

**3M** Science.  
Applied to Life.™



# Desarrollos de vanguardia en protección auditiva

Resumen del documento guía de recomendaciones europeas EN 458:2016

# Introducción

El documento guía de recomendaciones europeas EN458 se publicó por primera vez en 1993 y desde entonces ha sido objeto de revisiones periódicas. La última revisión del documento comenzó en 2008 para reflejar la aparición de nuevos productos y tecnologías como, por ejemplo, los auriculares de comunicación Bluetooth, mejores prácticas (como pruebas de ajuste) y la implementación de la Directiva europea de agentes físicos (ruidos) 2003/10/CE.

El propósito de la guía de recomendaciones EN 458:2016 es ayudar a empresas, supervisores, responsables de seguridad y salud, higienistas industriales o cualquier otra persona responsable de la gestión de la salud y la seguridad de los empleados en el lugar de trabajo, a seleccionar la protección auditiva apropiada para cada usuario y entorno de trabajo, con el fin de asegurarse de que es apta para su finalidad.

El documento fue elaborado por el mandato recibido por el Comité Europeo de Normalización (CEN) por parte de la Comisión Europea y la Asociación Europea de Libre Comercio. Aunque es una norma europea, el documento guía de recomendaciones EN 458:2016 no es una norma armonizada y, por lo tanto, no se puede aplicar estrictamente de la misma forma que otras normas armonizadas europeas como por ejemplo la EN 352. Sin embargo, ofrece información detallada sobre el proceso correcto de selección y uso de una amplia gama de protectores auditivos, incluidos auriculares de comunicación y productos equipados con otras funcionalidades electrónicas.

El documento proporciona una descripción general de los diferentes tipos de protección auditiva disponibles en el mercado y del proceso de selección adecuado, teniendo en cuenta los efectos del aislamiento (por una protección excesiva), el riesgo de desarrollar pérdida auditiva inducida por ruido (por una protección insuficiente) y la importancia esencial de la comunicación.

# Tipos de protectores auditivos

Los protectores auditivos por lo general se pueden dividir en dos tipos principales: pasivos y electrónicos. Dentro de cada tipo, se pueden encontrar tanto tapones para los oídos (incluidos los tapones con banda y los moldeados a medida) como orejeras (incluida las versiones con arnés de nuca y con anclaje a casco).



Por otro lado, los protectores auditivos también se pueden diferenciar en cuanto a su funcionalidad, incluyendo los siguientes ejemplos:

## **Pasivos dependientes de nivel**

Estos productos son eficaces frente a ruidos de impulso muy elevados, como por ejemplo, de armas de fuego.

## **Protectores auditivos dependientes de nivel con restauración de sonido**

Estos productos incluyen un sistema de reproducción electrónico de sonidos con los que se puede también amplificar los niveles de presión de sonido bajos. A medida que el nivel de presión de sonido externo aumenta, se reduce la ganancia y se controla el nivel de sonido reproducido dentro del protector auditivo. Estos dispositivos deben cumplir con unos niveles

de criterios (sonido pasivo más reproducido combinado) de 85 dB para ruido orientado en frecuencias altas (High, H), medias (Medium, M) y bajas (Low, L), tal y como se define en las norma europea EN 352-4 (para orejeras) o EN 352-7 (para tapones).

## **Protectores auditivos con entrada de audio relacionada con seguridad en el trabajo**

Estos dispositivos incluyen una recepción de la comunicación de radio con cable o inalámbrico y/o una radio bidireccional de comunicación para comunicación relacionada con seguridad en el trabajo. Para estos productos, no hay limitaciones sobre el nivel de presión de sonido reproducido en el oído, ya que la información que se recibe puede ser crítica para la seguridad. Sin embargo, al igual que con cualquier proceso

de selección de protectores auditivos, es importante realizar una evaluación adecuada de los riesgos para garantizar la idoneidad para el entorno de trabajo y para cada usuario.

## **Protectores auditivos con entrada de audio de entretenimiento**

Normalmente, estos dispositivos incorporan un receptor de radio o un reproductor de música con fines de entretenimiento, o para permitir la entrada de audio de dispositivos externos.

## **Protectores auditivos con reducción de ruido activa (ANR)**

Estos tipos de dispositivos de protección auditiva incorporan un sistema electrónico de cancelación del sonido. Estos dispositivos son especialmente eficaces para ruido de baja frecuencia (<500 Hz).

# Proceso de selección

La selección de los protectores auditivos debe basarse en los siguientes criterios:

- Atenuación del sonido
- Entorno de trabajo, incluidos requisitos para condiciones de trabajo de seguridad intrínseca
- Conciencia del entorno
- Comunicación
- Compatibilidad con otros equipos de protección personal
- Lugar de trabajo y necesidades personales
- Comodidad y ergonomía
- Comprobación de ajuste

## Atenuación del sonido:

El riesgo de desarrollo de daños auditivos por la exposición al ruido ocupacional es bajo cuando el nivel de exposición diaria a ruido ponderado A durante un periodo de 8 horas (LEq, 8h) es inferior a 80 dB, e insignificante por debajo de 75 dB. En general, y sin perjuicio de otros factores que influyen en la selección, el rango deseable de nivel de presión de sonido ponderado A eficaz debajo del protector auditivo, es de entre 70 y 75 dB para garantizar una escucha del entorno óptima.

Dado que los países miembros de la UE pueden tener, por su normativa nacional, distintas definiciones del nivel adecuado al estimar el nivel de sonido bajo el protector auditivo, la siguiente tabla debe considerarse un ejemplo de rangos de protección cuando la normativa nacional requiere el uso obligatorio de protectores auditivos con niveles de 80 dB(A).

Existen básicamente tres maneras diferentes de calcular el nivel de sonido eficaz debajo del protector auditivo:

- Banda de octavas: requiere conocer el nivel de presión de sonido en cada frecuencia de la banda de octavas
- HML (High, Medium, Low o alto, medio, bajo): requiere conocer los niveles de presión sonora ponderados C y A
- SNR (Single Number Rating): requiere conocer el nivel de presión sonora ponderado C

De los tres métodos, el de banda de octavas y el método HML ofrecen un mayor grado de precisión y es probablemente el más empleado por los profesionales de seguridad y salud.

Nivel de sonido ponderado A equivalente continuo eficaz para el oído ( $L_{Aeq}$ ) en dB

Grado de protección

>80

✗ INSUFICIENTE

de 80 a 75

● ACEPTABLE

de 75 a 70

✓ BUENA

de 70 a 65

● ACEPTABLE

<65

✗ RIESGO DE SOBREPOTECCIÓN\*

\* Puede afectar a la inteligibilidad del habla, lo que puede provocar aislamiento acústico y dificultad en la comunicación

### Criterios de selección del ruido de impulso

Los ruidos de impulso tienen una duración muy breve, de menos de un segundo. Entre algunos ejemplos de ruidos de impulso se incluyen los de armas de fuego, pistolas de clavos, prensas, fuegos artificiales, etc. El criterio de selección para el ruido de impulso está basado en la banda de frecuencias de la energía acústica.

El ruido de impulso se clasifica en tres tipos:

**Tipo 1:** Cuando la mayor parte de la energía acústica se distribuye en el rango de frecuencias inferior (< 500 Hz). Entre algunos ejemplos de estos ruidos de impulsos se incluyen los explosivos y las prensas troqueladoras.

**Tipo 2:** Cuando la mayor parte de la energía acústica se distribuye entre las frecuencias medias y más elevadas (entre 500 Hz y 8000 Hz). Entre algunos ejemplos de estos ruidos de impulso se incluyen pistolas de clavos, un martillo sobre una placa, un rifle.

**Tipo 3:** Cuando la mayor parte de la energía acústica se distribuye en las frecuencias más altas (2000 Hz a 8000 Hz), por ejemplo, una pistola.

Los valores de atenuación del sonido modificados para los tres tipos de ruido de impulso son los indicados a continuación.

Tipo de ruido	Valor de atenuación modificado [ $d_m$ (dB)]
Tipo 1	L -5
Tipo 2	M -5
Tipo 3	H

En la tabla anterior, los valores de HML se han obtenido a partir de datos de atenuación pasiva, de acuerdo con la EN ISO 4869-2.

Por ejemplo, para calcular el nivel máximo efectivo de presión sonora en el oído para el ruido de impulso de tipo 1 al llevar un protector acústico con valores HML de 30, 24 y 22, respectivamente, y cuando el nivel máximo de presión sonora medido es de 145 (C) dB, se aplica la siguiente ecuación:

$$L'_{p,Cm\acute{a}x} = L_{p,Cpico} - d_m$$

$$L'_{p,Cpico} = 145 - 17 = 128 \text{ dB}$$

(por debajo del valor de acción de exposición inferior equivalente pico de 135 dB (C))

### Criterios de selección para entornos extremadamente ruidosos

Cuando la exposición al ruido del operador supera los 105 dB(A), sobre todo si hay una gran cantidad de ruido de baja frecuencia, por ejemplo, un compresor, una sala de generadores, etc. puede ser necesaria una doble protección. Si se necesita doble protección, no es necesario seleccionar orejeras y tapones con máxima atenuación. Debe darse prioridad a la combinación que mejor se ajuste a las necesidades individuales del usuario.

La forma ideal de determinar la atenuación efectiva de la combinación de orejeras y tapones es mediante medidas de atenuación subjetivas. Si no se dispone de dichos datos, se podría estimar de manera razonable la atenuación combinada añadiendo 6 dB al protector auditivo con mayor atenuación de entre los dos. Por ejemplo, si un trabajador lleva el 3M Peltor X4A (SNR 33 dB) y 3M E-A-R Classic (SNR 28 dB), la atenuación combinada estimada será:

$$33 \text{ dB} + 6 \text{ dB} = 39 \text{ dB}$$



# Proceso de selección

## Entorno de trabajo

Tenga en cuenta el entorno de trabajo en general, incluidos los siguientes aspectos:

- Entorno de trabajo físico: por ejemplo, si hace calor, si es húmedo, etc.
- Tipo de ruido: continuo, fluctuante, intermitente, impulsivo, dominante en frecuencias bajas
- Conciencia del entorno: audibilidad de las señales de advertencia
- Localización de la fuente del ruido
- Comunicación hablada
- Sonido de maquinaria: puede que se consideren adecuados productos auditivos dependientes del nivel
- Condiciones de trabajo, por ejemplo, limpieza, zonas contaminadas, esterilización, etc.
- Tipo de trabajo llevado a cabo, es decir, si es repetitivo, motivación individual

## Conciencia del entorno

El lugar de trabajo es un entorno dinámico con numerosas actividades, desde vehículos en movimiento, pasando por ruido de la maquinaria e información que se recibe y se transmite, etc. Es de vital importancia que el trabajador permanezca debidamente protegido de la exposición al ruido peligroso, al mismo tiempo que se garantiza que la persona mantiene la capacidad de escuchar señales importantes tales como vehículos en movimiento o alarmas de incendios. Algunos protectores auditivos pasivos convencionales pueden afectar negativamente a la escucha de señales importantes. Para ayudar a mantener la conciencia del entorno al mismo tiempo que se garantiza la protección de los trabajadores y se evita el desarrollo de pérdida de audición inducida por el ruido (NIHL), puede ser beneficioso el uso de protectores auditivos con restauración de sonido (por ejemplo, dependientes del nivel).

## Comunicación

Para la comunicación esencial relacionada con el trabajo, es importante mantener un buen equilibrio entre protección e inteligibilidad del habla. En algunas situaciones, para lograr una

buena relación señal-ruido para la comunicación esencial relacionada con la seguridad, el nivel de presión sonora en el oído puede alcanzar temporalmente un nivel por encima del límite de seguridad permitido. Es necesario realizar una evaluación detallada de los riesgos para prevenir el desarrollo de pérdida de capacidad auditiva inducida por el ruido. Entre algunos factores que deben tenerse en cuenta, se incluyen los siguientes:

Comunicación hablada esencial relacionada con el trabajo que requiera de dispositivos de protección auditiva equipados o conectados con comunicación por radio unidireccional o bidireccional. Son especialmente beneficiosos los protectores auditivos que incluyen tecnología inalámbrica Bluetooth y con los que el usuario puede comunicarse con un teléfono móvil sin tener que retirarse los protectores auditivos.

Efectos de la sobreprotección: los dispositivos de atenuación elevada pueden provocar dificultades en la comunicación y con las señales de advertencia. El usuario puede sentirse incómodo o aislado y, por consiguiente, es posible que el dispositivo de protección auditiva no se lleve durante todo el periodo de exposición.





# Proceso de selección



## Compatibilidad

Es habitual utilizar dispositivos de protección auditiva junto a otros equipos de protección personal en un entorno laboral para protegerse frente a una amplia variedad de riesgos ocupacionales, como por ejemplo, protección respiratoria, para la cabeza, ocular, etc. Se deben adoptar medidas para garantizar que, cuando se usan conjuntamente, no se limite la protección que ofrece cada dispositivo.

### Entre los factores que pueden afectar al aislamiento acústico se encuentran los siguientes:

- Prendas protectoras: se deben llevar sobre el dispositivo de protección auditiva
- Gafas de seguridad: para minimizar cualquier fuga acústica, deberá evitarse el uso de gafas de seguridad con patillas anchas. Las pruebas internas demuestran una compatibilidad óptima entre algunos modelos de protección ocular de 3M y la gama de orejeras PELTOR X
- Gafas panorámicas / pantalla facial: asegurarse de que la cinta de la cabeza (de las gafas) o el arnés (de la pantalla facial) no interfieren con el aislamiento acústico
- Cascos de seguridad: además de las orejeras montadas en el casco, pueden considerarse otros tipos de protectores auditivos, como por ejemplo, orejeras con arnés de nuca o tapones
- Equipos de protección respiratoria: asegúrese de que las cintas de la cabeza o el arnés no interfieren con el aislamiento acústico entre las orejeras y la cabeza

Tenga en cuenta, por ejemplo, el uso de orejeras con unas gafas de seguridad. En general, si la diferencia en atenuación subjetiva entre un protector auditivo concreto utilizado solo o en combinación con gafas de seguridad se encuentra entre +/- 3dB, la diferencia se encuentra dentro de los límites normales permitidos de la variabilidad de medidas en personas.

La siguiente tabla muestra los resultados de una medición subjetiva de medio panel de sujetos con orejeras 3M™ PELTOR™ serie X y gafas de seguridad 3M™ SecureFit™.

### Pruebas según la norma EN24869-1

SecureFit SF600 y 3M X2A	SNR
X2A (sin gafas)	31.6
X2A con gafas SecureFit SF600	30.0
<b>Diferencia</b>	<b>1.6</b>
<b>Resultados: excelente compatibilidad con pérdida mínima de atenuación</b>	

### Comodidad

Es bien conocida la importancia de la comodidad en un contexto de utilización. Si no resulta cómodo llevar un protector auditivo, posiblemente no se utilice y el usuario correrá el riesgo de desarrollar pérdida auditiva, aunque el dispositivo cumpla todas las normas europeas armonizadas relevantes y cuente con su marcado CE. La comodidad percibida varía entre las personas. Por ejemplo, unas orejeras pueden considerarse incómodas si la banda de la cabeza tiene una fuerza excesiva y aunque no supere el límite máximo de 14 N estipulados en la norma europea EN 352-1, o si la almohadilla presiona o no se asienta bien en los oídos. En el caso de los tapones auditivos, la comodidad percibida puede venir determinada por la facilidad de colocación o de retirada, por la suavidad del material, por el diseño en general del producto, o por la presión que ejerce dentro del canal auditivo inmediatamente después de la colocación o tras su uso prolongado.

### Ergonomía

Entre los factores que pueden afectar a la ergonomía y al ajuste se pueden incluir el tamaño y la forma de la cabeza, del canal auditivo o del pabellón auricular. La ergonomía es especialmente importante en el caso de las orejeras acopladas a cascos de seguridad o a unidades de cabeza incorporados en un equipo de suministro de aire o un equipo motorizado.

Cuando se acoplan al casco de seguridad, las orejeras no deben tener efectos adversos sobre el ajuste ni el equilibrio general de las orejeras, el casco de seguridad o el equipo combinado. Debido a la variación en la forma del canal auditivo de cada persona, el correcto ajuste de los tapones puede requerir de entrenamiento o asistencia adicional.

### Efecto en la protección con tiempo de no uso

Para que un protector auditivo proporcione una protección adecuada, debe asegurarse de que el dispositivo:

- es idóneo para su finalidad, es decir, es adecuado para el usuario y el entorno de trabajo
- se lleva en todo momento cuando se expone al peligro del ruido

El tiempo que no se lleve la protección puede tener un efecto especialmente adverso en la atenuación general que proporciona el protector auditivo. Piense en el efecto del tiempo que no se lleva un protector auditivo con un valor nominal de SNR de 30 dB durante un turno laboral de 8 horas.

Tiempo que <b>NO</b> se lleva la protección	Atenuación lograda (dB)
Si no se lleva en ningún momento	0
4 horas	3
2 horas	6
1 hora	9
30 minutos	12
15 minutos	15
7.5 minutos	18



# Prueba de ajuste



“ Las pruebas de ajuste pueden desempeñar una función valiosa en la formación y para alcanzar y documentar un programa eficaz de conservación de la capacidad auditiva en el lugar de trabajo. ”

Para ayudar a lograr el nivel deseado de atenuación, los protectores auditivos deben ajustarse correctamente según las instrucciones del fabricante y se debería validar su ajuste como buena práctica.

La atenuación real lograda con unos protectores auditivos en el “mundo real” es a menudo inferior a los datos obtenidos en un laboratorio en condiciones controladas. La diferencia puede ser importante, especialmente en el caso de tapones auditivos. La principal causa de estas diferencias se atribuye a una incorrecta selección del tamaño y/o a un ajuste inadecuado.

Las pruebas de validación de ajuste son un elemento clave para la formación y la motivación del trabajador, que ayuda al usuario a comprender los inconvenientes de un ajuste deficiente. Las pruebas de validación de ajuste individuales pueden desempeñar una función de gran valor en la formación y para alcanzar y documentar un programa eficaz de conservación auditiva en el lugar de trabajo. Existen diferentes sistemas de pruebas de validación de ajuste disponibles en el mercado, que pueden dividirse en dos categorías generales:

Objetivo: implica la inserción de un micrófono en el oído real (FMIRE, Field Microphone-In-Real-Ear)

Subjetivo: implica realización del método subjetivo REAT en campo (Real Ear Attenuation at Threshold) o el método de equilibrio de volumen (loudness balance)

El método objetivo, como el sistema 3M™ E-A-Rfit™ Dual-Ear, implica una fuente de sonido y mide simultáneamente el sonido fuera del protector auditivo y dentro del protector auditivo. Las pruebas se llevan a cabo en diferentes frecuencias al mismo tiempo y no se basan en la respuesta del sujeto, que puede verse influida por otros factores.

El método subjetivo es similar al de las mediciones REAT de referencia, pero se lleva a cabo en el campo con auriculares con audímetro y no en una cámara anecoica. Las mediciones se realizan con los oídos sin tapar y con los oídos tapados con protección auditiva.

Con el método loudness balance, el usuario recibe una señal de prueba y se le pide que equilibre el volumen entre el oído izquierdo y el derecho. Esto suele realizarse sin tapones, luego con un oído tapado y por último con ambos oídos tapados.



# Resumen:

Existen diversos factores importantes implicados en la selección de los protectores auditivos que deben valorarse detenidamente según las necesidades de cada persona teniendo en cuenta el entorno de trabajo y las necesidades esenciales de comunicación. Recordar que el lugar de trabajo es un entorno dinámico con posibles riesgos de seguridad añadidos, como por ejemplo, vehículos en movimiento. Es sumamente importante que el trabajador se mantenga conectado con el entorno de trabajo inmediato, sin perjudicar a su capacidad de audición de señales importantes. También es importante reconocer la necesidad esencial de comunicación relacionada con la seguridad o con el trabajo.

Es fundamental tener en cuenta la selección del protector auditivo adecuado que facilite la conciencia del entorno y la comunicación y al mismo tiempo proteger al trabajador frente al desarrollo de pérdida de capacidad auditiva causada por el ruido (NIHL). La comodidad, el ajuste y la compatibilidad son algunos de los factores importantes que deben tenerse en cuenta al seleccionar los protectores auditivos. El ajuste es especialmente importante en el caso de los tapones, debido a las importantes diferencias en el tamaño y la forma del canal auditivo de cada persona. Ofrecer una gama variada de tamaños de tapones al trabajador no solo puede mejorar el ajuste, sino también la comodidad y la protección. Las pruebas de validación de ajuste individual desempeñan una función vital a la hora de mejorar el rendimiento real de los protectores auditivos como parte integral del programa de conservación auditiva, ayudando a incrementar el cumplimiento normativo. Las pruebas de validación de ajuste son de especial importancia con tapones auditivos, ya que un ajuste incorrecto a menudo supone una reducción importante en la atenuación efectiva del protector.



**División de Protección Personal**

3M España S.L.  
Juan Ignacio Luca de Tena  
19-25  
28027 - Madrid

Tlf.: 913216218  
[www.3M.eu/HearingConservation](http://www.3M.eu/HearingConservation)

Recicle. Impreso en el Reino Unido.  
3M es una marca registrada de 3M Company. ©3M 2018. Todos los derechos reservados.