

EL RUIDO Y LA PROTECCION PERSONAL. ANALISIS DE METODOLOGIA DE ENSAYOS. PERSPECTIVA DE FUTURO.

Manuel MONTES MAYORGA

C.N.M.P. Sevilla

INTRODUCCION

Una recopilación bibliográfica presentada por E. H. Berger, en el año 1983, indica que en el período 1943/1983, se han publicado del orden de 538 artículos relacionados con el tema de la protección personal frente al ruido en los ambientes laborales.

En un artículo aparecido en el año 1982, realizado por P. Sutton, se estima que un millón de personas en Gran Bretaña, están potencialmente expuestas a ruidos superiores a un nivel equivalente de 90 dB(A), durante ocho horas diarias, necesitando una protección de su órgano auditivo. Dada la imposibilidad de reducir de forma inmediata, este elevado nivel de ruido, se hace imprescindible, en el momento actual, la utilización de la protección personal.

L. S. Whittle and D. W. Robinson, del National Physical Laboratory, en su artículo publicado en 1977, "On the Measurement of Real-Ear Attenuation of Hearing Protectors by Standardised Test Methods", hacen referencia a como en la década de los 70 han aumentado los conocimientos sobre los efectos biológicos y síquicos que la exposición a ruidos excesivos produce en el ser humano, variando desde el "Stress" y "Cambios en la Concentración" para exposiciones moderadas, a interferencias en la comunicación de

la palabra y señales acústicas de indicación de riesgos, así como a pérdidas de la audición temporales o permanentes, para exposiciones elevadas. Hechos éstos, llevan a efectuar estudios sobre el control y protección frente al ruido industrial y que, en el caso de la protección personal, deben realizarse basándose en criterios perfectamente definidos y normalizados.

Que los protectores auditivos se pueden considerar como el medio más utilizado para la protección de las personas frente al ruido industrial, nos lo dicen R. Riko y P. W. Alberti en su artículo "Hearing Protectors: A Review of Recent Observation", publicado en 1983, donde se indica:

- Que el uso de los protectores auditivos que, en un principio, se efectuaba fundamentalmente en el campo militar y científico, ha pasado a introducirse cada vez más positivamente en el mundo industrial.
- Que existe cada vez más inquietud por basar la protección personal del órgano de la audición no sólo en dar a conocer los efectos directamente relacionados con el ruido, sino en estudiar como medir las prestaciones del protector desde el punto de vista de su efectividad en el puesto de trabajo, su influencia sobre la intercomunicación y la audición de mensajes u órdenes y su com-

portamiento en condiciones ambientales adversas.

Finalmente, también se puede observar cómo se efectúan nuevos diseños para conseguir prestaciones más apropiadas.

Lo indicado anteriormente nos presenta para la Protección Personal frente al Ruido Industrial una situación positiva y plena de posibilidades e innovaciones, con este trabajo se pretende presentar de una forma ordenada los temas más importantes que necesitan una clarificación en este campo, exponiendo por una parte lo realizado hasta la fecha y efectuando un llamamiento a los presentes para seguir trabajando sobre este tema, por el que cada día está más interesado nuestro mundo laboral.

El desarrollo del mismo se basa en el análisis de los siguientes puntos:

1. *La protección personal frente al ruido. Fundamentos y Equipos.*
2. *Definición de características a analizar. Criterios de cuantificación.*
3. *Análisis de Normativas y Estudios.*
4. *Conclusiones.*

1. LA PROTECCION PERSONAL FRENTE AL RUIDO. FUNDAMENTOS Y EQUIPOS

La protección personal, al intentar evitar que se produzca una transmisión del ruido ambiente al órgano auditivo, actúa impidiendo la transmisión de las ondas acústicas. Es en este principio, sobre el que se basa toda la filosofía de la misma, siendo los dos puntos que se indican a continuación los que definen las líneas a seguir en la obtención de una atenuación acústica apropiada.

- a) Los equipos que se diseñan para ser utilizados en ambientes de nivel de presión acústica no muy elevado, deben de evitar la transmisión acústica por vía aérea.
- b) Los que se diseñan para ser utilizados en ambientes de nivel de presión acústica elevado, deben evitar la transmisión acústica por vía aérea y ósea.

Como se indica en la introducción y apoyado por gran variedad de datos bibliográficos, entre los que se encuentra el artículo aparecido en 1982 "Hearing Protection Devices as used in Real World Environments", realizado por Julia Doswell Royster and Larry H. Royster, donde aparecen los resultados de una encuesta realizada para "Investigar los problemas del uso de los protectores auditivos", existen otros parámetros que influyen muy directamente sobre la elección y utilización del protector auditivo, encontrándose entre éstos:

- Problemas de diseño.
- Irritación del canal auditivo externo.
- Mal ajuste.
- Influencia sobre la mala intercomunicación.
- Infecciones.
- Disconfort.

De ahí que todas estas variables deban ser también estudiadas y

analizadas en el momento de intentar definir una normativa coherente, que clarifique la aptitud a tomar por los usuarios, en el momento de la elección del equipo apropiado de protección personal frente al ruido.

Los equipos relacionados con la protección personal frente al ruido quedan recogidos de una forma genérica, en la norma internacional ISO 4869-1981, en la misma se definen tres tipos de protectores auditivos.

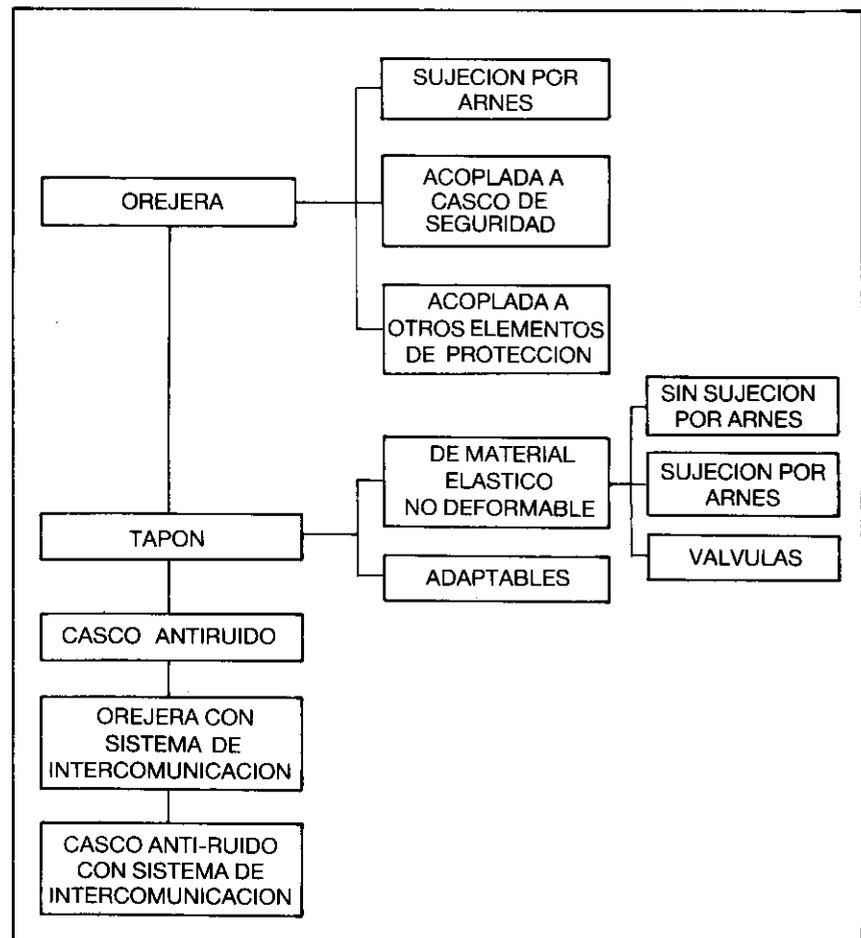
- Los protectores tipo orejera (ear-muff). Que envuelven el pabellón auditivo externo.
- Los protectores tipo tapón (ear-plug). Que van introducidos en el canal auditivo externo.
- Los cascos integrales (helmet). Que cubren una parte sustancial de la cabeza.

Sin embargo, la experiencia adquirida durante once años de homologación de estos equipos, con un total de 107 expedientes realizados, nos indica que existen otros tipos de protectores que poseen algunos matices propios y, por consiguiente, necesitan de un estudio especial. Es, en este sentido, por lo que a nivel nacional, en España, se ha realizado un proyecto de norma, UNE 81-002, cuyo esquema queda reflejado en el cuadro 1 en el que además de los tres protectores definidos con anterioridad, aparecen:

- La orejera con sistema de intercomunicación
- El casco integral con sistema de intercomunicación

y los subtipos correspondientes a las orejeras y tapones ya definidos anteriormente.

CUADRO 1
TIPOS DE PROTECTORES AUDITIVOS



Esta propuesta de norma UNE, se ha visto ratificada por ISO, pues en el grupo de ISO/TC94/SC12 "Hearing Protection-Protección de la Audición", ha aparecido el documento Selection, use and care of hearing protectors-selection, uso y mantenimiento de los protectores auditivos, propuesto por el Reino Unido en Julio de 1984, en que clasifican los protectores auditivos en las siguientes categorías y subcategorías:

OREJERAS (EAR-MUFFS):

- Con los casquetes unidos por una banda rígida.
- Montados sobre cascos.
- Con sistemas de intercomunicación.

INSERTOS (INSERTS):

- Tapones premoldeados (Pre-moulded ear plugs).
- Tapones con forma moldeada (Custom moulded ear plugs).
- Tapones deformables (Formable ear plugs).
- Tapones sensibles al nivel (Amplitude Sensitive ear plugs).

SEMI-INSERTOS (SEMI-INSERTS).

TIPOS ESPECIALES (SPECIAL TYPES).

Lo expuesto en este apartado nos presenta de una forma bastante diferenciada las posibilidades que tiene la protección personal frente al ruido y, por qué no decirlo, las dificultades que presenta una normalización positiva en este campo.

2. DEFINICION DE CARACTERISTICAS A ANALIZAR. CRITERIOS

Una vez definidos los fundamentos sobre los que se basa la protección personal frente al ruido, pasamos a analizar aquellas características del protector que, utilizadas por los usuarios, van a permitir obtener una protección más apropiada desde el punto de vista acústico, con el

mayor grado de comodidad y al menor costo posible.

Las características que van a identificar cada tipo y subtipo de protector, se obtienen del análisis de los siguientes puntos:

- a) Conocimiento de la atenuación acústica del protector auditivo.
- b) Determinación de las variables que pueden influir sobre una utilización apropiada.
- c) Análisis de la influencia de los sistemas de intercomunicación sobre el resto de los criterios anteriores, en aquellos equipos que van dotados de los mismos.
- d) Comportamiento de los equipos frente a ensayos de envejecimiento, dado que la utilización de los mismos se realiza normalmente en condiciones ambientales adversas.

De estos puntos algunos, pueden aplicarse de una forma genérica, sin embargo otros, tienen que ser analizados de una forma específica para cada tipo o subtipo de protector, lo que implica que el estudio de la normativa y metodología de ensayos necesite de un tratamiento muy específico en cada uno de los casos.

La presentación de una serie de opiniones y puntos de vista, a nivel internacional, con respecto a lo indicado anteriormente, servirá de base para definir los criterios de cuantificación de las características fundamentales a considerar en la protección personal frente al ruido.

Respecto al Criterio de cuantificación de la Atenuación Acústica de los Protectores Auditivos existen las siguientes opiniones:

- 1º. La atenuación acústica del protector auditivo debe ser calculada para una serie de frecuencias del espectro audible, en condiciones de laboratorio y mediante la determinación del umbral de audición de personas, cuando éstas se encuentran desprotegidas y protegidas (método subjetivo).
- 2º. La atenuación acústica del pro-

teccionador auditivo debe ser calculada para una serie de frecuencias del espectro audible en condiciones de laboratorio pero midiendo en el interior del canal auditivo externo. En este caso se presentan dos posibilidades:

- La que utiliza una cabeza artificial (método objetivo).
- La que utiliza micrófonos miniatura colocados en el interior del canal auditivo externo de una persona (método semiobjetivo).

- 3º. Dado que las condiciones de Laboratorio no son las reales que se presentan durante la utilización de los protectores auditivos, la determinación de la atenuación acústica se debe realizar de una forma subjetiva, pero en un ambiente con un ruido de fondo.
- 4º. Finalmente, se encuentran aquellas que consideran que la atenuación acústica del protector auditivo debe venir dada por un valor único, en dB(A).

Los criterios de cuantificación de aquellas variables que pueden influir sobre la utilización apropiada del protector personal se pueden centrar en dos, fundamentalmente:

- El confort.
- La influencia sobre la inteligibilidad de la palabra y de órdenes o señales indicadoras de riesgos.

Respecto al primero hay que comenzar a diferenciar las variables a considerar dependiendo del tipo o subtipo de protector en estudio. A nivel internacional, los trabajos desarrollados se centran en:

- a) Definir un valor único, obtenido en base a una puntuación dada por los utilizadores de los mismos, valor estadístico. En este caso, el método seguido será común para todos los tipos y subtipos.
- b) Definir una serie de parámetros, propios de cada tipo y subtipo de protector, cuya cuantificación conlleva la definición de Metodologías de ensayo diferentes.

Respecto a la influencia sobre la inteligibilidad de la palabra y órdenes nos encontramos actualmente en un momento en que existen bastantes trabajos que pretenden dar respuesta a esta inquietud existente, sin embargo, no se ha llegado a definir con claridad una metodología que cuantifique la misma.

Respecto a la cuantificación de la influencia que los sistemas de intercomunicación sobre un comportamiento positivo de los protectores auditivos, se está analizando cada día con mayor interés, aunque la bibliografía y trabajos existentes al respecto, no es muy amplia.

Finalmente, indicar que la cuantificación del comportamiento de los tipos y subtipos de protectores ya indicados, frente a envejecimientos, se encuentra recogida en bastantes trabajos técnicos e incluso en algunas normas y proyectos de norma, como veremos al analizar el apartado de metodologías.

El resumen de este apartado referente a los criterios de cuantificación de las características del protector auditivo frente al riesgo del ruido, se recoge en el *cuadro 2*, que tomaremos como base para el análisis de las "Normas y Metodologías de ensayos".

3. ANALISIS DE NORMATIVAS Y ESTUDIOS

El *cuadro 2*, nos ha presentado un resumen de los criterios de cuantificación de aquellas características, que desde el punto de la ponencia, han de ser tomadas en consideración. Estas necesitan del desarrollo de una normativa donde se defina la metodología a seguir para obtener aquellos valores medibles que las caracterizan.

En este caso, el núcleo central de este trabajo, que pasamos a presentar, expone una serie de normas y estudios en los que se recogen los Métodos de Ensayo y Evaluación, dando de esta forma, una visión de la situación de presente, y sirviendo

CUADRO 2

<p>CRITERIOS DE CUANTIFICACION DE LA ATENUACION ACUSTICA</p> <ul style="list-style-type: none"> - Subjetivo (Común para todos los Tipos y Subtipos) - Objetivo (Específico de cada Tipo y Subtipo) - Semi-objetivo (Específico de cada Tipo y Subtipo) - Determinación de la Atenuación Global, dB(A) (Común para todos los Tipos y Subtipos). <p>CRITERIOS DE CUANTIFICACION DEL CONFORT</p> <ul style="list-style-type: none"> - Subjetivo (Común para todos los Tipos y Subtipos) - Objetivo (Específico de cada Tipo y Subtipo) <p>CRITERIOS DE CUANTIFICACION DE LA INTELIGIBILIDAD</p> <ul style="list-style-type: none"> - Subjetivo (Común para todos los Tipos y Subtipos) <p>CRITERIO DE CUANTIFICACION DE LA INFLUENCIA DE LOS SISTEMAS DE INTERCOMUNICACION</p> <ul style="list-style-type: none"> - Objetivo (Específico de cada Tipo y Subtipo) <p>CRITERIO DE CUANTIFICACION DE ENVEJECIMIENTO</p> <ul style="list-style-type: none"> - Objetivo (Específico de cada Tipo y Subtipo)

de base para el planteamiento de las acciones futuras.

Es intención de este trabajo, el presentar, asimismo, el resultado de una solicitud de información, realizada a nivel internacional, recabando la situación de una serie de países sobre la aptitud adoptada en el tema de la Normalización de la Protección Personal frente al ruido.

Pasamos a continuación al desarrollo de este apartado, presentado las metodologías de ensayos para cada uno de los CRITERIOS DE CUANTIFICACION ya indicados.

Criterios de cuantificación de la atenuación acústica

Método subjetivo

Determina la atenuación acústica del protector auditivo utilizando como elemento fundamental del ensayo a personas, pudiéndose decir que es el único que se encuentra normalizado a nivel internacional.

Los *cuadros 3 y 4* nos presentan un resumen de aquellos documentos y normas que recogen este mé-

todo subjetivo, a nivel internacional, conjuntamente con los ensayos más representativos que se indican en las mismas.

El *cuadro 3*, nos presenta las características que debe cumplir el lugar de ensayo, quedando reflejadas las condiciones acústicas del mismo, así como el ruido de fondo admisible.

El *cuadro 4*, presenta por una parte el tipo de señal acústica empleada en la realización de los ensayos y por otra, el nº de sujetos, los requisitos que deben cumplir los mismos y el tratamiento que se da a los resultados parciales que se obtienen.

El análisis de estas tablas nos indica que no existe una uniformidad de criterios en la definición del método de medida, por el método subjetivo, de la atenuación acústica. Las variaciones existentes en los resultados obtenidos aplicando uno u otro, son difíciles de definir, dado que si existe algún trabajo, es como mucho comparando dos o tres criterios. Sin embargo, si es interesante resaltar que en los métodos referenciados, la atenuación acústica

en el umbral de los protectores auditivos, viene dada por:

La diferencia del nivel de presión acústica medido cuando el sujeto de ensayo se encuentra protegido y desprotegido.

Método objetivo

La definición de un método objetivo para la determinación de la atenuación acústica de un protector auditivo, se encuentra aún en fase de estudio, aunque ya existen trabajos técnicos y proyectos de norma que desarrollan diversos tipos

de procedimientos, con los que se han obtenido ya algunos resultados.

El análisis de este método necesita que se efectúe una diferenciación clara entre los Protectores Auditivos, tipo orejera, y el resto.

El cuadro 5 nos presenta un resumen de una serie de documentos bibliográficos, que recogen un método objetivo para los protectores auditivos, tipo Orejera. Las figuras 1, 2 y 3 nos muestran un detalle de algunas de ellas.

El análisis de las mismas nos

muestra que existe una coincidencia en:

- La definición de la Atenuación Acústica.
- El posicionamiento del micrófono en el interior de la cabeza artificial. Aunque de acuerdo con los resultados obtenidos, al dejar el volumen de 2 cc., se obtienen curvas de atenuación acústica que se asemeja más a las obtenidas por el método subjetivo y, por consiguiente, creemos se debe de tomar en consideración en una futura normativa.

CUADRO 3

DOCUMENTO	Características del mismo	LUGAR DE ENSAYO												
		AMBIENTE DE RUIDO DE FONDO (dB)												
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	3150	4000	6300	8000		
NORMA: ANSI 24.22/1957 EE.UU.	Cámara Anecoica o similar			28,5	16,5	8,5	2,5	-5,5		-6,0		9,0	Es evaluado determinando el umbral de audición con tres escuchas	
PROPUESTA DE NORMA: DIN 45611/1964 ALEMANIA	Cámara Anecoica o similar		35	21	10	5	4	0		-4		16	Es evaluado determinando el umbral de audición con tres escuchas	
ANSI S3.19-1974 EE.UU.	Recinto-Tiempo de Reverberación 0,5 1.6 todas las frecuencias			24	18	16	16	14		9		30	Es evaluado midiendo el ruido de fondo	
AS 1270-1975 AUSTRALIA	Cámara Anecoica o similar			25	11	6	4	1		-4		15	Es evaluado determinando el umbral de audición con tres escuchas	
BS 5108-1974 REINO UNIDO	Cámara Anecoica o similar			14	7	4	4	1	-3	-5	6	11	Es evaluado midiendo el ruido de fondo	
ISO 4869-1981 INTERNACIONAL	Lugar en que se genere un campo de incidencia aleatoria		25	14	6	2	1	2	-1	-4	3	10	Es evaluado midiendo el ruido de fondo o el umbral de audición con tres escuchas	
MT-2/1975 ESPAÑOLA	Cámara Anecoica o similar			28,5	16,5	8,5	2,5	-5,5		-6,0		9,0	Es evaluado determinando el umbral de audición con tres escuchas	

CUADRO 4

DOCUMENTO	SEÑAL ACUSTICA DE ENSAYO	Nº. DE SUJETOS	PRUEBAS POR SUJETO	DATOS
Norma: ANSI 24.22/1957 EE.UU.	Sonidos Puros: Frecuencias: 125, 250, 500, 1000 2000, 3000, 4000, 6000 y 8000 Hz. Campo libre. Incidencia frontal.	10 (Audición Normal)	3	- Valor Medio - Desviación Normal
Propuesta Norma DIN 45611/1964 ALEMANIA	Sonidos Puros: Frecuencias: 125, 250, 500, 1000 2000, 3000, 4000, 6000 y 8000 Hz. Campo libre. Incidencia frontal.	10 (Audición Normal)	3	- Valor Medio - Desviación Normal
ANSI S3.19-1974 EE.UU.	Ruido blanco filtrado en 1/3 de Octava: 125, 250, 500, 1000, 2000, 3150, 4000, 6300, 8000 Hz. Campo de Incidencia Aleatorio (Difuso)	10 (Audición Normal) Normal)	3	- Valor Medio - Desviación Normal
AS 1270-1975 AUSTRALIA	Sonidos Puros: 125, 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000v 6000 y 8000 Hz, y otros intermedios. Campo libre. Incidencia frontal	10 (Audición Normal)		- Valor Medio - Desviación Normal
BS 5108-1974 REINO UNIDO	Ruido filtrado en 1/3 de Octavas: 125, 250, 500, 1000 2000, 3150, 4000, 6300 y 8000 Hz Campo Incidencia Aleatoria (Difuso)	10 (Audición Normal)	2	- Valor Medio - Desviación Normal
ISO 4869-1981 INTERNACIONAL	Ruido rosa filtrado en 1/3 de Octava: 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 3150, 4000, 6300 y 8000Hz	10 (Audición Normal)	Más de 1	- Valor Medio - Desviación Normal
MT-2-1975 ESPAÑOLA	Sonidos puros. Frecuencias: 125, 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 y 8000 Hz. Incidencia frontal.	10 (Audición Normal)	3	- Valor Medio - Desviación Normal

CUADRO 5

Documento	Tipo de Protector	Método de Medida GRADO DE ATENUACION ACUSTICA	Tipo de Soporte	Posicionamiento del Microfono interior	Nivel de Presión Acústica y Posicionamiento de Puntos
Objective Test for Earmuffs. M. F. Russell and S. P. May. Fig. 4 y 5	Orejera	Diferencia entre el Nivel de Presión acústica dentro y fuera del Protector	Cabeza Artificial (Maniquí) con contornos de diversos materiales en los puntos de contacto con el protector. Fig. 5	En línea con la cara	—
ANSI S3. 19-1.974 (Norma)	Orejera	Diferencia entre el Nivel de Presión Acústica con y sin Protector	Cabeza Artificial (No Maniquí) Fig. 6	En línea con la cara	—
UNIPOLYCON Modelo 801	Orejera	Diferencia entre el Nivel de Presión Acústica con y sin Protector	Cabeza Artificial (No Maniquí) de Aluminio Fig. 7	En línea con la cara	—
Propuesta ISO DP/6290	Orejera	Diferencia entre el Nivel de Presión Acústica con y sin Protector	Cabeza Artificial (No Maniquí) de Duraluminio. Fig. 8	En línea con la cara	—
Pruebas objetivas para la determinación de la Atenuación Acústica. Cabeza Artificial. M. Montes	Orejera	Diferencia entre el Nivel de Presión Acústica con y sin Protector	Cabeza Artificial (No Maniquí) de Duraluminio. Contornos de diversos Materiales en los puntos de contacto con el Protector	Volumen de 2 cc	Definidos

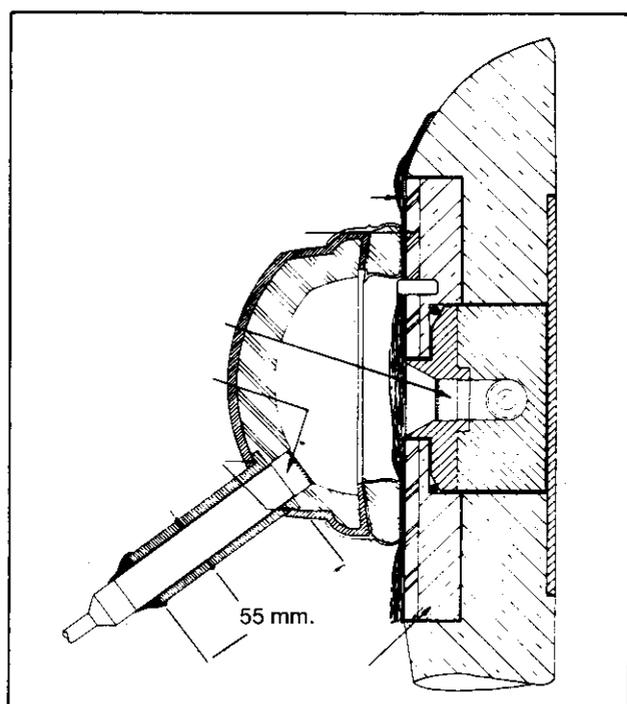


FIGURA 1

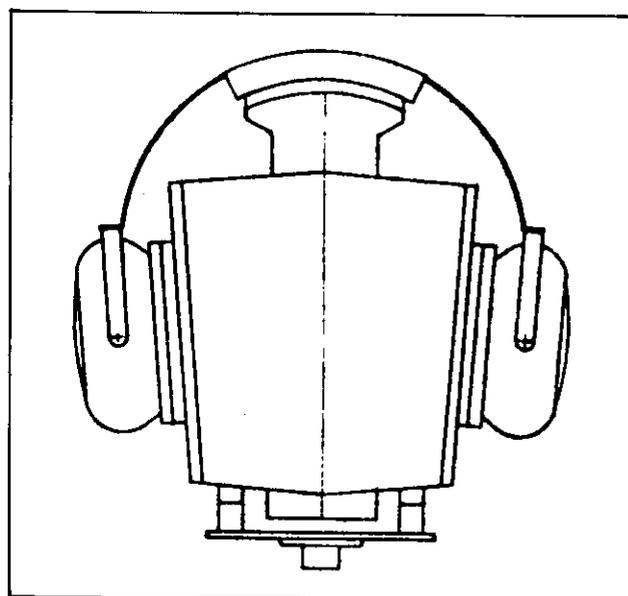


FIGURA 2

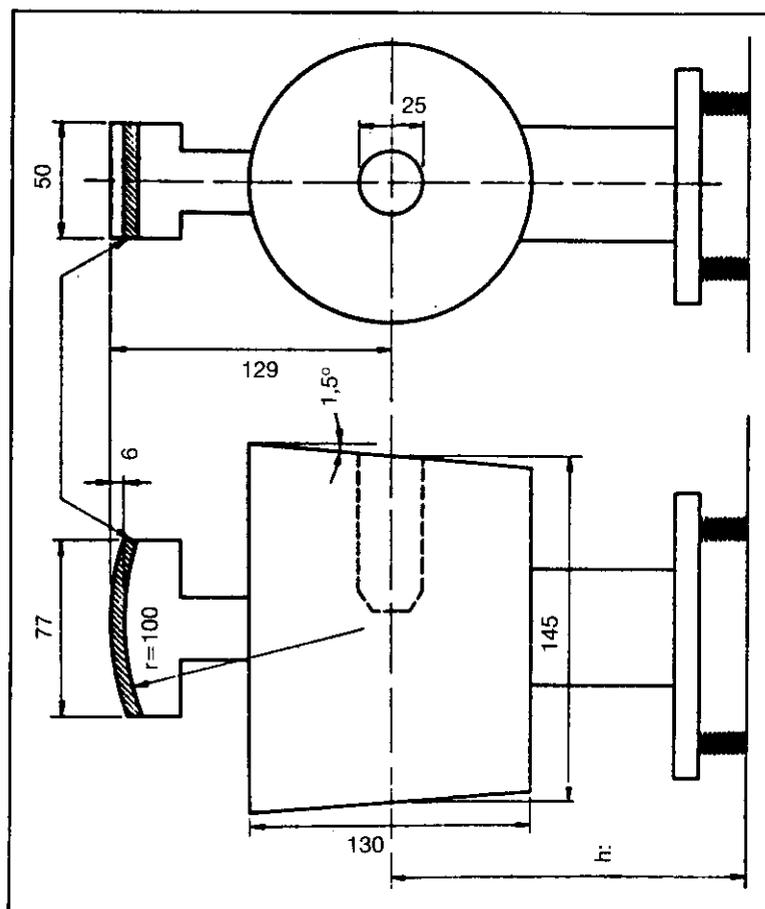


FIGURA 3

Relacionado con este método es interesante indicar finalmente, que a través de la propuesta de norma ISO DP/6290 y, posteriormente con los trabajos que está realizando ISO/TC94/SC12 "Hearing Protection", se está dando un paso muy importante en la posible unificación de criterios en la definición de un método objetivo para la determinación de la atenuación acústica de los protectores auditivos, tipo orejera.

Respecto a los restantes tipos de protectores auditivos no se ha encontrado ninguna bibliografía que defina una metodología de determinación de su atenuación acústica, por un método objetivo, sin embargo, se desea realizar una aportación que pueda ser base de futuros estudios y proyecto de normas. En este sentido, la propuesta sería:

En el caso de Protectores Auditivos, tipo Tapón, los ensayos de determinación de la atenuación acústica, se efectuarían, utilizando una CABEZA ARTIFICIAL como la indicada en la propuesta ISO 6290, con la única variante de que, siguiendo los criterios indicados en la norma CEI 126 (73) y UNE 20-604-80 "Acoplador tipo para la medida de las ca-

racterísticas acústicas de los audífonos de aplicación por vía aérea mediante adaptadores sobre pabellón y conducto auditivo externo", en la zona correspondiente al oído, se posicionaría un acoplador como el indicado en la *figura 4*, con la única variante de estudiar para cada subtipo de tapones la pieza apropiada, identificada como "Sustitutivo del adaptador".

zar para los Protectores, tipo Oreja.

Entre los trabajos conocidos que estudian este tema, se encuentran:

- Los de G. M. Rood "The in situ measurement of the attenuation of hearing protectors by the use of miniature microphones". Que evalúa el comportamiento de los protectores auditivos en un ambiente industrial.

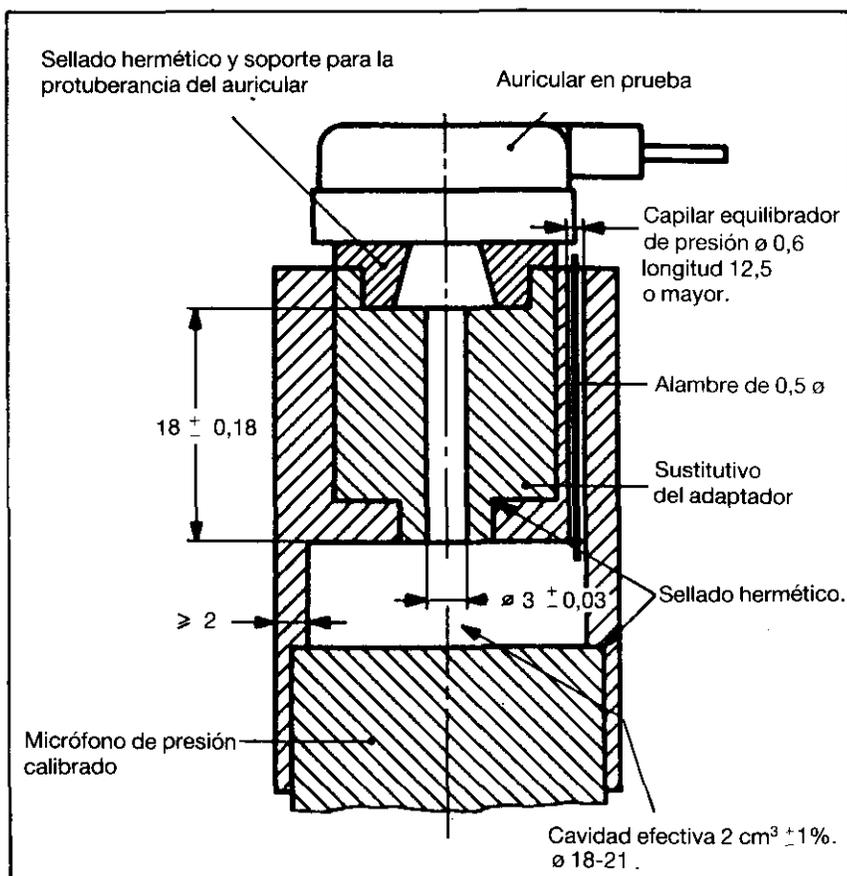


FIGURA 4

Método semiobjetivo

Este método, como su mismo nombre indica, es una mezcla de los dos anteriores, utilizando únicamente a las personas como elementos sobre los que se posicionan los equipos de protección auditiva, siendo detectada la señal acústica que atraviesa los mismos, por medio de un micrófono miniatura que va colocado en el espacio libre que deja el elemento de protección y el canal auditivo externo. Tiene el inconveniente que sólo se puede utili-

- El de K. Riko y P. W. Alberti "Hearing Protectors: A Review of Recent Observations", aparecido en 1983. Que utiliza asimismo, micrófonos miniatura y consigue valores de atenuación entre 50 Hz a 4000 Hz, que se asemejan a los obtenidos por el Método Subjetivo.

Uno de los inconvenientes principales de este método es que únicamente puede ser utilizado para protectores tipo Oreja.

Respecto a la definición de un

método de determinación de la atenuación acústica del protector auditivo en condiciones de un ambiente de ruido determinado, hacer referencia al trabajo publicado por Larry E. Humes en octubre de 1982, titulado "A psychophysical evaluation of the dependence of hearing protector attenuation on noise level". En este trabajo se utilizan cuatro procedimientos psicofísicos, para la determinación de la atenuación acústica.

- 1º. Utilizando el ya conocido método de la Atenuación Acústica en el Umbral.
- 2º. Paradigma Tiempo-Reacción.
- 3º. Estimación de la Magnitud de Sonoridad.
- 4º. Técnica de enmascaramiento del umbral de Conducción Osea.

Se emplean niveles de ruido de fondo comprendidos entre 50 y 90 dB de N.P.A.

Lo que nos demuestra la falta de uniformidad de criterios a seguir.

Método de Determinación de un "Valor Global de Atenuación Acústica del Protector Auditivo"

La determinación de la Atenuación Global del Protector Auditivo que, en principio, parece que no debería tener ningún tipo de complejidad, ya que se basa en los datos obtenidos en la "Determinación de la curva de Atenuación Acústica del Protector Auditivo", sin embargo ha sido motivo de bastantes estudios y podemos decir que, hasta la fecha, no existe un procedimiento normalizado con carácter internacional.

A título de resumen, en el *cuadro 6* aparecen reflejados los métodos más actualizados.

Como se puede observar, todos se basan en la misma filosofía, variando únicamente en algunas matices. Este hecho plantea la necesidad de intentar concretizar la adopción de una misma postura in-

ternacional, es decir, llegar a normalizar el método.

Desde esta ponencia hago una llamada a la ISO/TC94/SC12, para que tome en consideración este tema y presente la posibilidad de realizar propuesta de norma sobre este tema, en su próxima reunión.

co para todos los equipos de protección auditiva, sin embargo, la aplicación de un "Método Objetivo" se tiene que realizar analizando de una forma independiente cada uno de los tipos y subtipos indicados anteriormente.

A continuación se recogen algu-

protección utilicen el mayor tiempo posible. En este sentido, ya existen algunos criterios como:

- El definido por M. Tisserand y otros, en un trabajo realizado en el año 1973, donde se utilizó el método denominado: "De los jui-

CUADRO 6

CRITERIO	METODO	EXPRESION	DATOS NECESARIOS	APLICACION
NIOSH	1	$R = L_A - 10 \log S(1)$ R= Factor de Reducción en dB(A). Se resta del Nivel medido en dB(A)	- Nivel de Ruido en las bandas de octava 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 y 8000. - Nivel de Ruido en dB(A) - Valores Q: Atenuación curva Pond. A. Atenuación Prot. Auditivo Dos veces la Desviación Normalizada	El valor R se puede aplicar para diferentes niveles de dB(A). Siempre que se mantenga el espectro
NIOSH	2	$R = (4,9 - 10 \log T)$ R= Factor de Reducción en dB(A). Se resta del nivel medido en dB(A)	- Valores Q: Atenuación curva Pond. A. Atenuación del Prot. Aud. Dos veces la Desviación Normalizada - $L_c - L_A$	El valor de R mantiene una parte constante y otra variable, en función de las características del Ruido
NIOSH	3	$R = 1,5 - 10 \log T$ R= Factor de Reducción en dB(A). Se resta del nivel medido en dB(A)	- Valores Q: Atenuación curva Pond. A. Atenuación del Prot. Aud. Dos veces la Desviación Normalizada	El valor de R se aplica directamente sobre el nivel en dB(A), medido
Protectores Auditivos. Determinación de la Atenuación Global. Autor: Martínez Cañavate		$L_a(1)$	- Definición de Nueve Espectros característicos, definidos por dB(C)-dB(A). - Nivel de ruido en dB(A) - Valores Q: Atenuación curva Pond. A. Atenuación del Prot. Aud. Una vez la Desviación Normalizada	Nos define una curva de Atenuación global característica de cada Protector en función de las diferencias dB(C)-dB(A)
Environmental Protection Agency. Propuesta de regulación		$MRR = 5,5 - 10 \log T$ MRR= Factor de reducción. Se resta del nivel medido en dB(C)	Mismos datos que el método 2 del NIOSH	Se aplica para cualquier tipo de Ruido medido en dB(C)

Criterios de cuantificación del confort

Hay que diferenciar en este apartado entre un posible método subjetivo y objetivo. El primero nos va a evaluar el confort del elemento de protección en su conjunto y el segundo va analizando partes del protector que pueden influir en el "Confort". Desde este punto de vista el "Método Subjetivo" puede ser úni-

nas referencias bibliográficas, que presentan estudios y proyectos de normas ya existentes, cuyos datos, pueden servir de base para estudios posteriores e incluso como propuestas a introducir en normalizaciones futuras.

- a) El "Método Subjetivo" se basa en la definición de un valor estadístico obtenido entre una muestra lo más amplia posible, de personas que en el equipo de

cios absolutos", utilizándose 10 ensayos por casco, es decir, a cada sujeto se le sometió a 240 ensayos. El valor estadístico que se recoge para cada protector se da una sensación positiva, en forma porcentual sobre las 100 medidas realizadas para cada casco. El tiempo de duración del ensayo es de 10 a 30 segundos.

- El método seguido por el laboratorio de Acústica del C.N.M.P.

y que aparece reflejado en sus fichas técnicas. Por este método cada sujeto utilizado en la determinación de la atenuación acústica del protector, emite tras la finalización de cada ensayo un índice indicativo del grado de confort del mismo que varía entre 0, para el mínimo y 10 para el máximo. Posteriormente se obtiene un valor medio entre los 30 resultados obtenidos para cada tipo de protector, que nos define el índice de Confort.

- El tiempo de duración de cada ensayo es de unos 5 minutos.
- La toma en consideración de este último criterio nos lleva a la obtención, paralelamente a la realización de la atenuación acústica, del "índice de confort".

b) Métodos Objetivos, como se indica anteriormente han de ser específicos para cada uno de los tipos, y subtipos referenciados anteriormente. La tabla que aparece en el *cuadro 7* nos presenta una serie de datos obtenidos de la bibliografía que hacen referencia a los protectores auditivos tipo Orejera.

- X_r— Rigidez.
- Y_r— Presión medida.
- Z_r— Presión de adaptación.
- S_r— Nota subjetiva.

mediante una expresión matemática.

Criterios de cuantificación de la influencia sobre la inteligibilidad de palabras y órdenes

El análisis de este apartado nos introduce en un campo en el que la bibliografía existente sobre el mismo no presenta de una manera clara, el método a seguir para determinar el grado de influencia, ni define con exactitud el parámetro que nos cuantifique esta característica.

Podemos indicar que son los estudios de Kryter, Howell y Martín, en el año 1975, los pioneros en realizar esta serie de estudios, como así lo indica Hans Hörmann y un grupo de expertos en el trabajo aparecido en Junio de 1984 "The Effects of Noise and the wearing of Ear Protector on Verbal Communication", donde

- El espectro del ruido ambiente.
- El tiempo de reverberación del recinto.
- El tipo de campo acústico.

Como documentos o estudios que especifican de alguna metodología en cuanto a la determinación de este grado de influencia sobre la inteligibilidad y que son conocidos por parte de la ponencia se encuentran:

a) El presentado en el documento: "Hearing Protection and Speech Communication Characteristics of Selected USAF Inflight HELMETS".

— Realizado por Marta R. Stepherson y Donal G. Tomerlin, que define:

- El criterio de medida de la atenuación acústica del protector auditivo norma ANSI S3.19-1974.

- Método de Determinación de grado de influencia sobre la inteligibilidad de la palabra, de acuerdo con la ANSI S3.5-1969, determinando el Índice de Articulación (AI).

CUADRO 7

CRITERIO	TIPO DE PROTECTOR	PARAMETROS INDICATIVOS DEL CONFORT
Trabajo de M. Fisserand. 1973	Orejera	— Masa del Equipo — Presión de aplicación de casquetes — Rigidez del arnés
Fichas técnicas C.N.M.P.	Orejera	— Masa del equipo — Presión de aplicación de casquetes
Propuesta ISO/TC94/SC12 Ear Muffs	Orejera	— Masa del equipo. Menor de 400 gr. — Presión de aplicación del casquete. Menor de 4000 Pa — Fuerza del arnés. Menor de 16 N.

Como se puede observar es un tema en el que se comienza a trabajar, pero sobre el que todavía queda bastante por definir.

c) Finalmente indicar que en el trabajo realizado por M. Tisserand, se habla de un índice conjunto de "CONFORT", que relaciona los criterios subjetivos y objetivos.

presentan como parámetros que pueden influir sobre la determinación del grado de influencia sobre la inteligibilidad.

- El contacto visual y la distancia mantenida entre la persona que habla y escucha, de ésta depende el nivel con que llega la palabra al escucha.
- El nivel del ruido ambiente.

- El nivel del ruido ambiente, 105 dB(A).

b) El trabajo realizado por Jerónimo García González y Manuel Montes Mayorga, del C.N.M.P., publicado en la Revista Salud y Trabajo, nº 41, 1984:

"Inteligibilidad de la palabra. Respuesta de los Protectores Auditivos" que define:

- Un sistema de generación de la palabra hablada que al mismo tiempo que permite una reproducción no distorsionada de la misma, permite amplificar o atenuar el nivel acústico de emisión de una manera no aleatoria.

- Un recinto de ensayo en el que se mantienen las mismas condiciones acústicas para todos los ensayos.

- Unas voces normalizadas para todos los ensayos. De esta forma los escuchas manifestarán su grado de comprensión a palabras emitidas con un mismo tipo de tonalidad.

- Palabras de prueba normalizadas a nivel nacional, realizando "a posteriori", la grabación de las mismas.

- Las personas apropiadas para realizar las pruebas. Como en el caso de determinación de la atenuación del protector auditivo, no podrán poseer ningún defecto en la audición.

- El nivel de emisión de las palabras de prueba.

La figura 5 nos presenta un esquema de realización de los ensayos.

Criterio de cuantificación de la influencia de los sistemas de intercomunicación

Hasta este momento se ha hecho referencia a un tipo de protección personal del órgano auditivo que únicamente actúa evitando la transmisión de niveles de presión acústica elevados. Sin embargo, existen situaciones laborales que necesitan poseer un sistema de intercomunicación de señales acústicas entre un receptor y un emisor con la mejor calidad posible y sin ningún tipo de distorsión, así como a un nivel de presión acústica que no sobrepasen los indicados como perjudiciales para el oído humano.

En este sentido, se consideran como parámetros a intentar definir y, por consiguiente, con necesidad

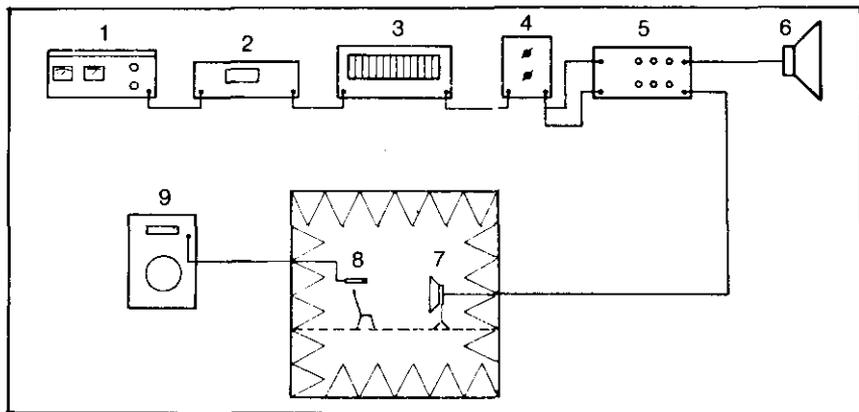


FIGURA 5

de una metodología que nos indique como se cuantifica:

- La calidad del sistema emisor-receptor, definida por su curva de respuesta en frecuencia ante una señal acústica de características lineales en la banda de frecuencias de 20 a 20.000 Hz.
- El nivel máximo de emisión en el interior del oído.

La bibliografía existente no es mucha, haciéndose referencia en esta ponencia a los documentos:

- Personal Audio Headsets and Table Radios in Industrial Noise Environments, realizado por el equipo de Larry H. Royster y colaboradores, aparecido en 1984, donde se nos presenta el riesgo adicional que puede aparecer por la utilización de Auriculares de Radio. Para los estudios utilizan un Acoplador para la Calibración de los Audífonos Normalizados y un maniquí de pruebas Kemmar, y se indica que el incremento de la señal acústica en el oído de la persona que los utiliza se puede corresponder con:
 - 12 dB(A)-Ruido ambiente de 80 a 85 dB(A).
 - 1 dB(A)-Ruido ambiente de 90 dB(A).
- Er defender, separata publicada por el Ministerio de Tecnología del Reino Unido, en el año 1972, en la que presenta un sistema para limitar el Nivel de Presión Acústica, de la parte generadora de señal, altavoz, a 95 dB cresta (nominal).

Sería interesante que sobre este tema se realizara una investigación documental y posteriormente, de comprobación de resultados, a nivel internacional.

Criterios de Cuantificación del Envejecimiento en la Protección Auditiva

Quedaría incompleto este trabajo si no se hiciera mención a la temática de la influencia del Envejecimiento sobre el comportamiento de los Protectores Auditivos.

El hecho de que los protectores personales frente al ruido no se limiten a un tipo único, sino que exista una variedad diferenciada de los mismos, como queda reflejado en la figura 1, hace que el tema relacionado con el envejecimiento nos lleve al desarrollo de metodologías de cuantificación diversas y complejas de definir.

A pesar de lo indicado anteriormente, no nos encontramos en una situación de principio pues existen propuestas de normas y normas que recogen este tema, centrado sobre todo en los protectores tipo "Orejera".

El documento a nivel internacional que consideramos debe ser referenciado en este trabajo, es la Propuesta de Norma presentada por el Reino Unido en la ISO/TC94/SC12, sobre EAR MUFFS, en ella se recogen los siguientes apartados:

- Ensayos tras acondicionamiento a una temperatura de $25 \pm 50^\circ\text{C}$ y una humedad relativa del 25% al 85%.

- Prueba de ignifugabilidad. Se utiliza varilla calentada a $650 \pm 10^\circ\text{C}$.
- Ensayo de caída. Desde una altura de $2 \text{ m} \pm 1 \text{ cm}$.
- Ensayo de vibración. A una frecuencia de 50 Hz con un pico de aceleración de $40 \pm 4 \text{ m/s}^2$, durante 3 horas.
- Ensayo de envejecimiento del arnés. Aperturas cíclicas de $200 \pm 5 \text{ mm}$, durante 1.000 ciclos.

Es interesante indicar también otros ensayos que aparecen referenciados en la Norma Australian Standard 1270-1975 "Hearing Protection Devices", en que se indican ensayos no referenciados en la propuesta de Norma ISO, éstos son:

- Ensayo de calor-ambiente seco. Se acondicionarán los protectores auditivos a una temperatura de $50 \pm 2^\circ\text{C}$ y del 5 al 15% de humedad relativa durante 16 horas.
- Ensayo baja-temperatura. Se acondicionarán los protectores a una temperatura $-7 \pm 2^\circ\text{C}$, durante 16 horas.
- Ensayo de filtración, para protectores con cojín de cierre rellenos de un gas o un líquido. Se introducirán los protectores en una cámara a presión normal y después de 1 h, la presión se reducirá a $480 \pm 10 \text{ mm de Hg}$. en un período de 30 minutos, manteniéndose en esta situación durante 30 minutos, retornándose la presión a la normal en un período de 15 minutos.

CONCLUSIONES

El trabajo ha pretendido presentar mediante la exposición de una serie de estudios y trabajos normativos a nivel internacional, aquellas características que definen de una manera objetiva, el comportamiento de los equipos de protección personal frente al ruido, desde el punto de vista de su comportamiento frente al fenómeno acústico, sobre una utilización apropiada y a la posible influencia de una exposición

prolongada en condiciones ambientales especiales.

Se ha demostrado que existe interés por poder cuantificar una serie de características difíciles de hacerlo, como son las relacionadas con factores subjetivos, confort e inteligibilidad.

Y, finalmente, señalar que habrá que intentar buscar un camino para que toda esta serie de estudios que se van realizando en diversos paí-

ses, pudieran influir de una manera más positiva en el desarrollo de futuras normativas. En este sentido se podría conseguir si existieran unos lazos de correspondencia más estrechos entre los Centros Técnicos que realizan estos estudios, la A.I.S.S. a través del grupo de trabajo de la Comisión Permanente de Riesgos Profesionales, e ISO (Organización Internacional de Normalización) a través de ISO/TC94/SC12.

CONTRA LA BRUCELOSIS

¡ VACUNACION PREVENTIVA ! ¡ INSTALACIONES LIMPIAS !

¡ PRECAUCION EN EL MANEJO ! ¡ CONTROL DE LOS ALIMENTOS !

IST INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO