

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE CIENCIAS DEL TRABAJO Y COMPORTAMIENTO HUMANO

Trabajo de fin de carrera titulado:

“EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A RUIDO A LOS OPERADORES DE CALL CENTER BAJO LOS CRITERIOS DE LA NORMA ISO 11904-2”

Realizado por:

ANDRÉS FERNANDO PANTOJA VÁSQUEZ

Director del proyecto:

PhD. OSWALDO JARA

Como requisito para la obtención del título de:

INGENIERO EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

Quito, 13 Febrero de 2019

DECLARACION JURAMENTADA

Yo, ANDRÉS FERNANDO PANTOJA VÁSQUEZ, con cédula de identidad # 172159587-2, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Andrés Fernando Pantoja Vásquez

C. I. 172159587-2

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

“EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A RUIDO A LOS OPERADORES DE CALL CENTER BAJO LOS CRITERIOS DE LA NORMA ISO 11904-2”

Realizado por:

ANDRÉS FERNANDO PANTOJA VÁSQUEZ

Como Requisito para la Obtención del Título de:

INGENIERO EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

Ha sido dirigido por el profesor

PhD. Oswaldo Jara

Quien considera que constituye un trabajo original de su autor

PhD. Oswaldo Jara

DIRECTOR

LOS PROFESORES INFORMANTES

Los Profesores Informantes:

MSc. PABLO DÁVILA

MSc. ESTEBAN CARRERA

Después de revisar el trabajo presentado,
lo han calificado como apto para su defensa oral ante
el tribunal examinador

MSc. Pablo Dávila

MSc. Esteban Carrera

Quito, 13 de Febrero de 2019

DEDICATORIA

A mis padres y a mi hermana por siempre darme los mejores consejos y por siempre ser el apoyo incondicional cuando lo he necesitado, porque me enseñaron valores que siempre me acompañarán durante esta nueva etapa que comienzo, y también por enseñarme lo duro que es la vida y por enseñarme a afrontarla de la mejor manera.

A mi esposa, porque es la única que sabe lo duro que fue haber llegado a este punto de mi vida y porque a pesar de las adversidades siempre está a mi lado y a mi hijo porque son lo más valioso en mi vida y son el motor para siempre querer ser mejor padre, mejor esposo, mejor hijo, y mejor persona; y porque nunca me voy a rendir por conseguir mis objetivos dando lo mejor de mí en cada paso.

Y a toda mi familia ya que todos me dieron su apoyo en algún punto de esta etapa que concluye con éxitos, y sé que estarán muy contentos por este logro.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a Dios quien siempre estuvo presente en todas las decisiones y acciones que he tomado, guiándome y bendiciendo mí camino, dándome la sabiduría suficiente para culminar con éxitos esta etapa de mi vida.

A mi Director del proyecto de graduación, PhD. Oswaldo Jara.

Por su guía, comprensión, paciencia, entrega y valiosos consejos y conocimientos a lo largo de la carrera y de mi investigación.

A mis lectores, MSc. Pablo Dávila y al MSc. Esteban Carrera.

Por brindarnos sus conocimientos durante la carrera y darnos asesoría durante el proceso de investigación.

Índice general de contenidos.-

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1.2 Objetivo general	4
1.1.3 Objetivos específicos	4
1.1.4 Justificación	5
1.2 Marco Teórico	6
1.2.1 Call Center o Centro de Atención Telefónico	6
1.2.2 Pérdida de Audición por Ruido	9
1.2.3 Ruido	17
1.2.4 Contaminación Acústica	22
1.2.4.1 Efectos del ruido sobre la salud	22
1.2.4.1.1 Efectos Auditivos	22
1.2.4.1.2 Desplazamiento temp. del umbral de audición	23
1.2.4.1.3 Desplazamiento perm. Del umbral de audición	23
1.2.4.1.4 Interferencia en la comunicación oral	23
1.2.4.1.5 Efectos no auditivos	23
1.2.4.1.6 Efectos psicopatológicos	24
1.2.4.1.7 Efectos psicológicos	24
1.2.4.1.8 Efectos sobre el sueño	25
1.2.4.1.9 Efectos sobre la conducta	25
1.2.4.1.10 efectos en la memoria	25
1.2.4.1.11 Efectos en la atención	26

1.2.4.1.12 Efectos sobre los niños	26
1.2.5 Diagnóstico de Daño Auditivo	26
1.2.6 Historia Clínica Laboral	27
1.2.7 Audiometría Tonal	28
1.2.8 Diadema Auricular Telefónica	32
1.2.8.1 Importancia Tecnológica	32
1.2.8.2 Aplicaciones y Usos	39
1.2.9 Hipótesis	41
CAPÍTULO II. MÉTODO	42
2.1 Tipo de estudio	42
2.2 Modalidad de investigación	42
2.3 Método	46
2.3.1 Medición de la exposición sonora	47
2.3.1.1 Fuente sonora en campo libre	47
2.3.1.2 Fuente sonora cercana al oído	47
2.3.2 Normas existentes	48
2.3.2.1 ISO 11904-1	48
2.3.2.2 ISO 11904-2	48
2.3.3 Calculando la exposición sonora	49
CAPÍTULO III. RESULTADOS	51
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN	59
4.1 Conclusiones	59

4.2 Recomendaciones	60
REFERENCIAS	62

Índice de tablas y figuras.-

Figura 1.- Call Center o centro de atención telefónico	6
Figura 2.- Operador de call center	8
Figura 3.- Escala de ruido. Umbral de dolor	20
Figura 4.- Caricatura de ruido extraída de una campaña	21
Figura 5.- Contaminación acústica	22
Figura 6.- Audiómetro	30
Figura 7.- Recepción de sonidos	33
Figura 8.- Recepción de sonidos	34
Figura 9.- Historia de los audífonos	34
Figura 10.- Audífonos estéreos	36
Figura 11.- Audífono Electrostático	37
Figura 12.- Primer reproductor de cassette estéreo	39
Figura 13.- Audífonos inalámbricos de corto alcance	40
Figura 14.- Audífonos sobre la cabeza	42
Figura 15.- Audífonos sobre el oído	43
Figura 16.- Dimensiones de cabeza y torso	44
Figura 17.- Dimensiones de cabeza y torso. Ángulos de referencia	45
Figura 18.- Dimensiones de cabeza y torso. Ángulos de referencia.	45
Figura 19.- Dimensiones de cabeza y torso	45

Figura 20.- Dimensiones de la cabeza	46
Figura 21.- Dimensiones de la cabeza. Límites de la sección transversal de la cabeza	47
Figura 22.- Dimensiones de la cabeza. Límites de la sección transversal	47
Figura 23.- Maniquí elaborado según criterios de la norma ISO 11904-2	53
Figura 24.- Adaptador de auriculares con una entrada y doble salida para audio	54
Figura 25.- Trípode	56
Figura 26.- Cabeza del maniquí con abertura del conducto auditivo o con un sacabocado	56
Figura 27.- Maniquí antes de ser pintado	57
Figura 28.- Maniquí pintado con poliuretano	58
Figura 29.- Adaptación de los auriculares al mando de un parlante	59
Figura 30.- Elaboración de un conducto auditivo para centralizar el ruido que sale del auricular al dosímetro	60
Figura 31.-Conductos auditivos listos y colocados dentro de la cabeza del maniquí	60
Tabla 1.- Usos y abusos de la clasificación de la pérdida de audición	15
Tabla 2.- Dimensiones cabeza y torso. P.58 ITU-T	46
Tabla 3.- Cálculo suponiendo que la atenuación del auricular es 0 dB	52

Tabla 4.- Cálculo suponiendo que la atenuación del auricular es 20dB	52
Tabla 5.- Ficha técnica del poliuretano	58

RESUMEN

Las enfermedades ocupacionales derivadas por el ejercicio de la actividad que se desarrolla en el campo de los call center está afectando significativamente a los trabajadores de dicha actividad económica, por tal motivo se realizó la investigación para obtener un sustento de medición para la población que crece muy rápidamente y que a su vez es demasiado vulnerable, añadiendo que al momento de realizar las inspecciones no se detalla una identificación de este riesgo o peligro que a su vez causa muchas lesiones en la parte auditiva y que son de daño permanente para el futuro, y a su vez que esta población también trabaja bajo presión y en ambientes de mucho estrés laboral, por tal motivo queremos que esta investigación sea un inicio para la recolección de información y de esa manera poder dar medidas preventivas y realizar seguimiento a los trabajadores que ya presenten molestias auditivas, la elaboración del maniquí sea la pieza fundamental de dicha investigación ya que será la base de estudio y de ahí se podrá identificar a qué nivel de ruido se encuentran los operadores de call center.

Palabras claves: call center, ruido, maniquí.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La mayoría de los trabajadores en centros de llamadas usan audífonos gran parte de su jornada laboral. Dentro de estas personas están: personal de despacho de servicios de emergencia, controladores de tráfico aéreo, personal de atención al cliente, personal de crédito y cobranzas, personal de call center de diferentes servicios, etc. Muchos trabajan en ambientes de mucho estrés, presión y ruido y no disponen de los equipos ergonómicos adecuados. Aunque estos otros factores pueden desencadenar otro tipo de enfermedades en la salud de los trabajadores, esta investigación se limita a proporcionar recomendaciones para reducir el riesgo de ruido a los operadores de call center.

Las investigaciones realizadas por NIOSH indican que los trabajadores de centros de llamadas y despacho de servicios de emergencia pueden enfrentar varios riesgos: (1) Traumatismos acústicos debido a aumentos repentinos en los niveles de ruido (p. ej., por retroalimentación del sonido o cambio súbito del volumen en los audífonos, (2) ruido de trasfondo de una llamada recibida y (3) ruido de trasfondo y otros elementos que afectan el ambiente acústico en el sitio de trabajo. (Patel y Broughton 2002)

El ruido de trasfondo en el entorno laboral (radios que prenden otros compañeros de trabajo, conversaciones, ruido de los sistemas de aire acondicionado y calefacción) o de los sitios de origen de las llamadas puede hacer que los trabajadores aumenten el volumen de sus audífonos, y por consiguiente aumenten los niveles de ruido que se transmiten al oído. Algunos sistemas de comunicación pueden presentar retroalimentación o interferencias que podrían causar aumentos en el volumen o rechinos en los audífonos. Algunos trabajadores se quejan de fluctuaciones en los

niveles de ruido de los audífonos o de que no pueden controlar el volumen de los mismos. (Patel y Broughton 2002)

El límite de exposición (REL, por sus siglas en inglés) recomendado por NIOSH para la exposición al ruido ocupacional es de 85 decibeles, con ponderación A, como un promedio ponderado de tiempo para 8 horas (85 dBA como un TWA para 8 horas). Las exposiciones a ese o a mayores niveles se consideran peligrosas.(NIOSH, 1997,2007)

Históricamente, los call centers nacieron de la oportunidad de prestar un servicio inmediato al cliente a través del teléfono en las década de 1970 para resolver las necesidades de empresas que requerían masificar la atención, y en general el contacto con consumidores o potenciales clientes. En un principio era informativo y tenía un carácter de servicio accesorio a la oferta principal del producto. Debido a la importancia que tiene los call center en el mercado actual, es también importante mantener la salud auditiva de sus colaboradores. Teniendo en cuenta que los estudios que se han realizado respecto a este tema son pocos, es bueno comenzar por realizar estudios a largo plazo para poder determinar los efectos reales de las diademas auriculares sobre la salud de los trabajadores y establecer pautas de prevención y promoción para evitar dichos daños. Cabe aclarar que se deben tener en cuenta los demás riesgos a los que se encuentran expuestos los trabajadores fuera de su horario laboral y en la vida cotidiana, para reconocer la relación que existe con las enfermedades auditivas, teniendo en cuenta que en este breve estudio no se logró establecer esta relación.(Lucy Mayerly, Merchan Jimenez, Mónica Yamile, Parada Castillón, 2012)

La vinculación causal entre los ruidos intensos y la hipoacusia se reconoce desde milenios. La referencia más antigua conocida es una observación registrada en el primer siglo de nuestra era por Plinio “El viejo” en su Historia Natural, cuando menciona que “las personas que vivían cerca de las cataratas del Nilo quedaban sordas”. (Sánchez, 2006). El ruido constituye hoy en día el agresor de naturaleza física más difundido en el ambiente laboral y social. Se asocia a la pérdida de la capacidad auditiva la enfermedad profesional más frecuente en este medio y a la que se debe prestar especial atención. Desde la época de la revolución industrial el aumento de los ruidos producidos por el hombre ha llegado a niveles peligrosos para la salud física y mental. El ruido, como agente contaminante, no sólo puede generar daños al sistema auditivo, como el trauma acústico o la hipoacusia, sino también puede afectar al sistema nervioso, el sistema digestivo, puede provocar arritmia cardíaca, irritación, pérdida de la concentración, de la productividad laboral y alteración del sueño, entre otros. (Sociedad, 2012). Se denomina trauma acústico a la pérdida de capacidad auditiva producida por el ruido que afecta inicialmente la banda de 4.000 Hz. Luego otras bandas de frecuencias altas y ya en estados avanzados, bandas del área conversación. El auge de los call center que se viene presentando a nivel nacional e internacional ha aumentado a la par de la población laboral en estas entidades y por consiguiente al uso de la diadema auricular. A partir de esta situación, se vienen incrementando las enfermedades del oído. Según Irving (2009): “Se piensa que los trabajadores de un call center pueden estar en el riesgo creciente, debido al tiempo que pasan en el teléfono y la alta tensión del trabajo, los hace más susceptibles a lesión acústica”. Teniendo en cuenta que los estudios sobre el tema son pocos, es necesario para una compañía implementar un programa de prevención para evitar los efectos auditivos en sus trabajadores, y de esta manera mantener la salud de sus

colaboradores, ya que cada uno de ellos es base fundamental para la economía de cualquier empresa.

1.1.2 Objetivo general.

Elaborar un simulador de cabeza mediante la norma UIT-TP.58 para la determinación del nivel de ruido que generan los auriculares de un operador de call center.

1.1.3 Objetivos Específicos.

- Determinar el tipo de material mediante los parámetros de la norma UIT-TP.58 para la elaboración del simulador de cabeza.
- Construir el simulador de cabeza con las especificaciones técnicas brindadas por la norma UIT-TP.58 para su correcto desempeño.
- Verificar la correcta funcionabilidad del simulador de cabeza por medio de pruebas de dosimetría para su posterior uso.
- Brindar recomendaciones a través de ensayos y pruebas que ayuden a la mejora del simulador de cabeza.

1.1.4 Justificación.

El interés fundamental de esta investigación es mejorar las condiciones de trabajo en cuanto a riesgo físico (ruido) en operadores de call center por el uso de la diadema auricular telefónica o los audífonos.

La importancia se basa en analizar los puestos de trabajo, realizando una evaluación de ruido en cada puestos de trabajo, y conjuntamente con la construcción del maniquí se realizará otra medición en la fuente del operador

de call center para poder saber a cuantos decibeles se encuentra la persona y de esa forma se podrá identificar los decibeles exactos si el operador sube o baja el volumen durante su jornada laboral.

La investigación contribuirá a la mejora de la política de calidad y seguridad de las empresas que dispongan de centros de atención telefónicos ya que lo primordial es disponer de un trabajo seguro para los trabajadores.

La investigación tiene como relevancia social el servir en un futuro como documento bibliográfico y como guía para seguir realizando análisis de riesgo en cuanto a ruido en las diferentes áreas donde se haga uso de la diadema auricular telefónica.

La investigación tiene como obligatoriedad jurídica el cumplir con las normas expedidas por el Ministerio de Relaciones Laborales y del IESS en cuanto a la gestión que se debe realizar dentro de las empresas para mantener una cultura de prevención en todas las organizaciones y cumplir con la vigilancia a la salud, en este caso para minimizar el porcentaje de riesgo por pérdida auditiva en los operadores de call center por el uso de la diadema auricular telefónica.

1.2 Marco Teórico.

1.2.1 Call Center o Centro de Atención Telefónico

“Es una noción de la lengua inglesa que puede traducirse como centro de llamadas. Se trata de la oficina donde un grupo de personas específicamente entrenadas se encarga de brindar algún tipo de atención o servicio telefónico.



Figura 1.- call center o centro de atención telefónico <https://definicion.de/call-center/>

Los trabajadores de un call center pueden realizar llamadas (para tratar de vender un producto o un servicio, realizar una encuesta, etc.) o recibirlas (para responder a las inquietudes de los clientes, tomar pedidos, registrar reclamos). En algunos casos, el call center se especializa en una de las dos tareas (realizar o recibir los llamados) mientras que, en otros, cumplen con ambas funciones. Las ventas telefónicas pueden ser directas o indirectas, y estas últimas suelen hacerse con técnicas de persuasión estudiadas milimétricamente, que consisten en convocar al potencial cliente a una reunión cara a cara con un vendedor haciéndole creer que ha sido acreedor de un premio, el cual no existe. El call center, por otra parte, puede destinarse a establecer comunicaciones con los clientes, los potenciales clientes, los proveedores, los socios comerciales u otros grupos. Su función está determinada por cada empresa: es frecuente que un mismo call center lleve a cabo diversas tareas. (Julián Pérez y Ana Gardey, 2011)

Es importante destacar que el call center puede ser operado por la propia compañía o tercerizado en una empresa externa. Hay firmas que se dedican a

establecer centros de llamadas (con la infraestructura necesaria y el personal entrenado) y comercializan dicha prestación. (Julián Pérez y Ana Gardey, 2011)

Fundamentalmente, existen dos formas en las que puede organizarse un call center: dedicando uno o más espacios físicos (oficinas) a sus actividades, destinando un box a cada uno de sus empleados; contratando gente que pueda realizar su trabajo de forma remota. Esta última opción es cada vez más común, gracias a las comodidades que brinda Internet, ya que permite hacer un seguimiento constante a través de sistemas de mensajería instantánea y enviar documentos con información relevante a los empleados sin ninguna demora.

La principal ventaja que ofrece un call center a una empresa es que centraliza la atención. Si no se cuenta con un call center, todas las llamadas llegarán a distintas oficinas y resultará más complicado decidir cómo se canalizan y se registran. El call center, en cambio, tiene como única función facilitar la comunicación. Los operarios están capacitados para resolver los asuntos por su propia cuenta y recién derivan la llamada a un ejecutivo en casos excepcionales. (Julián Pérez y Ana Gardey, 2011)



Figura 2.- operador de call center. <https://definicion.de/call-center/>

El puesto de tele operador es muy particular dentro de las miles de ofertas de trabajo de la actualidad, dado que su nombre no basta para conocer con precisión las tareas que se deben llevar a cabo, el grado de formación con el que se debe contar para obtenerlo o los propósitos de la empresa contratante, así como el grado de legitimidad de la misma. Trabajar en un call center es para muchos sinónimos de conseguir dinero fácil, y esto dice mucho del prestigio de dichos establecimientos. (Julián Pérez y Ana Gardey, 2011)

Sin embargo, es importante hacer hincapié en la existencia de dos extremos bien definidos: los call centers con una infraestructura sólida, en los cuales se realizan actividades absolutamente legales y el personal recibe una capacitación intensa y constante; aquéllos que no superan en organización a un puesto callejero, y que buscan recaudar la mayor cantidad de dinero posible antes de que alguien descubra su naturaleza fraudulenta y los denuncie.

Este último tipo de call center es el que generalmente la gente percibe como fuente rápida de ingresos, y al que acuden personas muy jóvenes para tener su

primera experiencia laboral, extranjeros que llegan a un país con escasos ahorros y necesitan dinero rápidamente para pagar el alquiler, personas mayores que no consiguen un mejor puesto de trabajo por culpa de la discriminación y gente que, por diversas razones, no se siente cómoda trabajando de cara al público y prefiere la seguridad que le brinda estar detrás de un teléfono.” (3) (Julián Pérez y Ana Gardey, 2011)

1.2.2 Pérdida de Audición por Ruido

Todos los días, estamos expuestos a sonidos en nuestro ambiente, como los que vienen del televisor y la radio, los aparatos electrodomésticos y el tráfico. Normalmente oímos estos sonidos a niveles que no afectan nuestra audición. Sin embargo, los ruidos muy altos pueden ser dañinos, aunque duren poco o mucho tiempo. Estos ruidos pueden dañar las estructuras delicadas del oído interno, causando pérdida de audición inducida por el ruido (noise-induced hearing loss, NIHL). (revista Pediatrics, 2011)

La pérdida de audición inducida por el ruido puede ser inmediata o puede tomar mucho tiempo hasta que uno la note. Puede ser temporal o permanente y puede afectar uno o ambos oídos. Aun cuando usted no pueda notar que está dañando su audición, podría tener problemas en el futuro. Por ejemplo, tal vez no pueda entender a otras personas cuando hablan, sobre todo por teléfono o en un lugar ruidoso. Aunque no sabemos cómo le podría afectar el ruido en el futuro, sí sabemos que la pérdida de audición inducida por el ruido se puede prevenir. (revista Pediatrics, 2011)

Cualquier persona de cualquier edad puede tener pérdida de audición inducida por el ruido. El análisis de los resultados de una entrevista y examen de la salud

representativos a nivel nacional encontró que casi uno de cada cuatro adultos en los Estados Unidos de 20 a 69 años de edad (el 24 por ciento) tiene características en su prueba de audición que sugieren que tiene pérdida de audición inducida por el ruido en uno o ambos oídos. (revista Pediatrics, 2011)

Para entender cómo los ruidos fuertes pueden dañar la audición, tenemos que comprender cómo oímos. La audición depende de varios pasos complejos que cambian las ondas de sonido en el aire en señales eléctricas. De ahí, el nervio auditivo lleva las señales al cerebro para que nosotros las podamos entender.

La pérdida de audición inducida por el ruido ocurre cuando las estructuras parecidas a pelos minúsculos (estereocilios) en la parte superior de las células ciliadas del oído interno se dañan por ruidos demasiado fuertes o que duran demasiado tiempo. Cuando los estereocilios se dañan, las células ciliadas no pueden enviar información al cerebro sobre el sonido. Esto lleva a la pérdida de audición inducida por el ruido. Este tipo de pérdida de audición es permanente.

El sonido se mide con unidades llamadas decibelios. Los niveles de decibelios comienzan en cero, que es casi silencio total y el sonido más suave que un joven promedio puede oír. En comparación, un susurro mide 30 decibelios y el habla de una conversacional normal es de aproximadamente 60 decibelios. Un aumento de 10 decibelios significa que un sonido es 10 veces más fuerte. El sonido de la sirena de una ambulancia a 120 decibelios es de alrededor de 1 billón de veces más intenso que el sonido más débil que la persona promedio puede oír. Los sonidos que llegan a los 120 decibelios son dolorosos para nuestros oídos a distancias cortas y son peligrosos para nuestra audición.

Mientras más alto sea el sonido, menor es el tiempo que tarda para que haya una posible pérdida de audición. Por ejemplo, el ruido de los cohetes o fuegos artificiales pueden alcanzar los 150 decibelios y causaría daños a la audición mucho más rápidamente que la exposición al sonido de una cortadora de césped que es de unos 90 decibelios. (revista Pediatrics, 2011)

La pérdida de audición inducida por el ruido puede ser causada por la constante exposición a sonidos fuertes durante un largo periodo de tiempo, como el ruido de un taller de carpintería.

Muchas de las actividades diarias pueden poner a los niños en riesgo de perder la audición debido al ruido. Estas actividades incluyen:

- Escuchar música a gran volumen con audífonos o auriculares.

- Tocar un instrumento en una banda u orquesta.

- Ir a conciertos con música a alto volumen.

- Estar cerca de ruidos fuertes en casa durante un largo periodo de tiempo, como cortadoras de césped o sopladores de hojas.

- Montar motos de nieve o motocicletas.

La pérdida de audición causada por el ruido puede ser temporal. Para algunas personas, la audición regresa a sus niveles normales después de unas 16 a 48 horas de la exposición a los ruidos fuertes. Sin embargo, una investigación reciente sugiere que puede haber daño permanente a largo plazo, incluso cuando no se percibe o detecta de inmediato. (revista Pediatrics, 2011)

La pérdida de audición debido a ruidos fuertes también puede acumularse con el tiempo, por lo que es posible que las señales no se noten fácilmente. A medida que la pérdida de audición avanza, las personas podrían:

-Quejarse de un zumbido o silbido en el oído, lo que se llama tinnitus o acúfeno. El tinnitus puede desaparecer con el tiempo, pero en algunas personas a veces también continúa por mucho tiempo o por el resto de la vida.

-Preguntar "¿Qué qué?" más a menudo o pedirles a los demás que repitan lo que han dicho.

-Aumentar el volumen de la televisión o de otros aparatos.

Aunque todas las personas corren riesgo de tener una pérdida de audición inducida por el ruido, algunas personas pueden tener un riesgo mayor debido a su genética. Nuestros genes, heredados de nuestros padres, llevan la información que forma los bloques de construcción de quienes somos. Algunas personas heredan genes que les dan más probabilidad de tener una pérdida de audición inducida por el ruido. Los científicos están trabajando para saber cuáles son los genes que aumentan el riesgo.

Cuando describimos la pérdida de audición, por lo general nos referimos a tres aspectos: tipo de pérdida de audición, grado de intensidad de la pérdida de audición y configuración de la pérdida de audición.

Hay tres tipos básicos de pérdida de audición: conductiva, neurosensorial y mixta. (revista Pediatrics, 2011)

- **Pérdida auditiva de conducción.** Ocurre cuando el sonido no viaja con facilidad por el canal externo del oído hasta el tímpano y los huesecillos (osículos) del oído medio. Con la pérdida auditiva de conducción los sonidos suenan apagados y es menos fácil oír. Este tipo de pérdida de audición se puede corregir mediante intervención médica o quirúrgica. Algunas posibles causas de la pérdida auditiva de conducción son:

- Fluido en el oído medio debido a resfriados o alergias
- Infecciones del oído (otitis media)
- Mal funcionamiento de la trompa de Eustaquio
- Perforación en el tímpano
- Exceso de cera en el oído (cerumen)
- Oído de nadador (otitis externa)
- Objeto alojado en el canal auditivo
- Malformación del oído externo, el canal auditivo o el oído medio
- **Pérdida auditiva neurosensorial.** Ocurre cuando hay daño al oído interno (cóclea) o a los conductos de los nervios entre el oído interno y el cerebro. La mayoría de las veces, no es posible reparar mediante intervención médica ni quirúrgica la pérdida auditiva neurosensorial. Este es el tipo más común de pérdida permanente de audición.

La pérdida auditiva neurosensorial reduce la capacidad de oír sonidos tenues. Incluso cuando se habla a suficiente volumen, puede no sonar claro o sonar apagado.

Algunas causas posibles de este tipo de pérdida de audición son:

- Medicamentos tóxicos para la audición

- Pérdida de audición en la familia (genética o hereditaria)

- La edad

- Lesiones en la cabeza

- Malformación del oído interno

- Exposición a ruidos fuertes

- **Pérdida auditiva mixta.** Se da cuando la pérdida auditiva de conducción ocurre de manera simultánea a la pérdida auditiva neurosensorial. En otras palabras, puede haber daño al oído externo o medio, así como al oído interno (cóclea) o al nervio auditivo.

Grado de intensidad de la pérdida de audición

El grado de intensidad de la pérdida de audición se refiere a la severidad de la pérdida. La tabla de abajo muestra uno de los sistemas más comunes de clasificación. Los números representan el intervalo de pérdida de audición del paciente en decibeles (dB).

Grado de pérdida de audición	Escala de la pérdida de audición (dB)
Normal	-10 a 15
Ligera	16 a 25
Leve	26 a 40
Moderada	41 a 55
Moderadamente severa	56 a 70
Severa	71 a 90
Profunda	91+

Tabla1. Fuente: Clark, J.G. (1981). Uses and abuses of hearing loss classification (Usos y abusos de la clasificación de la pérdida de audición). Asha, 23, 493-500.

Configuración de la pérdida de audición

La configuración, o perfil, de la pérdida de audición se refiere a la estructura y grado de la pérdida de audición en toda la gama de frecuencias (tonos) según se ven representados en una gráfica llamada audiograma. Por ejemplo, una pérdida de audición que solo afecta los tonos agudos se describiría como una pérdida de alta frecuencia. Su configuración mostraría buena audición en los tonos graves y mala audición en los tonos agudos. (ASHA, 2016)

Por otra parte, si solo se ven afectadas las bajas frecuencias, la configuración mostraría mala audición para los tonos graves y mejor audición para los tonos agudos. Algunas configuraciones de pérdida de audición son uniformes, lo que

indica la misma cantidad de pérdida auditiva tanto para los tonos graves como los agudos. (ASHA, 2016)

Otras descripciones asociadas con la pérdida de audición son:

- **Bilateral o unilateral.** Pérdida de audición bilateral significa que hay pérdida auditiva en ambos oídos. Pérdida de audición unilateral significa que la audición es normal en un oído, pero que hay pérdida auditiva en el otro. La pérdida de audición puede fluctuar entre leve y muy severa. La pérdida de audición unilateral puede darse tanto en niños como en adultos. (ASHA, 2016)

Aproximadamente 1 de cada 10,000 niños nace con pérdida de audición unilateral y casi el 3% de los niños de edad escolar sufren este tipo de pérdida. Los niños con pérdida unilateral son más vulnerables a las dificultades académicas, de habla y lenguaje y sociales-emocionales que sus compañeros con audición normal. Esto puede ser porque, con frecuencia, no se identifica la pérdida auditiva unilateral y los niños no reciben intervención. (ASHA, 2016)

He aquí algunas causas posibles de la pérdida auditiva unilateral:

- Pérdida de audición en la familia (genética o hereditaria)
- Anomalía en el oído externo, medio o interno
- Síndromes, como el de Down o el de Usher|
- Enfermedades o infecciones como citomegalovirus, rubéola
- Lesiones en la cabeza
- Exposición al ruido fuerte
- Lesión cerebral traumática

- **Simétrica o asimétrica.** Simétrica significa que el grado y configuración de la pérdida de audición son iguales en ambos oídos. Asimétrica significa que el grado y configuración son distintos en cada oído.
- **Progresiva o súbita.** Progresiva significa que la pérdida de audición empeora con el transcurso del tiempo. Súbita significa que sucede de manera repentina. La pérdida de audición repentina precisa atención médica inmediata para determinar su causa y tratamiento.
- **Fluctuante o estable.** La pérdida de audición que fluctúa cambia con el tiempo, a veces empeora y a veces mejora. La pérdida de audición estable no cambia con el tiempo y permanece siempre igual. (ASHA, 2016)

1.2.3 Ruido

El ruido es un sonido estridente y carente de articulación que, por lo general, resulta molesto al oído. Laboral, por su parte, es aquello vinculado con el trabajo (el esfuerzo físico o intelectual que es remunerado). (Julián Pérez Porto y Ana Gardey, 2014)

Hay personas que, por las características de su trabajo, se encuentran expuestas a ruidos estridentes durante varias horas por día. Este ruido laboral puede provocar problemas de salud en el corto y en el largo plazo, desde daños en la capacidad auditiva hasta un incremento del estrés, pasando por trastornos para dormir e inconvenientes en el sistema circulatorio. (Julián Pérez Porto y Ana Gardey, 2014)

El ruido laboral puede lesionar las células ciliadas que se hallan en el oído y cuya función es convertir el sonido en una señal eléctrica que pueda interpretar

el cerebro. Cuando estas células se dañan por la exposición a ruidos estridentes durante mucho tiempo, el individuo puede sufrir una merma en su capacidad de audición que se conoce como hipoacusia sensorineural.

Un obrero que trabaja en el sector de la construcción es probable que se vea sometido al ruido laboral durante gran parte de la jornada, debido al tipo de máquinas que se emplean en esta actividad. Para minimizar los efectos del ruido laboral, es importante que utilice tapones en los oídos y que su empleador busque mecanismos para reducir la contaminación auditiva (comprando los equipos más silenciosos, por ejemplo). (Julián Pérez Porto y Ana Gardey, 2014)

Para las mujeres embarazadas existe un inconveniente más: el feto también puede verse perjudicado por la exposición constante a altos niveles de ruido laboral, ya que la presión sanguínea aumenta a niveles anómalos. Según diversos estudios, soportar estas condiciones durante el embarazo acarrea un cansancio mayor y el riesgo de sufrir daños en el oído a causa de las bajas frecuencias. Es inevitable tomar medidas especiales para estos casos, en los cuales la mera protección de los oídos de la madre no resuelve el problema.

Mucha gente no es consciente de que la exposición al ruido laboral puede provocar una importante pérdida de audición. Sin embargo, los datos que arrojan ciertos estudios indican que la cantidad de personas con problemas de este tipo en el continente europeo es mayor a la cantidad total de habitantes de Francia. (Julián Pérez Porto y Ana Gardey, 2014)

Una de las consecuencias más comunes del ruido laboral, aparte de los problemas de salud, es el incremento del riesgo de accidentes. Esta relación entre el ruido y los accidentes laborales es un tema de suma importancia para las compañías que no pueden evitar la presencia de este tipo de sonidos perjudiciales, ya que puede afectar a los trabajadores de las siguientes formas:

- Dificultar la comunicación adecuada con los compañeros y superiores, tanto para entender indicaciones y órdenes como para comprender señales de alerta ante peligros inminentes, como la caída de un objeto pesado, un derrumbe o un derrame de sustancias tóxicas, por ejemplo;
- Así como el ruido laboral puede impedir que un trabajador oiga correctamente las palabras de los demás, también puede ocultar otros ruidos, indicativos de potenciales accidentes;
- Distraer a los trabajadores de los aspectos a los que deben prestar especial atención. Esto se da muy a menudo en el rubro de la conducción de vehículos, ya que el ruido de las calles vuelve muy difícil concentrarse en el camino y respetar las diferentes señales, ya que algunas de ellas también son sonoras;

Contribuir al desarrollo de estrés laboral, lo cual suele derivar en errores de diversas magnitudes, desde los fácilmente reparables hasta los fatales. (Julián Pérez Porto y Ana Gardey, 2014)

1.2.3.2 Definición

Un sonido se genera por una superficie en movimiento que se transmite a través del aire, disminuyendo su intensidad con la distancia y el entorno físico. (“¿qué es el ruido?” (2016). Recuperado de <https://www.sostenibilidadedp.es/pages/index/que-es-el-ruido>)

Un ruido es todo sonido que puede producir una pérdida de audición, ser nocivo para la salud o interferir en una actividad en un momento dado.

En un principio, los ruidos no son ni positivos ni negativos, solo una sensación subjetiva cuyo nivel de molestia está influido por la calidad, duración y, por supuesto, la tolerancia de cada individuo.

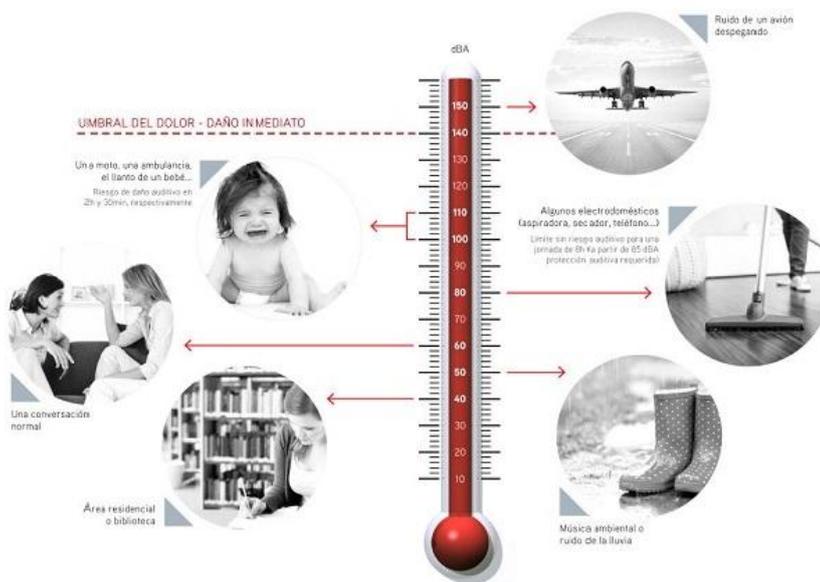


Figura 3. Escala de ruido. Umbral de dolor – Daño inmediato. Ruido.

<https://www.sostenibilidadedp.es/pages/index/que-es-el-ruido>

¿Sabías que los seres humanos no percibimos el sonido de igual modo? El oído convierte las ondas sonoras en sensaciones auditivas que dependen de diversos factores (frecuencia, intensidad de onda, la acústica del lugar o la sensibilidad del individuo). (“¿qué es el ruido?” (2016). Recuperado de <https://www.sostenibilidadp.es/pages/index/que-es-el-ruido>)

Para medir ruido se utiliza el sonómetro, equipo que mide la variación de presión que se produce en un punto concreto cuando se propaga la onda sonora, expresado en decibelios (dB) y calculado a través de una fórmula logarítmica.

Como una misma presión sonora pero de diferente frecuencia provoca una sensación auditiva distinta en el oído humano, se establecen diferentes curvas de corrección. La curva de ponderación A es la más utilizada ya que es la que mejor se aproxima al comportamiento del oído humano. Por eso hablamos de dB(A). (“¿qué es el ruido?” (2016). Recuperado de <https://www.sostenibilidadp.es/pages/index/que-es-el-ruido>)



Figura 4. Caricatura de Ruido extraída de una campaña de prevención de ruido.

<http://uprl.unizar.es/higiene/ruido.html>

1.2.4 Contaminación Acústica



Figura 5. Contaminación acústica. <https://www.siberzone.es/blog-sistemas-ventilacion/contaminacion-acustica/>

Se llama contaminación acústica (o contaminación auditiva) al exceso de sonido que altera las condiciones normales del ambiente en una determinada zona. Si bien el ruido no se acumula, traslada o mantiene en el tiempo como las otras contaminaciones, también puede causar grandes daños en la calidad de vida de las personas si no se controla adecuadamente. Las principales causas de la contaminación acústica son aquellas relacionadas con las actividades humanas como el transporte, la construcción de edificios y obras públicas, las industrias, entre otras. (Compendio de instrumentos de evaluación psicológica; López Angulo, Luis Manuel (LT Medicina), Temas de Medicina General Integral (LT Medicina))

1.2.4.1 Efectos del ruido sobre la salud

1.2.4.1.1 Efectos auditivos

El sistema auditivo se resiente ante una exposición prolongada a la fuente de un ruido, aunque esta sea de bajo nivel. El déficit auditivo provocado por el ruido ambiental se llama socioacusia. Una persona cuando se expone de forma prolongada a un nivel de ruido excesivo, nota un silbido en el oído, ésta es una señal de alarma. Inicialmente, los daños producidos por una exposición prolongada no son permanentes, sobre los 10 días desaparecen. Sin embargo, si la exposición a la fuente de ruido no cesa, las lesiones serán definitivas. La sordera irá creciendo hasta que se pierda totalmente la audición. No sólo el ruido prolongado es perjudicial, un sonido repentino de 160dBa, como el de una explosión o un disparo, pueden llegar a perforar el tímpano o causar otras lesiones irreversibles. . (Compendio de instrumentos de evaluación psicológica; López Angulo, Luis Manuel (LT Medicina), Temas de Medicina General Integral (LT Medicina))

1.2.4.1.2 Desplazamiento temporal del umbral de audición

Consiste en una elevación del umbral producida por la presencia de un ruido, existiendo recuperación total al cabo de un período, siempre y cuando no se repita la exposición al mismo. Se produce habitualmente durante la primera hora de exposición al ruido. . (Compendio de instrumentos de evaluación psicológica; López Angulo, Luis Manuel (LT Medicina), Temas de Medicina General Integral (LT Medicina))

1.2.4.1.3 Desplazamiento permanente del umbral de audición

Es el mismo efecto antes descrito pero agravado por el paso del tiempo y la exposición al ruido. Cuando alguien se somete a numerosas exposiciones y durante largos períodos (varios años), la recuperación del umbral va siendo cada vez más lenta y dificultosa, hasta volverse irreversible. El desplazamiento permanente del umbral de audición esta directamente vinculado con la presbiacucia (pérdida de la sensibilidad auditiva debida a los efectos de la edad). La sordera producida por el desplazamiento permanente del umbral de audición afecta a ambos oídos y con idéntica intensidad. . (Compendio de instrumentos de evaluación psicológica; López Angulo, Luis Manuel (LT Medicina), Temas de Medicina General Integral (LT Medicina)

1.2.4.1.4 Interferencia en la comunicación oral

La inteligibilidad de la comunicación se reduce debido al ruido de fondo. El oído es un transductor y no discrimina entre fuentes de ruido, la separación e identificación de las fuentes sonoras se da en el cerebro. Como ya es sabido, la voz humana produce sonido en el rango de 100 a 10000Hz, pero la información verbal se encuentra en el rango de los 200 a 6000Hz. La banda de frecuencia determinada para la inteligibilidad de la palabra, es decir entender palabra y frase, esta entre 500 y 2500 Hz. La interferencia en la comunicación oral durante las actividades laborales puede provocar accidentes causados por la incapacidad de oír llamados de advertencia u otras indicaciones. . (Compendio de instrumentos de evaluación psicológica; López Angulo, Luis Manuel (LT Medicina), Temas de Medicina General Integral (LT Medicina)

1.2.4.1.5 Efectos no auditivos

La contaminación acústica, además de afectar al oído puede provocar efectos psicológicos negativos y otros efectos fisiopatológicos. Por supuesto, el ruido y sus efectos negativos no auditivos sobre el comportamiento y la salud mental y física dependen de las características personales, al parecer el estrés generado por el ruido se modula en función de cada individuo y de cada situación. . (Compendio de instrumentos de evaluación psicológica; López Angulo, Luis Manuel (LT Medicina), Temas de Medicina General Integral (LT Medicina)

1.2.4.1.6 Efectos psicopatológicos

A más de 60 dBa:

- Dilatación de las pupilas y parpadeo acelerado.
- Agitación respiratoria, aceleración del pulso y taquicardias.
- Aumento de la presión arterial y dolor de cabeza.
- Menor irrigación sanguínea y mayor actividad muscular. Los músculos se ponen tensos y dolorosos, sobre todo los del cuello y espalda.

A más de 85 dBa:

- Disminución de la secreción gástrica, gastritis o colitis.
- Aumento del colesterol y de los triglicéridos, con el consiguiente riesgo cardiovascular. En enfermos con problemas cardiovasculares, arteriosclerosis o problemas coronarios, los ruidos fuertes y súbitos pueden llegar a causar hasta un infarto.

- Aumenta la glucosa en sangre. En los enfermos de diabetes, la elevación de la glucemia de manera continuada puede ocasionar complicaciones médicas a largo plazo.

1.2.4.1.7 Efectos psicológicos

- Insomnio y dificultad para conciliar el sueño.
- Fatiga.
- Estrés (por el aumento de las hormonas relacionadas con el estrés como la adrenalina). Depresión y ansiedad.
- Irritabilidad y agresividad.
- Histeria y neurosis.
- Aislamiento social.
- Falta de deseo sexual o inhibición sexual.

Otros efectos

1.2.4.1.8 Efectos sobre el sueño

El ruido produce dificultades para conciliar el sueño y despierta a quienes están dormidos. El sueño es una actividad que ocupa un tercio de nuestras vidas y nos permite descansar, ordenar y proyectar nuestro consciente. El sueño está constituido por dos tipos: el sueño clásico profundo (etapa de sueño profundo), el que a su vez se divide en cuatro fases distintas), y por otro lado está el sueño paradójico. Se ha demostrado que sonidos del orden de aproximadamente 60 dBA, reducen la profundidad del sueño, acrecentándose dicha disminución a medida que crece la amplitud de la banda de frecuencias, las cuales pueden despertar al individuo, dependiendo de la fase del sueño en que se encuentre y

de la naturaleza del ruido. Es importante tener en cuenta que estímulos débiles sorprendivos también pueden perturbar el sueño. . (Compendio de instrumentos de evaluación psicológica; López Angulo, Luis Manuel (LT Medicina), Temas de Medicina General Integral (LT Medicina)

1.2.4.1.9 Efectos sobre la conducta

El ruido produce alteraciones en la conducta momentáneas, las cuales consisten en agresividad o mostrar un individuo con un mayor grado de desinterés o irritabilidad. Estas alteraciones, que generalmente son pasajeras se producen a consecuencia de un ruido que provoca inquietud, inseguridad o miedo en algunos casos. . (Compendio de instrumentos de evaluación psicológica; López Angulo, Luis Manuel (LT Medicina), Temas de Medicina General Integral (LT Medicina)

1.2.4.1.10 Efectos en la memoria

En aquellas tareas en donde se utiliza la memoria se ha demostrado que existe un mayor rendimiento en aquellos individuos que no están sometidos al ruido, debido a que este produce crecimiento en la activación del sujeto y esto en relación con el rendimiento en cierto tipo de tareas, produce una sobre activación traducida en el descenso del rendimiento. El ruido hace que la articulación en una tarea de repaso sea más lenta, especialmente cuando se

tratan palabras desconocidas o de mayor longitud, es decir, en condiciones de ruido, el individuo se desgasta psicológicamente para mantener su nivel de rendimiento. . (Compendio de instrumentos de evaluación psicológica; López Angulo, Luis Manuel (LT Medicina), Temas de Medicina General Integral (LT Medicina)

1.2.4.1.11 Efectos en la atención

El ruido hace que la atención no se localice en una actividad específica, haciendo que esta se pierda en otros. Perdiendo así la concentración de la actividad. . (Compendio de instrumentos de evaluación psicológica; López Angulo, Luis Manuel (LT Medicina), Temas de Medicina General Integral (LT Medicina)

1.2.4.1.12 Efectos sobre los niños

El ruido repercute negativamente sobre el aprendizaje y la salud de los niños. Cuando los niños son educados en ambientes ruidosos, éstos pierden su capacidad de atender señales acústicas, sufren perturbaciones en su capacidad de escuchar, así como un retraso en el aprendizaje de la lectura y la comunicación verbal. Todos estos factores favorecen el aislamiento del niño, haciéndolo poco sociable. . (Compendio de instrumentos de evaluación psicológica; López Angulo, Luis Manuel (LT Medicina), Temas de Medicina General Integral (LT Medicina)

1.2.5 Diagnóstico de Daño Auditivo

Las finalidades primarias de la audición son mantener el estado de alerta, la orientación y la comunicación. Estas funciones requieren detección y discriminación de las señales, en cuanto a su orden de aparición, así como identificarlas o asociarlas con el objeto de acción responsables de las mismas (Fajardo, 2003)

El descenso de la audición repercute gravemente en el terreno del desarrollo de las actividades cotidianas del ser humano; con importantes consecuencias sociales, educacionales, emocionales y económicas (INSHT, 2005). Cuando el deterioro es profundo y ; ocurre durante los primeros años de vida, los efectos en la evolución del lenguaje son graves (Fajardo, 2003); es por eso que, se necesita de herramientas para su diagnóstico temprano; y si no fuera posible dicha detección, entonces, se deben controlar los factores que pudiesen contribuir a aumentar hasta un punto irreparable el daño a la audición. Para tal propósito, en el campo de la salud ocupacional se cuenta con la Historia Clínica Laboral. (Fajardo, 2003)

1.2.6 Historia Clínica Laboral

Antes de realizar una audiometría tonal debe someterse al sujeto a un interrogatorio dirigido (Historia Laboral) y a una inspección ocular del oído en busca de posibles anomalías o alteraciones en el conducto auditivo externo que pudieran condicionar el resultado de la prueba (INSHT, 1999).

La historia laboral de cada uno de los trabajadores que pasa por un Servicio de Medicina del Trabajo es fundamental para el estudio de la patología derivada

de las condiciones de trabajo. Su utilidad es múltiple: nos ayuda a hacer el diagnóstico de la lesión y a prevenir el desarrollo de la misma o su progresión. Resulta esencial, como primera aproximación a la cuantificación de la exposición, determinar mediante la misma la existencia de ruido en el ambiente tanto laboral como extralaboral, así como otros posibles riesgos que puedan afectar al sistema auditivo (INSHT, 1993). El protocolo específico de ruido debe contemplar todos los posibles factores causales (Ruido laboral actual o anterior, problemas hereditarios y tratamientos o exposiciones ototóxicas) así como la exploración otoscópica y audiométrica). (Sandra, mayo 2016)

1.2.7 Audiometría Tonal



Figura 6. Audiómetro. <https://www.pardell.es/audiometro.html>

La audiometría es el término utilizado para describir la medición formal de la capacidad de audición. La medición o prueba se realiza generalmente mediante un “audiómetro” por un “audiólogo”. La audiometría es una prueba subjetiva – no es una medición objetiva. Depende de que la persona presione un botón o levante la mano, cuando

escucha un tono. La cooperación es necesaria. Se utilizan unos cascos para utilizar la vía aérea de transmisión de sonido, en un ambiente sin ruidos (en España, la legislación exige que se realice la prueba en una cabina o sala insonorizada).

En la audiometría tonal, la audición se mide en frecuencias que van desde las frecuencias bajas o graves (250 Hz) a los tonos altos o agudos (8000 Hz). Esto es sólo una parte de todo el rango auditivo humano, que se extiende entre 20 y 20.000 Hz. Sin embargo la mayoría de los audiómetros están diseñados de manera que no pueden ir tan bajos o altos como el oído humano. El método básico de la audiometría de tono puro o tonal es presentar una serie de tonos en un oído, cerca de umbral (la sonoridad que la persona apenas puede detectar), y seguir bajando la intensidad en pasos de 10 dB hasta que la persona deja de responder. Entonces se vuelve a subir en pasos de 5 dB hasta que la persona empieza a responder de nuevo. Esto se hace convencionalmente en las frecuencias de 250, 500, 1000, 2000, 4000 y 8000 Hercios. El proceso se realiza en ambos oídos.

Las respuestas proporcionadas durante la prueba para cada oído se representan en un gráfico llamado audiograma. El oído derecho por lo general se representa en rojo, y como una 'x', y el izquierdo en azul como un círculo. El audioprotesista o audiólogo puede decidir incluir otras anotaciones en el audiograma como cuando el paciente siente dolor o molestia por el estímulo tonal, si ha utilizado condiciones especiales como “enmascaramiento” o si la respuesta ha sido vaga.

Una vez terminada la audiometría tonal el audioprotesista debe realizar una audiometría verbal o logo audiometría, de la que hablaremos en otro post.

Hasta aquí, el audioprotesista podrá valorar el tipo de pérdida auditiva en función de los decibelios en los que comienza la audición de los estímulos tonales. La pérdida de audición o hipoacusia es descrita a menudo de la siguiente manera. (Sandra, mayo 2016)

Audición normal:

<25 dB HL (adultos)

<15 dB HL (niños)

Pérdida de audición leve o hipoacusia leve = 25-40 dB HL

Pérdida de audición moderada o hipoacusia moderada = 41-65 dB HL

Pérdida de audición severa o hipoacusia severa = 66-90 dB HL

La hipoacusia profunda = 90 + dB HL

La audiometría es una prueba que permite conocer la capacidad que tiene una persona de escuchar los sonidos. Evalúa así el correcto funcionamiento del sistema auditivo humano. Una correcta audición es un proceso que sigue estos pasos:

- Recepción de los sonidos en el pabellón auricular u oreja, que nos ayuda a diferenciar desde dónde se emite un sonido.
- Paso del sonido a través del conducto auditivo.
- Choque del sonido en el tímpano, que le hace vibrar como si fuese un tambor.
- Transmisión de la vibración por la cadena de huesecillos, que conectan el tímpano con la cóclea.

- Conversión de las vibraciones a impulsos eléctricos nerviosos en la cóclea.
- Interpretación de las señales neuronales en el cerebro.



Figura 7. Recepción de sonidos.

<https://www.pardell.es/audiometro.html>

audiometría no nos dirá exactamente qué fase del proceso de la audición no funciona correctamente, pero sí nos indica si la audición está alterada en la parte de la transmisión del sonido o vibraciones (sordera de transmisión) o en la parte más relacionada con el sistema nervioso (sordera neurosensorial), lo que ayuda mucho a decidir el tratamiento más efectivo. (Sandra, mayo 2016)

Para realizar la prueba se utilizan sonidos modificados en su intensidad y tono. La intensidad es el volumen que tiene un sonido y se mide en decibelios; y el tono hace referencia a lo agudo o grave que se escucha un sonido y se mide en hertzios. Los sonidos que puede escuchar el ser humano tienen 20-150 dB (a partir de 85 dB se pueden dañar los oídos) y 20-20000 Hz. (Sandra, mayo 2016)



Figura 8. Recepción de sonidos. <https://www.pardell.es/audiometro.html>

1.2.8 Diadema auricular Telefónica

1.2.8.1 Importancia Tecnológica



Figura 9. Historia de los audífonos.

<http://www.diffusionmagazine.com/index.php/biblioteca/categorias/historia/183-historia-de-los-audifonos>

El inicio de la era de los audífonos o auriculares inicia con el teléfono, pero ya desde hace épocas se usan los cuernos para amplificar y escuchar algunos sonidos, especialmente para las personas que tenían problemas de audición.

Con la creación del teléfono, el sonido se transporta en forma de impulsos eléctricos debido a que los transductores transmiten el sonido por medio del moviendo del receptor, pero su respuesta en frecuencia era muy baja por lo que solo eran inteligibles las palabras. En la década de los 50, en la radio usaban los audífonos de hierro móvil que funcionaban con el mismo principio que los auriculares del teléfono, estos eran muy grandes e incómodos. (Angélica Sánchez, 2011)

En Berlín, en 1924, es fundada la fábrica del Ingeniero Eugen Beyer, hoy conocida como Beyerdynamic, la cual desarrollaba y producía altavoces para cine. Para el año de 1937, la compañía inicia la producción en serie de sus primeros audífonos dinámicos DT.

Inicialmente la música solo se podía escuchar por medio de los fonógrafos, hasta 1958, cuando el señor John Koss y el ingeniero Martin Lange Jr. idearon un sistema para hacer los fonógrafos portátiles y que a su vez los usuarios pudieran percibir el sonido estéreo. La idea principal era comercializar el fonógrafo portátil pero a los consumidores le llamaron más la atención los audífonos que el fonógrafo portátil. (Angélica Sánchez, 2011)

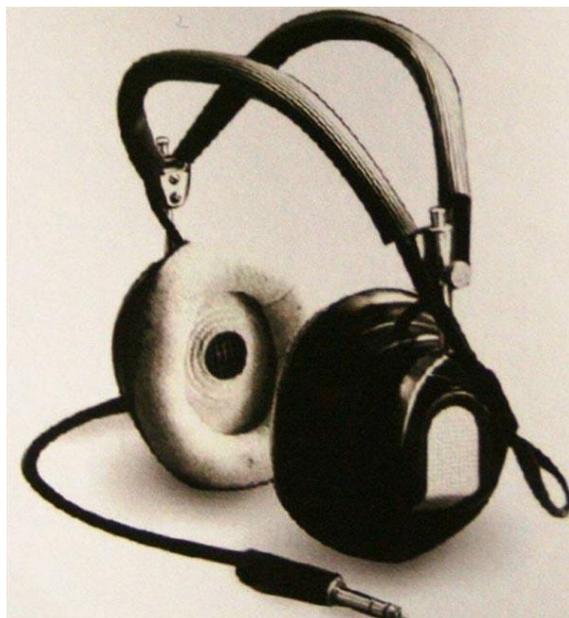


Figura 10. Audífonos estéreo. Historia de los audífonos.
<http://www.diffusionmagazine.com/index.php/biblioteca/categorias/historia/183-historia-de-los-audifonos>

Así fue como surgieron los primeros audífonos estéreo, los cuales ampliaron la industria de los audífonos en todos los aspectos. La primera versión de los audífonos Koss, el SP/3, eran específicamente para escuchar música, compatibles con el sonido estéreo y trabajaban junto con un fonógrafo en forma de maleta. Los audífonos Koss fueron los primeros en tener un espectro completo de notas bajas y altas. (Angélica Sánchez, 2011)

Al ver el éxito de su invención Koss se dedicó a mejorar sus audífonos y su fabricación y comercialización la hacía desde el sótano de su casa. Los SP/3 funcionaban con un simple parlante construido en papel. Su siguiente modelo, fue el Pro/4, que incorporaban un micrófono transductor que ofrecía una mejor calidad y fueron lanzados al mercado en el año de 1962, logrando establecer un nuevo estándar ya que su diseño presentaba un avance de una pulgada de bobina que les hizo prácticamente indestructibles. Este modelo ha sido

introducido de nuevo por la demanda popular, y se mantiene en la línea el día de hoy.

La compañía Koss poco a poco fue ganando el apoyo de diferentes personas dedicadas a la industria de la música como Tony Bennett, Les Brown y Mel Torme. En 1968, la compañía introdujo lo que sería el primer audífono electrostático, que utilizaba un set de platos de estáticos por cada oreja, que hacían vibrar moléculas de aire para generar sonido. Un año más tarde, la compañía Koss obtuvo el reconocimiento presidencial cuando la serie de audífonos Pro-4 fueron instalados en el avión presidencial durante el periodo de Nixon.



Figura 11. Audífono Electrostático. Historia de los audífonos.
<http://www.diffusionmagazine.com/index.php/biblioteca/categorias/historia/183-historia-de-los-audifonos>

John Koss y su compañía hicieron posible el desarrollo de nuevas tecnologías en los audífonos haciéndolos más pequeños y mejorando la calidad de reproducción sonora. Koss logró no solo mejorar y ampliar el uso de los

audífonos sino abrir un nuevo camino para la creación de los populares walkman. (Angélica Sánchez, 2011)

En 1970, la sede de Koss Corporation se mudó a un local más grande en Milwaukee, donde se encuentra actualmente. En los años 70, la compañía se expandió a nivel internacional con una oficina comercial en Londres, una filial de comercialización en Canadá e instalaciones de fabricación en Francia, Alemania, Italia e Irlanda.

Para el año 1974, la compañía Audio-Tecnica desarrolla sus propios auriculares estéreos y lanza la serie AT-700, y para el año 1978, lanza los auriculares de condensador ATH-8 y ATH-7 ganando el premio al buen diseño en MITI Good Design. (Angélica Sánchez, 2011)

En Julio de 1979, la compañía Sony lanza a la venta el modelo TPS-L2, el primer reproductor de cassette estéreo llamado Walkman, un dispositivo de música portátil, lo cual hizo que los audífonos estéreos evolucionaran en relación de tamaño. Cambiaron del diseño circumaural a un diseño supraural facilitando su transportación y comodidad. Mientras los audiofilos y los músicos tendieron a quedarse con el diseño de diadema debido a sus propiedades acústicas, el diseño supraural tomo mucha fuerza en el resto de la gente, ya que era un diseño más barato y práctico. (Angélica Sánchez, 2011)



Figura 12. Primer reproductor de cassette estéreo. Historia de los audífonos.
<http://www.diffusionmagazine.com/index.php/biblioteca/categorias/historia/183-historia-de-los-audifonos>

En 1982, el Colegio Médico de Wisconsin, con una dotación de Koss, creó el Centro de investigación y tratamiento auditivo Koss. Con la llegada del disco compacto en el año 1986, Koss presenta los primeros audífonos inalámbricos e infrarrojos de la industria, los JCK/200. Para el año de 1989, Bose introdujo los primeros audífonos con cancelación de ruido de uso comercial, que fueron utilizados en su mayoría por pilotos. Esta nueva tecnología permitía obtener casi la misma calidad que los audífonos circunaurales, pero con la ventaja de poder utilizarlos en ambientes ruidosos como aviones y trenes. (Angélica Sánchez, 2011)

En la década de los 90, se diseñaron los audífonos intrauriculares, estos audífonos se ajustan en el interior del oído pero no bloqueaban en su totalidad

el ruido. Por lo tanto, en esta misma época se diseñaron los llamados canalphones que permiten que el sonido llegue directamente al canal auditivo evitando infiltraciones del ruido exterior. En el año de 1991, Sennheiser lanza los audífonos con electrostática Orfeo con amplificador de tubos. (Angélica Sánchez, 2011)



Figura 13. Audífonos inalámbricos de corto alcance. Historia de los audífonos.
<http://www.diffusionmagazine.com/index.php/biblioteca/categorias/historia/183-historia-de-los-audifonos>

Para el año de 1998, una organización llamada el Grupo de Interés Especial Bluetooth inicia el desarrollo de prototipos de la tecnología inalámbrica de corto alcance. Bluetooth, al igual que otras tecnologías inalámbricas, son el modelo de salto de frecuencia para la comunicación secreta, una primera idea concebida por la actriz Hedy Lamarr y Antheil George, por el que se concedió

una patente en 1942. Los auriculares inalámbricos, actualmente se enfrentan al difícil reto de igualar la calidad del sonido de los auriculares con cable.

En la última década, debido a la tecnología 3D en los video juegos y películas, varias compañías han desarrollado audífonos capaces de ofrecer un sonido envolvente usando técnicas de holofonía. Uno de ellos es Sony, el cual ha sacado al mercado un modelo de audífonos especialmente diseñados para PS3. Estos permiten la reproducción de sonido en calidad 7.1 de forma inalámbrica, ofreciéndole al usuario la comodidad sin interferencia de cables. Otra marca es Psyko Audio Labs de Canadá, quiénes llevan trabajando 8 años ofreciendo tecnología de audio basada en la psicoacústica. Psyko Audio Labs ofrece al usuario un sonido surround con mayor calidad y precisión.

Actualmente existe gran variedad de audífonos desde los inalámbricos con variedad de tecnología: bluetooth, radio frecuencia o infrarojo. Pero debido a su baja calidad de transmisión los de cables siguen siendo los preferidos. (Angélica Sánchez, 2011)

1.2.8.2 Aplicaciones y Usos.

Los audífonos o diadema auricular telefónica (DAT) han sido previamente provistos para su uso por operadores de radio y teléfono, personal de oficina, y cualquier tipo de persona que utilice sistemas de comunicación (Hutchings, 1972).

Menciona Ferrari (1994) en su estudio, que cerca de 23 millones de radios portátiles con audífonos se venden en Estados Unidos anualmente en las tiendas. En áreas urbanas densamente pobladas, millones de individuos utilizan estos aparatos para enmascarar los ruidos de la ciudad y medio ambiente.

Acorde con GVT.CN (2005), una DAT o audífono es una herramienta de comunicación disponible en una múltiple variedad de usos y estilos permitiendo al usuario realizar y recibir llamadas de manera mas sencilla, liberando sus manos para continuar sus actividades laborales mientras atiende una llamada telefónica, y como cita Hutchings (1972) “tienen una preferente aplicación para las nuevas generaciones de trabajadores de la comunicación”. Son ligeras en peso y son usadas tanto como micrófono, al igual que como audífono. Básicamente se distinguen en 2 categorías (WIPO, 2008):

a) Sobre la cabeza (Over-the-head)

Muy parecidos a los audífonos convencionales, se utilizan sobre la cabeza. Este tipo de audífono tiene un “aditamento para el oído” con un micrófono inserto en el mismo lado (“earpiece”). En el otro lado del audífono, reside una pieza plana de soporte para ofrecer un mayor “agarre” al audífono.



Figura 14. Audífonos sobre la cabeza.

b) Sobre el oído (over-the-ear)

Este tipo se ajusta como un “clip” en el oído. Su única diferencia radica en que éste modelo de audífono viene sólo con un “earpiece”, con el micrófono en el mismo lado. No existe la banda que coree a través de la cabeza (diadema) porque ya posee un clip inserto con el “earpiece” que provee un mejor “agarre” sobre el pabellón auricular del usuario.



Figura 15. Audífono sobre el oído.

1.2.9 Hipótesis

Determinar que los niveles de exposición a ruido en operadores de call center obtenidos mediante la aplicación de la norma 11904-2 son superiores a los niveles de exposición a ruido obtenidos mediante la evaluación en el ambiente laboral.

CAPÍTULO II. MÉTODO

2.1 Tipo de estudio.

Nuestra investigación es de tipo exploratorio y por ende se construyó el maniquí bajo los criterios de la norma ISO 11904-2. Ya que buscamos aclarar los problemas relacionados con la pérdida de audición en cuanto al uso de la Diadema Auricular Telefónica dentro de los Call Center.

2.2 Modalidad de investigación.

La investigación será un proyecto de desarrollo que tiene como fin cubrir las necesidades que tienen las organizaciones que cuentan con departamentos de call center donde el proyecto irá direccionado a estos trabajadores ya que son los más expuestos en cuanto a ruido y no han sido evaluados con anterioridad.

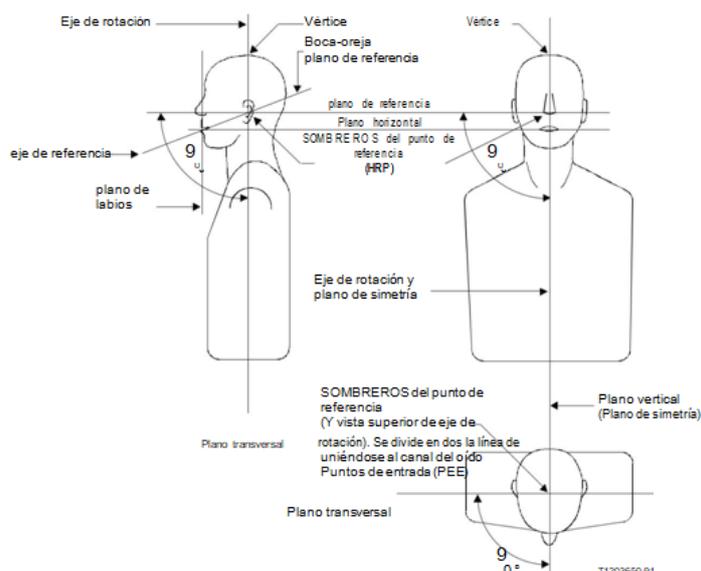


Figura 16. Dimensiones de cabeza y torso.

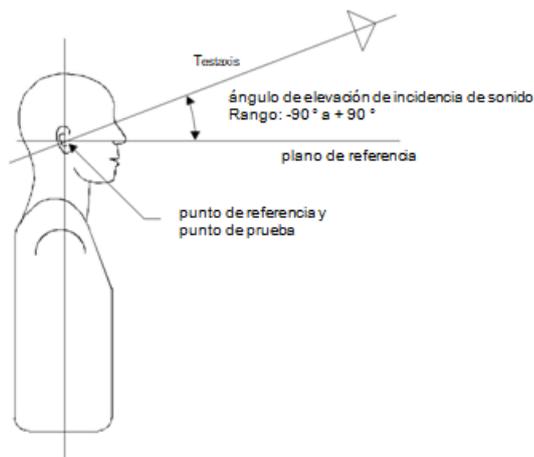


Figura 17. Dimensiones de cabeza y torso. Ángulos de referencia.

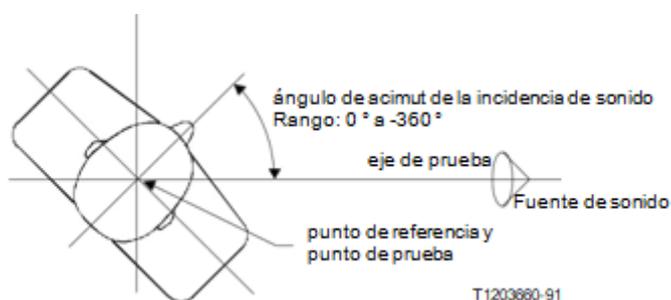


Figura 18. Dimensiones de cabeza y torso. Ángulos de referencia.

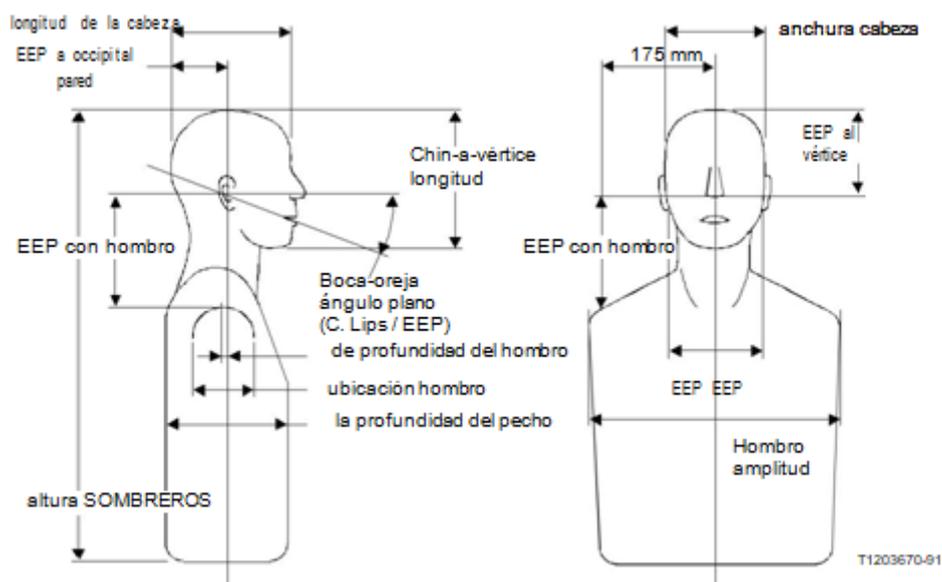


Figura 19. Dimensiones de cabeza y torso.

Dimensión	Nominal	Mínimo	Máximo
anchura cabeza	152	147	154
longitud de la cabeza	191	190	205
EEP al vértice	130	128	136
EEP a distancia EEP	132	130	133
EEP a la pared occipital	94	92	100
EEP con hombro a)	170	167	181
EEP para centrar los labios	130	128	131
Chin-a-vértice longitud	224	216	225
ángulo del plano de la boca-oído	24 °	21,5 °	25,5 °
Anchura del hombro	420	400	455
la profundidad del pecho	235	178	272
depthb hombro)	110	108	161
locationc hombro)	10	-4	46
altura SOMBREROS		600	

a) Medido desde la superficie de hombro, 175 mm de lado desde el plano vertical, a las HATS plano de referencia.
 segundo) Medido entre los puntos delanteros y de los hombros hacia atrás, 175 mm de lado desde el plano vertical.
 do) Medido desde el punto de la sección de hombro, 175 mm de lado desde el plano vertical, a la HATS plano transversal (positiva detrás de plano transversal).

Tabla 2. Dimensiones cabeza y torso. P.58 ITU-T (05/2013)

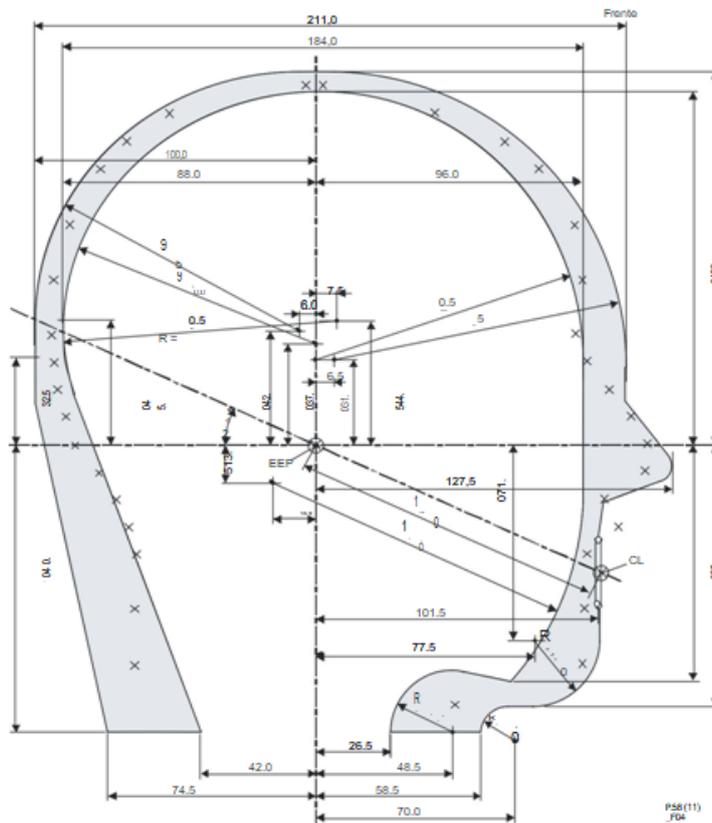


Figura 20. Dimensiones de la cabeza.

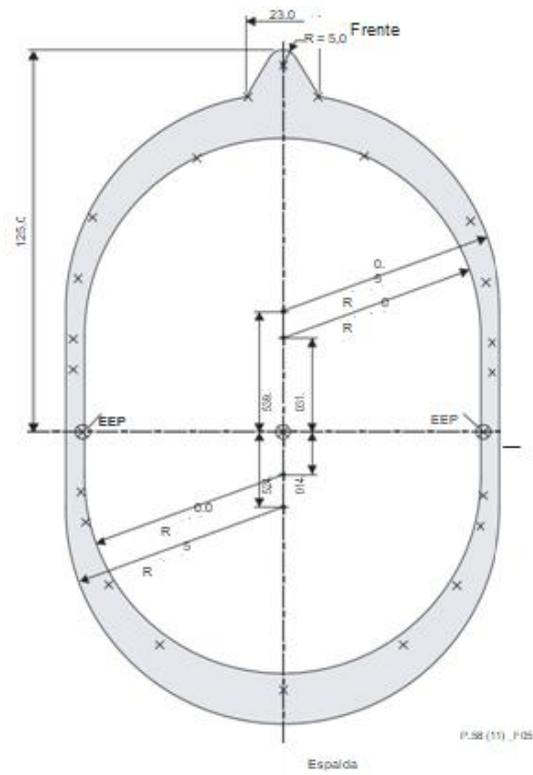


Figura 21. Dimensiones de la cabeza. Límites de la sección transversal cabeza

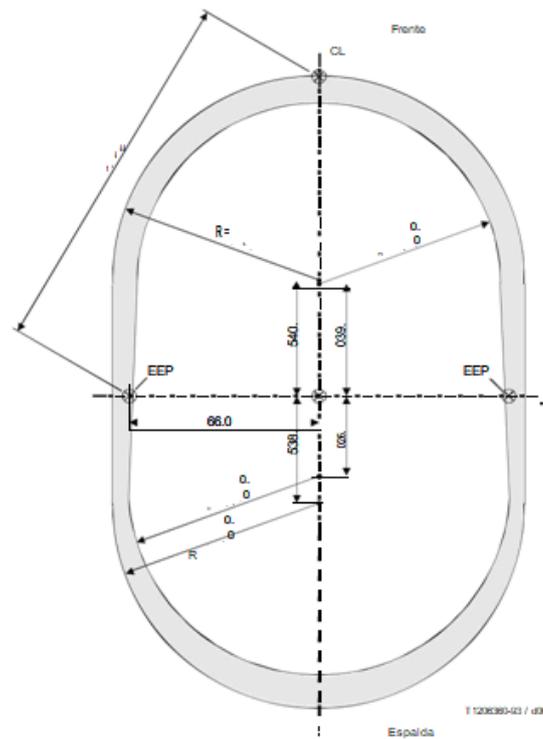


Figura 22. Dimensiones de la cabeza. Límites de la sección transversal.

2.3 Método

Varias normas nacionales e internacionales presentan procedimientos para la medición de la exposición sonora. Todas ellas están diseñadas para mediciones con la fuente de ruido alejada del oído del operario. Sin embargo, a veces la fuente está sobre o incluso dentro del oído, como es el caso con los auriculares. En estas circunstancias la medición se debe realizar usando equipos y técnicas diferentes. Dos normas ISO: 11904-1 y 11904-2 incluyen procedimientos para este tipo de mediciones.^{1,2} La primera utiliza la técnica conocida como MIRE (Microphone in the Real Ear). La segunda utiliza un maniquí equipado con uno o dos oídos artificiales. Los resultados de las mediciones se deben convertir en niveles sonoros equivalentes en campo libre o difuso, mediante cálculos basados en el contenido armónico del ruido, en octavas o tercios de octava. La norma australiana y de Nueva Zelanda AS/NZS 1269.¹³ propone el uso de un oído artificial o del maniquí para este propósito. La conversión de los resultados para campo libre se efectúa, de acuerdo con esta norma, sustrayendo un número fijo de dB. Habitualmente, los operarios ajustan el nivel de la señal percibida debajo del auricular, para mejorar la relación señal-ruido y así mejorar la comprensión de la palabra. Esta relación generalmente es del orden de los 15 dB. Este hecho provee otro método para evaluar el nivel sonoro transmitido al oído, midiendo el nivel sonoro ambiente, corrigiéndolo por la atenuación del auricular (en el caso de que ofrezca atenuación sonora) y, finalmente añadiendo la relación señal-ruido. Por supuesto, la duración⁴ de la señal es otra variable que se debe tener en cuenta. El presente trabajo examina los documentos arriba expuestos, discutiendo sus ventajas y problemas. (Congreso Iberoamericano de Acústica, FIA 2008)

2.3.1 Medición de la exposición sonora

2.3.1.1 Fuente sonora en campo libre

La mayoría de las normas existentes, tales como la ISO 96125 , ANSI S12.196 , o la CSA Z107.567 están diseñadas para medir la exposición sonora en el campo libre, usando medidores de nivel sonoro integrador o dosímetros. En el caso del medidor integrador estas mediciones se deben realizar colocando el micrófono en la posición del operario y sin que el este presente, Usando el dosímetro, el micrófono debe estar cerca del oído del sujeto, sobre el hombro, para minimizar la influencia del cuerpo de la persona. Las normas especifican la duración de la medición así como las veces que hay que repetirla para que sea representativa. Las normas difieren en cuanto a los detalles, pero básicamente son muy similares. (Congreso Iberoamericano de Acústica, FIA 2008)

2.3.1.2 Fuente sonora cercana al oído

La medición del nivel sonoro en oídos ocluidos por auriculares es más difícil y requiere instrumental y técnicas especiales. Durante la medición, el operador debe poder continuar con sus actividades habituales, algo que no siempre es fácil en un lugar de trabajo. Finalmente, los resultados de la medición se deben convertir en niveles equivalentes en campo libre. Esto es necesario para poder aplicar los límites de exposición, que han sido creados para una exposición en campo libre. Es bien sabido que, debido a la resonancia del canal auditivo externo, los niveles sonoros a algunas frecuencias sufren una amplificación de

hasta 15 dB. Para la palabra o la música el incremento total puede oscilar entre 4 dB y 9 dB. (Congreso Iberoamericano de Acústica, FIA 2008)

2.3.2 Normas existentes

2.3.2.1 ISO 11904-1

La norma ISO 11904 presenta dos métodos de medición. El primero, bajo el número ISO 11904-1 utiliza la técnica de insertar un micrófono en el canal auditivo externo (técnica MIRE1). Para ello el micrófono, o uno de los extremos de un tubito plástico (en cuyo otro extremo está colocado el micrófono) se introducen en el canal, en cualquier posición entre la entrada y el tímpano. La medición se realiza en 1/3 bandas de octavas. La norma provee funciones de transferencia para tres situaciones: (1) tímpano, con el oído no ocluido (2) entrada del canal (oído no ocluido) y (3) entrada del canal (oído ocluido). Para cualquier otra configuración, la función debe ser obtenida experimentalmente. La norma provee además la estimación del error asociado a la medición. Si bien este método es el más directo y, por esta razón más exacto, su aplicación en un sitio de trabajo es poco menos que imposible, ya que poca gente aceptaría la introducción del tubito o el micrófono en el oído. Tampoco trabajar con estos objetos introducidos en el oído y los cables colgando es una proposición inaceptable para el operario. (Congreso Iberoamericano de Acústica, FIA 2008)

2.3.2.2 ISO 11904-2

ISO 11904-2 hace uso de un maniquí, que reproduce los parámetros y el efecto acústico del oído humano, la cabeza y el torso. La construcción del maniquí y sus propiedades deben responder a la norma ITU-T P.58.8. El micrófono

propiamente dicho está situado dentro de la cabeza. La medición se realiza también en bandas de 1/3 de octava y luego se transforma en dBA equivalente al campo abierto, tal como se describió más arriba. Para poder usar el maniquí, ambos, el maniquí y el operario deben estar equipados con auriculares idénticos y recibir la misma señal en paralelo. La ventaja de este método, frente al anterior es que el operario no está afectado directamente por la medición y puede desarrollar sus tareas de manera habitual sin interferencia alguna. (Congreso Iberoamericano de Acústica, FIA 2008)

2.3.3 Calculando la exposición sonora

Este método, de origen canadiense, que todavía no ha sido normalizado, se caracteriza por su simplicidad y por el hecho de que puede ser usado por un higienista industrial o por una persona que realiza relevamientos de exposición sonora. El fundamento del método consiste en que para una buena comprensión de la palabra, la persona que usa el auricular generalmente incrementa el volumen de la señal en unos 15 dBA. De modo que la señal que entra en el oído será igual a la suma del nivel sonoro ambiente, reducido por la atenuación de los auriculares (= 0 en la mayoría de los casos), e incrementada por los 15 dB de la relación señal-ruido, indicada más arriba. Por supuesto, para estimar el nivel de ruido equivalente es necesario corregir los valores de acuerdo con la duración de la exposición. Dos ejemplos utilizando auriculares con y sin atenuación están descriptos a continuación en las tablas 1 y 2. La atenuación del ruido ambiente por el auricular se debería ingresar en el cálculo en bandas de 1/3 de octavas, pero en el ejemplo del cálculo y por razones de simplicidad, se ha utilizado un número de dBA. (Congreso Iberoamericano de Acústica, FIA 2008)

	SL, dBA	Duracion, Hr
Nivel de ruido ambiente	70	8
Atenuación del auricular	0	
Nivel sonoro bajo el auricular	70	
Nivel sonoro bajo el auricular con la señal presente	85	
Duración de la señal		1
Duración sin la señal		7
Lex debido al ruido ambiente	70	8
Lex resultante de la señal solamente	76	8
Lex total	77	8

Tabla 3. Cálculo suponiendo que la atenuación del auricular es 0 dB.

	SL, dBA	Duration, Hr
Nivel de ruido ambiente	80	8
Atenuación del auricular	20	
Nivel sonoro bajo el auricular	60	
Nivel sonoro bajo el auricular con la señal presente	75	
Duración de la señal		1
Duración sin la señal		7
Lex debido al ruido ambiente	60	8
Lex resultante de la señal solamente	66	8
Lex total	67	8

Tabla 4. Cálculo suponiendo que la atenuación del auricular es 20 dB.

Se puede observar, que a menos que los auriculares se utilicen durante periodos muy breves, el nivel Lex resultante será básicamente el del ruido ambiente, reducido por la atenuación del auricular. En tal caso se puede asumir que la exposición sonora será igual al nivel ambiente más 15 dBA, y reducida por la atenuación del auricular (= 0 en la mayoría de los casos). (Congreso Iberoamericano de Acústica, FIA 2008)

CAPÍTULO III. RESULTADOS



Figura 23. Maniquí elaborado según criterios de la norma ISO 11904-2

Con la construcción del maniquí se procedió hacer las mediciones de ruido para obtener los mismos datos tanto en los audífonos del trabajador y en los audífonos del maniquí y de esa manera poder tener la misma lectura, pero tuvimos unos inconvenientes ya que la diferencia de decibeles variaba en 7-8-9 hasta 10 decibeles, se procedió a realizar varios cambios que al parecer eran insignificantes pero que nos fueron ayudando de la mejor manera para llegar a la demostración de nuestra hipótesis, cuando el maniquí fue construido nos entregaron con unos huecos de 5mm de abertura en la parte del oído aproximadamente, simulando que fueran los conductos auditivos del maniquí.

Nuestro lugar de trabajo donde se desarrollo nuestra investigación fue en el laboratorio de higiene donde contamos con todo el equipo necesario para demostrar la hipótesis planteada.

Nuestras primeras mediciones fueron poder evidenciar que nuestro adaptador de auriculares con una entrada y doble salida de audio nos ayudaría a poder evaluar en el puesto de trabajo del call center tanto a la persona y al maniquí simultáneamente, tenía la misma salida de audio y no existía pérdida de sonido en dicha pieza, la cual fue la elegida para las siguientes mediciones realizadas ya en nuestro maniquí.



Figura 24. Adaptador de auriculares con una entrada y doble salida para audio.

Nuestra primera fase se obtuvieron datos de las primeras mediciones realizadas a nuestro maniquí el cual fue enviado a realizarse en una impresora 3D, donde nos entregaron según la norma ISO 11904-2 con todas las directrices para la realización del mismo, con el maniquí ya en laboratorio empezamos las mediciones de ruido y nos encontramos con el problema que el ruido que daba en los auriculares del maniquí no eran las mismas con las que supuestamente las iba a tener los auriculares del trabajador cuando nos encontremos en campo, surgió nuestro primer inconveniente el cual tenía una diferencia notable en cuanto a los decibeles que daban como lectura los dosímetros.

De esta manera empezamos a trabajar en cómo solucionar el problema para obtener esa lectura que nos daría la demostración de nuestra hipótesis planteada, concluimos

que la abertura del conducto auditivo del maniquí estaba muy pequeño a lo que procedimos a agrandar el orificio de la cabeza del maniquí donde se colocaban los auriculares, inicialmente el orificio que fue entregado por la empresa que nos ayudo con la fabricación del maniquí era de aproximadamente unos 5.5mm, lo que se procedió a realizar fue con un taladro y con diferentes medidas de brocas lograr obtener el orificio adecuado, según información de la dimensión del conducto auditivo el cual es de 7mm, con las brocas de medida abrimos el orificio hasta tener esa dimensión antes mencionada (7mm), al realizar nuevamente las mediciones y esperando sean las requeridas volvimos a tener un problema la lectura de los dosímetros seguían siendo de una diferencia notable entre los auriculares del maniquí y el que el trabajadores supuestamente los iba a ocupar, de esta manera se procedió a agrandar mucho más el orificio del conducto auditivo de la cabeza del maniquí para obtener las lecturas requeridas, llegando a una abertura aproximadamente de unos 12mm lo cual se procedió a realizar las nuevas mediciones y nuevamente obtuvimos diferencia en las lecturas de los dosímetros para lo cual empezamos a ver que otro factor pueda estar alterando las mediciones y no poder demostrar nuestra hipótesis.

Para lo cual nos dimos cuenta que el dosímetro estaba al ras de la mesa mientras los orificios del conducto auditivo estaban a una altura superior por lo que se optó por elevar el dosímetro con un trípode.



Figura 25. Trípode

Con la elevación del dosímetro en el trípode realizamos nuevamente las mediciones y se mejoró un poco en cuanto a la lectura del dosímetro pero igual teníamos diferencia en decibeles.

Se procedió a agrandar mucho mas la abertura del orificio del conducto auditivo con un sacabocado dejando una abertura similar a la abertura de una chapa de una puerta.



Figura 26. Cabeza del maniquí con abertura del conducto auditivo con un sacabocado.

El resultado fue el mismo se escapaba el ruido y no teníamos la lectura que necesitábamos, por tal motivo procedimos a pintar el maniquí con una pintura especial llamado poliuretano y de esa forma mantener el ruido dentro de la cabeza del maniquí y así poder obtener el resultado deseado.



Figura 27. Maniquí antes de ser pintado.

 FICHA TECNICA ESMALTE POLIURETANO 2K 	
6. PROPIEDADES TECNICAS	
Viscosidad a 25 °C, en unidades Krebs Máx.	74 - 78 K.U Máx.
% de Sólidos p/p	60 - 65 %
Acabado	Brillante
Dilución con ajustador poliuretano	10 % para aplicación con brocha 25 % para aplicación a pistola
Vehículo	Resina acrílica e isocianato alifático
Tiempo de secado	20 min. libre de polvo 2 horas para manejo de superficies 72 horas curado total
Espesor recomendado	3 mils
Rendimiento Teórico	20 – 25 m ² por galón a 3 mils Nota: Se recomienda realizar ensayos previos para determinar rendimientos reales en diferentes superficies.
Relación de la Mezcla	4:1 pintura / catalizador
Color:	Variedad de colores
Presentación del producto	Galón de pintura + ¼ de catalizador Cñte de 4 gal + 1 gal de catalizador
Límites de Aplicación	Humedad relativa: Máximo 90 % Temperatura ambiente mínima de aplicación: 10°C Temperatura mínima del soporte: 3°C por encima de temperatura de rocío Temperatura máxima del soporte: 40 °C
7. PRECAUCIONES	
Contiene aminas y solventes inflamables, por lo tanto se debe aplicar en lugares amplios y ventilados, debe mantenerse alejada de toda fuente de calor.	
8. OBSERVACIONES	
Se debe tener en cuenta que al catalizar el componente A, su tiempo de vida útil es de aproximadamente 3 horas, debido a la reactividad de la mezcla y a las condiciones ambientales. Para pintar sobre otros poliuretanos en buenas condiciones, se debe lijar en seco para eliminar el brillo de la superficie a pintar y limpiar bien. Para pintar sobre otras pinturas, se deben eliminar totalmente ya que el poliuretano remueve otros acabados.	
Toda la información contenida en esta ficha técnica, se revisó y actualizó en agosto de 2014, y se da buena fe, pero no constituye una garantía expresa o implícita sobre el comportamiento del producto, porque las condiciones de uso, preparación de la superficie, aplicación y almacenamiento están fuera de nuestro control.	

Tabla 5. Ficha Técnica del poliuretano



Figura 28. Maniquí pintado con poliuretano.

Luego de que el maniquí fue pintado se procedió a realizar las mediciones y nos encontramos con el mismo inconveniente el ruido seguía escapándose y no nos daba la misma lectura que el otro auricular. Se procedió a juntar un parlante mas fuerte donde se controlaba de mejor manera el ruido y era más intenso que una canción o una conversación y de la misma manera obtuvimos datos erróneos.



Figura 29. Adaptación de los auriculares al mando de un parlante.

Al obtener concurrentes datos erróneos el último intento fue diseñar un conducto auditivo para hacer lo más real posible a un oído humano, pero de igual manera no pudimos demostrar nuestra hipótesis.



Figura 30. Elaboración de un conducto auditivo para centralizar el ruido que sale del auricular al dosímetro.



Figura 31. Conductos auditivos listos y colocados dentro de la cabeza del maniquí.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN

4.1 Conclusiones

Como conclusión podemos decir que nuestra hipótesis no pudo ser comprobada.

En cuanto a la parte teórica como conclusión podemos demostrar que se investigó y se baso en una norma específica pero los resultados no pudieron ser los favorables en este caso, pero lo que se pudo evidenciar fue que, en efecto, la norma que nos daba todos los criterios en cuanto a la elaboración de un maniquí se cumplió pero la normativa (UIT-TP.58) no nos indica en qué material se debe realizar dicha elaboración, y por este motivo podemos concluir que durante el proceso al momento de realizar el agujero con un sacabocados nos pudimos dar cuenta que la parte interna del material de la cabeza del maniquí era hecha por 2 paredes y en la mitad existían segmentos uniendo dichas paredes las cuales hacían que el ruido rebote y se atenué por completo por tal motivo se concluyo que después de la realización de varios intentos modificando hasta la elaboración inicial de nuestro maniquí no logramos obtener el objetivo que se tenía planteado.

En cuanto a la parte metodológica concluimos que el proyecto de investigación tiene una finalidad muy amplia en cuanto a su desarrollo ya que se espera que las próximas promociones en graduarse puedan obtener la demostración de la hipótesis ya planteada y que de esa forma se llegue a la identificación de la exposición a ruido para los trabajadores de call center, quienes serán los beneficiados de esta investigación ya que es una población muy vulnerable y que el puesto de trabajo (operador de call center) no esta siendo tomando en cuenta al momento de identificar riesgos y peligros en la matriz, con la investigación se podrá dar medidas preventivas y correctivas para un futuro, por tal razón queremos dar la pauta a que se siga con la investigación y de esa forma obtener una metodología que sustentará varios estudios en un futro en nuestro país y así poder minimizar el porcentaje en

cuanto a enfermedades ocupacionales dentro de las empresas que manejen call center ya que es un mercado que se expande muy rápidamente.

En la parte práctica no pudimos concluir nada ya que la investigación fue dirigida al error ya que las mediciones realizadas en todos los casos que desarrollamos para poder obtener los resultados deseados fueron nulos y no pudimos concluir la hipótesis y de tal manera no se pudo llevar la investigación a campo.

4.2 Recomendaciones

Se recomienda continuar con la investigación realizada en esta tesis, para de esa manera llegar a la demostración de la hipótesis, y así poder tener un sustento de evaluación para futuras mediciones de ruido directamente en los auriculares de las personas que laboran en los call center y conocer a ciencia cierta si se encuentran expuestos a ruido y a que nivel están para de esa manera proceder a dar medidas preventivas del puesto de trabajo ya que son una población expuesta las 8 horas de la jornada laboral y así poder reducir las enfermedades ocupacional por pérdida de audición en dicha población.

También se recomienda realizar más pruebas en este tema de investigación para crear un manual sobre las mediciones de ruido para operadores de call center donde se encontrará especificado el material el cual se debe elaborar para obtener el maniquí y poder realizar las mediciones sin ningún inconveniente.

Se recomienda que se realicen exámenes pre ocupacionales para las personas que van a ingresar a trabajar a este tipo de trabajo y conocer en qué estado se encuentran estos trabajadores al momento de ingresar.

De la misma manera se recomienda realizar exámenes ocupacionales para poder llevar una estadística en cuanto a la pérdida de audición para este puesto de trabajo, ya que según las

investigaciones recopiladas durante la elaboración de la tesis se puede evidenciar que si existe una población importante que debe ser tratada como población vulnerable por el desarrollo de esta actividad económica y que se debe realizar medidas preventivas para un futuro y de esa manera disminuir el índice de enfermedades ocupacional por el desarrollo de esta actividad que al cabo de los años resulta perjudicial para un trabajador de call center.

REFERENCIAS:

1. - ISO 11904-1, Acoustics – Determination of sound immission from sound sources placed close to the ear: Part 1: Technique using a microphone in a real ear (MIRE technique) (International Organization for Standardization, 2002).
2. - ISO 11904-2, Acoustics – Determination of sound immission from sound sources placed close to the ear: Part 2: Technique using a maniqui (maniqui technique) (International Organization for Standardization, 2004).
3. - AS/NZS 1269-1, Occupational noise management Part 1: Measurement and assessment of noise immission and exposure (Standards Australia and Standards New Zealand, 2005).
4. - C. Giguère and C. Laroche, “Hearing loss prevention program in the military environment,” *Canadian Acoustics* 33(4), 21-30 (2005).
5. - ISO 9612, Acoustics – Guidelines for the measurement and assessment of exposure to noise in a working environment (International Organization for Standardization, 1997).
6. - ANSI S12.19, American National Standard Measurement of Occupational Noise Exposure (American National Standards Institute 1996 (R2006)).
7. - CSA Z107.56, Procedures for the Measurement of Occupational Noise Exposure (Canadian Standards Association, 2006).
8. - ITU-T P.58, Series P: Telephone transmission quality — Objective measuring apparatus: Head and torso simulator for telephonometry (International Telecommunication Union, 1996).
9. - IEC 60318-1/2, Electroacoustics – Simulators of the human head and ear. Part 1: Ear simulator for the calibration of supra-aural earphones. Part 2: An interim coupler for the calibration of audiometric earphones in the extended high-frequency range (International Electrotechnical Commission, 1998).
10. - IEC/TR 60959, Provisional head and torso simulator for acoustic measurements on air conduction hearing aids (International Electrotechnical Commission, 1990).
11. - IEC 60711, Occluded-ear simulator for the measurement of earphones coupled to the ear by ear inserts (International Electrotechnical Commission, 1981).
- 12.- https://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/wp-solutions/2011-210_sp/
- 13.- <file:///C:/Users/acer/Downloads/350-365-1-PB.pdf>
- 14.- <https://www.nidcd.nih.gov/es/espanol/perdida-de-audicion-inducida-por-el-ruido>
- 15.- <https://www.noisyplanet.nidcd.nih.gov/espanol/padres/ninos-habitos-audicion-saludable/que-es-perdida-audicion-inducida-ruido>

16.-<https://www.asha.org/uploadedFiles/Tipo-grado-y-configuracion-de-la-perdida-de-audicion.pdf>

17.-<https://www.medel.com/esl/anatomy-of-the-ear/>

18.-<https://www.pardell.es/audiometro.html>

19.-<https://hipertextual.com/2014/08/audifonos-nathaniel-balwin>