INTRODUCCION.-

El padecimiento conocido como Trauma Acústico Crónico - (TAC) afecta principalmente a grupos de población que laboran en industrias contaminadas por ruido intenso, entre las cuales destacan el giro Textil y el Metal-mecánico. Al respecto Rey en un estudio realizado en 1974 refirió que la proporción de sordera inducida por ruido en trabajadores de la Industria Metalúrgica fué de 60% (Niveles de Ruido de 95 dB (A) y superiores); por otra parte Cohen et. al en 1970 descubrieron que los niveles, de ruido de 85 dB (A) podían ser perjudiciales para el oído y aún con 75 dB (A) había cierta pérdida de la audición.

El TAC también llamado hipoacusia Neuro Sensorial, Sordera Traumática y Deterioro de la Audición Inducido por Ruido (DAIR); se presenta como una de las principales causas de morbilidad profesional. En México el IMSS ha informado que durante los últimos cinco años el TAC ha ocupado alguno de los cinco primeros lugares de la incidencia por Enfermedades Profesionales, y que en el Estado de Nuevo León en 1984 este padecimiento representó el 22% de todas las causas de morbilidad profesional.

La Organización Internacional de estandarizaciones (ISO) proporciona cálculos de porcentajes aproximados de casos esperados con Trastornos Auditivos, (Norma ISO-1975c) atribuibles al ruido laboral, en grupos expuestos a diferentes Niveles Sonoros Contínuos Equivalentes (NSCE) y a diferentes tiempos de exposición. De tal forma que conociendo los tiempos de exposición y NSCE existentes en cualquier industria se puede - calcular la incidencia esperada de trastornos auditivos en quienes ahí laboran. Sin embargo, en México no encontramos - información analizada metodológicamente que permita comparar

el comportamiento epidemiológico de los trastornos auditivos por grupos ocupacionales, con las publicadas en otros países industrializados.

La evaluación del proceso ruido - TAC requiere de información procedente de fuentes nacionales para conocer la verdadera magnitud y trascendencia del problema en la Industria Mexicana. Por lo cual nos preguntamos: ¿Qué relación existe entre el comportamiento epidemiológico del TAC en tejedores y empleados administrativos, expuestos a diferentes NSCE en una Empresa Textil Mexicana?

Para responder a este cuestionamiento en el presente trabajo se evaluaron las características de Presión Sonora en las áreas de estudio utilizando el método propuesto por el Instructivo No. 11 (Reglamento General de Seguridad e Higiene STPS). El perfil auditivo de los trabajadores se determinó en cámara sonoamortiguada, con 12 horas de reposo auditivo y Técnica audiométrica convencional. Se calcularon porcentajes de Hipoacusia Bilateral Combinada (HBC) e Incapacidad Parcial Permanente (IPP) de acuerdo al método propuesto por la Academia Americana de Medicina , modificado en 1980 por el IMSS.

La evaluación de NSCE en áreas de tejido textil, indicó que los tejedores se exponen a Presión Sonora de 2 a 3.5 veces mayor que la propuesta como Nivel Máximo Permisible (NMP) por el Instructivo No. 11. En cuanto a la relación de causalidad entre el ruido del área de tejido y la prevalencia del TAC en los tejedores fue probada calculando Xi cuadrada de - $< 0.01 = 7$. Encontrando que la probabilidad de padecer TAC es 3.9 veces mayor en el grupo de tejedores que en el de empleados. Por otra parte la prevalencia de los trastornos - auditivos auditivos fue del 11% en el grupo de tejedores con cinco años de exposición laboral, la cual resultó superior al 9% propuesto por la Norma ISO-1975c.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1. TRAUMA ACUSTICO CRONICO EN TRABAJADORES TEXTILES.

La Industria Textil en México representa un importante sector dentro de las actividades empresariales, la cual emplea gran variedad de materias primas y es generadora de riesgos a la salud. En el funcionamiento de maquinaria industrial se aplican y generan fuerzas que dan lugar a movimientos o vibraciones las cuales generan ondas sonoras que son transportadas por el aire.(1) En el proceso específico de tejido se utilizan sistemas manuales y mecánicos conocidos como telares, que se componen, en el segundo caso, por órganos operadores movidos por transmisión general o motor individual(2) que emiten sonidos de intensidad y magnitud elevadas, los cuales al ser percibidos por los trabajadores son capacés de producirles daño en el sistema auditivo que va desde el simple cansancio hasta lesiones progresivas e irreversibles; como en el caso típico del Trauma Acústico Crónico (TAC), donde el oído interno humano es lesionado durante la exposición constante y prolongada a estos sonidos, cuyo efecto inicial lastima células en la porción basal de la cóclea destruyendolas a medida que pasan los años para finalizar con la pérdida total de la capacidad auditiva, en forma bilateral y aproximadamente simétrica.(3)

El ruido considerado como cualquier perturbación acústica en un sistema de comunicación que transmite información mediante energía acústica, se encuentra presente en el proceso textil, principalmente en la fase de tejido. Para ser evaluado requiere medirse en sus características de presión acústica en decibeles dB (A) y de frecuencia en Hertz. La presión acústica indica magnitud de la onda y la frecuencia indica las veces que la misma se repite por segundo en su medio de transmisión natural. Las anteriores escalas de medición permiten establecer y comparar niveles de ruido, siendo la más

usada el Nivel Sonoro (NS) y el Nivel Sonoro Contínuo Equivalente (NSCE). En el primer caso se expresa la magnitud de presión acústica obtenida en mediciones instantáneas ajustadas a la forma de percepción del oído humano y se expresa en números dados como dB (A). En el segundo caso se expresa el promedio ponderado que se obtendría con distintas mediciones de NS durante una jornada semanal de 40 horas.(4)

El TAC se instala en el individuo dependiendo de la magnitud y frecuencia con que el ruido se presenta, así como del tiempo que se expone al ruido. Se define como "Tiempo de Exposición Máximo Permisible" (TEMP) a los límites topes de un determinado tiempo en que un organismo humano se puede exponer a un NSCE sin que exista riesgo de dañar su capacidad auditiva; la cual se mide por medio del examen audiométrico que indica la medición del nivel de intensidad mínimo al cual los sonidos producidos por un audiómetro pueden ser apenas percibidos por la persona que se examina, el resultado se registra en una gráfica estándar conocida como audiograma y los distintos tipos de gráficas se denominan perfiles auditivos.(5)

En la "Empresa Textil", objeto de este estudio se identificó como principal factor de riesgo para la salud a el ruido, que presentó mayor intensidad en la nave de tejido Sulzer donde 128 telares mecánicos funcionan permanentemente todo el año, salvo en casos de mantenimiento preventivo y correctivo. El conjunto de telares emite Niveles Sonoros mínimos de 95 dB (A) a los cuales se exponen tejedores que operan grupos de 10 telares cada uno, que laboran 3 jornadas semanales de 40 horas por una de 48 horas, y algunas veces jornadas extras. En la mayoría de los casos sin utilizar adecuadamente equipo personal de protección auditiva (EPPA).(6)

Por lo antes expuesto el grupo investigador se planteó-

el siguiente cuestionamiento:

> ¿Qué relación existe entre el comportamiento epidemiológico del Trauma Acústico Crónico en Tejedores expuestos a ruido del área de tejido Sulzer y empleados expuestos a ruido de áreas administrativas en una Empresa Textil, N.L., México. 1987?

1.2. JUSTIFICACION.

La vinculación causal entre los ruidos intensos y la hipoacusia se reconoce desde milenios, no es razonable pensar que nadie nótase la sordera parcial de los herreros en la -- Edad de Hierro: Algunos antiguos griegos aborrecían el metal; hacia el año 600 A.C. los sibaritas prohibían trabajar los metales a martillazos (y también los carruajes) dentro de los límites de su ciudad.

La referencia más antigua sobre el efecto del ruido en la audición sería una observación registrada en el primer siglo de nuestra era por Plinio el Viejo en su Historia Natural, cuando menciona que la gente vivía cerca de las cataratas del Nilo "quedaba sorda" (Bacon, 1927). Aunque pocas personas viven en la actualidad cerca de alguna catarata ruidosa, nues-- tra era industrial produce niveles de ruidos cada vez mayores en todas partes, en el trabajo, en el hogar y en los juegos. No debe extrañarnos entonces, que el problema del deterioro - de la audición inducido por el ruido (DAIR) y su prevención - estén asumiendo una importancia creciente en el mundo entero. (7)

Las condiciones de seguridad e higiene en las empresas

de México no son del todo favorables. La situación actual de la salud ocupacional se refleja en las estadísticas. El - - I.M.S.S. en 1984 refirió población asegurada de 7.615,135 trabajadores en los cuales ocurrieron 665,037 riesgos de trabajo, de los que 586,082 fueron accidentes de trabajo y 75,264 accidentes en trayecto. En cambio sólo se diagnosticaron y registraron 3,691 enfermedades de trabajo; de éstas 2,527 ocurrieron en la delegación Nuevo León, correspondiendo 553 casos a la sordera traumática, los cuales equivalen al 22% de todas las causas de patología laboral en el Estado de Nuevo León. (8,9)

Dentro de la patología laboral se conoce el hecho de - que la industria textil es uno de los giros que mayor incidencia de TAC ocasiona a los trabajadores debido al factor de riesgo físico (ruido) propio del proceso de producción.(10,11)

El grado del daño está en relación con el tiempo de exposición, la intensidad de los ruidos, el espectro de frecuencias del ruido; a su vez el tiempo de exposición depende de los años de antiguedad en el área ruidosa, la continuidad de exposición por jornada laboral, el tipo de ruido (estable o inestable); estos factores involucran aspectos de orden económico, político y social propios de cada país.

Considerando al individuo expuesto como una unidad biopsico-social que se vé afectado por TAC y cuyas secuelas pueden ser irreversibles y evolucionar hasta la sordera total, - puede entenderse el interés que este problema ha despertado - en grupos multidisciplinarios de profesionistas, cuyos resultados en los países tecnológicamente avanzados han permitido establecer métodos de prevención y control de reconocida eficiencia.

En México los grupos de trabajadores y empresarios cuya

ignorancia e idiosincrasia implica actitudes de rechazo al -- uso del equipo personal de protección auditiva y al cumpli- - miento de la mayoría de las normas de seguridad e higiene industrial, anteponen las demandas de producción a las necesidades de seguridad e higiene en el trabajo, (12) lo cual determina la evolución del proceso ruido-TAC con diferentes características a las conocidas por otros países.

En México, la ausencia de información confiable impide evaluar la verdadera magnitud, trascendencia y vulnerabilidad que el problema TAC representa dentro de la patología laboral y por ende obstaculiza la planeación de programas preventivos factibles y efectivos.(13)

Al respecto, en un estudio previo de Riesgos Laborales realizado en la misma "Empresa Textil" objeto de esta investigación en 1986, refiere que 162 trabajadores laboraban en el Departamento de Tejido Sulzer, de los cuales 21 fueron examinados, encontrándose que el 85% presentaron perfil auditivo - de TAC.(6)

Dado lo anterior el proceso ruido - TAC requiere ser estudiado en forma particular para constatar datos, compararlos y llegar a perspectivas generales.

1.3. OBJETIVOS.

a). Evaluar las características de presión sonora en - área de tejido Sulzer y administrativas.

b). Identificar el perfil auditivo de Trauma Acústico Crónico en tejedores y empleados.

c). Determinar el comportamiento epidemiológico del - Trauma Acústico Crónico en tejedores y empleados expuestos a distintos Niveles Sonoros Contínuos Equivalentes.

d). Evaluar la relación de causalidad probable entre el ruido y Trauma Acústico Crónico en tejedores y empleados.

2. MARCO TEORICO.

2.1. LA MEDICINA DEL TRABAJO Y LAS ENFERMEDADES OCUPACIONALES.

El grande e interminable problema con el cual se enfrenta la especie humana es la lucha por la supervivencia y perpetuación de la especie.(14)

La estructura económica y social del país guarda una alta correlación con el proceso salud-enfermedad, y la crisis que éste experimenta en su estructura trae como consecuencia una agudización de los daños correspondientes a la esfera sanitaria. La expresión colectiva de la salud y enfermedad no constituye un simple reflejo mecánico de los hechos estructurales. Es más bien una suma de las características de la naturaleza, que están presentes en un ámbito específico, así como de la dinámica social y de los patrones culturales de élla surgidos.(14) La Salud Pública, concebida como un movimiento social preocupado por la protección y la promoción de la salud colectiva de la comunidad, describe una función de gobierno, una especialidad médica, una de las profesiones de la salud y el trabajo de una institución de salud.(14) W.G. Smille la define diciendo: "Salud Pública es la ciencia y arte de prevenir las enfermedades, prolongar la vida y promover la eficiencia física y mental, mediante los esfuerzos organizados de la comunidad.(15)

La Medicina del Trabajo considerada como rama de la Salud Pública para el estudio de los accidentes y enfermedades profesionales, nació ante la necesidad en que se encontraban los trabajadores de recibir asistencia médica, cuidados urgentes y sobre todo prevenir los riesgos ocupacionales, permitiendo a los médicos penetrar a las fábricas y establecer vínculos con la medicina de los seguros y la medicina legal, para erigir las bases científicas de organizaciones a los

trabajadores portadores de enfermedades ocupacionales.(16,17)

El análisis de las condiciones y los ambientes laborales no pueden reducirse al interior de los centros de trabajo, pues demanda un estudio global en el marco de una política socioeconómica que posibilite el diagnóstico y la aplicación de un proyecto permanente, con un enfoque multidisciplinario, que permita entender la interrelación hombre-trabajo-ambiente-salud.(18)

Para hablar del cuidado de la vida, la salud, la integridad física y mental de los trabajadores y del mejoramiento de las condiciones y su ambiente de trabajo es necesario en primer lugar, concebir al hombre en su conjunto. No desde el punto de vista de la medicina, la sociología, la antropología o la ingeniería en particular (como señala Carrel) sino a través de un microscopio multidisciplinario; con una metodología que reconozca al trabajador no como el sujeto de riesgo laboral de 8 horas sino de 24.(18)

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) define a la medicina del trabajo, como una disciplina médica que estudia la relación entre la salud y el trabajo.(19) Existe una interacción importante entre trabajo y salud, "se necesita salud para trabajar, pero trabajando puede perderse la salud" la economía depende del equilibrio de esta interacción. A este respecto Gunar Myrdal dice: La productividad sólo puede mejorarse si se finca en la salud y ésta se consolida y prospera gracias a la productividad.(12)

Dependiendo de la situación en que pueda presentarse la necesidad de acción de la medicina del trabajo, existen 3 líneas fundamentales de acción: preventiva, curativa y reparadora. Además de la medicina existen otras técnicas no médi

cas que protegen la salud del trabajador como es la seguridad industrial entre otras que se ocupa del diseño y mantenimiento del estado de las máquinas, herramientas e instalaciones, procurando que sean lo menos peligrosas para el trabajador.

En todo accidente de trabajo coexiste un fallo humano y un fallo técnico. De conservar el factor humano en las mejores condiciones se ocupa la medicina, de mantener las instalaciones técnicas con el menor riesgo se ocupa la seguridad. - La higiene del trabajo se encarga de que el ambiente en que se desenvuelve el trabajador se encuentre en las mejores condiciones para su biología. La falta de higiene conduce a la enfermedad profesional. La ergonomía trata de lograr la mejor disposición de cada puesto de trabajo para obtener la - - máxima adaptación de éste con el trabajador que así realizará su tarea con el mínimo de esfuerzos y movimientos innecesa- - rios, previene principalmente la fatiga industrial. La psicología industrial busca alcanzar unas buenas relaciones huma-- nas y una máxima satisfacción en el trabajo.(20,21)

La medicina de empresa, es una rama de la medicina del trabajo y puede definirse como los servicios de la medicina - de trabajo en los lugares de empleo.(19) La interacción salud y trabajo repercute y tiene trascendencia importante en y para la empresa, porque incide sobre su capital humano. Es un hecho ciertamente paradójico que el hombre que está hecho para trabajar pierda la salud trabajando a consecuencia de multíples factores como son los mecánicos, físicos, químicos, - biológicos, psicológicos, sociales y morales. El anterior - planteamiento ecológico facilita la clasificación de los riesgos profesionales por la patología que originan. La más lógica e inteligible clasificación de los riesgos de trabajo se - apoya en la tipología de las modificaciones ambientales provocadas por el mismo. La patología específica del trabajo es -

aquella en la que se identifica como causa fundamental la - - agresión ambiental provocada por el trabajo, tal es el caso de los accidentes y de las enfermedades profesionales. La patología inespecífica del trabajo es aquella que no se explica sólo y fundamentalmente por las agresiones ambientales derivadas del mismo; en la que influyen factores individuales, como la insatisfacción, la fatiga y el envejecimiento prematuro. (22)

2.2. RUIDO INDUSTRIAL.

El ruido es un tema de muy difícil conceptualización. Durante muchos años se ha querido constreñir su estudio al -- campo de la física debido, obviamente, a su naturaleza. Sin embargo, cada día se está más consciente de que el ruido es - un elemento que no tiene razón de ser sin el concurso de un receptor vivo, y adquiere proporciones mucho mayores cuando - el ser vivo que lo recibe es el hombre.(23)

El ruido para el físico es en apariencia diferente de - lo que es para el sociólogo, para el ingeniero o para el médico. Algunas ciencias modernas tratan de establecer nuevas - formas y de involucrar con éllas a el ruido. La Organización Mundial de la Salud y la Oficina Internacional del Trabajo, - han coincidido en definir a el ruido como: "todo sonido indeseable".(23)

Aunque en general se ha venido definiendo a el ruido como un sonido no deseado, un concepto más explícito es el propuesto por Borrows, en el que el ruido se considera dentro de un contexto de la teoría de la información del modo siguiente: Ruido es: "aquel estímulo o estímulos auditivos que no mantienen relación de información respecto a la presencia o rea-

lización de una tarea inmediata". Este concepto se aplica igualmente a los atributos de sonidos relacionados con tareas que no transmiten información, con respecto a sonidos que no están relacionados con éllas.(24)

Otro punto de vista científico, que conceptualiza a el ruido y sus componentes, es el establecido por Claude A. Shannon en 1948, que considera a el ruido como "un componente esencial de un sistema de comunicación".(25)

La norma de terminología acústica de E.U.A., a través de la American Standards Institute, implícitamente acepta el modelo de Shannon para definir a el ruido acústico.

En México, Velázquez y Pruneda, han propuesto que se adopte como definición de ruido, la siguiente: "Cualquier perturbación acústica en un sistema de comunicación que transmita información mediante energía acústica".(25)

Antes de que llegase la era de las máquinas y de los dispositivos para el transporte mecánico, el ruido del entorno humano consistía en ruido como los de las actividades caseras, los de los animales domésticos (quizá también el de algunas fieras salvajes), vehículos de tracción animal, herramientas manuales y los propios del tiempo atmosférico. Pero la inventiva del hombre cambió todo ésto mediante la creación de máquinas, vehículos de motor, el metro, radios, armas de fuego, bombas, sirenas de bomberos, aviones de propulsión a chorro y cohetes de feria. El ruido se ha convertido en un aspecto tan penetrante de las situaciones laborales y de la vida cotidiana, que podemos hablar de la "contaminación del ruido" y considerarla como un peligro para la salud.(24)

En el funcionamiento de maquinarias industriales se -

aplican y generan fuerzas no compensadas en distintas partes de la misma que dan lugar a desplazamientos o movimientos de dichas partes o del conjunto de la máquina. Tales desplazamientos o movimientos constituyen vibraciones que generan ondas sonoras transportadas por el aire.

La industria metal mecánica crea los más graves problemas causados por el ruido en gran escala y somete a una parte importante de la población activa a niveles de ruido peligrosos. Esta clase de ruido a menudo aumenta paralelamente a -- las potencias de las máquinas. Las giratorias y de vaivén producen ruidos en los que predominan componentes o corrientes gaseosas que se mueven a gran velocidad (por ejemplo: ventiladores, válvulas para desahogo de presión de vapor, etc.) o por operaciones con percusión (por ejemplo: estampado, remache, construcción de caminos, etc.). En las zonas industriales el ruido por lo general proviene de una gran variedad de fuentes, muchas de éllas muy complejas.

Se conocen bastante bien los mecanismos de producción del ruido por las máquinas y generalmente se pueden especificar los requisitos técnicos para que sea escaso el ruido producido por nuevas máquinas. Sin embargo, la dificultad para reducir la ruidosidad del equipo existente constituye un serio obstáculo para el mejoramiento del ambiente de trabajo.

En la acutalidad, el progreso de la civilización, demanda cada vez más, la utilización de fuentes de energía, la cual puesta en manos del hombre no siempre es utilizada para su exclusivo beneficio, sino que en el laborioso proceso de su conversión una parte importante de élla se transforma en otro tipo de energía que no sólo no le es útil, sino que se convierte en peligrosa, o al menos molesto para él: "EL RUIDO".

El ruido consecuencia inmediata y casi ineludible de la tecnología, se cierne como uno de los peligros más insistentes que hoy comprometen la salud del hombre.(27)

Las áreas específicas de producción textil como: hilados, tejidos, tanto pié y trama, circulares, tricotosas, encajes, cintas, urdido y otros deben ser motivo de especial atención, pués siempre han sido consideradas como generadoras de condiciones ambientales altamente ruidosas; siendo los equipos modernos utilizados en el proceso de fibras, sintéticas, como son las máquinas texturizadoras, enconadoras, torcidos, dobladoras, pabiladoras, abridoras, urdidoras de alta velocidad, telares modificados, equipos de captación de polvos, - - equipos de secado ultracentrifugo, etc., las fuentes generadoras del ruido que caracteriza a el ambiente laboral textil.

Esta industria en el proceso de tejido utiliza telares de lanzadera batiente que emiten NS de 85 a 105 dB (A).(1,28) Como se reporta en la investigación realizada por Oleru en industrias textiles de Nigeria, donde encontró exposiciones a - el ruido en niveles de 90 a 115 dB (A).(29) Y Moselhí quien encontró en industrias textiles de Egipto, exposiciones a ruido en rangos de 78 a 91.4 dB (A).(30)

2.2.1. PROPIEDADES FISICAS.

Desde el punto de vista físico el sonido es una energía mecánica que se propaga en forma de movimiento ondulatorio a través del aire y de otros medios elásticos o mecánicos como el agua o el acero. En el aspecto fisiológico, el sonido es la sensación auditiva provocada por ese fenómeno físico. Sin embargo, no todas las ondas sonoras causan una sensación auditiva, por ejemplo, los ultrasonidos tienen una frecuencia de-

masiada alta para provocar la sensación de audición.

Las propiedades físicas y la percepción del sonido o ruido se expresan y miden de acuerdo con distintos conceptos y unidades. Las ondas sonoras implican una sucesión de compresiones y rarefacciones de un medio elástico como el aire. Estas ondas se caracterizan por la amplitud de los cambios de presión, su frecuencia y la velocidad de propagación. La onda sonora es un flujo de energía mecánica. La energía acústica total emitida por una fuente por unidades de tiempo se conoce como potencia acústica y se mide en Watts. Las intensidades acústicas de interés práctico se miden según una escala logarítmica. El nivel de presión sonora (NPS) o presión acústica se define como 20 veces el logarítmico (con base 10) de la razón entre la presión producida por el sonido y una presión de referencia. Los niveles así definidos se expresan en decibeles (dB). Un ejemplo sencillo sirve para ilustrar lo anterior. Si hay que combinar dos fuentes sonoras con un NPA de 80 dB cada una, entonces tendríamos un nivel de 83 dB, lo cual indica un aumento de 3 dB.

El sonido puede ser descrito en función de su frecuencia la cual se expresa en unidades Hertz (Hz) y se refiere al número de veces que se repite un fenómeno acústico con las mismas características en la unidad de tiempo (segundo).

La mayoría de los sonidos periódicos en la realidad son bastante complejos y están constituídos por varios tipos de frecuencias, una frecuencia predominante y otras frecuencias múltiples y/o submúltiples de la predominante; este conjunto se conoce como espectro de frecuencias del sonido y especifica como la energía del sonido periódico se encuentra en ciertas frecuencias discretas. Una octava es el intervalo de frecuencias cuyo límite superior es el doble del límite inferior.

El nivel de la banda de octava en una determinada frecuencia central es el nivel sonoro medio excluyendo toda energía acústica exterior a esa banda.

El tipo más simple de sonido, conocido como tono puro, se define por completo en función de una sola frecuencia y amplitud de presión. Los tonos puros son relativamente raros; quizá la aproximación más cercana sea el sonido de un diapasón.

Algunos tipos de maquinaria producen sonidos en gran parte periódicos, la mayoría de los ruidos no son periódicos, es decir, la presión acústica no oscila con el tiempo en forma regular o predecible. Este tipo de sonido se llama aleatorio y se caracteriza porque tanto su amplitud como frecuencia varían constantemente sin un patrón determinado y son técnicamente llamados ruido, y como ejemplo de estos sonidos está el ruido de un motor de reacción, el rumor del tránsito lejano y el siseo del vapor que escapa.

El ruido impulsivo está constituído por una o más ráfagas de energía acústica, cada una con una duración de menos de un segundo. Las fuentes de ruido impulsivo comprenden impactos de todo tipo, por ejemplo, martillazos, explosiones y estampidas sónicas, que pueden oírse en forma aislada o de manera repetida como en el caso de una prensa troqueladora. (26)

2.2.2. CALCULO Y MEDICION DEL NIVEL DE SONORIDAD.

El sonido se capta con un micrófono que genera un voltaje proporcional a la presión acústica que actúa sobre el. Esta señal se puede medir y analizar usando los instrumentos -- electrónicos habituales. El medidor de NS es generalmente un instrumento autónomo portatil, al que se ha incorporado un mi

crófono, amplificadores, un voltímetro y atenuadores; puede - calibrarse para leer directamente los niveles de presión acústica. Cuando sea necesario se pueden calcular los niveles de intensidad y los de potencia a partir de las mediciones de la presión acústica.

En teoría los sonómetros deberían proporcionar una lectura que indicase la percepción del sonido, pero es difícil lograrlo, porque los procesos de percepción humana son complejos. En general, se usa un método mucho más sencillo. Se emplea un filtro para ponderar las mediciones del nivel de presión acústica en función de la frecuencia, aproximadamente de acuerdo con las características de respuesta del oído humano a la frecuencia, es decir, la energía en las frecuencias altas y bajas se desacentúa en relación con la energía en la gama de frecuencias intermedias. Los sonómetros de precisión incorporan tres filtros seleccionables llamados A, B y C, y a veces un filtro D. Con los filtros A, B y C se pretenden reproducir las curvas de respuestas del oído en las sonoridades baja, moderada y alta respectivamente. Sin embargo, una amplia experiencia ha demostrado que con el filtro A por lo general se obtiene la máxima correlación entre las mediciones físicas y las evaluaciones subjetivas de la sonoridad del ruido. Los niveles de la escala A también se miden en decibeles y se expresan comúnmente como dB (A), convención que se empleó en todo este trabajo.(26)

Los sonómetros comúnes por lo general incluyen graduaciones de respuestas "rápidas" y "lentas" que corresponden a tiempos de promediación de alrededor de 0,1 y 1,0 segundos, respectivamente.

2.2.3. ESCALAS PARA MEDIR LA EXPOSICION A EL RUIDO.

Según una investigación clave, realizada por Burns y Robinson (1970), el grado y la gravedad de la lesión del oído - causada por el ruido se relaciona por la "dosis" de la ener-- gía sonora a la que se estuvo expuesto. La dosis se representa por energía acumulativa de un sonido integrado, en los - - años que dure el período de exposición y se expresa en dB.

En circunstancias en que el nivel de ruido es constante y el modelo de exposición no se altera una lectura sencilla - en dB (A) con un medidor de nivel sonoro basta para calcular la dosis. En circunstancias en que el ruido es intermitente o irregular, o la exposición es irregular, no basta una medición sencilla en dB (A). Para poder evaluar la dosis, es conveniente considerar por separado los dos aspectos de una exposición no constante a el ruido. En el caso de que el ruido - es constante pero el modelo de exposición es interrumpido, se evalúa el NSCE determinado por una medición sencilla en dB - (A), ponderandolo a el tiempo de exposición. El segundo as-- pecto es cuando el ruido es irregular en nivel de intensidad (inestable y/o impulsivo) para el cual el NSCE se determina - por medio del dosímetro.(31)

Al medir la exposición a el ruido se busca cuantificar la exposición global en los términos más sencillos posibles - por medio de procedimientos tales como el Nivel Sonoro Con- - tínuo Equivalente (NSCE) y la distribución de niveles.

Para medir un NSCE, se amplía el tiempo de promediación del sonómetro para hacerlo igual al período de interés, que - puede ser un intervalo de segundos, minutos u horas. Así el NSCE es el nivel de sonido constante que en el mismo intervalo de tiempo, contiene la misma energía total (o dosis) que -

el sonido fluctante. El Nivel Sonoro Continuo Equivalente, - se está difundiendo cada vez más como escala para medir la exposición prolongada a el ruido y al riesgo de trastorno auditivos.(26,32)

En México, el NSCE es el término establecido en el instructivo No. 11 del Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, para cuantificar la exposición global de los - trabajadores a el ruido, el cual se calcula de acuerdo a los tres métodos indicados en el Anexo No. 2 del mismo instructivo, donde se recomienda de preferencia el método de la Organización Internacional de Normalización ISO.-1999.(4)

2.3. EFECTOS DEL RUIDO EN EL OIDO HUMANO.

2.3.1. ANATOMIA Y FISIOLOGIA DEL OIDO HUMANO.

El aparato de la audición está constituído fundamentalmente por el oído externo, membrana del tímpano, oído medio y oído interno.

El oído externo comprende dos partes: una externa, el pabellón y una interna, el conducto auditivo externo; el pabellón está situado por detrás de la articulación temporomaxilar, es de forma de ovalo, y presenta gran número de depresiones y eminencias. El conducto auditivo externo es fibro cartilaginoso en su parte externa y oseo en su parte interna, relaciona al pabellón con la caja del tímpano, mide de 28 mm. - de longitud, y en él se distinguen cuatro paredes: anterior, posterior, superior e inferior y dos extremos representados - por dos orificios el externo que se abre en la concha del pabellón y el interno que se encuentra cerrado por el tímpano.

Está constituído por un revestimiento cutáneo y un esqueleto, en la porción fibrocartilaginosa presenta pelos rudimentarios, y glándulas ceruminosas.

La membrana timpánica es muy delgada y cierra el conducto auditivo por dentro separándolo de la caja; el tímpano es regularmente circular y mide 9 mm. de diámetro por 0.1 mm. de espesor, su resistencia es muy grande ya que puede soportar sin romperse una gran presión. Fig. 1.

La función del oído externo en el proceso de la audición es relativamente simple, la porción externa de la oreja recoge las ondas sonoras del aire y las conduce hacia el tímpano. Estas ondas sonoras hacen que el tímpano se mueva hacia atrás y adelante, las cuales a su vez se transmiten a los huesos del oído medio.(27,33)

El oído medio se divide en tres segmentos: Caja del tímpano, cavidades mastoideas y trompa de eustaquio. La caja del tímpano es una cavidad anfractuosa comparada a un tambor o a una lente bicóncava, tiene seis caras: la externa o timpánica formada propiamente por el tímpano, la interna o laberíntica corresponde al oído interno, la pared superior o cráneal se relaciona con la fosa cerebral media; la pared inferior o suelo de la caja corresponde al golfo de la yugular interna; la pared anterior o tubo carotidea ocupada por el orificio timpánico de la trompa de eustaquio; la pared posterior o mastoidea presenta el aditus ad antrum. Dentro de la caja timpánica se encuentran tres huesecillos el martillo, el yunque y el estribo, que al articularse en ese orden forman la cadena de huesecillos unidos por ligamentos y presentan dos músculos recíprocamente antagonistas el músculo del martillo que protege al nervio auditivo contra los ruidos intensos, y el músculo del estribo que dispone al oído para percibir los

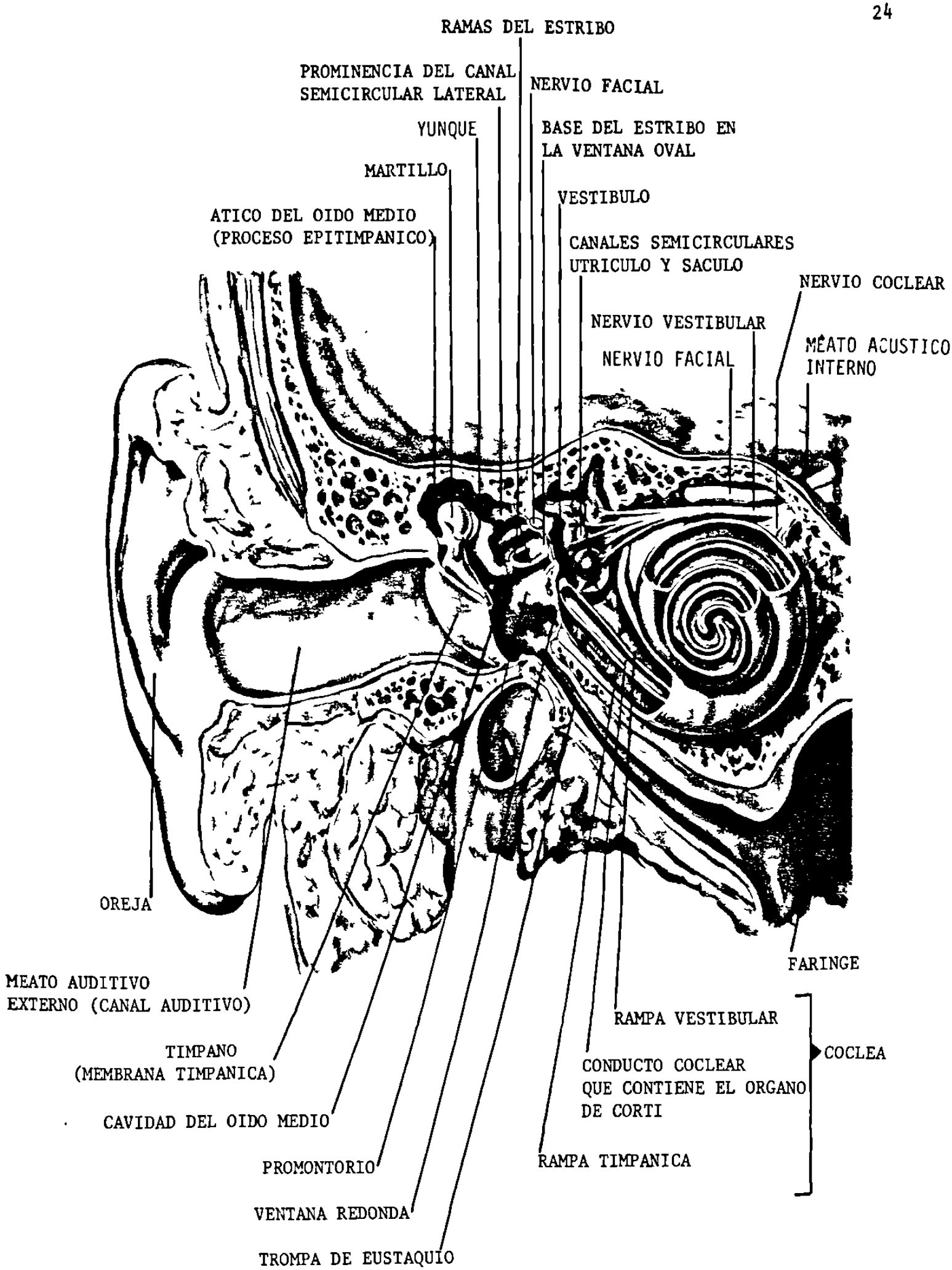


Fig.-1.ILUSTRACION DEL OIDO EXTERNO,MEDIO E INTERNO.

ruidos débiles. Fig. 1.

La función primaria del oído medio en el proceso auditivo es transferir la energía sonora desde el oído externo hacia el interno. Dado que los huesecillos que constituyen la cadena ósea están conectados entre sí sucede que al vibrar el tímpano transmite su movimiento al martillo que está unido a él, el cual a su vez los pasa al yunque y finalmente al estribo que está incrustado en la ventana oval. A medida que el estribo se mueve hacia adelante y atrás con movimientos oscilantes, transmite las vibraciones al oído interno a través de la ventana oval. Así el movimiento mecánico del tímpano es transmitido eficazmente a través del oído medio, hasta el fluído del oído interno. Fig. 2.

El mecanismo conductor del sonido también lo amplifica mediante dos sistemas. Primero, la superficie mayor del tímpano comparada con la más pequeña de la base del estribo produce un efecto hidráulico. El tímpano tiene una superficie 25 veces mayor que la ventana oval; segundo, toda la presión sonora que se recibe en él se transmite a través de la cadena de huesecillos y se concentra en la superficie mucho más pequeña de la ventana oval, lo que produce un aumento significativo de la presión. Dos pequeños músculos se unen a la cadena de huesecillos los cuáles se contraen ante los sonidos fuertes disminuyendo y amortiguando sus movimientos.(7,33)

El oído interno o laberinto está situado en el espesor del peñasco del hueso temporal por dentro y algo por detrás de la caja del tímpano, está constituído por un conjunto de cavidades óseas (laberinto óseo) en donde se ramifican las fibrillas terminales del nervio auditivo, el laberinto membranoso está lleno de un líquido llamado endolinfa y separado del laberinto óseo por una segunda capa líquida; la perilinfa.

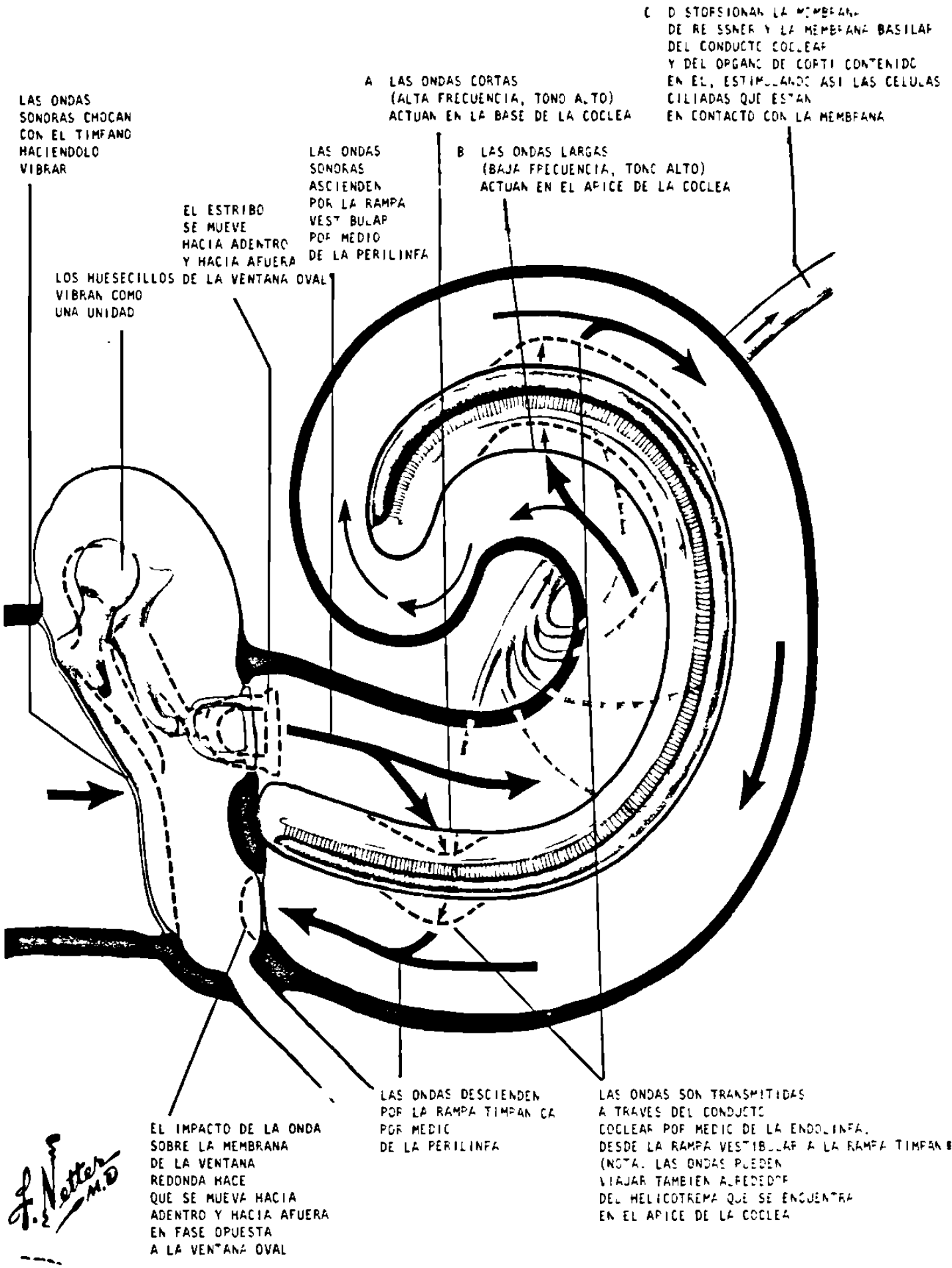


FIG. 2 REPRESENTACION DEL MECANISMO DE TRANSMISION DE LAS VIBRACIONES SONORAS DESDE EL TIMPANO A TRAVES DE LA COCLEA

El laberinto óseo comprende una cavidad central llamada vestíbulo óseo, detrás y comunicando con el, tres pequeños - conductos llamados semicirculares, por delante del vestíbulo y comunicando con el un tubo de 28 a 30 mm. de largo y 2 mm. de ancho arrollado en espiral, llamado caracol, todas estas cavidades están en relación directa e indirecta con el conducto auditivo interno, que prolonga la dirección del conducto - auditivo externo y presenta dos orificios; uno interno que se abre en la cavidad craneal y otro externo cerrado por una pared ósea acribillada de pequeños agujeros.

El laberinto membranoso se subdivide en tres partes, 1o. el vestíbulo membranoso, compuesto de dos vesículas, el utrículo y el sáculo con sus manchas acústicas; 2o. los conductos semicirculares membranosos con sus crestas acústicas y 3o. la cóclea o caracol membranoso con el órgano de corti. (Fig. 3) Interesa aquí sólo la cóclea que se describe a continuación en sus razgos esenciales:

La estructura de la cóclea se considera muy complicada pero resulta más fácilmente comprensible si desenrrollando las vueltas de espiral transformamos la cóclea en un tubo recto, ésto es tanto más admisible cuanto que el arrollamiento - helicoidal solo sirve para un mejor aprovechamiento del espacio, sin entrañar ventajas funcionales apreciables. La naturaleza construye de modo racional y ha aplicado este mismo - principio (mucho provecho en poco espacio) en la concha del caracol.

Se presenta la construcción de la cóclea en once etapas:

1. Al principio tenemos un tubo estirado (Fig. 4).

2. Subdividimos el tubo, mediante un tabique longitudinal, - en dos medios tubos (Fig. 5).

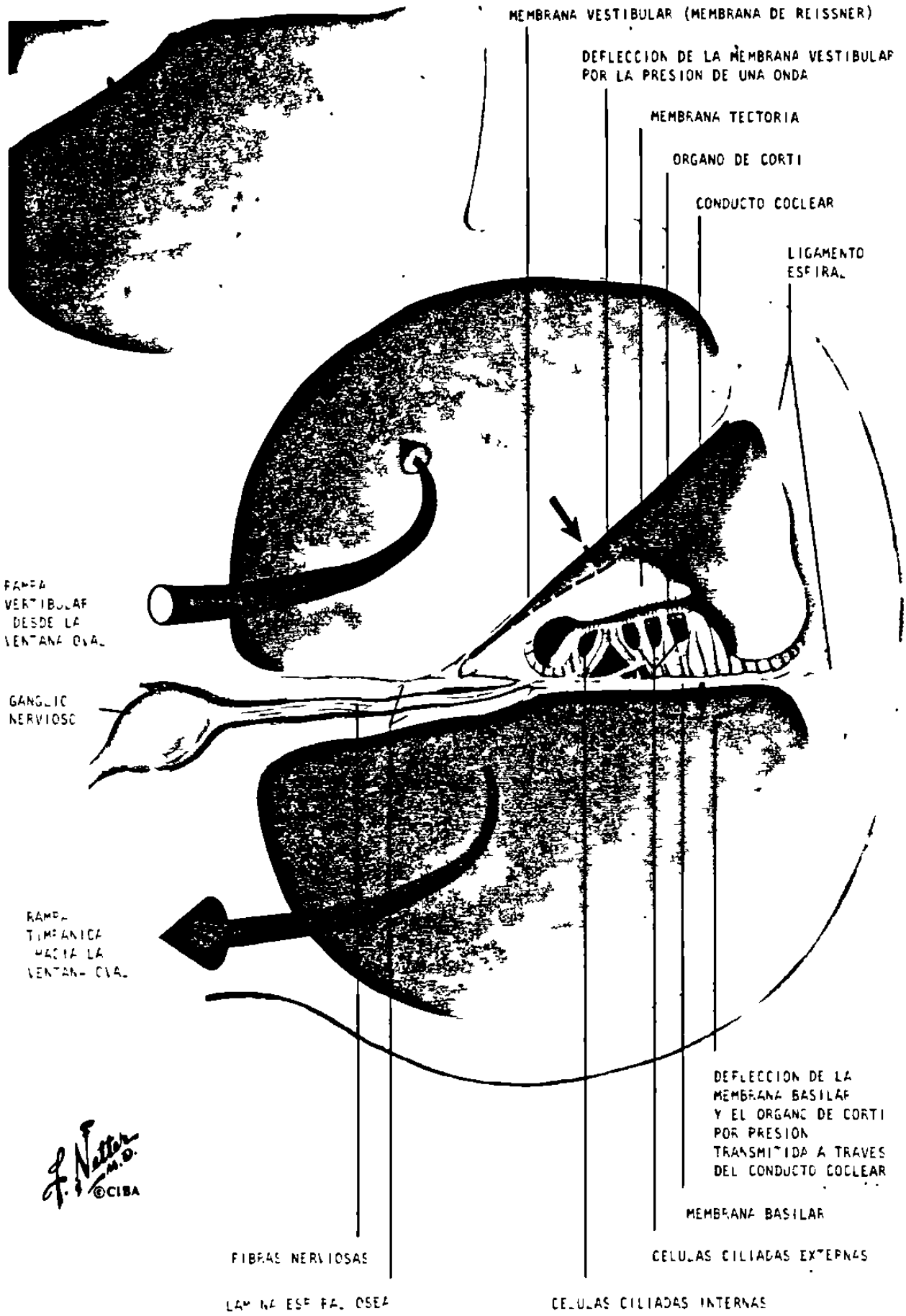


FIG.- 3. TRANSMISION DEL SONIDO A TRAVES DEL CONDUCTO COCLEAR, ESTIMULANDO LAS CELULAS CILIADAS.

CONSTRUCCION DE LA COCLEA

POR ETAPAS.

(FIGS. 4 a la 13)

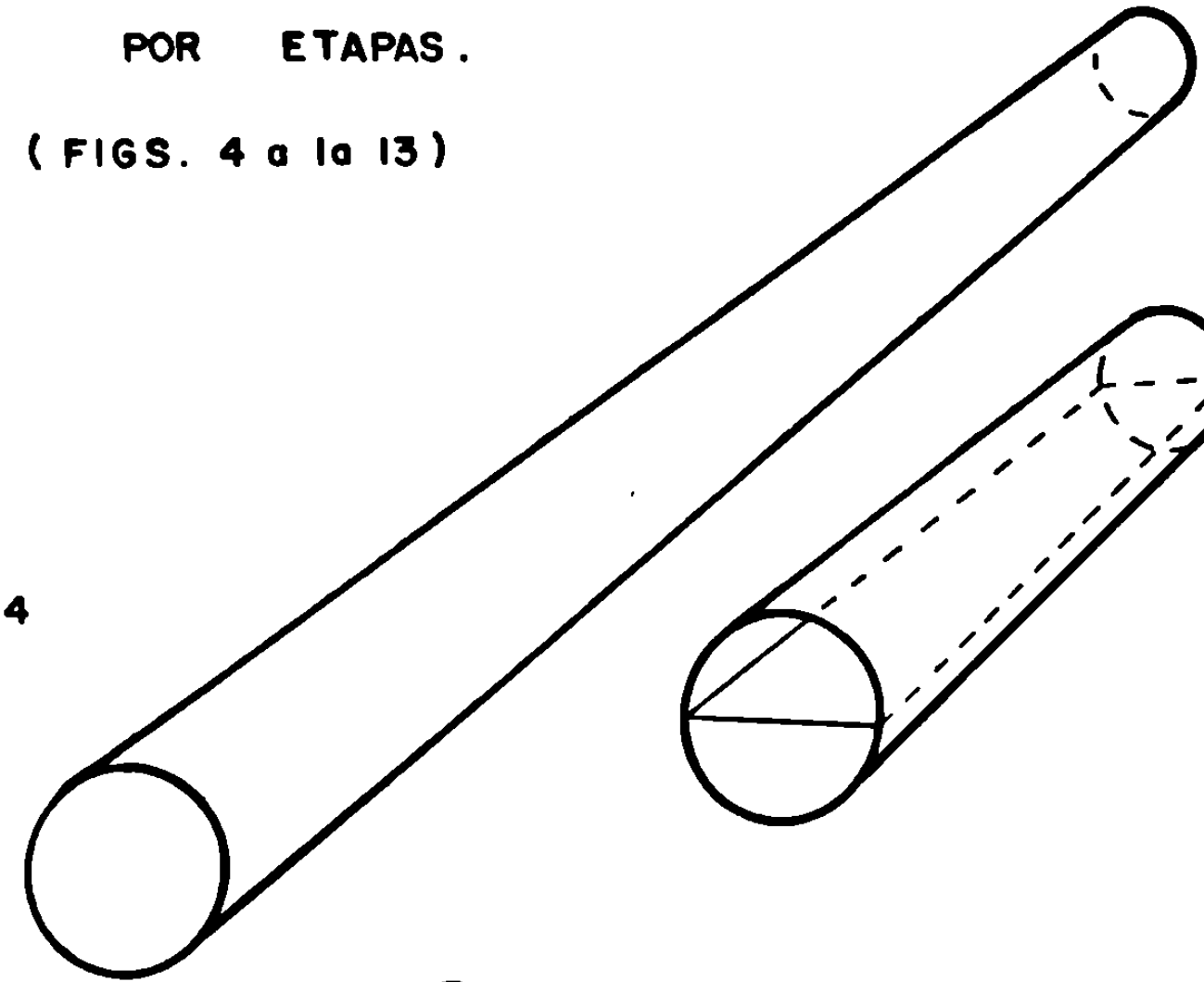


Fig 4

Fig 5

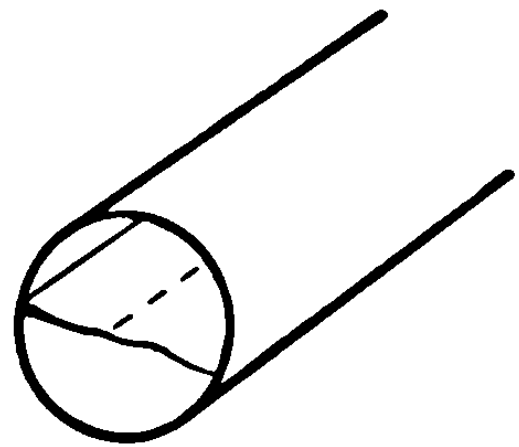


Fig 6

3. El tabique de separación consta de 2 bandas yuxtapuestas, cada una de distinto material: La banda izquierda es - - rígida (hueso); la derecha, elástica (fibras conjuntivas) (Fig. 6).

4. Sobre la parte elástica instalamos una prominencia longitudinal, que contiene las células sensoriales auditivas, en las que tiene lugar la transformación de la energía -- acústica mecánica en impulsos bioeléctricos, y otras células que mantienen en la posición correcta las células sensoriales. La prominencia celular se llama órgano de Corti (Fig. 7).

5. Junto a la prominencia montamos un semitecho en voladizo que se eleva por encima de la prominencia, de construc- - ción semejante a la de las marquesinas que hay en algunas paradas de autobús. Se trata de la llamada membrana tectorial (Fig. 8).

6. En la superficie de la prominencia sobresalen cilios sensoriales; están arraigados en las células sensoriales auditivas, que por tal razón se llaman "células ciliadas". Los cilios rozan la superficie inferior del semitecho (de la membrana tectorial) (Fig. 9, 14).

7. Del centro del tabique de separación a la pared lateral - del tubo extendemos, de nuevo en sentido longitudinal, un toldo oblicuo, con lo que obtenemos un tercer conducto, - más pequeño, de sección triangular. Es el llamado conducto coclear. En su suelo están el órgano de Corti y la - membrana tectorial. Su techo (el toldo recién extendido) se llama membrana de Reissner (Fig. 10, 15).

8. Llenamos nuestro sistema de tubos con dos líquidos distintos: En los semitubos superior e inferior vertemos peri-

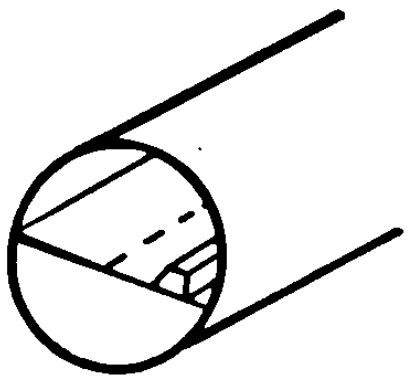


Fig 7

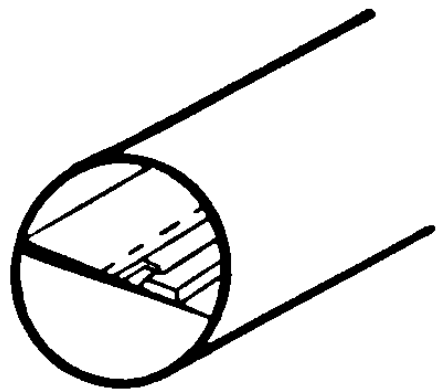


Fig 8

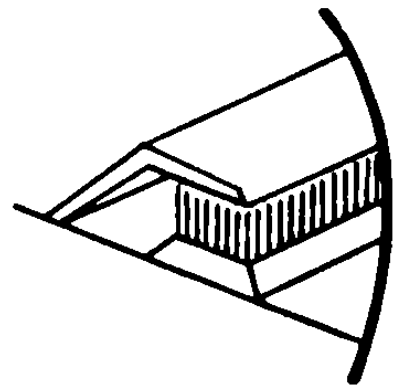


Fig 9

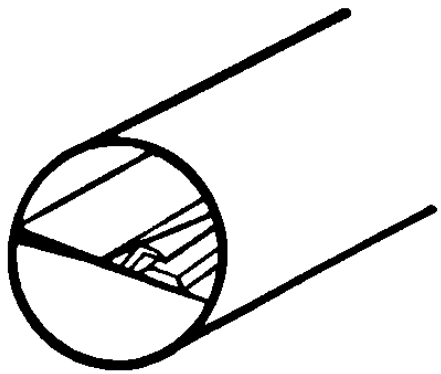


Fig 10

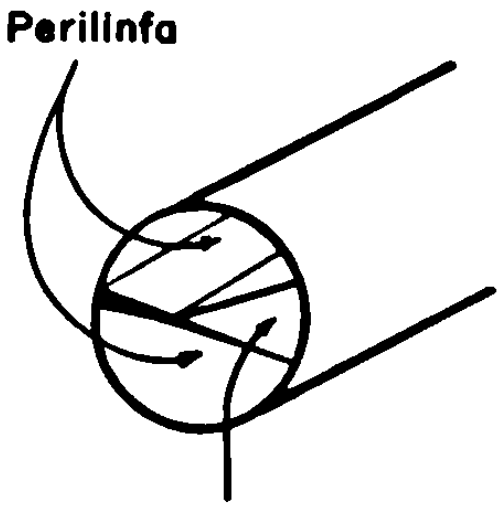


Fig 11

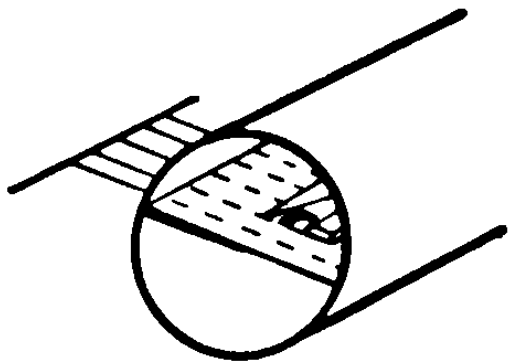


Fig 12

linfa, y en el conducto triangular (conducto coclear) endolinfa, diferente químicamente de la perilinfa (Fig. 11).

9. Junto al tubo tendemos un cable eléctrico, del que parten acometidas a las células sensoriales del órgano de Corti. Estas son las fibras del nervio acústico. (Fig. 12)

10. Nuestro sistema de conductos está terminado. Lo enrollamos de forma semejante a una ensaimada, formando una espiral aplanada, estrechada hacia arriba, con dos vueltas y media de espiral. (Fig. 13)

11. Embutimos la cóclea en sustancia ósea. Si cortamos la estructura obtenida como si fuera una ensaimada, la superficie del corte nos muestra una figura semejante a la sección vertical de una escalera de caracol. Por ello, ambos semitubos se llaman asimismo escalas o rampas del caracol. La longitud del conducto es de unos 31-33 mm. y su diámetro, de 1 a 2 mm.

La cápsula ósea de la cóclea posee dos aberturas que mantienen relación con la caja timpánica, ya citadas al tratar el oído medio: Al semitubo superior o escala vestibular pertenece la ventana oval, en la que encaja elásticamente la platina del estribo. El semitubo inferior o escala timpánica posee la ventana redonda, que esta obturada por una membrana (Fig. 14).(7,33)

Las ondas sonoras transmitidas por el tímpano y la cadena de huesecillos se convierten en impulsos nerviosos en el oído interno a través del siguiente mecanismo: La platina del estribo se hunde alternativamente en el líquido del oído interno, es decir, en la perilinfa de la escala vestibular, y vuelve a retroceder; por supuesto, sólo penetran fracciones

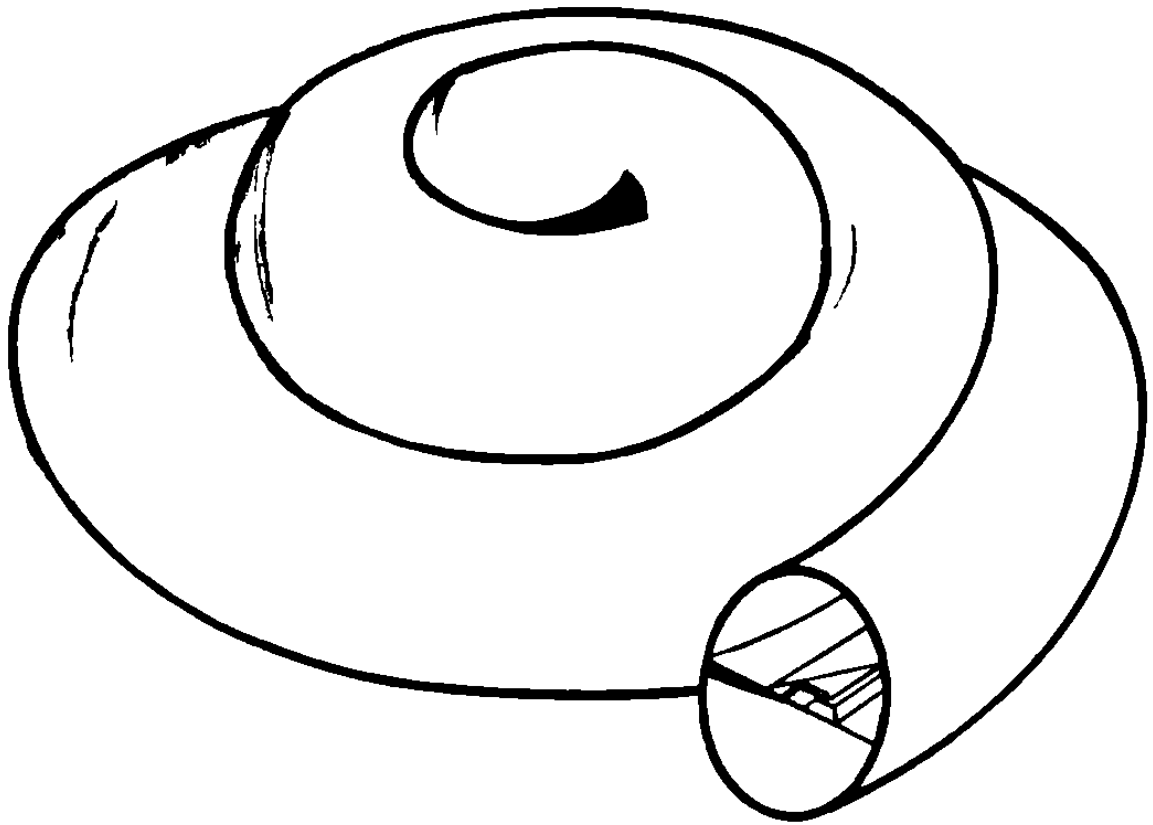


Fig. 13

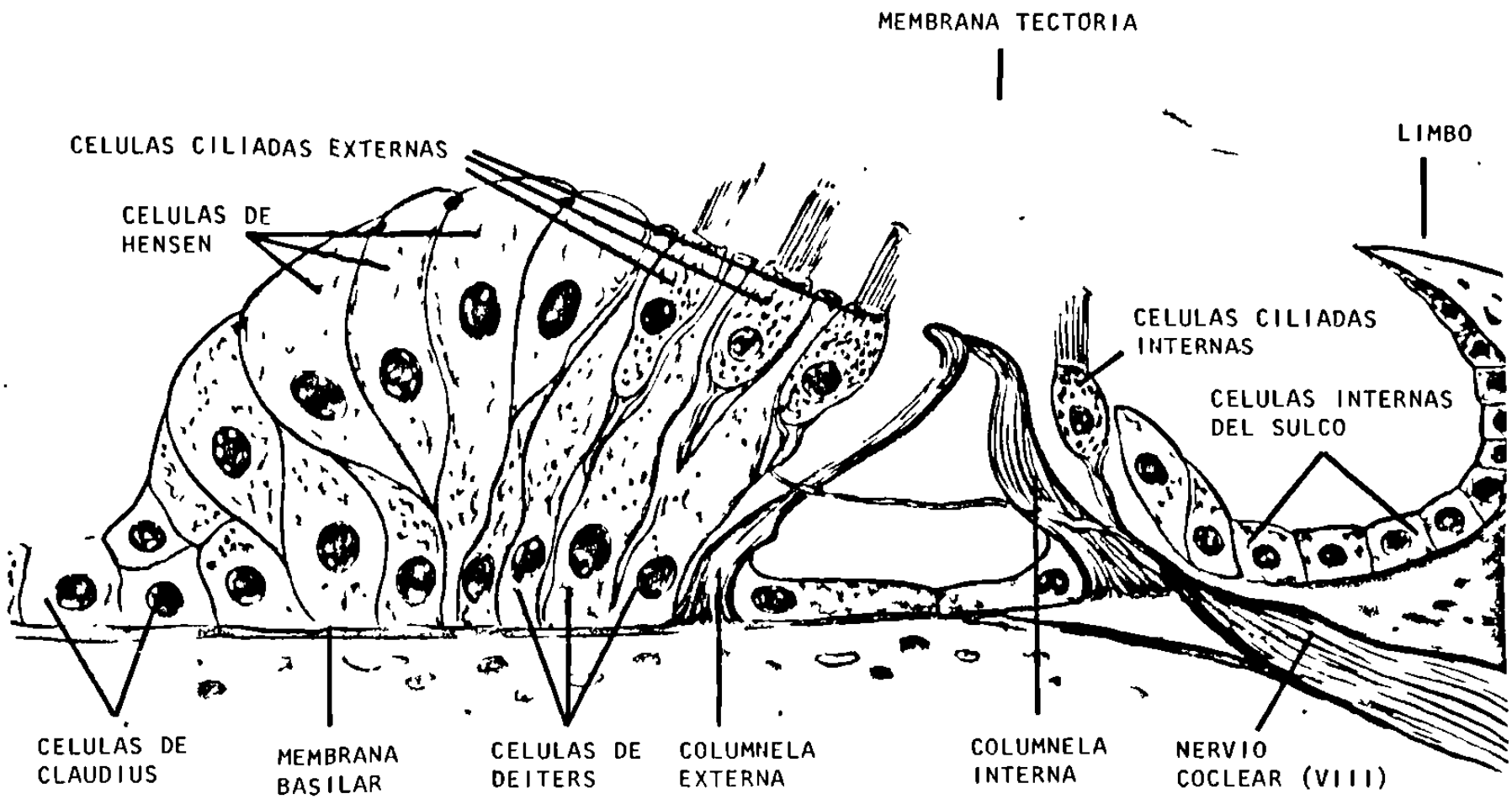


FIG.- 14 DETALLES DEL ORGANO DE CORTI

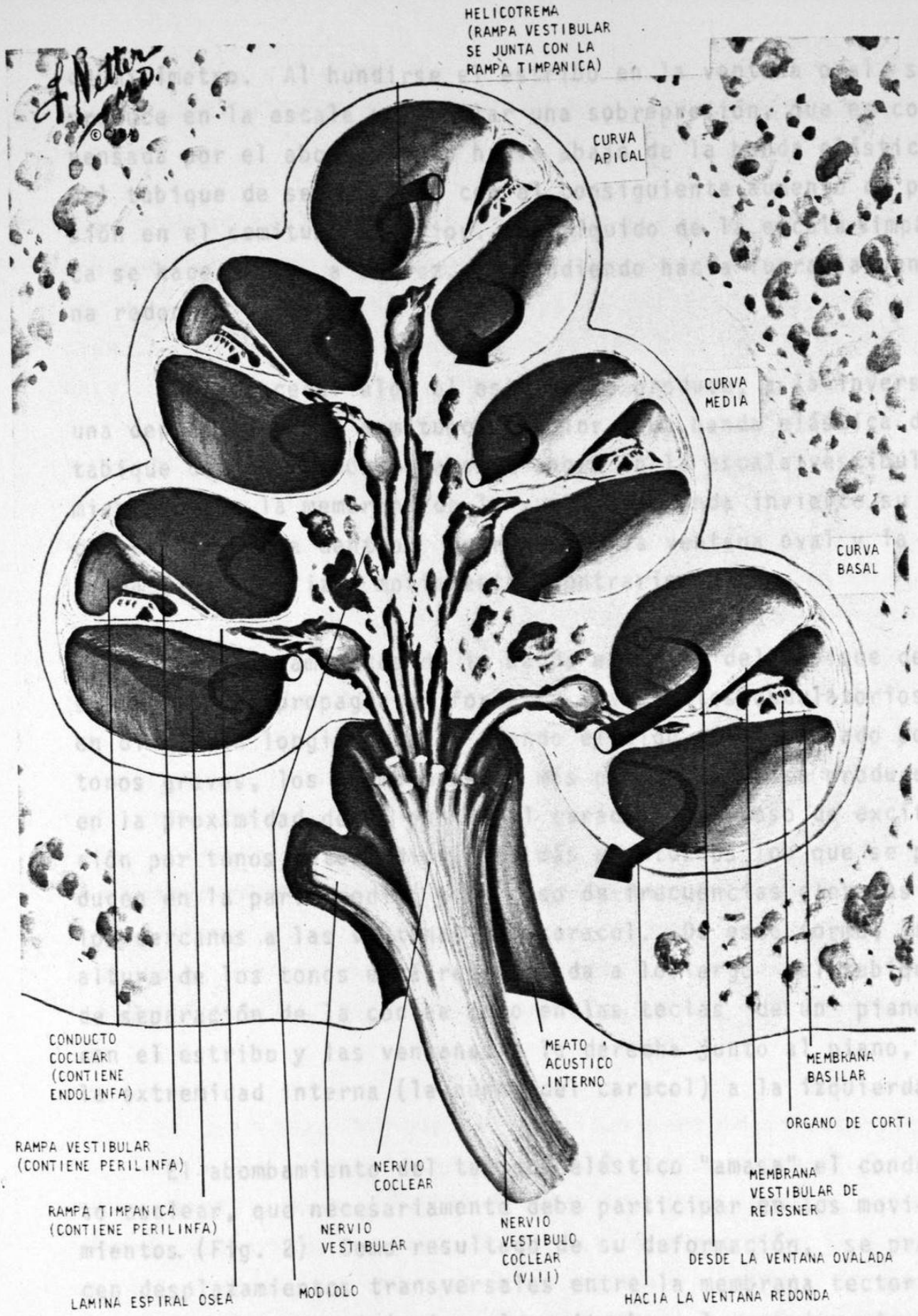


FIG.- 15. CORTE SECCIONAL DE LA COCLEA

de milímetro. Al hundirse el estribo en la ventana oval, se produce en la escala vestibular una sobrepresión, que es compensada por el abombamiento hacia abajo de la banda elástica del tabique de separación, con el consiguiente aumento de presión en el semitubo inferior. El líquido de la escala timpánica se hace sitio, a su vez, distendiendo hacia fuera la ventana redonda.

Al retroceder algo el estribo se produce, a la inversa, una depresión en el semitubo superior. La banda elástica del tabique de separación se abomba ahora en la escala vestibular, mientras que la membrana de la ventana redonda invierte su -- convexidad hacia dentro. En resumen, la ventana oval y la redonda deben realizar movimientos contrarios.

Los abombamientos de la banda elástica del tabique de - separación se propagan en forma de movimientos ondulatorios - en dirección longitudinal. Cuando el oído es estimulado por tonos graves, los abombamientos más pronunciados se producen en la proximidad de la punta del caracol. En caso de excitación por tonos intermedios, son más acentuados los que se producen en la parte media, y en caso de frecuencias elevadas - los cercanos a las ventanas del caracol. De esta forma, la - altura de los tonos está reproducida a lo largo del tabique de separación de la cóclea como en las teclas de un piano, con el estribo y las ventanas a la derecha junto al piano, y la extremidad interna (la punta del caracol) a la izquierda.

El abombamiento del tabique elástico "amasa" el conducto coclear, que necesariamente debe participar en los movi- - mientos. (Fig. 2) Como resultado de su deformación, se producen desplazamientos transversales entre la membrana tectorial y el órgano de Corti (entre el semitecho y la prominencia subyacente). Estos movimientos de cizalla tuercen en una y otra

dirección los cilios de las células ciliadas. De esta forma, las células ciliadas auditivas reciben la energía sonora me-- cánica.

La célula ciliada reacciona a la estimulación mecánica con sutiles procesos químicos que se desarrollan en fraccio-- nes de segundo y constituyen una parte esencial de su "excita ción". La excitación se transmite a las terminaciones del - nervio acústico.

Para la estimulación mecánica del oído interno no es in dispensable la actuación del aparato de transmisión de soni- dos, de otra forma, todas las personas con el oído medio des- truido serían sordas. El sonido también puede llegar al oído interno a través de los huesos del cráneo. El hueso transmi- te el sonido, incluso con mucha intensidad. El cráneo puede propagar las vibraciones sonoras, ya sea por contacto directo con la fuente generadora (pie del diapasón) o por resonancia de vibraciones sonoras intensas en el aire. En tal caso, el movimiento de los líquidos y los fenómenos vibratorios en el oído interno son, en principio, idénticos a los que se produ- cen cuando es el estribo el que transmite las vibraciones so noras. Tenemos, así, una "transmisión aérea" y una "transmi- sión ósea" del sonido y, en consecuencia, una "audición por transmisión aérea" y una "audición por transmisión ósea". (7, 33)

La capacidad del aparato auditivo para identificar la - frecuencia del sonido (campo auditivo) oscila entre 20 Hz pa ra los tonos graves y 20,000 Hz para los tonos agudos; consti tuyendo este rango de frecuencias el campo auditivo fisiológi co, sin embargo, se reconoce un campo auditivo útil, al que - pertenecen los sonidos que habitualmente se esenchan en la vi da diaria y que van de un rango de 63 a 8,000 Hz. Existe - -

otro campo auditivo de mayor importancia para el hombre, el - del lenguaje que se encuentra comprendido entre 300 y 3000 -- Hz, quedando en la zona de frecuencias en que el ruido industrial es producido.(27)

2.3.2. TRAUMA ACUSTICO CRONICO (TAC).

Se llama así a las alteraciones temporales o permanen-- tes del oído interno provocadas por la exposición constante y prolongada a sonidos estables e inestables así como por sonidos transitorios y por transición repetidos cuya magnitud de presión acústica, en relación con los componentes de frecuencia, sea igual o superior a los valores umbral límite o a los valores máximos permisibles.

En la producción de las alteraciones correspondientes a TAC intervienen varios factores que están íntimamente relacionados con la necesidad de establecer en forma absolutamente - precisa, la relación causal entre la exposición al riesgo y su aparición. Son conocidos como "factores etiológicos de -- trauma acústico":

a). Los caracteres físicos del sonido cuya magnitud es superior a 85 dB (A) y con componentes de frecuencia alta o aguda (1000 a 6000 Hz), los cuales son más dañinos que - los sonidos de presión acústica semejante pero con componentes de frecuencia baja o grave.

b). El tiempo de exposición, que no deberá exceder por jornada de trabajo a los valores máximos permisibles. Ha sido demostrado que existe una relación directa entre las características del agente y el tiempo de exposición, -- con la severidad del daño auditivo.

c). Las características de la exposición y el tipo de los sonidos también tienen influencia en la magnitud del TAC - que se genera. Provocan mayor daño las exposiciones prolongadas a sonidos transitorios y por transición repetidos, que las exposiciones fraccionadas a sonidos de tipo estable o inestable, en las que se alternan períodos de no exposición.

d). La suceptibilidad individual es otro factor determinante en la magnitud del daño auditivo ocasionado por sonidos de gran magnitud. Lo habitual es que frente a un agente agresor, el organismo trate de adaptarse resistiendo a - la lesión, sin embargo, con bastante frecuencia se en- - cuentran sujetos que, por circunstancias particulares -- responden mal ante los agentes agresores, enfermando en un período más corto o con una magnitud menor del agente. En otras ocasiones, algunos padecimientos otológicos previos pueden ser la causa de que la lesión auditiva se -- instale prematuramente. Se habla en el primer caso de susceptibilidad personal y en el segundo de causas predisponentes.

e). El uso de protectores auditivos inapropiados también resulta ser un factor primordial. Cuando no se tiene la la precausión de seleccionar con bases técnicas el equipo de protección personal, se estará confiando en que - los trabajadores al usar sus equipos protectores ya no - tendrán daño; sin embargo, si los protectores no proporcionan la atenuación requerida para las características del agente, el daño ocurrirá pues se está permitiendo -- que aquéllos sonidos no atenuados estén traumatizando al órgano de la audición.(3)

2.3.2.1. PATOGENIA:

El daño auditivo que ocurre al cabo de años de exposición a ruidos estables e inestables se trata de explicar a través de dos puntos de vista en partes antagónicos, el micromecánico y el bioquímico. Gravendeel y Plont (1960) sugirieron que el Deterioro Auditivo Inducido por Ruido (DAIR) a largo plazo representaría una acumulación gradual de microtraumatismos por ruidos. El ruido se caracteriza por su irregularidad, de modo que, en un ruido de un nivel medio moderado, de vez en cuando ocurre un pico que es muchos dB más intenso, y estos picos infrecuentes producirían lesión irreversible en una célula ciliada. Hasta en los ruidos más parejos la exposición a que se somete un oído dado varía de vez en cuando al desplazarse el sujeto en el campo sonoro. Una célula ciliada puede perderse hoy; otra, mañana o pasado; una tercera, la semana siguiente, y al cabo de varios años la pérdida acumulativa de células ciliadas por estos microtraumas se torna importante.

Otro punto de vista, que históricamente es mucho más antiguo, es que el DAIR a largo plazo obedece al lento agotamiento acumulativo de metabolitos en niveles citoquímicos o enzimáticos que no conducen a una destrucción macroscópica directa de tejido (Vosteen, 1958; Misrahy y Col. 1958). En este caso se piensa que la exposición habitual a un ruido induce alteraciones bioquímicas graduales que con el tiempo acarrean destrucción generalizada de las células ciliadas sólo en forma indirecta o, en esencia, que el DAIR es precedido por fatiga auditiva.

En realidad, estas dos hipótesis no son tan contrarias como a primera vista podría parecer. Como veremos, no cabe duda de que la exposición constante a sonidos de moderada in-

tensidad introduce cambios mensurables en la histoquímica del tabique coclear. Además, exponiendo a los perros 5 horas todos los días a niveles de sonido moderadamente altos (105 a - 110 dB de PS), se produjo una secuencia de alteraciones histológicas eventuales muy semejante a la de las series que acabamos de citar: primero, pérdida de las células ciliadas externas; después, de las células ciliadas internas y de sostén, y, por último, degeneración de fibras nerviosas y del ganglio espiral (Dieroff y Beck, 1964). En otras palabras, en todos -- los tipos de DAIR la consideración crucial sería el estado de las células ciliadas.

Sin embargo, se plantea la incógnita de cómo discriminar entre causas y efectos. ¿Las alteraciones bioquímicas -- que ocurren por exposiciones leves producen degeneración de las células ciliadas o son epifenómenos? O bien, lo cual es más probable, ¿estas alteraciones modifican progresivamente la resistencia de la célula ciliada (o de sus células de sostén) frente al daño, cuando llega el pico de energía demasiado alto, de modo que a medida que se completa la jornada de - trabajo la perspectiva de perder una o dos células ciliadas es cada vez mayor? Todavía no lo sabemos.(7)

a). CORRELACIONES BIOQUIMICAS DE FATIGA AUDITIVA Y TRAUMATISMO INCIPIENTE POR RUIDOS.

En los últimos 25 años se estudiaron intensamente las alteraciones bioquímicas que se asocian con la estimulación - sostenida. Los primeros experimentos se centraron en particular en la cuestión del metabolismo del oxígeno, que tiene que intervenir en el mantenimiento del tabique coclear. En vista de que se sabía que la anoxia puede acarrear lesión irreversible en las células ciliadas, éste era el punto lógico para -- iniciar la investigación.

Los primeros estudios habían revelado que la estimulación por ruidos producía una caída de la tensión de oxígeno en el conducto coclear. En vista de que los ruidos también producen vasoconstricción en las extremidades (Jansen, 1967, recopiló estas evidencias), era razonable pensar que en ésto podría intercenir un efecto similar. Sin embargo, Perlman y Kimura (1962), realizando observaciones directas del flujo sanguíneo en la cóclea, no vieron vasoconstricción ni vasodilatación hasta que el nivel sonoro llegó a 120 dB de presión sonora, con lo cual el flujo aumentó casi inmediatamente, ésto significa que la disminución de la tensión de oxígeno vinculada con la exposición moderada sólo se debe al aumento del consumo de oxígeno y no a una merma del aporte, necesariamente.

El eslabón, si existe, entre la hipoacusia y el aparato circulatorio es poco claro. Por ejemplo, aunque en trabajadores textiles se estableció fuera de toda duda la coexistencia de hipoacusia e hipertensión (Parvispoor, 1976), la relación causal no es clara porque estas personas no sólo están expuestas a los ruidos, sino también a alta temperatura y humedad, así como al polvillo de algodón, y estos otros agentes podrían originar la tendencia a la hipertensión. Vosteen (1958) estudió el metabolismo del oxígeno de modo indirecto valiéndose de la concentración de un colorante específico para la succínico deshidrogenasa de las células ciliadas y de las terminaciones nerviosas. Halló que ni siquiera con 24 horas de exposición a una nota pura de 2000 Hz a "85 db" se produjo cambio alguno en la concentración en sus cobayos. Sin embargo, al cabo de 5 días de exposición continua a "70 db" o de 2 días a "85 db", el análisis inmediato reveló que había algunas células ciliadas deformadas y faltantes dentro de un área circunscripta de la membrana basilar, junto con disminución de la actividad de succínico deshidrogenasa.

A medida que se prolongó la exposición, la disminución de la actividad pasó por cuatro etapas. La primera es una -- disminución a nivel de la célula ciliada y de las terminaciones nerviosas; la segunda entraña el cese total de actividad en el locus nervioso, pero todavía persiste cierta actividad en la célula ciliada; la tercera, una disminución adicional - en la célula ciliada, y la cuarta, degeneración de las célu-- las ciliadas. Es importante señalar que esta descripción sólo rige para las células ciliadas externas porque, no importa el tiempo de exposición, no se apreciaron cambios en las células ciliadas internas ni en los elementos de sostén. El cuadro se mantuvo prácticamente invariable si al cabo de 4 a 7 - días a "85 db" se permitieron 5 semanas de recuperación.

En vista de que ningún otro investigador hizo exposiciones ininterrumpidas tan prolongadas, en general encontramos - que se requieren niveles un tanto más altos para producir cambios observables, aunque Conti (1961) encontró una disminu- - ción de acetilcolinesterasa después de exposiciones de 3 horas a notas de "90 db" de diversas frecuencias. Ishiyama - - (1960) observó una disminución del contenido de ácido ribonucleico de las células del ganglio espiral después de una exposición de 1000 Hz a "135 db" por un tiempo que no especificó. Varios investigadores japoneses hallaron una compleja evolu-- ción de recuperación para los indicadores metabólicos, pero sólo al cabo de exposiciones relativamente intensas y breves. Por ejemplo, R. Nakamura (1967) estudió la actividad de DNA en las células ciliadas externas después de exposiciones de - creciente severidad al ruido blanco, hallando que justo des-- pués de 120 db de PS durante 10 minutos o de 130 db durante 3 minutos, la actividad aumentó para después caer por debajo de lo normal, antes de retornar a lo normal hacia las 2 semanas de la exposición. Takahashi (1967) menciona una evolu- - ción similar en la actividad de la succínico deshidrogenasa.

En una reseña, S. Nakamura (1964) indicó que este aumento temporario de la actividad seguido por un período de subnormalidad con eventual retorno a los niveles previos a la exposición, también se observó en su laboratorio en el órgano de Corti para la DPN diaforasa, fosfatasa alcalina, vitamina B_1 y ácidos nucleicos.

En cambio Kluyskens (1963), con 6 a 24 horas de exposición a un ruido que no especificó pero que habría sido muy débil, encontró justo lo contrario, es decir, una caída de la actividad de DNA justo después de la exposición, que aumentó con rapidez a niveles superiores a los de antes de la prueba y descendió a lo normal al cabo de 2 días. Es probable que los papeles de la intensidad y el tiempo en la producción de la fatiga auditiva y DAIR, no sean tan intercambiables como se suele presumir.

En varios laboratorios se siguen realizando intensos estudios sobre las alteraciones bioquímicas. Thalmann (1976) recopiló algunos resultados recientes, por lo general inconcluyentes, sobre los cambios de concentración de deshidrogenasa láctica, trifosfato de adenosina, GABA, glutamato, glucógeno y aspartato tras la exposición a los ruidos.(7)

b). LOCALIZACION DEL EFECTO.

No importa que el DAIR se deba a sobreestimulación mecánica, como en el traumatismo acústico, o a interferencia con los procesos metabólicos; es razonable anticipar que se lesionen primero las células ciliadas en el sitio de la membrana basilar donde la actividad es mayor. En efecto, ésto es lo que se observa en la práctica. La nota pura origina ondas que viajan desde la ventana oval hacia la punta de la cóclea, aumentando de amplitud a medida que avanzan hacia el

vértice hasta llegar a un máximo, en cuyo momento la amplitud cae a pico; por lo tanto, la distribución espacial de la amplitud del movimiento es muy asimétrica (Békésy, 1947). El sitio de la amplitud máxima depende de la frecuencia; el máximo para las frecuencias altas ocurre hacia el extremo basal y para las frecuencias bajas hacia el vértice. No debe sorprender, entonces, que hasta en los estudios más primitivos se comprobase que, en general, las notas de alta frecuencia ocasionan más daño cerca de la ventana oval, y las de baja frecuencia afectan las porciones apicales (Wittmaack, 1907). Además, a causa de la distribución asimétrica de las amplitudes, al persistir la exposición el daño tiende a propagarse en dirección basal.

Los ruidos de banda angosta (concentran la mayor parte de su energía en la banda de una sola octava) producen un daño localizado que se parece al que originan las notas puras. También se anticiparía que el ruido "blanco", que contiene todas las frecuencias en cantidades iguales, origine un daño uniforme en toda la cóclea. O bien, en vista de que una determinada región de la membrana basilar es estimulada por todas las frecuencias más bajas que la que acarrea la excitación máxima, cabría prever que la mayor parte del daño por ruido blanco tiene que producirse justo al lado de la ventana oval, porque esta región es estimulada por todas las frecuencias audibles. Sin embargo, ésto no es del todo así, porque el daño más importante aparece antes, más o menos a media vuelta de la ventana oval, que en el hombre está a unos 10 mm siguiendo el tabique coclear, o sea en el primer tercio del trayecto hacia el vértice. Los motivos de que esta región sea más susceptible se discutieron por varias generaciones y parece que intervienen varios factores (Lehnhardt, 1966).

Ante todo, el oído externo actúa como un resonador, por

que amplifica en 10 db o más las frecuencias de 2 a 5 kHz - - (Wiener y Ross. 1946). Esta resonancia culmina en las vecindades de 2500 Hz. Por lo tanto, las notas puras (y por supuesto, los componenetes del ruido) de frecuencias comprendidas entre 2 y 3 kHz llegan al oído interno a mayor intensidad que las de frecuencias más altas o más bajas (suponiendo que la intensidad sea la misma para todas las frecuencias a la entrada del oído externo) y estas notas de 2 a 3 kHz surten su máximo efecto en el área de 10 mm. Una segunda consideración es que, en virtud de su construcción, el oído medio también - transmite mejor a la cóclea algunas frecuencias que otras - - (Lehnhardt, 1966). Por último, como la membrana basilar está muy cerca de la lámina ósea en la parte inferior de la primera vuelta, es probable que la amplitud del movimiento del órgano de Corti se vea limitada desde la ventana oval hasta un sitio cercano al área que mencionamos (Kelemen, 1962). La - asimetría del movimiento de la membrana basilar, la restric-- ción del movimiento del extremo basal y la atenuación selectiva (o falta de amplificación) de los sonidos de más de 4000 - Hz y de menos de 1000 Hz, conspiran para producir la máxima amplitud del movimiento del órgano de Corti en este sitio; -- por lo tanto, no debe asombrar que este sitio sea el que más se lesiona. (7)

2.3.2.2. SINTOMATOLOGIA Y EVOLUCION.

El sujeto expuesto a grandes y contínuos ruidos, los -- primeros días sufre cefaleas. Existe una ligera hipoacusia y una sensación de malestar en el oído como de repleción; luego de un corto período el enfermo se acostumbra a esta nueva situación y es más tarde cuando aparecen acúfenos de tonalidad aguda, inconstantes y más o menos bien tolerados, puede ser - común un ligero tinitus nocturno; vértigo, posteriormente el

daño a las frecuencias agudas afectan el lenguaje, es frecuente que los sujetos no puedan distinguir consonantes de componentes de alta frecuencia como F, K y S, pero es raro que sean incapaces de distinguir sonidos vocales. Una pérdida es sencible cuando hay deterioro en las medias y bajas frecuencias y el sonido puede oirse, sin embargo, el paciente puede ser incapaz de entender las palabras y solamente sigue la conversación si su interlocutor habla lento y claro. Pocas veces se observa fatiga intelectural, insomnio, hiporexia y alteraciones psíquicas.(27)

Larsen ha estudiado audiométricamente muy bien lo que ocurre evolutivamente en estos enfermos. Consideró 3 grados, que son ya clásicos:

PRIMER GRADO: Al comienzo no se tiene ningún trastorno auditivo aparente y se oye bien la palabra hablada, pero el audiograma muestra una caída entre 20 y 30 dB en el tono 4000 Hz, de una octava de extensión más o menos, pero que levanta otra vez el extremo tonal agudo.

SEGUNDO GRADO: El audiograma muestra en estos casos mayor descenso del umbral, la hipoacusia es manifiesta, la pérdida es de unos 40 dB y abarca unas dos octavas cayendo más en las frecuencias agudas.

TERCER GRADO: La caída de la curva es asentuada, hay acúfenos y reclutamiento intenso, el umbral decrece hasta 60 dB o más, abarcando gran extensión de la zona tonal. Muchos enfermos solamente en este grado se dan cuenta de su problema.(13)

2.3.2.3. DIAGNOSTICO DEL TAC LABORAL.

Cuando un sujeto se encuentra en el tercer grado de evo

lución, el diagnóstico se facilita puesto que las manifestaciones clínicas son evidentes; sin embargo, no ocurre lo mismo en los dos primeros grados que, desde el punto de vista preventivo son las más importantes.(3)

Dado que otros padecimientos del oído se manifiestan por síntomas semejantes, se considera necesario establecer un procedimiento que permita integrar el diagnóstico nosológico y etiológico de manera oportuna y con el mínimo de error. El procedimiento en su primera parte en nada difiere del utilizado habitualmente en medicina y en particular en audiología general. Comprende el interrogatorio, la exploración física y la aplicación de estudios auxiliares.

Durante el interrogatorio se debe analizar y descartar en lo posible, todas las causas productoras de hipoacusia, enfatizando en las que pueden ocurrir en el trabajo o con motivo de éste. Se analizarán también los síntomas del trabajador desde su inicio hasta el momento del estudio, correlacionándolos en la historia laboral, la cual debe ser exhaustiva respecto a todos los trabajos desempeñados y en cada uno analizar los agentes a que se expuso o a que se expone.

La exploración física deberá ser completa haciendo énfasis en lo correspondiente al campo otorrinolaringológico, tratando de descubrir signos que puedan explicar el por qué de la hipoacusia, a la vez valorando de manera informal el estado de audición. Se complementará el estudio del trabajador con exámenes de laboratorio y gabinete que el cuadro clínico requiera y sistemáticamente se realizará la exploración funcional de la audición aplicando preferentemente una batería completa de pruebas audiométricas: audiometría tonal (vías aéreas y óseas), logoaudiometría, audiometría automática o de Bekesy, impedanciometría y otras pruebas adicionales de acuerdo al caso.

La segunda parte del procedimiento está dirigida a establecer la relación causa-efecto entre patología del oído interno y exposición a sonidos de gran magnitud.

Será indispensable efectuar estudio del ambiente de trabajo para valorar la magnitud y características de la exposición en cada uno de los puestos de trabajo que el sujeto en estudio haya ocupado. Preferentemente con ayuda de dosímetros que permitan determinar el nivel sonoro y el nivel de presión acústica por bandas de octava.

Del análisis de los resultados de los estudios médicos y técnicos se establecerán las conclusiones, integrando el diagnóstico de Cortipatía Bilateral por Trauma Acústico Crónico, el cual es la designación integral de esta entidad nosológica.(3)

2.3.3. PERDIDA OCUPACIONAL DE LA AUDICION.

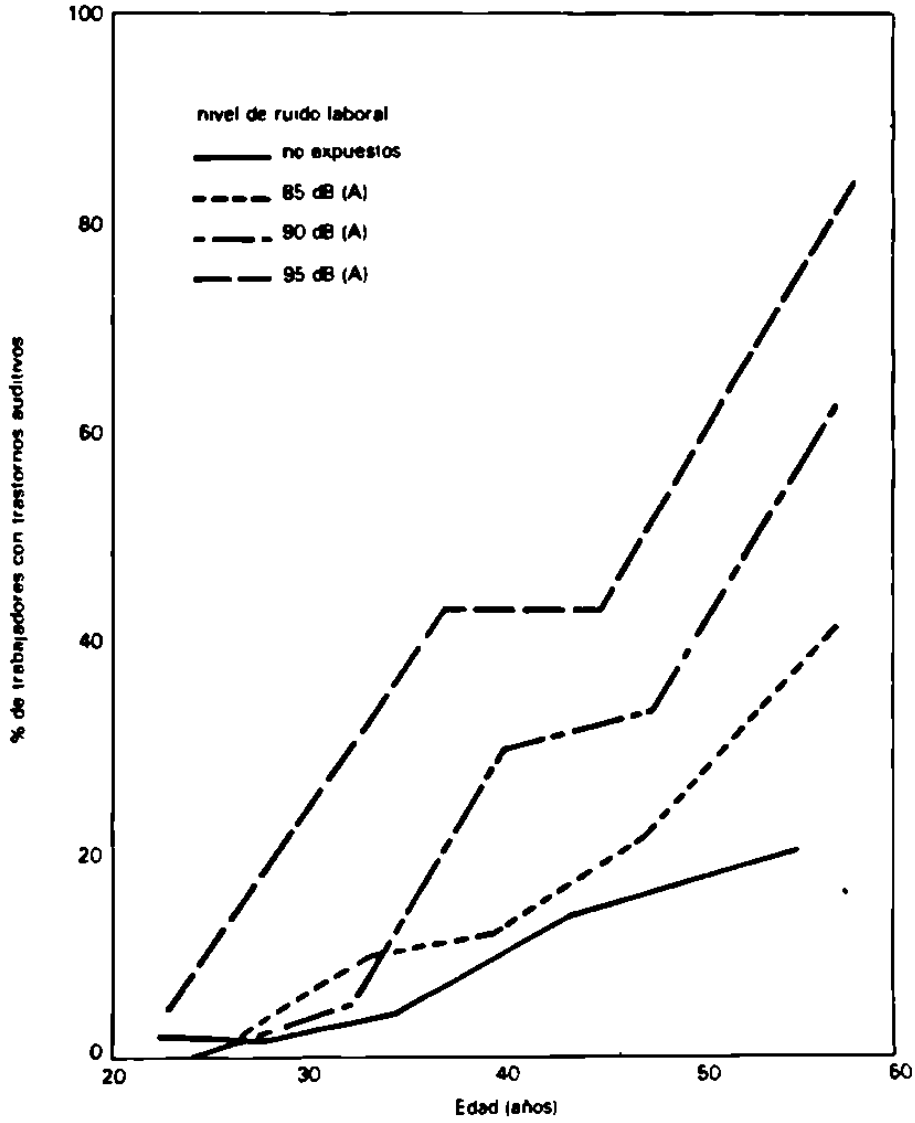
Se han publicado varios informes sobre la pérdida ocupacional de audición (Atherley, et. al., 1967; Burns y Robinson 1970; King. en 1971; Robinson 1971. Stone et al. 1971; Baughn 1973; Burns 1973; Paschier-Vermeer 1974; Sulfowski 1974). Todos fueron estudios audiométricos transversales. Por lo general se estudiaron grupos laborales específicos, que incluían trabajadores de la industria pesada, astilleros, industria - textil, salas de prueba de motores de reacción, fundiciones, transportes y silvicultura. Normalmente se aplicó alguna definición de trastorno auditivo. Los audiogramas usualmente se compararon con umbrales llamados "normales". A este respecto con frecuencia se tomó en cuenta la presbiacusia. En muchos casos se trató de examinar con cuidado los datos para excluir a las personas que habían tenido antecedentes de exposición al ruido o anomalías óticas.

Casi todos los estudios revelaron que los trabajadores expuestos diariamente a ruidos intensos durante varios años - sufrían pérdidas de audición que se ajustaban al patrón clásico. La pérdida considerable de audición era rara en las frecuencias más bajas pero frecuente con las más altas.

En aquellos estudios en que se conocían los grados de exposición a el ruido generalmente se detectó una clara relación entre la incidencia creciente de pérdida auditiva y el - aumento del nivel del ruido. Por lo general la variación de los umbrales audiométricos eran mayores en los grupos en que se observó una considerable pérdida de audición inducida por el ruido que en los grupos no expuestos a el ruido.

Tomando en cuenta la duración de la exposición y la - - edad, así como diversos factores patológicos; Rey en un estudio realizado en 1974, encontró que la proporción de trabajadores con sordera inducida por el ruido (definida como una - pérdida media de 25 dB en los 0.5, 1, 2, Khz) llegaban al 60% en la industria metalúrgica (niveles de ruido de 95 dB (A) y superiores). Cohen et. al. 1970 compararon los niveles me- - dios de audición de trabajadores expuestos con los de un grupo testigo. Considerando varias intensidades acústicas y diversas duraciones de la exposición, descubrieron que los niveles de ruido de 85 a 88 dB (A) podían ser perjudiciales para el oído y que, aún con 75 dB (A) había cierta pérdida de audición. Según otros dos estudios efectuados en el ámbito industrial, existe un claro riesgo de trastorno auditivo asociado con la exposición prolongada a niveles de ruido de 85 a 90 dB (A). (Roth, 1970, Martín, et. al. 1975).

En la gráfica 1 se comparan los porcentajes de trabajadores con trastornos auditivos en función de la edad en grupos no expuestos y en grupos expuestos a niveles de ruido la



GRAFICA N° 1. PORCENTAJE DE TRABAJADORES CON TRASTORNOS AUDITIVOS (PERDIDA MEDIA DE AUDICION EN LA FRECUENCIA DE 1,2 y 3 KHZ 25 dB) (" EN: US NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH, 1972,1973. ")

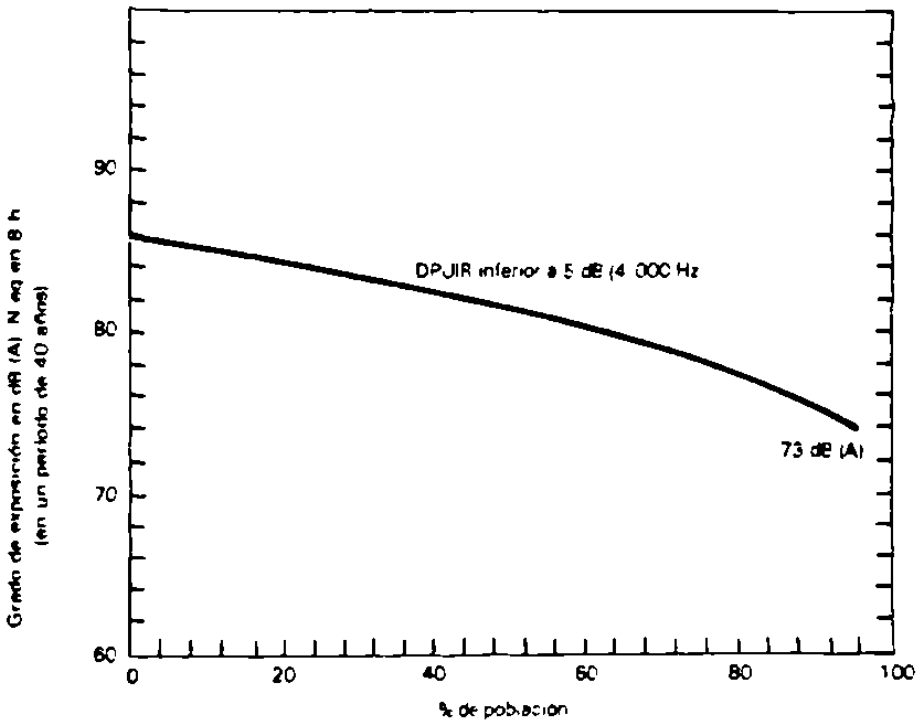
boral de 85, 90 y 95 dB (A). (NIOSH, 1973 b). En este caso se consideró trastorno auditivo toda pérdida media de audición superior a 25 dB (A) en las frecuencias 1000, 2000 y 3000 Hz.(26)

La Legislación Mexicana establece en el instructivo No. 11 del Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo el valor de 90 dB (A) como Nivel Máximo Permisible (NMP) del ruido al que se podrán exponer los trabajadores durante jornadas laborales de 8 horas diarias sin riesgo (teóricamente) de sufrir daño en su salud.(4)

2.3.4. ESTIMACION DEL RIESGO DE TRASTORNO AUDITIVO.

La pérdida de audición que puede causar la exposición a el ruido es expresable en términos de Desplazamiento Permanente del Umbral Inducido por el Ruido (DPUIR). Por ejemplo, el porcentaje de personas que sufrirán un DPUIR de 5 dB (A) (la cantidad mensurable más pequeña dadas las limitaciones de los audiómetros convencionales) en la frecuencia más sensible (4000 Hz.) puede definirse en función del NSCE para 8 horas (gráfica 2). A partir de este diagrama se puede definir un nivel equivalente de 75 dB (A) de 8 horas como el límite para la protección contra un DPUIR significativo. (ISO, 1975 c). (31)

Se ha definido el riesgo de nocividad como el porcentaje de una población con trastornos auditivos de un grado determinado, una vez descontadas las personas que "normalmente" sufrirán pérdidas por causas distintas de la exposición a el ruido. El cuadro No. 1 muestra el porcentaje de riesgo y el porcentaje total con trastornos auditivos ocasionados por diversos niveles de ruido ocasional y años de exposición. (ISO, 1975c).(26,32)



GRAFICA 2.- PORCENTAJE DE POBLACION EXPUESTA QUE SUFRIRA UN DPUIR MAXIMO DE 5 dB, EN FUNCION DEL GRADO DE EXPOSICION. SE ORDENO A LA POBLACION SEGUN LA CAPACIDAD AUDITIVA DECRECIENTE EN LOS 4000 Hz. (US Environmental Protection Agency, 1974).

C U A D R O No. 1

PORCENTAJE DE PERSONAS EXPUESTAS CON TRASTORNOS AUDITIVOS EN FUNCION DEL NIVEL DE RUIDO LABORAL Neq (8 h) dB (A) DESPUES DE DISTINTOS PERIODOS DE EXPOSICION.

Nivel de ruido laboral Neq 8h dB (A)	CAUSA DEL TRASTORNO	Período de exposición (años)									
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
80	(a) Todo tipo de causas	1	2	3	5	7	10	14	21	33	50
	(b) Ruido laboral	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
85	(a) Todo tipo de causas	1	3	6	10	13	17	22	30	43	57
	(b) Ruido laboral	0	1	3	5	6	7	8	9	10	7
90	(a) Todo tipo de causas	1	6	13	19	23	26	32	41	54	65
	(b) Ruido laboral	0	4	10	14	16	16	18	20	21	15
95	(a) Todo tipo de causas	1	9	20	29	35	39	45	53	62	73
	(b) Ruido laboral	0	7	17	24	28	29	31	32	29	23
100	(a) Todo tipo de causas	1	14	32	42	49	53	58	65	74	85
	(b) Ruido laboral	0	12	29	37	42	43	44	44	41	33
105	(a) Todo tipo de causas	1	20	45	58	65	70	76	82	87	91
	(b) Ruido laboral	0	18	42	53	58	60	62	61	54	41
110	(a) Todo tipo de causas	1	28	58	76	85	88	91	93	95	95
	(b) Ruido laboral	0	26	55	71	78	78	77	72	62	45
115	(a) Todo tipo de causas	1	38	74	88	94	94	95	96	97	97
	(b) Ruido laboral	0	36	71	83	87	84	81	75	64	47

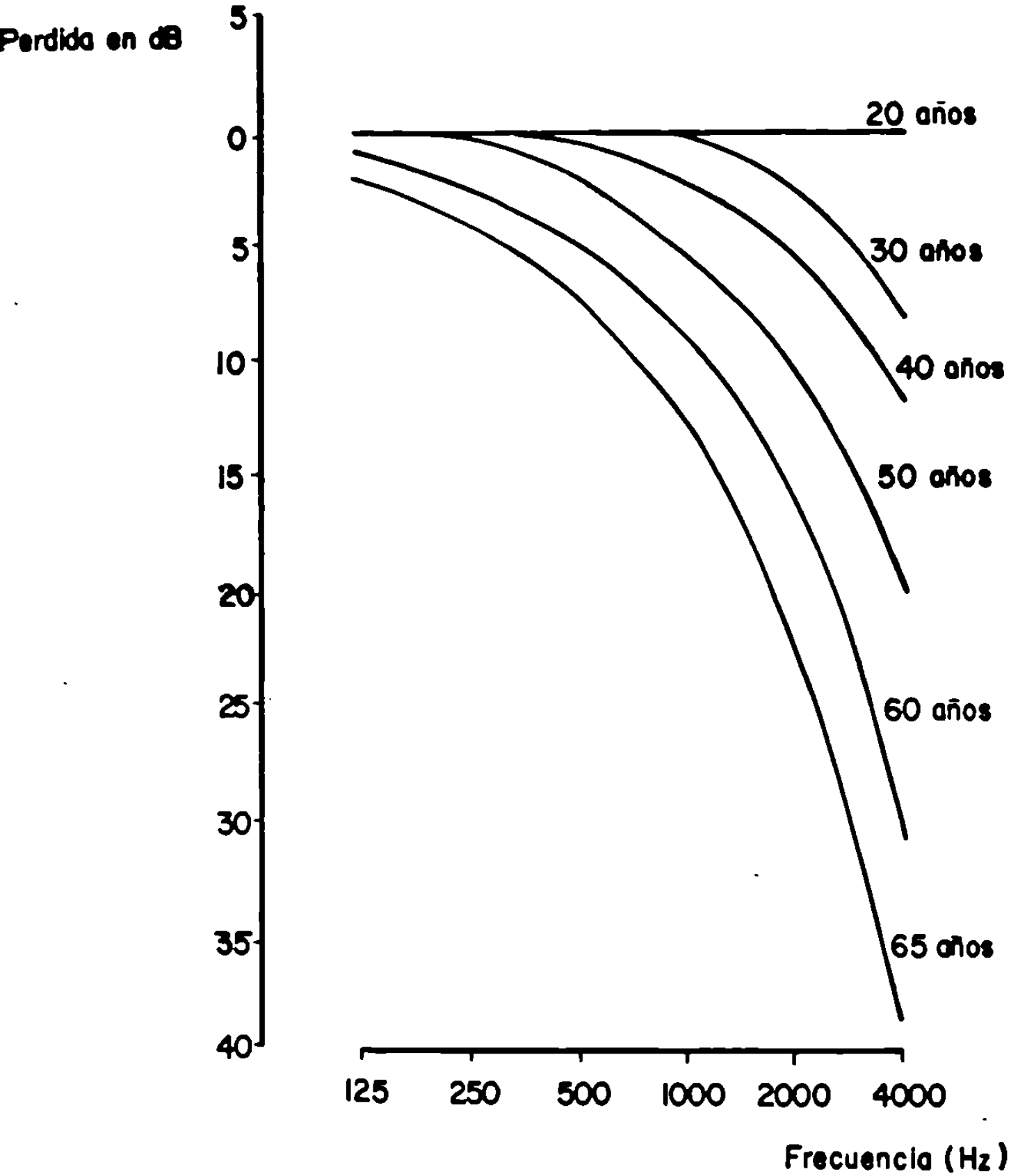
BASADO EN LA ISO (1975c)

LAS CIFRAS DE LA HILERA (a) PARA neq. (NSCE) $<$ 80 dB (A) SON ESTIMACIONES DEL PORCENTAJE DE PERSONAS CON TRASTORNOS - AUDITIVOS CAUSADOS POR FACTORES AJENOS A LA EXPOSICION A EL RUIDO LABORAL Y DEBE RESTARSE DE LA HILERA (a) EN TODOS LOS CASOS PARA OBTENER EN LA HILERA (b) LOS PORCENTAJES DE PERSONAS CON TRASTORNOS ATRIBUIBLES AL RUIDO LABORAL. SE ENTIENDE POR TRASTORNO AUDITIVO UNA PERDIDA DE 25 dB O MAS COMO PROMEDIO - PARA LAS FRECUENCIAS 500, 1000 y 2000 Hz.

En la gráfica No. 3, se muestra como disminuye la capacidad auditiva por efecto de presbiacusia, haciendose más notoria después de los 30 años de edad.(34)

GRAFICA 3

Perdidas auditivas en funcion de la edad (Roseblith)



2.3.5. VALORACION DE LA PERDIDA AUDITIVA.

La American Medical Association a través del Comitte - on Medical Rating of Phisical Impairment, ha propuesto un método para calcular la pérdida de la capacidad auditiva binaural combinada (hipoacusia bilateral combinada HBC), que toma en consideración solamente las frecuencias 500, 1000, 2000 y 4000 Hz. en vías aéreas. Aconseja utilizar un audiograma marcado en el que van anotados los porcentajes de pérdida en las frecuencias e intensidades correspondientes para cada oído; de tal forma que sumando esas cifras en porcentajes se obtiene el resultado de cada oído y para obtener la pérdida bilateral se multiplica la cifra obtenida en el oído mejor por 7 y la del oído peor por 1; luego se suman las dos cantidades y el resultado se divide por 8, lo cual nos da el resultado en porcentaje total para ambos oídos.(13)

El I.M.S.S. en su Departamento de Riesgos Profesionales e Invalidez, ha utilizado el mismo método con variación en dos de sus pasos; primero, sólo utiliza las frecuencias de 500 1000, 2000 y 3000 Hz. en vías aéreas; segundo, obtiene la -- pérdida auditiva en valores absolutos de los audiogramas convencionales. Los demás pasos son iguales.(35)

En 1980 el mismo departamento del I.M.S.S. hizo nuevos ajustes al método que ahora consiste en sacar promedio de pérdida en dB NA (descibeles Nivel de Audición) para cada oído en las frecuencias 500, 1000, 2000 y 3000 Hz. (pudiendo utilizar la frecuencia de 4000 Hz. sólo cuando el audiograma no proporciona el valor de 3000 Hz.), el promedio se multiplica por 0.8 (constante de Fletcher), obteniéndose el índice de Fletcher para cada oído, el cual se multiplica por 7 para el oído mejor y por 1 para el oído peor; los cuales se suman y se divide el resultado entre 8 como lo recomienda el primer

método referido. El resultado se conoce como porcentaje de - hipoacusia bilateral combinada.(HBC).(36)

Este es el método que se aplicó en la valoración de los casos estudiados en el presente trabajo.

2.3.6. VALUACION DEL DAÑO AUDITIVO LABORAL PARA INDEMNIZA- - CION.

La Legislación Mexicana establece en la Ley Federal del Trabajo derivada del Art. 123 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, lo siguiente:

Art. 475 (Ley Federal del Trabajo):

Enfermedad de trabajo, es todo estado patológico derivado de la acción continuada de una causa que tenga su orígen o motivo en el trabajo, o en el medio en que el trabajador se vea obligado a prestar sus servicios, es decir, que las enfermedades de trabajo pueden derivar de dos circunstancias, del trabajo mismo o del medio en que el trabajador se vea obligado a prestar sus servicios. Los riesgos de trabajo al realizarse pueden producir según el Art. 477 de la misma Ley:

I. Incapacidad Temporal: que es la pérdida de las facultades o aptitudes que imposibilita total o parcialmente a una persona para desempeñar su trabajo por algún tiempo. Definida en el Art. 478 de la Ley Federal del Trabajo.

II. Incapacidad Permanente Parcial: que es la disminución de las facultades o aptitudes de una persona para trabajar. Definida en el Art. 479 de la Ley Federal del Trabajo.

III. Incapacidad Permanente Total: que es la pérdida de las facultades o aptitudes en una persona, que la imposibilita para desempeñar cualquier trabajo por el resto de su vida. Según definición contenida en el Art. 480 de la Ley Federal del Trabajo.

IV. La Muerte.(37)

La Ley Federal del Trabajo en el Art. 513, establece la tabla de enfermedades de trabajo. En el Art. 514 establece - la tabla de valuación de incapacidades permanentes. En la -- Fracción 351, se refiere la tabla donde se establecen las normas para valoración de las sorderas e hipoacusias profesionales. Recomendando la exploración por medio de audiometría tonal para determinar la incapacidad funcional auditiva binaural (HBC), sin reducción por presbiacusia o estado anterior. (37)

3. HIPOTESIS.

H I P O T E S I S

HIPOTESIS I:

El Nivel Sonoro Contínuo Equivalente a que se hayan expuestos Tejedores Textiles en el Departamento Sulzer, resultará ser de intensidad superior a el Nivel Máximo Permisible para 8 horas diarias de exposición (Instructivo No. 11 del Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo; -- (S.T.P.S.).

HIPOTESIS II:

La probabilidad de padecer Trauma Acústico Crónico es mayor para los tejedores expuestos a Niveles Sonoros Contínuos Equivalentes Superiores a 90 dB (A) (Niveles Máximos Permisibles) que para los empleados expuestos a Niveles Sonoros Contínuos Equivalentes menores de 90 dB (A).

HIPOTESIS III:

La probabilidad de padecer trastornos auditivos es mayor al 7% (sugerido en la tabla ISO-1999-1975(E)) en tejedores textiles del Departamento Sulzer, cuando tienen cinco - - años de exposición al ruido.

4. DISEÑO METODOLOGICO.

4.1. TIPO DE ESTUDIO.

La investigación fué de tipo prospectivo - transversal, analítico y observacional. Se estudiaron casos y controles en un corte transversal de la evolución del proceso Ruido-TAC, que se desarrolló y continúa desarrollándose en tejedores y empleados. La investigación se realizó durante los meses de Enero a Marzo de 1987, en una Empresa Textil de Nuevo León, México.

4.2. UNIVERSO DE ESTUDIO.

En el estudio de riesgos laborales realizado en "la empresa" durante el mes de Julio de 1986, se reportaron tres departamentos cuyo principal riesgo a la salud lo constituyó el ruido, ya que en mediciones instantáneas efectuadas se encontraron Niveles Sonoros que fluctuaron entre 90 y 101 dB (A).

Es el departamento de Tejido Sulzer en el que se identificó ruido de mayor intensidad, el cual fluctuó entre 96 y 101 dB (A). El departamento estaba constituído por 128 telares mecánicos, distribuídos en 10 secciones; y 162 trabajadores distribuidos en distintas categorías escalafonarias. - Siendo el escalafón de Tejedores el que contaba con mayor número de trabajadores, los cuales se hallaban distribuidos - en las categorías de limpiapeines, machuconeros, atadores y tejedores, siendo este último el puesto tope del escalafón al cual correspondían 44 tejedores que equivalen a un 33% del total de trabajadores de dicho departamento.

El perfil del puesto de tejedor por sus características funcionales, implicaba exposición durante toda la jornada laboral a los niveles de presión sonora generada por telares.

La distribución de la población por grupos de edad se concentra mayormente en el grupo etáreo de 21-25 años, siendo 24 casos que corresponden al 48% de la población total de tejedores.

Por otra parte, en áreas administrativas se reportaron NS que fluctuaron de 60 a 75 dB (A) donde laboraban 212 empleados con jornadas semanales de 40 horas, de los cuales fueron examinados 44 que corresponden a el 21% de la población total. La distribución de la población por grupos de edad se concentra mayormente en los grupos etáreos de 21 a 30 años, siendo 26 casos que corresponden a 59% del total. En cuanto al sexo la población es heterogenea con predominio del sexo femenino.

Las anteriores observaciones permitieron seleccionar al departamento de Tejido Sulzer. El puesto de tejedor, áreas administrativas y empleados que laboraron en ellas en los meses de Enero a Marzo de 1987, como universo de estudio cuyas unidades de análisis se distribuyeron de la siguiente manera:

4.2.1. UNIDADES DE ANALISIS.

Para Hipótesis I:

El Departamento de Tejido Sulzer en su área física fué subdividido en 10 secciones constituídos cada una por 12 a 16 máquinas tejedoras funcionando. Las secciones se denominaron con números del 1 al 10 para efecto de la medición instantánea del NS y de la medición de los NSCE para el puesto de tejedor.

Para Hipótesis II:

Los trabajadores que estuvieron laborando de planta en

el puesto de tejedores para el departamento Sulzer durante el período de investigación.

Los empleados administrativos que laboraron de planta en oficinas donde el NS era menor de 75 dB, en cantidad igual al número de tejedores que se estudiaron, y que se hallaban presentes durante el período de la investigación.

Para Hipótesis III:

Se formó un grupo con "tejedores" y "empleados", cuya - antiguedad escalafonaria era de 5 años, sin antecedentes de exposición laboral ni extralaboral previa a el ruido, sin antecedentes de patología auditiva, ni tratamientos ototóxicos y que en exposición actual no usaban equipo personal de pro-- tección auditiva con el objetivo de conocer la prevalencia - del TAC, y de trastornos auditivos.

4.3. METODOS E INSTRUMENTOS.

4.3.1. INSTRUMENTOS

a). La aplicación de instrumentos estuvo a cargo de tres pasantes de Maestría en Salud Pública con Especialidad en Salud en el Trabajo de la U.A.N.L., la aplicación fue -- guiada por el plan de observación. (Anexo A).

b). El ruido se midió con sonómetro Bruel and Kajer Modelo - 2232, que fué calibrado antes y después de el período de mediciones.
La técnica de medición fué estandarizada y supervisada por el Ing. Fernando Elizondo, Especialista en Acústica

de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la U.A.N.L.

c). El estudio de tiempos y movimientos para cada puesto se efectuó por medio de la guía de entrevista. (Anexo B).

d). La capacidad auditiva fué medida con audiómetro Medicor SA3-L calibrado por "método biológico". La técnica de medición fué estandarizada y supervisada por el Dr. J. Miguel Reyes Amezcua, Doctorado en Medicina del Trabajo de la Facultad de Medicina de la U.A.N.L.

e). Los antecedentes patológicos de cada trabajador y su exposición al ruido, así como datos de exploración otoscopica fueron captados en el formulario - TAC. (Anexo C). Los datos actuales de capacidad auditiva y audiograma fueron captados en el formulario de "Monitoreo Biológico" (Anexo C-1).
Se elaboró un instructivo para la aplicación e interpretación de ambos formularios. (Anexo D).

f). Se utilizó Cámara Sonoamortiguada para la medición audiométrica. En cuyo interior el NS de fondo fluctuó entre 36 y 38 dB (A).

g). Los audiófonos del audiómetro fueron empotrados en conchas protectoras auditivas marca Willson con el fin de reducir en 5 dB (A) aproximadamente la transmisión auditiva del ruido ambiental, existente en el interior de la cámara; estimandose NS intra-audífonos de 31 a 33 dB (A) al momento de hacer los exámenes audiométricos.

4.3.2. ESTUDIO DEL RUIDO.

a). Se realizaron mediciones del NS en el área física del departamento de Tejido Sulzer, áreas administrativas y autobúses de transporte, con técnica estandarizada utilizando decibelímetro Bruel and Kjaer modelo 2232.

b). Se elaboró isograma del ruido señalando las secciones asignadas a cada tejedor.

c). Se eligió al azar una ruta de autobúses que transportan trabajadores a la planta. Durante el recorrido desde el centro de Monterrey hasta la entrada de la planta, se efectuaron mediciones del NS cada 5 minutos.

d). El NSCE se calculó en dB (A) de acuerdo al método propuesto por la norma ISO-1999z que se halla publicado en el Anexo 2 del instructivo No. 11.

e). Se aplicaron encuestas a supervisores, tejedores y empleados para conocer el perfil de tiempos y movimientos correspondiente al puesto de tejedor y de empleado administrativo determinandose los tiempos de exposición a los NSCE de cada área.

f). El diagnóstico de tipo de ruido y continuidad del mismo por jornada diaria de trabajo se realizó evaluando los resultados de las mediciones instantáneas del NS.
En cuatro puntos representativos del área de tejido (Anexo E bis) se tomaron mediciones cada dos horas espaciadas por 15 minutos cada una durante 24 horas en diferentes días de la semana. Para los resultados de todas las mediciones se hizo análisis estadístico de su media y desviación estandar con el fin de conocer las variacio

nes de intensidad que presenta el NS de ruido por turnos y días de la semana.

g). Para la determinación de los NSCE se midió el NS en cinco puntos representativos de cada sección del área de tejido (Anexo E) directamente en las fuentes emisoras (telares) al nivel en que realizan sus labores los tejedores.
Los resultados fueron tratados como se refiere en el inciso "d" de este apartado.

h). En los departamentos del área administrativa se hicieron mediciones del NS y los resultados se trataron como lo indica el inciso "d" de este apartado.

i). Los resultados fueron comparados con los NMP establecidos en el instructivo No. 11 del Reglamento General de Seguridad e Higiene S.T.P.S.

4.3.3. ESTUDIO DEL TRAUMA ACUSTICO CRONICO.

a). Se seleccionaron dos grupos de 44 trabajadores textiles cuya principal diferencia entre sí es la exposición a ruidos de NSCE superiores a los NMP o inferiores a los mismos. Denominandose al primer grupo de tejedores (expuesto) y al segundo grupo de empleados (no expuestos). En ambos casos la antiguedad en la empresa de los sujetos estudiados fluctuó entre 2 y 10 años.

b). A cada trabajador se aplicó historia clínica audiológica enfocada a detectar patología ótica o sistémica relacionada con patologías del oído interno. (Anexos C y C-1)

c). Se efectuó otoscopía (otoscopío Welch Allyn modelo 05250) a todos los trabajadores y en los casos cuyo conducto - auditivo externo estaba obstruído por cerúmen, se les practicó lavado auditivo. Dichos casos reposaron 24 horas con sus conductos lavados antes de practicarles audiometría.

d). Se dieron instrucciones a los trabajadores para que evitaran exposición a ruidos intensos por lo menos durante 16 horas antes del examen audiométrico.

e). Las audiometrías se tomaron inicialmente en cámara con ruido ambiental en NS de 46 a 48 dB (A) y durante la jornada de trabajo. En una segunda fase se repitieron las audiometrías con ruido ambiental en NS de 31 a 32 dB (A) y habiendoseles girado instrucciones escritas a los trabajadores acerca del reposo previo al examen audiométrico.

f). A cada tejedor y empleado se le explicó detalladamente el procedimiento e importancia del examen audiométrico con el fin de obtener colaboración máxima de su parte.

g). En el caso de los empleados el examen audiométrico se efectuó durante la jornada de trabajo y sin previo reposo en virtud de que el NS en su ambiente laboral es menor de 75 dB (A).

h). Se les efectuó audiometría tonal aérea a los 44 tejedores y a los 44 empleados, utilizando audiómetro medicor SA3-L, iniciando con la frecuencia de 1000 Hz hacia los tonos graves con estímulos iniciales de 20 dB (A).
Los resultados se registraron en gráficas audiométricas (Anexo C-1 y D).

i). Para la interpretación de resultados de audiometrías, primero se analizaron los datos de 37 empleados cuyo perfil auditivo resultó normal, con el fin de conocer al comportamiento auditivo normal de dicha población y así comparar con lo esperado cuando se utiliza audiómetro calibrado por instrumentos. (Aplicando el criterio bioestadístico de $\bar{x} \pm 2S$ como comportamiento normal).
La diferencia obtenida se restó a los datos de audiometría en las frecuencias donde existía diferencia; - - efectuando así una calibración "biológica" de los resultados.

j). Las audiometrías se realizaron en cámara sonoamortiguada dentro de la cual se midió en NS antes y después de cada audiometría.

k). Para determinar porcentajes de HBC y de IPP se utilizó el método propuesto por la American Medical Association, modificado y actualizado en el Departamento de Riesgos Profesionales e Invalidez del I.M.S.S. en 1980.

l). La información obtenida se procesó en computadora IBM, utilizando paquetes estadísticos y fué grabada en disquet.

5. RESULTADOS.

5.1. PRESENTACION, ANALISIS Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS.

Con el fin de facilitar la comprensión de este apartado se decidió presentar, analizar y discutir los resultados para cada hipótesis por separado.

5.1.1. HIPOTESIS I.

> "El Nivel Sonoro Contínuo Equivalente a que se hallan expuestos Tejedores Textiles en - el Departamento Sulzer, es de intensidad superior a el Nivel Máximo Permisible para 8 horas diarias de exposición (Instructivo -- No. 11 del Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo S.T.P.S.).

I. Estudio del Ruido para el Area de Tejido.

a). Evaluación del Ruido en el Departamento de Tejido Sulzer.

El análisis estadístico de los NS obtenidos en cuatro - puntos representativos del Departamento Sulzer, durante las 24 horas del día y en diferentes días de la semana, demostró que éstas varían entres más-menos medio dB (A) en relación -- con los NS promedio calculados para cada punto de medición. (Cuadro No. 2).

En virtud de que el límite de variación establecido oficialmente para los ruidos estables, es de más-menos 2 dB (A) (4) y de que no existe diferencia significativa entre los NS presentes en cada turno laboral durante los 7 días de la semana. Se evalúa que el ruido existente en el ambiente del De-- partamento Sulzer es de tipo estable y contínuo.

CUADRO No 2

NS MAS MENOS UNA DESVIACION ESTANDAR POR PUNTOS DE MEDICION DEL DEPARTAMENTO SULZER

N.L. MEXICO MARZO, 1987.

NS EN dB(A)	PUNTOS DE MEDICION			
	1	2	3	4
-1 dst*	95.55	95.27	95.27	95.28
PROMEDIO	96.02	95.77	95.80	95.82
+1 dst *	96.49	95.27	96.33	96.36

FUENTE: MONITOREO AMBIENTAL (ANEXO E bis)

*dst = DESVIACION ESTANDAR

b). Tipo de exposición.

El análisis de tiempos y movimientos para el puesto de tejedor revela que durante 7.10 horas los tejedores se hallaban expuestos a NS superiores a 95 dB (A) en el Departamento de Tejido Sulzer y que durante .90 horas (54 minutos) se hallaban expuestos a NS inferiores a 84 dB (A). (Cuadro No. 3)

Considerando que los tejedores durante el 89% de la jornada laboral se hallaban expuestos a el ruido del Departamento de Tejido, se deduce que el modelo de exposición para el puesto de tejedor es de tipo contínuo, acorde con el modelo referido por Atherley.(31)

c). NSCE en relación con los NMP.

En el Departamento de Tejido Sulzer el monitoreo ambiental reportó ruido estable de NS que varían de 95 a 101 dB (A), al cual se hallaban expuestos los tejedores en forma continua durante 7.10 horas.

Aplicando el método propuesto en la norma ISO-1999(z), (4) a los NS referidos, se obtuvieron NSCE iguales y superiores a 96 dB (A) en cada sección (Cuadro No. 4), los cuales resultaron de intensidad superior en 6 a 11 dB (A) con respecto a los NMP establecidos para 8 horas de exposición en el instructivo No. 11.

II. Discusión.

Las anteriores mediciones de NSCE representan exposición a niveles de presión sonora, en 3 a 5 veces superiores a los permitidos por la Legislación Mexicana para los Lugares de

CUADRO No 3

TIEMPOS DE EXPOSICION Y N.S. PARA EL PUESTO DE TEJEDOR EN EL DEPARTAMENTO SULZER.
N. L. MEXICO, MARZO, 1987.

LUGAR	TIEMPO EN HORAS	NS EN dB (A)
PASILLOS	0 08	84
BAÑOS	0.3	80
COMEDOR	0 4	65-70
TEJIDO	7.10	95-102
TOTAL	8 00	——

FUENTE : ENTREVISTA DIRECTA Y MONITOREO AMBIENTAL.

CUADRO No 4

NSCE Vs NMP POR SECCION DE TEJIDO EN EL DEPARTAMENTO SULZER PARA 8 HORAS DIARIAS DE EXPOSICION N.L. MEXICO, MARZO 1987.

SECCION DE TEJIDO	*NSCE EN dB (A)	**NMP EN dB (A)
SECCION 1	97	90
SECCION 2	96	90
SECCION 3	96	90
SECCION 4	97	90
SECCION 5	98	90
SECCION 6	99	90
SECCION 7	99	90
SECCION 8	100	90
SECCION 9	101	90
SECCION 10	99	90

FUENTE: *MONITOREO AMBIENTAL E ISOGRAMA
**INSTRUCTIVO No 11 DEL REGLAMENTO GENERAL DE SEGURIDAD E HIGIENE, STPS.

Trabajo (4).(23) Por lo antes expuesto SE ACEPTA COMO VERDADERA LA HIPOTESIS I.

5.1.2. HIPOTESIS II.

"La probabilidad de padecer Trauma Acústico Crónico es mayor para los Tejedores expuestos a Niveles Sonoros Contínuos Equivalentes superiores a 90 dB (A) (Niveles Máximos Permisibles) que para los empleados expuestos a Niveles Sonoros Contínuos Equivalentes menores de 90 dB (A)".

I. Estudio del Ruido en Areas de Tejido y Administrativas.

a). Ruido en Area de Tejido Sulzer.

Para el área de tejido, los datos de medición del ruido se expusieron en los cuadros Nos. 2, 3 y 4, habiendose encontrado en las diez secciones que conforman el departamento de tejido NSCE por arriba de los NMP.

b). Ruido en Area Administrativa.

La medición registrada de los NS existentes en los departamentos del área administrativa, indican que los empleados de dicha área se exponen a NS que varían entre 64 y 74 dB (A) que son inferiores a los NMP (Cuadro No. 5); los empleados laboraban jornadas de 40 horas semanales en su mayoría - circunscritos al perímetro de su escritorio en forma contínua.

Por ser el modelo de exposición contínuo y el tipo de -

CUADRO No 5

NS POR DEPARTAMENTOS DEL AREA ADMINISTRATIVA Vs. NMP PARA JORNADAS DE 8 HORAS DIARIAS DE EXPOSICION.

N.L. MEXICO, MARZO, 1987.

AREA	NS dB (A)	NMP dB (A)
RECURSOS HUMANOS	67	90
LABORATORIO	73	90
DEPTO. DE INGENIERIA	64	90
OFICINAS CENTRALES	66	90
CAPACIT. Y ADIESTRAM.	74	90

FUENTE: MONITOREO AMBIENTAL E INSTRUCTIVO No II DEL REGLAMENTO GENERAL DE SEGURIDAD E HIGIENE, STPS.