel sonoro medio de exposición en calles y avenidas es de 77,5 dBA, siguiendo el requisito respecto de los niveles sonoros adecuados para proteger a la población con un adecuado margen de seguridad de 73 dBA durante 8 horas, establecido por USEPA y el principio de igualdad de energía, se obtiene que el tiempo máximo de exposición de la población transeúnte para cumplir con dicho requisito es de aproximadamente 3 horas.

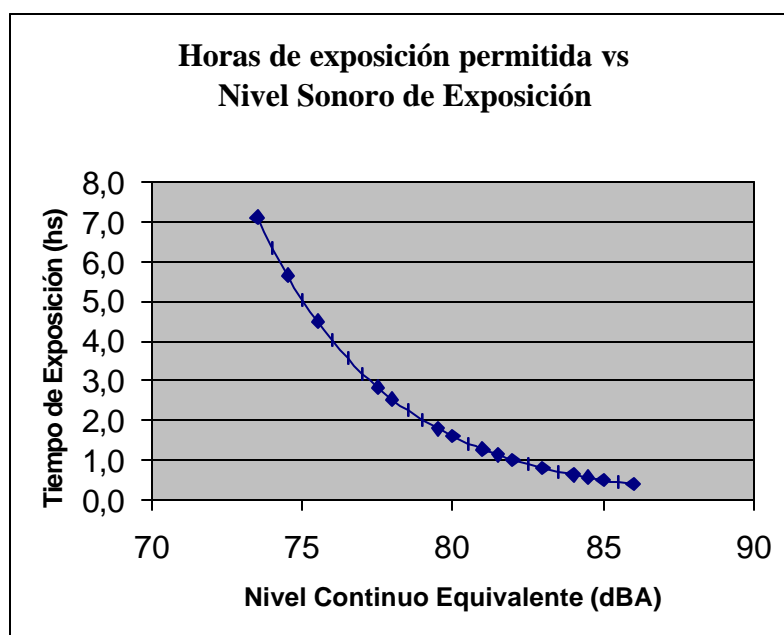
Según los resultados obtenidos en las encuestas el 23 % de las personas que transitan diariamente por el microcentro lo hacen por calles y avenidas, permaneciendo en éstos sitios por períodos de tiempo que exceden las 4 horas. Este porcentaje de la población estaría expuesta a dosis que pueden ser perjudiciales, poniendo en riesgo su salud auditiva a largo plazo.

En nivel sonoro medio en áreas peatonales es de 72 dBA; si se consideran solo las personas que transitan por éste área no es posible verificar que ésta población sobrepase lo establecido como requisito para el margen de seguridad.

La mayor parte de las personas que transitan por el microcentro lo hacen por calles, avenidas y áreas peatonales; siendo el Nivel Sonoro Medio considerado en éstos sitios de 77,1 dBA, se determina un tiempo máximo de exposición de 3 horas. El 67 % de las personas que diariamente concurren al microcentro permanecen en éstos sitios, y el 30,5 % de ésta población lo hace en un tiempo mayor a 4 horas.

La población transeúnte en el microcentro es de aproximadamente 300.000 personas, los datos mencionados anteriormente muestran como resultado que más de 90.000 personas estarían expuestas a dosis que superan los requisitos para proteger la salud pública con un adecuado margen de seguridad; de ésta forma el posible deterioro que puede sufrir el órgano de la audición es el factor de mayor riesgo que corre éste porcentaje de la población.

La elevada concentración de vehículos particulares y del servicio público del transporte urbano de pasajeros, sumado al gran deterioro y antigüedad de los mismos, ha provocado en los últimos años un aumento en los niveles sonoros constituyendo uno de los grandes problemas de contaminación ambiental. A esto se le agrega la falta de una legislación adecuada a los tiempos modernos que contemple la figura de ruido urbano y de buenos instrumentos legales de control, haciendo que el ruido de tránsito se convierta en uno de los factores predominantes de deterioro de la calidad de vida en el microcentro.



Representación gráfica del tiempo de exposición en horas (eje de ordenadas) como requisito para proteger la salud con un adecuado margen de seguridad, en relación al Nivel Sonoro Continuo Equivalente (Leq en dBA).

Los resultados que se obtuvieron a lo largo de la investigación demuestran que ésta problemática requiere una pronta búsqueda de soluciones con el fin de preservar la calidad de vida de ambas poblaciones:

- Con respecto a la flota vehicular se debería: actualizar los instrumentos legales de control, con posteriores monitoreos para el seguimiento y cumplimiento de las medidas; e inspección eficiente en la vía pública del estado en el se encuentran los vehículos y de los excesivos niveles sonoros provocados por los mismos.
- Con respecto a las poblaciones afectadas, llevar a cabo: estrategias educativas y de concientización tales como programas de conservación de la audición a nivel social tendientes a modificar conductas, asumiendo que la generación de excesivos niveles sonoros que provocan la contaminación acústica es una negligencia de la cual es responsable y al mismo tiempo víctima toda la comunidad poniendo en riesgo su salud y de ésta forma deteriorando su calidad de vida.