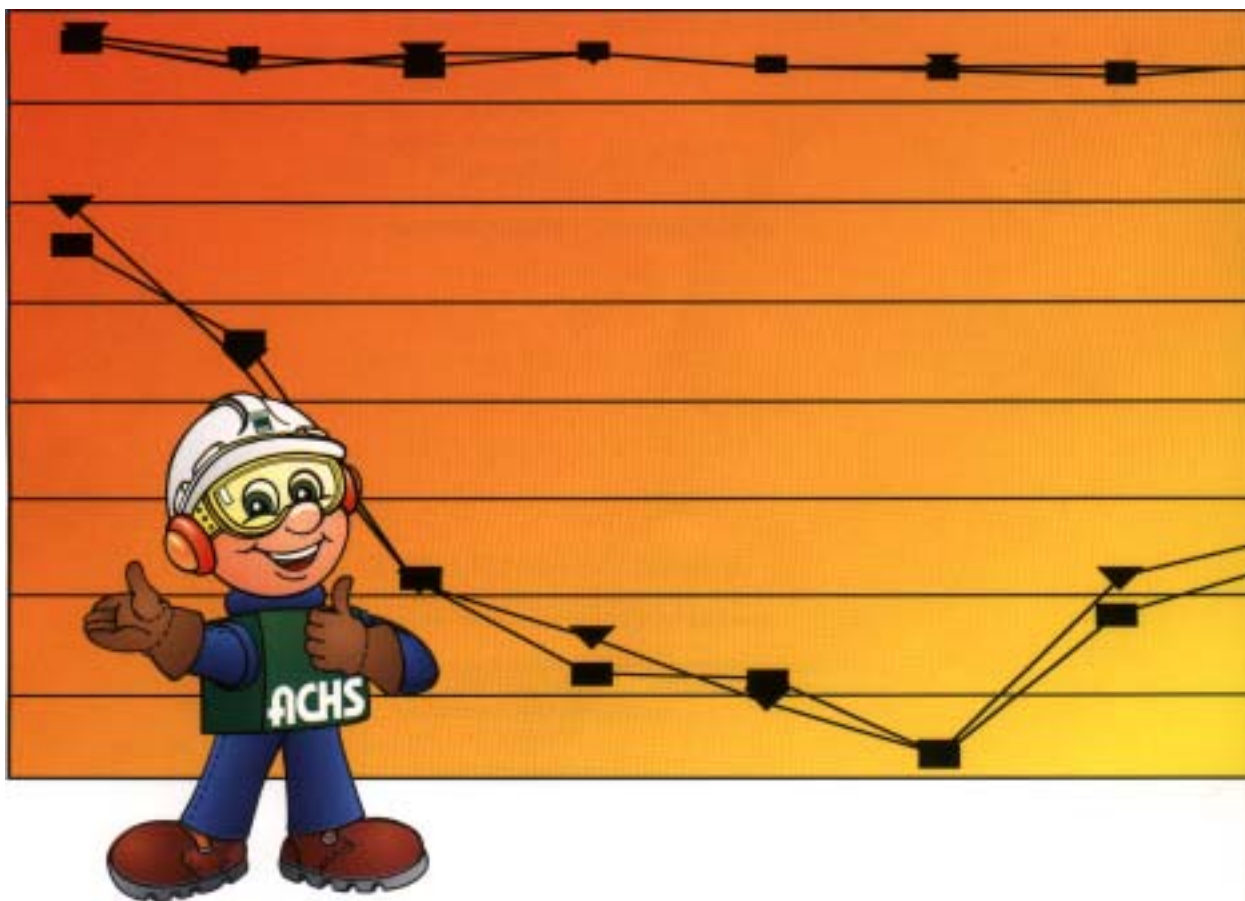


Estudio Comparativo de la Atenuación Sonora y la Pérdida de Inserción entre Protectores Auditivos nuevos (Tipo Orejeras) y aquellos sometidos a envejecimiento en Laboratorio



DIRECTORIO DE LA ASOCIACION CHILENA DE SEGURIDAD

PRESIDENTE EJECUTIVO: **Eugenio Heiremans D.**
DIRECTORES TITULARES: **Patricia Brickle R.**
Representante de los Trabajadores
Freddy Fritz Ch.
Representante de los Trabajadores
Eugenio Heiremans D.
Representante de las Empresas
Jorge Matetic R.
Representante de las Empresas
José Luis Cordero B.
Representante de los Trabajadores
Jorge García R.
Representante de las Empresas

PARTICIPAN EN EL DIRECTORIO: **Eduardo Undurraga U.**
Gerente General
Alfredo Grasset M.
Fiscal

GERENCIA DE PREVENCION: **Martín Fruns Q.**
Gerente de Prevención
Horacio Saissa S.
Subgerente de Operaciones
Salvador Alonso P.
Subgerente Técnico

ASESOR TECNICO: **Walter Dümmer O.**

GERENCIA DE PREVENCION DEPARTAMENTO DE CAPACITACION Y PUBLICACIONES

“Estudio Comparativo de la Atenuación Sonora y la Pérdida de Inserción
entre Protectores Auditivos nuevos (Tipo Orejeras) y aquellos sometidos a
envejecimiento en Laboratorio”
MANUAL

Es propiedad de la Asociación Chilena de Seguridad
Derechos Reservados
Vicuña Mackenna N° 152 - Fono: 685 2000
Casilla 14.565 - Correo Central
Santiago - Chile

Edición Noviembre 1999

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA ATENCION SONORA Y LA PERDIDA DE INSERCIÓN ENTRE PRETECTORES AUDITIVOS NUEVOS (TIPO OREJERAS) Y AQUELLOS SOMETIDOS A ENVEJECIMIENTO EN LABORATORIO

ING. ANA MARIA SALAZAR B.
Ingeniero en Prevención y M.A.

LIANA VASQUEZ L.
Tecnólogo Médico

JOSE ESPINOSA R.
Ingeniero Acústico

ASOCIACION CHILENA DE SEGURIDAD

Resumen

En la selección de un protector auditivo se deben considerar factores como el rendimiento sonoro del protector cuando está sometido a desgaste debido al uso y a factores ambientales. La atenuación sonora y la pérdida de inserción fueron realizadas sobre 4 marcas de protectores auditivos tipo orejeras nuevos y envejecidos (simulación en laboratorio efectuada bajo el criterio de la norma chilena NCh1331-1). Las curvas de atenuación sonora (obtenidas con personas) y las de pérdida de inserción (obtenidas con simulador de cabeza y torso) para protectores envejecidos y nuevos presentaron el mismo comportamiento, salvo en una de las marcas. Sin embargo, todas muestran diferencias significativas en alguna de sus frecuencias ($\alpha=0.05$). Finalmente, bajo el criterio NIOSH-1, para conocer el rendimiento del protector, se obtuvo la reducción de ruido considerando tanto los resultados obtenidos con protectores nuevos como envejecidos, utilizando espectros de ruido conocidos; con predominancia en altas, bajas y medias frecuencias.

1. Introducción

En Chile, la sordera adquirida en lugares de trabajo presenta una alta prevalencia en relación con otras enfermedades de origen ocupacional. Asimismo, el medio de control más utilizado para prevenir esta enfermedad es a nivel de receptor mediante el uso de protectores auditivos de diferentes tipos. De esto se desprende la importancia que adquiere la elección correcta de un protector auditivo para cada lugar de trabajo conociendo su rendimiento sonoro.

Actualmente, la información entregada por los fabricantes y distribuidores de protectores auditivos en nuestro país corresponde a curvas de atenuación sonora obtenidas con elementos nuevos, lo que puede otorgar una sobreestimación de ésta e influir en la selección errónea del protector auditivo.

De acuerdo con lo anterior, adquiere relevancia considerar el rendimiento sonoro de las orejeras una vez simulado su uso, tal como lo estipulan los criterios europeos de certificación (EN 352-1₍₄₎) y la norma chilena NCh1331-1.

2. Objetivos

- 2.1.** Determinar si existen diferencias significativas en la atenuación sonora y la pérdida de inserción entre protectores auditivos tipo orejeras nuevos y aquellos envejecidos en ensayos de laboratorio.
- 2.2.** Determinar la eficiencia de los protectores auditivos estudiados en un ambiente de ruido conocido bajo las dos situaciones ensayadas.

3. Metodología

Dentro de los elementos de protección auditiva tipo orejeras de uso más común a nivel industrial en nuestro país se eligieron para este estudio las siguientes marcas y modelos: PELTOR modelo H7A, BILSOM modelo 737, APEY modelo C15 y 3M modelo 1420.

Se realizaron distintos ensayos establecidos sobre la base de la norma chilena NCh1331 -1: Protectores auditivos- Requisitos y métodos de ensayo-Parte 1: Orejeras (basada en la norma europea EN 352/1₍₄₎), que considera un número de 10 muestras (enumeradas del 1 al 10) por protector auditivo y las somete a distintas pruebas (ensayos) tal como se describe a continuación:

- 3.1.** Desembalar, acondicionar y pesar la muestra: Tiene como objetivo preparar la muestra en un ambiente a temperatura y humedad establecidas, y determinar el peso promedio en gramos, además de verificar que los protectores auditivos con peso superior a 150 gramos posean cinta de cabeza.
- 3.2.** Determinación de la fuerza ejercida por el arnés sobre las copas: Tiene como objetivo verificar que la fuerza inicial no sea superior a 14 Newton.
- 3.3.** Medición de la presión ejercida por las almohadillas sobre el cráneo: Verifica la calidad del sello y que la presión ejercida no sea superior a 4500 Pascales,
- 3.4.** Capacidad de ajuste: Prueba que determina el tamaño de las orejeras.
- 3.5.** Rotación de las copas: Evalúa el sello de las almohadillas de las copas cuando se someten a diferentes movimientos.
- 3.6.** Resistencia a las bajas temperaturas: Detecta daños físicos del protector sometido a bajas temperaturas (-20°C) cuando se deja caer de una altura dada.

- 3.7.** Flexión del arnés: Verifica que como consecuencia de flexiones repetidas, la fuerza ejercida por el arnés sobre las copas no presente una variación mayor a $\pm 20\%$ de la fuerza inicial.
- 3.8.** Resistencia a la inmersión en agua caliente, Detecta daños físicos provocados por la inmersión del protector en agua a una temperatura de $50^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.
- 3.9.** Pérdida de inserción: Determina la pérdida de inserción promedio y su desviación estándar para cada frecuencia central en bandas de tercio de octava, utilizando un simulador de cabeza y torso B&K 4128.
- 3.10.** Inspección visual: Determina las características de los materiales y partes de la orejera una vez que ha sido a la secuencia de ensayo.
- 3.11.** Resistencia a la fuga: Se aplica a protectores provistos de almohadillas rellenas con líquido y determina si presentan fugas cuando se les aplica una carga vertical de 28 Newton.
- 3.12.** Inflamabilidad: Detecta si los diferentes materiales de la orejera al entrar en contacto con una varilla de acero a $650^{\circ}\text{C} \pm 20^{\circ}\text{C}$ arden o continúan incandescentes al momento de retirar la varilla.
- 3.13.** Atenuación sonora: Ensayo que utiliza a personas como sujetos de prueba y tiene como objetivo principal obtener la curva de atenuación del protector auditivo, y su tasa de reducción de ruido (NRR). Como complemento a esta prueba se hace una medición subjetiva del confort del protector auditivo a través de una encuesta aplicada a los sujetos de prueba.
- 3.14.** Variación de la fuerza ejercida por el arnés: Evalúa que la fuerza ejercida por el arnés no sufra una variación de $\pm 20\%$ respecto de su fuerza inicial, una vez que el protector ha sido sometido a distintos ensayos.

La secuencia de los ensayos descritos y el número de la muestra a la cual se aplica cada uno de ellos se presenta en la figura 1:

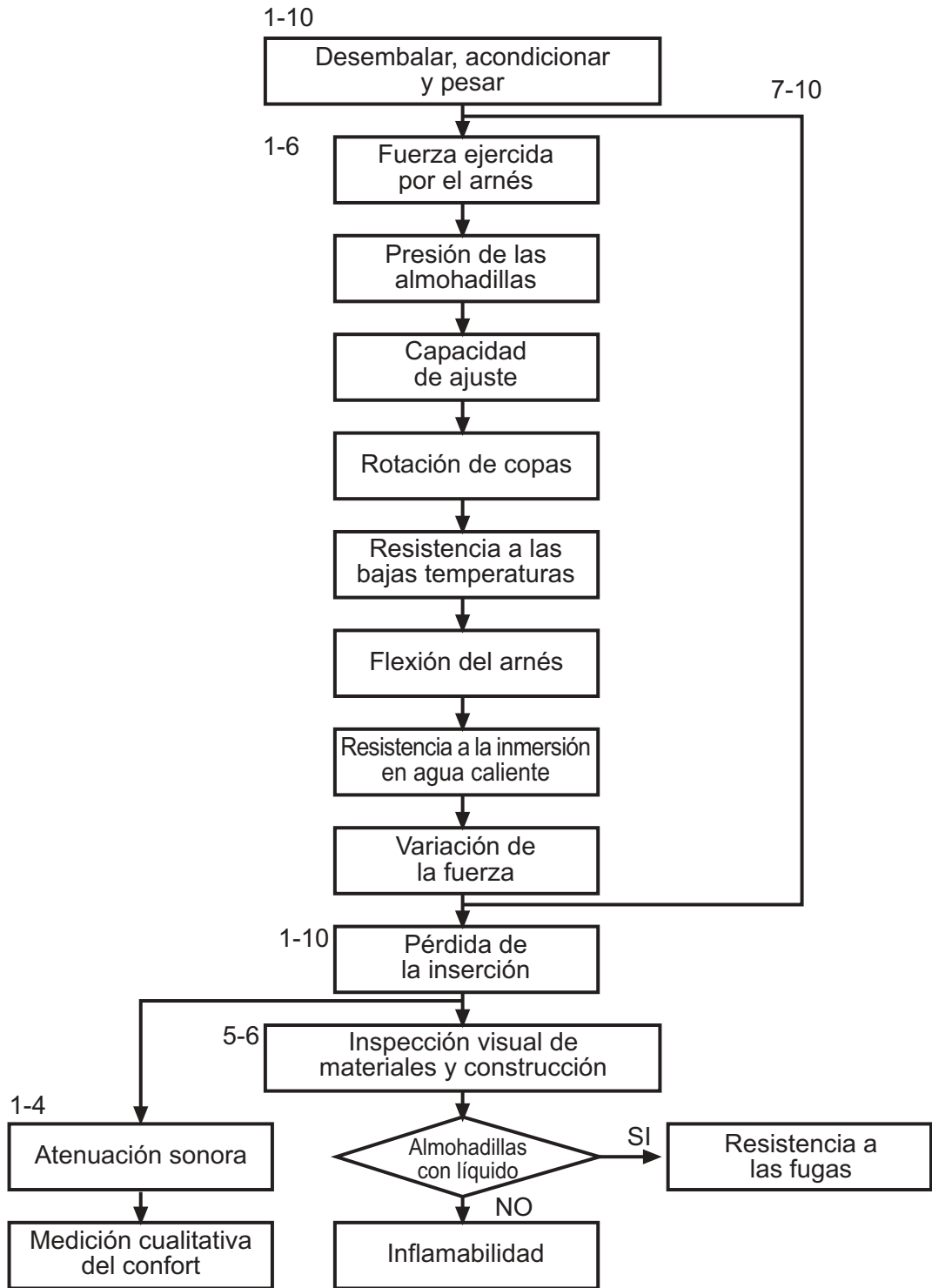


Figura 1:

Secuencia de los ensayos realizados a protectores auditivos tipo orejeras.

Para la prueba de pérdida de inserción se utilizó el sistema esquematizado en la figura 2. las pruebas se realizaron en todas las orejas, es decir, tanto en las nuevas (7 a 10) como en las envejecidas (1 a 6).

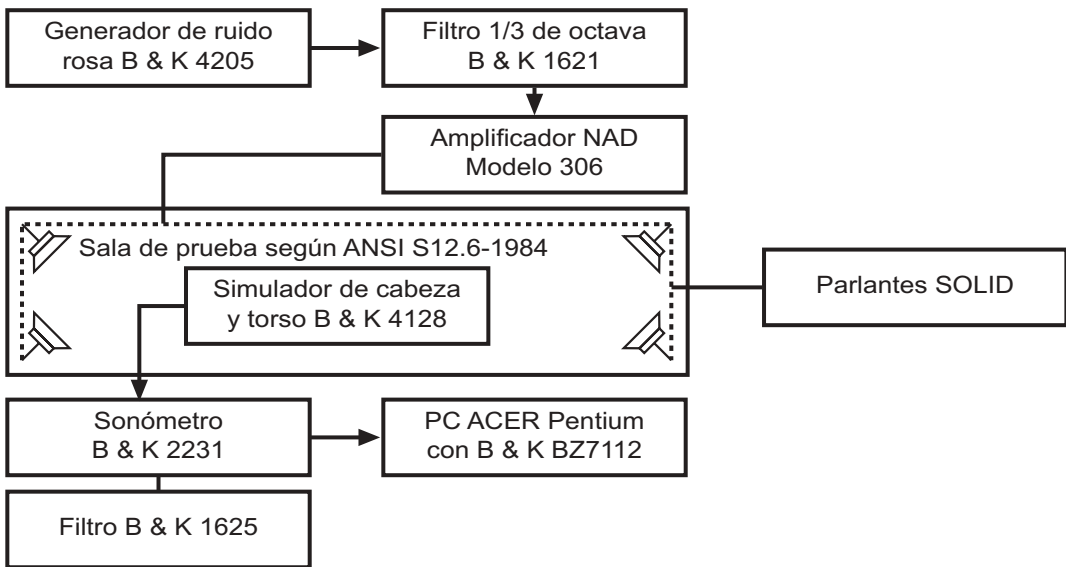


Figura 2: Sistema utilizado en la prueba de pérdida de inserción.

Para el caso del ensayo de atenuación sonora el sistema utilizado fue el que se muestra en el esquema de la figura 3. Las pruebas se realizaron tanto en orejas nuevas (7 a 10) como en las envejecidas (1 a 4).

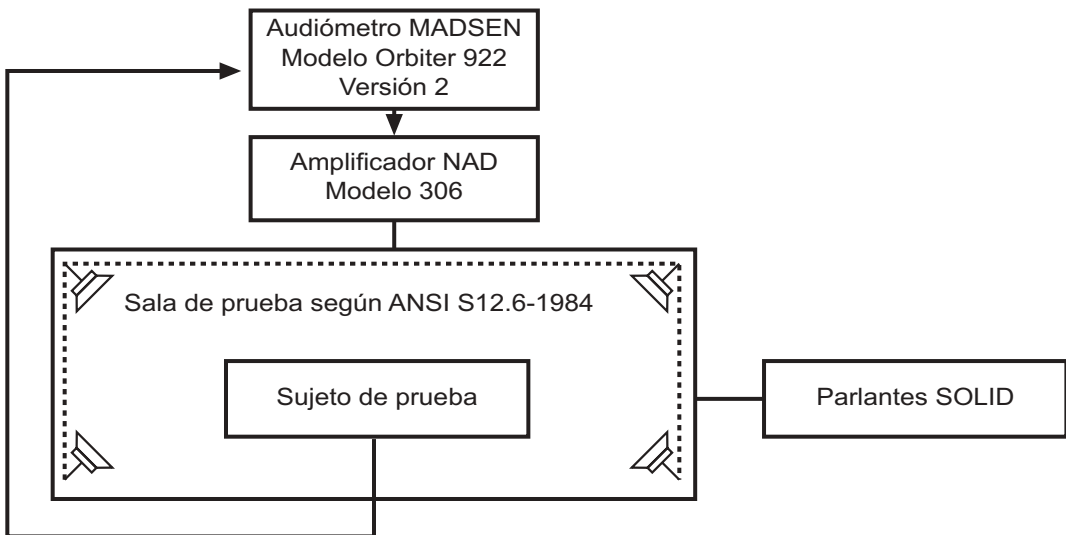


Figura 3: Sistema utilizado en la prueba de atenuación sonora.

Para verificar la eficiencia del protector y su relación con el envejecimiento en el laboratorio se utilizaron 3 espectros de ruido con preponderancia en alta, media y baja frecuencia (tabla 1), y se procedió a calcular la reducción de ruido según el método NIOSH - 1.

Para analizar los resultados obtenidos se efectuaron pruebas no paramétricas de t (Student), previa dócima de varianzas con un $\alpha=0.05$.

Tabla 1: Espectros de ruido utilizados para el cálculo Niosh 1 de protectores auditivos.

Espectro en dB	Frecuencia en bandas de octavas (Hz)										NPS [dBA]
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	
1	90.8	84	83.5	84.8	88.1	98	99.1	101.1	95.4	81.6	105.6
2	95.2	89.2	89.2	88.3	87.5	91.2	85.6	83.1	76.4	62.6	94.4
3	107	103.9	105.2	98	89.5	85.2	81.5	78.8	72.8	63.2	94.5

4. Resultados

Los valores obtenidos para la atenuación sonora se muestran en los gráficos 1 al 4. Los valores de pérdida de inserción obtenidos se muestran en los gráficos 5 al 8. El resumen de la información estadística para las diferentes orejeras se muestra en la tabla 2. Los valores de reducción de ruido y sus diferencias para los diferentes espectros y orejeras se establecen en la tabla 3.

Gráfico 1: Atenuación Sonora Bilsom737
Nuevas VS. Envejecidas

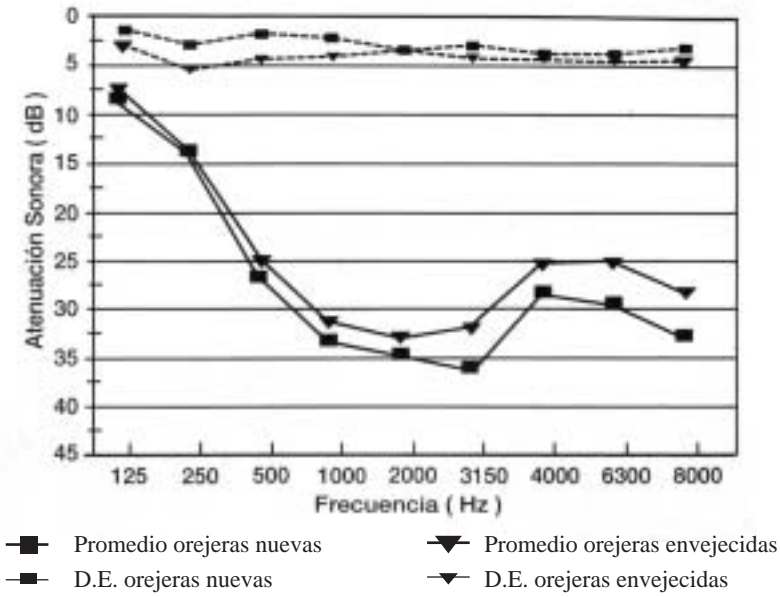


Gráfico 2: Atenuación Sonora Peltor H7A
Nuevas VS. Envejecidas

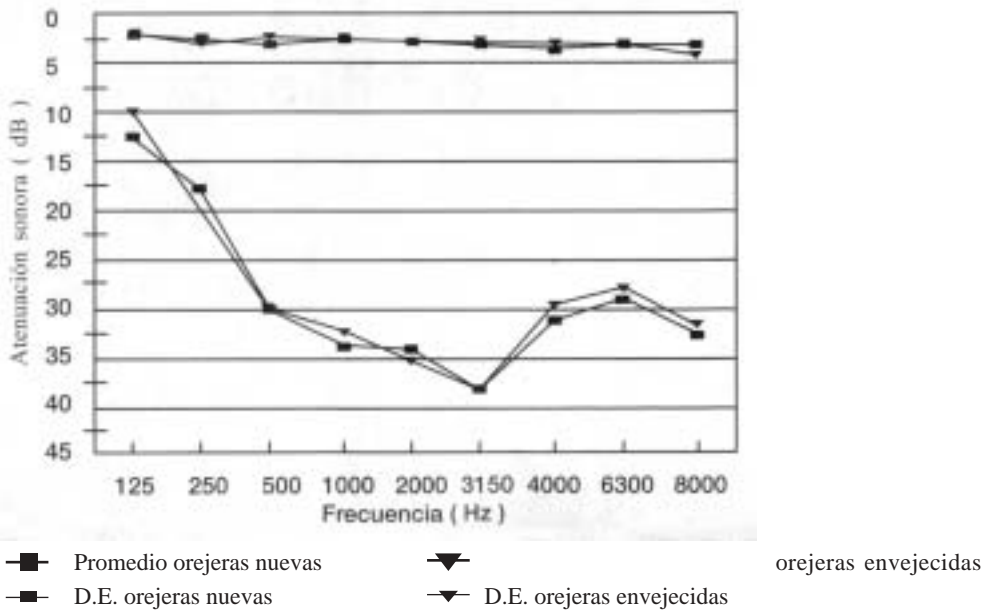


Gráfico 3: Atenuación Apey C-15
Nuevas VS. Envejecidas

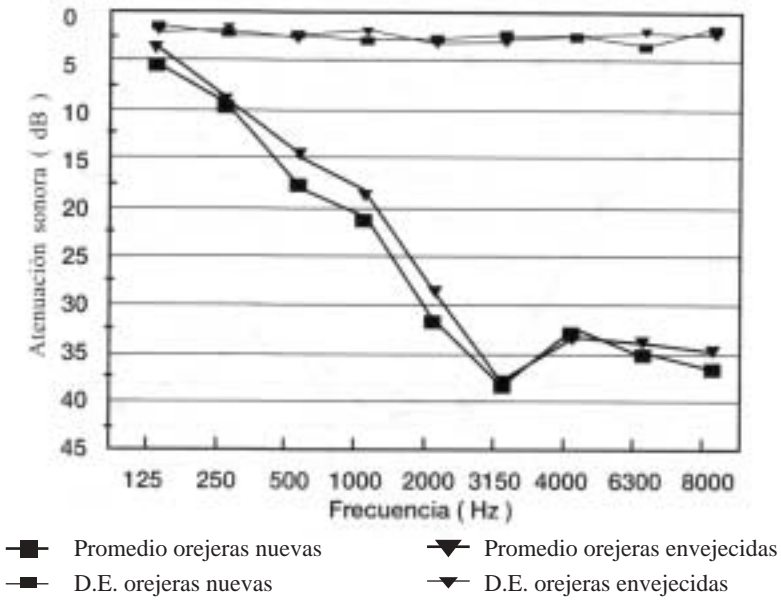


Gráfico 4: Atenuación Sonora 3M 1420
Nuevas VS. Envejecidas

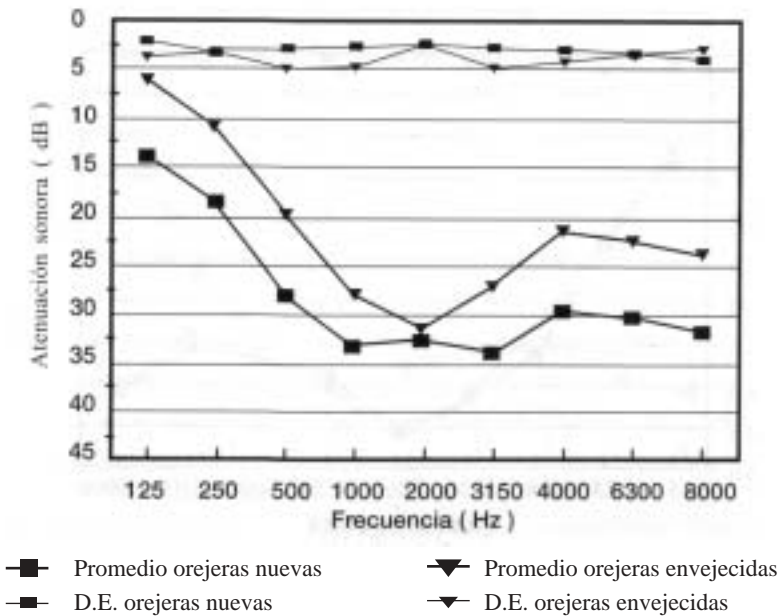


Gráfico 5: Pérdida de Inserción Bilsom 737
Nuevas VS. Envejecidas

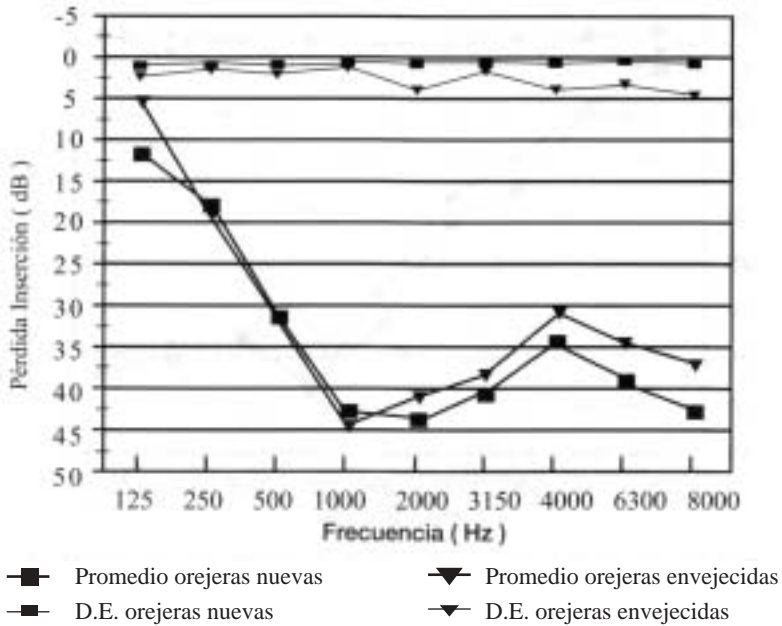


Gráfico 6: Pérdida de Inserción Peltor H7A
Nuevas VS. Envejecidas

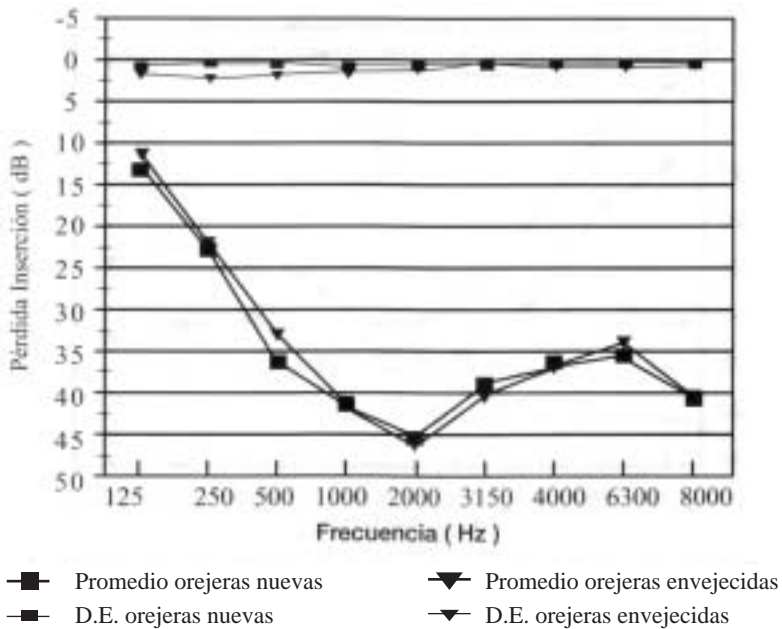


Gráfico 7: Pérdida de Inserción Apey C-15
Nuevas VS. Envejecidas

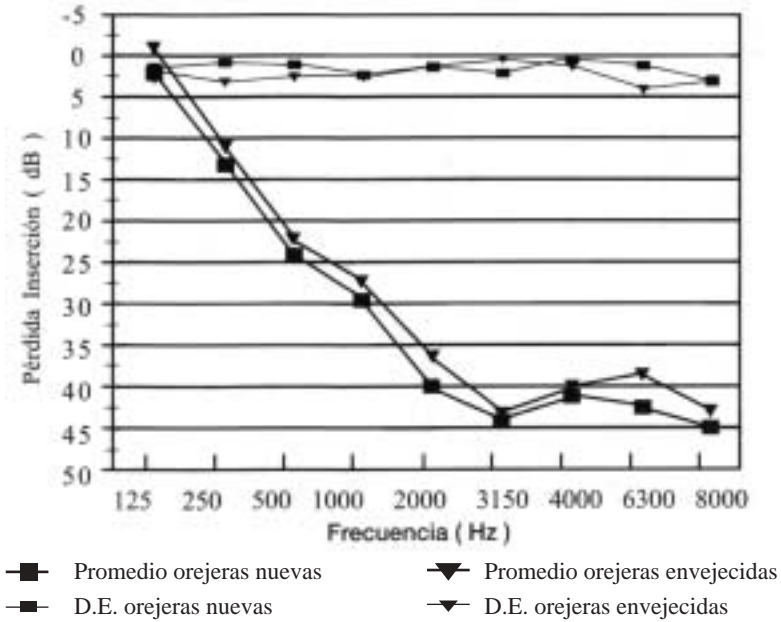


Gráfico 8: Pérdida de Inserción 3M 1420
Nuevas VS. Envejecidas

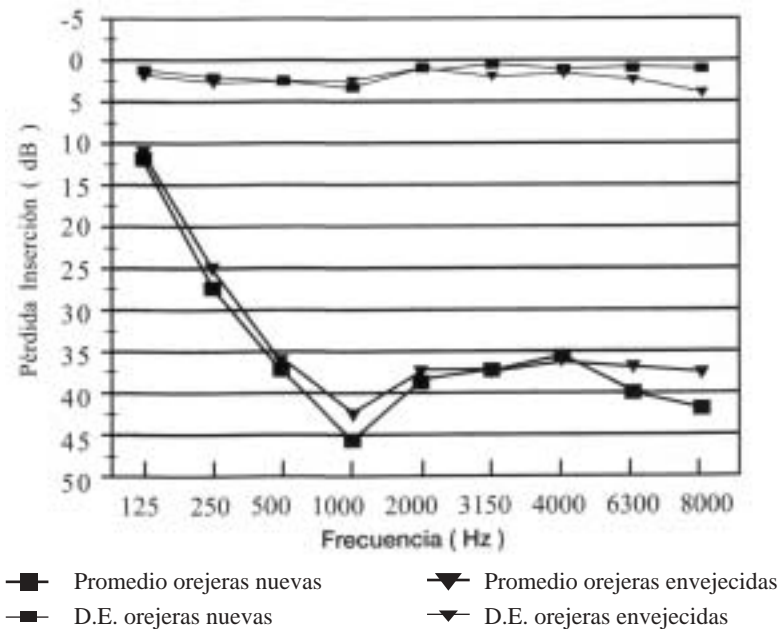


Tabla 2: Comparación de las pruebas de atenuación sonora y pérdida de inserción entre orejeras nuevas y orejeras envejecidas.

Prueba/Orejera	Frecuencias de Hertz								
	125	250	500	1000	2000	3150	4000	6300	8000
AS/Bilsom 737	N.S.	N.S.	N.S.	a<0.05	N.S.	a<0.05	a<0.05	a<0.05	a<0.05
AS/Peltor H7A	a<0.05	N.S.	N.S.	a<0.05	N.S.	N.S.	N.S.	a<0.05	N.S.
AS/Apey C-15	a<0.05	N.S.	a<0.05	a<0.05	a<0.05	N.S.	N.S.	N.S.	a<0.05
AS/3M 1420	a<0.05	a<0.05	a<0.05	a<0.05	N.S.	a<0.05	a<0.05	a<0.05	a<0.05
PI/Bilsom 737	a<0.05	N.S.	N.S.	a<0.05	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
PI/Peltor H7A	N.S.	N.S.	a<0.05	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	a<0.05	N.S.
PI/Apey C-15	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	a<0.05	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
PI/3M 1420	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

AS: Atenuación sonora

PI: Pérdida de inserción

N.S: No significativo

Tabla 3: Comparación de la reducción de ruido entre orejeras nuevas y envejecidas en relación con tres espectros de ruido.

OREJERA		Espectro1		Espectro2		Espectro3	
		RR	NPSef	RR	NPSef	RRNP	NPSef
BILSOM 737	Nueva	26	79	20	74	9	85
	Envejecida	21.	84	15	79	4	90
	<i>Diferencia</i>	5	5	5	5	5	5
PELTOR H7A	Nueva	28	78	23	71	13	81
	Envejecida	27	79	22	72	11	83
	<i>Diferencia</i>	1	1	1	1	2	2
APEY. C-15	Nueva	21	85	14	80	5	89
	Envejecida	20	86	12	82	3	91
	<i>Diferencia</i>	1	1	2	2	2	2
3M 1420	Nueva	26	79	23	71	13	82
	Envejecida	17	88	13	81	3	92
	<i>Diferencia</i>	9	9	10	10	10	10

RR= Reducción de ruido

NPSef= Nivel de presión sonora efectivo

5. Discusión

En el ensayo de atenuación sonora y en el de pérdida de inserción las curvas de las orejeras nuevas y envejecidas presentan el mismo comportamiento, excepto la orejera 3M 1420.

Si analizamos el caso de la atenuación sonora en particular, observamos en el gráfico 1 que la orejera Bilsom 737 presenta diferencias desde los 500 a los 8000 Hz, siendo éstas significativas en las frecuencias de 1, 3.15, 4, 6.3 y 8 KHz ($\alpha=0.05$); la orejera Peltor H7A presenta un comportamiento que no se ve influido por el envejecimiento al cual fue sometida (gráfico 2), sin embargo, registra diferencias significativas en las frecuencias de 0.125, 1 y 6.3 KHz ($\alpha=0.05$); la orejera Apey C-15 (gráfico 3) presenta diferencias significativas en las frecuencias de 0.125, 0.5, 1, 2 y 8KHz($\alpha=0.05$). En el caso de la orejera 3M 1420, se observan diferencias, las cuales son estadísticamente significativas en todas las frecuencias excepto en 2000 Hz (gráfico 4). Respecto de las desviaciones estándar encontradas, se presentan variaciones en las curvas de las orejeras Bilsom 737 y en la 3M 1420.

En el caso de la pérdida de inserción, la orejera Bilsom 737 (gráfico 5) muestra diferencias significativas en 0.125, 1, 6.3 y 8 KHz ($\alpha=0.05$); la orejera Peltor H7A (gráfico 6) presenta diferencias significativas en las frecuencias de 0.5 y 6.3 KHz ($\alpha=0.05$); la orejera Apey C-15 si bien es cierto presenta variaciones, éstas sólo son significativas en la frecuencia de 2000 Hz (gráfico 7).

En el caso de la orejera 3M 1420 se observan diferencias en las frecuencias 1, 6.3 y 8 KHz, sin embargo, éstas no son estadísticamente significativas para ninguna frecuencia (gráfico 8). En lo que respecta a las desviaciones estándar, se presentan cambios visibles en las orejeras Bilsom 737 y Apey C-15.

Respecto de la reducción de ruido, considerando para efectos de cálculo 3 espectros distintos (baja, media y alta frecuencia), todas las orejeras presentan una disminución de los valores cuando éstas se someten a envejecimiento en laboratorio. La orejera Bilsom 737, independientemente del tipo de espectro, presenta una diferencia constante en la reducción de ruido; sin embargo, en el caso de la orejera Peltor H7A, la disminución aumenta cuando se considera el espectro de bajas frecuencias.

Un comportamiento similar ocurre con las orejeras Apey C-15 y 3M 1420, sumándose una disminución de la reducción de ruido cuando se utiliza el espectro de frecuencias medias.

6. Conclusiones

- a) En todas las orejeras estudiadas la atenuación sonora promedio presenta una disminución cuando éstas son sometidas a envejecimiento en laboratorio. Sin embargo, la diferencia aumenta cuando el material constituyente del arnés de la orejera es plástico y no metálico, como en los casos de las orejeras Bilsom 737 y 3M 1420.
- b) Con los resultados obtenidos, se justifica la realización del envejecimiento para fines de evaluación, ya que se registraron diferencias estadísticamente significativas entre las orejeras nuevas y las envejecidas; factor que influyó en que se obtuviese una disminución en la reducción de ruido para cada una de las orejeras en estudio, lo que disminuye la eficacia de la protección del trabajador para un ambiente de trabajo en particular.
- c) La información obtenida a través de la pérdida de inserción permite determinar cuáles rangos de frecuencia están siendo afectados en forma objetiva, por el envejecimiento realizado en laboratorio.
- d) Al no considerar variables que se darán durante el uso del protector auditivo en terreno, no estamos actuando con criterio preventivo, ya que la protección entregada se ve fuertemente afectada por las pruebas físicas de laboratorio.
- e) Creemos necesario estimar objetivamente la vida útil del protector auditivo para proceder a su recambio oportuno.
- f) Cabe destacar la necesidad de determinar a través de un estudio acabado cuál es el ensayo de laboratorio que mayor incidencia tiene en las variaciones de la atenuación sonora y de la pérdida de inserción para cada orejera sometida a ensayo considerando los materiales que la conforman.

7. Bibliografía

- (1) NCh 1331-1, "Protectores auditivos - Requisitos y métodos de ensayo. Parte 1: Orejeras", Norma chilena, 1997.
- (2) ANSI S3.19, "Standar Method for the Measurement of Real Ear Protection of Hearing Protectors and Physical Attenuation of Earmuffs", 1974.
- (3) ANSI S12.6, "Method for the measurements of the Real - Ear Attenuation of Hearing Protectors", 1984.
- (4) EN-352-1, "Requisitos de los protectores y ensayos de verificación para orejeras", Comunidad Europea, 1993.
- (5) ANSI S12.6-1997, "Methods for measuring the Real-Ear Attenuation of Hearing Protectors", 1997.

Lugares de Información ACHS

I REGION		
ARICA	Juan Noé 1367	251543-231239
IQUIQUE	Amunategui 1517	412236-426661
II REGION		
ANTOFAGASTA	Av. Grecia 840	243608-246286
CALAMA	Av. Granaderos 2924	319450-340311
III REGION		
COPIAPO	Infante 861	212362-212887
VALLENAR	Merced 1150	613203-614155
IV REGION		
LA SERENA	San Joaquín 1801	224888-224809
OVALLE	Miguel Aguirre Perry 132	624217-624219
V REGION		
VIÑA DEL MAR	7 Norte 568-570	689250
SAN FELIPE	San Martín 120	511482-515693
LA CALERA	Latorre 74	221686-224044
REG. METROPOLITANA OCCIDENTE		
MELIPILLA	Merced 710	8311634
REGION METROPOLITANA		
SANTIAGO	Vicuña Mackenna N° 152	6852000
VI REGION		
RANCAGUA	Av. L. B. O'higgins 0317	231160-230552
SAN FERNANDO	Quechereguas 577	713464-714523
VII REGION		
TALCA	4 Norte 1610	233802-234596
CURICO	Carmen 321	311510-312341
VIII REGION		
CONCEPCION	Cardenio Avello 36	311008-311018
CHILLAN	Av. Collín 532	215801-225605-222473
LOS ANGELES	Av. Ricardo Vicuña 252	316561-314200
IX REGION		
TEMUCO	Francia 324	210352
ANGOL	Ilabaca 811	711962-712238
X REGION		
OSORNO	Av. Zenteno 1529	234810-238775
LA UNION	Comercio 260	322875-323025
CASTRO	Freire 498	6322782-635686
VALDIVIA	Beauchef 705	212756-219090
PUERTO MONTT	Pedro Montt 65 - Of. 610	254350-257594
XI REGION		
COYHAIQUE	Av. Ogana 1018	232710
XII REGION		
PUNTA ARENAS	Av. Bulnes 1448-A	217192-217179

