



Universidad Austral de Chile  
Facultad de Ciencias de la Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Acústica

*Profesor Patrocinante:  
Dr. José Luis Barros R.  
Instituto de Acústica  
Universidad Austral de Chile*

*Profesor Colaborador:  
Sr. José Espinosa Robles  
Ingeniero Acústico  
Instituto de Salud Pública de Chile*

## **“GUIA PARA LA SELECCIÓN Y CONTROL DE PROTECTORES AUDITIVOS”**

Tesis para optar al grado de:  
Licenciado en Acústica  
Y al Título Profesional de:  
Ingeniero Acústico

Gonzalo Enrique Pacheco Arévalo  
Valdivia – Chile  
2006

## AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a DIOS por haberme dado las fuerzas necesarias por haber seguido adelante en los momentos más difíciles que pase en la época universitaria y por haber llegado hasta esta etapa tan decisiva para la realización de mi vida personal y profesional.

Por otro lado, me gustaría agradecer a toda la gente del Departamento de Salud Ocupacional y Contaminación Ambiental del Instituto de Salud Pública de Chile que confió en mí para trabajar en mi tesis de titulación, en especial a José Espinosa y David Escanilla que fueron los gestores de tal proyecto. También, no debo olvidar la buena disposición de Christian Albornoz y por supuesto la de Mauricio Sánchez. A todos ellos mis más sinceros agradecimientos por toda la amistad, colaboración y confianza que me entregaron y por supuesto por los consejos y directrices que permitieron enfocar de la mejor manera este trabajo de investigación. También, no quisiera olvidar de dar las gracias a mi profesor patrocinante Sr. José Luis Barros R. por creer en la realización de tal proyecto y por supuesto a todos mis compañeros con los cuales compartí muchos momentos de estudios y conversaciones, en especial a Andrés Caru, Héctor Estrada, Daniel Sánchez, Juan Acuña, Daniel Mena, Alejandro Gómez, Mauricio Roa, Ramón Torrealba y Mario Veloso y a mis amigos Ariel Paillaleve (gracias por toda la buena onda) y Marco Fuenzalida (vale por todo), a todos ellos gracias por su amistad.

La verdad de todo este logro y por las instancias en las que me encuentro se la debo a mi gran familia. Gracias de todo corazón por la confianza y el apoyo que depositaron en mí para haber estudiado esta carrera profesional. Siento una enorme gratitud hacia mis hermanos Richard y Carlos y en especial para mi querida Madre Lupé por su inmenso amor y apoyo incondicional.

*Este trabajo esta dedicado a la memoria  
de mi Padre Enrique Pacheco Vergara.*

## RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se ha elaborado una Guía para la Selección y Control de Protectores Auditivos. Entiéndase como selección al proceso de elegir el protector auditivo más adecuado respecto del nivel de exposición a ruido con riesgo de adquirir sordera profesional del trabajador, al tipo de actividad que realiza y condiciones ambientales presentes en el lugar de trabajo, entre otros factores. Todo esto enmarcado sobre la base de la normativa legal referente a las condiciones de higiene y seguridad y obligatoriedad del uso de estos elementos de protección personal. Asimismo, se dan las directrices de cómo, dónde y por qué utilizar los protectores auditivos en los lugares de trabajo, a través del proceso de control que establece capacitaciones y entrenamientos tanto a trabajadores como responsables de la fiscalización, compra, suministro y sustitución de estos medios de protección. Además, para llevar a cabo una selección y control de protectores auditivos en un ambiente laboral se ha propuesto un modelo de gestión con el fin de introducir mejoras continuas a dichos procesos que involucran la participación tanto de la gerencia y departamento de prevención de riesgos como de los trabajadores.

## **ABSTRACT**

In this present investigation work has been elaborated a guide for the selection and control of hearing protection devices. Understand as selection to the process of choosing the most appropriate hearing protector at the noise exposure level with risk of acquiring the worker's professional deafness, to the activity type and conditions environmental present in the work place, among other factors. All this framed on the basis of the national regulatory with respect to the conditions of hygiene and security and obligatory of the use of these personal protection devices. Also, the guidelines are given of how, where and why to use the hearing protectors in the work places, through the control process that establishes capitations and trainings so much to workers as responsible for the inspection, buy, supply and substitution of these personal protection devices. Besides, to carry out a selection and control of hearing protectors in a labor environment has been proposed a model of management in order to introduce improve continuous to said processes for involve the so much participation of the management and risks prevention department as of the workers.

# INDICE

1. INTRODUCCION.....	1
2. OBJETIVO GENERAL.....	3
2.1 Objetivos Específicos.....	3
3. NORMATIVA LEGAL APLICABLE.....	4
3.1 Ley 16.744.....	4
3.1.1 Prevención de Riesgos.....	5
3.1.2 Enfermedades Profesionales.....	7
3.1.2.1 Efectos en la Salud por la Exposición a Ruido.....	7
3.2 Decreto Supremo N° 594/99 del Ministerio de Salud.....	11
3.3 Decreto Supremo N° 18/82 del Ministerio de Salud.....	13
4. PROTECTORES AUDITIVOS.....	14
4.1 Introducción.....	14
4.2 Definición y Clasificación de los Protectores Auditivos.....	14
4.2.1 Orejeras.....	14
4.2.1.1 Descripción.....	14
4.2.1.2 Clasificación.....	15
4.2.2 Tapones .....	17
4.2.2.1 Descripción.....	17
4.2.2.2 Clasificación.....	17
4.2.2.2.1 Clasificación según vida útil.....	17
4.2.2.2.2 Clasificación según adaptabilidad al uso..	17
4.2.3 Protectores Auditivos Especiales.....	19
4.2.3.1 Generalidades.....	19
4.2.3.2 Clasificación.....	19
4.2.3.2.1 Protectores auditivos dependientes del nivel de presión sonora.....	19
4.2.3.2.2 Protectores auditivos activos.....	19
4.2.3.2.3 Orejeras con sistema de comunicación....	19
4.2.3.2.4 Cascos anti-ruido.....	19
4.3 Factores que determinan el rendimiento de los Protectores Auditivos..	20

4.3.1 Trayectoria del Sonido a través de un Protector Auditivo.....	20
4.3.2 El Efecto de Oclusión.....	21
4.4 Rendimiento.....	22
4.4.1 Orejeras .....	24
4.4.2 Tapones de inserción .....	25
4.5 Tiempo de uso.....	25
4.6 Métodos para determinar la Atenuación Sonora y Pérdida de Inserción de Protectores Auditivos.....	29
4.6.1 Introducción .....	29
4.6.2 Método REAT (Real Ear Attenuation at Threshold) .....	29
4.6.3 Método MIRE (Microphone in Real Ear).....	31
4.6.4 Métodos ATF <sub>s</sub> (Acoustical Test Fixtures) .....	32
4.7 Normativa Técnica Aplicada .....	34
4.7.1 The American National Standards Institute “ANSI” .....	34
4.7.1.1 ANSI Z24.22-1957: “Method for the Measurement of Real-Ear Attenuation of Ear Protectors at Threshold” .....	35
4.7.1.2 ANSI S3.19-1974 (ASA STD 1-1975): “Method for the Measurement of Real-Ear Protection of Hearing Protectors and Physical Attenuation of Earmuffs” .....	35
4.7.1.3 ANSI S12.6-1984 (Method A): "Method for the Measurement of the Real-Ear Attenuation of Hearing Protectors" .....	36
4.7.1.4 ANSI S12.42-1995: "Microphone-in-Real-Ear and Acoustic Test Fixture Methods for the Measurement of Insertion Loss of Circumaural Hearing Protection Devices" .....	37
4.7.1.5 ANSI S12.6-1997 (Method B): “Methods for Measuring the Real-Ear Attenuation of Hearing Protectors” .....	37

4.7.2 The International Organization for Standardization “ISO” ...	38
4.7.2.1 ISO 4869-1:1990: “Acoustics - Hearing Protectors - Part 1: Subjective Method for the Measurement of Sound Attenuation”.....	39
4.7.2.2 ISO 4869/TR-3:1989: "Acoustics - Hearing Protectors - Part 3: Simplified Method for the Insertion Loss of Earmuff Type Hearing Protectors for Quality Inspection Purposes”.....	39
4.7.3 Nuevo standard internacional.....	40
4.7.4 Normativa Chilena de Protección Auditiva “Nch”.....	40
4.8 Números Simplificados (Únicos) y Métodos de Reducción de Ruido..	42
4.8.1 Generalidades.....	42
4.8.2 NRR (Noise Reduction Rating).....	42
4.8.2.1 Método para calcular el NRR.....	43
4.8.2.2 Cómo usar el NRR.....	44
4.8.3 SNR (Single Number Rating) .....	46
4.8.3.1 Cómo calcular el SNR.....	47
4.8.3.2 Cómo usar el SNR.....	47
4.8.4 SLC <sub>80</sub> (Sound level Conversion).....	48
4.8.5 Método por bandas de octava .....	49
5. LINEAMIENTOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA GUÍA PARA LA SELECCIÓN Y CONTROL DE PROTECTORES AUDITIVOS.....	50
5.1 Descripción general de las actividades realizadas .....	50
5.2 Elementos que componen la Guía para la Selección y Control de Protectores Auditivos.....	52
5.2.1 Etapa de Selección.....	53
5.2.2 Etapa de Control.....	54
6. RESULTADOS .....	56
7. CONCLUSIONES.....	57
8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	59
ANEXOS.....	63

## 1. INTRODUCCIÓN

La pérdida de audición provocada por el ruido se encuentra entre las enfermedades laborales más habituales en Chile. Además, existen otras cuestiones preocupantes relacionadas con el ruido, ya que puede causar lesiones al oído al interactuar con sustancias peligrosas o puede aumentar el riesgo de accidentes al afectar a la comunicación en los lugares de trabajo. La variedad de empleos y lugares de trabajo en los cuales el ruido puede considerarse un problema es mucho más amplia de lo que habitualmente se cree.

Según datos disponibles por la Asociación Chilena de Seguridad “ACHS”, la pérdida de audición provocada por el ruido (Hipoacusia) es la enfermedad profesional más común en Chile, tal como se muestra en la tabla 1.

**Tabla1** - Incapacidades por Enfermedades Profesionales según Diagnóstico por año 1995-2001.

Según Asociación Chilena de Seguridad (ACHS).

<b>Diagnóstico</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>Total</b>
Hipoacusia	188	261	261	300	295	200	221	1726
Neumoconiosis	69	26	35	26	31	21	19	227
Otras Enf. Resp.	9	5	8	8	10	5	9	54
Dermatitis	9	8	8	5	2	3	1	36
Intoxicaciones	5	4	2	3	4	2	1	21
Laringopatías	2	2	4	1	2	2		13
Otros	1	1				1		3
Enf. Salud mental	1						1	2
<b>TOTAL</b>	<b>284</b>	<b>307</b>	<b>318</b>	<b>343</b>	<b>344</b>	<b>234</b>	<b>252</b>	<b>2082</b>

La exposición prolongada a ruido puede producir pérdidas auditivas temporales y permanentes, en cualquiera de sus grados. En forma adicional, esta exposición puede acarrear otras consecuencias para la salud, como por ejemplo, efectos sobre otros sistemas como el nervioso central, equilibrio etc, además de efectos no auditivos, tales como dificultad en la comunicación, alteraciones del sueño, disminución de la capacidad de concentración, entre otros.



La peligrosidad de la exposición a un ruido no sólo depende de su magnitud o intensidad, sino del tiempo diario durante el cual se está sometido al mismo, junto con otros factores como la impulsividad del ruido, su frecuencia, y la distribución a lo largo del tiempo de la incidencia. En este sentido, la evaluación ambiental está dada desde el artículo 70 al 82 del Decreto Supremo N° 594/99 del MINSAL, donde se establecen los límites máximos permisibles y criterios de dosis permitidos según jornada de trabajo. En donde se puede aplicar el Instructivo de ruido para la Aplicación del Decreto Supremo N° 594/99 otorgado por el Instituto de Salud Pública de Chile “ISP”, mientras que los lineamientos generales respecto a planes de conservación auditiva, están dados por la “Guía Técnica para la Evaluación de los Trabajadores Expuestos a Ruido y/o con Sordera Profesional”. Por ejemplo, en el D.S. N° 594/99 del MINSAL, se recomienda tener presentes los ruidos estables o fluctuantes de más de 85 dB(A) durante una jornada laboral de 8 horas, como posibles causantes de enfermedad profesional (Hipoacusia) y los ruidos impulsivos más de 140 dB(C) Peak como causa de daños auditivos; para los que es obligatorio adoptar medidas preventivas sobre el foco de emisión sonora y reduciendo el nivel que llega al oído, pero si esto no es posible recurrir a la utilización de protectores auditivos.

Con el propósito de mejorar los programas de protección de la salud de los trabajadores. Las Secciones de Elementos de Protección Personal (EPP) y de Ruido y Vibraciones del Departamento de Salud Ocupacional y Contaminación Ambiental del ISP, han establecido la elaboración de una Guía para la Selección y Control de Protectores Auditivos en conjunto con un alumno tesista de la Universidad Austral de Chile, de acuerdo con el proyecto de trabajo dispuesto por la Sección de EPP del ISP, relativo a la elaboración y divulgación de Guías destinadas a la Selección y Control (recomendaciones de uso, mantención y renovación) de Elementos de Protección Personal<sup>1</sup> (EPP's).

---

<sup>1</sup> De acuerdo a la legislación vigente se entiende por elemento de protección personal (EPP) “todo equipo, aparato o dispositivo especialmente proyectado y fabricado para preservar el cuerpo humano, en todo o en parte, de riesgos específicos de accidentes del trabajo o enfermedades profesionales” (Art. 1° del Decreto Supremo N°173 , de 1982, del Ministerio de Salud).

## **2. OBJETIVO GENERAL**

- Elaborar una guía para la selección y control de protectores auditivos.

### **2.1 Objetivos Específicos**

- Definir y clasificar los protectores auditivos, según normas vigentes de protección auditiva.
- Establecer los criterios a tener en cuenta en la selección y uso de los protectores auditivos, considerando la naturaleza y magnitud del ruido.
- Entregar recomendaciones para el control de los protectores auditivos.
- Señalar las principales causas del no uso de ciertos protectores auditivos.
- Indicar el marco regulatorio que exige el uso de elementos de protección personal.
- Presentar las opiniones de diferentes profesionales dedicados a la prevención de riesgos y fabricantes de protectores auditivos, en materia de higiene industrial, salud ocupacional y protección auditiva.
- Elaborar fichas con las características del lugar, actividad que realiza el trabajador u otros factores para recomendar el tipo de protector auditivo a usar.
- Elaborar un modelo de gestión para la selección y control de protectores auditivos.

### **3. NORMATIVA LEGAL APLICABLE**

En el presente capítulo, se presenta todo lo relativo al marco regulatorio en materia de prevención de riesgos, accidentes del trabajo y enfermedades profesionales, como también las condiciones de higiene y seguridad que deben reunir los elementos de protección personal (EPP's) y la obligatoriedad relacionada con su utilización en los lugares de trabajo, además de las exigencias de calidad que deben cumplir estos EPP's. Asimismo, en el apartado 4.7, se indica la normativa técnica aplicada sobre EPP's en el ámbito de la protección auditiva, tanto nacional como internacional.

#### **3.1 Ley 16.744**

Esta Ley establece el seguro social obligatorio contra riesgos de accidentes del trabajo y enfermedades profesionales [1]. Está basada en 4 principios:

1. Universalidad: Protege a la totalidad de los trabajadores dependientes, estudiantes y grupos de trabajadores independientes.
2. Solidaridad: Amplio universo de comunidad concurre con su aporte económico al financiamiento del Seguro.
3. Integridad: Protección al trabajador es integral; Preventiva - Curativa - Rehabilitación y Reeducción Profesional - Prestaciones Pecuniarias.
4. Unidad: Ante la Ley todos los trabajadores reciben los mismos beneficios, sin distinción de ninguna clase.

A los organismos administradores de la Ley 16.744 cae el rol de asesorar y prevenir que los trabajadores de cualquier empresa, institución, servicio o persona que proporcione trabajo afiliada, en particular, no sufran accidentes o contraigan enfermedades en el desarrollo de sus actividades laborales. Estos organismos de administración del seguro son básicamente los siguientes: las Mutualidades de Empleadores, corporaciones privadas sin

finés de lucro y creadas con este único objetivo, el Instituto de Normalización Previsional, INP, entidad pública dependiente del Ministerio del Trabajo y el sistema de Administración Delegada para empresas grandes, que cumplan un conjunto de condiciones.

### **3.1.1 Prevención de Riesgos**

La Ley 16.744, en materia de prevención, persigue que las empresas (empleadores y trabajadores) realicen actividades permanentes y sistemáticas para evitar la ocurrencia de accidentes y de enfermedades del trabajo. Éstas se contemplan a través de cuatro instrumentos de prevención de riesgos:

1. En primer lugar, en toda empresa cualquiera sea su tamaño debe existir un reglamento interno de Higiene y Seguridad, en donde deben consultar la aplicación de multas a los trabajadores que no utilicen los EPP's y que no cumplan con las reglamentaciones de higiene y seguridad en el trabajo (art.67).
2. En toda empresa, los empleadores tienen la obligación de informar los riesgos e instruir los métodos seguros de trabajo y las medidas de prevención a los trabajadores (Derecho a Saber), además de “proporcionar a sus trabajadores, los equipos e implementos de protección necesarios, no pudiendo en caso alguno cobrarles su valor” (art. 68).
3. En las empresas que tengan más de 25 trabajadores deben formar Comités Paritarios de Higiene y Seguridad, con amplias facultades en prevención de riesgos, como la de “asesorar e instruir a los trabajadores para la correcta utilización de los instrumentos de protección” (art. 66).
4. Y, por último, las empresas con más de 100 trabajadores deben tener un Departamento de Prevención de Riesgos a cargo de planificar, organizar, ejecutar, supervisar y promover acciones permanentes para evitar accidentes del trabajo y enfermedades profesionales.

Frente a cada una de estas obligaciones los organismos administradores tienen como tarea cumplir un activo rol de promotor y asesor, recomendando normas técnicas de seguridad en los procesos laborales y de adecuación de los puestos de trabajo a la salud humana, capacitar a los distintos estamentos de la empresa en prevención de riesgos, y recomendar y enseñar el uso de los EPP's.

Dentro del asesoramiento preventivo para el agente físico ruido, se encuentra la implementación de un programa de control y seguimiento de trabajadores expuestos a ruido ocupacional para prevenir que los trabajadores adquieran sordera profesional [2]. El programa considera los métodos de control de ruido (entendiendo como control la aplicación de una medida correctiva), que tiendan a mejorar significativamente las condiciones ambientales en las que se desenvuelve el trabajador de la entidades empleadoras afiladas, como también, las medidas tendientes a efectuar un seguimiento y control de la exposición a ruido ocupacional por parte de los trabajadores, basado en los artículos 75 y 80 del D.S. N° 594/99 del MINSAL, utilizando la metodología del Instructivo de Ruido [3] de dicho Decreto. Algunos de los métodos de control consisten en:

- Planificación inicial y futura: en la planificación de nuevas instalaciones se debe considerar diseños adecuados en cuanto a estructuras, selección de equipos y maquinarias, planificación de ubicación de procesos, etc., no perdiendo en perspectiva el control de ruido ambiental.
- Sustitución de equipos y maquinarias por otros menos ruidosos.
- Aislamiento de procesos, equipos y maquinarias ruidosas.
- Protección del personal expuesto: limitar tiempos de exposición, efectuar cambios en la forma de trabajo, incorporar el uso obligatorio de protectores auditivos.
- Mantenimiento adecuado de equipos y máquinas (lubricación, balanceo estático y dinámico, transmisiones de movimientos, etc.).
- Elementos de protección auditiva: la selección adecuada de éstos debe considerar sus rangos de atenuación sonora, comportamiento del ruido ambiental en cuanto a frecuencias e intensidades y su compatibilidad con el uso de los otros elementos de protección personal.

Son todos estos los aspectos de prevención de riesgos más relevantes de la Ley 16.744, en los cuales los organismos de administradores juegan un papel fundamental a través de la capacitación y recomendación en el uso de EPP's (protección auditiva), haciéndose necesario el trabajo en conjunto con los empleadores, Comités Paritarios y Departamentos de Prevención de Riesgos. Esto con el fin, de evitar por todos los medios posibles los riesgos de accidentes del trabajo y enfermedades profesionales.

### **3.1.2 Enfermedades Profesionales**

Las enfermedades profesionales están definidas, en la mayoría de los países, como una alteración de la salud que se produce como consecuencia del trabajo. En Chile la Ley 16.744 la define en su artículo 7 como “las causadas de una manera directa por el ejercicio de la profesión o el trabajo que realice una persona y que le produzca incapacidad o muerte”; las patologías consideradas como tal se incluyen en el listado del Decreto Supremo N° 109/68.

Definir una enfermedad causada por el trabajo permite, en primer lugar, realizar el tratamiento adecuado considerando el agente laboral que la causó y, además, llevar a cabo acciones en el lugar de trabajo para lograr la eliminación o minimización del riesgo. Realizar el diagnóstico adecuado de estas enfermedades permite, además, que el trabajador no pierda la protección entregada por el seguro contra los accidentes del trabajo y enfermedades profesionales (Ley 16.744). En éste se establece la obligación de los Organismos Administradores de esta Ley, de realizar las prestaciones médicas, de rehabilitación y reeducación laboral, sin costo para el trabajador, así como la entrega de prestaciones económicas por incapacidad (transitoria o permanente).

#### **3.1.2.1 Efectos en la Salud por la Exposición a Ruido**

Según datos que maneja la Sociedad Chilena de Otorrinolaringología, entregados por el Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente, el 30% de los trabajadores chilenos está expuesto a niveles de ruido por sobre los máximos permitidos, según lo establecido en

los artículos 75 y 80 del D.S. 594/99 del MINSAL. El problema se deriva de la exposición al ruido industrial, con riesgo de adquirir sordera profesional (hipoacusia), que produce daño irreversible, por ejemplo, en trabajadores expuestos a ruido por sobre un nivel de presión continuo equivalente de 85 dB (A) lento, durante una jornada laboral diaria de ocho horas y sin protección auditiva o con protección auditiva inadecuada al riesgo. El perfil de los pacientes que la sufren son principalmente hombres, de entre 50 y 65 años, que trabajan cerca de sierras, pulidoras, lijadoras, motosierras, motores, turbinas, aserradoras, telares; en general trabajos de fábricas que generan ruidos intensos [4].

De hecho, la exposición prolongada a un ruido de alto nivel sonoro provoca los siguientes efectos [5]:

Auditivos:

- Cambio Temporal del Umbral (TTS): Elevación del nivel del umbral de audición producida por la presencia de un ruido, existiendo recuperación total al cabo de un período de tiempo, siempre que no se repita la exposición.
- Cambio Permanente del Umbral (PTS): Es el agravamiento del fenómeno TTS y si la exposición al ruido continúa, la recuperación se hace cada vez más lenta y parcial.

No Auditivos:

- Daño o lesión evidente (Sistema nervioso central, sistema cardiovascular, aparato respiratorio aparato digestivo, efectos sobre el equilibrio, efectos sobre la visión). Sin evidencia de daño físico (Interferencia con la comunicación, perturbación del sueño, estrés, efectos sobre el rendimiento).

La Sordera Profesional (o Hipoacusia), se puede presentar, por ejemplo, como una hipoacusia sensorineural<sup>2</sup>, bilateral, con una curva audiométrica que se caracteriza por una caída en los tonos agudos, principalmente centrada en los 4000 y 6000 Hz, sin embargo también se observan curvas con pérdidas en las otras frecuencias adyacentes, dependiendo del tipo de ruido, provocando daño irreversible de células ciliadas y lesiones en la cóclea del sistema auditivo. Los tipos de hipoacusias detectados en trabajadores se pueden

---

<sup>2</sup> La vía aérea y la ósea están alteradas a un mismo nivel, para alguna o todas las frecuencias.

identificar de la siguiente manera: Hipoacusia de transmisión o conducción, cuando el problema auditivo está localizado en el oído externo y/o medio; Hipoacusia sensorineural, cuando el daño es en el oído interno y fibras nerviosas, siendo la más común en los trabajadores, y por último; Hipoacusia mixta, cuando existe un componente de transmisión y sensorineural. La Sordera Profesional u Ocupacional depende principalmente de cuatro factores:

- Nivel de ruido
- Tipo de ruido
- Tiempo de exposición
- Edad del trabajador

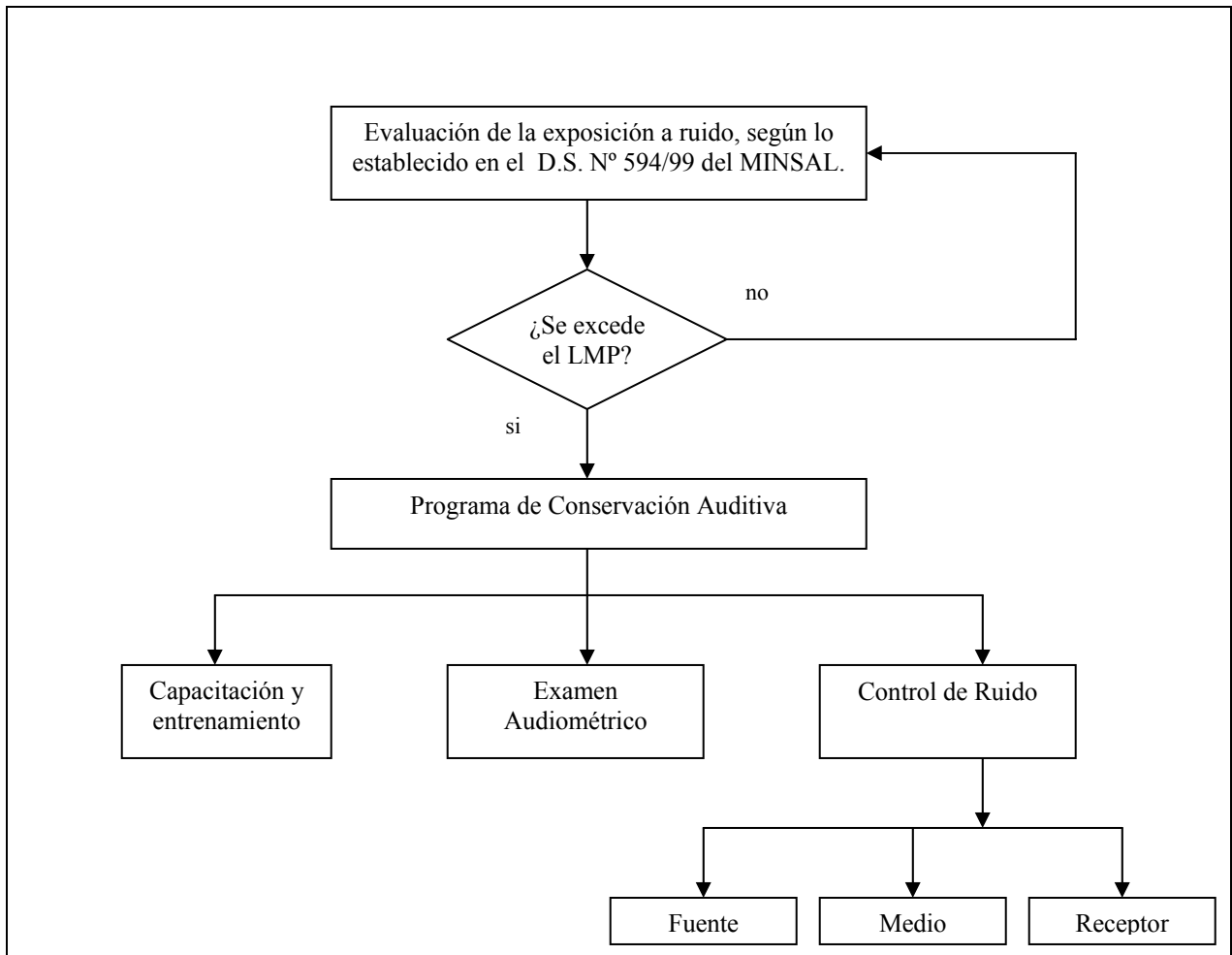
Entre otros efectos auditivos provocados por la exposición a ruido se encuentra el Tinnitus, caracterizado por una falsa sensación de sonido que frecuentemente acompaña a la Hipoacusia y el cual es muy molesto. El Tinnitus puede ser continuo o intermitente y se exacerba generalmente con la exposición al ruido.

La hipoacusia es la enfermedad profesional de mayor prevalencia en nuestro país. De hecho, según al Sistema Automatizado de Información en Salud Ocupacional (SAISO) del Instituto de Salud Pública de Chile, entre 1997 y 2000, el primer lugar de los diagnósticos de ingreso corresponde a las enfermedades del oído, con un 38%. Según la Asociación Chilena de Seguridad (ACHS), la tasa de incapacidad por hipoacusia, del año 2001, corresponde a 16,2 por cada 100.000 trabajadores. Lo que se traduce en casos de trabajadores indemnizados, que han significado costo económico a la institución por hipoacusia declarada. La hipoacusia es una enfermedad indolora y debe prescribirse mediante la aplicación de audiometrías a los trabajadores expuestos a ruido laboral. En este sentido, los delineamientos generales respecto a planes de conservación auditiva, están dados por la “guía técnica para la evaluación de los trabajadores expuestos a ruido y/o con sordera profesional” del Instituto de Salud Pública de Chile [2]. Es importante que para prevenir lesiones auditivas, es necesario establecer un Programa de Conservación Auditiva, el cual se muestra en la figura 1, para vigilar los niveles de ruido en los lugares de trabajo,



evaluar la exposición del empleado, y reducir los niveles de ruido o proveer protección auditiva adecuada. Dicho programa de conservación auditiva debe contener los siguientes elementos:

1. *Medición de los niveles sonoros y evaluación del riesgo:* Hacer vigilancia de las áreas y del personal para identificar las fuentes de ruido y hacer análisis de exposición a ruido periódicamente en los lugares de trabajo, donde los niveles de ruido excedan los límites máximos permisibles (LMP), según los establecido en los artículos 75 y 80 del D.S. N° 594/99 del MINSAL.
2. Considerar la reducción de ruido tanto en la fuente como en la trayectoria de transmisión.
3. *Protección Auditiva (EPP):* El uso de protectores auditivos obligatorio para los trabajadores expuestos, por ejemplo, a un nivel de presión sonora continuo equivalente superior de 85 dB (A) lento, para una jornada laboral diaria de 8 horas.
4. *Control Audiométrico periódico:* Esto permite establecer un criterio de riesgo de daño auditivo a niveles relativamente seguros para personas sensibles, para quienes no es útil la prueba de pronósticos de pérdida auditiva que en general lo es en la mayoría de las personas expuestas a un cierto nivel. Así mismo, se requiere el seguimiento audiométrico debido a que el protector auditivo algunas veces o no se usa o se emplea inadecuadamente por parte de los trabajadores, requiriéndose registrar los cambios del umbral audiométrico cuando ocurra.



**Figura 1** – Programa de Conservación Auditiva.

### 3.2 Decreto Supremo N° 594/99 del Ministerio de Salud

En su Libro Tercero “De la Higiene y Seguridad del Ambiente y de los Lugares de Trabajo” el Código Sanitario [6], señala que su reglamento indicará las normas relativas a las condiciones de higiene y seguridad que deberán reunir los elementos de protección personal (EPP’s) y la obligación de su uso (art.82). Para tal efecto, el D.S. N° 594/99 del Ministerio de Salud, que aprueba el Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo [7], establece en su artículo 54 que “los EPP’s usados en los lugares de trabajo, sean estos de procedencia nacional o extranjera, deberán cumplir con las normas y exigencias de calidad que rijan a tales artículos según su naturaleza, de conformidad a lo establecido en el Decreto Supremo N° 18/82 del Ministerio de Salud”.

Además, en el artículo 53 del D.S. N° 594/99 del MINSAL, se indica que “el empleador deberá proporcionar a sus trabajadores, libres de costo, los elementos de protección personal adecuados al riesgo a cubrir y el adiestramiento necesario para su correcto empleo, debiendo además, mantenerlos en perfecto estado de funcionamiento. Por su parte, el trabajador deberá usarlos en forma permanente mientras se encuentre expuesto al riesgo”.

Es importante señalar que en el párrafo II de este reglamento sobre las condiciones generales de seguridad en los lugares de trabajo, en su artículo 37 se establece que “deberá indicarse claramente por medio de señalización visible y permanente la necesidad de uso de EPP’s específicos cuando sea necesario”. Los símbolos y palabras que se utilicen en la señalización deberán estar de acuerdo a la normativa nacional vigente, y a falta de ella con la que determinen las normas chilenas oficiales y aparecer en el idioma oficial del país.

En este Decreto se indica además, los límites permisibles de exposición ambiental al agente físico Ruido para trabajadores expuestos a riesgo. Para esto, en el artículo 57 se establece que en el caso en que una medición representativa de la exposición al agente físico Ruido, demuestre que han sido sobrepasados los valores que se establecen como límites permisibles, según los artículos 75 y 80, el empleador deberá iniciar de inmediato las acciones necesarias para controlar el riesgo, sea en su origen, o bien, proporcionando protección adecuada al trabajador expuesto. En cualquier caso, el empleador será responsable de evitar que los trabajadores realicen su trabajo en condiciones de riesgo para su salud. En este sentido, la exposición ocupacional a ruido estable o fluctuante deberá ser controlada de modo que para una jornada de 8 horas diarias ningún trabajador podrá estar expuesto a un nivel de presión sonora continuo equivalente superior a 85 dB(A) lento (art. 74) y a un nivel de presión sonora peak superior a 95 dB (C) Peak en el caso de estar expuesto a ruido impulsivo (art. 79), medidos en la posición del oído del trabajador. Además, en ningún caso se permitirá que trabajadores carentes de protección auditiva personal estén expuestos a niveles de presión sonora continuos equivalentes superiores a 115 dB (A) lento (art. 77) y a niveles de presión sonora peak superiores a 140 dB (C) peak (art. 81), cualquiera sea el tipo de trabajo.

Por último, en el artículo 82 se establece que “cuando un trabajador utilice protección auditiva personal, se entenderá que se cumple con lo dispuesto en los artículos 75 y 80 del presente reglamento si el nivel de presión sonora efectivo<sup>3</sup> no sobrepasa los límites máximos permisibles establecidos en las tablas indicadas en tales artículos”.

### **3.3 Decreto Supremo N° 18/82 del Ministerio de Salud**

Sobre Certificación de Calidad de Elementos de Protección Personal Contra Riesgos Ocupacionales del Ministerio de Salud [8], dispone en su numeral 2 que las personas, entidades, empresas y establecimientos que fabriquen, importen, comercialicen o utilicen tales aparatos, equipos y elementos deberán controlar su calidad en instituciones, laboratorios y establecimientos autorizados para prestar este servicio. Asimismo, este Decreto en su numeral 3, indica que el Instituto de Salud Pública de Chile, a través de su Departamento de Salud Ocupacional y Contaminación Ambiental, será el organismo oficial encargado de autorizar, controlar y fiscalizar a las instituciones, laboratorios y establecimientos que se interesen en obtener esta autorización, para prestar servicios de control de calidad de equipos, aparatos y EPP's contra riesgos de accidentes del trabajo y enfermedades profesionales. Por su parte, en su numeral 4, se establece que los controles y pruebas de calidad que efectúen las instituciones, laboratorios y establecimientos autorizados deberán sujetarse a las especificaciones fijadas en la materia por las normas oficiales, y a falta de éstas, por las normas que aprueba el Ministerio de Salud a proposición del Instituto de Salud Pública de Chile.

---

<sup>3</sup> Es la diferencia entre el nivel de presión sonora continuo equivalente o el nivel de presión sonora peak, según se trate de ruido estable, fluctuante, o impulsivo respectivamente, y la reducción de ruido que otorgará el protector auditivo. En ambos casos la reducción de ruido será calculada de acuerdo a las normas oficiales vigentes en materia de protección auditiva.

## **4. PROTECTORES AUDITIVOS**

### **4.1 Introducción**

La manera más eficaz de evitar la exposición a ruido con riesgo de adquirir sordera profesional en los lugares de trabajo, es controlar los niveles de ruido en el origen o fuente. Esto se puede hacer con el diseño de equipos silenciosos, por ejemplo, con la colocación de amortiguadores o silenciadores, encapsulamiento, u otros diseños acústicos. Cuando no es posible reducir el ruido en la fuente de emisión y / o en el medio de propagación, el control de ruido en el receptor (trabajador) se convierte en la última línea defensiva contra la exposición a ruido riesgosa, adoptándose como medidas la reducción del tiempo de exposición y el uso de protectores auditivos o una combinación de ambas.

### **4.2 Definición y Clasificación de los Protectores Auditivos**

Los protectores auditivos son elementos de protección personal (EPP's) cuyas propiedades de atenuación tienen por objeto reducir los niveles de presión sonora que llegan al oído. Se pueden clasificar de la siguiente manera<sup>4</sup>:

- Orejeras;
- Tapones;
- Protectores Auditivos especiales.

#### **4.2.1 Orejeras**

##### **4.2.1.1 Descripción**

Las Orejeras están formadas por un arnés de metal o de plástico que sujeta dos copas circumaurales hechas casi siempre de plástico. A veces se fija a cada copa, o al arnés cerca de las copas, una cinta de cabeza. La copa encierra por completo el pabellón auditivo

---

<sup>4</sup> Definición y clasificación según NCh 1358:2000 “Protectores Auditivos – Terminología y Clasificación”.

y se aplica herméticamente contra la cabeza por medio de una almohadilla, generalmente rellena de espuma o líquido. Casi todas las copas tienen un revestimiento interior que absorbe el sonido transmitido a través del armazón diseñado para mejorar la atenuación. En algunos de estos dispositivos, el arnés puede colocarse por encima de la cabeza, por detrás del cuello y por debajo de la barbilla (*ver figura 2*) en donde las copas son sostenidas a través de la cinta de cabeza.

#### **4.2.1.2 Clasificación<sup>5</sup>**

**4.2.1.2.1** De acuerdo a su tamaño, las orejeras se clasifican entres tallas:

- Pequeña (S);
- Estándar (N);
- Grande (L).

**4.2.1.2.2** De acuerdo al elemento utilizado para acoplar las orejeras, estas se clasifican en:

- Orejeras con arnés (*ver figura 2*);
- Orejeras acopladas a un casco de protección (*ver figura 3*).

**4.2.1.2.3** De acuerdo a su posición en el uso, los arneses se clasifican en los tipos siguientes:

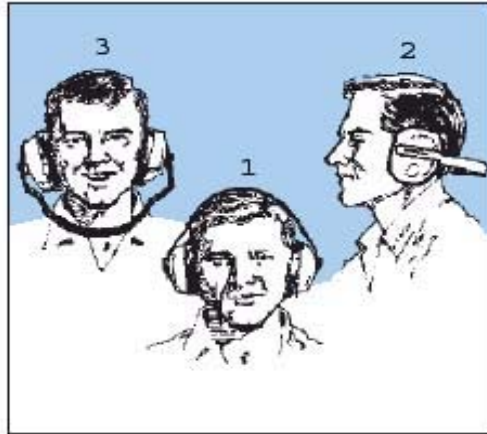
- De posición universal;
- De posición única.

Los arneses de posición única, tal como se muestra en la figura 2. Se pueden a su vez clasificar en:

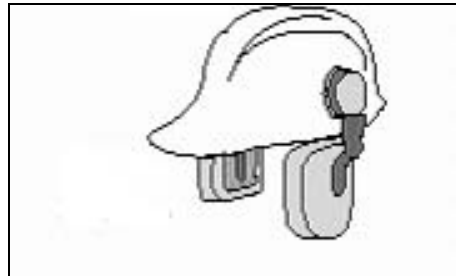
1. Arnés de cabeza;
2. Arnés de nuca;
3. Arnés de barbilla.

---

<sup>5</sup> Clasificación según NCh 1358:2000 “Protectores Auditivos – Terminología y Clasificación”.



**Figura 2** - Diferentes posiciones que puede adoptar una Orejera con arnés.



**Figura 3** - Orejeras acopladas a un casco de protección.

**NOTAS:**

1 - Los arneses universales se pueden usar sobre la cabeza, en la nuca o bajo la barbilla. Estos dos últimos se pueden utilizar con un casco de protección pero con cintas de cabeza para obtener una buena adaptación de las orejeras.

2 - La efectividad de un protector auditivo tipo orejera está determinada por la tensión del arnés y la colocación de las copas [9].

3 - Las Orejeras de tamaño Estándar (N) están previstas para ajustarse a la mayoría de los tamaños de cabeza de la población. Las tallas Pequeña (S) y Grande (L) están diseñadas para adaptarse a tamaños de cabeza particulares.

## 4.2.2 Tapones

### 4.2.2.1 Descripción

Son protectores auditivos que se insertan en el conducto auditivo o en la cavidad de la oreja, bloqueando la transmisión del sonido por vía aérea. A veces vienen provistos de un cordón interconector o de un arnés.

### 4.2.2.2 Clasificación

Los tapones se clasifican de acuerdo a su vida útil y según su adaptabilidad al uso<sup>6</sup>.

#### 4.2.2.2.1 Clasificación según vida útil:

- *Desechables*: Estos están destinados a un solo uso.
- *Reutilizables*: Pueden ser usados más de un vez.

#### 4.2.2.2.2 Clasificación según adaptabilidad al uso:

- *Tapones moldeables por el usuario*: Se enrollan con los dedos para comprimirlos y luego son insertados en el conducto auditivo donde se expanden. Se comercializan en vinilo, silicona, elastómeros, algodón y cera, lana de vidrio hilada y espumas de celda cerrada (ver figura 4).



**Figura 4** - Tapones moldeables por el usuario.

<sup>6</sup> Clasificación según NCh 1358:2000. “Protectores Auditivos – Terminología y Clasificación”.

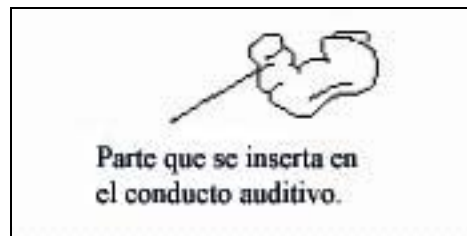


- *Tapones premoldeados:* Son hechos principalmente de plásticos con una, doble o triple cuñas (o rebordes) que ayudan a sellar el conducto auditivo (*ver figura 5*).



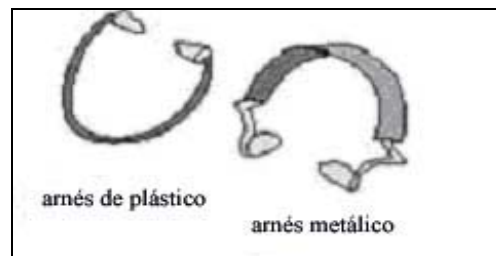
**Figura 5** - Tapones premoldeados.

- *Tapones personalizados:* Hechos a la medida del conducto auditivo del usuario, son de masilla de silicona, vinilos o acrílicos (*ver figura 6*).



**Figura 6** - Tapones personalizados.

- *Tapones unidos por un arnés:* Son tapones generalmente fabricados en silicona, caucho o materiales plásticos flexibles y se suspenden de un arnés (*ver figura 7*). Se introducen en el conducto auditivo o bien se colocan a la entrada del mismo.



**Figura 7** - Tapones unidos por un arnés.

## 4.2.3 Protectores Auditivos Especiales

### 4.2.3.1 Generalidades

Usar un protector auditivo lineal<sup>7</sup> o convencional (Tapón u Orejera) no debiese provocar inconvenientes al usuario como: dificultad para entender un diálogo, no escuchar señales de peligro o de cualquier otro sonido o señales necesarios para la actividad laboral. En caso contrario se deben utilizar Protectores Auditivos Especiales diseñados para tales problemas.

### 4.2.3.2 Clasificación<sup>8</sup>

**4.2.3.2.1 Protectores auditivos dependientes del nivel de presión sonora:** Son protectores auditivos cuya curva de atenuación depende del nivel de presión sonora.

**4.2.3.2.2 Protectores auditivos activos:** Incorporan circuitos electroacústicos destinados a reproducir una señal idéntica a la entrada, pero desfasada en 180° (*principio de cancelación*).

**4.2.3.2.3 Orejeras con sistema de comunicación:** Usan un sistema de intercomunicación incorporado, de tipo inalámbrico o por cable, a través del cual se pueden transmitir señales audibles de cualquier tipo.

**4.2.3.2.4 Cascos anti-ruido:** Elementos de protección personal que cubren las orejas y gran parte de la cabeza, permitiendo de esta manera la transmisión de ondas sonoras aéreas a la cavidad craneana disminuyendo así la conducción ósea del sonido al oído interno.

---

<sup>7</sup> Es aquel que no cambia su curva de atenuación sonora, independiente del nivel de ruido del lugar.

<sup>8</sup> Clasificación según NCh 1358:2000. "Protectores Auditivos – Terminología y Clasificación".

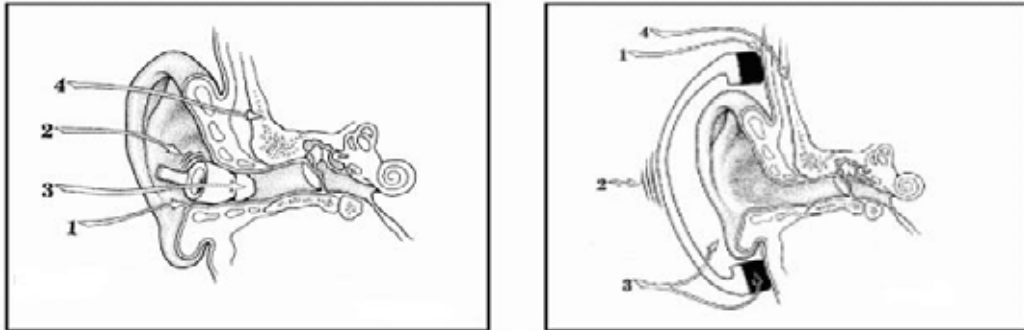
## 4.3 Factores que determinan el rendimiento de los Protectores Auditivos

### 4.3.1 Trayectoria del Sonido a través de un Protector Auditivo

Cuando el conducto auditivo de un individuo está ocluido (bloqueado) por un protector auditivo, el sonido puede llegar al oído interno, a través de cuatro vías de transmisión o trayectorias [9], tal como se indica en la figura 8:

- 1 *Fugas:* Un tapón auditivo debe quedar herméticamente sellado contra los lados del conducto auditivo para que no se produzcan filtraciones de aire o fugas. Por su parte, una orejera debe hacerlo contra los lados de la cabeza del usuario para entregar la máxima protección auditiva. Las fugas producidas por el uso incorrecto pueden reducir la atenuación sonora de 5 a 15 dB por sobre un rango amplio de frecuencias, es decir, la reducción de la atenuación varía con el tamaño de la fuga y la frecuencia.
- 2 *Vibración:* Los tapones auditivos pueden vibrar como un pistón, a causa de la compliancia del conducto auditivo, afectando el rendimiento a bajas frecuencias. Las copas de las orejeras pueden vibrar contra la cabeza como un sistema masa-resorte. La rigidez del resorte depende de la flexibilidad de las almohadillas, la flexibilidad de la piel alrededor de la oreja y el volumen de aire atrapado debajo de la copa.
- 3 *Transmisión a través del material:* La cantidad de sonido transmitido dependerá de la masa y rigidez del material del protector auditivo, además del amortiguamiento interno de la copa y la almohadilla, como también de la absorción de los materiales dentro de la copa. La reducción de la atenuación es significativa por sobre los 1000 Hz.
- 4 *Conducción ósea y tejidos:* Los sonidos pueden llegar al oído interno vía conducción ósea y tejidos, incluso cuando el protector auditivo sea totalmente efectivo, bloqueando las vías de transmisión descritas anteriormente. Este mecanismo limita la atenuación sonora que puede entregar el protector auditivo. El nivel sonoro que llega al oído por conducción ósea es alrededor de 40 a 50

dB por debajo del nivel que llega al oído a través del conducto auditivo sin oclusión.



**Figura 8** – Ilustraciones de las 4 trayectorias por las cuales el sonido puede llegar al oído ocluido (con protección auditiva).

#### 4.3.2 El Efecto de Oclusión

El efecto de oclusión es el aumento de la eficacia con que el sonido transmitido por vía ósea llega al oído a frecuencias inferiores a 2.000 Hz, cuando el conducto auditivo se obstruye con el dedo o con un protector auditivo. La magnitud del efecto de oclusión depende de la forma en que el oído está obstruido. Éste suele inducir a los trabajadores a resistirse a utilizar protectores auditivos porque les desagrada el sonido de su propia voz, que la perciben con más bajos, amortiguada y resonante, debido a la percepción del habla que es realzada por la conducción ósea [10].

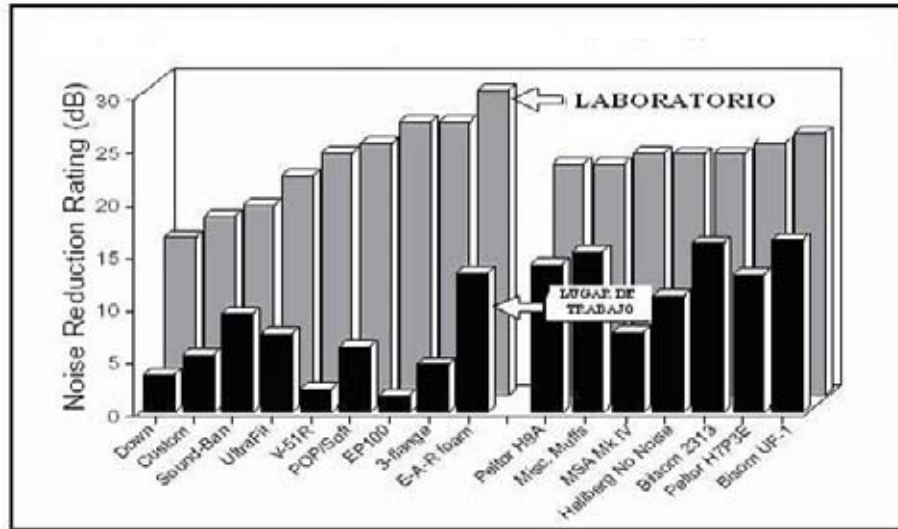
Se debe hacer notar que si bien el efecto de oclusión es un excelente medio para controlar la colocación de los protectores auditivos, el efecto mismo es mencionado a menudo como una característica negativa. Tal como se ilustra en la figura 9, los protectores auditivos semi-insertos presentan el efecto más notable. La amplificación del efecto puede reducirse utilizando tapones insertados más profundamente u orejeras con copas de mayor volumen.



**Figura 9** - Muestra el efecto de oclusión y la relación con el ajuste y el tipo de protector auditivo. El efecto es mínimo cuando el protector tipo tapón es insertado profundamente y crece a medida que el protector es retirado. En el caso de orejeras el efecto de oclusión es menor para copas con volúmenes grandes.

#### 4.4 Rendimiento

Diversos estudios de investigación han establecido que el rendimiento de los protectores auditivos obtenido en los lugares de trabajo no se acerca a los valores de atenuación derivados de laboratorios [11]. Parte de la razón, de estos valores tan dispares se debe al ensayo de prueba que es aplicado. En el laboratorio se trata de obtener la protección óptima del protector auditivo bajo condiciones bien controladas, como por ejemplo: se evalúan sujetos bien entrenados en el uso de protectores auditivos, logrando altos valores de atenuación al contrario de lo que pasa en los lugares de trabajo, en donde la colocación o ajuste del protector auditivo muchas veces no es la adecuada o correcta. En la figura 10 se puede observar claramente que el rendimiento en el lugar de trabajo de protectores auditivos, están por debajo del 50% en la mayoría de los casos. Estos datos corroboran que muchos de los valores de atenuación obtenidos en el laboratorio están sobreestimados.



**Figura 10** – Comparación de NRRs (Noise Reduction Rating) publicados en USA por fabricantes de protectores auditivos (valores de atenuación basados en ensayos de laboratorios) y mediciones hechas en lugares de trabajo por investigadores [11].

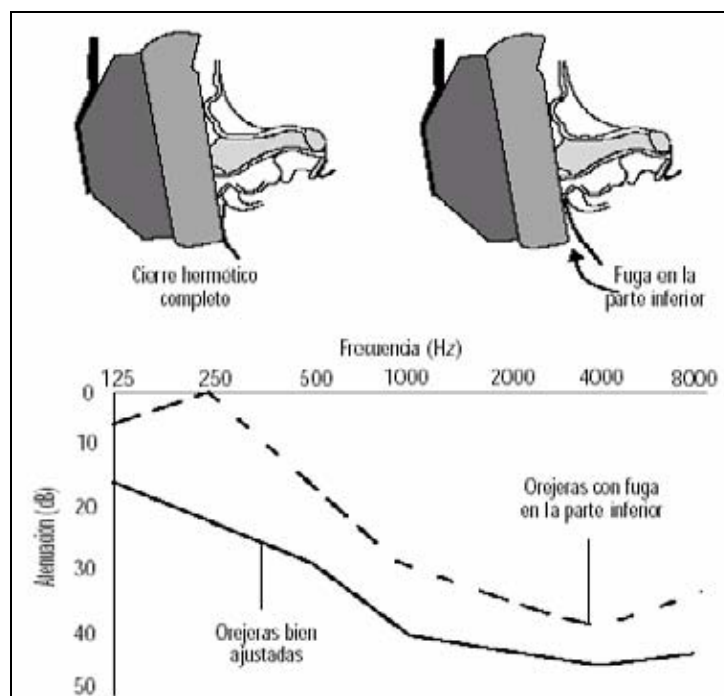
Si bien la mayoría de los protectores auditivos son diseñados y comercializados sobre la base de obtener la máxima protección auditiva, hay que cuidar de no sobreproteger (sobreprotección auditiva) al trabajador, ya que esto puede ir en desmedro del rendimiento del trabajador provocando ciertas dificultades al tratar de escuchar señales de alerta y los sonidos a su alrededor, además de obtener poca inteligibilidad para comunicarse. Es por esto que la Unión Europea en su guía EN 458 [12] establece como inaceptable esta situación de sobreprotección, es decir demasiada protección no es buena para la seguridad del trabajador (ver tabla 2).

**Tabla 2** - Criterio de protección según la norma europea EN 458.

Nivel de exposición protegida o Nivel de presión sonora efectivo en dB(A)	Protección
> 85	Insuficiente
80 – 85	Aceptable
75 – 80	Óptima/Ideal
70 – 75	Aceptable
< 70	Sobreprotección

#### 4.4.1 Orejeras

Las orejeras cubren enteramente el pabellón auditivo, mediante la copa que forma una especie de cierre acústico. La forma de la copa, el tipo de almohadilla y la tensión del arnés de cabeza son los factores que determinan de algún modo la eficacia contra el ruido ambiental. En la Figura 11, se ilustra una orejera bien ajustada con buen cierre en todo el perímetro del pabellón auditivo y otra con una fuga bajo la almohadilla. El gráfico incluido en la misma figura 11 muestra que, mientras que la orejera bien adaptada proporciona buena atenuación a todas las frecuencias, la mal adaptada no produce prácticamente ninguna atenuación en frecuencias bajas. La capacidad de atenuación a bajas frecuencias de orejeras bien ajustadas está determinada por factores de diseño y materiales, como el volumen de la copa, la superficie de la abertura de la copa, la presión del arnés o el peso. El uso de otros EPP's son otros de los factores que pueden degradar la atenuación sonora [9].



**Figura 11** - Rendimiento de una orejera bien y mal ajustada.

#### 4.4.2 Tapones de inserción

En la Figura 12, se ilustra un tapón auditivo de espuma bien ajustado y plenamente insertado en el conducto auditivo y otro mal ajustado que se limita a bloquear sólo la entrada del conducto auditivo sin insertarse. El primero presenta buena atenuación a todas las frecuencias, mientras que el tapón de espuma mal ajustado induce una atenuación claramente menor.

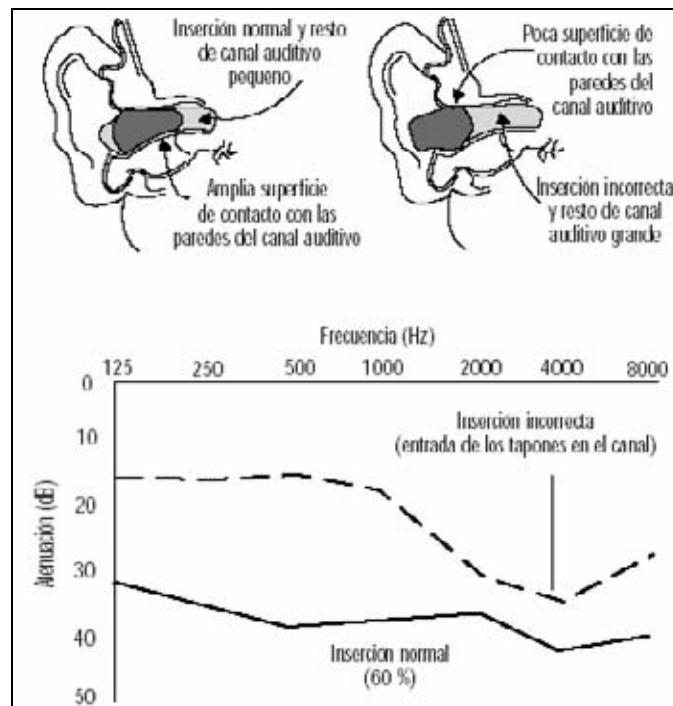


Figura 12 - Comportamiento de un tapón auditivo de espuma bien y mal ajustado.

#### 4.5 Tiempo de uso

Para lograr el mejor rendimiento de un protector auditivo, éste debería ser llevado durante toda la exposición a ruido. Si es removido por solo un periodo corto de tiempo, la protección se reduce sustancialmente, tal como se muestra en la figura 13.

Para alcanzar el máximo beneficio, el usuario deberá usar correctamente el protector auditivo. Las diferencias entre la protección máxima posible teóricamente y la protección obtenida en terreno están influenciadas por diversos factores: la correcta colocación, la



capacitación, el mantenimiento, el confort, entre otros. Las ecuaciones 1 y 2 establecen la máxima protección efectiva o reducción de ruido efectiva de un protector auditivo, cuando es usado sobre un periodo determinado de tiempo [13] y en la tabla 3 se muestra la máxima protección efectiva con respecto del tiempo de uso en % del protector auditivo.

**Ecuación 1** - Protección efectiva de un protector auditivo respecto del tiempo de uso en %.

$$L_{ef} = 10 \times \log \left( \frac{100}{100 - \%} \right)$$

Donde:

$L_{ef}$  : Protección efectiva o Reducción de Ruido Efectiva en dB.

% : Porcentaje de tiempo de uso.

NOTA – La ecuación 1 es independiente del tipo de protector auditivo, ya que solo se especifica el el tiempo de uso en % y no el valor de la atenuación nominal del protector auditivo a diferencia de la ecuación 2.

**Ecuación 2** - Protección efectiva respecto del tiempo de exposición y atenuación nominal del protector auditivo.

$$\Delta L_{ef} = -10 \times \log \left( \frac{t_2}{T} \times 10^{\frac{\Delta L}{10}} + \frac{t_1}{T} \right)$$

Donde:

$\Delta L_{ef}$  : Protección efectiva o Reducción de Ruido Efectiva (dB).

$\Delta L$  : Atenuación nominal del protector auditivo (dB).

$t_1$  : Tiempo de exposición sin protección auditiva.

$t_2$  : Tiempo de exposición con protección auditiva.

$T$  :  $t_1 + t_2$  (tiempo de exposición total).

El tiempo de uso sin protección auditiva puede deberse a que los protectores resultan incómodos, por lo cual al seleccionar protectores auditivos deberá rechazarse

aquellos que ocasionen molestias o incomodidad en el usuario. Por ejemplo, algunas orejeras ejercen una fuerza excesiva sobre la cabeza, lo cual garantiza que no quede un mal sellamiento entre las almohadillas y la piel. Esto les permite obtener atenuaciones sorprendentemente altas, pero al mismo tiempo irrita la piel del usuario, obligándole posiblemente a quitarse periódicamente el protector auditivo.

**Tabla 3** - Máxima Protección Efectiva o Reducción de Ruido Efectiva cuando se usa un protector auditivo (según ecuación 1).

Tiempo de Uso en %	Protección Efectiva o Reducción de Ruido Efectiva Máxima (dB)
50	3
60	4
70	5
80	7
90	10
95	13
99	20
99.9	30

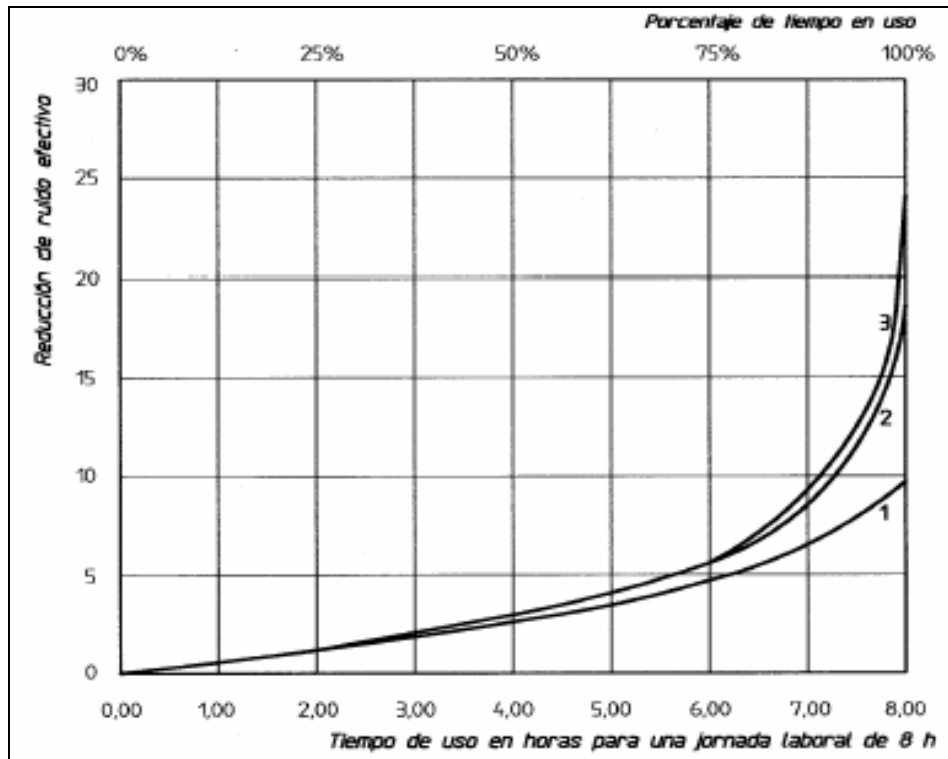
Ejemplos para la ecuación 2:

- (i) Si el protector auditivo es removido por 15 minutos durante un total de exposición de una hora (75 % del tiempo), la reducción de ruido efectiva para una atenuación nominal de 30 dB será sólo de 6 dB.

$$\Delta L_{ef} = -10 \times \log \left( \frac{45}{60} \times 10^{\frac{30}{10}} + \frac{15}{60} \right) = 6 \text{ dB}$$

- (ii) Si es removido durante 5 minutos para una exposición total de 6 horas (98.6 % del tiempo), la reducción de ruido efectiva para una atenuación nominal de 20 dB es sólo 16 dB.

$$\Delta L_{ef} = -10 \times \log \left( \frac{355}{360} \times 10^{\frac{20}{10}} + \frac{5}{360} \right) = 16 \text{ dB}$$



**Figura 13-** Relación entre el tiempo de uso del protector auditivo y la reducción de ruido efectiva.

1. Protector auditivo que otorga una reducción de ruido (atenuación nominal) de 10 dB.
2. Protector auditivo que otorga una reducción de ruido de 20 dB.
3. Protector auditivo que otorga una reducción de ruido de 30 dB.

Notas:

- Independiente del protector auditivo, si el tiempo de uso es de 4 horas la reducción de ruido efectiva es de 3 dB.
- Por ejemplo: se ha medido un  $L_{Aeq,8h} = 105$  dB y se decide usar el protector auditivo que otorgue una reducción de ruido de 30 dB, se tendrá un  $L_{Aeq,8h} = 75$  dB si se utiliza el protector auditivo durante 8 h; por el contrario si se deja de usarlo durante 0,5 h y por lo tanto se usa sólo durante 7,5 h, se tendrá un  $L_{Aeq,8h} = 93$  dB, entonces, a pesar de usar el protector auditivo existe riesgo de adquirir sordera profesional [7].

## **4.6 Métodos para determinar la Atenuación Sonora y Pérdida de Inserción de Protectores Auditivos**

### **4.6.1 Introducción**

Se llevan casi 50 años desde que comenzaron las pruebas de atenuación sonora para protección auditiva y aún se siguen desarrollando nuevas técnicas. Las pruebas incluyen mediciones del desplazamiento del umbral auditivo, balance de sonoridad, enmascaramiento y procedimientos de laterización usando individuos, además de mediciones hechas con simuladores de torsos y cabezas artificiales. Los métodos de protección auditiva se pueden dividir en subjetivos y objetivos, dependiendo de si la respuesta del individuo (subjetivo) o la lectura del instrumento (objetivo) se usan para medir los valores deseados. Hasta ahora, se han reportado diversos métodos tanto subjetivos como objetivos, siendo los más utilizados los siguientes:

- Método REAT (*Real-Ear Attenuation at Threshold*)
- Método MIRE (*Microphone in Real Ear*)
- Métodos ATFs (*Acoustical Test Fixtures*)

De estos métodos, el método REAT se ha establecido como el standard preferido, ya que no sólo es conceptualmente el más sencillo, sino que también, se ha adoptado desde hace mucho tiempo en standars internacionales (*ANSI Z24.22 [14]; ISO 4869-1 [15]*).

### **4.6.2 Método REAT (Real Ear Attenuation at Threshold)**

El método REAT o Subjetivo establece una medición sencilla del desplazamiento (cambio) en los umbrales auditivos, entre condiciones de umbral auditivo abierto (open threshold), es decir sin oclusión del oído y umbral auditivo ocluido (occluded threshold) para un grupo de individuos. Determinando la diferencia entre el nivel mínimo de sonido que un individuo puede escuchar con y sin protección auditiva. En resumen, el método REAT se puede definir como la pérdida del umbral auditivo de un individuo. Los aspectos

técnicos más críticos de controlar son el ruido de fondo de la sala de ensayo y la distorsión de la señal utilizada en dicho método.

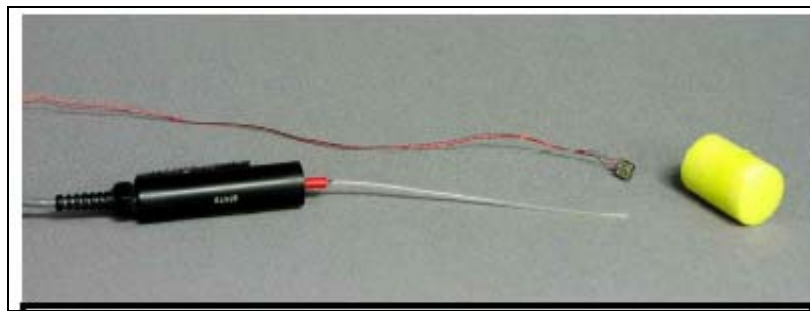
Los documentos de la ANSI que se refieren al método REAT aparecieron por primera vez en 1957, luego en 1974, 1984 y en 1997 (*ANSI Z24.22 [14]; S3.19-1974 [16]; S12.6-1984 [17]; S12.6-1997 [18]* y *reafirmado en el 2002*). El standard internacional ISO por su parte lo hizo en 1981 y luego en 1990 (*ISO 4869:1981 [19]; 4869-1:1990 [15]*). También en equivalentes standars como: *SA/NZS 1270:2002 [20]*.

Debido a que los ensayos se hacen a un nivel de presión sonora relativamente bajo, no puede caracterizarse de manera exacta el rendimiento de protectores auditivos dependientes del nivel [21]. Es por esto, que este método es representativo para protectores auditivos convencionales (que no contienen válvulas, orificios, diafragma o circuitos activos). Se puede implementar, a través de la excitación de tonos puros [14] y bandas de ruido en tercios de octava [16]. El equipamiento para realizar las pruebas con “*tonos puros*” son audiómetro y/o amplificador, parlantes y/o fonos y una cabina audiométrica. Los tonos varían de 125 Hz a 8000 Hz en bandas de octava (y las frecuencias de 3150 Hz y 6300 Hz), en donde el individuo esta ubicado en un campo sonoro direccional, usualmente en una cámara anecoica con un parlante en frente del individuo. Las características técnicas para el método en “*bandas de ruido en tercios de octava*” (representación más fiel de la exposición a ruido industrial) establecen un equipamiento y calibración especial, además de una cabina con bajo ruido de fondo. Utiliza múltiples parlantes para crear un campo sonoro difuso. Las bandas de ruido en tercios de octava van desde 125 Hz a 8000 Hz (incluyendo las bandas de frecuencias de 3150 Hz y 6300 Hz). Las desviaciones estándares que se obtienen cuando se mide la atenuación para protectores auditivos tipo tapones y orejeras son más bajas que cuando se usa bandas de ruido en tercios de octava y un campo sonoro difuso [9].

NOTA - Una de las ventajas del método REAT respecto de otros métodos es que considera tanto la transmisión del sonido hacia el oído (por vía aérea) con protección auditiva, como la transmisión por vía ósea y tejidos.

#### 4.6.3 Método MIRE (Microphone in Real Ear)

En este método el sensor que registra los valores para la protección auditiva es un pequeño micrófono, en vez del oído (desplazamiento del umbral auditivo) de un individuo, ver figura 14. Este método es fácil y rápido para la evaluación de protectores auditivos. Sin embargo, una de sus principales desventajas, es que no captura todas las transmisiones sonoras al oído de la misma manera que el método REAT, como por ejemplo: la transmisión por vía ósea y tejidos.



**Figura 14** - Muestra un micrófono de sonda y un micrófono diminuto al lado de un protector auditivo tipo Tapón desechable, los cuales se utilizan en el método MIRE.

En las figuras 15 y 16 se muestra la colocación del micrófono dentro del protector auditivo. El Standard aplicable para este método es *ANSI MIRE (S12.42-1995 [22])*.



**Figura 15** - Se muestra como se coloca el micrófono dentro del protector auditivo. Éste tipo de montaje se ha usado exitosamente para el monitoreo de exposición a ruido de un trabajador.

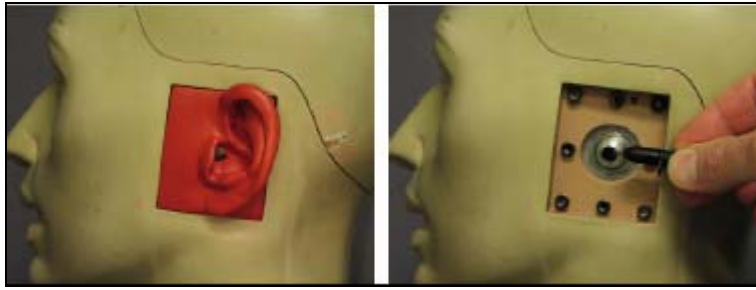


**Figura 16-** La sonda se inserta entre el tapón auditivo y las paredes del conducto auditivo. Con este tipo de montaje hay que tener cuidado con las fugas (mal ajuste de la sonda), las cuales pueden reducir ostensiblemente el rendimiento acústico del protector auditivo.

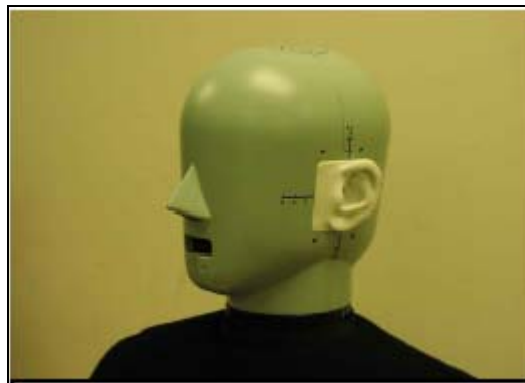
#### **4.6.4 Métodos ATF<sub>s</sub> (Acoustical Test Fixtures)**

Estos métodos utilizan cabezas artificiales, simulador de torso y cabeza, y no individuos, en donde se tratan de caracterizar o imitar la cabeza (forma del cráneo) de un individuo y su sistema auditivo, tal como se muestran en las figuras 17 y 18. Debido a esto, una de las desventajas de estos métodos es que no considera las variables de ajuste y confort que se tienen en cuenta en ensayos con individuos, las cuales influyen en el rendimiento del protector auditivo. Sin embargo, un buen diseño de ATF podría facilitar mediciones de control de calidad de producción, evaluaciones de atenuación para ruido impulsivo como explosiones, disparos y armamento pesado de militares, en donde sería imposible hacerlas con un individuo, debido al riesgo de traumas acústicos que provocarían en el oído del individuo.

Quizás, el método de ATF<sub>s</sub> más conocido y más antiguo, también llamado “manikins”, es el *KEMAR* “*Knowles Electronic Manikin for Acoustic Research*”. Desarrollado e investigado minuciosamente por Schroeter [23] se ha estandarizado por las normas ANSI e ISO (*ANSI S12.42-1995* [22]; *ISO/TR 4869-3* [24]). Por otra parte, el método más inusual de ATF<sub>s</sub> es el *KOJAK* con la cabeza de prueba desarrollada por May y Dietz (2004) que fue construida de un cráneo humano rellena con silicona para estimular y permitir la medición por vía ósea.



**Figura 17** - Ilustra a la izquierda el pabellón auditivo y a la derecha el conducto auditivo para el método KEMAR.



**Figura 18** - Se muestra un simulador de torso y cabeza (HATS) de Bruel & Kjaer 4128. Este es uno de los más nuevos para evaluaciones con métodos ATFs.

Uno de los métodos más nuevos es el simulador de torso y cabeza (*HATS*) de Bruel & Kjaer, el cual permite medir la pérdida por inserción para protectores auditivos. Sin embargo, sus resultados para tapones auditivos no son del todo comparable a los que se obtienen con el método REAT.

En la tabla 4 se muestra la comparación de estos tres métodos con sus ventajas y desventajas.



**Tabla 4 - Comparación de los métodos REAT, MIRE y ATFs.**

Método	Descripción	Ventajas	Desventajas
<p><b>REAT</b> (Real Ear Attenuation at Threshold)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Método Subjetivo o Psicofísico.</li> <li>* Mide el desplazamiento (cambio) del umbral auditivo.</li> <li>* Utiliza 10 individuos entrenados.</li> <li>* Representativo para protectores auditivos convencionales.</li> <li>* Atenuación en términos de pérdida por inserción (IL).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Considera trayectoria por vía ósea.</li> <li>* Gran aceptación a nivel mundial.</li> <li>* La mayoría de los fabricantes de protectores auditivos han reportado sus datos con este procedimiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Utilizado sólo en condiciones de laboratorio.</li> <li>* Problemas de enmascaramiento en bajas frecuencias, en condiciones de umbral abierto (open threshold).</li> <li>* Presenta variabilidad subjetiva.</li> <li>* Mediciones que ocupan demasiado tiempo.</li> <li>* Se necesita bajo ruido de fondo.</li> <li>* No es aplicable para ruidos impulsivos.</li> <li>* Sobreestimación debido a ruido fisiológico.</li> </ul>
<p><b>MIRE</b> (Microphone in Real Ear)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Método (semi) Objetivo o Físico que utiliza a un individuo, él que no responde al estímulo.</li> <li>* Utiliza dos pequeños micrófonos.</li> <li>* Procedimientos de medición utiliza la reducción de ruido (NR).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Permite hacer mediciones tanto en laboratorio como in situ.</li> <li>* Fácil y rápido de utilizar.</li> <li>* Es aplicable para medir sonidos impulsivos de 80 a 100 dB ó más.</li> <li>* Usado para evaluar la atenuación de tapones auditivos y orejeras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Pueden producirse fugas acústicas por mal sellamiento, debido a la inserción del micrófono.</li> <li>* No considera trayectoria por vía ósea.</li> </ul>
<p><b>ATFs</b> (Acoustical Test Fixtures)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Método Objetivo o Físico.</li> <li>* No utilizan individuos.</li> <li>* Procedimientos de medición utilizan la pérdida por inserción y reducción de ruido.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Se pueden hacer mediciones con ruido impulsivo.</li> <li>* Usado en el diseño, control de calidad y ensayos con orejeras dependientes del nivel (activos).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* No pueden caracterizar adecuadamente la cabeza (forma del cráneo) de un individuo y su sistema auditivo.</li> <li>* No considera variables de ajuste y confort.</li> </ul>

## 4.7 Normativa Técnica Aplicada

### 4.7.1 The American National Standards Institute “ANSI”.

El Standard ANSI especifica procedimientos experimentales para medir la atenuación sonora de un protector auditivo. Por ejemplo, en el standard *S12.6 [17]* se establece un método subjetivo y en *ASA STD.1 [16]* procedimientos físicos y objetivos para medir la pérdida por inserción de protectores auditivos tipo orejeras. Ninguno de estos

métodos entrega atributos especiales en el grado de calidad de los elementos evaluados. Sin embargo, otorgan procedimientos sencillos para medir la atenuación sonora de un protector auditivo.

#### **4.7.1.1 ANSI Z24.22-1957: “Method for the Measurement of Real-Ear Attenuation of Ear Protectors at Threshold”.**

El método *ASA Z24.22 [14]* implementa en su procedimiento la excitación de tonos puros, en donde el individuo responde al mínimo nivel que escucha con y sin el oído ocluido. Éste debe estar sentado en una cámara anecoica, mirando de frente a un parlante. Luego, la diferencia entre los umbrales de audición con y sin protección auditiva son medidos para cada frecuencia de ensayo. Los tonos varían de 125 Hz a 8000 Hz en bandas de octava (y las frecuencias de 3150 Hz y 6300 Hz), en donde el individuo está ubicado en un campo sonoro direccional.

#### **4.7.1.2 ANSI S3.19-1974 (ASA STD 1-1975): “Method for the Measurement of Real-Ear Protection of Hearing Protectors and Physical Attenuation of Earmuffs”.**

El Standard *ASA Z24.2* fue reemplazado por *ANSI S3.19–1974*, en donde el estímulo al ruido se hace con un ruido de banda estrecha de tercios de octava en un campo sonoro reverberante y uniforme. En este procedimiento se especifica la difusidad del campo sonoro dentro del volumen crítico, en el cual está localizada la cabeza del individuo durante el ensayo. Un campo sonoro difuso está definido como uniforme en un volumen de 0.10 m de frente a la parte posterior (de la cabeza) y 0.15 m de lado a lado y de arriba hacia abajo, tal que el rango de los niveles sonoros estén dentro de 6 dB para todas las bandas de frecuencias de pruebas para las posiciones de referencia de frente-atrás y arriba-abajo y dentro de 2 dB para las posiciones de lado-lado. Además, se especifican los tiempos de reverberación mínimo y máximo del campo sonoro medido al centro del volumen crítico. La *ANSI S3.19–1974 [16]* establece dos métodos de condiciones de ajustes del protector auditivo; (i) ajuste por el ejecutor del ensayo (*experimenter-fit*), cuando se requiere que el rendimiento del protector auditivo sea óptimo y (ii) ajuste por el individuo de prueba

(*subject-fit*), en donde el individuo recibe instrucciones del ejecutor de cómo colocarse el protector auditivo. La agencia de protección ambiental (*EPA*) [25] exigió que el método *ANSI S3.19-1974* [16] *con experimenter-fit* tenía que ser usado cuando los protectores auditivos fueran evaluados para propósitos de etiquetados y comercialización. La *EPA* interpretó que el método *ANSI S3.19-1974* [16] *con experimenter-fit* supone que el sujeto de ensayo no juega ningún rol en la inserción de tapones auditivos o la colocación de orejeras. Este standard continua siendo la base para la regulación federal establecido en *40 CFR parte 211* [25] en los Estados Unidos para lo cual se ha hecho obligatorio para los fabricantes de protectores auditivos.

#### **4.7.1.3 ANSI S12.6-1984 (Method A): "Method for the Measurement of the Real-Ear Attenuation of Hearing Protectors".**

Estudios realizados [11] a fines de los años 70, en los Estados Unidos sobre el rendimiento de protectores auditivos en el lugar de trabajo utilizando el *método REAT* [16], establecieron que los valores de atenuación sonora eran mucho más bajos que los predichos por *ANSI S3.19-1974 con experimenter-fit (en el laboratorio)*. Las discrepancias entre el lugar de trabajo y el laboratorio hicieron que se desarrollará un nuevo procedimiento de medición el standard *ANSI S12.6-1984* [17] *con experimenter-supervised fit*, llamado también *Método A*, en donde el ejecutor del ensayo y el sujeto de prueba trabajan juntos para lograr el mejor ajuste del protector auditivo. Este método se diseñó para describir las capacidades de los protectores auditivos bajo condiciones ideales. En este procedimiento, también se permitió la creación de un campo sonoro difuso en una cámara anecoica o un espacio tratado acústicamente. Además, en este Standard se especifica como medir la fuerza aplicada por el arnés de un protector auditivo tipo orejera.

#### **4.7.1.4 ANSI S12.42-1995: "Microphone-in-Real-Ear and Acoustic Test Fixture Methods for the Measurement of Insertion Loss of Circumaural Hearing Protection Devices".**

El Standard *ANSI S12.42 (1995)* especifica un método de *ATFs* y un método *MIRE* [22] (*microphone-in-real-ear*) para medir la pérdida por inserción, útil en el control de calidad y el desarrollo de productos con protectores auditivos tipo orejeras.

#### **4.7.1.5 ANSI S12.6-1997 (Method B): "Methods for Measuring the Real-Ear Attenuation of Hearing Protectors".**

El Standard *ANSI S12.6 (1997)* fue desarrollado tras una década de investigaciones por un grupo de trabajo estandarizado y acreditado el *S12/WG11* [26], presidido por *Elliott H. Berger*<sup>9</sup>. Este standard actualiza y reemplaza la versión de 1984 [17]. El aspecto más importante de este standard es que incluye un nuevo procedimiento mejorado de colocación del protector auditivo *Subject Fit*, llamado *Método B*, en donde se pretende entregar datos que se aproximen a la protección obtenidas de grupos de usuarios informados en los lugares de trabajo con programas de conservación auditiva ocupacional bien supervisados y dirigidos. Además, en este standard se incluye el *Método A (Experimenter-Supervised Fit)* que aparece en *ANSI S12.6-1984*, en donde se requiere que el rendimiento del protector auditivo sea óptimo, útil para el diseño y entendimiento teórico de las limitaciones de rendimiento de éste. El standard especifica procedimientos para medir (en laboratorio), analizar y reportear las capacidades de reducir el ruido de protectores auditivos convencionales, usando sujetos de prueba. Los requerimientos técnicos de evaluación son similares para los dos métodos, como también los aspectos psicofísicos. Además, se especifica como medir la fuerza aplicada por el arnés de un protector auditivo tipo orejera.

La existencia de este método ha revelado, mediante varios estudios realizados que los datos de protección auditiva (utilizando los requerimientos de etiquetados de NRRs [25]), se han sobreestimado en el lugar de trabajo. Aun así, no ha habido una pronunciación

---

<sup>9</sup> Senior Scientist, Auditory Research, E•A•R/Aearo Company USA.

de la EPA por regular los requerimientos de etiquetados, con lo que aun no se ha reconocido oficialmente este standard. Bajo este contexto, la Asociación de Conservación Auditiva (*NHCA*) *Task Force on Hearing Protector Effectiveness* de Estados Unidos, desarrolló recomendaciones en 1995 para exigir que los ensayos y etiquetados se hagan de acuerdo al *Método B* [27]. La NIOSH por su parte también, ha revisado sus criterios para un standard recomendado de exposición a ruido ocupacional (*NIOSH, 1998*) [28], en el que se especifica ensayos con el *Método B*.

En respuesta a la sobreestimación del mundo real (lugar de trabajo) de los NRRs, el grupo de trabajo *ANSI S12/WG11* [26] desarrolló un método más predictivo para el laboratorio y métodos que podrían ser usados para medir el rendimiento de los protectores auditivos cuando son usados por los trabajadores en el lugar de trabajo. Se estudiaron varios métodos de pruebas, incluyendo el procedimiento *subject-fit*, que originalmente se incorporó en *ANSI S3.19-1974*, después revisado en *ANSI S12.6-1984* [17] (*experimenter-supervised fit*) y por último modificado para quitar toda la participación del ejecutor del ensayo en la colocación del protector auditivo. Como resultado de estas investigaciones se encontró que el procedimiento *subject-fit* [18] tenía menos variabilidad en los laboratorios, que los métodos asistidos por el ejecutor del ensayo (*experimenter-fit* y *experimenter-supervised fit*) [26] y eran más predictivos del mundo real.

De esta manera, el procedimiento *subject-fit* (*mejorado*) fue incorporado en *ANSI S12.6-1997* como *Método B*, en el cual se incluyen instrucciones para los individuos de prueba que son leídas por el ejecutor del ensayo.

#### **4.7.2 The International Organization for Standardization “ISO”.**

Un método subjetivo para medir la atenuación sonora de un protector auditivo esta propuesto en *ISO 4869* [19]. Este método, similar al standard *ANSI S12.6* [17], especifica procedimientos de medición de la atenuación sonora y la fuerza aplicada por el arnés de un protector auditivo tipo orejera. El método no contiene requisitos de rendimiento del elemento de protección auditiva. Por otro lado, *ISO 4869/TR-3:1989* [24], similar al

standard *ASA STD.1* [16], es un reporte técnico que describe un método físico (objetivo) simplificado (con cabezas artificiales, en vez de individuos) para medir la pérdida por inserción de protectores auditivos tipo orejeras. Este procedimiento, también, es utilizado para inspección de calidad y otros propósitos.

#### **4.7.2.1 ISO 4869-1:1990: “Acoustics - Hearing Protectors - Part 1: Subjective Method for the Measurement of Sound Attenuation”.**

Especifica un método para medir la atenuación sonora de un protector auditivo, utilizando el método REAT. El procedimiento está diseñado para lograr valores de atenuación máxima (óptimos), los cuales normalmente no son obtenidos bajo condiciones de campo (in situ). Los resultados son registrados a niveles de presión sonora bajos, los cuales también son representativos de valores de presión sonora más altos.

#### **4.7.2.2 ISO 4869/TR-3:1989: "Acoustics - Hearing Protectors - Part 3: Simplified Method for the Insertion Loss of Earmuff Type Hearing Protectors for Quality Inspection Purposes".**

El procedimiento que se especifica en este standard podría ser usado tanto para la inspección de calidad como la certificación de protectores auditivos, además de evaluar el rendimiento a través del tiempo de uso. Los resultados obtenidos con este método objetivo no son representativos de la atenuación sonora que se obtienen con el método REAT. Más bien, es una herramienta simplificada para medir la pérdida por inserción de orejeras. Además, incluye la medición de la fuerza ejercida por el arnés.

En los Anexos 1 y 2 se muestra un resumen de los Standards que usan tanto los métodos subjetivos como objetivos para la protección auditiva.

### 4.7.3 Nuevo standard internacional

Un nuevo standard internacional *ISO* esta actualmente en desarrollo, el Draft *ISO 4869.7 “Acoustics - Hearing protectors - Part 7: “Method for measurement of sound attenuation by the subject-fit method”*. Esta basado en *ANSI S12.6 Standard (Method B)* y el standard *AS/NZS 1270: 2002*.

### 4.7.4 Normativa Chilena de Protección Auditiva “Nch”.

El Instituto Nacional de Normalización, *INN*, es la organización chilena que elabora normas técnicas nacionales y participa en el estudio de normas regionales e internacionales. Además, es miembro de la *ISO* y de la *Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT)*, en donde representa a Chile ante estos organismos.

Las normativas técnicas sobre protección auditiva se han preparado por la División de Normas del Instituto Nacional de Normalización, *INN*, y en sus estudios ha participado un Comité Técnico constituido por fabricantes, usuarios, autoridades, laboratorios y otros sectores interesados en el tema, quienes hacen las observaciones del caso y generan un proyecto de norma.

Para la elaboración de las normas chilenas de protección auditiva, se han tomado en consideración normas europeas *EN*, como también normas *ISO* y *ANSI*, además de homologaciones de normas internacionales *ISO*.

En estos momentos la única norma chilena vigente que está en calidad de oficial es *NCh 1331/2 2001*. Por otro lado, la norma *NCh 1331/1 2001* reemplazará y anulará a *NCh 1331/1Of.98* cuando sea declarada Norma Chilena Oficial y La norma *NCh 1358 2000* reemplazará y anulará a *NCh 1358.Of79* cuando sea declarada Norma Chilena Oficial. En la tabla 5 se presenta un resumen de las normas chilenas de protección auditiva.

**Tabla 5 - Resumen de las normas chilenas (NCh) de protección auditiva.**

Norma	Título	Oficial	Descripción	Norma en consideración para su elaboración u homologación de norma internacional
NCh 1358 2000	Protectores Auditivos – Terminología y Clasificación.	Reemplazará y anulará a NCh 1358.Of79 cuando sea declarada Norma Chilena Oficial.	Establece la terminología de uso habitual en el área de la protección auditiva y contiene una clasificación de éstos.	UNE EN 458:1994, UNE EN 352-1:1993 y UNE EN 352-2:1993.
NCh 1331/1 2001	Protectores Auditivos – Requisitos y métodos de ensayo – Parte 1: Orejeras.	Reemplazará y anulará a NCh 1331/1.Of.98 cuando sea declarada Norma Chilena Oficial	Establece requisitos de construcción, diseño y comportamiento que deben cumplir las orejeras.	BS EN 352-1:1993 -“Hearing Protectors -Safety requeriments and testing-part 1:Ear-muffs”.
NCh 1331/2 2001	Protectores Auditivos – Parte 2: Requisitos y métodos de ensayo para taponos auditivos.	Reemplaza a NCh 1331/2.Of78: “Protección personal – Parte 2: Procedimientos para la protección contra el ruido”.	Establece requisitos de construcción, diseño y comportamiento que deben cumplir las taponos auditivos.	EN 352-2:1993 -“Hearing Protectors -Safety requeriments and testing-part 2:EAR-plugs”.
NCh 1331/3 2001	Protectores Auditivos – Parte 3: Requisitos y métodos de ensayo para orejeras acopladas a un casco de protección.	----	Establece requisitos de construcción, diseño y comportamiento que deben cumplir las orejeras acopladas a un casco de protección.	EN 352-3: “Acoustics - Hearing Protectors -Safety requeriments and testing-part 3: Ear muffs attached to an industrial safety helmet”.
NCh 1331/4 1999	Protectores Auditivos – Parte 4: Recomendaciones relativas a la selección, uso, precauciones de empleo y mantenimiento.	----	Proporciona recomendaciones para la selección, uso, precauciones de empleo y mantenimiento de los protectores auditivos.	EN 458:1994 – “Hearing protectors – Recommendations for selection, use, care and maintenance - Guidance document”.
NCh 1331/5 2001	Protectores Auditivos – Parte 5: Método subjetivo de medición de la pérdida de inserción de los protectores tipo orejeras.	----	Especifica un método subjetivo para la medición de la atenuación sonora de los protectores auditivos.	Se tomaron en consideración las normas ISO 4869-1:1990 y ANSI S12.6:1997
NCh 1331/6 2001	Protectores Auditivos – Parte 6: Estimación de los niveles de presión sonora efectivos ponderados A cuando se utilizan protectores auditivos.	----	Establece un método de estimación de los niveles de presión sonora efectivos ponderados A cuando se utilizan protectores auditivos.	Es una homologación de la norma internacional ISO 4869-2:1994 - "Acoustics - Hearing Protectors - Part 2: Estimation of Effective A-Weighted Sound Pressure Levels When Hearing Protectors are Worn".
NCh 1331/7 2001	Protectores Auditivos – Parte 7: Método simplificado de medición de la pérdida de inserción de los protectores tipo orejeras.	----	Establece un método simplificado para la medición de la pérdida de inserción de los protectores auditivos tipo orejeras.	ISO 4869/TR-3:1989 "Acoustics - Hearing Protectors - Part 3: Simplified Method for the Insertion Loss of Earmuff Type Hearing Protectors for Quality Inspection Purposes".
NCh 1331/8 2001	Protectores Auditivos – Parte 8: Medición de los niveles de presión sonora efectivos para orejeras con restauración sonora dependiente del nivel.	----	Establece un método de medición de los niveles de presión sonora efectivos para orejeras con restauración sonora dependiente del nivel.	Es una homologación de la norma internacional ISO/TR 4869:1998 “Acoustics – Hearing Protectors – Part 4: Measurement of effective sound pressure levels for level-dependent sound-restoration ear-muffs”.



## 4.8 Números Simplificados (Únicos) y Métodos de Reducción de Ruido

### 4.8.1 Generalidades

Las capacidades de reducción de ruido de un protector auditivo se pueden establecer mediante el uso de un sólo indicador de medida. Hoy en día, son bien reconocidos en el mundo, los números simplificados (únicos) de reducción de ruido como por ejemplo: el *NRR* (*Noise Reduction Rating*) exigido por la *EPA* [25], el *SNR* (*Single Number Rating*) establecido en la norma "ISO 4869-2" [29] y el *SLC<sub>80</sub>* (*Sound Level Conversion*) especificado en la norma "AS/NZS 1270 [20]". Para cada número simplificado (único) de reducción de ruido, las pruebas de medición que simulan el rendimiento acústico del protector auditivo, son hechas con el método *REAT* (*real-ear attenuation at threshold*), el cual se hace sobre un rango de 7 o más frecuencias de pruebas, desde 125 Hz, ó algunas veces más bajas, hasta 8000 Hz. Sin embargo, cada uno de los métodos son medidos con diferentes Standars. De esta manera, se pueden encontrar algunas diferencias, como por ejemplo: en los procedimientos de cálculos, y en los datos de atenuación sonora.

Algunos de estos métodos de reducción de ruido se pueden calcular con la norma chilena NCh 1331/6 [30]. A continuación se presentan y describen estos métodos usados para estimar el nivel de presión sonora efectivo<sup>10</sup> cuando se utilizan protectores auditivos en los lugares de trabajo.

### 4.8.2 NRR (Noise Reduction Rating)

El NRR es una manera práctica de resumir el rendimiento del protector auditivo a través de un sólo número, es decir, indica la cantidad de protección entregada por éste. Es usado en los Estados Unidos, de acuerdo a la ley [40 CFR part 211] [25], y también en otros países.

---

<sup>10</sup> Según D.S. N° 594/99 del MINSAL es la diferencia entre el nivel de presión sonora continuo equivalente o el nivel de presión sonora peak, según se trate de ruido estable, fluctuante, o impulsivo respectivamente, y la reducción de ruido que otorgará el protector auditivo.

#### 4.8.2.1 Método para calcular el NRR.

Desde que su uso fue propuesto, el método típico más usado para obtener la atenuación sonora de un protector auditivo fue el método “*REAT*” [16], algunas veces llamado *método de bandas de octava, método largo (long method) o método 1 de la NIOSH*, en donde se requería de los datos de atenuación media y desviaciones estándares del protector auditivo en bandas de octava y los niveles de presión sonora del lugar de trabajo, también en bandas de octava de 125 Hz a 8000 Hz. Este procedimiento de la *NIOSH* (bandas de octava) entregaba demasiada información para ser utilizado en el etiquetado del embalaje del protector auditivo, por lo que se estableció el uso del NRR, además de que no siempre se disponía de los niveles de presión sonora del ruido en bandas de octava.

Los valores de atenuación sonora usados para calcular el NRR están determinados de acuerdo con la *ANSI S3.19-1974* [16]. Entonces, el NRR se calcula a partir de las atenuaciones medias y desviaciones estándares de un protector auditivo determinado, de acuerdo a la ecuación 3 y siguiendo el procedimiento que se muestra en el Anexo 3.

**Ecuación 3** - NRR de acuerdo al método 2 de la *NIOSH* [31].

$$\text{NRR} = 107.9 \text{ dBC} - 10 \log \sum_{f=125}^{8000} 10^{0.1(L_{Af} - APV_{(f)})} - 3 \text{ dB.}$$

Donde:

$L_{Af}$  : Nivel de banda de octava ponderada en A, a una frecuencia  $f$  de un espectro de ruido rosa con un nivel global de 107.9 dB (C).

$APV_{f98}$ : (Assumed Protection Value), Valor de Protección Asumida con un valor de protección del 98%. Matemáticamente, es el valor de la atenuación media en dB menos dos veces la desviación standard (para el 98 % de la varianza en una distribución normal) a una frecuencia  $f$ .

#### 4.8.2.2 Cómo usar el NRR.

La enmienda de la conservación auditiva para el estándar de ruido ocupacional (*OSHA, 1983*) [32] describe algunos métodos para usar el NRR. Estos métodos varían de acuerdo a la instrumentación y parámetros usados para determinar los niveles de exposición a ruido sin protección auditiva. Sin embargo, pueden ser resumidos en dos formulas básicas, dependiendo si los niveles de exposición a ruido sin protección auditiva fueron medidos con las redes de ponderación de frecuencias A o C:

- (i) Para mediciones con la red de ponderación de frecuencias C, no se debe ajustar el NRR porque esta red estima valores altos de ponderaciones para las frecuencias bajas:

Método 2 de la NIOSH:

$\text{Nivel con protección auditiva (en el oído)} = \text{Nivel de ruido en dB (C)} - \text{NRR} \quad \text{dB(A)}$
---

En donde, el nivel con protección auditiva en dB(A) y el nivel en dB(C) sin protección auditiva de exposición a ruido durante 8 horas, es determinado de acuerdo al Standard de Ruido Ocupacional de la OSHA [33]. Por ejemplo: si un protector auditivo con un NRR de 17 dB es usado en un ambiente de ruido con un nivel de 95 dB (C), el nivel en el oído será 78 dB (A). Esto es,  $[95 - 17 = 78 \text{ dB (A)}]$  para el 98 % de los casos si el protector es usado, de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

- (ii) Para mediciones con la red de ponderación de frecuencias A, se debe ajustar el NRR restando 7 dB. Éste factor de corrección justifica la falta de energía inherente para las bajas frecuencias usado en la red de ponderación A:

Método 3 de la NIOSH:

$$\text{Nivel con protección auditiva (en el oído)} = \text{Nivel de ruido en dB (A)} - [\text{NRR} - 7] \quad \text{dB(A)}$$

En donde, nuevamente, el nivel con y sin protección auditiva en dB(A) de exposición a ruido durante 8 horas, es determinado de acuerdo al Standard de Ruido Ocupacional de la OSHA [33]. Este método es para aquellos instrumentos de medición de nivel de presión sonora que no disponen de la red de ponderación de frecuencias C. Por ejemplo: si un protector auditivo con un NRR de 17 dB es usado en un ambiente ruidoso con un nivel de 95 dB (A) el nivel en el oído será 85 dB (A). Esto es,  $[95 - (17 - 7) = 85 \text{ dB (A)}]$  para el 98 % de los casos si el protector es usado, de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

Estudios realizados [11] con procedimientos de medición *REAT* [16] y *MIRE* [22] encontraron que los datos obtenidos para la atenuación sonora con el standard *ANSI S3.19-1974* [16] (*en el laboratorio*), eran muy diferente que los obtenidos en los lugares de trabajo para cada tipo de protector auditivo. Como resultado de estos estudios, el Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional de los Estados Unidos (*NIOSH*) [28] recomendó que los valores de reducción de ruido (NRRs) calculados con el standard *ANSI S3.19-1974* [16] debían ajustar sus valores de protección auditiva multiplicando por el 75 % para orejeras, 50% para tapones auditivos de espuma, y 30% para los demás tipos de tapones auditivos. La *OSHA* [33] por su parte recomienda ajustar los valores de NRRs en un 50% para todos los protectores auditivos.

NOTA - Hay un criterio para protección doble (tapón y orejera). En donde se establece tomar el NRR más alto de los dos protectores auditivos y restar 2 dB:

$$\text{Nivel con protección auditiva (en el oído)} = \text{Nivel de ruido en dB (A)} - [\text{NRR} - 2] \quad \text{dB(A)}$$

### 4.8.3 SNR (Single Number Rating)

Este método es usado por la Unión Europea y países afiliados. El procedimiento para calcular el SNR se basa en la norma *NCh 1331/6 - 2001* [30] (homologación de la norma *ISO 4869-2*). Las diferencias para calcular el SNR con respecto de las del NRR son bien excepcionales. Primero, en el método SNR se calcula el rendimiento para varios niveles de protección, en donde se estima que el porcentaje de la población considerada no va a recibir menos de la atenuación calculada. Mientras, que el NRR lo fija a un solo valor que es el 98 % de la población (este rendimiento de protección está sujeto a las recomendaciones de uso del fabricante). Segundo, no hay que restar 3 dB como en el NRR.

**Tabla 6** - Valores de  $\alpha$  para varios rendimientos de protección  $x$ , según NCh 1331/6 - 2001.

Rendimiento de Protección $X$ , %	Valor de $\alpha$
75	0,67
80	0,84
84	1,00
85	1,04
90	1,28
95	1,64

Cuando un nivel de rendimiento de protección es seleccionado, el SNR se le designa con un subíndice que representa el valor en porcentaje de rendimiento de protección. Por ejemplo: un rendimiento de protección del 80 % sería  $SNR_{80}$ . Para que el SNR fuese similar al NRR debería ser designado como  $SNR_{98} - 3$  dB. Entonces, en general se tiene que para un rendimiento de protección  $x$ , la designación es  $SNR_x$ .

#### NOTAS:

1 - Rendimiento de Protección: Es el porcentaje de situaciones para las cuales el nivel de presión sonora efectivo ponderado "A", cuando se utiliza el protector auditivo, es igual o menor que el valor predicho o predeterminado, según Nch 1331/6.

2 -  $\alpha$ : Constante con los valores dados en la tabla 6, asociada al rendimiento de protección seleccionado. A menudo se elige un valor del 84 % como valor de rendimiento de la protección, según Nch 1331/6.

#### 4.8.3.1 Cómo calcular el SNR.

Para calcular el SNRx se debe aplicar un ruido rosa con un nivel global de 100 dB (C), en donde se obtiene el Valor de Protección Asumida APVx de un protector auditivo utilizando la ecuación 4 y siguiendo el procedimiento que se indica en el Anexo 4.

**Ecuación 4 – SNRx:**

$$\text{SNRx} = 100 \text{ dBC} - 10 \log \sum_{f=63}^{8000} 10^{0.1(L_{Af} - \text{APV}_{fx})}$$

En donde:

$L_{Af}$  : Nivel de banda de octava ponderada A para una frecuencia  $f$ .

$\text{APV}_{fx}$  : Valor de Protección Asumida para cada frecuencia. Si los datos no están para la frecuencia de 63 Hz, se debe comenzar la suma desde 125 Hz.

#### 4.8.3.2 Cómo usar el SNR.

El SNRx es usado para estimar el nivel de ruido debajo del protector auditivo para un nivel de rendimiento de protección específico ( $L'_{Ax}$ : Nivel de presión sonora efectivo ponderado “A”). Éste se puede estimar a partir del nivel de presión sonora ponderado C de un ruido específico ( $L_C$ ). Usando la siguiente ecuación:

**Ecuación 5 - Estimación del Nivel de presión sonora efectivo ponderado “A” ( $L'_{Ax}$ ).**

$$L'_{Ax} = L_C - \text{SNRx}$$

Por ejemplo: Para un  $\text{SNR}_{80} = 22 \text{ dB}$  y un  $L_C = 103 \text{ dB}$ , se tiene que:

$$L'_{A80} = 103 \text{ dB} - 22 \text{ dB} = 81 \text{ dB}$$

Entonces, el nivel de presión sonora efectivo ponderado “A” ( $L'_{Ax}$ ) será menor o igual a 81 dB en el 80 % de los casos, cuando el protector auditivo se utiliza adecuadamente por diferentes usuarios en este ambiente de ruido.

#### 4.8.4 SLC<sub>80</sub> (Sound level Conversion)

El SLC<sub>80</sub> es un valor único de atenuación usado en Australia y Nueva Zelanda [20]. Es una estimación de la cantidad de protección obtenida por el 80% de sujetos de pruebas hechas en laboratorio. Dependiendo del nivel de atenuación del SLC se le asigna una clasificación al protector auditivo: **Clase 1** puede ser usado en un ambiente ruidoso de hasta 90 dB, un **Clase 2** hasta 95 dB, **Clase 3** hasta 100 dB, y así se va incrementando en 5 dB, como se indica en la tabla 7. En el etiquetado a menudo se muestra al SLC<sub>80</sub> seguido de la clasificación (por ejemplo: SLC<sub>80</sub> 27, Class 5).

**Tabla 7** - Clasificación de protección auditiva de acuerdo a la norma 1270:2002, Acoustics – Hearing Protectors [20].

SLC <sub>80</sub>	Clase	Nivel de exposición a ruido (LAeq,8h)	Tipo de protector auditivo adecuado
10 a 13	<b>1</b>	< 90 dB (A)	Tapones u orejeras
14 a 17	<b>2</b>	90 dB (A) ≤ LAeq,8h < 95 dB (A)	Tapones u orejeras
18 a 21	<b>3</b>	95 dB (A) ≤ LAeq,8h < 100 dB (A)	Tapones u orejeras
22 a 25	<b>4</b>	100 dB (A) ≤ LAeq,8h < 105 dB (A)	Tapones u orejeras
26 ó más grande	<b>5</b>	105 dB (A) ≤ LAeq,8h < 110 dB (A)	Tapones u orejeras

#### 4.8.5 Método por bandas de octava

Este método se determina de acuerdo a la norma chilena NCh 1331/6 - 2001 [30]. En donde se requiere los niveles de presión sonora en bandas de octava del ruido y los valores de protección asumida,  $APV_{fx}$ . El nivel de presión sonora efectivo ponderado “A”,  $L'_{AX}$ , cuando se utiliza un protector auditivo, se determina de la siguiente manera:

**Ecuación 6** - Nivel de presión sonora efectivo ponderado “A”,  $L'_{AX}$ .

$$L'_{AX} = 10 \times \log \sum_{k=1}^8 10^{0.1(L_{f(k)} + A_{f(k)} - APV_{f(k)x})} \text{ dB}$$

Donde:

$f(k)$  : Frecuencia central de las bandas de octava;  $f(1)=63$  Hz;  $f(2)=125$  Hz;  $f(3)=250$  Hz;... $f(8)=8000$  Hz

$L_{f(k)}$  : Nivel de presión sonora del ruido en bandas de octava.

$A_{f(k)}$  : Ponderación A en frecuencia de acuerdo con Nch2500 en las frecuencias centrales de las bandas de octava.

Por último, en la tabla 8 se muestra en resumen estos métodos de reducción de ruido.

**Tabla 8** - Comparación de números simplificados de reducción de ruido usados para la protección auditiva.

Número simplificado	Definido por:	Usado en:	Requisitos de datos	Ajuste de desviación estándar	Espectro de ruido:	Rango de frecuencias (Hz)	Factor de seguridad (dB)	$APV_{fx}$ (Valor de Protección Asumida)
NRR (Noise Reduction Rating)	US EPA <sup>[25]</sup>	USA	ANSI S3.19:1974 <sup>[16]</sup>	- 2	rosa	125 Hz – 8K Hz	3	98 %
SNR (Single Number Rating)	ISO: 4869-2 <sup>[29]</sup>	Unión Europea	ISO: 4869-1 <sup>[15]</sup>	- 1	rosa	63 Hz – 8K Hz	----	75% - 95%
CLASS (SLC <sub>80</sub> )	AS/NZS. 1270 <sup>[20]</sup>	Australia/ Nueva Zelanda	AS/NZS. 1270 <sup>[20]</sup>	- 1	shaped*	63 Hz – 8K Hz	----	84 %

**NOTA** - \* El ruido shaped es similar, pero no idéntico al espectro plano del ruido rosa.



## **5. LINEAMIENTOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA GUÍA PARA LA SELECCIÓN Y CONTROL DE PROTECTORES AUDITIVOS**

Para la elaboración de la Guía para la Selección y Control de Protectores Auditivos, se realizaron las siguientes actividades:

1. Búsqueda de información bibliográfica;
2. Consultas a fabricantes de Protectores Auditivos (3M y MASPROT);
3. Consultas a profesionales del área de Salud Ocupacional del Instituto de Salud Pública de Chile “ISP”;
4. Visita a la Asociación Chilena de Seguridad “ACHS”, de Santiago de Chile; y
5. Consultas a profesionales del área de Salud Ocupacional de la SEREMI de Rancagua.

### **5.1 Descripción general de las actividades realizadas**

La colaboración y opiniones de diversos profesionales como especialistas en prevención de riesgos, de higiene industrial, de ruido y salud ocupacional, de instituciones públicas y empresas privadas estableció un enfoque prevencionista para el desarrollo de la guía, poniéndose énfasis en los riesgos relacionados con los accidentes (seguridad) y enfermedades causadas por el trabajo (higiene industrial), basado en los contenidos de la Ley 16.744 [1]. Es decir, estableciendo los principios que deben seguirse para la prevención del ruido en los lugares de trabajo, teniendo por finalidad suprimir el riesgo (ruido) o reducirlo al nivel más bajo posible por todos los medios adecuados, de manera de prevenir un deterioro de la audición del trabajador. Si esto no fuese posible, debería utilizarse protectores auditivos adecuados al riesgo<sup>11</sup>, de modo que se garantice la protección de la salud de los trabajadores frente a la exposición a ruido por sobre los límites máximos permisibles, establecidos en los artículos 75 y 80 del D.S. N° 594/99 del MINSAL.

---

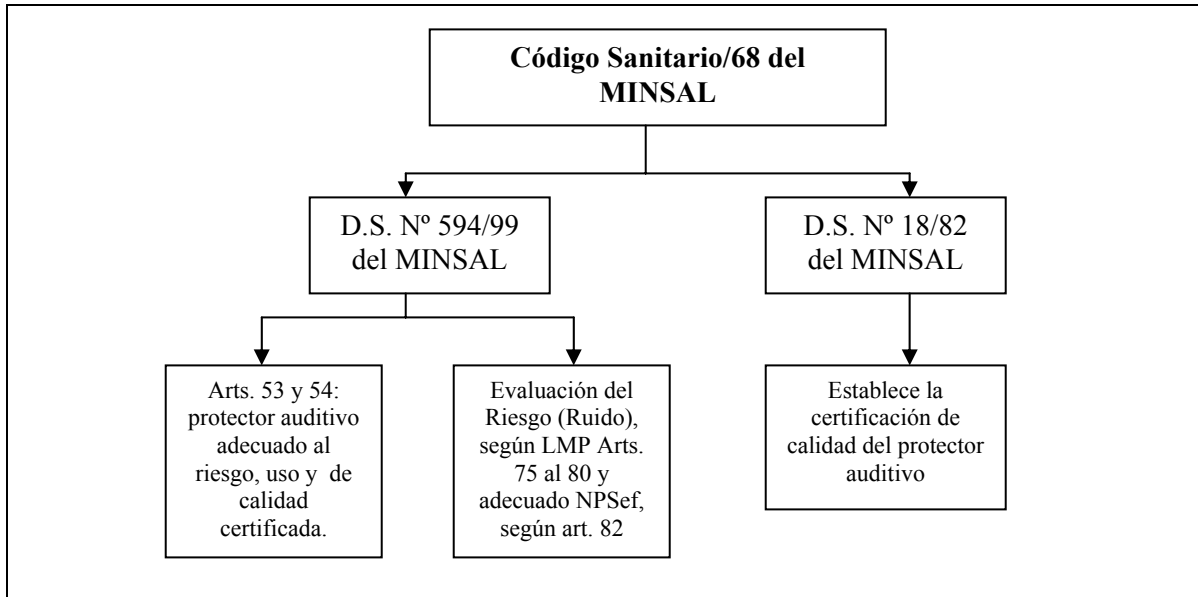
<sup>11</sup> Establecido en el artículo 53 del D.S. N° 594/99 del MINSAL.

En otro aspecto, las opiniones y experiencias recogidas por las empresas que se dedican a la fabricación de protección auditiva (3M y MASPROT), revelo que en Chile aún no existe un laboratorio autorizado para la certificación de protectores auditivos, para garantizar el cumplimiento de los estándares internacionales en la materia. Quedando sólo esto a los controles y pruebas de calidad efectuadas en el extranjero, a través de laboratorios autorizados por la autoridad sanitaria del país de origen y reconocidos por el Instituto de Salud Pública de Chile “ISP”. Esta exigencia del producto es vital para garantizar las condiciones mínimas de calidad del protector auditivo. No obstante, en la Asociación Chilena de Seguridad de Santiago de Chile, existe un laboratorio de ensayos para protección auditiva, en donde se evalúa la calidad de los protectores auditivos existente en el mercado nacional, utilizando para ello pruebas subjetivas y objetivas, basado en procedimientos y requisitos de normativas como: ANSI S3.19 - 1974 y ANSI S 12.6 – 1984, además de la norma ISO 4869 en sus partes 1 y 2. Por otro lado, los encargados de la protección auditiva de estas empresas enfatizaron que la capacitación a los trabajadores de cómo utilizar, mantener y cuidar los protectores auditivos garantizará una protección adecuada.

Para el desarrollo de la guía, se consideraron además, aspectos de normativas técnicas de Protección Auditiva, tales como las condiciones de diseño, fabricación y métodos de ensayo de atenuación sonora que deben cumplir los protectores auditivos para proteger al trabajador contra efectos de la exposición a ruido. Para esto, es importante el uso de métodos de reducción de ruido, propuesto en Nch 1331/6, para la estimación del nivel de presión sonora efectivo cuando se utilizan protectores auditivos, determinados por los datos de atenuación sonora de Nch 1331/5, los cuales pueden ayudar a la selección de estos dispositivos. Por otro lado, es importante el cumplimiento de la normativa legal sobre el uso y certificación de calidad de EPP's<sup>12</sup>, ver figura 19. Además, de dar cumplimiento a lo establecido en el artículo 82 del D.S. N° 594/99 del MINSAL, de no sobrepasar los límites máximos permitidos, cuando se utilice protección auditiva en el lugar de trabajo.

---

<sup>12</sup> Artículos 53 y 54 del D.S. N° 594/99 del MINSAL.



**Figura 19** – Esquema de normativa legal aplicada a la protección auditiva.

Por último, se consideraron estudios realizados por investigadores de reconocida trayectoria en el ámbito de la protección auditiva como por ejemplo, E. H. Berger, P. Kroes, R. Fleming, B. Lempert [9], [31].

Toda la información descrita anteriormente permitió establecer las directrices para el desarrollo de la guía, proporcionando un criterio armonizado y destacando los aspectos importantes a los que se debe prestar atención en la selección y control de protectores auditivos con el objeto de que el trabajador que se encuentre expuesto a ruido por sobre el máximo permitido (D.S. N° 594/99 del MINSAL) no adquiera sordera profesional.

## **5.2 Elementos que componen la Guía para la Selección y Control de Protectores Auditivos**

Los elementos considerados para la estructuración de la Guía para la Selección y Control de Protectores Auditivos son:

### 5.2.1 Etapa de Selección

Proceso que permite elegir el protector auditivo más adecuado al o los riesgos presentes en el lugar de trabajo, al tipo de actividad que realiza el trabajador y condiciones ambientales (calor, frío, humedad, etc.), además de otros factores que puedan influir en el rendimiento de éste, ver figura 20. Para esto es necesario considerar lo siguiente:

- (i) Que el protector auditivo sea adecuado al riesgo<sup>13</sup> (nivel o magnitud, tipo y características del ruido), de acuerdo a lo definido desde los artículos 70 al 82 del D.S. N° 594/99 del MINSAL. Garantizando de esta manera que el nivel de presión sonora efectivo no sobrepase los límites máximos permisibles, tal como se indica en el artículo 82 de dicho Decreto. Para lo cual, el nivel de presión sonora efectivo cuando se utilizan protectores auditivos en los lugares de trabajos deberá ser calculado, a través de la normativa NCh 1331/6 [30].
- (ii) Que el protector auditivo sea de calidad certificada reconocida por la autoridad sanitaria (*Instituto de Salud Pública de Chile “ISP”*)<sup>14</sup>. En donde, las exigencias de calidad deben estar conforme a lo establecido en el D.S. N°18/82 del MINSAL.
- (iii) Compatibilidad con otros EPP’s: Es importante, por ejemplo, procurar la no generación de filtraciones de aire o fugas con la utilización de otros EPP’s, tal como se indica en el apartado 4.4, ya que puede reducir la protección otorgada por el protector auditivo. Además, que la comodidad del trabajador no sea afectada.
- (iv) Condiciones o Características del lugar de Trabajo: Inclemencias del tiempo como calor, frío, humedad o agresiones térmicas como por ejemplo,

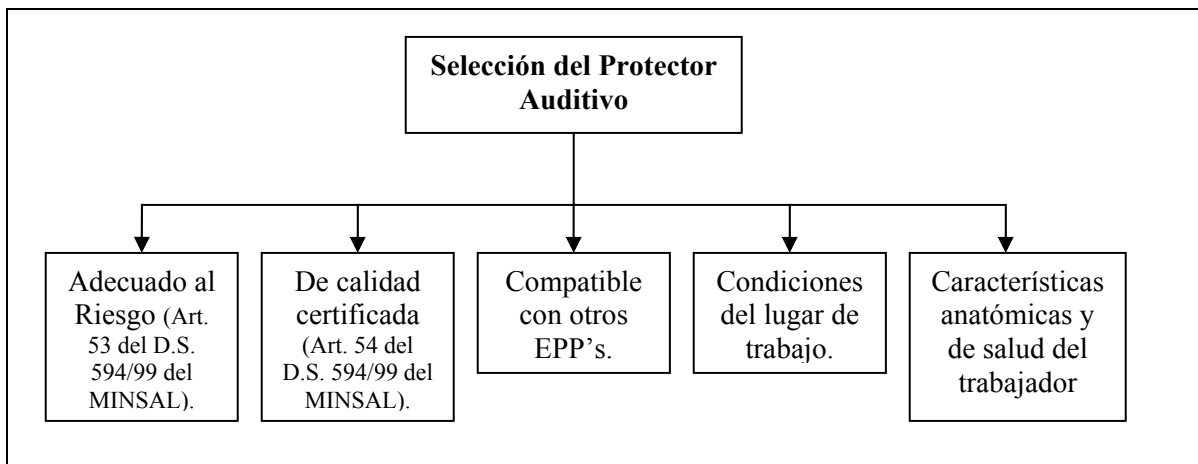
---

<sup>13</sup> Se establece en el artículo 53 del D.S. N° 594/99 del MINSAL.

<sup>14</sup> Se establece en el artículo 54 del D.S. N° 594/99 del MINSAL.

proyecciones de metal fundido, entre otros factores, pueden ocasionar que la vida útil del protector auditivo se reduzca y/o la seguridad del trabajador este en riesgo por la tarea que desempeña. En este sentido, las normativas NCh 1331 partes 1, 2 y 3 establecen las condiciones mínimas de seguridad que deben reunir los protectores auditivos.

- (v) Características anatómicas del trabajador, tales como tamaño del cráneo y/o conducto auditivo y de salud deben ser consideradas.



**Figura 20** - Proceso de Selección del protector auditivo.

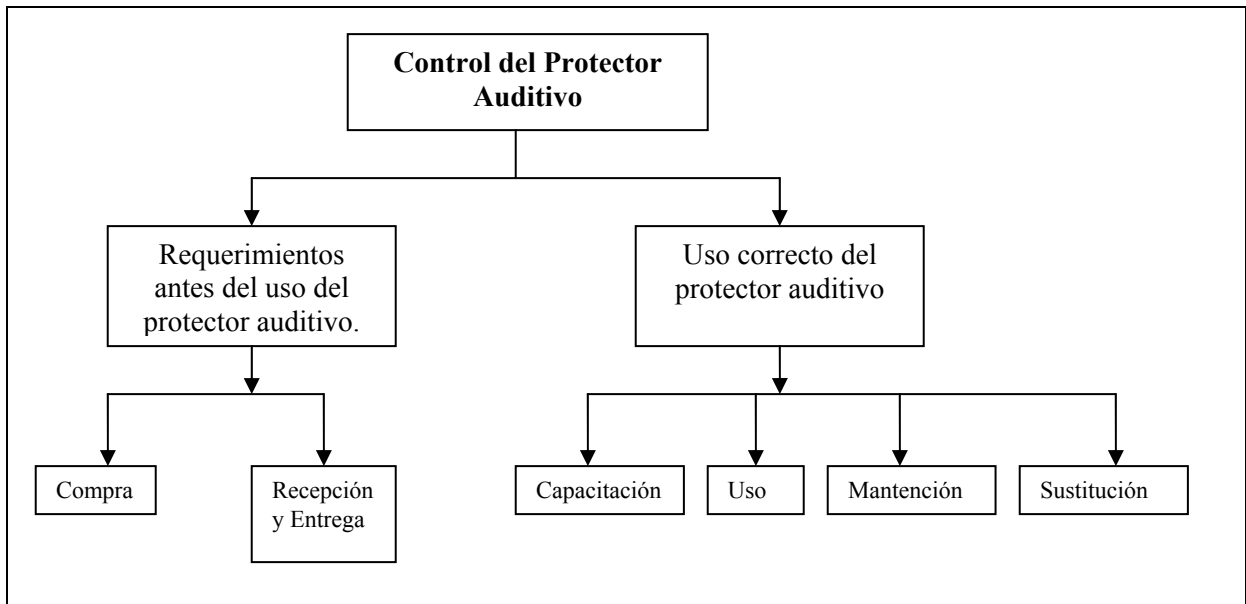
### 5.2.2 Etapa de Control

Proceso destinado a que la utilización del protector auditivo sea la adecuada, mediante la capacitación y entrenamiento de los trabajadores, con el fin de lograr que la protección sea eficaz. Para que ésto se desarrolle de la mejor manera, es importante la inspección antes de su uso, mantención, fiscalización (del uso) y sustitución del protector auditivo cuando se requiera. Este proceso, tal como se muestra en la figura 21, debe considerar los siguientes aspectos:

- (i) Requerimientos antes del uso del protector auditivo: Verificar que en la adquisición del producto (compra), se cumpla con todas las especificaciones

técnicas establecidas en el proceso de selección. Con el objeto de garantizar que el protector auditivo recepcionado y posteriormente suministrado sea el correspondiente ha dicho proceso.

- (ii) Uso correcto del protector auditivo: Debe ser usado de forma adecuada, estableciendo capacitaciones y entrenamientos que incluyan el uso, mantenimiento y cuidado del protector auditivo, para brindar una protección eficaz.



**Figura 21** - Proceso de Control del protector auditivo.

## **6. RESULTADOS**

Los resultados de este trabajo de investigación son los siguientes:

- Guía para la selección y control de protectores auditivos.
- Propuesta de un modelo de gestión para la selección y control de protectores auditivos.

Los cuales se encuentran en los Anexos 5 y 6 respectivamente.

## 7. CONCLUSIONES

1. Como consideración inicial, es importante establecer que la utilización de protectores auditivos no elimina el riesgo al que el trabajador está expuesto durante su jornada laboral, más bien debe considerarse dentro de un programa de conservación auditiva como una medida transitoria para reducir el nivel de ruido que llega al oído del trabajador. Entendiéndose para esto que el protector auditivo es un elemento de protección personal que debe proteger al trabajador de adquirir sordera profesional, según definición del D.S. N° 173/82 del MINSAL.

2. Se pudo definir y clasificar los protectores auditivos según la normativa nacional vigente referente a la protección auditiva. Además, se estableció el marco regulatorio en materia a las condiciones de higiene y seguridad que deben reunir los elementos de protección personal (EPP's) y la obligatoriedad relacionada con su utilización en los lugares de trabajo, señalado en el Libro Tercero del Código Sanitario/68 del MINSAL. Para tal efecto, en el artículo 54 del D.S. N° 594/99 del MINSAL se establece que los EPP's deben cumplir con las exigencias de calidad de conformidad a lo estipulado en el D.S. N° 18/82 del MINSAL. Asimismo, se indica en el artículo 53 de dicho Decreto la obligatoriedad de la utilización de los EPP's por parte de los trabajadores y adecuados al riesgo a cubrir. De modo que reduzca efectivamente la exposición a ruido con riesgo de adquirir sordera profesional, es decir que el nivel de presión sonora efectivo no sobrepasa los límites máximos permisibles cuando se utilizan protectores auditivos según el artículo 82 del D.S. N° 594/99 del MINSAL.

3. Si bien los requerimientos de la atenuación sonora son decisivos para la selección de protectores auditivos no es menor la comodidad que debe entregar éste al usuario. Según E.H. Berger [9] una consideración primordial para el uso de protectores auditivos es la comodidad, factor que muchas veces no se toma en cuenta, ya que en dicho proceso no participan muchas veces los trabajadores. La participación de ellos permitirá establecer el tipo de protector auditivo que debe seleccionarse como además, si es recomendable que el trabajador utilice protección auditiva, ya sea por problemas de salud (indicios de pérdida de audición inducida por el ruido o condiciones anatómicas del pabellón auditivo). De acuerdo



a esto se podrá decidir qué tipo de protector auditivo es el más idóneo para un sujeto frente a determinadas incapacidades de salud. No obstante, para que el protector auditivo sea usado durante toda la exposición al riesgo, es importante que sea cómodo para el trabajador, ya que de lo contrario será usado de vez en cuando, con lo que la “reducción de ruido efectiva” se verá reducida. Para esto, es necesario tener en cuenta que parámetros, como por ejemplo, presión de las almohadillas, fuerza del arnés o aumento de sudoración, pueden influir en la aceptación del protector auditivo. Por otro lado, no se debe dificultar la comunicación o audibilidad de señales de alarmas con el uso de protección auditiva, ya que ponen en riesgo la seguridad del trabajador. Asimismo, aspectos que deben considerarse para el rendimiento y durabilidad del protector auditivo son la compatibilidad con otros EPP’s y las condiciones ambientales del lugar de trabajo (humedad, calor o frío) como también la exposición a otros agentes (químicos, eléctricos). De acuerdo a estos aspectos se deberá elegir el protector auditivo más óptimo para ese tipo de ambiente, con el objeto de garantizar la función protectora requerida durante toda su vida útil.

5. Para garantizar un buen desempeño del protector auditivo, es necesario que cada trabajador lo use de manera correcta y mantenga en buen estado. Para esto, es importante mantener un proceso de control en donde se establezca capacitaciones y entrenamientos de cómo, dónde y por qué utilizar estos elementos de protección personal hechas por una persona capacitada para dicha labor. Por otro lado, es conveniente la mantención, fiscalización del uso por parte de supervisores y sustitución del protector auditivo cuando se requiera con el propósito de lograr que la protección sea efectiva.

6. Por último, para poner en funcionamiento de una manera eficaz los procesos de selección y control de protectores auditivos en un ambiente laboral. Se requiere que éste se dirija y controle sistemáticamente con la participación de todos los involucrados. Esto se puede lograr a través de un sistema de gestión, el cual establezca los objetivos que se pretenden alcanzar en dichos procesos, conforme a las necesidades y recursos disponibles de la empresa. Todo esto logrará a contribuir al mejoramiento sistemático en materia de prevención para evitar la ocurrencia de accidentes y enfermedades profesionales de acuerdo a la Ley 16.744.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Ley N° 16.744/68 del Ministerio del Trabajo. “Establece normas sobre accidentes del trabajo y enfermedades profesionales”.
- [2] Guía técnica para la evaluación de los trabajadores expuestos a ruido y/o con sordera profesional. Instituto de Salud Pública de Chile, Santiago, 2005.
- [3] Instructivo para la aplicación del Decreto Supremo N° 594/99 del Ministerio de Salud, Título IV, párrafo 3°, Agentes Físicos – Ruido. Instituto de Salud Pública de Chile, Santiago, 2004.
- [4] <http://www.dt.gob.cl/1601/article-72351.html>. Artículo sobre la exposición a ruido ocupacional en Chile. Dirección del Trabajo, Gobierno de Chile, Portal Institucional.
- [5] <http://www.sesma.cl/sitio/download/acustica/ANTECGERALACUSTICA.PDF>. Información General relativa a Acústica. Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente “SESMA”, Gobierno de Chile.
- [6] Decreto con Fuerza de Ley N° 725/68 del Ministerio de Salud. “Código Sanitario”.
- [7] Decreto Supremo N° 594/99 del Ministerio de Salud de Chile. “Aprueba Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo”.
- [8] Decreto Supremo N° 18/82 del Ministerio de Salud de Chile. “Certificación de Calidad de Elementos de Protección Personal Contra Riesgos Ocupacionales”.
- [9] Berger, E.H. (1979-1992). “EARLog Series, #1 - #20”. Aearo Company, Indpls., IN.

- [10] Berger, E. H. and Kerivan, J. E. (1983). "Influence of Physiological Noise and the Occlusion Effect on the Measurement of Real-Ear Attenuation at Threshold" ,J. Acoust. Soc. Am. 74(1), pp. 81-94.
- [11] Berger, E.H., J.R. Franks, and F. Lindgren (1996). "International review of field studies of hearing protector attenuation". In A. Axelsson, H. Borchgrevink, R.P. Hamernik, P.-A. Hellstrom, D. Henderson, and R.J. Salvi, editors, *Scientific Basis of Noise-Induced Hearing Loss*, pp. 361–377. New York: Thieme.
- [12] UNE-EN 458:2005. "Protectores auditivos. Recomendaciones relativas a la selección, uso, precauciones de empleo y mantenimiento". Documento guía.
- [13] Else, D. (1973). "A Note on the Protection Afforded by Hearing Protectors - Implications of the Energy Principle". Ann. Occup. Hyg., Vol. 16, pp. 81-83.
- [14] ANSI (1957). "Method for the Measurement of Real-Ear Attenuation of Ear Protectors at Threshold", Z24. 22-1957 (R1971), New York, NY.
- [15] ISO (1990). "Acoustics - Hearing Protectors - Part 1: Subjective Method for the Measurement of Sound Attenuation", Int. Org. for Standardization, ISO 4869-1:1990 (E), Switzerland.
- [16] ANSI (1974). "Method for the Measurement of Real-Ear Protection of Hearing Protectors and Physical Attenuation of Earmuffs", American National Standards Institute, S3.19-1974 (ASA STD 1-1975), New York, NY.
- [17] ANSI (1984). "Method for the Measurement of the Real-Ear Attenuation of Hearing Protectors", American National Standards Institute, S12.6-1984 (Method A), New York, NY.

- [18] ANSI (1997). "Methods for Measuring the Real-Ear Attenuation of Hearing Protectors", American National Standards Institute, S12.6-1997 (Method B), New York, NY.
- [19] ISO (1981). "Acoustics - Measurement of sound attenuation of hearing protectors - Subjective method", International Organization for Standardization, ISO 4869:1981(E), Switzerland (reemplazada por ISO 4869-1:1990).
- [20] SA/SNZ (1999). "Acoustics – Hearing Protectors", Standards Australia, AS/NZS 1270:1999, Australia.
- [21] NCh 1331/5 – 2001. "Protectores Auditivos – Parte 5: Método subjetivo de medición de la pérdida de inserción de los protectores tipo orejeras".
- [22] ANSI (1995). "Microphone-in-Real-Ear and Acoustic Test Fixture Methods for the Measurement of Insertion Loss of Circumaural Hearing Protection Devices", American National Standards Institute, S12.42-1995, New York, NY.
- [23] Schroeter, J. and Els, H. (1982). "On Basic Research Towards an Improved Artificial Head for the Measurement of Hearing Protectors", *Acustica* 50 (4), 250-260, and 51(6), 302.
- [24] ISO (1989). "Acoustics - Hearing Protectors - Part 3: Simplified Method for the Insertion Loss of Earmuff Type Hearing Protectors for Quality Inspection Purposes", International Organization for Standardization, ISO 4869/TR-3:1989(E), Switzerland.
- [25] EPA (1979). "Noise Labeling Requirements for Hearing Protectors", Environmental Protection Agency, Fed. Regist. 44 (190), 40CFR Part 211, 56130-56147.

- [26] Royster, J.D., E.H. Berger, C.J. Merry, et al. (1996). "Development of a new standard laboratory protocol for estimating the field attenuation of hearing protection devices": Part I. Research of Working Group 11, Accredited Standards Committee S12, Noise. *J. Acoust. Soc. Am.* 99: pp.1506–1526.
- [27] Royster, LH (1995). "In search of a meaningful measure of hearing protector effectiveness: Recommendations of the NHCA's Task Force on Hearing Protector Effectiveness", *Spectrum* 12(2), pp.1 y 6-13.
- [28] NIOSH (1998). "Criteria for a Recommended Standard - Occupational Noise Exposure Revised Criteria 1998", National Institute for Occupational Safety and Health, (DHHS [NIOSH] Pub. no. 98 - 126). Cincinnati, Ohio.
- [29] ISO (1994). "Acoustics - Hearing Protectors - Part 2: Estimation of Effective A-Weighted Sound Pressure Levels When Hearing Protectors are Worn", International Organization for Standardization, ISO 4869-2:1994 (E), Switzerland.
- [30] NCh 1331/6 – 2001. "Protectores Auditivos – Parte 6: Estimación de los niveles de presión sonora efectivos ponderados A cuando se utilizan protectores auditivos".
- [31] Kroes P, Fleming R; Lempert B. (1975). "List of personal hearing protectors and attenuation data", NIOSH Technical Report, HEW Publication No. (NIOSH) 76-120.
- [32] OSHA (1983). "Occupational Noise Exposure; Hearing Conservation Amendment; Final Rule", Occupational Safety and Health Administration, 29CFR1910.95 Fed. Regist. 48(46), pp. 9738-9785.
- [33] OSHA (1999). "New developments in hearing protector labeling". Occupational Safety and Health Administration, In *OSHA Technical Manual*, chapter 5. Washington, D.C.: OSHA Office of Science and Technology Assessment.

## **ANEXO 1**

**Tabla 1** - Comparación de los Standards Internacionales que utilizan el método REAT o Subjetivo, para determinar la atenuación sonora de un protector auditivo.

Especificaciones	ANSI Z24. 22:1957	ANSI S3.19:1974	ANSI S12.6:1997	ISO 4869-1:1990
<b>Método de medición</b>	REAT (subjetivo)	REAT (subjetivo) <sup>1</sup>	REAT (subjetivo)	REAT (subjetivo)
<b>Señales de prueba (ensayo)</b>	Tonos puros en bandas de octava de 125Hz a 8000Hz	Bandas de 1/3 octava de 125Hz a 8000Hz	Bandas de 1/3 octava de 125Hz a 8000Hz <sup>3</sup>	Ruido blanco filtrado en Bandas de 1/3 octava de 125Hz a 8000Hz
<b>Nº de parlantes utilizados para las evaluaciones</b>	1	1 mínimo para cada uno de los 3 planos de la sala (fuera del eje del individuo) <sup>2</sup>	No especificado	Más de un parlante
<b>Ruido de fondo de sala de ensayo</b>	125Hz - 34 dB 250Hz - 25 dB 500Hz - 16 dB 1KHz - 12 dB 2KHz - 10 dB 4KHz - 8 dB 8KHz - 22 dB	125Hz - 24 dB 250Hz - 18 dB 500Hz - 16 dB 1KHz - 16 dB 2KHz - 14 dB 4KHz - 9 dB 8KHz - 30 dB	125Hz - 28 dB 250Hz - 18.5 dB 500Hz - 14.5 dB 1KHz - 14 dB 2KHz - 8.5 dB 4KHz - 9 dB 8KHz - 20.5 dB	125Hz - 14 dB 250Hz - 6 dB 500Hz - 2 dB 1KHz - 1 dB 2KHz - 2 dB 4KHz - 4 dB 8KHz - 10 dB
<b>Característica del campo sonoro de ensayo</b>	Sala anecoica	Semi-Reverberante 0.5 s ≤ T ≤ 1.6 s (sin individuo)	T ≤ 1.6 s (sin individuo)	T ≤ 1.6 s (sin individuo)
<b>Nº de sujetos de ensayo y repeticiones</b>	10 con 3 repeticiones.	10 con 3 repeticiones.	10 para orejeras o helmets con 3 repeticiones y 20 para tapones y semi-insertos con 2 repeticiones.	16 con una repetición por persona, según norma ISO 8453-2.
<b>Criterio de colocación del protector auditivo</b>	Por el ejecutor del ensayo.	Por el ejecutor del ensayo o individuo de prueba.	Por el ejecutor del ensayo (método A) o individuo de prueba (método B) y verificado por el ejecutor.	Por el individuo de prueba y verificado por el ejecutor.
<b>Selección y exclusión de individuos en la evaluación del ensayo</b>	Selección aleatoria	Colocación no adecuada debe ser registrada pero no incluida en la evaluación.	Colocación no adecuada debe ser registrada pero no incluida en la evaluación.	Colocación no adecuada debe ser registrada pero no incluida en la evaluación.
<b>Instrucciones para el individuo de ensayo</b>	Información de todo el procedimiento del ensayo.	Información de todo el procedimiento del ensayo.	Información de todo el procedimiento del ensayo <sup>4</sup> .	Información de todo el procedimiento del ensayo.
<b>Tipo de protectores auditivos usados para la evaluación<sup>1</sup></b>	Convencionales	Convencionales	Orejeras, orejeras acopladas a un casco (helmets), semi-insertos y tapones.	Orejeras, orejeras acopladas a un casco (helmets), semi-insertos y tapones.

1- Este Standard en su segunda parte establece un procedimiento físico (método objetivo) para evaluar orejeras.  
2 - Para obtener el campo sonoro deseado, deberían ubicarse 9 parlantes, es decir 3 por cada plano (cielo-piso y de las paredes).  
3 - Las señales de prueba consisten en ruido rosa o blanco.  
4 - Para el ensayo de subject-fit (Método B), el ejecutor no da información al individuo para no influenciar en la elección del protector auditivo.

## **ANEXO 2**



**Tabla 2** - Comparación entre los Standards Internacionales que utilizan el método Objetivo, para determinar la pérdida de inserción de los protectores auditivos tipo orejeras.

Especificaciones	ANSI S3.19:1974	ISO 4869/TR-3:1989
<b>Método de medición</b>	Objetivo	Objetivo
<b>Característica de la sala de ensayo</b>	Campo sonoro con incidencia aleatoria.	Campo sonoro con incidencia aleatoria o una onda plana progresiva.
<b>Señales de prueba utilizadas en el ensayo</b>	Ruido de banda ancha filtrado en 1/3 de octava (ruido rosa).	Ruido rosa filtrado en bandas de tercios de octava con frecuencias centrales de 125 Hz a 8000 Hz <sup>2</sup> .
<b>Nivel de presión mínima: NPS (dB)</b>	85 dB	75 dB: 63 Hz - 250 Hz 90 dB: 315 Hz - 4000 Hz 85 dB: 5000 Hz - 8000 Hz
<b>Tipo de micrófono para la evaluación del campo acústico de ensayo</b>	Micrófono direccional.	Micrófono omnidireccional o direccional (sin el dispositivo de ensayo).
<b>Aparato de prueba o dispositivo de ensayo</b>	Cabeza artificial (cubierta con piel artificial) <sup>1</sup> .	Cabeza artificial.
<b>Tipo de micrófono de la cabeza artificial</b>	De presión (L o M, o tipo II de sonómetros American National Standards).	De presión.
<b>Aislamiento acústico de la cabeza artificial (dispositivo de ensayo)</b>	No menos de 60 dB en cualquier banda de frecuencia de prueba.	50 dB: 63 Hz - 250 Hz 65 dB: 315 Hz - 4000 Hz 55 dB: 5000 Hz - 8000 Hz
<b>Ruido de fondo (RF)</b>	NPS – RF ≥ 60 dB para cada banda de frecuencia de prueba.	NPS – RF ≥ 10 dB. NPS y RF medidos con protector auditivo.
<b>Tipo de protectores auditivos usados para la evaluación</b>	Orejeras	Orejeras
1- Para las dimensiones de la cabeza artificial y especificaciones de la piel artificial, véase la norma ANSI S3.19:1974 (requisitos físicos). 2- Las frecuencias de 63 Hz y 80 Hz pueden ser opcionales.		

## **ANEXO 3**

**Tabla 3** - Procedimiento del método 2 de la NIOSH para calcular el NRR, a partir de los valores de la atenuación sonora media de un protector auditivo dado.

Procedimientos	Frecuencia central en bandas de octava (Hz)									Suma Logarítmica
	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	
1. Nivel de ruido rosa (dB)	100	100	100	100	100	----	100	----	100	
2. Correcciones red de ponderación en frecuencias C (dB).	- 0.2	0	0	----	- 0.2	----	- 0.8	----	- 3	
3. Nivel de presión sonora en bandas de octava ponderado "C".	99.8	100	100	100	99.8	----	99.2	----	97	<b>107.9 dB (C)</b>
4. Correcciones red de ponderación de frecuencias A (dB).	- 16.1	- 8.6	- 3.2	0	1.2	----	1.0	----	- 1.1	
5. Nivel de presión sonora en bandas de octava ponderado "A" dB (A).	83.9	91.4	96.8	100	101.2	----	101	----	98.9	
6. Atenuación media de un protector auditivo cualquiera en (dB), por ejemplo:	21	22	23	29	41	43	47	41	36	
	21	22	23	29	41	----	45*	----	38.5*	
7. Desviación standard (dB)	3.7	3.3	3.8	4.7	3.3	3.3	3.4	6.1	6.5	
Desviación standard por 2	7.4	6.6	7.6	9.4	6.6	----	6.7**	----	12.6**	
8. APV <sub>98</sub> (dB) para cada frecuencia (línea 6 - línea 7)	13.6	15.4	15.4	19.6	34.4	----	38.3	----	25.9	
9. Nivel es ponderado A estimados en bandas de octava (línea 5 - línea 8)	70.3	76	81.4	80.4	66.8	----	62.7	----	73	<b>85.1 dB (A)</b>
										<b>NRR (dB)</b>
10. (Valor Suma logarítmica línea 3) – (Valor Suma logarítmica línea 9) – 3 dB***										<b>19.8</b>
* Atenuación promedio de 3000 y 4000 Hz, y 6000 y 8000 Hz.										
** Suma de desviación standard de 3000 y 4000 Hz; y 6000 y 8000 Hz.										
*** Factor de corrección, debido a que el espectro de ruido asumido en el calculo del NRR puede ser bastante diferente del que habría en el lugar de trabajo.										

## **ANEXO 4**

**Tabla 4** - Determinación del valor SNR para un protector auditivo determinado para niveles de presión sonora en bandas de octava ponderados A,  $L_{Af}$ , de un ruido rosa que tiene un nivel de presión sonora ponderado C de 100 dB.

Pasos de medición	Frecuencia central en bandas de octava, $f$ , (Hz)								Suma Logarítmica
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1. Nivel de ruido rosa (dB)	91.5	91.5	91.5	91.5	91.5	91.5	91.5	91.5	<b>100 dB (C)</b>
2. Correcciones red de ponderación en frecuencias A (dB), según NCh2500.	- 26.2	- 16.1	- 8.6	- 3.2	0	1.2	1.0	- 1.1	
3. $L_{Af}$ : Nivel ponderado en dB (A) (Línea 1 y línea 2).	65.3	75.4	82.9	88.3	91.5	92.7	92.5	90.4	<b>98.5 dB (A)</b>
4. $m_f$ : Atenuación sonora promedio de acuerdo con NCh 1331/5 [21].	7.4	10.0	14.4	19.6	22.8	29.6	38.8	34.1	
5. $S_f$ : Desviación estandar de acuerdo con NCh 1331/5 [21].	3.3	3.6	3.6	4.6	4.0	6.2	7.4	5.2	
6. $\alpha S_f$ ( $\alpha = 0.84$ , ver tabla 3)	2.8	3.0	3.0	3.9	3.4	5.2	6.2	4.4	
7. $APV_{f_{80}} = m_f - \alpha S_f$	4.6	7.0	11.4	15.7	19.4	24.4	32.6	29.7	
8. $L_{Af} - APV_{f_{80}}$	60.7	68.4	71.5	72.6	72.1	68.3	59.9	60.7	
<b>NOTAS:</b>									
1 - En este ejemplo se ha seleccionado un rendimiento de protección del 80 %.									
2 - La magnitud del nivel de presión sonora del ruido rosa se ha elegido para simplicidad del cálculo y no afecta al resultado del SNR.									

Luego, el  $SNR_{80}$  se calcula de acuerdo con la ecuación 4 y redondeando al entero más próximo.

$$SNR_{80} = 100 \text{ dB} - 10 \log (10^{0.1 \times 60.7} + 10^{0.1 \times 68.4} + \dots + 10^{0.1 \times 60.7}) \text{ dB} = 22 \text{ dB}$$

## **ANEXO 5**

### **“GUIA PARA LA SELECCIÓN Y CONTROL DE PROTECTORES AUDITIVOS”**

# GUIA PARA LA SELECCIÓN Y CONTROL DE PROTECTORES AUDITIVOS

## 1. INTRODUCCIÓN

Los Protectores Auditivos son la última línea defensiva contra el ruido en un Programa de Conservación Auditiva<sup>1</sup>. En donde además, se debe tomar medidas relativas a la identificación de áreas ruidosas, la determinación de la exposición individual al ruido, y la disminución del mismo (*ver anexo 1*). Éstos reducen el nivel de ruido obstaculizando su trayectoria, desde la fuente de emisión del ruido hasta el receptor (trabajador). Los protectores auditivos deben ser entregados a trabajadores expuestos por sobre el límite máximo permisible, según lo establecido en el *D.S. N° 594/99 del MINSAL* y deben ser usados durante toda la exposición al riesgo de adquirir sordera profesional. Es por esto que cuando los controles de ingeniería no pueden reducir los peligrosos niveles de ruido en un ambiente de trabajo, la protección auditiva es la última instancia para reducir la exposición a ruido de un trabajador.

En la selección de protectores auditivos debe tomarse especial cuidado sobre la importancia de considerar algunos aspectos que pueden influir en el rendimiento, por ejemplo, condiciones ambientales (calor, humedad, etc.) o compatibilidad con otros elementos de protección personal (EPP's). Además, de la comodidad que debe entregar al trabajador para lograr la aceptación de su uso.

## 2. OBJETIVOS

- Proporcionar recomendaciones para la selección y control de protectores auditivos.
- Entregar un documento de referencia para el funcionario o profesional a cargo de la protección auditiva y personas encargadas de comprar, suministrar, o usar protectores auditivos.

---

<sup>1</sup> La finalidad de este programa debería ser suprimir los riesgos (en el lugar de trabajo) o reducirlos al nivel más bajo posible por todos los medios adecuados.

### 3. DEFINICIONES

**Almohadilla:** Elemento adaptable que se fija al contorno de la copa y que contiene un material de relleno, líquido o de plástico esponjoso, para mejorar la confortabilidad y el ajuste de las Orejeras en la cabeza.

**Arnés:** Arco, generalmente de plástico o metálico. Diseñado para contribuir a un buen ajuste de la Orejera alrededor de las orejas, ejerciendo una fuerza sobre las copas y una presión por medio de las almohadillas. Dependiendo del diseño pueden ponerse sobre la cabeza, debajo de la barbilla o detrás de la cabeza.

**Cinta de Cabeza:** Cinta flexible fijada a cada copa, o al arnés cerca de la copa. Esta prevista para soportar las Orejeras cuando el arnés no se apoya sobre la cabeza.

**Copa:** Elemento en forma de domo montado en el arnés, al cual se le acoplan una almohadilla y un relleno.

**Revestimiento o Relleno de las copas:** Material absorbente, generalmente de espuma que es colocado en el interior de la copa.

**Elementos de Protección Personal (EPP's):** Todo equipo, aparato o dispositivo especialmente proyectado y fabricado para preservar el cuerpo humano, en todo o en parte, de riesgos específicos de accidentes del trabajo o enfermedades profesionales. Definición según *D.S. N° 173/82 del MINSAL*.

**Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente ponderado A (NPSeq o  $L_{Aeq,T}$ ):** Es aquel nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A, que en el mismo intervalo de tiempo, contiene la misma energía total que el ruido medido.

**Nivel de presión sonora efectivo ponderado A, ( $L'_A$ ):** Diferencia entre el NPSeq o el nivel de presión sonora peak, según se trate de ruido estable, fluctuante, o impulsivo respectivamente, y la reducción de ruido que otorgará el protector auditivo. La cual, en caso de exposición a ruido estable o fluctuante se puede calcular de acuerdo a la norma chilena Nch 1331/6<sup>2</sup>. Definición según *D.S N° 594/99 del MINSAL*.

**Reducción de ruido efectiva:** Reducción del  $L_{Aeq,T}$  proporcionada por el uso de un protector auditivo, teniendo en cuenta el tiempo de uso durante la exposición al ruido.

**Limite Máximo Permisible (LMP):** Cantidad de sustancia o condición en el ambiente de trabajo, que puede recibir una persona en su jornada laboral diaria, por debajo de la cual existen pocas probabilidades de adquirir una enfermedad profesional.

---

<sup>2</sup> Aunque inicialmente la norma esta prevista para exposiciones a ruido estable o fluctuante, también se puede aplicar a ruidos que contengan componentes impulsivos. Pero no es aplicable para mediciones del nivel sonora peak.



## 4. PROTECTORES AUDITIVOS

### 4.1 Definición y Clasificación

Los Protectores Auditivos son elementos de protección personal (EPP's) cuyas propiedades de atenuación tienen por objeto reducir los niveles de presión sonora que llegan al oído<sup>3</sup> Se pueden clasificar<sup>4</sup> de la siguiente manera:

- Orejeras;
- Tapones;
- Protectores Auditivos especiales.

#### 4.1.1 Orejeras

##### 4.1.1.1 Descripción

Las Orejeras están formadas por un arnés de metal o de plástico que sujeta dos copas circumaurales hechas casi siempre de plástico. A veces se fija a cada copa, o al arnés cerca de las copas, una cinta de cabeza. La copa encierra por completo el pabellón auditivo y se aplica herméticamente contra la cabeza por medio de una almohadilla, generalmente rellena de espuma o líquido. Casi todas las copas tienen un revestimiento interior que absorbe el sonido transmitido a través del armazón diseñado para mejorar la atenuación. En algunos de estos dispositivos, el arnés puede colocarse por encima de la cabeza, por detrás del cuello y por debajo de la barbilla (*ver figura 1*), en donde las copas son sostenidas a través de la cinta de cabeza.

##### 4.1.1.2 Clasificación<sup>4</sup>

4.1.1.2.1 De acuerdo a su tamaño, las orejeras se clasifican en tres tallas:

- Pequeña (S);
- Estándar (N);
- Grande (L).

4.1.1.2.2 De acuerdo al elemento utilizado para acoplar las orejeras, estas se clasifican en:

- Orejeras con arnés (*ver figura 1*);
- Orejeras acopladas a un casco de protección (*ver figura 2*).

4.1.1.2.3 De acuerdo a su posición en el uso, los arneses se clasifican en los tipos siguientes:

- De posición universal;
- De posición única.

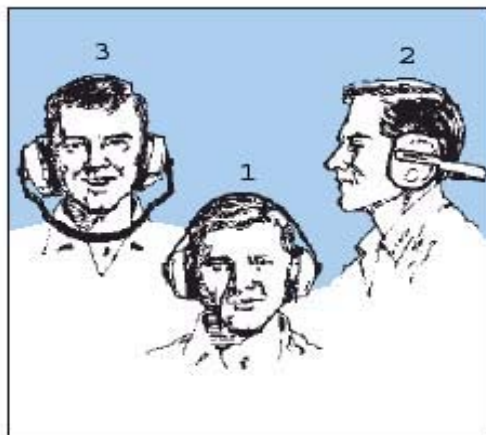
---

<sup>3</sup> Definición según NCh 1358:2000 "Protectores Auditivos – Terminología y Clasificación".

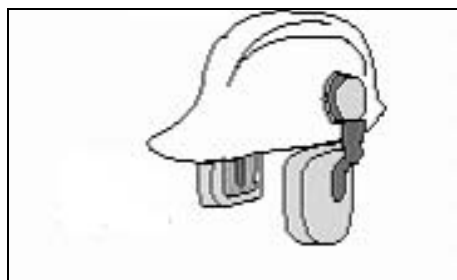
<sup>4</sup> Clasificación según NCh 1358:2000 "Protectores Auditivos – Terminología y Clasificación".

Los arneses de posición única, tal como se muestra en la figura 1. Se pueden a su vez clasificar en:

4. Arnés de cabeza;
5. Arnés de nuca;
6. Arnés de barbilla.



**Figura 1** - Diferentes posiciones que puede adoptar una Orejera con arnés.



**Figura 2** - Orejeras acopladas a un casco de protección.

#### NOTAS:

1 - Los arneses universales se pueden usar sobre la cabeza, en la nuca o bajo la barbilla. Estos dos últimos se pueden utilizar con un casco de protección pero con cintas de cabeza para obtener una buena adaptación de las orejeras.

2 - La efectividad de un protector auditivo tipo orejera está determinada por la tensión del arnés y la colocación de las copas [1]

3 - Las Orejeras de tamaño Estándar (N) están previstas para ajustarse a la mayoría de los tamaños de cabeza de la población. Las tallas Pequeña (S) y Grande (L) están diseñadas para adaptarse a tamaños de cabeza particulares.

## 4.1.2 Tapones

### 4.1.2.1 Descripción

Son protectores auditivos que se insertan en el conducto auditivo o en la cavidad de la oreja, bloqueando la transmisión del sonido por vía aérea. A veces vienen provistos de un cordón interconector o de un arnés.

### 4.1.2.2 Clasificación

Los tapones se clasifican de acuerdo a su vida útil y según su adaptabilidad al uso<sup>5</sup>.

#### 4.1.2.2.1 Clasificación según vida útil:

- *Desechables*: Estos están destinados a un solo uso.
- *Reutilizables*: Pueden ser usados más de un vez.

#### 4.1.2.2.2 Clasificación según adaptabilidad al uso:

- *Tapones moldeables por el usuario*: Se enrollan con los dedos para comprimirlos y luego son insertados en el conducto auditivo donde se expanden. Se comercializan en vinilo, silicona, elastómeros, algodón y cera, lana de vidrio hilada y espumas de celda cerrada (ver figura 3).



**Figura 3** - Tapones moldeables por el usuario.

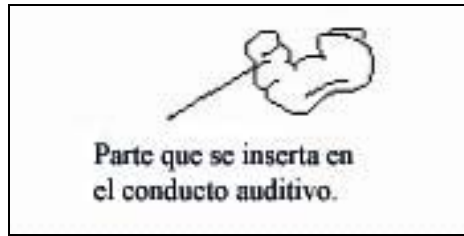
- *Tapones premoldeados*: Son hechos principalmente de plásticos con una, doble o triple cañas (o rebordes) que ayudan a sellar el conducto auditivo (ver figura 4).



**Figura 4** - Tapones premoldeados.

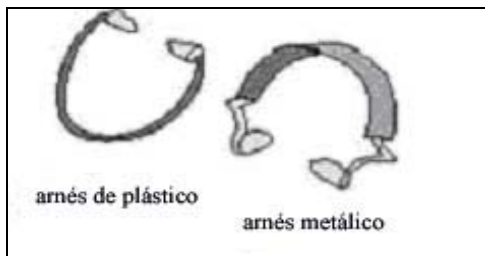
<sup>5</sup> Clasificación según NCh 1358:2000. "Protectores Auditivos – Terminología y Clasificación".

- *Tapones personalizados*: Hechos a la medida del conducto auditivo del usuario, son de masilla de silicona, vinilos o acrílicos (*ver figura 5*).



**Figura 5** - Tapones personalizados.

- *Tapones unidos por un arnés*: Son tapones generalmente fabricados en silicona, caucho o materiales plásticos flexibles y se suspenden de un arnés (*ver figura 6*). Se introducen en el conducto auditivo o bien se colocan a la entrada del mismo.



**Figura 6** - Tapones unidos por un arnés.

### 4.1.3 Protectores Auditivos Especiales

#### 4.1.3.1 Generalidades

Cuando se use un Protector Auditivo Lineal<sup>6</sup> (Tapón u Orejera) no debe provocar inconvenientes al usuario como: dificultad para entender un diálogo, no escuchar señales de peligro o de cualquier otro sonido o señal necesarios para la actividad laboral. En caso contrario se deben utilizar Protectores Auditivos Especiales diseñados para tales problemas.

#### 4.1.3.2 Clasificación<sup>7</sup>

**4.1.3.2.1 Protectores auditivos dependientes del nivel de presión sonora:** Son protectores auditivos cuya curva de atenuación depende del nivel de presión sonora.

**4.1.3.2.2 Protectores auditivos activos:** Incorporan circuitos electroacústicos destinados a reproducir una señal idéntica a la entrada, pero desfasada en 180° (*principio de cancelación*).

<sup>6</sup> Es aquel que no cambia su curva de atenuación sonora, independiente del nivel de ruido del lugar.

<sup>7</sup> Clasificación según NCh 1358:2000. "Protectores Auditivos – Terminología y Clasificación".

**4.1.3.2.3 Orejeras con sistema de comunicación:** Usan un sistema de intercomunicación incorporado, de tipo inalámbrico o por cable, a través del cual se pueden transmitir señales audibles de cualquier tipo.

**4.1.3.2.4 Cascos anti-ruido:** Elementos de protección personal que cubren las orejas y gran parte de la cabeza, permitiendo de esta manera la transmisión de ondas sonoras aéreas a la cavidad craneana disminuyendo así la conducción ósea del sonido al oído interno.

## 5. SELECCIÓN DEL PROTECTOR AUDITIVO

### 5.1 Generalidades

Para la selección del protector auditivo es necesaria la evaluación de los riesgos en el puesto de trabajo, con el objeto de identificar los riesgos y las condiciones ambientales que pueden afectar la vida útil y rendimiento del protector (calor, humedad, etc.). Es recomendable que personal capacitado, con la colaboración del trabajador participen en dicho proceso. Para llevarlo a cabo es importante tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Exigencias en materia de atenuación sonora;
- Marca de certificación reconocida por la autoridad sanitaria (*Instituto de Salud Pública de Chile “ISP”*);
- Comodidad que ofrece al trabajador y si el protector auditivo ejerce influencia sobre algún problema de salud;
- Condiciones del lugar de trabajo;
- Compatibilidad con otros EPP’s.

Estas consideraciones son indicadas con más detalle en la tabla 1 y descritas, a través de un diagrama de flujo en el anexo 2. En el cual, se puede observar la secuencia de actividades, los puntos de decisión y los factores que son claves para la selección del protector auditivo.

**Tabla 1 - Factores a tener en cuenta en la selección del Protector Auditivo.**

Legales	Técnicos	Referentes al Usuario	Ambientales y Laboral
- Requisitos de la Evaluación del riesgo (Instructivo de aplicación del D.S. N° 594/99, título IV, párrafo 3°, Ruido).  - EPP adecuado al riesgo y de calidad certificada (artículos 53 y 54 del D.S. N° 594/99 del MINSAL).	- Requerimientos de atenuación sonora (Nch 1331/6).  - Compatibilidad con otros EPP’s (ajuste correcto).	- Problemas de salud.  - Comodidad del Trabajador (normas Nch 1331/1 y 1331/2).  - Efecto sobre la comunicación y audición (efecto de Oclusión, criterio de protección de EN 458).	- Condiciones ambientales y de otros riesgos del lugar de trabajo.  - Actividad laboral que realiza el trabajador.

## **5.2 Descripción de los factores a tener en cuenta en la Selección del Protector Auditivo**

### **5.2.1 Factores Legales:**

#### **5.2.1.1 Requisitos de la Evaluación del Riesgo (Exposición a ruido del Trabajador)**

Para conocer la magnitud del riesgo en el lugar de trabajo es necesario emplear una metodología de evaluación de la exposición a ruido. Esto comprende la duración de la exposición al riesgo, las condiciones existentes en el trabajo y su entorno, el tipo de ruido, el número de muestras, entre otros. Esto hace difícil regular o establecer un procedimiento único de medición de ruido laboral, ya que estos factores dependen de las características intrínsecas del medio en el que se está evaluando, las que también cambian de una actividad productiva a otra.

En este sentido, es importante establecer un procedimiento que sea común para las Instituciones del país encargadas de evaluar los niveles de exposición a ruido de los trabajadores que permita la comparación entre ellos. Bajo este contexto un criterio común de evaluación del riesgo es el Instructivo de Ruido<sup>8</sup> del Instituto de Salud Pública de Chile “ISP”. Con el que se puede determinar la exposición a ruido de un trabajador a lo largo de su jornada laboral, basado en lo indicado en el D.S. N° 594/99 del MINSAL, Título IV, Párrafo 3 °, Agentes Físicos – Ruido. Este requisito determinará en caso que el riesgo no pueda evitarse o limitarse por otros medios, si es necesaria la utilización de protección auditiva.

#### **5.2.1.2 EPP Adecuado al Riesgo y de Calidad Certificada (Artículos 53 y 54 del D.S. 594/99 del MINSAL)**

El protector auditivo debe elegirse de modo que reduzca efectivamente la exposición a ruido con riesgo de adquirir sordera profesional, garantizando una protección eficaz y segura. Es decir, cuando un trabajador utilice protección auditiva, se debe cumplir con lo dispuesto en el D.S. N° 594/99 del MINSAL, de manera que *el nivel de presión sonora efectivo* no supere los límites máximos permisibles establecidos en dicho reglamento.

Por otro lado, el protector auditivo debe cumplir con las normas y exigencias de calidad, ya sean de procedencia nacional o extranjera reconocida por el Instituto de Salud Pública de Chile (ISP), donde es necesaria la Identificación de la Norma, el Certificado de Conformidad y Sello de Calidad. Documentación que establece las condiciones de diseño, fabricación y métodos de ensayo de atenuación sonora, las cuales determinan la calidad y durabilidad del producto. Además, de requisitos para su comercialización. Garantizando de esta manera, la seguridad de su uso en el lugar de trabajo.

#### NOTAS:

1. La regulación para las condiciones de comercialización, utilización y exigencias de calidad de los EPP's están establecidas en el D.S. N° 18/82 del MINSAL.

---

<sup>8</sup> Se puede conseguir en [www.ispch.cl](http://www.ispch.cl).

2. Es muy conveniente, por parte del fabricante, la obligación de suministrar un folleto informativo junto con cada protector auditivo. Documento muy útil en el proceso de selección y uso del protector auditivo para garantizar un comportamiento correcto del mismo frente al riesgo para el que ha sido diseñado. Éste debe contener información como, por ejemplo: instrucciones y limitaciones de uso, mantenimiento, limpieza, vida útil, etc. Debe estar escrito en español y su contenido ser perfectamente claro.

## 5.2.2 Factores Técnicos:

### 5.2.2.1 Requerimientos de Atenuación Sonora

Es importante que el protector auditivo reduzca el ruido a niveles de presión sonora por debajo del límite máximo permisible. Aunque por otro lado es igualmente necesario que no obstaculice la percepción del habla, señales de peligro o de cualquier otro sonido o señal necesarios para el ejercicio correcto de la actividad laboral. En caso necesario, se deben utilizar protectores auditivos especiales (*ver 4.1.3*). Para garantizar una protección eficaz en materia de las exigencias acústicas del protector auditivo, se debería tener en cuenta los siguientes aspectos:

- **Selección del protector auditivo en función de su atenuación sonora:** El protector auditivo seleccionado debe ser de calidad certificada reconocida por la autoridad sanitaria “ISP”. Documento que debe indicar las atenuaciones producidas por el protector en condiciones normalizadas de ensayo que con ayuda de diferentes métodos y números simplificados de reducción de ruido<sup>9</sup> (*ver tabla 2*) y los datos disponibles de la exposición a ruido (*por ejemplo: NPSeq*), permitirán conocer la estimación del nivel de presión sonora efectivo ponderado A ( $L'_A$  o  $NPSeff$ ), cuando se usan protectores auditivos en los lugares de trabajo. Procedimientos que están descritos en detalle en la norma chilena Nch 1331/6.

NOTA – El problema que ha causado la utilización de los métodos y números simplificados de reducción de ruido, en muchos casos, es que se le ha dado una importancia injustificada al factor único de atenuación proporcionado por el protector. En algunos casos las decisiones de adquisición se fundamentan en diferencias de sólo 1 dB, cuando en la norma chilena Nch 1331/6, se menciona que diferencias de hasta 3 dB en este parámetro, no son significativas para comparar protectores auditivos. Con esto, se le ha restado importancia a otros aspectos que son fundamentales para la selección del protector como lo son: comodidad del trabajador, necesidad de comunicación y audición o compatibilidad con otros EPP's.

---

<sup>9</sup> Valor global o factor único de atenuación sonora del protector auditivo.

**Tabla 2** - Métodos y números simplificados de reducción de ruido usados para estimar el *Nivel de Presión Sonora Efectivo Ponderado A*, ( $L'_A$  o  $NPSef$ ), cuando se usan protectores auditivos.

Número simplificado o método de reducción de ruido	Definido o exigido por:	Usado en:	Requisitos de datos de atenuación sonora del protector auditivo
NRR (Noise Reduction Rating)	Environmental Protection Agency de USA	USA	ANSI S3.19:1974
NRR (SF) (Noise Reduction Rating Subject-fit)	NHCA ( <i>National Hearing Conservation Association</i> )	USA	ANSI S12.6 Method B
SNR (Single Number Rating)	ISO: 4869-2	Unión Europea	ISO: 4869-1
HML (High, Mid, Low)	ISO: 4869-2	Unión Europea	ISO: 4869-1
CLASS (CSA)	Z94.2	Canadá	ANSI S3.19:1974
CLASS (SLC <sub>80</sub> )	AS/NZS. 1270	Australia/ Nueva Zelanda	AS/NZS. 1270

- Rendimiento en terreno de los Protectores Auditivos:** Para estimar el nivel de presión sonora efectivo ponderado A ( $L'_A$  o  $NPSef$ ), se deben utilizar los datos de la atenuación sonora del protector auditivo. Los cuales, son obtenidos a partir del ensayo descrito en Nch 1331/5. Ensayo que se realiza bajo condiciones de laboratorio bien controladas, por lo que los resultados son siempre mejores que en condiciones reales (terreno). Es decir, en terreno varía la atenuación sonora debido a la variabilidad que existe entre las condiciones de laboratorio y las de en terreno, por ejemplo: inadecuada colocación del protector auditivo o uso de otros EPP's pueden disminuir el rendimiento de la atenuación sonora del protector [2]. Este comportamiento en terreno varía de un producto a otro. Bajo este contexto, la NIOSH<sup>10</sup> y OSHA<sup>11</sup> establecieron que el número simplificado de reducción de ruido "NRR" para estimar el " $L'_A$  o  $NPSef$ ", debía corregirse o ajustarse, tal como se indica a través de un ejemplo en el anexo 3.
- Combinación de Orejeras y Tapones:** En los casos que se requiera *Doble Protección (Orejera y Tapón)*, se debe tener presente que la protección entregada no es la suma aritmética de los dos protectores auditivos. Es importante, elegir productos que adjunten datos relativos al comportamiento de tal combinación.

<sup>10</sup> National Institute for Occupational Safety and Health de USA.

<sup>11</sup> Occupational Safety and Health Administration de USA.



### **5.2.2.2 Compatibilidad con otros Elementos de Protección Personal (EPP's)**

Se deberá analizar en conjunto en la utilización con otros EPP's la no generación de riesgos añadidos manteniendo su compatibilidad entre sí y su eficacia en relación con el riesgo o riesgos correspondientes. Es importante tener en cuenta que el uso de un protector auditivo (dependiendo del tipo) con otro EPP puede provocar una reducción de la protección otorgada por éste (*ver 6.2.2.2*).

En la evaluación de los riesgos se debe definir los agentes a los cuales está expuesto el trabajador (en un determinado puesto de trabajo) para contemplar en la selección del protector auditivo si se debe utilizar otros EPP's, con el fin de proteger al trabajador frente a varios riesgos. Para esto se recomienda aplicar una lista de chequeo tal como se muestra en el anexo 4. En la cual, se establezca los riesgos presentes en el lugar de trabajo. Incluyendo las características de la exposición a ruido de acuerdo a lo enunciado en 5.2.1.1.

### **5.2.3 Factores referentes al Usuario:**

#### **5.2.3.1 Problemas de Salud**

Antes de asignar un protector auditivo es necesario averiguar si es que el trabajador padece o ha padecido enfermedades al oído o enfermedades a la piel e indagar sobre que trabajadores presentan pérdida auditiva inducida por el ruido. Las que pueden agravarse con el uso de éste. También, es necesario examinar las condiciones anatómicas del pabellón auditivo. Si tales problemas están presentes no debe proporcionarse protectores auditivos hasta un tratamiento médico. De acuerdo a esto se podrá decidir qué tipo de protector auditivo es el más idóneo para un sujeto frente a determinadas incapacidades de salud.

#### **5.2.3.2 Comodidad del Trabajador**

Siempre que haya que aplicar un proceso de selección de protectores auditivos, se debe tener en cuenta la colaboración de los trabajadores. Estos deben poder escoger entre diversos tipos y tallas de protectores auditivos, a fin de realizar ensayos de adaptación y comodidad que aseguren una gama de adaptación suficiente a las variaciones de morfología de los trabajadores, cuidando de que la protección que brinden sea la necesaria.

Para que el protector auditivo sea usado durante toda la exposición al riesgo, éste debe ser cómodo para el trabajador. Insuficiente comodidad dará como resultado que el equipo sea usado de vez en cuando, con lo cual la protección "*reducción de ruido efectiva*" se verá reducida sustancialmente (*ver anexo 7*). Es importante tener en cuenta que parámetros como la masa, los materiales, las terminaciones, la presión de las almohadillas, la fuerza del arnés, el tamaño, el impedimento de la transpiración y aumento de sudoración, entre otros, pueden influir de algún modo en el uso y aceptación del protector auditivo.

En las normas chilenas *Nch 1331/1* y *1331/2* se establecen requisitos de construcción, diseño y comportamiento que deben cumplir las Orejeras y Tapones.

### 5.2.3.3 Efecto sobre la Comunicación y Audición

Debido al *efecto de oclusión* que causan la mayoría de los protectores auditivos, el cual describe el aumento de la eficacia con que el sonido transmitido por vía ósea llega al oído a frecuencias inferiores a 2.000 Hz, cuando el conducto auditivo se obstruye con un Tapón o se cubre con una orejera [1], lo que produce que la propia voz tiende a sonar más fuerte. Para adaptarse a un volumen mayor de la propia voz, casi todos los trabajadores tienden a bajarla considerablemente. Provocando que la comunicación se vea afectada. Además, incluso sin efecto de oclusión, casi todos los trabajadores elevan la voz en un ambiente ruidoso. Por tanto, la combinación de voz más baja a consecuencia del uso de protectores auditivos y de una elevación insuficiente para compensar el ruido ambiental afecta gravemente a la capacidad de los usuarios de protectores auditivos para escucharse y entenderse en ambientes ruidosos.

Dicho esto, es importante que el protector auditivo no brinde una atenuación excesiva. Por ejemplo, si el *nivel de presión sonora efectivo ponderado A*, ( $L'_A$ ) está más de 15 dB por debajo del valor deseado, el protector otorgará demasiada atenuación. Considerándose, según el criterio de protección de la norma EN 458 (*ver tabla 3*) en sobreprotección. Causando que el trabajador se retire el protector auditivo cuando necesite comunicarse, además de interferir con las señales de alarma que debe escuchar y el consiguiente riesgo de accidente.

**Tabla 3** - Criterio de protección de un protector auditivo en una situación de ruido específica, según la norma europea EN 458.

Nivel de presión sonora efectivo ( $L'_A$ )	Estimación de la protección
Mayor que LMP	Insuficiente
Entre LMP y LMP -5	Aceptable
Entre LMP -5 y LMP -10	Satisfactorio
Entre LMP -10 y LMP -15	Aceptable
Menor que LMP -15	Sobreprotección

## 5.2.4 Factores Ambientales y Laboral

### 5.2.4.1 Condiciones Ambientales y de Riesgo del Lugar de Trabajo

Es importante chequear las condiciones ambientales del lugar de trabajo. Por ejemplo: la existencia de humedad excesiva, calor o frío. Aspectos que pueden influir en la vida útil del protector auditivo. Por otro lado, la exposición a otros agentes como: químicos; eléctricos; o térmicos. También, deben considerarse, ya que de acuerdo a estos aspectos se deberá elegir el protector auditivo más óptimo para ese tipo de ambiente, con el objeto de garantizar la función protectora requerida durante toda su vida útil. La verificación de estos factores se puede realizar a través de una lista de chequeo, como la que se muestra en el anexo 4.

### 5.2.4.2 Actividad Laboral

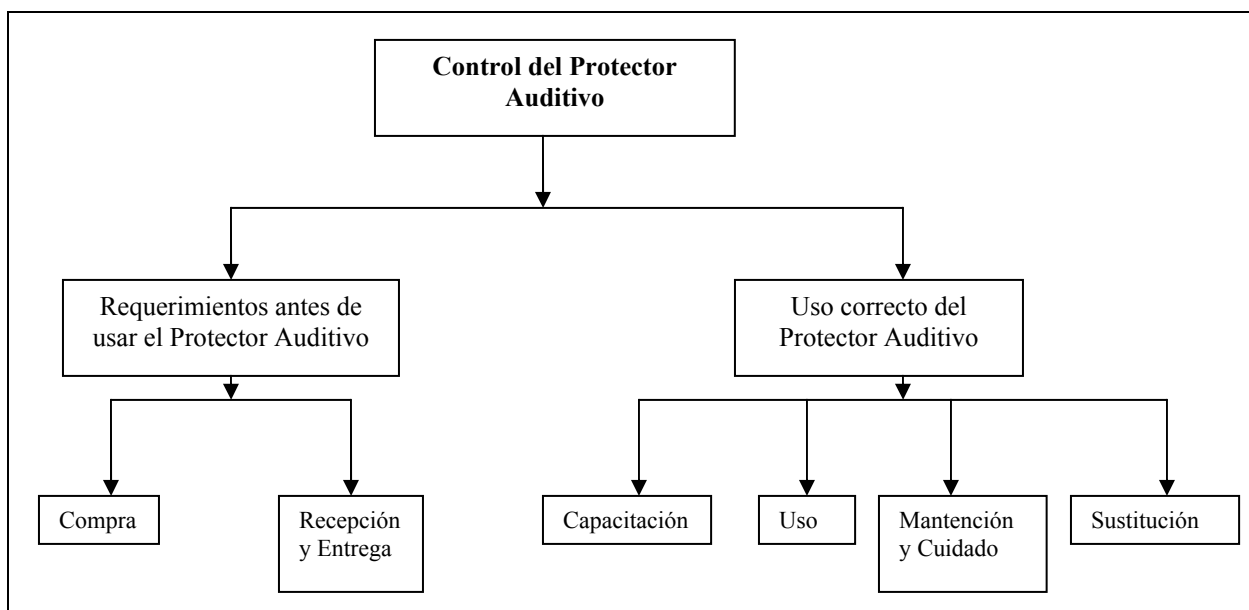
En situaciones donde el trabajador requiera hacer maniobras en lugares pequeños (espacios confinados) los tapones serian una buena elección.

Muchas veces ciertos tipos de trabajo provocan que el trabajador transpire de manera excesiva en la zona recubierta por las orejeras, para estas situaciones es recomendable usar Tapones.

NOTA - Como recomendación general, es importante tener en cuenta que las orejeras resultan incómodas en ambientes calurosos porque aumentan la transpiración, mas aún cuando el ambiente es polvoriento la acumulación de capa de polvo entre la almohadilla y la piel puede dar como resultado una irritación de ésta.

## 6. CONTROL DEL PROTECTOR AUDITIVO

Una vez que el protector auditivo sea seleccionado, el próximo objetivo es asegurarse que cada trabajador lo use de manera correcta y mantenga en buen estado. El proceso de control (*ver figura 7*) debe ser capaz de garantizar que el protector auditivo que va usar el trabajador corresponda efectivamente al seleccionado.



**Figura 7** - Esquema del proceso de Control del Protector Auditivo.

### 6.1 Requerimientos antes de usar el Protector Auditivo

Antes de que el protector auditivo llegue al trabajador es necesario verificar que en la adquisición del producto, se cumplan con todas las especificaciones establecidas en el proceso de selección por personal capacitado. Garantizando de esta manera que el protector

auditivo recepcionado y posteriormente suministrado sea el correspondiente ha dicho proceso.

### **6.1.1 Compra**

Al adquirir un protector auditivo es recomendable contar con una ficha de adquisición (*ver Ficha de Adquisición en anexo 5*). En la cual, se identifiquen los riesgos y condiciones ambientales del lugar de trabajo. Además, del tipo de protector auditivo requerido.

La Ficha de Adquisición debe ser enviada al proveedor, formando parte del pliego de condiciones de adquisición del protector auditivo. Por su parte, el encargado de la adquisición (compra) debe exigir toda la documentación técnica necesaria del equipo (en español) al proveedor. Folleto informativo que debe ser lo más claro y fácil de comprender.

### **6.1.2 Recepción y Entrega**

El encargado de hacer esta labor debe estar capacitado en Protección Auditiva, con el objeto de recepcionar y posteriormente distribuir correctamente el equipo solicitado. Verificando que posea toda la documentación técnica exigida previamente en la compra, además de que se encuentre en perfectas condiciones. Es importante que el equipo se encuentre con la siguiente información general (marcado y etiquetado):

- Nombre, razón social o marca registrada del fabricante o importador;
- Código del modelo;
- Fecha de fabricación;
- Tipo de Protector Auditivo;
- Datos de atenuación sonora;
- Marca de certificación; e
- Instrucciones de uso, mantención y almacenamiento.

## **6.2 Uso correcto del Protector Auditivo**

Con el fin de que el protector auditivo brinde la protección requerida. Éste debe ser usado de forma adecuada, estableciendo capacitaciones y entrenamientos a los trabajadores que incluyan el uso, mantenimiento y cuidado del protector auditivo.

### **6.2.1 Capacitación**

Los trabajadores deben ser capacitados de cómo usar un protector auditivo adecuadamente<sup>12</sup> y conocer cuándo y dónde deben usarlos, además de saber el por qué

---

<sup>12</sup> Es deber del empleador entregar el adiestramiento necesario en el uso correcto del EPP según el artículo 53 del D.S. N° 594/99 del MINSAL.

deben usarlos (*derecho a saber*). Deben estar al tanto de todos sus derechos y obligaciones con relación a su salud y seguridad en los lugares de trabajos.

### **Consideraciones Generales para la capacitación de protección auditiva:**

**6.2.1.1** Cuando se entregan por primera vez protectores auditivos de cualquier tipo, el mejor procedimiento dentro de la capacitación, es hacerlo de a una persona o en grupos reducidos de no más de 5 trabajadores por instructor. Con el objetivo de permitir una mayor participación de éstos.

**6.2.1.2** Antes de usar un protector auditivo por primera vez el instructor debe examinar visualmente el pabellón auditivo y el conducto auditivo del trabajador para constatar posibles anomalías que puedan interferir o agravarse con el uso de algún tipo particular de protector auditivo e indicárselo al trabajador y personal médico.

**6.2.1.3** Conceptos de ruido ocupacional, deben ser explicados de forma simple y clara, considerando todos los factores que la exposición a ruido, generan en la salud.

**6.2.1.4** No poner a disposición del personal protectores auditivos sin previa capacitación de cómo se deben usar correctamente.

**6.2.1.5** No solo depender de las instrucciones del fabricante, ya que no siempre los trabajadores tienen el tiempo o las ganas de estudiarlas.

**6.2.1.6** Indicar al trabajador las limitaciones de un protector auditivo como por ejemplo: que la eficacia de éste se disminuye a causa de daños, uso inapropiado o simplemente que se debe llevar siempre puesto durante toda la exposición a ruido.

**6.2.1.7** Mantener sesiones de capacitación periódicamente, con el objetivo de ir introduciendo conceptos más avanzados y responder a dudas que vayan surgiendo en el proceso de éste.

NOTA - Para garantizar la correcta colocación de protectores auditivos se deben tener presente las siguientes recomendaciones que se adjuntan en el anexo 6.

### **6.2.2 Uso**

Es deber del trabajador utilizar el protector auditivo durante toda la exposición al riesgo<sup>13</sup> Aspectos, como por ejemplo: de comodidad, atenuación sonora adecuada del protector auditivo y capacitaciones periódicas deberían garantizar el uso correcto del protector auditivo. Además, siempre es conveniente que se tenga presente las instrucciones del fabricante respecto de su uso.

---

<sup>13</sup> Establecido en el artículo 53 del D.S. N° 594/99 del MINSAL.

Por otro lado, es necesario identificar y señalar las zonas ruidosas en donde el uso de protección auditiva se requiera. Por ejemplo, a través de mapas de ruido. El acceso a dichas zonas debe ser solo con protectores auditivos adecuados al riesgo, prohibiéndose el ingreso de trabajadores sin estos medios de protección personal con una señalización bien visible.

Para que los protectores auditivos sean utilizados adecuadamente en zonas ruidosas y en todo instante de riesgo se deberían considerar los siguientes aspectos:

#### **6.2.2.1 Aceptabilidad e Información**

La comodidad del protector auditivo es un factor primordial para que sea usado durante todo el tiempo de exposición a ruido. Para esto se debe dar la libre elección al trabajador de cual protector le es más cómodo, cumpliéndose con todos los requerimientos para esa zona de trabajo.

Los trabajadores deben estar enterados de las medidas de control de ruido<sup>14</sup> que hayan sido adoptadas por su empresa. Indicándoles, en el caso que sea posible que tales medidas son transitorias y se mantendrán en vigor hasta que se hayan perfeccionado los controles en la fuente de ruido o en el medio de propagación. Medidas que deben ser parte de un programa de conservación auditiva tal como se muestra en el anexo 1.

#### **6.2.2.2 Compatibilidad con otros EPP's**

El uso de otros elementos de protección personal puede ocasionar que la protección entregada por el protector auditivo se vea afectada. Es conveniente que en la utilización de Orejeras y Tapones unidos por una arnés con otros EPP's sea la adecuada. Algunas recomendaciones respecto de la compatibilidad con otros EPP's se muestran en la tabla 4.

---

<sup>14</sup> Su finalidad es suprimir los riesgos (en el lugar de trabajo) o reducirlos al nivel más bajo posible por todos los medios adecuados. Los niveles de ruido a que están expuestos los trabajadores y los tiempos de exposición no deberían exceder los límites máximos permisibles descritos en los artículos 75 y 80 del D.S N° 594/99 del MINSAL.

**Tabla 4** - Recomendaciones cuando se utilicen Orejeras o Tapones unidos por una arnés con otros EPP's.

<b>Ropa de Protección</b>	<b>Elemento de Protección Ocular</b>	<b>Pantallas Faciales</b>	<b>Capucha</b>	<b>Casco de Protección</b>	<b>Aparato de Protección Respiratoria</b>
Debe ser usada sobre el protector auditivo y no debajo de éste.	Los lentes de protección debiesen tener patas con un perfil fino, de modo que no se produzcan fugas (mal sellamiento contra la cabeza). En este caso se recomienda el uso de Tapones.	Verificar que las dimensiones de la pantalla facial sean adecuadas de modo que no interfiera con el uso del protector auditivo.	El protector auditivo debe ser usado bajo la capucha.	En estos casos casi siempre es mejor el uso de Orejeras acopladas a un casco de protección. Pero existe la posibilidad de usar Orejeras universales, ya que se puede colocar el arnés bajo la barbilla o en la nuca.	Verificar que el arnés de sujeción del aparato de protección respiratoria no interfiera con el sellamiento de las Orejeras (fugas) contra la cabeza. En este caso se recomienda el uso de Tapones.

### 6.2.2.3 Monitoreo

El supervisor o la persona encargada debe chequear periódicamente el uso de Protección Auditiva en aquellos trabajadores expuestos a ruido con riesgo de adquirir sordera profesional. Ellos deben estar familiarizados con todos los procedimientos de control de Protección Auditiva. Para esto, deben haber recibido al menos una capacitación básica de cómo usar protectores auditivos.

### 6.2.2.4 Tiempo de Uso

Para lograr el mejor rendimiento de un protector auditivo. Éste debe ser llevado durante toda la exposición a ruido. Si es removido por solo un periodo corto de tiempo, la protección “reducción de ruido efectiva” se reduce sustancialmente (ver anexo 7). Por eso es muy importante que cada trabajador tenga en cuenta la importancia de usar su protector auditivo durante toda la exposición a ruido riesgosa.

NOTA - Cuando un trabajador no utiliza el protector auditivo durante toda la exposición a ruido, el factor que limita el uso es el tiempo en que no es usado el protector.

### **6.2.2.5 Ajuste**

Es muy importante, que la compatibilidad y el ajuste de EPP's sean controlados individualmente para cada trabajador, por personal capacitado para dicha labor.

#### **6.2.2.5.1 El Efecto de Oclusión**

Se puede utilizar como control de ajuste de protectores auditivos. Por ejemplo: para ajustar Tapones se recomienda contar en voz alta de 1 a 5, mientras se escucha el cambio de la voz, introduciendo un Tapón por vez. Para esto la voz deberá ser percibida más fuerte en el oído protegido. Si esto no sucede, el Tapón debe ajustarse de nuevo o se deberá cambiar de tamaño. Cuando ambos Tapones han sido correctamente ajustados, la calidad de la voz percibida por ambos oídos deberá ser igual como viniendo del centro de la cabeza [1].

#### **6.2.2.5.2 Ajuste de Tapones**

Los Tapones deben ser introducidos con la suficiente profundidad en los conductos auditivos del trabajador para evitar un mal sellamiento. Lo que puede influir de algún modo en el rendimiento de la atenuación sonora del protector auditivo [1]. Una vez que se haya insertado de manera correcta los Tapones. El trabajador debería percibir que los dos oídos están igualmente ocluidos. Aquellos Tapones que se suministren en diferentes tallas deben ser adaptados independientemente a cada tamaño de los conductos auditivos derecho e izquierdo del trabajador. Es importante, que para la colocación de los Tapones debe ser con las manos limpias.

#### **6.2.2.5.3 Ajuste de Orejeras**

Al Colocar la Orejera hay que asegurarse de que las copas estén centradas sobre los pabellones auditivos, es decir que estén encerradas totalmente. Verificar que el ajuste del arnés sea confortablemente para el trabajador y que tenga la sensación de que la presión ejercida por ambas almohadillas sea igual.

Indicar al trabajador la importancia de obtener el mejor sellamiento posible entre el contacto de las almohadillas y la cabeza, de manera que no se produzcan filtraciones de aire (fugas). Las que pueden provocar una reducción de la protección [1]. Cascos de Protección u otros EPP's usados sobre la cabeza no deben interferir con el sellamiento.

### **6.2.3 Mantenimiento y Cuidado**

Para asegurar la vida útil y un buen estado del protector auditivo se debe mantener y cuidar siguiendo todas las recomendaciones del fabricante. El almacenamiento debe ser en un ambiente adecuado para protegerlo del polvo, humedad, temperaturas extremas y agentes químicos perjudiciales.

Es recomendable mantener un registro de mantenimiento, con el objetivo de controlar el estado del protector auditivo antes de que vuelva hacer usado (*ver ficha de control en anexo 8*). Esta inspección debe ser periódica registrándose la fecha y los resultados.



A continuación se dan algunas recomendaciones para la mantención y almacenamiento de protectores auditivos.

### **6.2.3.1 Tapones Premoldeables o Reutilizables**

(i) Los Tapones Premoldeables o Reutilizables deben ser lavados al menos una vez a la semana para remover el cerumen acumulado u otras sustancias.

(ii) Una alternativa es usar agua caliente y jabón de mano para lavarlos o utilizar las recomendaciones del fabricante. Esto debe hacerse al final de la jornada laboral para lograr un buen secado.

(iii) Por ningún motivo usar solventes ácidos o alcohol.

(iv) Estos protectores auditivos se deberán almacenar en un estuche o cajita después que hayan sido lavados y secados.

### **6.2.3.2 Orejeras**

(i) Las copas no necesitan más que limpiarse con un trapo húmedo.

(ii) Emisiones de ozono de generadores y algunas operaciones con soldadura pueden causar al revestimiento (de espuma) de las copas daños y endurecimientos.

(iii) Las almohadillas deben ser chequeadas periódicamente para mantener un buen sellamiento entre el contacto de éste y la cabeza.

(iv) El arnés debe ser ajustado o reemplazado cuando se requiera mantener una adecuada tensión.

(v) Para el almacenamiento de las orejeras. Éstas se deben colgar del arnés en un gancho bajo un ambiente bien ventilado.

### **6.2.3.3 Orejeras acopladas a un Casco**

(i) Las orejeras acopladas a un casco no deben ser almacenadas con las copas presionando contra el casco.

(ii) La mantención y limpieza de las copas y almohadillas pueden ser hechas siguiendo las mismas recomendaciones que para las Orejeras.

#### **6.2.4 Sustitución**

Aquellos protectores auditivos que presenten deterioros producto de golpes, caídas, envejecimiento o la mala utilización, deben ser reemplazadas o reparadas todas sus partes afectadas. En el caso, que se requiera un recambio por un equipo nuevo. Debe garantizarse que las características técnicas sean similares al protector auditivo sustituido. En la sustitución de una Orejera se debería a lo menos:

- (i) Verificar la fuerza del arnés comparándola con uno nuevo;
- (ii) Las almohadillas deben ser reemplazadas una vez que hayan perdido su forma original, se endurezcan o presenten otras anomalías. Manteniendo un stock de recambio de piezas o productos nuevos.

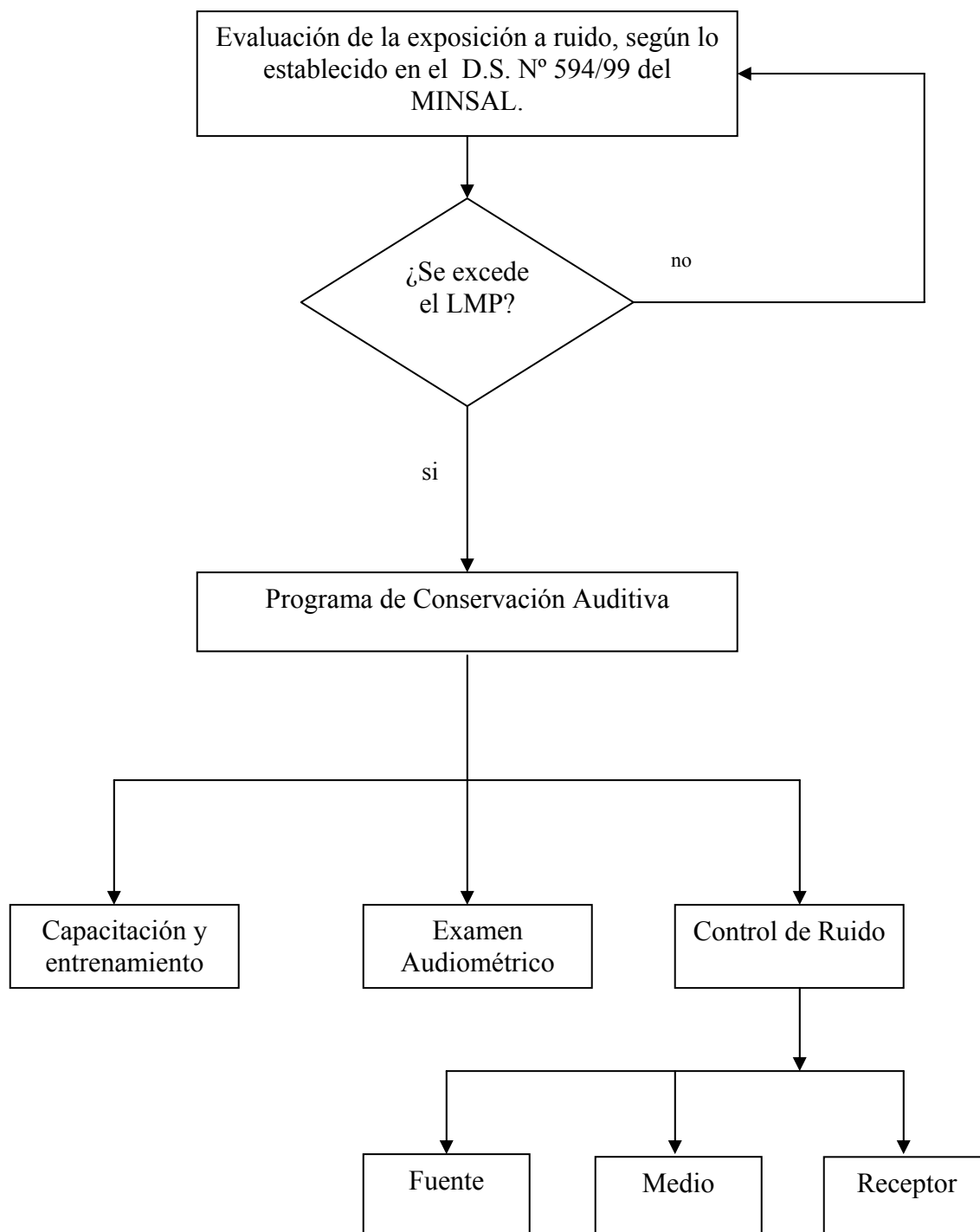
Los protectores auditivos debiesen someterse a evaluaciones periódicas a fin de comprobar su eficacia. En lo posible, si es que están los recursos disponibles verificar que la protección sea la óptima, el ajuste adecuado, compatibilidad con otros EPP's, comodidad, resistencia a las condiciones ambientales o irritación de la piel.

El proceso de selección debe ser nuevamente evaluado cuando se adquieran nuevos productos, se produzcan cambios en el ambiente sonoro o cambio de procesos.

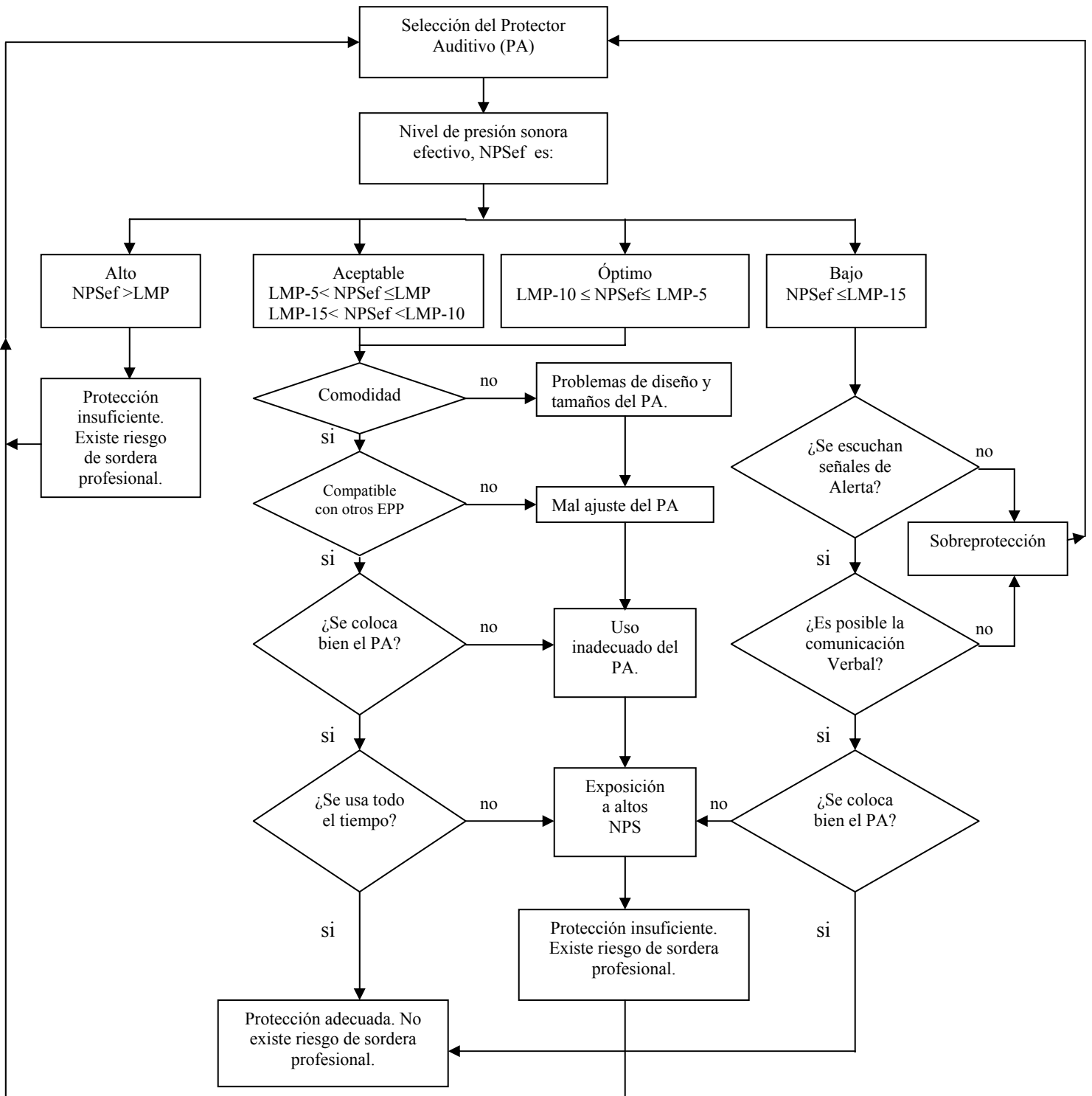
## Referencias Bibliograficas

- [1] Berger, E.H. (1979-1992). “EAR Log Series, #1 - #20”. Aero Company, Indpls., IN.
- [2] Berger, E.H., J.R. Franks, and F. Lindgren (1996). “International review of field studies of hearing protector attenuation”. In A. Axelsson, H. Borchgrevink, R.P. Hamernik, P.-A. Hellstrom, D. Henderson, and R.J. Salvi, editors, *Scientific Basis of Noise-Induced Hearing Loss*, pp. 361–377. New York: Thieme.
- [3] NCh 1358 - 2000. “Protectores Auditivos – Terminología y Clasificación”.
- [4] NCh 1331/1 - 2001. “Protectores Auditivos – Requisitos y métodos de ensayo – Parte 1: Orejeras”.
- [5] NCh 1331/2 - 2001. ” Protectores Auditivos – Parte 2: Requisitos y métodos de ensayo para tapones auditivos”.
- [6] NCh 1331/4 - 1999. “Protectores Auditivos – Parte 4: Recomendaciones relativas a la selección, uso, precauciones de empleo y mantenimiento”.
- [7] NCh 1331/6 - 2001. “Protectores Auditivos – Parte 6: Estimación de los niveles de presión sonora efectivos ponderados A cuando se utilizan protectores auditivos”.

**Anexo 1.** Medidas destinadas a reducir el riesgo individual de adquirir sordera profesional.



**Anexo 2.** Factores a considerar en la selección de un Protector Auditivo (PA), en una situación de ruido específica.



**Anexo 3.** Correcciones o ajustes de valores de NRRs por tipos de protectores auditivos.  
 Para un nivel de exposición a ruido específico (NPSeq) en dB (A), según recomendaciones de la NIOSH y OSHA.

Tipo de Protector Auditivo	NRR (dB)	Recomendación OSHA: (NRR - 7) x 0.5	Exposición protegida según OSHA, en dB(A): $L_A - (NRR - 7) \times 0.5$	Recomendación NIOSH	Exposición protegida con corrección, según NIOSH en dB (A)
Tapón premoldeable	21	$(21-7) \times 0.5 = 7$	$95 - 7 = 88$	menos 70% de 7 = 2.1	$95 - 2.1 = 92.9$
Tapón moldeable	29	$(29-7) \times 0.5 = 11$	$95 - 11 = 84$	menos 50% de 11 = 5.5	$95 - 5.5 = 89.5$
Orejera	24	$(24-7) \times 0.5 = 8.5$	$95 - 8.5 = 86.5$	menos 25% de 8.5 = 6.4	$95 - 6.4 = 88.6$

### Anexo 4

LISTA DE CHEQUEO PARA PROTECTORES AUDITIVOS			
Datos de la Empresa <b>Razón Social:</b> <b>Clasificación Actividad Económica (CAE):</b> Tarea Ejecutada:			
Condiciones del Lugar de Trabajo		SI	NO
<b>Impacto</b>	Caída de Objetos		
	Ascenso de andamios y escaleras		
	Vías estrechas		
<b>Riesgos Eléctricos</b>	Contactos eléctricos		
	Descargas electrostáticas		
<b>Riesgos Térmicos</b>	Frío		
	Calor		
	Humedad		
	Lluvia, nieve		
	Proyección de metales en fusión		
<b>Riesgos Químicos</b>	Material particulado en suspensión		
	Ácidos		
	Bases		
	Disolventes		
	Aceites		
	Otros (indíquese)		
Observaciones y Detalles de los Riesgos:			
<b>Antecedentes de la Evaluación del Ruido en el puesto de trabajo, según D.S. N° 594/99 del MINSAL</b>			
Fuente de Ruido	Tipo de Ruido (Estable, Fluctuante, Impulsivo)	NPSeq dB(A) o NPSpeak dB(C)	
Otros Datos		SI	NO
Necesidad de comunicarse verbalmente con otros trabajadores			
Se puede conversar a 1 m. de distancia			
Necesidad de escuchar señales de alarma			
Duración de la exposición a ruido (diaria):			h
Análisis espectral de la fuente de ruido (si esta disponible, adjuntar)			
Observaciones:			

## Anexo 5

FICHA DE ADQUISICION PARA PROTECTORES AUDITIVOS					
<b>Datos de la Empresa</b>					
Nombre:					
Dirección:					
Sección:					
Encargado de la compra:					
Teléfono:					
e-mail:					
Tipo de protector auditivo requerido (marcar el seleccionado)					
Orejeras con arnés	Orejeras acopladas a un casco	Tapones moldeables	Tapones premoldeables	Tapones personalizados	Tapones unidos por un arnés
Protector auditivo especial:					
Características del lugar de trabajo					
Tipo de riesgos identificados ( <i>ver lista de chequeo, anexo 4</i> )			Otras características adicionales		
Observaciones sobre la tarea ejecutada:					
Evaluación del desempeño de productos anteriores					
En el caso que se desee reemplazar el protector auditivo por otro de distintas características, cuando se requiera, por ejemplo: condiciones ergonómicas, materiales no soportan condiciones ambientales, irritación de la piel, etc.					
Fecha de pedido			Firma del encargado		



## **Anexo 6. Recomendaciones para la colocación de Protectores Auditivos.**

### **1. Colocación de Tapones**

Dependiendo del tamaño del conducto auditivo del trabajador (para cada oído), considerar Tapones de diferentes tallas. Los Protectores auditivos deben colocarse con las manos limpias y verificando que éstos también estén limpios y en buen estado. Siempre leer las instrucciones del fabricante.

#### **(i) Colación para el oído izquierdo:**

- Tomar la oreja izquierda con la mano derecha pasándola alrededor de la cabeza.
- Tirar la oreja suavemente hacia arriba con el propósito de poner derecho el conducto auditivo.
- Insertar el Tapón con la mano izquierda.

#### **(ii) Colocación para el oído derecho:**

- Tomar la oreja derecha con la mano izquierda pasándola alrededor de la cabeza.
- Tirar la oreja suavemente hacia arriba con el propósito de poner derecho el conducto auditivo.
- Insertar el Tapón con la mano derecha.

Si es del tipo Moldeable:

- Enrollarlo suave y lentamente.
- Inmediatamente insertarlo en el conducto auditivo siguiendo el procedimiento anterior y dejarlo que se expanda.
- Para remover los tapones se deben sacar lentamente sin que causen alguna dolencia.

### **2. Colocación de Orejeras**

(i) Todas las copas de las Orejeras deben traer marcas de como deben ponerse (copa derecha e izquierda y dirección de la copa). Por ejemplo: las copas ovaladas se usan de forma vertical y no horizontal.

(ii) Extender el arnés a su máxima longitud.

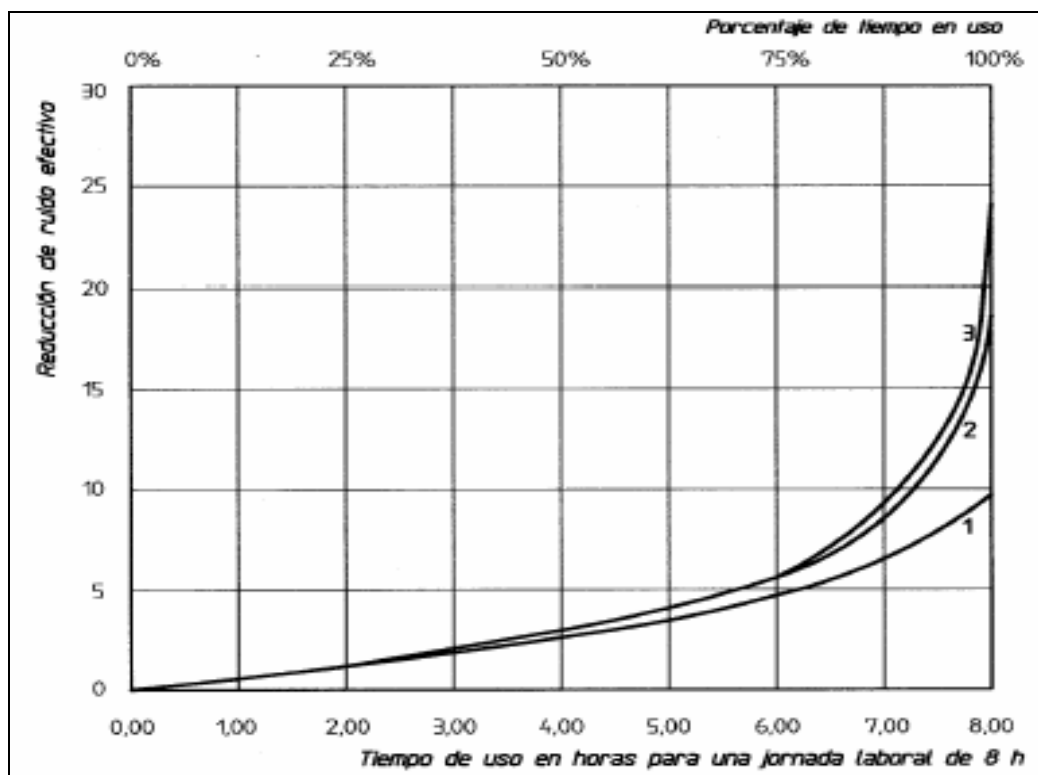
(iii) Despejar el pabellón auditivo, con el objeto que queden de manera adecuada y cómodas.

(iv) Mantener firmemente las copas y presionar hacia dentro y arriba con los dedos, luego apretar el arnés.

(v) Pasar los dedos alrededor de las almohadillas para chequear un buen sellamiento, o sea que no se produzcan filtraciones de aire (Fugas), a través del contacto entre el protector y la cabeza. Por ejemplo: el uso de lentes de seguridad o gorros provocan un mal sellamiento.

(vi) Si hay filtraciones de aire probar con EPP's compatibles o cambiarlos por Tapones.

**Anexo 7.** Relación entre el tiempo de uso del protector auditivo y la reducción de ruido efectiva.



1. Protector auditivo que otorga una reducción de ruido de 10 dB.
2. Protector auditivo que otorga una reducción de ruido de 20 dB.
3. Protector auditivo que otorga una reducción de ruido de 30 dB.

**NOTAS:**

- Independiente del protector auditivo, si el tiempo de uso es de 4 horas la reducción de ruido efectiva es de 3 dB.
- Por ejemplo: se ha medido un  $L_{Aeq,8h} = 105$  dB(A) y se decide usar el protector auditivo que otorgue una reducción de ruido de 30 dB, se tendrá un  $L_{Aeq,8h} = 75$  dB(A) si se utiliza el protector auditivo durante 8 h; por el contrario si se deja de usarlo durante 0,5 h y se usa solo durante 7,5 h, se tendrá un  $L_{Aeq,8h} = 93$  dB(A), por lo tanto, a pesar de usar el protector auditivo existe riesgo de sordera profesional.

## Anexo 8

FICHA DE CONTROL PARA PROTECTORES AUDITIVOS				
Datos del Trabajador				
Nombre	Edad	N° de matricula o registro	Actividad que realiza	Antigüedad en el puesto
Datos comerciales del Protector Auditivo				
Tipo de protector auditivo				
Marca				
Modelo				
N° de serie				
Datos relativos al uso del Protector Auditivo				
Condiciones de uso				
Vida útil/fecha caducidad				
Datos relativos al mantenimiento del Protector Auditivo				
Descripción operación	Plazo		Responsable	
1.				
2.				
3.				
4.				
Control de mantenimiento				
Operación realizada	Fecha		Firma responsable	

## **ANEXO 6**

### **“PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTION PARA LA SELECCIÓN Y CONTROL DE PROTECTORES AUDITIVOS”**

## **PROPUESTA PARA UN MODELO DE GESTIÓN DE SELECCIÓN Y CONTROL DE PROTECTORES AUDITIVOS EN UN AMBIENTE LABORAL**

Para el modelo de gestión se han considerados aspectos de la norma NCh 18001.Of2004: “Sistemas de gestión – Prevención de riesgos profesionales – Requisitos”.

### **1. Introducción**

Para llevar a cabo una selección y control de protectores auditivos en un ambiente laboral. Se requiere que ésta se dirija y controle en forma sistemática y transparente. Esto se puede lograr, a través de un sistema de gestión, el que permita mejorar continuamente su desempeño mediante la participación de todas las partes involucradas en dichos procesos. Entendiéndose sistema como un conjunto de objetos unidos por alguna forma de interacción o interdependencia. Contribuyendo de esta manera a la eficacia y eficiencia del sistema de gestión en el logro de sus objetivos.

Es importante establecer las directrices que permitan alcanzar el mejor desarrollo de las actividades que se deseen realizar en los procesos de selección y control, de acuerdo a las necesidades y recursos disponibles por la empresa. Esto sin duda debe conllevar a la flexibilidad del tamaño de la empresa, a su actividad, a los tipos de riesgos existentes y también a una cultura empresarial en materia de prevención de riesgos. Es importante que en este sentido se muestren vías de integración, especialmente en materia de procedimientos documentados, armonizado en base a un sistema de gestión, a fin de lograr la necesaria racionalización, simplificación y sinergia de los procesos de selección y control de protectores auditivos.

Para esto, es necesario establecer los correspondientes procedimientos y liniamientos, en los que han de indicarse fundamentalmente los objetivos que se persiguen en las acciones correspondientes al uso de los protectores auditivos adoptadas por la empresa, en donde se requiere un esfuerzo de todos y la creación de un equipo multidisciplinario capaz de encarar los problemas y entregar soluciones de manera integradora. Evidentemente los procedimientos han de ser entregados a los responsables de las unidades implicadas y estar a disposición de quienes puedan verse afectados.

Por último, una adecuada y eficaz política de Prevención de Riesgos profesionales de una empresa puede garantizar la implementación de sistemas de Gestión en lo que se refiere a Acciones Preventivas, introduciendo de esta manera innovación y calidad laboral. Entonces bajo este entorno, una política de integración de los procesos de Selección y control de protectores auditivos, tal como se muestra en la figura 1 debiese considerar los siguientes elementos:

- Evaluación del sistema;
- Responsabilidades;
- Capacitación;
- Registros;
- Control de las etapas del sistema.

## **2. Descripción de los Elementos**

### **2.1 Evaluación del Sistema**

Comprende un seguimiento periódico del sistema de gestión con el fin de introducir mejoras a cada una de las etapas del sistema, mediante la revisión de los registros y procedimientos adoptada por el sistema. La responsabilidad de la evaluación del sistema recae en los altos mandos de la empresa (representante de la Gerencia) para destinar los recursos necesarios en caso que se requieran. Por otra parte, el departamento de prevención estará a cargo de velar por los asuntos técnicos que se deseen evaluar. Es importante, en este sentido, mantener una continuidad del proceso haciéndose necesario establecer sistemas de control de éste. Se debe tomar en cuenta el diagnóstico, la verificación, los recorridos de los Comités Paritarios, Departamento de Prevención de Riesgos, la participación de los trabajadores, el involucramiento de los diferentes niveles de responsabilidad, aspectos técnicos y administrativos y la capacitación

## **2.2 Responsabilidades**

Estableciendo reglas aceptadas en todos los niveles de la empresa, con lo cual permita un aumento de la aceptación y uso de los protectores auditivos, tal como se describe en el apartado 3. Procurando una participación activa, comprometida y dinámica de todos los involucrados, con el objeto de que se perciba un fin común y los efectos que conlleva a trabajar como un todo (en equipo).

## **2.3 Capacitación**

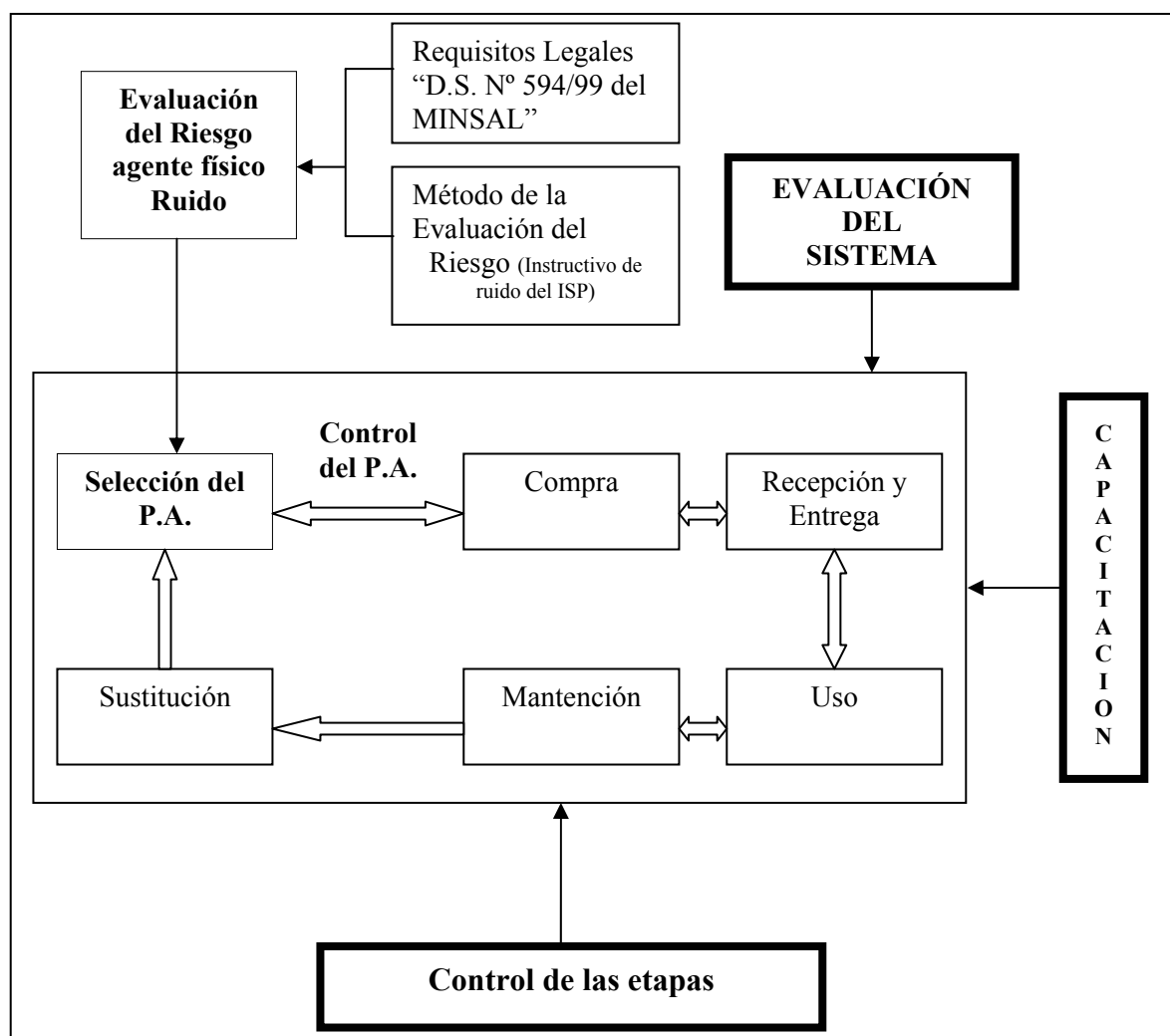
Todos los niveles deben estar informados de la política preventiva de la empresa disponiendo de una formación adecuada en lo que respecta a la Protección Auditiva. Cada una de las etapas del modelo debe tener la competencia necesaria para efectuar las actividades que le fueron designadas. La competencia debe estar definida en términos de educación, capacitación y/o experiencias apropiadas en lo que se refiere a la protección auditiva. Es importante que las capacitaciones sean efectuadas de acuerdo a las responsabilidades y habilidades del personal. Es decir, estas debiesen ser tratadas con conceptos de acuerdo al nivel de educación del personal.

## **2.4 Registros (requisitos y resultados)**

Disponer de registros técnicos que favorezcan el desarrollo de las tareas de participación y de información. Como por ejemplo, para la fase inicial en la Evaluación del Riesgo, mediante una lista de chequeo como para los posteriores procesos ficha de adquisición del protector auditivo o lista de control, tal como las que se anexan en la *Guía para la Selección y Control de Protectores Auditivos*. Es importante establecer y mantener todos los registros para revisar datos pertinentes. En la tabla 1 se muestra los requisitos y resultados que deben reunirse en cada una de las etapas del sistema de gestión.

## 2.5 Control de Etapas del Sistema

Mantener los registros o procedimientos de cada una de las etapas, mediante las revisiones periódicas por cada uno de los responsables de dichas etapas. Es importante, en este sentido, mantener una capacitación de todos los involucrados para garantizar un proceso confiable y sostenido en el tiempo. Informando de todos los logros o inconvenientes al departamento de prevención para realizar de esta manera una evaluación del sistema.



**Figura 1** - Flujograma del Modelo de Gestión para la Selección y Control del Protector Auditivo.



### **3. Identificación y Delegación de Responsabilidades**

Con el propósito de poner en funcionamiento el sistema de gestión para los procesos de Selección y Control del Protector Auditivo, es necesario definir, documentar y comunicar las responsabilidades y autoridad del personal para garantizar la participación de todos los involucrados bajo responsabilidades en cada una de las etapas del flujograma de la figura 1. La responsabilidad final por la ejecución del sistema radica en una participación y dirección del alto mando, es decir la Gerencia. En este ámbito, es recomendable delegar esta función a un representante de este mando, con la responsabilidad particular de asegurar que el sistema de gestión sea implementado adecuadamente y funcione de acuerdo con los recursos disponibles por la empresa y requisitos de todas las etapas del sistema de gestión y sus esferas de operación dentro de éstas. Considerando que la comunicación es fundamental para que los trabajadores ejecuten las responsabilidades que les competen, conociendo la fundamentación de las decisiones. De esta manera, la gerencia conozca la realidad directamente de quienes están inmersos en las condiciones de seguridad e higiene y fundamente en ésta sus decisiones.




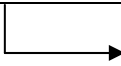

Con todo lo dicho anteriormente los miembros que debiesen participar en el sistema de gestión son:

- Gerencia;
- Departamento de Salud Ocupacional y de Prevención;
- Trabajadores y Comités Paritarios (representante de los trabajadores);
- Encargado (capacitado) de cada una de las etapas del sistema;
- Personal calificado del proveedor para la protección auditiva.

En la tabla 1 se muestra en detalle cada una de las etapas del sistema con todos los involucrados (responsabilidades) y requisitos que deben cumplirse para el funcionamiento del modelo de gestión.

Por último, es importante señalar que los resultados previsibles de la aplicación de un sistema de gestión de estas características, puede resumirse de la siguiente manera:

- Establecimiento de reglas aceptadas por todos;
- Creación de una conciencia preventiva respecto del uso de protector auditivo; y
- Aumento de la aceptación y uso del protector auditivo

Responsable de cada una de las etapas	Etapas del Modelo de Gestión						Capacitación para responsables
	Selección del protector auditivo	Compra	Recepción y Entrega	Uso	Mantenimiento	Sustitución	
<b>Departamento de Salud Ocupacional y/o Prevención de Riesgos</b> <b>Establecer:</b> - Datos de entrada de la evaluación del riesgo, agente físico ruido, según D.S. 594/99 del MINSAL. - Ejecutar lista de chequeo del lugar de trabajo. - Características anatómicas y estado de salud del trabajador. <b>Entregar:</b> - Requisitos específicos del protector auditivo (PA) requerido a la etapa de adquisición.				- Supervisión del uso correcto del PA en zonas ruidosas, a través de un supervisor o prevencionista. - Registro de controles de supervisión del uso del PA, con la fecha en que se realizó.	- Establecer procedimientos de mantenimiento y almacenamiento del PA, tomando en cuenta recomendaciones del proveedor (fabricante del PA).	- Recepción de lista de control del PA, en caso de sustitución de piezas o cambio total del equipo. - Elaborar informe por las cuales se determina la sustitución del PA. - Establecer la sustitución del PA por uno de las mismas características técnicas o distintas. - Entregar características del nuevo PA requerido al área de adquisición.	- Tanto el supervisor como el prevencionista deben estar capacitados en protección auditiva por los organismos administradores de la ley 16.744 y personal calificado del proveedor del PA. - Deben mantener registros de capacitaciones hechas al personal.
<b>Área de Adquisición</b>		- Entregar ficha de adquisición al proveedor para la compra del PA. - Para sustitución del PA, recibir informe de ésta etapa.					- Capacitación básica en protección auditiva, hecha por el proveedor y departamento de prevención.
<b>Área de Abastecimiento</b>			- Recepcionar una copia de ficha de adquisición del PA con registro de fecha. - Llenar ficha de antecedentes del trabajador con fecha de entrega del PA.		- Procedimientos de inspección, limpieza y almacenamiento del PA. - Registro de los procedimientos con lista de control del PA.		- Capacitación periódica sobre la colocación, mantenimiento y almacenamiento del PA, hecha por el supervisor o prevencionista.
<b>Trabajador</b>				- Obligación de uso del PA en zonas ruidosas.	- Inspección antes de usar el PA para constatar un buen estado y ejecutar mantenimiento periódica.		- Capacitación inicial y periódica en el uso y mantenimiento del PA.